

Stickoxide – Eigenschaften, Quellen und Auswirkungen

Inhaltsverzeichnis

1	Begriffe	2
1.1	Stickoxide	2
1.2	Weitere Schadstoffe in der Luft	2
1.3	Weitere Begriffe	2
2	Reaktionen NO_x	3
2.1	Reaktion zu NO ₂	3
2.2	Hohe Ozonbelastung im Sommer aufgrund hoher Stickoxid-Emissionen	3
3	Messnetzwerk NABEL	5
4	Grenzwerte	6
4.1	Jahresmittel	6
4.2	24h-Mittelwert	6
4.3	Konsequenzen bei Nichteinhaltung	7
5	Wahl des Jahresmittels-Grenzwerts für den Stadtluft-Anzeiger	7
6	Wirkung von Stickstoffdioxid	8
6.1	Krankheiten	8
6.2	Frühzeitige Todesfälle	9
6.3	Überdüngung und kranke Wälder	9
6.4	Ertragseinbussen und hohe Kosten	9
7	Verursacher von Stickoxid-Emissionen	10
7.1	Stickoxid-Emissionen von Dieselfahrzeugen	10
7.1.1	Abschalteinrichtungen bei Diesel-Personenwagen	11
7.1.2	Abgasnorm Euro 6d Temp	12
7.1.3	Was wäre wenn nicht betrogen worden wäre?	12
8	Stickoxid-Belastung in der Schweiz	13
8.1	Stand Stationen heute	13
8.2	Übertretungen Grenzwert Jahresmittel	13
8.3	NO ₂ -Belastung entlang der Autobahnen	14
8.4	NO ₂ -Belastung in den Städten	14
8.5	Grenzwert-Übertretungen Stickoxid (NO _x) und Stickstoffdioxid (NO ₂) 1984–2016	15
8.6	Prozentualer Anteil der Stationen die den Grenzwert für das Jahresmittel übertreten	15
8.7	Überschreitungen 24h-Mittelwert	15

1 Begriffe

1.1 Stickoxide

Stickoxide werden unter der Bezeichnung N_xO_y zusammengefasst und stehen für sämtliche Stickstoff-Sauerstoff-Verbindungen.

Stickoxide beinhalten gesundheitsgefährdende Stoffe. Dazu gehören:

- **NO_x**: nitrose Gase. Summe von NO und NO₂
- **NO**: Stickstoff-Monoxid
- **NO₂**: Stickstoff-Dioxid

NO_x entstehen bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe und reagieren in der Luft zu Schadstoffen. Dazu gehören:

Bodennahes Ozon O₃: entsteht durch Reaktion von **NO₂** und **Peroxyd-Radikale** unter Einwirkung von **Sonnenlicht** in der Atmosphäre

- **Sonnenlicht**: erhöhte UV-Strahlung
- **VOC**: flüchtige Organische Verbindungen. Organische Verbindungen mit niedrigem Siedepunkt. Entstehen u.a. aus Strassenverkehr.
- **Peroxyd-Radikale**: Teilmenge der VOC. Reagiert mit NO zu NO₂.

Stickstoff-Dioxid reagieren während der Tröpfchenbildung mit anderen **Aerosolen** in der Luft wodurch **saurer Regen** verursacht werden kann. Bei der Entstehung von Saurem Regen machen Stickoxide etwa 30% aus.

- **Aerosole**: heterogenes Gemisch aus festen oder flüssigen Schwebeteilchen in einem Gas. Werden durch Abgase verursacht.
- **Saurer Regen**: Niederschlag mit pH-Wert von 4,2 – 4,8.

1.2 Weitere Schadstoffe in der Luft

NO_x sind Vorläufer-Schadstoffe von **Feinstaub**, der ebenfalls bei Verbrennungsprozessen freigesetzt wird.

- **PM₁₀**: Feinstaub mit Partikel max. 10 µm Durchmesser
- **PM_{2,5}**: Teilmenge von Feinstaub, Partikel mit Durchmesser max. 2,5 µm

Weitere Schadstoffe in der Luft:

- **SO₂**: Schwefeldioxid. Deutlich unter dem Grenzwert von 30 µg/m³.
- **NH₃**: Ammoniak. Deutlich über dem kritischen Belastungswert von 30 µg/m³.

1.3 Weitere Begriffe

BAFU: Bundesamt für Umwelt

Cercl’Air: Vereinigung der schweizerischen Behörden- und Hochschulvertreter im Bereich der Luftreinhaltung und der nichtionisierenden Strahlung

LRV: Luftreinhalte-Verordnung (exakter Name)

MFM-U: Monitoring flankierende Massnahmen Umwelt: Projekt des BAFU, um die Umsetzung des Verlagerungsgesetzes und die Wirksamkeit der flankierenden Massnahmen zu überprüfen

NABEL: Nationales Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe

RDE Real Drive Emissions

WHO: Welt-Gesundheits-Organisation

2 Reaktionen NO_x

NO_x werden direkt bei der Verbrennung von Biomasse und Treibstoff freigesetzt. Aus dem giftigen, farb- und geruchslosen NO entsteht in der Luft innert weniger Sekunden das ebenfalls giftige NO_2 . In erhöhter Konzentration hat das Reizgas eine rötlich-braune Färbung sowie einen stechenden Geruch.

2.1 Reaktion zu NO_2

Stickstoff-Monoxid reagiert mit dem Luftsauerstoff zu Stickstoff-Dioxid.

Reaktion von NO in der Luft: $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$

Reaktion zu bodennahem O_3

Stickstoff-Dioxid spaltet sich aufgrund erhöhter UV-Einstrahlung durch die Sonne zu Stickstoff-Monoxid – in einer Folgereaktion entsteht Ozon.

1) $\text{NO}_2 \rightarrow \text{UV-Strahlung} \rightarrow \text{NO} + \text{O}$

2) $\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{O}_3$

Gleichzeitig wird Ozon durch NO wieder abgebaut.

3) $\text{O}_3 + \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$

In bodennahen Luftschichten treten Peroxyd-Radikale (RO_2) auf, die mit NO wieder zu NO_2 reagieren. Das NO_2 reagiert dann wiederum zu O_3

4) $\text{NO} + \text{RO}_2 \rightarrow \text{NO}_2$

Diese Prozesse wiederholen sich und führen so zu einer erhöhten Ozon-Belastung im Sommer.

