



Kanton Zürich
Baudirektion

ZUP

Zürcher Umweltpraxis

Schwerpunkt

Gute Luft hilft Mensch und
Umwelt



INHALTSVERZEICHNIS

Luft	Erfolgreiche Luftreinhaltepolitik zahlt sich aus	3
Luft	Weniger Stickoxide mit neuen Dieselfahrzeugen	5
Luft	Gesundheitskosten durch Luftschadstoffe	7
Luft	Der Himmel ist nicht von alleine blau	9
Luft/Verkehr	Diesel-Abgasskandal beeinträchtigt die Luftqualität	13
Verkehr	Diesel-, Gas-, Elektro- oder Hybridautos für die Kantonspolizei?	15
Luft/Klima	Klimaneutrale Energie aus Vergärungsanlagen?	19
Luft/Verkehr	Viel zu viel Abgas aus neuen Diesel-PWs	21
Luft	Autoabgase sind real höher als auf dem Prüfstand	25

Zürcher Umweltpraxis und Raumentwicklung (ZUP)

Informations-Bulletin der Umweltschutz-Fachverwaltung des Kantons Zürich

Inhalt

Die inhaltliche Verantwortung liegt bei den am Anfang jedes Beitrags genannten Personen bzw. bei der Verwaltungsstelle.

Redaktion, Koordination und Produktion

Koordination Bau und Umwelt (KOBU)
Kanton Zürich, Baudirektion
8090 Zürich
Telefon 043 259 24 17, kofu@bd.zh.ch
Redaktorin:
Isabel Flynn, isabel.flynn@bd.zh.ch

Redaktionsteam

Daniel Aebli (Tiefbauamt / Lärm)
Daniela Brunner (AWEL / Betriebe)
Isabel Flynn (Redaktorin, KOBU)
Franziska Heinrich (ALN)
Thomas Hofer (Statistisches Amt)
Sarina Laustela (Stadt Uster)
Regula Müller Brunner (ARE)
Alex Nietlisbach (AWEL / Energie)
Isabelle Rüegg (BD / Kommunikation)
Nicole Schwendener-Perret (KOBU)
Fabio Wintsch (Gossweiler Ingenieure AG)

Erscheinungsweise

Dreimal jährlich. Gedruckt bei der Zürcher Druckerei ROPRESS auf 100 % Recyclingpapier Refutura mit dem blauen Engel, klimaneutral und mit erneuerbarer Energie. Jeder Artikel kann dank spezieller Leimung einfach aus dem Heft gelöst und abgelegt oder weitergegeben werden.

Abonnements

Die ZUP ist kostenfrei erhältlich (gedruckt oder / und elektronisch) unter:
www.zh.ch/umweltpraxis, kofu@bd.zh.ch.

Nachdruck

Die in der ZUP erscheinenden Beiträge sind unter Quellenangabe zur weiteren Veröffentlichung frei. Auf Anfrage (Tel. 043 259 24 18) stehen auch die verwendeten Grafiken zur Verfügung.

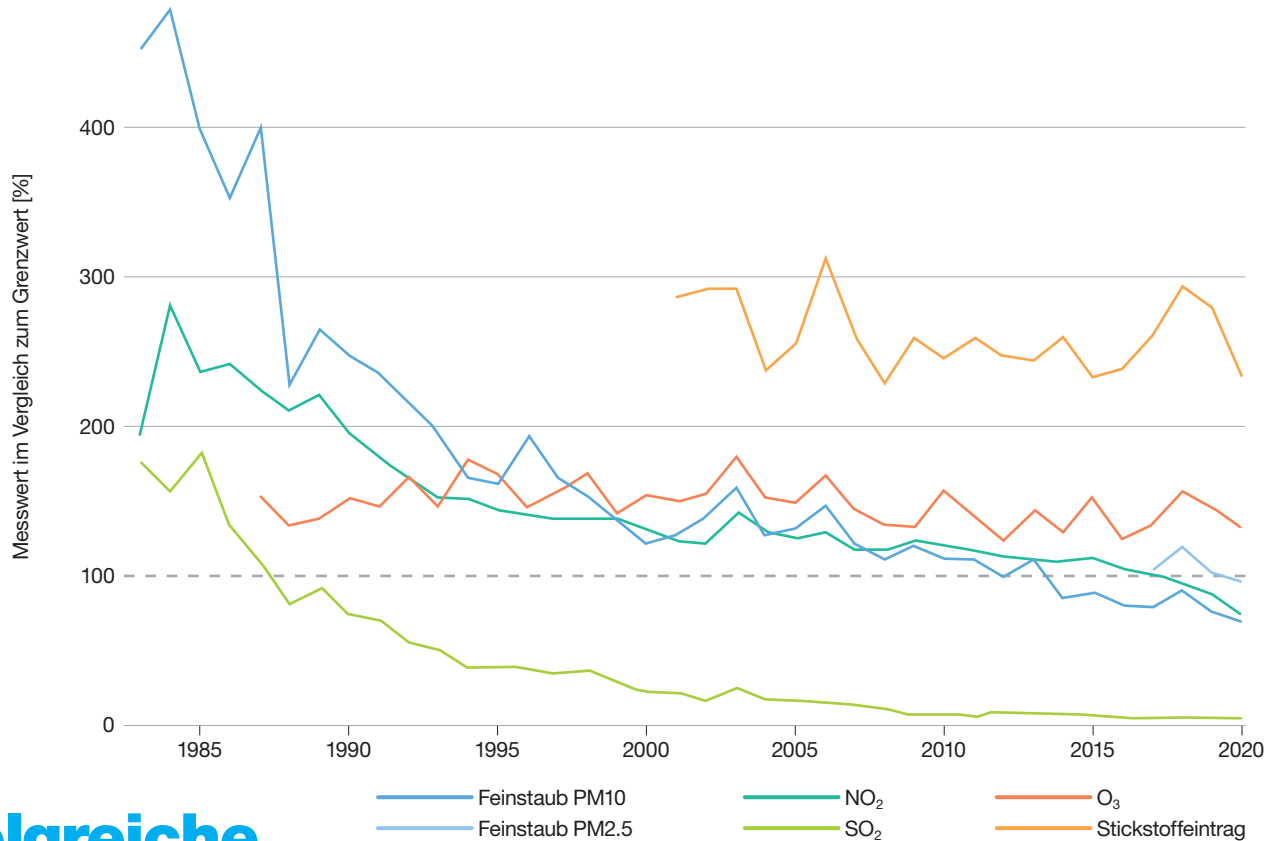
Titelbild

Hardbrücke StadtZürich
Quelle: seflick, Flickr, CC BY-NC-SA 2.0

Sämtliche erschienenen ZUP-Beiträge finden Sie über die Artikelsuche auf www.zh.ch/umweltpraxis Hier können Sie auch direkt auf Themenhefte zugreifen.

Stand 7/2021

Immissionen PM10, PM2.5, NO₂, O₃ und Stickstoffverbindungen relativ zum Jahresgrenzwert



Die Immissionsverläufe von Feinstaub (PM10, PM2.5), NO₂ und Ozon (O₃) an der städtischen, aber gering verkehrsbelasteten Messstation Zürich – Stampfenbachstrasse zeigen ausser für Ozon einen abnehmenden Verlauf. Der Stickstoffeintrag aus der Luft in das Ökosystem Mischwald wurde am Standort Bachtel gemessen und zeigt keine sinkende Tendenz.
Quelle: OSTLUFT

Erfolgreiche Luftreinhaltepolitik zahlt sich aus

Die Luftqualität im Kanton Zürich verbessert sich seit Jahrzehnten, aber nach wie vor gibt es Grenzwertüberschreitungen. Durch die konsequente Umsetzung der geltenden Vorschriften kann die Luftbelastung weiter verringert werden. Das bringt auch eine Entlastung der Gesundheitskosten.

Autoren:
Urs Eggenberger,
Sektionsleiter Emissionskontrolle
urs.eggenberger@bd.zh.ch

Jörg Sintermann,
Sektionsleiter Monitoring
joerg.sintermann@bd.zh.ch

Valentin Delb, Abteilungsleiter
Luft, Klima und Strahlung
valentin.delb@bd.zh.ch

Abteilung Luft, Klima und Strahlung
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft
Baudirektion Kanton Zürich
Telefon 043 259 30 53
www.zh.ch/luft

In den frühen 80er-Jahren glaubte man, dass es Sommersmog nur in Los Angeles und Wintersmog nur im Ruhrgebiet gibt. Aber auch in der Schweiz war die Luftverschmutzung enorm.

Erfolgsfaktoren für eine nachhaltige Luftreinhaltung

Mit der Inkraftsetzung der Luftreinhalteverordnung (LRV) 1986 wagte der Bund einen grossen Schritt. Von Anfang an stand die konsequente Anwendung des Stands der Technik im Vordergrund. Das heisst, was technisch machbar und finanziell zumutbar ist, soll umgesetzt werden. Mit grossem Effort haben die Kantone die neuen Vorschriften vollzogen, mit nachhaltigem und nachweisbarem Erfolg für die Gesundheit der Bevölkerung. Die Verschärfung der Vorschriften der LRV 1992 für Industrie und Gewerbe war der Auftakt zu einer Folge von Betriebsanpassungen, die mit regelmässigen Anpassungen der LRV bis heute anhalten und die Kantone immer wieder zu vortugstechnischen Kraftakten antreiben. Besonders beim Staubbiederschlag und Schwefeldioxid konnten rasch grosse Erfolge erzielt werden (Grafik oben).

Massnahmenplan und SMOG-Verordnung

Wichtig für den Erfolg der Luftreinhaltepolitik war auch die Intensivierung der Schadstoffmessungen in den 90er-Jahren durch die Kantone. Sie waren die Grundlage für die kantonalen Massnahmenpläne und ermöglichten eine wirkungsvolle Kommunikation. Der Kanton Zürich ergriff 1990 die Initiative mit der Inkraftsetzung und Umsetzung des ersten Massnahmenplans.

«Das Ziel – saubere und gesunde Luft – ist jedoch noch nicht erreicht. Vor allem Menschen mit gesundheitlichen Problemen sowie der Wald und andere Ökosysteme sind auch heute nicht ausreichend geschützt.»
BAFU, Die Umwelt 2021/1, S. 2

Auf die extremen Smogepisoden im Sommer 2003 mit Ozon-Höchstwerten und im Winter 2006 mit PM10-Höchstwerten reagierte der Kanton Zürich unmittelbar mit einer SMOG-Verordnung, welche sich am Informations- und Interventionskonzept aller Kantone orientierte. Der Bund setzte sich im Jahr 2008 mit



Der neue Jahresbericht von OSTLUFT zeigt, wie es in den Ostschweizer Kantonen (inkl. Zürich) um die Luftqualität bestellt ist.
Quelle: OSTLUFT, Theodor Stalder, www.ostluft.ch

dem Aktionsplan Feinstaub das Ziel, die Belastung langfristig zu senken. Obwohl der lufthygienische Handlungsbedarf weiterhin gross war, nahm der Stellenwert der Luftreinhaltung in der Bevölkerung und Politik ab.

Dieselskandal bewirkt Revival der Luftreinhaltung

Erst der Dieselskandal, bei dem die langjährigen Stickoxid-Messungen des Kantons Zürich am Strassenrand einen wertvollen Beweis darstellten, brachte die Luftqualität wieder in das Bewusstsein von Bevölkerung und Politik. Heute setzt sich der Trend zur Verbesserung der Luftqualität im Kanton Zürich weiter fort, besonders beim Feinstaub und bei den Stickoxiden – mit Ausnahme entlang stark befahrener Strassen. Weiterhin deutliche Überschreitungen der Grenz- und Richtwerte wurden bei Ozon, Ammoniak sowie beim krebserregenden Russ aus Holzfeuerungen und dem Verkehr festgestellt.

Geringere Luftbelastung zahlt sich aus

Obwohl die Luftqualität besser wird, ist die Luft noch nicht gesund genug. Denn auch eine vergleichsweise tiefe Luftschadstoffbelastung wirkt sich noch auf die Gesundheit der Bevölkerung aus. Dabei spielt nicht nur die Konzentration einzelner Schadstoffe, sondern auch deren Zusammenwirken eine Rolle.

Belastete Luft macht krank. Sogar vorzeitige Todesfälle sind die Folge. Für die Betroffenen bringt dies viel Leid. Und die volkswirtschaftlichen Folgekosten sind hoch. Eine Studie beziffert die Kosten der Luftbelastung durch den Feinstaub PM10 für das Jahr 2015 im Kanton Zürich auf rund eine Milliarde Franken (→ Artikel «Gesundheitskosten durch Luftschadstoffe», ZUP90»).

Ausblick – verschiedene Schadstoffe unter Beobachtung

Verbesserte Messmethoden im Bereich des Feinstaubes haben gezeigt, dass technologiebedingt die Feinstaubemissionen zu erheblich feineren Fraktionen wie Nanopartikeln und ultrafeinem Staub verschoben wurden. Diese gelangen noch besser bis in die kleinsten Lungengefässe und treten schliesslich auch leichter in die Blutbahnen über. Damit gewinnt die Anzahl – insbesondere ultrafeiner Partikel – sowie die chemische Zusammensetzung der Partikel an Bedeutung. Der Blick richtet sich heute auch auf die Verminderung stickstoffhaltiger Luftschadstoffe, allen voran Ammoniak. Sie führen zu Versauerung und Überdüngung von Böden und Gewässern und gefährden empfindliche Ökosysteme, somit beeinträchtigen sie nachhaltig die Biodiversität. Dieser hauptsächlich von der intensiven Tierhaltung verursachte Eintrag hat sich in den letzten 20 Jahren kaum verändert.