2.2 Hohe Ozonbelastung im Sommer aufgrund hoher Stickoxid-Emissionen

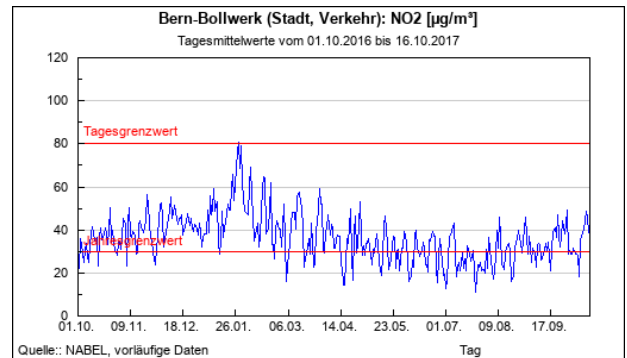
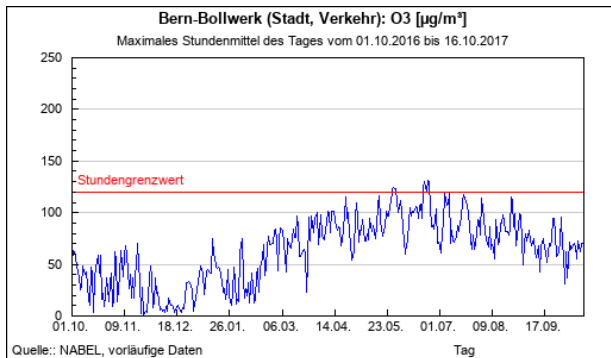
NO_2 wird unter Einwirkung von UV-Strahlung zu Ozon abgebaut. Ein hoher Ausstoss an Stickoxiden führt somit zur Luftbelastung durch NO_2 wie auch durch Ozon. Aufgrund der erhöhten UV-Einstrahlung und höheren Temperaturen wird NO_2 im Sommer schneller zu Ozon abgebaut.

Ein hoher Stickoxid-Ausstoss führt daher

- im **Winter** zu **hoher NO_2 -Belastung**
- im **Sommer** zu **hoher Ozon-Belastung**

Ein weiterer Grund für die höhere NO_2 -Belastung im Winter ist der erhöhte NO_x -Ausstoss von Diesel-Personenwagen bei tieferen Temperaturen (siehe Seite **Fehler! Textmarke nicht definiert.**).

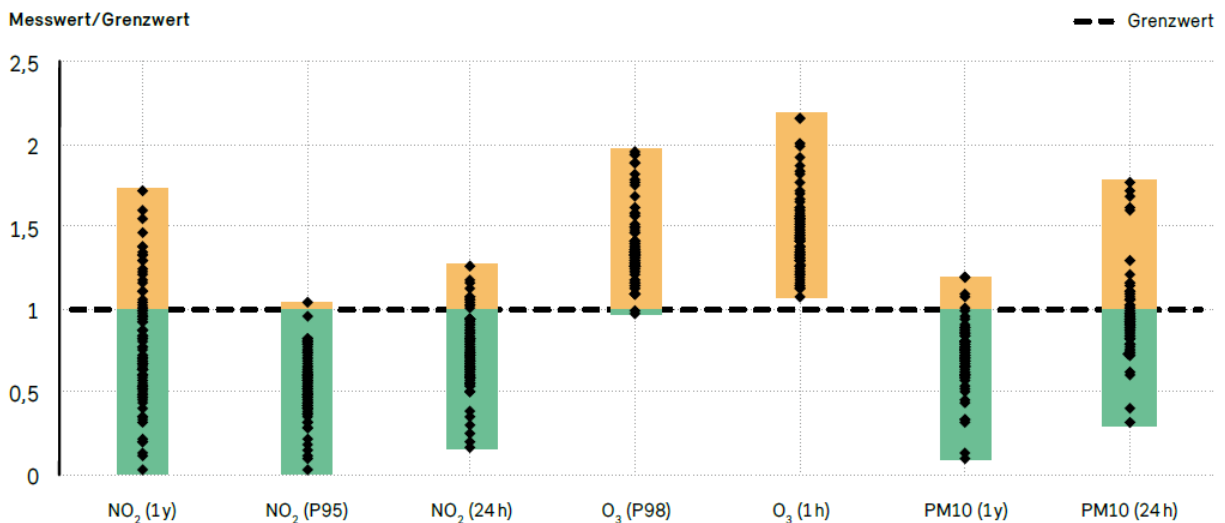
Konträrer Verlauf von NO₂-Wert und Ozon-Werten



In den Monaten mit erhöhter Sonneneinstrahlung wird deutlich **weniger NO₂ gemessen (Grafik links)** – dafür **mehr O₃ (Grafik rechts)**. **O₃-Zunahme und NO₂-Abnahme verlaufen im Sommer beinahe parallel.** (Grafiken: NABEL-Datenabfrage)

Während zahlreiche Luftschadstoffe wie zum Beispiel Schwefeldioxid oder Kohlenmonoxid in der Schweiz kaum mehr eine Rolle spielen, werden die **Luftbelastungs-Grenzwerte bei NO₂, Ozon und Feinstaub** nach wie vor **regelmässig überschritten**. Zu hohe Stickoxid-Emissionen tragen zu allen drei Problemen bei.

Grafik Übersicht der Luftschadstoffbelastungen 2016



Übersicht der Schadstoffbelastungen 2016 im Vergleich zu allen Immissionsgrenzwerten der Luftreinhalte-Verordnung. Schwarz eingezeichnet sind die Messwerte der einzelnen NABEL-Stationen dividiert durch die Immissionsgrenzwerte. Ein Wert höher als 1 bedeutet der Grenzwert wird übertreten. Bei Kurzzeit-Grenzwerten ist eine Überschreitung des Grenzwertes pro Jahr erlaubt, deshalb ist dort der zweithöchste Messwert berücksichtigt (BAFU 2017).

3 Messnetzwerk NABEL

Wenn es darum geht, die **Sauberkeit der Luft** zu messen, sind die Verbindungen **NO und NO₂** von Bedeutung.