«Die Luftreinhaltung ist im Sinne des Vorsorgeprinzips auch deshalb eine Daueraufgabe, weil immer wieder neue Anlagen beziehungsweise Schadstoffquellen hinzukommen.»
BAFU, Die Umwelt 2021/1, S. 2

Aber auch Schadstoffe wie Kohlendioxid, Methan, Lachgas und halogenierte Kältemittel sind unter Beobachtung, auch wenn sie heute noch hauptsächlich als Klimagase und noch nicht als Luftschadstoffe bekannt sind. Im Sinn des Vorsorgeprinzips sind auch solche Emissionen zu begrenzen.

Bester Stand der Technik massgeblich für Erfolg

Die konsequente Umsetzung vielfältiger Massnahmen hat zur besseren Zürcher Luftqualität beigetragen. Auch zukünftig sind vorsorgliche Emissionsminderungen durch die Umsetzung des bestmöglichen Stands der Technik bei allen Verursachern der Erfolgsfaktor für eine wirksame Luftreinhaltung. Die Fachstelle legt dabei den Fokus auf Ammoniak, Ultrafeine Partikel und Klimagase.

Weniger Stickoxide mit neuen Dieselfahrzeugen

Zum ersten Mal seit 20 Jahren halten neue Dieselfahrzeuge im realen Fahrbetrieb den Grenzwert der Typenzulassung für die Stickoxidemissionen ein. Dies zeigen Abgasmessungen des AWEL auf der Strasse.

Jörg Sintermann, Sektionsleiter
Sektion Monitoring
Abteilung Luft, Klima und Strahlung
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft
Baudirektion Kanton Zürich
Telefon 043 259 43 73
joerg.sintermann@bd.zh.ch
www.zh.ch/rsd

- Artikel «Autoabgase sind real viel höher als auf dem Prüfstand», ZUP77, 2014
- Artikel «Abgasmessungen bei vorbeifahrenden Fahrzeugen», ZUP64, 2011



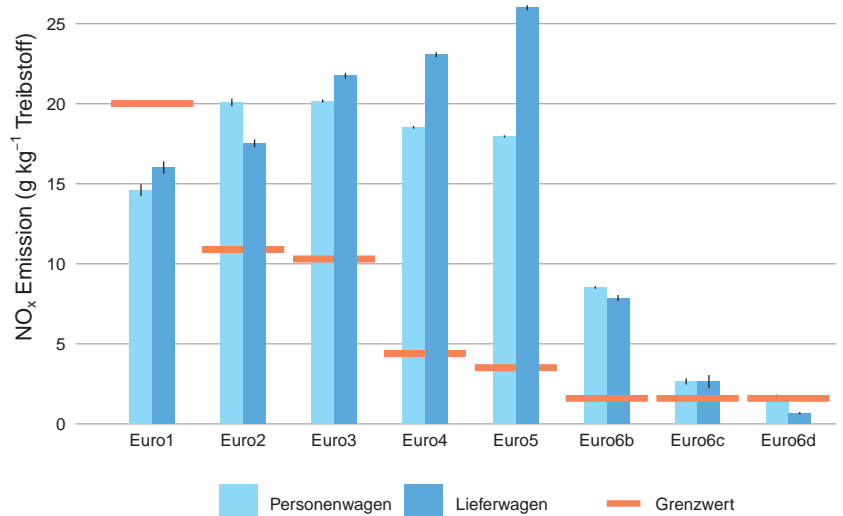
RSD-Messungen an vorbeifahrenden Autos zeigen, dass konsequente Vorgaben mit realistischen Kontrollen die NO_x-Emissionen vermindern.
Quelle: Roland zh, WikimediaCommons, CC BY-SA 3.0

Der Kanton Zürich misst seit rund 20 Jahren mit einem «Remote Sensing» Messgerät berührungsfrei am Strassenrand die Abgase vorbeifahrender Fahrzeuge (Zusatztext unten). Auf diese Weise wird der Stickoxid-Ausstoss der gesamten Fahrzeugflotte und von einzelnen Fahrzeugkategorien im realen Fahrbetrieb ermittelt sowie langjährig verfolgt.

20 Jahre viel zu viel Stickoxide ausgestossen

Die Messreihe zeigt, dass seit der Einführung der Abgasnorm Euro2 im Jahr 1996 dieselbetriebene Personen- und Lieferwagen trotz laufender Verschärfung der Emissionsgrenzwerte in der Realität deutlich mehr Stickoxide ausgestossen haben, als bei der Typenzulassung vorgegeben. Der Höchststand der realen Stickoxidemissionen der gemessenen Fahrzeugflotte wurde erst in den Jahren 2014 und 2015 erreicht. Das liegt daran, dass die Emissionen der Dieselfahrzeuge nicht

Reale Diesel-NO_x-Emissionen im Vergleich zum Grenzwert der Typenzulassung



Im Verlauf der verschiedenen Abgasnormen (Euro1 bis Euro6d) wurde der Grenzwert der Typenzulassung kontinuierlich gesenkt. Auf die mittleren realen NO_x-Emissionen von Dieselfahrzeugen hat sich dies viele Jahre nicht ausgewirkt.
Quelle: AWEL

gesunken sind und der Anteil an Dieselfahrzeugen an der Fahrzeugflotte über die Jahre gestiegen ist. Auf der Strasse sind die Stickoxidemissionen von Dieselfahrzeugen dabei je nach Abgasnorm und Fahrzeugkategorie im Mittel zwei- bis siebenmal höher als beim Abgastest auf dem Rollenprüfstand.

Verzögerte Verbesserung der Immissionen

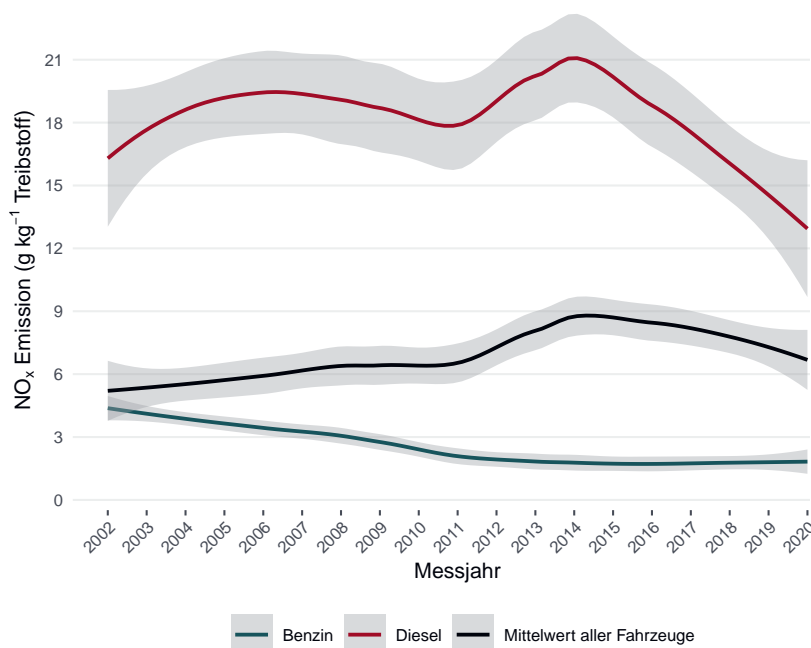
Ursache für die hohen Emissionen im realen Fahrbetrieb sind unrealistische Kontrollverfahren bei der Typenzulassung und der sogenannte Diesel-Abgaskandal: Ohne Manipulationen und legale Tricks der Hersteller bei der Abgasreinigung in Dieselfahrzeugen würde der Strassenverkehr im Durchschnitt bereits heute rund 50 Prozent weniger Stickoxide ausstossen. Deshalb verzögert sich die Einhaltung der luftqualitätsbezogenen Immissionsgrenzwerte für Stickstoffdioxid an viel befahrenen Strassen um mindestens fünf Jahre.

Neueste Dieselfahrzeuge erfüllen Grenzwerte erstmals real

Erst mit der Einführung der Abgasnorm Euro6b ab 2015 waren erste Fortschritte erkennbar, wobei rund die Hälfte der Fahrzeuge den Grenzwert in der Realität einhielt und die andere Hälfte der Fahrzeuge nur wenig besser als Euro5 Fahrzeuge waren. Die Messungen im Jahr 2020 zeigen nun deutliche Verbesserungen bei den aktuell auf dem Markt erhältlichen Dieselfahrzeugen der neuesten Abgasnorm Euro6d. Sie halten im Durchschnitt die Emissionsvorgaben auch im realen Fahrbetrieb ein.

Die mittleren Stickoxidemissionen der Fahrzeugflotte sinken deshalb mittlerweile. Wegen des bisher vergleichsweise kleinen Anteils von Euro6d Dieselfahrzeugen sind die Emissionen aller Fahrzeuge aber insgesamt erst etwas niedriger als zu ihrem Höchststand 2014/15.

Emissionsentwicklung der Fahrzeugflotte



Die Darstellung der mittleren Stickoxid-(NO_x)-Emission aller gemessenen Personen- und Lieferwagen pro Treibstoffkategorie und Messjahr zeigt den Höchststand 2014 und 2015 sowie erste Verbesserungen bei der Flotten-Emission (graue Fläche = Unsicherheitsbereich).
Quelle: AWEL

Konsequente Vorgaben und realistische Kontrollen

Die Verbesserungen sind auf das neu eingeführte, realistischere Kontrollverfahren zurückzuführen: Im Herbst 2017 wurde der veraltete Fahrzyklus durch einen neuen Zyklus ersetzt, der das reale Fahrverhalten auf dem Prüfstand besser abbildet. Ergänzend wurden obligatorische Tests auf der Strasse im realen Fahrbetrieb eingeführt. Die Abgasreinigungstechnik für ausreichend emissionsarme Dieselfahrzeuge existiert. Sie ist nun mit Euro6d auf der Strasse angekommen.

In der Europäischen Union ist eine zukünftige Abgasnorm Euro7 in Vorbereitung, voraussichtlich mit einer weiteren Grenzwertverschärfung und der Berücksichtigung von Kaltstartemissionen. Die Vergangenheit hat gezeigt: Nur konsequente Vorgaben mit realistischen Kontrollen führen zu wirklichen Verbesserungen.

«Remote Sensing» Messsystem

Das «Remote Sensing» Messsystem (RSD) erfasst berührungsfrei die Schadstoffkonzentrationen im Abgas vorbeifahrender Fahrzeuge. Bei einer Messung durchqueren die Fahrzeuge eine Lichtschranke. Durch Absorption des Lichts in verschiedenen Wellenlängen wird die Schadstoffkonzentration der Abgasfahne ermittelt und auf den aktuellen Schadstoffausstoss bezogen. Das Messsystem bestimmt daher unter den aktuellen Fahrbedingungen in einer Momentaufnahme die realen Emissionen. Um aussagekräftige Resultate zu erhalten, werden viele Messwerte statistisch zu Gruppen zusammengefasst. So kann man die Emissionen über eine Bandbreite an Fahrbedingungen beschreiben.

Gesundheitskosten durch Luftschadstoffe

Die abnehmende Feinstaubbelastung im Kanton Zürich führt zu geringeren Gesundheitskosten. Doch erstmals konnten auch die Kosten durch Stickstoffdioxid (NO₂) ermittelt werden – und diese stagnieren auf hohem Niveau.

Niels Holthausen, Projektleiter
Abteilung Luft
AWEL, Amt für
Abfall, Wasser, Energie und Luft
Baudirektion Kanton Zürich
Telefon 043 259 43 20
niels.holthausen@bd.zh.ch

Valentin Delb, Abteilungsleiter
Abteilung Luft
AWEL, Amt für
Abfall, Wasser, Energie und Luft
Baudirektion Kanton Zürich
Telefon 043 259 29 85
valentin.delb@bd.zh.ch

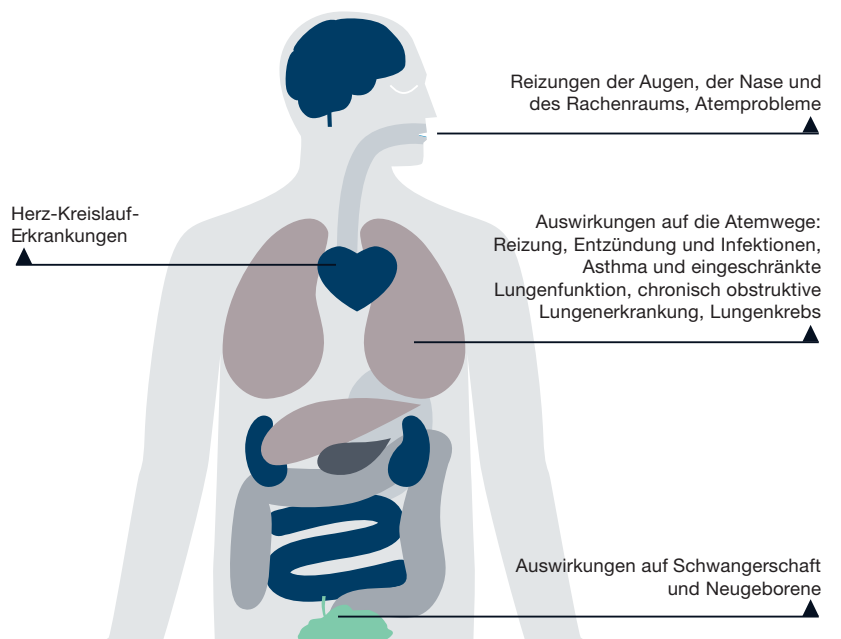
Der vollständige Bericht ist verfügbar unter:
www.luft.zh.ch



Luftschadstoffe beeinträchtigen die Gesundheit und verursachen hohe volkswirtschaftliche Kosten.
Quelle: AWEL

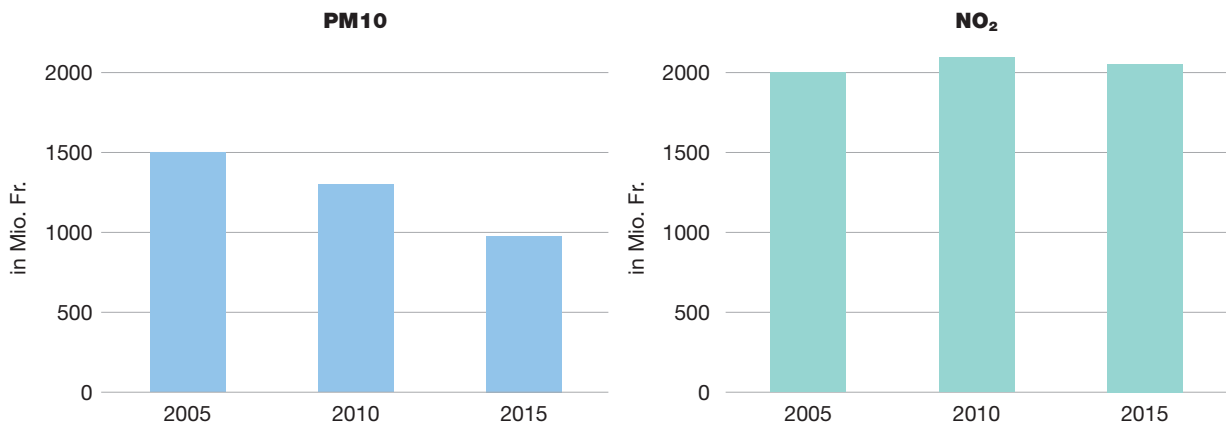
Luftschadstoffe führen zu Beeinträchtigungen der Gesundheit wie Atemwegs- oder Herz-Kreislauf-Erkrankungen (Grafik unten). Die Gesamtheit dieser Beeinträchtigungen kann in den verursachten volkswirtschaftlichen Gesundheitskosten ausgedrückt werden. Das AWEL lässt diese für den Kanton Zürich regelmässig analysieren. Der aktuelle Bericht von econcept AG zeigt die Entwicklung von 2005 bis 2015 für den Kanton Zürich und die Städte Winterthur und Zürich auf. Dabei werden erstmals neben den Kosten durch die Feinstaubbelastung (PM10) auch die durch Stickstoffdioxid (NO₂) analysiert. Dies ist durch neue epidemiologische Forschungsergebnisse möglich.

Feinstaubbelastung nimmt ab
Die Feinstaub-Immissionen sind im Kanton Zürich zwischen 2005 und 2015 zurückgegangen. Die durchschnittliche Belastung der Bevölkerung mit PM10 sank von einem Jahresmittel von 21 µg/m³ im Jahr 2005 auf 15 µg/m³ (2015). Die damit verbundenen Gesundheitskosten gingen von rund 1.5 Mrd. Franken pro Jahr (2005) auf 0.95 Mrd. Franken (2015) zurück (Grafik nächste Seite). Davon entfielen auf die Städte Zürich und Winterthur 0.58 Mrd. Franken im Jahr 2005 und 0.4 Mrd. Franken im Jahr 2015.



Auswirkungen der Luftverschmutzung auf die Gesundheit.
Quelle: BAFU 2014

Jährliche Gesundheitskosten durch Feinstaub (PM10) und Stickstoffdioxid (NO₂)



Die volkswirtschaftlichen Gesundheitskosten durch PM10 haben in den letzten zehn Jahren abgenommen. Diejenigen durch NO₂ stagnieren auf hohem Niveau.
Quelle: AWEL

Der Rückgang ist auf die erfolgreiche Umsetzung von Massnahmen zurückzuführen, zum Beispiel die Einführung von Partikelfiltern bei dieselbetriebenen Fahrzeugen und Baumaschinen. Erfreulich sind diese abnehmenden Kosten vor allem, da sie trotz gestiegener Kostensätze zur Bewertung eines Krankheits- oder Todesfalls und einer um rund 15 Prozent erhöhten Einwohnerzahl und damit mehr exponierten Personen zustande kommen.

Belastung durch Stickstoffdioxid bleibt hoch

Diesem erfreulichen Trend beim Feinstaub stehen nur leicht abnehmende Stickstoffdioxid-Immissionen (NO₂) entgegen: 24 µg/m³ Jahresmittelwert im Jahr 2005, 23 µg/m³ im Jahr 2010 und 22 µg/m³ im Jahr 2015.

Aus der epidemiologischen Forschung stehen mittlerweile Bewertungsgrundlagen zur Verfügung, die eine Abschätzung der Kosten gesundheitlicher Beeinträchtigungen durch NO₂ erlauben. Diese Abschätzungen zeigen, dass die Kosten durch Stickstoffdioxid im Jahr 2015 im Kanton Zürich rund doppelt so gross sind wie die durch PM10 verursachten (Grafik oben). Dabei wird die leicht zurückgehende Belastung teilweise durch die wachsende betroffene Bevölkerung und die steigenden Kostensätze überkompensiert.

Aufgrund sich bis zu einem gewissen Grad überlappender Wirkungen der Schadstoffe werden die Gesundheitskosten für PM10 und NO₂ nicht zusammengezählt. Die Ergebnisse zeigen aber, dass der Trend für die Gesamtheit der Gesundheitskosten wesentlich weniger stark abnehmend ist als für den bisher allein betrachteten Feinstaub.

Verkehr weiterhin grösste Luftschadstoffquelle

Unter den Verursachern bleibt der Verkehr die grösste Luftschadstoffquelle. Dieser war 2015 für knapp die Hälfte der luftschadstoffbedingten Gesundheitskosten verantwortlich (48%). Es folgen Land- und Forstwirtschaft (19%), Industrie (18%) sowie schliesslich Haushalte, Gewerbe und Dienstleistungen (15%).

Schlussfolgerungen für die Luftreinhaltung

Was bedeuten die Ergebnisse für die Tätigkeiten und den Vollzug im Bereich Luftreinhaltung? Die ermittelten Gesundheitskosten belegen, dass die Luftschadstoffe weiterhin eine relevante Beeinträchtigung der Gesundheit verursachen. Die getroffenen Massnahmen zeigen in der verminderten Feinstaubbelastung und den damit verbundenen geringeren Gesundheitskosten erfolgreich ihre Wirkung. Nun muss aber auch bei den Stickoxiden eine Abnahme der Immissionen erreicht werden, um die Gesundheit der Bevölkerung zu schützen. Zum Beispiel kann dies über eine wirksame Abgasnachbehandlung bei Dieselfahrzeugen erreicht werden.

Berechnung volkswirtschaftlicher Gesundheitskosten

Mit flächendeckenden Daten zur Luftverschmutzung und zur Wohnbevölkerung wird bestimmt, wie viele Personen im Kanton Zürich welcher mittleren Jahresbelastung eines Luftschadstoffs ausgesetzt sind. Mit sogenannten Dosis-Wirkungs-Relationen aus der medizinischen Forschung kann ermittelt werden, um wie viel häufiger zum Beispiel Spitaleintritte wegen Atemwegserkrankungen auftreten als bei unverschmutzter Luft. So wird für jede Gesundheitsfolge die Anzahl von Krankheits- und Todesfällen bestimmt, die durch die Luftverschmutzung verursacht ist. Für jede Gesundheitsfolge liegen aus der Forschung auch Kostensätze zur Bewertung eines Krankheits- oder Todesfalls in Schweizer Franken vor. Durch Multiplikation mit den ermittelten zusätzlichen Krankheits- oder Todesfällen werden die Gesundheitskosten durch die Luftverschmutzung berechnet.

INTERVIEW

Der Himmel ist nicht von alleine blau

Die ZUP nimmt die Stabsübergabe in der Geschäftsleitung des OSTLUFT-Messnetzes zum Anlass, im Interview die Entwicklung der Luftqualität zu analysieren und Verursacher wie Massnahmen zu hinterfragen.

Peter Maly, Geschäftsleiter Ostluft bis Ende 2017
Interkantonaales Labor
Umweltschutz Schaffhausen
Telefon 079 322 85 57
peter.maly@ktsh.ch
www.interkantlab.ch

Dominik Noger, neuer Geschäftsleiter Ostluft ab 2018
Amt für Umwelt AFU
St. Gallen
Telefon 058 229 21 09
dominik.noger@sg.ch
www.afu.sg.ch

Jörg Sintermann
Neuer stellvertretender Geschäftsleiter
Abteilung Luft
AWEL, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft
Baudirektion Kanton Zürich
Telefon 043 259 43 73
joerg.sintermann@bd.zh.ch
www.luft.zh.ch

www.ostluft.ch

Siehe auch Artikel «Dieselabgasskandal beeinträchtigt die Luftqualität», Seite 9.



Von links: Jörg Sintermann, neuer Stellvertretender Geschäftsleiter, Peter Maly, Geschäftsleiter Ostluft bis Ende 2017, Dominik Noger, neuer Geschäftsleiter Ostluft ab 2018.
Quelle: Flynn

Ostluft ist eine Zusammenarbeit der Ostschweizer Kantone. Was sind ihre Aufgaben?

Sintermann: Ostluft beobachtet mit einem Messnetz die Luftqualität. Wir stellen der Öffentlichkeit und den Entscheidungsträgern so Wissen über die vergangene und zukünftige Entwicklung der Luftqualität zur Verfügung. Dieses dient auch als Grundlage für die Umsetzung und Erfolgskontrolle von Verbesserungsmassnahmen. Die Informationen werden zeitaktuell aufbereitet und im Internet präsentiert.

Maly: Um diese Aufgaben zu verstehen, muss man etwas weiter zurückgehen. Mitte der achtziger Jahre wurde die Luftreinhalteverordnung LRV verabschiedet. Sie enthält den Auftrag an die Kantone, die Luftqualität zu überwachen. Auslöser dafür war das Umweltschutzgesetz und unter anderem auch die Waldsterbensdebatte.

Noger: Der Aufbau der Luftqualitätsüberwachung war damals politisch von grossem Interesse. Und der Druck der Bevölkerung war gross.

Man musste also einiges anpacken?

Maly: Bei den Kantonen gab es noch kaum entsprechende Spezialisten. Also wurden auch private Firmen mit den Immissionsmessungen beauftragt. Die Messungen zeigten auf, dass es grossen Nachholbedarf bei der Luftqualität gab.

Sintermann: Auf Bundesebene war bereits das Messnetz NABEL mit acht Stationen vorhanden, das die Luftqua-

lität schweizweit erfasste. Jetzt baute jeder Kanton zusätzlich sein eigenes Messnetz auf, um genauer hinzuschauen und anhand der Messungen lokale Massnahmen beschliessen zu können.

Wie war denn die Luftqualität in den Achtzigern?

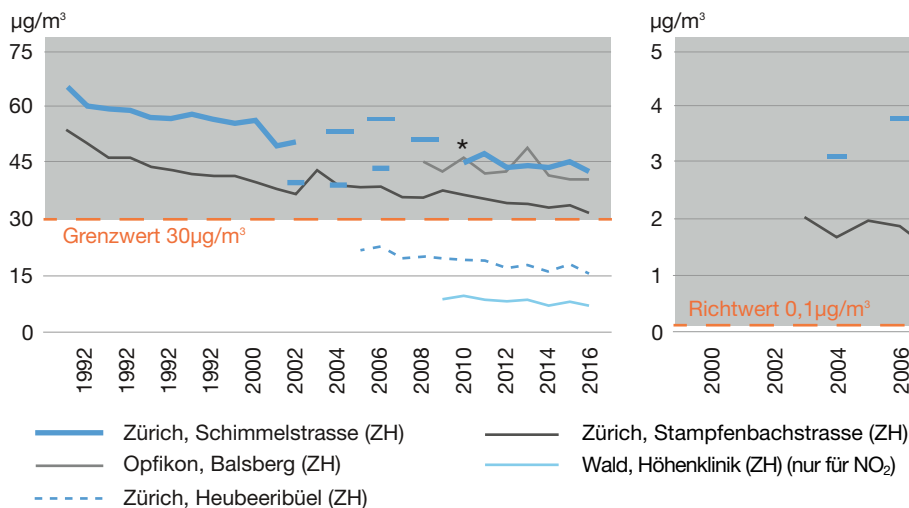
Maly: Alle Immissionsgrenzwerte wurden überschritten. Aufgabe der Kantone war es, Massnahmen zu erarbeiten und umzusetzen, damit künftig die Grenzwerte eingehalten werden. Definiert wurden die Grenzwerte ausgehend von denen der Weltgesundheitsorganisation WHO «Air Quality Guidelines». Sie orientieren sich in der Schweiz daran, dass Menschen, Tiere, Pflanzen, Böden usw. vor schädlichen und lä-

Mitglieder der Ostluft-Vereinbarung

Zu Ostluft gehören die Kantone Appenzell Ausserrhoden, Appenzell Innerrhoden, Glarus, Schaffhausen, St.Gallen, Thurgau und Zürich, das Fürstentum Liechtenstein sowie – in Teilbereichen – der Kanton Graubünden. Ostluft beruht auf einer Vereinbarung der Regierungen zur Zusammenarbeit. Die Kantone haben abhängig von ihrer Grösse eine bestimmte Anzahl Stimmen. Die Städte Zürich und Winterthur sind ohne eigenes Stimmrecht an den Kanton Zürich angegliedert.