Seit 1979 wird das Nationale Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe NABEL des BAFU schrittweise aufgebaut. In der ganzen Schweiz sind Messstationen verteilt, die die Werte der gesundheitsrelevanten Schadstoffe in der Luft messen sollen. Die Stationen sind an **16 typischen Standorten** in der Schweiz positioniert:

Tabelle Standorte NABEL

Kürzel	Standort	Umgebung	Merkmal
BAS	Basel-Binningen	vorstädtisch	-
BER	Bern-Bollwerk	städtisch	verkehrsbelastet
CHA	Chaumont	ländlich	oberhalb 1000 m.ü.M
DAV	Davos-Seehornwald	ländlich	oberhalb 1000 m.ü.M
DUE	Dübendorf-Empa	vorstädtisch	-
HAE	Härkingen-A1	ländlich	an Autobahn
JUN	Jungfrauoch	Hochgebirge	-
LAU	Lausanne-César-Roux	städtisch	verkehrsbelastet
LAE	Lägeren	ländlich	unterhalb 1000 m.ü.M
LUG	Lugano-Università	städtisch	-
MAG	Magadino-Cadenazzo	ländlich	unterhalb 1000 m.ü.M
PAY	Payerne	ländlich	unterhalb 1000 m.ü.M
RIG	Rigi-Seebodenalp	ländlich	oberhalb 1000 m.ü.M
SIO	Sion-Aéroport-A9	ländlich	an Autobahn
TAE	Tänikon	ländlich	unterhalb 1000 m.ü.M
ZUE	Zürich-Kaserne	städtisch	-

Quelle: (BAFU 2017).

4 Grenzwerte

Für Stickstoffdioxid (NO₂) hat die Luftreinhalte-Verordnung (LRV) verschiedene Immissionsgrenzwerte festgelegt:

1. Jahresmittel
2. 24h-Mittelwert

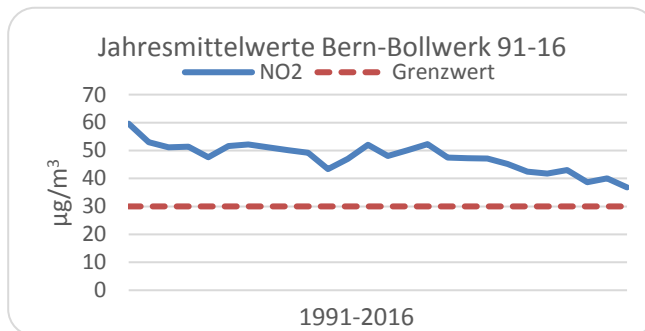
4.1 Jahresmittel

Die während des Jahres gesammelten Werte werden gemittelt und dürfen den Grenzwert von:

30 µg/m³

im Jahresschnitt nicht überschreiten.

4 der 16 Messstationen des NABEL übersteigen diesen Grenzwert seit 1991 ununterbrochen (Lausanne, Härkingen, Bern, Sion)



Grafik Jahresmittel Bern-Bollwerk

Das Jahresmittel der NO₂ Belastung liegt im Zeitraum von 1991 bis 2016 permanent über dem LRV-Grenzwert. Die Station Bern-Bollwerk ist eine der vier Stationen, die den Jahresmittelwert in den letzten 25 Jahren ununterbrochen übertreten haben.

4.2 24h-Mittelwert

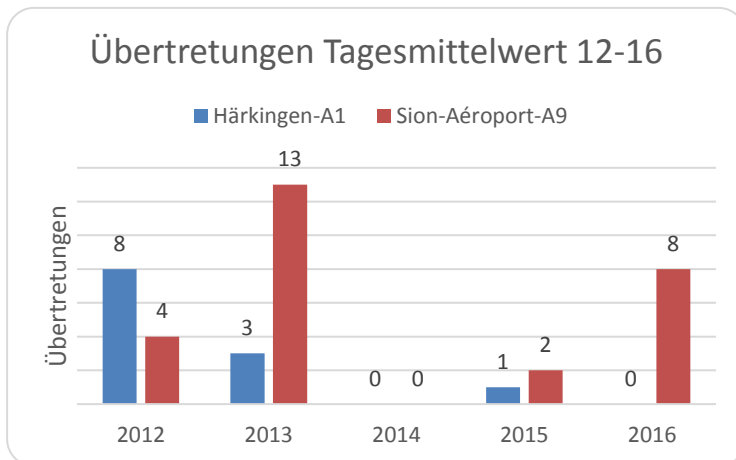
Die gemittelten Stundenwerte dürfen in einem Zeitraum von 24 Stunden im Mittel den Wert von:

80 µg/m³

nicht überschreiten.

Pro Jahr darf dieser Wert **höchstens einmal überschritten** werden. In ländlichen Regionen nahe einer Autobahn (Härkingen, Sion) wird dieser Wert mehrmals pro Jahr überschritten.

Überschreitungen des 24h-Mittelwerts an ländlichen Stationen an der Autobahn



Im Jahr 2016 übertrat die Station Sion-Aéroport-A9 den 24h-Grenzwert 8-mal - erlaubt wäre 1-mal pro Jahr.

4.3 Konsequenzen bei Nichteinhaltung

Werden die Grenzwerte überschritten, besteht ein **erhöhtes Risiko** für die menschliche Gesundheit und die Umwelt (siehe Kapitel 6. Wirkung von , ab Seite 8). Dennoch bleiben Überschreitungen von Stickoxid-Grenzwerten in der Schweiz ohne unmittelbare Folgen. Temporäre Einschränkungen des Verkehrs durch Fahrverbote für bestimmte Fahrzeugkategorien oder Temporeduktionen werden auch bei Überschreitungen des 24h-Mittelwerts nicht erlassen.

Regelmässige Grenzwertüberschreitungen verpflichten die kantonalen Behörden, einen **Massnahmenplan zu erstellen**. Diese Massnahmenpläne gelten für mehrere Jahre und zeigen auf, mit welchen Massnahmen der Kanton die Luftqualität verbessern möchte. Im Verkehr – für die Stickoxid-Belastung von zentraler Bedeutung – sind die Möglichkeiten des kantonalen Handelns jedoch eingeschränkt. Unmittelbar wirksame Massnahmen wie die Einrichtung lokaler Fahrverbote für Fahrzeuge mit hohem Schadstoffausstoss oder die Einrichtung von Road Pricing-Systemen können nicht ergriffen werden, weil die dafür nötige Rechtsgrundlage auf Bundesebene fehlt.

Auch haben weder die Kantone noch der Bund Einfluss auf die Festlegung von Abgasnormen für Fahrzeuge. Die Abgasnormen sowie die Methoden zur Überwachung von deren Einhaltung werden durch die EU festgelegt. Die Schweiz übernimmt die Abgasnormen aufgrund bilateraler Verträge, kann jedoch als Nicht-EU-Mitglied nicht bei deren Festlegung mitbestimmen.