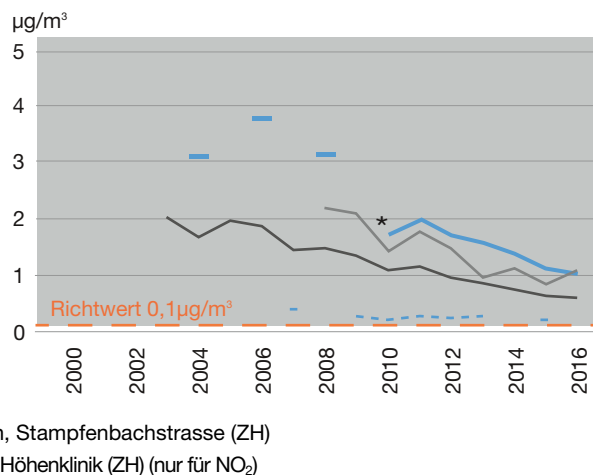
www.ostluft.ch

Entwicklung der NO₂-Jahresmittelwerte in der Region Zürich



*Verkehrsumlagerungen in Folge umfangreicher Bauarbeiten an der Schimmelstrasse

Entwicklung der Jahresmittelwerte für Russ in der Region Zürich



An strassennahen Standorten überschreiten die NO₂-Jahresmittelwerte noch den Grenzwert von 30 µg/m³. Die Russwerte nähern sich zwar dem Richtwert von 0,1 µg/m³, hier gibt es aufgrund der Gesundheitsgefährdung aber noch hohen Handlungsbedarf.
Quelle: OSTLUFT

tigen Auswirkungen durch Luftschadstoffe geschützt sind und nicht nur danach, was technisch machbar ist. Ziel war es, mit Massnahmen die Grenzwerte einzuhalten. Das ist bis heute nicht vollständig gelungen.

Und das machte die Ostluft nötig?

Maly: Die Kantone der Region Ostschweiz (siehe blauer Text Seite 5) schlossen sich zusammen, um die Überwachung der Luftqualität koordiniert und kostengünstiger erfüllen zu können. Die Umsetzung von Massnahmen ist wieder Aufgabe der einzelnen Kantone.

Noger: Auch die Kommunikation der Messdaten an die Bevölkerung und Behörden ist eine wichtige Aufgabe von Ostluft. Diese Kommunikationspflicht ist in der LRV festgeschrieben.

Über die Jahre wurde aus einer reinen Datendarstellung eine moderne Berichterstattung mit Broschüren,

Arbeitshilfsmittel

Nützliche Infos von der Ostluft-Seite herunterladen:

- Aktuelle Messwerte und Tabellen
- Aktuelle und vergangene Belastungskarten für das Ostluft-Gebiet
- Datenzusammenstellungen
- Fachberichte
- Weiterführende Links
- Flexible Datenabfrage
- NO₂-Passivsammler
- Immissionskarten

www.ostluft.ch

Ausstellungen und Apps zu aktuellen Werten. Im Winter sind zum Beispiel die PM10-Werte per App verfügbar (www.ostluft.ch, per airCHECK App).

Welche Schadstoffe werden von Ostluft gemessen?

Sintermann: Generell messen wir die Schadstoffe Stickstoffdioxid (NO₂), Ozon (O₃) und Feinstaub (PM10 und neu PM2.5, Russ). Bei Schwefeldioxid (SO₂) dagegen haben wir die Zahl der Messungen drastisch reduziert, denn SO₂ liegt heute unter dem Grenzwert. Das gilt auch für das Kohlenmonoxid (CO).

Maly: Es gibt für den übermässigen Eintrag von Stickstoffverbindungen in die Natur Grenzwerte – auch Critical Loads genannt. Diese sind vielerorts deutlich zu hoch. Deshalb wird von Ostluft auch stickstoffhaltiger Ammoniak (NH₃) gemessen. Das Vorkommen weiterer Stoffe, welche die Luft belasten, z. B. Flüchtige Organische Verbindungen (VOC) oder Inhaltsstoffe im Feinstaub, werden in Projektarbeiten untersucht. Für klimawirksame Stoffe wie Methan oder CO₂ hat Ostluft keinen Auftrag, sie werden auch nicht gemessen.

Woher stammen PM10 und Russ?

Noger: Insbesondere aus dem Verkehr sowie aus schlecht betriebenen oder veralteten Holzfeuerungen. Die Öl- und Gasfeuerungen wurden weitgehend erfolgreich saniert, bei den Holzfeuerungen besteht Nachholbedarf für die Luftqualität.

Welche Erfolge gab es?

Dank welcher Massnahmen?

Maly: Beim SO₂ war es einfach. Der Schwefel wurde aus den Brennstoffen entfernt. Das ist ein gesamteuropäischer Erfolg. Auch mit dem Katalysator bei Benzinfahrzeugen konnte der Ausstoss von CO und VOC sowie Stickoxiden (NO_x) deutlich gemindert werden. Ebenso führten die technischen Fortschritte bei den Feuerungen zur Senkung des NO_x-Ausstosses.

Noger: Besonders erfolgreich und gut durchführbar waren auch Massnahmen bei industriellen Grossanlagen durch Staubreinigungssysteme, Nachverbrennungen etc. Hier wurde viel saniert. Mitgeholfen hat auch die VOC-Verordnung zur Vermeidung der Emissionen von organischen Verbindungen durch eine Lenkungsabgabe.

Sintermann: Auch bei Russ und Feinstaub gab es Erfolge: So wurde für Baumaschinen eine Partikelfilterpflicht eingeführt, und in der Folge wurden auch Diesel-PW und Lastwagen mit Partikelfiltern ausgerüstet. Mittlerweile müssen auch Benzin-Direkteinspritzer-PW den Partikel-Emissionsgrenzwert einhalten. Nach 2019 werden ausserdem auch neue Offroadgeräte wie Traktoren partikelfilterpflichtig.



Seit den achtziger Jahren wurde die Luftqualität immer besser. Besonders bei Russ und Ammoniak gibt es aber zum Schutz von Mensch und Natur noch dringenden Handlungsbedarf. Quelle: OSTLUFT

Wo können die Gemeinden Einfluss nehmen?

Maly: Zum Sanierungserfolg bei den Öl- und Gasheizungen haben grossteils die Gemeinden beigetragen. Gemeinden realisieren jedoch vielfach die Relevanz der Holzfeuerungen nicht. Es gibt viele falsch betriebene Holzfeuerungen sowie Feuer im Freien.

Noger: Hier besteht grosser Handlungsbedarf, denn eine einzige schlecht betriebene Holzfeuerung kann ein ganzes Quartier einnebeln. Der Vollzug ist aber nicht einfach, es gibt kein Patentrezept und keine einfache technische Lösung. Verhaltensänderungen der Betreiber sind in solchen Fällen schwierig zu beeinflussen.

Wie hat sich die Schadstoff-situation der letzten Jahre entwickelt?

Noger: Die Luftbelastung hat deutlich abgenommen. Feinstaub und NO_2 sind an nichtexponierten Standorten unter oder zumindest im Bereich des Jahresmittel-Grenzwerts. Es muss jedoch festgehalten werden, dass die NO_2 -Entwicklung an stark verkehrsbelasteten Standorten auf zu hohem Niveau nahezu stagniert (siehe Grafik Seite 6). Die Belastung mit krebserregendem Russ wurde ebenfalls klar gesenkt, ist aber noch um Faktoren über dem Richtwert der eidgenössischen Kommission für Lufthygiene. Kurzfristige Tagesmittel-Grenzwert-Überschreitungen sind beim Feinstaub seltener geworden, kommen aber im Winter immer noch häufig vor.

Bei welchen Luftschadstoffen wäre noch dringend Handlungsbedarf?

Sintermann: Beim Ammoniak. Im gesamten Mittelland sind dessen Werte zu hoch für empfindliche Pflanzen und den Boden, zum Beispiel in Mooren und Wäldern. Ammoniak schadet dem Menschen nicht direkt, ist aber ein wichtiger Vorläufer für Feinstaub. Zu 90 Prozent stammt Ammoniak aus der intensiven Tierhaltung, aus Güllelagern und dem Austrag der Gülle. Zwar kann diese emissionsarm mit dem Schleppschlauch ausgebracht werden. Diese Methode wird jedoch noch nicht überall angewendet. Auch wenn Gülle an heissen Tagen ausgebracht wird, gibt es hohe Emissionen. Obwohl im Bereich der Landwirtschaft noch eine Reihe von Massnahmen umgesetzt werden könnten, wird sich der Erfolg wohl kaum so schnell einstellen wie bei Industrieanlagen oder Öl- und Gasfeuerungen von Wohnhäusern.

Wie steht es mit dem Winter- und Sommersmog?

Maly: Der Sommersmog ist nicht mehr so stark, wie er war. Es gab früher über zweifache Grenzwertüberschreitungen für Ozon, heute wird der Stundenmittel-Grenzwert während Sommersmog bis zum Anderthalbfachen überschritten. In der Ostschweiz ist vor allem der Wintersmog ein Problem. Da steigt insbesondere bei Inversionswetterlagen die Feinstaubbelastung, weil sich die durch Verkehr und Feuerungen verursachten Schadstoffe nicht mehr verdünnen können.

Was ist für den Kanton Zürich bezüglich der Luftschadstoff-situation speziell?

Sintermann: Im Kanton Zürich leben sehr viele Menschen auf engem Raum, und es gibt viel Verkehr. Daher finden sich entlang der Hauptverkehrsachsen und in den Städten höhere Luftbelastungen als in ländlichen Kantonen. Die Luftbelastung wird auch von Lärmbelastungen begleitet. Diese Herausforderungen müssen raumplanerisch berücksichtigt werden.

Wie steht es mit den Dieselfahrzeugen?

Noger: Nicht nur die höhere Mobilität hat der Luftsituation geschadet, sondern auch die höhere Anzahl Dieselfahrzeuge. Sie wurden ja wegen ihres tieferen Treibstoffverbrauchs über Jahre gefördert.

Sintermann: Die Luftbelastung mit Stickoxiden aus dem Verkehr hat weniger stark abgenommen als aufgrund der Vorgaben im Zulassungsverfahren angenommen. Wie bekannt, stossen viele Dieselfahrzeuge aufgrund von Manipulationen auf der Strasse mehr Stickoxide aus, als bei der Typenzulassung. Messreihen an Autobahnen, zum Beispiel in Opfikon Balsberg, weisen darauf hin. Eine langjährige Messreihe des AWEL von Verkehrsemissionen auf der Strasse bestätigt dieses Bild (siehe auch Artikel «Dieselabgasskandal beeinträchtigt die Luftqualität» Seite 9). Diese Messungen fliessen in eine realistischere Beschreibung der Verkehrsemissionen ein. Seit diesem September ist ein realistischeres Prüfverfahren in der EU Pflicht. Unsere Messresultate helfen nun zu kontrollieren, ob die Dieselfahrzeuge in Zukunft tatsächlich sauberer werden.

Was sind die neuen Herausforderungen?

Sintermann: Die stetige Zunahme von Bevölkerung und Mobilität – dies gilt natürlich insbesondere für Agglomerationen wie Zürich. Wegen der Zunahme der Bevölkerungsdichte sind mehr Personen von Luftbelastung betroffen. Immerhin ist es ein Erfolg, dass die Luftqualität sich trotz steigender Einwohner- und Fahrzeugzahlen dennoch verbessert hat.

Das Stadtklima stellt in Zukunft eine grössere Herausforderung dar, weil durch die Verdichtung, z. B. durch grössere Gebäudekomplexe, die Durchlüftung stärker eingeschränkt wird. Schadstoffe und Wärme können sich somit schlechter verteilen. Zusätzlich



Mit Messwagen oder fest installierten Stationen (hier Opfikon Balsberg/ZH) analysieren die Ostluftkantone laufend die Luftqualität.
Quelle: OSTLUFT

häufen und verstärken sich Hitzewellen durch den Klimawandel, worunter die Stadtbevölkerung stärker zu leiden hat.

Sind Medien und Öffentlichkeit interessiert an der Luftqualität, oder besteht da bereits Überdross?

Noger: Sowohl als auch. Wenn sich jemand betroffen fühlt, zum Beispiel, wenn ein Schulhaus oder Kinderspielfeld nahe an Verkehrsachsen geplant wird oder wenn jemand eine Atemwegserkrankung hat, dann ist das Interesse an der Luftbelastung sehr wohl da. Dennoch ist das Interesse nicht mehr so gross wie in den achtziger Jahren. Und es hat nicht mehr die gleiche politische Wichtigkeit.

Luftbelastung ist ein langfristiges Thema, und um Wirkung zu erzielen, müssen die bekannten Massnahmen zur Verbesserung immer wieder kommuniziert werden, zum Beispiel statt mit dem Auto zu fahren, öfter in den ÖV oder auf das Velo umsteigen, sich fleischarm ernähren, regional einkaufen, weniger fliegen, langlebige Produkte kaufen, Holzheizungen richtig betreiben (siehe www.fairfeuern.ch). Wir müssen uns also oft wiederholen. Das knackig zu kommunizieren ist schwierig, es ist und bleibt aber nötig.

Was ist das Besondere an der Ostluft-Kommunikation?

Maly: Unsere Karten zu den Messdaten werden stündlich aktualisiert. Die Spezialität ist, dass jeder und jede Interessierte beliebige Daten abfragen kann, vom Laien bis hin zum spezialisierten

Ingenieurbüro (siehe blauer Text Seite 6). Wenn unsere Ostluft-Webseite mit den laufend aufdatierten Messwerten nicht funktioniert, was zum Glück selten vorkommt, erhalten wir sofort Hinweise darauf aus der Bevölkerung. Das Interesse an den Schadstoffwerten ist also schon da.

Auch die Medien vertrauen Ostluft. In Hitzeperioden mit hohen Ozonkonzentrationen oder bei Wintersmog wenden sie sich an uns.

Noger: Wichtig in der Kommunikation ist anzumerken: Ursache für Sommer- oder Wintersmog ist nicht das Wetter, sondern die Schadstoffemission, also wir Menschen.

Herr Maly, nach 16 Jahren Engagement bei Ostluft gehen Sie in Pension. Mit was sind Sie besonders zufrieden?