5 Wahl des Jahresmittels-Grenzwerts für den Stadtluft-Anzeiger

Die Lichtinstallation Stadtluft-Anzeiger zeigt an, ob die NO₂-Konzentration an der NABEL-Messstation Bollwerk Bern oberhalb (rot) oder unterhalb (grün) des Grenzwerts für das Jahresmittel von 30 µg/m³ liegt – mit gutem Grund:

Die **NO₂-Belastung am Standort** des Stadtluft-Anzeigers ist **chronisch zu hoch**. Bisher lag die durchschnittliche NO₂-Konzentration **jedes Jahr seit Messbeginn** oberhalb des Grenzwerts. Mit jeder Stunde, in der die NO₂-Konzentration oberhalb von 30 µg/m³ liegt, schwindet die Chance, das Jahresmittel bis Ende Jahr unter die als schädlich bewertete Schwelle zu senken. Würde der Stadtluft-Anzeiger nur

Überschreitungen des Grenzwerts für den 24h-Mittelwert anzeigen, so würde die konstant zu hohe NO₂-Konzentration unterschlagen und fälschlicherweise suggeriert, die Luftqualität an diesem Standort sei gut, da dieser Grenzwert in den letzten Jahren nie überschritten wurde.

Tausende Menschen arbeiten und/oder wohnen in unmittelbarer Nähe der Messstation Bern Bollwerk. Ihnen nützt es nichts, wenn der 24h-Grenzwert eingehalten wird, der Grenzwert für das Jahresmittel jedoch nicht. Sie **atmen Tag für Tag, Jahr für Jahr, eine gesundheitsschädigend hohe Konzentration an NO₂ ein**. Noch mehr Menschen sind täglich zu Fuss, mit dem Velo, öV oder Auto rund um das Bollwerk unterwegs. Auch sie sind regelmässig – wenn auch Manche nur für kurze Zeit – einer zu hohen NO₂-Belastung ausgesetzt.

Die Messstation Bollwerk Bern steht repräsentativ für viele andere stark befahrene Standorte. Nicht nur am Bollwerk, sondern auch an anderen vergleichbaren Messstationen in der Schweiz wird der Grenzwert für das Jahresmittel der NO₂-Belastung jedes Jahr überschritten. Auch an anderen stark befahrenen Lagen sind sehr viele Menschen konstant einer ungesund hohen NO₂-Konzentration ausgesetzt. Mehr dazu in Kapitel 8 ab Seite 13.

Die Stadt Bern führt ein eigens Netz zur Messung der Stickoxid-Belastung. Einige Messstationen zeigen dort Jahres-Mittelwerte, die unter dem Grenzwert liegen. Dies ist wenig erstaunlich, bedenkt man, dass diese in abgelegenen Wohngebieten ohne viel Verkehr liegen.

6 Wirkung von Stickstoffdioxid

Stickoxide wirken

- gesundheitsschädigend und lebensverkürzend für Menschen
- schädlich für Wälder und Natur
- schädigend für die Landwirtschaft

6.1 Krankheiten

Stickoxide lösen Krankheiten aus resp. verschlimmern bestehende Symptome von Lungen und Atemwegserkrankungen. Menschen, die im Freien arbeiten oder trainieren, sind von den negativen Auswirkungen von NO₂ besonders betroffen.

Wirkungen bei hoher Konzentration innert kurzer Zeit:

- Atemwegserkrankungen
- Entzündungen

Wirkung bei hoher oder niedriger Konzentration, wenn länger ausgesetzt:

- Chronische Erkrankungen durch Einatmung
- Lungenkrebs
- Herz-Kreislaufkrankungen
- Schlaganfälle
- Missbildungen bei Neugeborenen

Untersuchung des Monitoring flankierende Massnahmen Umwelt 2015:

- Kinder näher als **200m an Autobahn** anfälliger für Asthma:
10 % der untersuchten Kinder zeigten **Asthma- und Lungenkrankheits-Symptome**
- Quote ausserhalb des Gebiets **deutlich tiefer**

6.2 Frühzeitige Todesfälle

WHO: in Europa rund 72'000 frühzeitige Tode wegen NO₂

BAFU errechnet aufgrund gegenwärtigem Zustand der Luft in der Schweiz (Luftverschmutzung generell):

- 3'00 frühzeitige **Todesfälle** pro Jahr – davon 300 durch **Lungenkrebs**
- entspricht 5 % aller Todesfälle
- mehr als **2000 Menschen in Spitäler** eingeliefert pro Jahr
- **20'000 Spitaltage** pro Jahr durch Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen
- an **4'500'000 Tagen** (= 12'328 Jahre) konnten Menschen wegen Luftverschmutzung nicht ihrer gewohnten Tätigkeit nachgehen.
- **Gesundheitskosten > 4 Milliarden CHF** (etwa 5% der gesamten Gesundheitskosten der Schweiz)

6.3 Überdüngung und kranke Wälder

Mittels **Niederschlag**, abgelagertem **Feinstaub** oder **gasförmigem Ammoniak** gerät NO₂ von der Atmosphäre in die Wälder. Dies kann zu einer **Überdüngung** der Umwelt führen.

Bedroht sind:

- Wälder
- Naturwiesen
- Trockenrasen
- Alpine Heiden
- Hoch- und Flachmoore
- Pflanzenarten, die an nährstoffarme Lebensräume angepasst sind

Über 55 % der naturnahen Ökosysteme leiden unter den erhöhten Stickstoff-Einträgen durch NO₂ und Ammoniak.

Auswirkungen **NO₂** auf **Bäume**:

- schnelleres, aber **ungesundes Wachstum**
- weichere Nadeln und Blätter
- anfälliger für Schädlinge
- **verringerte Stabilität**
- verringerte Dichte des Holzes

Diese Auswirkungen **schwächen die Bäume** und lassen sie eher **einknicken oder brechen**.