Maly: Seit 1988 bin ich in der Lufthygiene tätig. Seit 2001 beim Kanton Schaffhausen sowie in der Geschäftskommission der Ostluft. 2009 habe ich die Geschäftsleitung übernommen. Dass jetzt die Grenzwerte mehr oder weniger eingehalten werden, ist natürlich nicht mein persönlicher Verdienst, aber ich habe die ganze Entwicklung begleitet und bin damit sehr zufrieden. Ich bin ausserdem sehr froh darüber, dass Ostluft zu einer konstruktiven Zusammenarbeit mit Empfehlungen zum einheitlichen Vollzug zusammengewachsen ist. Bei der dezentralen Organisation ist das anspruchsvoll. Da bin ich wunschlos glücklich. Heute wird Ostluft professionell geführt wie eine KMU. Der Unterschied ist allerdings,

wir haben keine Aktionäre, wir arbeiten im Interesse der Bevölkerung der Ostschweiz.

Herr Noger, Sie sind bereits seit 2007 in der Lufthygiene des Kantons St. Gallen tätig. Welche Aufgaben erwarten Sie als neuer Geschäftsleiter?

Noger: Dazu möchte ich zwei Punkte nennen. Erstens, die Schweiz hat sich in den letzten 30 Jahren in der Lufthygiene an Grenzwerten definiert. Das wird nicht mehr in gleichen Massen stattfinden, jetzt, da ein Grossteil der Grenzwerte in vielen Gebieten eingehalten wird. Ziel sollte jedoch sein, dass nicht ein bestimmter Zahlenwert erreicht wird, sondern eine für Gesundheit und Lebensqualität gute Luftqualität. Es ist nicht selbstverständlich, dass wir bei uns einen blauen Himmel haben. Wir vergessen das, weil es so normal geworden ist. Meine zweite Herausforderung wird sein, dass innerhalb der Ostluft die eher ländlichen Kantone und die städtischen Kantone andere Bedürfnisse haben. Während Ammoniak und Russ überall ein Thema sind, treten hohe Belastungen mit Stickoxiden aus Verkehrsquellen vor allem in den Städten auf. Da braucht es manchmal einen Spagat, damit sich alle in Ostluft finden und die gute Zusammenarbeit erhalten bleibt.

Herr Sintermann, was werden Ihre Aufgaben als zukünftiger stellvertretender Geschäftsleiter von Ostluft sein?

Sintermann: Mein Schwerpunkt wird vor allem sein, gemeinsam mit den Ostluft-Partnern unser Messnetz zu organisieren und den Messbetrieb sicherzustellen. Ich werde mich mit Dominik Noger gemeinsam für eine zukunftsfähige Ostluft engagieren.

Interview: Isabel Flynn

Diesel- Abgasskandal beeinträchtigt die Luft- qualität

Dieselfahrzeuge stossen auf der Strasse zu viel Abgase aus. Ohne Manipulationen und legale Tricks bei der Abgasreinigung würden rund 50 Prozent weniger Stickoxide ausgestossen. Die Schadstoffbelastung an verkehrsnahen Standorten würde massgeblich reduziert.

Thomas Stoiber,
Koordinator Verkehr AWEL
Abteilung Luft
AWEL, Amt für
Abfall, Wasser, Energie und Luft
Baudirektion Kanton Zürich
Telefon 043 259 43 55
thomas.stoiber@bd.zh.ch

Valentin Delb, Abteilungsleiter
Abteilung Luft
AWEL, Amt für
Abfall, Wasser, Energie und Luft
Baudirektion Kanton Zürich
Telefon 043 259 29 85
valentin.delb@bd.zh.ch
www.luft.zh.ch

Siehe auch Artikel «Der Himmel ist nicht von alleine blau», Seite 5.



Ohne Dieselskandal hätte die gesundheitsschädliche Belastung mit Stickoxiden bereits Jahre früher unter die Grenzwerte gesenkt werden können.
Quelle: AWEL

Die Grenzwerte der Fahrzeugemissionen wurden über Jahre immer weiter verschärft, um die Luftqualität langfristig zu verbessern. Messungen der Emissionen im realen Fahrbetrieb zeigen jedoch, dass die zulässigen Emissionen um ein Vielfaches überschritten werden.

In der ZUP-Ausgabe Nr. 88 wurde über die Manipulationen bei Dieselfahrzeugen und die Tricks der Fahrzeughersteller zur Umgehung der Abgasnormen berichtet. In den meisten Fällen handelt es sich um Abschaltvorrichtungen, die die Abgasnachbehandlung zeitweise ausser Kraft setzen.

Zwei Verfahren – ein Ergebnis

Das AWEL hat die Auswirkungen des Abgasskandals auf die Luftqualität in Zürich erstmals unter Berücksichtigung von zwei unterschiedlichen Ansätzen abgeschätzt:

- Ansatz «beste verfügbare Technologie» (BAT): Wie würden sich die Emissionen entwickeln, wenn alle im Kanton Zürich verkehrenden Fahrzeuge mit den Abgasnormen Euro 5 und Euro 6 die «beste verfügbare Technik» erhielten, wenn sie also auf der Strasse nur noch Stickoxide gemäss Euro 6d für Personenwagen und Euro 6 für Lieferwagen ausstossen würden?
- Ansatz «Einhaltung der Grenzwerte» (GW): Wie würden sich die Emissionen entwickeln, wenn alle im Kanton

Zürich verkehrenden Fahrzeuge die Grenzwerte Euro 1 bis Euro 6 auch im realen Fahrbetrieb einhalten würden?

Die Grafik Seite 10 zeigt, dass sich die beiden berechneten Ansätze BAT und GW nicht massgeblich voneinander unterscheiden.

Ohne Manipulationen 50 Prozent weniger Stickoxidausstoss möglich

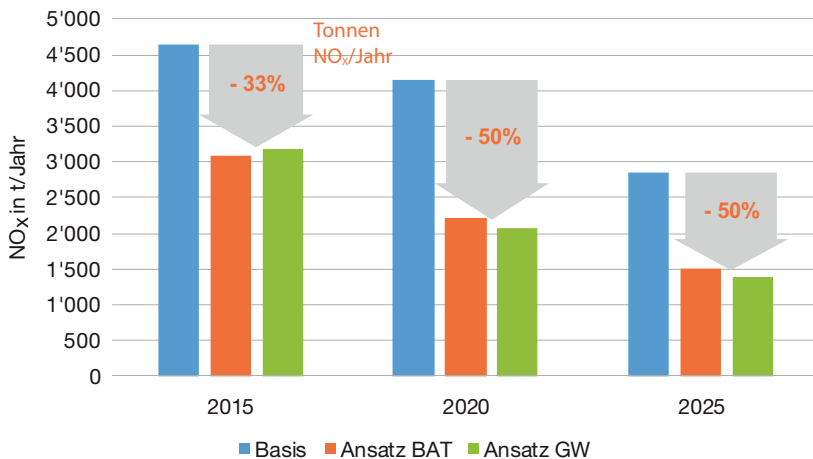
Hätten die Fahrzeughersteller keine Manipulationen der Abgasreinigung vorgenommen, wären im Kanton Zürich im Jahr 2015 etwa ein Drittel weniger Stickoxide ausgestossen worden.

Vom Dieselskandal sind am stärksten Euro 5-Fahrzeuge betroffen. Da im Zuge der Flottenerneuerung der Anteil dieser Fahrzeugklasse an der Gesamtflotte steigt, werden sich die Auswirkungen des Abgasskandals im Zeitraum 2020 bis 2025 weiter erhöhen. Die Berechnungen zeigen, dass ohne Manipulationen der Abgasreinigung in diesem Zeitraum etwa 50 Prozent weniger Stickoxide ausgestossen würden.

Grenzwertüberschreitungen beeinträchtigen die Gesundheit

Inwiefern würde eine solche Reduktion der Gesamtemissionen des Verkehrs auch die Belastungssituation der Bevölkerung verbessern? Hierzu wurden an typischen Standorten Immissionsbetrachtungen für den Leitschadstoff

Entwicklung der NO_x-Emissionen des Verkehrs im Kanton Zürich



Prognose der Emissionen nach drei Szenarien: Heutige Ausrüstung der Fahrzeuge (Basis), Reduktion gemäss bester verfügbarer Technologie (BAT) oder konsequenter Einhaltung der Grenzwerte (GW).
Quelle: AWEL

Stickstoffdioxid (NO₂) durchgeführt. NO₂ reizt die Atemwege, langfristig beeinträchtigt es die Lungenfunktion und führt zu chronischen Herz-Kreislauf-Erkrankungen und vorzeitigen Todesfällen. Folgende drei Standorte wurden betrachtet:

- Zürich Stampfenbachstrasse: städtisch, Wohnnutzung, mittlere Verkehrsbelastung (Hauptverkehrsstrasse)
- Zürich Rosengartenstrasse: städtisch, Wohnnutzung, starke Verkehrsbelastung
- Effretikon, Im Langhag: ländlich, starke Verkehrsbelastung (Autobahnnahe)

Einhaltung der Grenzwerte der Luftreinhaltung wesentlich verzögert

Die obere Grafik vergleicht die heutigen NO₂-Immissionen mit denjenigen gemäss Ansatz «Beste verfügbare Technologie» (BAT) und illustriert den NO₂-Jahresmittelgrenzwert. Es zeigt sich ein Verminderungspotenzial je nach Standort zwischen 3 und 10 µg/m³. In städtisch geprägten Wohngebieten und Agglomerationen beträgt das Senkungspotenzial rund 3 bis 5 µg/m³, entlang verkehrsexponierten Wohnlagen sind zum Teil deutlich höhere Immissionsreduktionen zu erwarten.

Ohne Dieselskandal würde bereits 2020 an keinem der drei Standorte der Jah-

resmittelgrenzwert für NO₂ überschritten. Der angestrebte Absenkpfad für NO₂-Immissionen wird sich durch die Manipulationen der Abgassysteme um mindestens fünf Jahre verzögern.

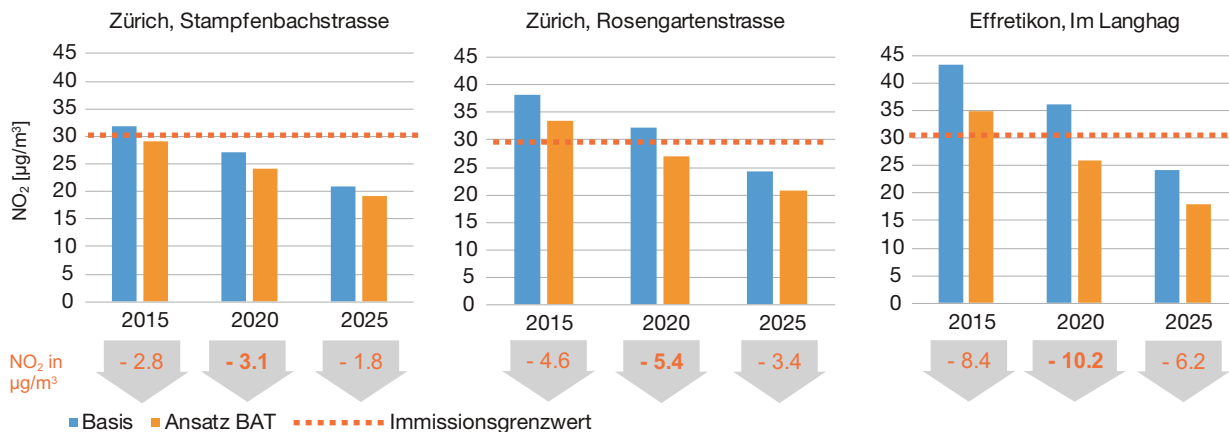
Handlungsmöglichkeiten

Die Berechnungen zeigen, dass technische Massnahmen an der Fahrzeugflotte ein überraschend hohes Potenzial haben, die NO_x-Emissionen des Verkehrs um etwa 50 Prozent zu senken und die Immissionssituation im Kanton Zürich um bis zu 10 µg/m³ NO₂ zu verbessern. Die zugehörigen Massnahmen wurden in der ZUP-Ausgabe Nr. 88 beschrieben.

Es ist jedoch nicht zu erwarten, dass die Fahrzeughersteller zu einer zeitnahen Umsetzung dieser Massnahmen verpflichtet werden. Welche kurzfristigen Handlungsmöglichkeiten ergeben sich daher für Gemeinden und Private? Aus lufthygienischer Sicht kann empfohlen werden,

- auf die Beschaffung von Dieselfahrzeugen der EURO-Normen 5 sowie 6a, 6b und 6c zu verzichten. Erst die später verfügbaren Dieselfahrzeuge gemäss EURO 6 d TEMP können aus lufthygienischer Sicht für die Beschaffung empfohlen werden.
- grundsätzlich die Beschaffung emissionsarmer Fahrzeuge mit alternativen Antrieben (Hybrid, Elektro, Gas) zu prüfen,
- Möglichkeiten zum Sharing – z. B. von Elektrofahrzeugen – zu prüfen und
- geeignete Informations- und Sensibilisierungsangebote sowie Beschaffungsempfehlungen für Private bereitzustellen.

Entwicklung der NO₂-Immissionssituation an drei beispielhaften Standorten im Kanton Zürich



Ohne Dieselskandal würde bereits 2020 an keinem der drei Standorte mehr der Jahresmittelgrenzwert für NO₂ überschritten (Basis – heutige Ausrüstung der Fahrzeuge; BAT: Gemäss bester verfügbarer Technologie).
Quelle: AWEL

Diesel-, Gas-, Elektro- oder Hybridautos für die Kapo?

Seit Jahren hat die Kantonspolizei Zürich (Kapo) die Strategie, ihren Fahrzeugpark möglichst effizient und umwelt- sowie klimaschonend zu bewirtschaften. Dank vorausschauender Beschaffung machen alternativ angetriebene Fahrzeuge beachtliche zehn Prozent der Flotte aus.

Julian Richner
Dienstchef Fahrzeugdienst
Logistikabteilung
Kantonspolizei Zürich (Kapo)
Telefon: 044 247 33 40
rijju@kapo.zh.ch
www.kapo.zh.ch

Beat Hofer
Leiter ökologische Beschaffung/
Betriebsökologie
Koordinationsstelle für Umweltschutz
Baudirektion Kanton Zürich
Telefon 043 259 30 63
beat.hofer@bd.zh.ch
www.umweltschutz.zh.ch

Siehe auch Artikel «Diesel-Abgasskandal beeinträchtigt die Luftqualität», Seite 9, sowie «Der Himmel ist nicht von alleine blau», Seite 5.



Hybridfahrzeug im Einsatz bei der Präventionabteilung.
Quelle: Kapo

Der Fahrzeugdienst der Kantonspolizei Zürich (Kapo) ist der weitaus grösste Flottenbetreiber der kantonalen Verwaltung. Die Flotte umfasst einen Fahrzeugpark von fast 700 Personenwagen, Lieferwagen, Lastwagen, Motorrädern sowie rund 100 Fahrrädern und E-Bikes. Deshalb hat man schon früh damit begonnen, umweltverträgliche Fahrzeuge zu beschaffen und den Betrieb möglichst umweltschonend zu gestalten. Die Beschaffungspolitik der Kapo stützt sich auf die Weisung «Emissionsminderung von Fahrzeugen» (RRB Nr. 1425/2013, siehe Kasten Seite 14), die fordert, dass die Fahrzeuge der kantonalen Verwaltung bezüglich Energie- und Umwelteffizienz vorbildlich sein sollen.

Alternative Antriebe bei der Kantonspolizei

Heute weist die Personenwagenflotte der Kapo mit 22 Erdgasfahrzeugen, einem Elektrofahrzeug und 38 Hybridfahrzeugen mehr als zehn Prozent an Personenwagen mit alternativen Antrieben auf. Damit übertrifft die Kapo den gesamten schweizerischen Flottendurchschnitt von nur 1,7 Prozent Fahrzeugen mit alternativen Antriebstechnologien um das Sechsfache. Allerdings gibt es im Fahrzeugpark aufgrund relativ niedrigen Verbrauchs und damit niedrigeren Emissionen an Treibhausgasen zahlreiche moderne Dieselfahrzeuge (Euro 5 / Euro 6c). Durch die «legalen» und illegalen Manipulationen der Fahrzeughersteller, aber auch durch das nicht praxismgerechte Prüfverfahren NEFZ (siehe Seite 13), sind Dieselfahrzeuge in den vergangenen zwei Jahren in der Öffentlichkeit in Verruf gera-

ten (siehe auch Artikel in der ZUP 88 «Zu hohe reale Fahrzeugemissionen bei Dieselmotoren» sowie «Diesel-Abgasskandal beeinträchtigt die Luftqualität»).

Reduktion von Treibhausgasen

Die Kantonspolizei folgt dem Credo, bei der Beschaffung ein an den Einsatzzweck angepasstes Fahrzeug zu verlangen und dabei Gas-, Hybrid- oder Elektrofahrzeuge zu bevorzugen, wo es aufgrund des Angebots möglich und vom Einsatzzweck her sinnvoll ist. Dies ist der Grund, dass sie überdurchschnittlich viele Fahrzeuge mit alternativen Antrieben im Einsatz hat.

Dabei verfolgt man beim Fahrzeugdienst konsequent die Strategie, den Treibhausgasausstoss pro gefahrenem Kilometer zu reduzieren. Zur Treibhausgasreduktionsstrategie passt auch, dass seit 2016 die 22 neuen Gas-Fahrzeuge mit 100 Prozent Biogas betrieben werden. Damit sind sie nahezu klimaneutral unterwegs und ersparen der Umwelt rund 25 Tonnen fossiles Kohlendioxid (CO₂) aber auch Stickoxide und Feinstaubpartikel.

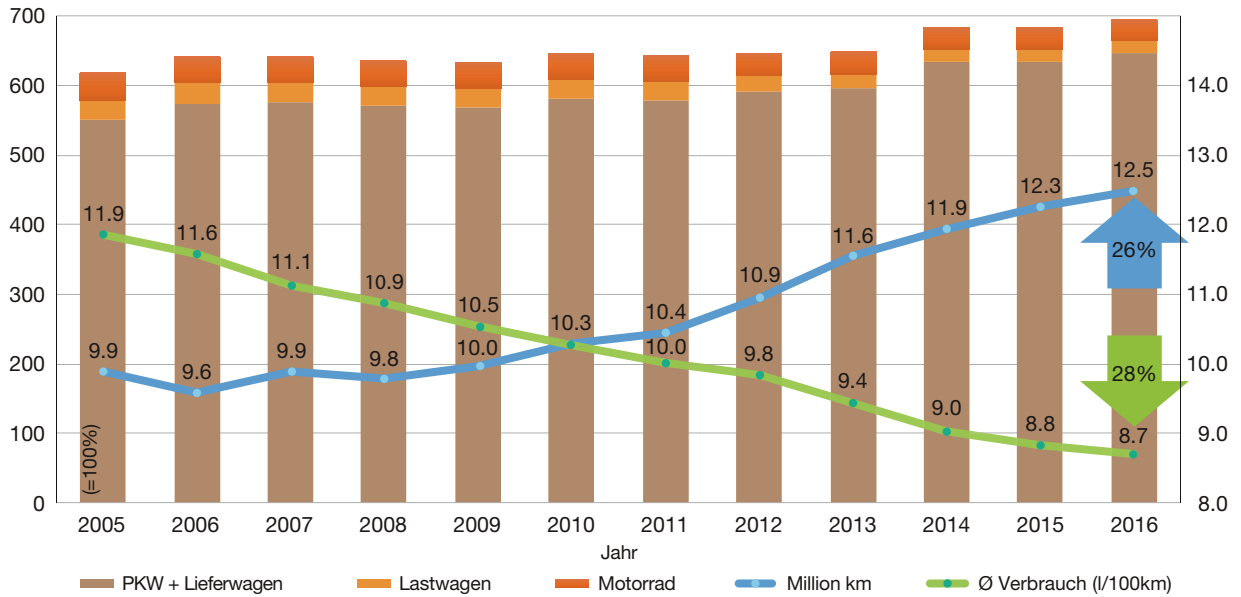
Gemeinden können Kosten einsparen und die Umwelt schützen

Die Kapo hat mit ihrer Fahrzeugbeschaffungsstrategie Vorbildcharakter. Auch Gemeinden (sowie Private) können Treibstoffeffizienz und Umweltwirkungen bei der Beschaffung ihrer Fahrzeuge berücksichtigen und damit gleichzeitig Treibstoffkosten einsparen.

Verbrauch und Kilometerleistung des KAPO-Fahrzeugbestands 2005–2016

Anzahl Fahrzeuge

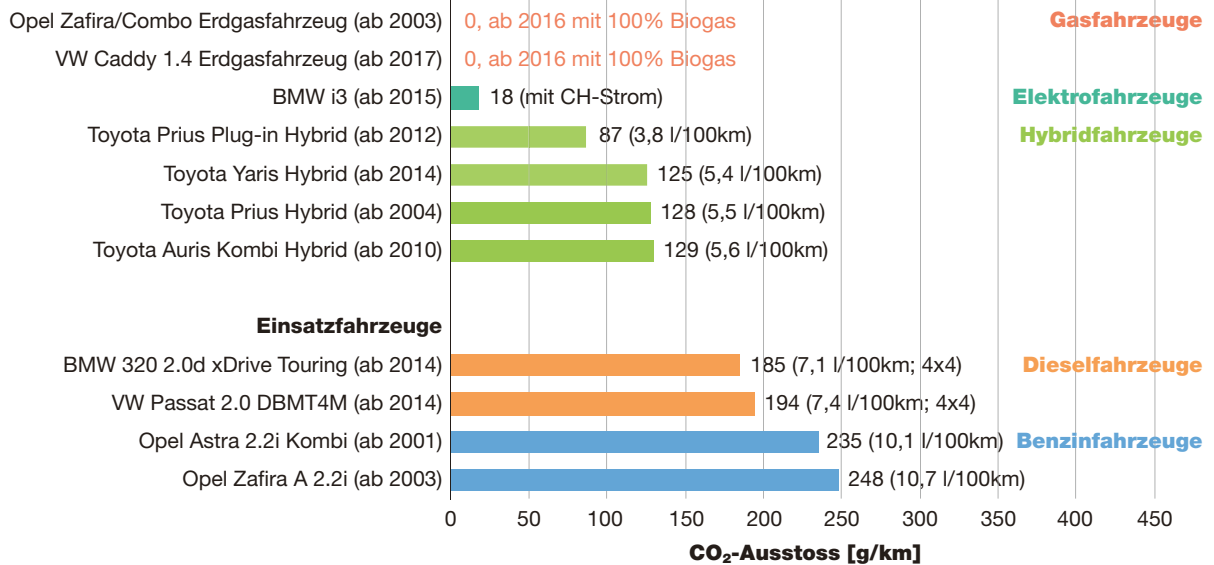
I/100km
Million km



Zur kontinuierlichen Verbesserung von Energieeffizienz und Schadstoffausstoss werden seit dem Jahr 2003 verschiedene Konzepte und technische Ansätze verfolgt. Die Summe kleiner Massnahmen bringt respektable Verbesserungen bezüglich CO₂-Ausstoss. *Quelle: Kapo*

Durchschnittlicher CO₂-Ausstoss verschiedener Dienstfahrzeuge der Kapo Zürich

Fahrzeuge mit alternativen Antriebssystemen*



*Kripo, Fahrzeugpool, Präventionsabteilung etc.

Effizienter Treibstoffverbrauch führt zu weniger Kohlendioxidemissionen (CO₂). Gasfahrzeuge und Elektroautos liegen bezüglich Klimaschutz konkurrenzlos vorne (bei 100 Prozent Biogas bzw. Strom aus erneuerbaren Quellen). Ebenfalls gut schneiden Hybride ab. Es folgen Diesel- und Benzinfahrzeuge. *Quelle: Kapo*



Eines der 22 mit 100 Prozent Biogas betriebenen Gasfahrzeuge, welche bei der Kinder- und Jugendinstruktion (Verkehrsverhalten) eingesetzt werden.
Quelle: Kapo

Durchschnittlicher Treibstoffverbrauch der Kapo gesunken

Obwohl die Jahresfahrleistung zwischen 2005 und 2016 um 26 Prozent zunahm (von 9,3 auf 12,5 Millionen Kilometer), blieb der Treibstoffverbrauch der Kantonspolizei in den vergangenen elf Jahren gesamthaft unverändert. Damit ging der spezifische durchschnittliche Verbrauch über den gesamten Fahrzeugpark im realen Fahreinsatz um 28 Prozent zurück (von 11,9 auf 8,7l/100km). Dies resultierte in einer Reduktion des CO₂-Ausstosses um 19 Prozent pro gefahrenem Kilometer. Verglichen mit 1990 sind es sogar 26 Prozent pro gefahrenem Fahrzeugkilometer (siehe Grafik links oben).

Fahrweise hat grossen Einfluss auf den Verbrauch

Auswertungen für gleiche Fahrzeugmodelle zeigen, dass insbesondere die Fahrweise, aber auch die Beladung und das Fahrprofil einen grossen Einfluss auf den Verbrauch und damit auf den Treibhausgasausstoss haben.

Bei zwölf untersuchten Dieseleinsatzfahrzeugen des gleichen Modells beispielsweise variiert der Verbrauch zwischen höchstem und tiefstem jährlichem Verbrauch um 1,4 Liter pro 100 Kilometer.

Bei den Benzinfahrzeugen variiert der Verbrauch deutlich stärker. Die Spanne zwischen tiefstem und höchstem Verbrauch beträgt für ein mit dem unter-

suchten Dieselmotiv vergleichbares Benzinmodell vier Liter pro 100 Kilometer! Kurse für treibstoffsparendes Fahren sind hier wirksam und werden daher künftig eingesetzt.

Warum die Kapo viele Dieselfahrzeuge hat

Bei Polizeieinsatzfahrzeugen und Lieferwagen sind je nach Einsatzzweck Allradantrieb, automatisiertes Getriebe, Leistung, Nutzlast, Zuglast, Laderaumvolumen und Lebenszykluskosten zentrale Anforderungen. Diese Kriterien lassen sich gegenwärtig mit dem kleinen Angebot an Fahrzeugen mit alternativen

Antrieben und Treibstoffen in der Regel nicht erfüllen. Voraussetzung für die Beschaffung von Dieselfahrzeugen ist seit 2005 die Ausrüstung mit Partikelfiltern.

Prüfzyklus soll realistischer werden

Ab September 2017 wird der sogenannte Prüfzyklus WLTP (Worldwide Harmonized Light Duty Test Procedure) schrittweise eingeführt. Dieser löst den aktuell gültigen Prüfzyklus NEFZ (Neuer Europäischer Fahrzyklus) ab. Er soll für eine realitätsnähere Ermittlung der Luftschadstoffe und ab 2021 auch für den Verbrauch und CO₂-Emissionen der im-



Der Kinder- und Jugendinstructor fährt vorbildhaft mit seinem Gasfahrzeug zum Verkehrsunterricht.
Quelle: Kapo



Patrouillenbus mit viel Zuladung im Einsatz bei der Regional-, Verkehrs-, und Sicherheitspolizei. Hier werden vor allem moderne Dieselfahrzeuge eingesetzt. *Quelle: Kapo*

portierten Fahrzeugflotte zur Anwendung kommen. Parallel soll in einem sogenannten RDE-Test (Real Driving Emissions) der Ausstoss von Luftschadstoffen im realen Fahrbetrieb bei stichprobenartig ausgewählten Fahrzeugen mit mobilen Abgasmessvorrichtungen am Auspuff überprüft werden.