6.4 Ertragseinbussen und hohe Kosten

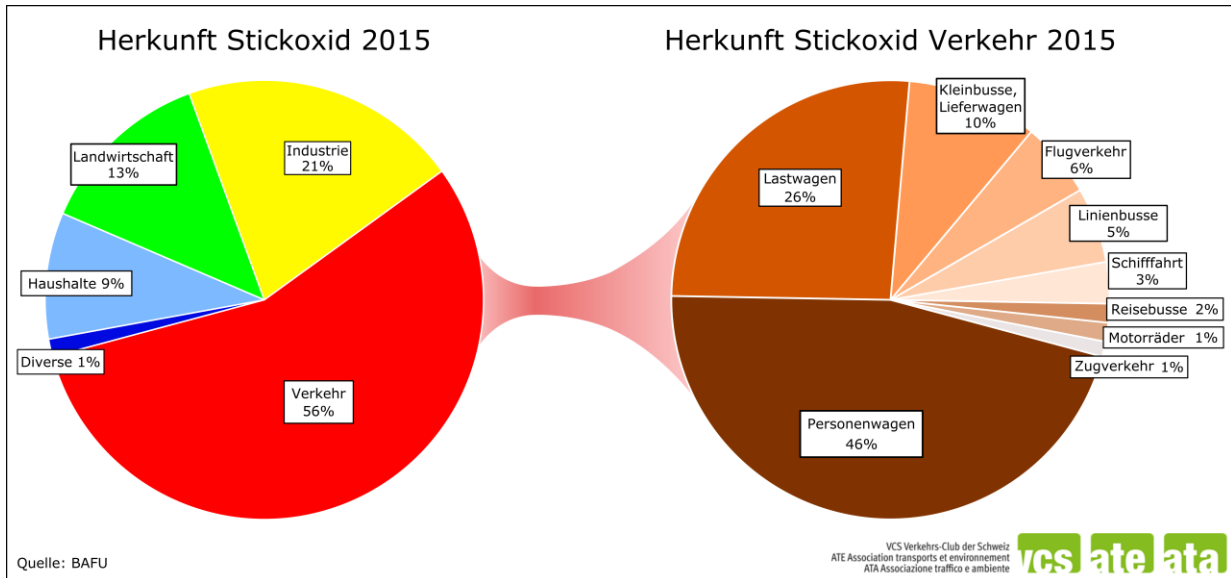
Die Luftverschmutzung durch bodennahes Ozon (das aus NO₂ entsteht – siehe Seite 3) führt zu **Ertragseinbussen in der Landwirtschaft** von bis zu **15 %**. Alleine im Kanton Zürich entstanden 12 Millionen Franken Schaden infolge Erteeeinbussen.

Saurer Regen – zu dessen Entstehung Stickoxide wesentlich beitragen, vergleiche Seite 2 – verursacht zudem Schäden an:

- Gebäude
- Kulturdenkmälern
- Fassaden

Insgesamt kostete die Luftverschmutzung die Schweizer Volkswirtschaft 2015 11 Milliarden CHF (etwa 1,6% des BIP).

7 Verursacher von Stickoxid-Emissionen



Hauptursache für die Stickoxid-Belastung in der Schweiz ist der Verkehr. Von den Stickoxid-Emissionen des Verkehrs entfällt wiederum fast die Hälfte auf Diesel-Personenwagen.

7.1 Stickoxid-Emissionen von Dieselfahrzeugen

Hauptquelle von Stickoxid-Emissionen ist der Strassenverkehr. Insbesondere Dieselmotoren stossen viel Stickoxid aus. Um die Stickoxid-Belastung zu reduzieren, wurden die Abgasnormen in den letzten Jahren laufend verschärft.

Bei den **schweren Nutzfahrzeugen (Lastwagen)** werden die strengen Grenzwerte in der Regel eingehalten. Zudem sorgt die LSVa mit finanziellen Anreizen dafür, dass ältere Fahrzeuge mit hohem Schadstoffausstoss rasch ersetzt werden.

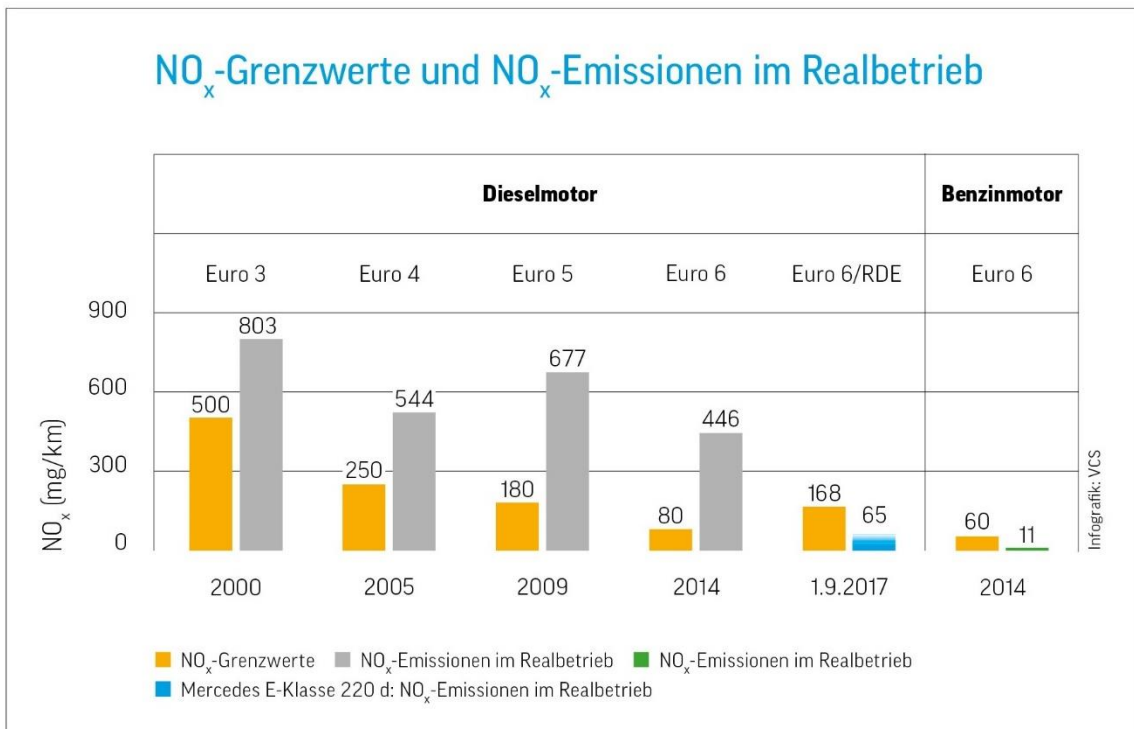
Euro 6-Norm bei Dieselverbrennungsmotoren

- ab Baujahr 2014
- Grenzwert für NO_x-Ausstoss: **80 mg/km**
- durchschnittlicher realer NO_x-Ausstoss von Euro 6 – Dieselaautos: **400 mg/km**
- Diesel-Boom bei Personenwagen: 2004: 26% Marktanteil, 2015: 39% Marktanteil

rückläufiger Marktanteil von Diesel-Personenwagen seit 2016 aufgrund des Diesel-Skandals.