Jede Antriebsform hat spezifische Umweltwirkungen

Wie komplex die Thematik rund um die Fahrzeugantriebe ist, zeigt das Beispiel der aktuell am Markt erhältlichen Benzin-Direkteinspritzer (Bezeichnungen je nach Marke: FSI, TFSI, TSI, GDI, IDE, D-4 etc.). Diese Technologie führt zwar zu einem mit den Dieselmotoren vergleichbar tiefen Treibstoffverbrauch, hat aber den

Weisung zur Beschaffung von Fahrzeugen des Regierungsrats

Gemäss der «Weisung über die Emissionsminderung von Fahrzeugen bei der Beschaffung und dem Betrieb durch die kantonale Verwaltung und beauftragte Unternehmen» stellen die beschaffenden Stellen sicher, dass neben den betrieblichen Anforderungen auch innovative umwelttechnische Gesichtspunkte bei Fahrzeugbeschaffungen berücksichtigt werden. Dabei muss eine Beschaffung in der energieeffizientesten Kategorie mit möglichst tiefem CO₂-Ausstoss gemäss Energieetikette und der emissionsärmsten Euro-Abgasklasse angestrebt werden.

Nachteil, dass der Russausstoss (Fein- und insbesondere Ultrafeinstaubpartikel) teilweise höher ist als bei einem Dieselmotor mit Partikelfilter. Mit der neuen Euro 6c-Norm müssen nun auch Benzinmotoren beim Russausstoss die gleichen Grenzwerte einhalten wie Dieselmotoren. Die Fahrzeughersteller sind deshalb gezwungen, auch direkteingespritzte Benzinmotoren mit speziellen Benzinpartikelfiltern auszurüsten. Möglicherweise wird dies jedoch wiederum den Verbrauch erhöhen – was nicht im Sinn des Klimaschutzes ist.

Nachteile der Elektro- und Hybridfahrzeuge

Selbst die heute hochgelobten Elektrofahrzeuge haben ökologische Nachteile (siehe Artikel ZUP 87 «Elektromobilität»). Diese werden zwar nicht bei der Fahrt im Kanton Zürich wahrgenommen, sie entstehen aber an anderen Orten der Welt. So ist etwa die Herstellung der Batterien umweltbelastend. Eine neuere Studie des ILV Umweltinstitutes in Stockholm geht davon aus, dass bei der gegenwärtigen Herstellung einer Li-Ionen-Batterie pro Kilowattstunde Kapazität rund 150 bis 200 Kilogramm CO₂ entstehen. Dies würde bedeuten, dass eine 85 Kilowattstundenbatterie (z.B. Tesla S) bereits ab Werk eine Treibhausgasbelastung von 17 Tonnen CO₂ aufweist, was in etwa dem Treibhausgasausstoss eines sparsamen Verbrennungsmotors in gut acht Jahren entsprechen würde.

Aber auch der zum Betrieb verwendete Strommix spielt bei den Elektrofahrzeugen eine zentrale Rolle: Wird hauptsäch-

lich europäischer Strom mit einem hohen fossilen Produktionsanteil verwendet, ist der Betrieb eines Elektrofahrzeugs weniger umweltschonend als beim Schweizer Strommix mit einem hohen Anteil an Elektrizität aus Wasserkraft.

Durch nachhaltige Beschaffung weiter optimieren

Sowohl bei den mit Verbrennungsmotor als auch bei den elektrisch angetriebenen Personenwagen lässt sich noch vieles in Richtung Umweltschonung optimieren. Dies wird auch die Kantonspolizei weiterhin tun. Beim sukzessiven Ersatz der Flotte achtet sie konsequent darauf, ihre Strategie zur Reduktion der Treibhausgase umzusetzen. So haben in Zukunft effiziente Dieselfahrzeuge mit Partikelfilter immer noch ihre Berechtigung, wenn sie im Realbetrieb mit den Vorschriften konforme Stickoxidemissionen aufweisen (ab EURO-Norm 6d TEMP). Neufahrzeuge werden auch weiterhin nach dem Stand der Technik und wenn immer möglich mit alternativen Antrieben beschafft. Dabei wird auch zunehmend auf erneuerbare Energie gesetzt und die Betankung mit 100 Prozent Biogas fortgeführt werden. Die Treibhausgasbilanz der Kapo-Flotte, aber auch die emittierten Luftschadstoffe dürften sich deshalb weiterhin reduzieren – allerdings nicht mehr so rasch wie in den vergangenen 10 bis 15 Jahren.

Auswirkungen der Schadstoffemissionen und Massnahmen

Emittierte Stickoxide belasten die menschliche Gesundheit und durch Überdüngung aus der Luft empfindliche Wälder und andere Ökosysteme. Feinstaub ist gesundheitsgefährdend und teilweise cancerogen. Dieselfahrzeuge stossen mehr dieser Schadstoffe aus als Benzinfahrzeuge und benötigen darum zur Reduktion ihrer Umweltauswirkungen weitergehende Massnahmen wie Adblue sowie Partikelfilter.

Klima- neutrale Energie aus Vergärungs- anlagen?

**Biogas- und Abwasser-
reinigungsanlagen stellen
aus organischen Abfällen
und Klärschlamm Strom
und Wärme her oder spei-
sen Methan ins Gasnetz
ein. Damit die erneuerbare
Energie auch ihren Beitrag
zum Klimaschutz leistet,
muss der Methanverlust
möglichst gering sein.**

Seraina Steinlin
Abteilung Luft
AWEL, Amt für
Abfall, Wasser, Energie und Luft
Baudirektion Kanton Zürich
Telefon 043 259 41 72
seraina.steinlin@luft.zh.ch
www.luft.zh.ch



Quelle: ARA Sihltal



Offener (oben) und geschlossener (unten) Stapelbehälter für Faulschlamm.

Quelle: ARA Fischbach Glatt

In Biogas- und Abwasserreinigungsanlagen entsteht durch die Vergärung von organischen Abfällen oder von Klärschlamm Biogas. Dieses wird energetisch in Strom und Wärme umgewandelt oder zu Methangas aufbereitet und ins Erdgasnetz eingespeisen. Eine sinnvolle Produktion erneuerbarer Energie.

Wie es funktioniert

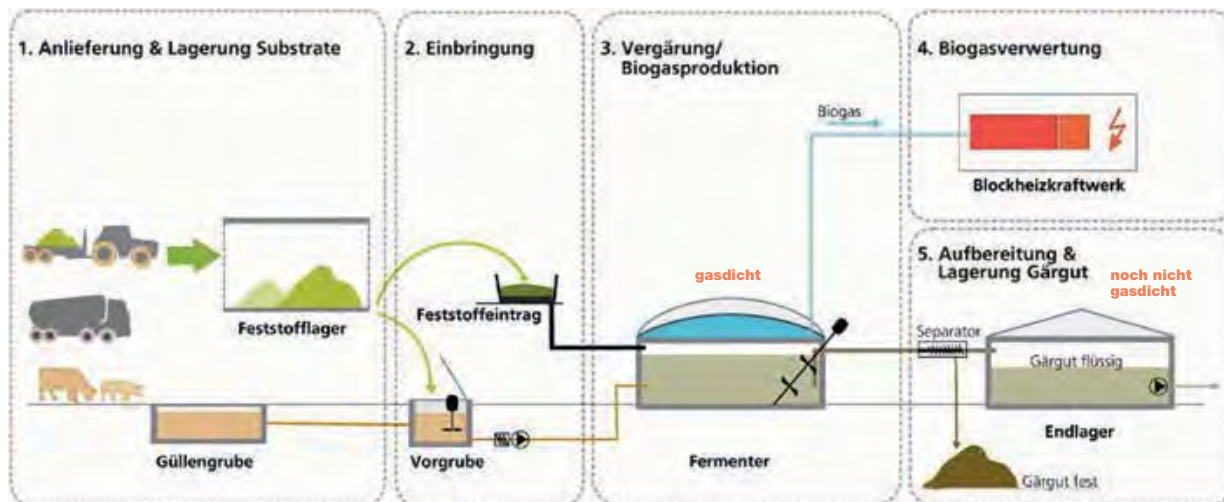
Die organischen Substrate werden zum Vergären in den Fermenter eingebracht. Dort verweilen sie einige Wochen und werden durch Bakterien chemisch zersetzt, so dass Biogas gebildet wird. Die vergorenen Substrate gelangen bei einigen Anlagen in den Nachgärer, wo zusätzliches Biogas gewonnen werden kann. Anschliessend werden die Vergärungsprodukte meist einem offenen Lagertank zugeführt.

Die Vergärungsprodukte aus Biogasanlagen werden in der Landwirtschaft eingesetzt. Der vergorene Schlamm aus Kläranlagen wird der Klärschlammverbrennung zugeführt. Das im Fermenter erzeugte Biogas wird entschwefelt und entfeuchtet. Erst danach kann das Biogas genutzt werden, um beispielsweise ein Blockheizkraftwerk (BHKW) zu be-

treiben. Eine alternative Verwendung ist die Einspeisung des im Biogas vorhandenen Methans ins Erdgasnetz. Dazu muss das Biogas zusätzlich gereinigt und Kohlendioxid abgetrennt werden.

Klimawirksames Methan soll nicht in die Atmosphäre entweichen

Methangas ist eines der stärksten Treibhausgase und wirkt 25-mal stärker als Kohlendioxid (siehe blauen Text Seite 16). Aber eine Vergärungsanlage absolut ohne Verluste von Methangas zu betreiben, ist kaum möglich. Die grössten Methanverluste entstehen in denjenigen Prozessen, die der Vergärung nachgelagert sind. Auf den heute bestehenden Biogas- und Abwasserreinigungsanlagen werden die Gärprodukte meist offen gelagert. Da die Bakterien immer noch Methan produzieren, entweicht dieses ungenutzt in die Atmosphäre. In allen Anlagen entweicht ausserdem ein geringer Anteil des produzierten Biogases aufgrund von Leckagen in die Atmosphäre. Eine offene Lagerung der Vergärungsprodukte und eine Leckage können die Klimabilanz der Energiegewinnung massiv verschlechtern. Ist der



Schema einer landwirtschaftlichen Biogasanlage in der Schweiz. Finden Aufbereitung und Lagerung des Gärguts gasdicht statt und wird die ganze Anlage regelmässig auf Methan-Leckagen untersucht, nützt dies dem Klima.
Quelle: EBP Schweiz AG

Verlust grösser als elf Prozent der produzierten Biogasmenge, so entstehen mehr klimawirksame Gase, als wenn die Energie aus fossilen Brennstoffen hergestellt wird. Messungen des AWEL zeigen, dass sowohl bei den Biogasanlagen wie auch bei den Abwasserreinigungsanlagen die Verluste über elf Prozent liegen können.

Massnahmen zur Minimierung der Methanverluste

Die Massnahmen für den Bau und Betrieb von Vergärungsanlagen umfassen zwei wichtige Aspekte:

- Die Prozesse, welche der Vergärung im Gärbehälter nachgelagert sind, sind weitgehend gasdicht auszuführen und an eine Gasverwertung anzuschliessen.
- Die Anlagen werden regelmässig auf Leckagen untersucht, damit undichte Stellen in der Anlage so rasch als möglich behoben werden können.

Die Abdeckungen bei den industriellen Biogasanlagen werden im Rahmen der abfallrechtlichen Bewilligungen eingefordert. Bei den Abwasserreinigungsanlagen erfolgt die rechtliche Festsetzung innerhalb des Bauverfahrens beziehungsweise der periodischen Kontrollen.

Siehe auch www.awel.zh.ch → Betriebe und Anlagen → Abfallanlagen → Stand der Technik

Vorteile der Gasverwertung in einem Nachgärer

Die gasdichte Ausführung von Gärgütlagern und Stapelbehältern als Nachgärer dient nicht nur dem Klimaschutz. Sie sorgen auch für fünf bis zehn Prozent zusätzlichen Gasertrag. Zudem unterstützt die Stiftung Klimaschutz und CO₂-Kompensation (Klik) solche Restgasverwertungen finanziell. Die Stiftung Klik ist eine CO₂-Kompensationsgesellschaft der Erdölvereinigung im Rahmen des CO₂-Gesetzes. Bei Abwasserreinigungsanlagen kann eine Minderung der Methanemissionen auch mit einer direkten Entsorgung des noch nicht vollständig vergorenen Schlammes in der Klärschlammverbrennungsanlage erreicht werden.

Grosse Wirkung regelmässiger Dichtigkeitskontrollen

Alterungsprozesse und technische Defekte führen zu kleinen oder grösseren Leckagen, welche je nach Art der Leckage lange Zeit unentdeckt bleiben können. Dadurch vermindert sich die Rentabilität der Anlagen, und die Explosionsgefahr wird erhöht. Mit regelmässigen Dichtigkeitskontrollen (z. B. mit Wärmekameras oder Gasschnüfflergeräten) können Leckagen weitgehend erkannt und anschliessend sofort oder bei einer Wartung abgedichtet werden.

Um wieviel Biogas es überhaupt geht

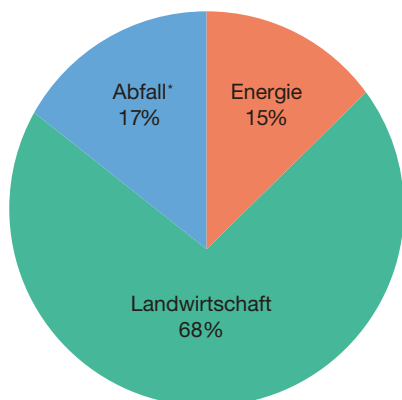
Im Kanton Zürich werden durch 14 Biogas- und 55 Abwasserreinigungsanlagen rund 36 Millionen Kubikmeter Biogas produziert. Davon werden rund zwei Drittel in Blockheizkraftwerken (BHKW) in Strom und Wärme umgewandelt, ein Drittel wird aufbereitet und ins Erdgasnetz eingespiesen. Die gesamte Energieproduktion entspricht rund 200 GWh oder 0,5 Prozent des Gesamtenergieverbrauchs des Kantons Zürich. Bis ins Jahr 2050 kann die Energieproduktion aus Biogas verdoppelt werden.