7.1.1 Abschalteinrichtungen bei Diesel-Personenwagen

Bei den **Personenwagen** haben die strengeren Abgasnormen *nicht* zu einer entsprechenden Reduktion des Schadstoffausstosses geführt. Im für die Typengenehmigung vorgeschriebenen **Abgastest im Labor** wurden die Grenzwerte in der Regel eingehalten. Doch die Hersteller deaktivieren die Abgasreinigung unter zahlreichen Bedingungen, die im Labortest nicht vorkommen – deshalb fällt der Stickoxid-Ausstoss auf der Strasse im Durchschnitt um ein 5-Faches höher aus als im Labortest.



*Die Grafik verdeutlicht, dass die Absenkung der NO_x-Emissions-Grenzwerte für Personenwagen nicht im gleichen Masse zu einer Reduktion des Schadstoffausstosses geführt hat. Die Emissionen im Realbetrieb **blieben konsequent über den NO_x-Grenzwerten**. Seit September 2017 wird eine Verschärfung der Abgastests eingeführt, die den Stickoxid-Ausstoss neuer Dieselmotore deutlich senken soll. Bislang einziges Model, das die Euro 6/RDE Norm erfüllt ist der Mercedes E-Klasse 220 d.*

Die Hersteller nutzen dazu eine **Schwachstelle in der europäischen Gesetzgebung** aus. Das Gesetz sagt, die Hersteller müssten sicherstellen, dass die Emissionen eines Fahrzeugs bei «normalen Nutzungsbedingungen wirkungsvoll begrenzt werden». Abschaltvorrichtungen, welche die Wirkung von Emissionskontrollsystemen verringern, sind verboten. Dieses Verbot gilt jedoch nicht, wenn eine Abschaltvorrichtung notwendig ist, um den Motor vor Beschädigung zu schützen. Auf diese Ausnahme berufen sich die Hersteller, um die **Abgasnachbehandlung einzuschränken** oder gar ganz **auszuschalten** und somit die Stickoxid-Grenzwerte zu umgehen. Bekannt sind unter anderem folgende Situationen in denen die Abgasreinigung deaktiviert wird:

- unter einer bestimmten Temperatur (z.B. unter 17 Grad Celsius)
- 22 Minuten nach Beginn der Fahrt (der Labortest dauert 20 Minuten)
- ab einer Höhe von 850 Metern über Meer (das höchstgelegene Prüflabor liegt auf 700 m.ü.M)

Insbesondere die Abschaltung der Abgasreinigung bei Temperaturen von unter 20 Grad Celsius praktizieren viele Hersteller. Dies sorgt – neben dem schnelleren Abbau von NO₂ zu Ozon, siehe Seite 3) – dafür, dass die NO₂-Belastung im Winterhalbjahr deutlich höher ausfällt als in der wärmeren Jahreszeit.

7.1.2 Abgasnorm Euro 6d Temp

Seit September 2017 gilt die neue Abgasnorm Euro 6d Temp. Bei dieser Reform wurden nicht die Schadstoffgrenzwerte angepasst, sondern das Prüfverfahren: Erstmals werden die Schadstoffemissionen nicht nur auf dem Rollenprüfstand (im Labor) gemessen, sondern mit einem mobilen Messgerät auf der Strasse (RDE-Test = Real Drive Emission-Test).

Dadurch wird es für die Hersteller schwieriger, die Abgas-Grenzwerte zu umgehen. Allerdings dauert es noch bis im September 2019, bis alle in der Schweiz verkauften Dieselaautos die neue Abgasnorm erfüllen müssen.

Mehr Informationen zu Dieselaautos und deren Stickoxid-Ausstoss:

- auf der VCS-Webseite <https://www.verkehrsclub.ch/politik/aktuelle-kampagnen/abgas-betrug/>
- auf der Webseite der Auto-Umweltliste www.auto-umweltliste.ch/

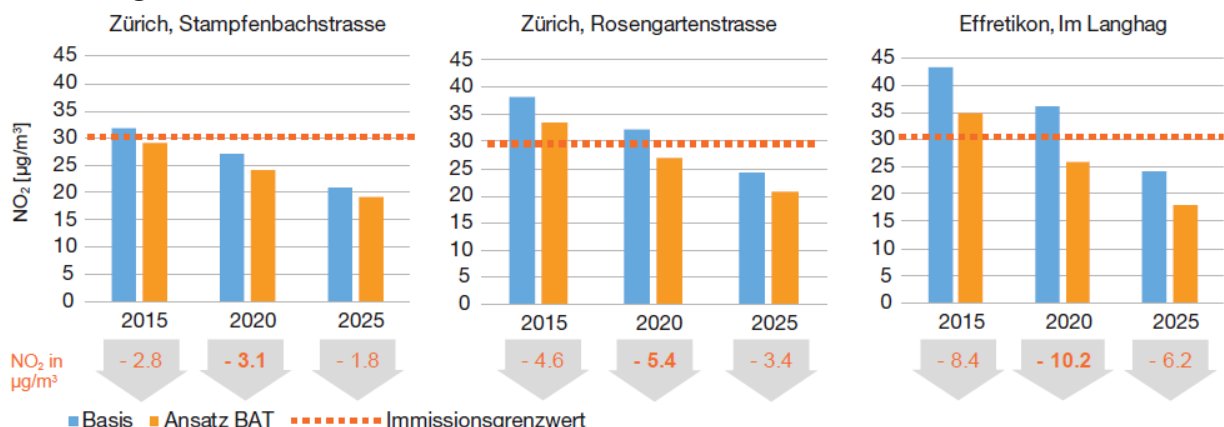
7.1.3 Was wäre wenn nicht betrogen worden wäre?

Eine Studie der Baudirektion Zürich hat den möglichen Ausstoss von NO₂ mit unterschiedlichen Ansätzen untersucht:

- Ansatz **BAT**: Wie würde sich die Emission entwickeln, wenn Fahrzeuge mit den Abgasnormen Euro 5 und 6 die «beste verfügbare Technik» erhielten – wenn sie also nur noch Stickoxide gemäss Euro 6d für Personenwagen und Euro 6 für Lieferwagen ausstossen würden?
- Ansatz **Basis**: heutige Ausrüstung der Fahrzeuge

Im Vergleich zu «Basis» sind bei «BAT» für die Jahre 2020 und 2025 bereits 50 % weniger Emissionen prognostiziert. Rückblickend auf das Jahr 2015 wären bereits 33 % weniger Emissionen möglich gewesen. An einigen Standorten an denen die NO₂-Belastung heute oberhalb des Jahresgrenzwerts liegt, würde die Belastung unterhalb des Grenzwerts liegen.

Entwicklung der NO₂-Immissionssituation an drei Standorten im Kanton Zürich



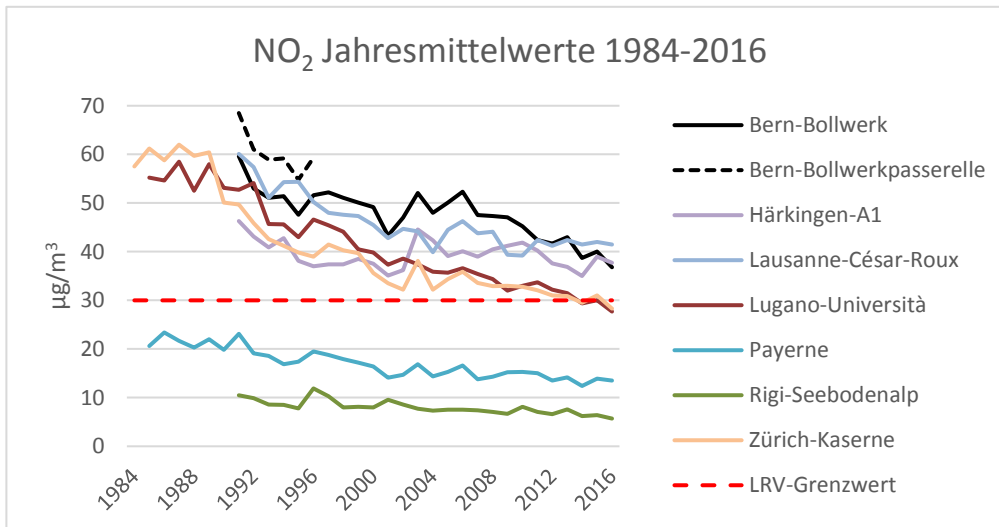
Je nach Standort wäre im Szenario «BAT» im Vergleich zu «Basis» mit 3–10 µg/m³ weniger NO₂-Immissionen zu rechnen.

8 Stickoxid-Belastung in der Schweiz

- Verbesserung in letzten 30 Jahren – Grenzwerte dennoch regelmässig überschritten
- städtische Regionen und Autobahn –nahe ländliche Regionen besonders betroffen

Seit Messbeginn

- Rückgang NO_x 51–60 %
- Rückgang NO_2 40–54%



Bei den meisten Messstationen kann seit Mitte der 1980er Jahre ein klarer Rückgang der NO_2 -Immissionen beobachtet werden. Seit etwas mehr als 10 Jahren stagniert jedoch der Rückgang der NO_2 -Belastung. Grund dafür ist der Boom bei der Neuzulassung von Diesel-Personenwagen und die Tatsache, dass diese Fahrzeuge deutlich mehr Stickoxide ausstossen als gemäss Emissionsgrenzwerten erlaubt wäre.

8.1 Stand Stationen heute

Neben dem NABEL messen weitere Messstationen die Lufthygiene in der Schweiz z.B. das **Monitoring flankierende Massnahmen Umwelt. Die Schweizerische Gesellschaft der Lufthygiene-Fachleute «Cercl'Air»** fasst nationale, regionale und kommunale Messdaten zusammen.

Insgesamt 89 Stationen für Stickoxide

- Standorte ändern sich immer wieder

8.2 Übertretungen Grenzwert Jahresmittel

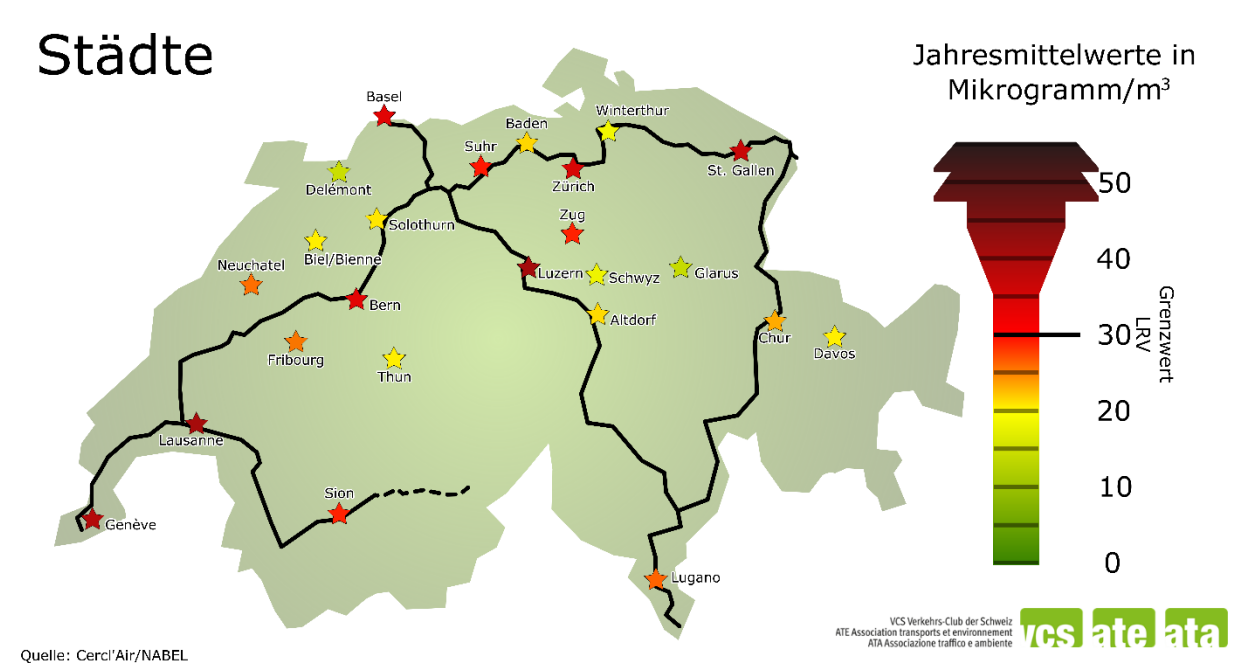
- **fast 25 % der Stationen übertraten** 2016 den Grenzwert für das Jahresmittel
- **höchste Übertretungen entlang der A2:** 8 von 23 Messstationen mit Übertretung (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$): Camignolo (52), Muttentz-Hard-A2 (48,6), Basel-Feldbergstrasse (44,4)
weitere Übertretungen auf der A2: Moleno-A2, Mendrisio-A2, Bioggio, Chiasso, Reiden-A2

8.3 NO₂-Belastung entlang der Autobahnen



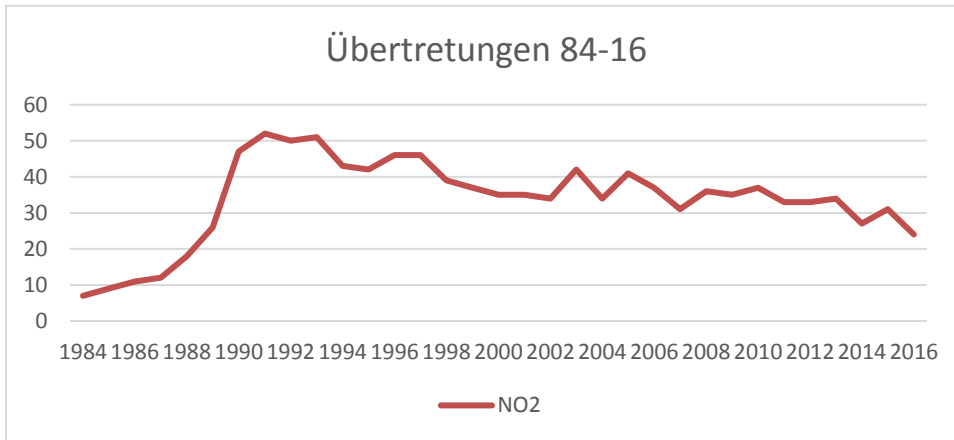
Entlang der Autobahnen werden die Grenzwerte oft auch in ländlichen Gegenden übertreten. In Städten kommt die Belastung aus dem Stadtverkehr zusätzlich hinzu, was die Belastung noch etwas erhöht.

8.4 NO₂-Belastung in den Städten



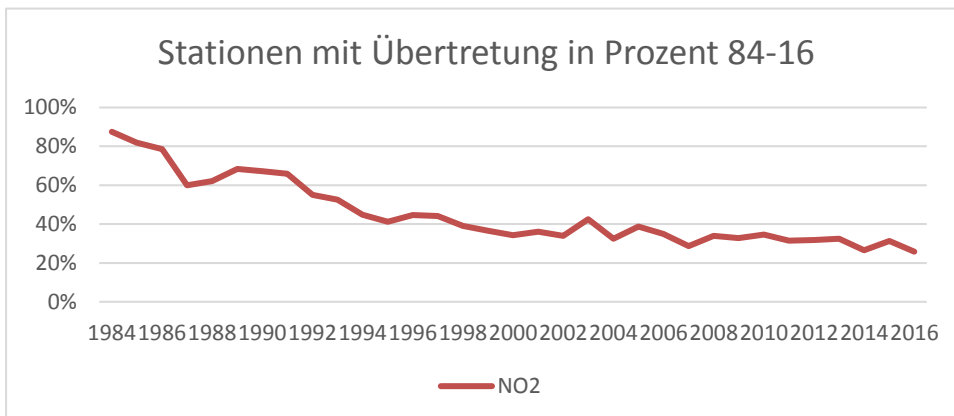
In den Innenstädten wird der Grenzwert für das Jahresmittel der NO₂-Belastung oft überschritten. Einige grössere Städte messen die NO₂-Werte an mehreren Standorten – entsprechend fällt die mittlere Überschreitung tiefer aus als sie an einzelnen Standorte der Innenstadt sein kann.

8.5 Grenzwert-Übertretungen Stickoxid (NO_x) und Stickstoffdioxid (NO₂) 1984–2016



Die Zahl der Übertretungen verläuft unterschiedlich. Bei den NO₂-Messungen ist seit Beginn der 1990er Jahre ein klarer Rückgang zu beobachten.

8.6 Prozentualer Anteil der Stationen die den Grenzwert für das Jahresmittel übertreten



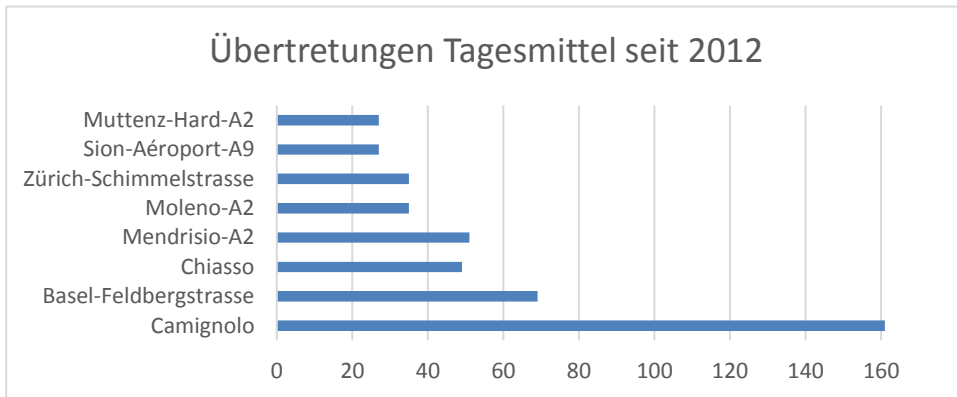
Ein Blick auf die Grafik zeigt: Der prozentuale Anteil von Stationen, die den Grenzwert für das NO₂-Jahresmittel übertreten, ging seit Mitte der 1980er-Jahre zurück – seit Ende der 1990er-Jahre bewegt sich der Anteil zwischen 20 und 40%.

8.7 Überschreitungen 24h-Mittelwert

Seit 2012 werden von nationalen und kantonalen Messstationen regelmässige Übertretungen des Grenzwerts registriert:

- **sinkende Tendenz**
- in **städtischen** Regionen **280 Übertretungen**
- in **verkehrsbelasteten** ländlichen Regionen **241 Übertretungen**
- Camignolo (TI – Nähe A2): 161 Übertretungen

Grafik Übertretungen



Städtische und ländliche Regionen an einer Autobahn weisen die meisten Übertretungen des Grenzwertes für das Tagesmittel ($80\mu\text{g}/\text{m}^3$) auf. Auch hier zeigt sich eine erhöhte Belastung an Stationen entlang der A2.