Treibhauswirksames Methan

Methan (CH₄) ist ein hochentzündliches, geruch- und farbloses Gas. Die durchschnittliche Verweildauer in der Atmosphäre liegt bei 9 bis 15 Jahren und ist somit wesentlich geringer als bei Kohlendioxid. Trotzdem macht es einen substantziellen Teil des durch den Menschen verursachten Treibhauseffekts aus, denn das Gas ist 25-mal so wirksam wie Kohlendioxid.

Methan entsteht überall dort, wo organisches Material unter Luftabschluss abgebaut wird. Anthropogene Quellen in der Schweiz sind vor allem die Landwirtschaft, insbesondere die Rindviehhaltung. Weitere Quellen sind Kehrichtdeponien, aber auch Biogas- und Abwasserreinigungsanlagen (siehe Abbildung Seite 15). In Seen und Sümpfen kann Methan aber auch auf eine von Menschen unbeeinflusste Art entstehen.

Methanemissionen Kanton Zürich 2015



* inkl. Vergärungsanlagen und ARA

Quelle: Emissionskataster OSTLUFT

Viel zu viel Abgas aus neuen Diesel-PWs

Messungen des AWEL zeigen das Ausmass von Manipulationen und legalen Tricks zur Umgehung der Abgasnormen. Das Resultat erstaunt: Der Stickoxid-Gehalt der Abgase bei den neusten Diesel-PW ist heute dort, wo man vor 20 Jahren hätte sein wollen.

Valentin Delb, Abteilungsleiter
Abteilung Luft
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft,
AWEL
Baudirektion Kanton Zürich
Telefon 043 259 29 85
valentin.delb@bd.zh.ch
www.luft.zh.ch



Um bei der Typenprüfung tiefere Messwerte zu erhalten, wird viel getrickst.
Quelle: Roland ZH, Wikimedia Commons (CC BY-SA 3.0)

Der VW-Skandal um die Manipulationen von Dieselfahrzeugen hat Spuren hinterlassen – nicht nur in den Medien, sondern auch bei der Luftqualität. Es gibt kaum einen Autohersteller, der nicht in irgendeiner Art die Abgasreinigung durch Manipulation oder bewusster Umgehung der Abgasnormen stark vermindert oder ganz ausser Kraft setzt. So sind die Emissionen viel höher als gefordert.

Es wird getrickst. Aber wie?

Die Tricks sind vielseitig, wie national und international anerkannte Institutionen und Organisationen festgestellt haben.

Bei der Typenprüfung wird die Abgasreinigung bei Erkennen des Fahrzyklus eingeschaltet.

Auf der Strasse wird die Abgasreinigung nach bestimmter Fahrzeit abgeschaltet, zum Beispiel nach 22 Minuten, da der Fahrzyklus 20 Minuten dauert. Die Abgasreinigung wird abgeschaltet bei Warmstart (da Prüfstandmessungen in der Regel bei kaltem Motor starten), unterhalb oder oberhalb einer bestimmten Aussentemperatur (z. B. unter 17 Grad oder über 30 Grad) oder oberhalb einer bestimmten Höhe über Meer (z. B. 850 m ü. M., da das höchste Prüflabor Europas auf 700 m ü. M. liegt).

Weil alle diese Bedingungen in der Schweiz vorkommen, muss davon ausgegangen werden, dass die Schweiz von der Abschaltung der Abgasreinigung stark betroffen ist. Die Hersteller argumentieren vordergründig mit der Schonung des Motors, ohne dies in Europa (im Gegensatz zu den USA) wei-

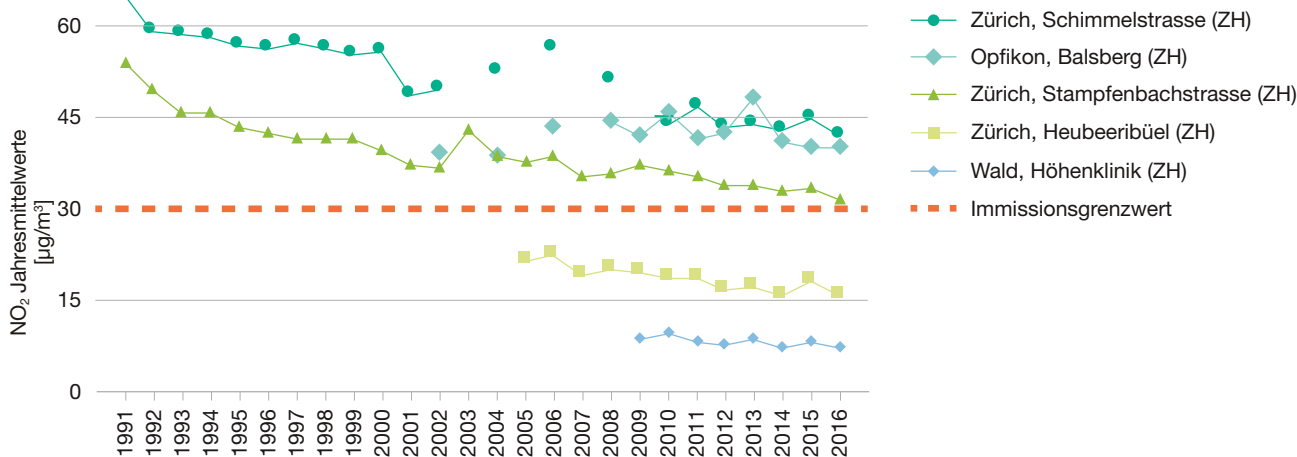
ter begründen zu müssen. Klar ist aber auch, dass die Abgasreinigung damit im Betrieb und im Unterhalt günstiger ist, da weniger AdBlue-Flüssigkeit nachzufüllen ist.

Die zuständigen Entscheidungsträger in der EU haben oft beide Augen zuge-drückt, indem sie bei der Typenprüfung wider besseres Wissen einen unrealistischen Prüfzyklus und unrealistische Betriebsbedingungen (Rollwiderstand, Gewicht etc.) zugelassen haben.

Stickoxid (NO_x), Stickstoffdioxid (NO₂)

Unter dem Begriff Stickoxid (NO_x) werden die Gase Stickstoffdioxid (NO₂) und Stickstoffmonoxid (NO) zusammengefasst. Bei Verbrennungsprozessen wird vorwiegend Stickstoffmonoxid (NO) gebildet, welches durch den Sauerstoff der Luft zu Stickstoffdioxid (NO₂) oxidiert wird. Diesel-PW stossen 30 bis 50 % der NO_x direkt als NO₂ aus. Stickoxide sind Vorläufersubstanzen für die bodennahe Ozonbildung. Sie tragen durch atmosphärische Umwandlung zu Salpetersäure auch zur Belastung durch Säure bei und bilden in der Luft lungengängige Feinstaub-Partikel. Sie werden dann im Regen und in Schwebestaubpartikeln (PM10) als Nitrat nachgewiesen.

Entwicklung der NO₂-Jahresmittelwerte Region Zürich



Die NO₂-Belastungen in der Aussenluft nehmen trotz laufend verschärfter Abgasnormen nicht so stark ab, wie zu erwarten wäre. *Quelle: AWEL/Abteilung Luft*

Manipulationen bei Lastwagen

Moderne Lastwagen sind im Vergleich zu Personen- und Lieferwagen oft sauberer, da sie über ein gutes Abgasreinigungssystem mit AdBlue-Einspritzung verfügen und besser kontrolliert werden. Denn die Einhaltung des Abgasgrenzwertes wird nicht nur auf dem Prüfstand mit einem Testzyklus, sondern auch im realen Verkehr mit einem portablen Emissionsmesssystem (PEMS) überprüft. Zudem wird bei einem Fehler im Abgassystem (z.B. fehlendes AdBlue, einer wässrigen Harnstofflösung) die Motorleistung stark reduziert.

Im Gegensatz zu Personenwagen, bei denen die Hersteller die Abgasgrenzwerte teilweise umgehen, kommt es bei Lastwagen vor, dass einige Logistikunternehmen oder Fahrer die Abgasreinigung durch Manipulation ausschalten. Ziel der Manipulation ist die Einsparung von AdBlue, welches rund 1,5 Franken pro 100 Kilometer kostet (rund 2000 Franken pro Jahr). Die Lastwagen der Abgaskategorie Euro V werden manipuliert, indem auf kostengünstige und einfache Art spezielle Steuergeräte (sogenannte AdBlue-Emulatoren, erhältlich für rund 30 bis 50 Franken, siehe Foto) eingebaut werden, welche Fehlermeldungen über die ausgeschaltete Abgasreini-

gung unterdrücken. Dadurch stossen neuste Lastwagen NO_x aus wie 20 Jahre alte Lastwagen.

Solche Steuergeräte wurden von den Schwerverkehrs-Kontrollbehörden (Polizei und Zoll) bis anhin nur bei ausländischen Lastwagen gefunden (hauptsächlich aus Osteuropa und Italien). Es wird vermutet, dass bei Euro VI die Manipulation ausschliesslich in der Software vorgenommen werden. Dies ist für die Kontrollbehörden heute praktisch nicht zu erkennen. Neben der Umweltbelastung führen die Manipulationen auch zu weniger Einnahmen der leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe (LSVA) und zu einer Benachteiligung Schweizer Fuhrhalter, die vorschriftsgemäss auf Strassen unterwegs sind.



AdBlue-Manipulationsgerät. *Quelle: SRF*

RSD-Messungen

Der Remote Sensing Detector (RSD) ist ein System zur berührungsfreien Messung von Schadstoffkonzentrationen im Abgas vorbeifahrender Fahrzeuge (Foto rechts). Das Ziel der RSD-Messungen ist, Erkenntnisse über die Emissionen der Fahrzeuge in realen Verkehrssituationen zu erhalten – beispielsweise über den Anteil hochemittierender Fahrzeuge am gesamten Fahrzeugbestand, dem Alterungsverhalten von Abgasreinigungssystemen sowie der Abhängigkeiten der Schadstoffwerte von einzelnen Abgasstufen (EURO-Normen). Die RSD-Messungen sind eine Ergänzung zu den Messungen auf dem Prüfstand und zu den Messungen mit portablen Emissionsmesssystemen (PEMS).

Die Resultate werden allen interessierten Stellen zur Verfügung gestellt und auf dem Internet veröffentlicht. Die Bundesämter für Strassen (ASTRA) und Umwelt (BAFU) nutzen sie als wichtige Grundlage für die Herleitung der Emissionsfaktoren im sogenannten «Handbuch Emissionsfaktoren», zum Beispiel für den Alterungseffekt der Fahrzeuge oder bei Messungen bei tieferen Aussentemperaturen. In den letzten Jahren hat die Zusammenarbeit mit anderen Ländern und Instituten (UK, Schweden, USA etc.) stark zugenommen, und die Daten werden auch für wissenschaftliche Publikationen verwendet.

Wie kann man die realen Emissionen messen?

Die Schlupflöcher der Prüfstandsmessungen kann man mit Messungen im realen Verkehr nachweisen. Es stehen zwei sich ergänzende Messsysteme zur Verfügung: das portable Emissionsmesssystem (PEMS), welches auf das zu untersuchende Fahrzeug montiert wird, und das RSD-System (Remote Sensing Detector), welches berührungsfrei am Strassenrand Abgase der vorbeifahrenden Fahrzeuge misst (unten). Das AWEL misst mit dem RSD-System seit bald 20 Jahren in Gockhausen und verfügt über die weltweit längste Messreihe, die international anerkannt ist (siehe Infotext Seite 6). Die RSD-Messungen können gut mit dem Verlauf der Werte der zulässigen Grenzwerte verglichen werden, welche zur Typenzulassung auf dem Prüfstand erfüllt sein müssen (Euro-Normen). Diese Grenzwerte wurden über Jahre immer weiter verschärft, um die Luftqualität langfristig zu verbessern.

Diesel liefern ernüchternde Messresultate

Zuerst die gute Nachricht: Bei den benzinbetriebenen Fahrzeugen entspricht die Abnahme der NO_x-Emissionen dem generellen Verlauf der Abgasnorm-Verschärfungen. Hingegen gibt es bei den dieselbetriebenen Personenwagen folgende Erkenntnisse (siehe auch Abbildung rechts):

- Dieselfahrzeuge emittieren je nach Abgaskategorie 5- bis 20-mal mehr NO_x als Benzinfahrzeuge.
- Der Verlauf der gemessenen NO_x-Emissionen ist gegenläufig zum Verlauf der Abgasnorm-Verschärfungen. Die Emissionen haben seit Anfang der 90er Jahre (Abgasnorm Euro 1) bis 2000 (Abgasnorm Euro 3) stark zugenommen. Danach stagnierten sie auf hohem Niveau bis 2015 (Abgasnorm Euro 5). Dies bedeutet, dass neuere Fahrzeuge mit Abgasnorm Euro 4 und 5 (d.h. 70 Prozent der aktuellen Fahrzeugflotte) mehr NO_x ausstossen als alte Fahrzeuge mit Abgasnorm Euro 1.
- Fahrzeuge der neusten Abgasnorm Euro 6 (Inbetriebnahme 1. September 2015) sind zwar sauberer, aber bei weitem nicht so gut, wie zu erwarten wäre. Die Messungen von Euro 6-Fahrzeugen zeigen, dass sie im Durchschnitt zwar halb so viel NO_x ausstossen wie Euro 5er, aber weiterhin fünf- bis sechsmal so viel, wie aufgrund der Abgasnorm erwartet werden sollte. Die Abgasemissionen

bei den neusten Dieselfahrzeugen sind heute auf dem Stand, wo man vor 20 Jahren hätte sein wollen.

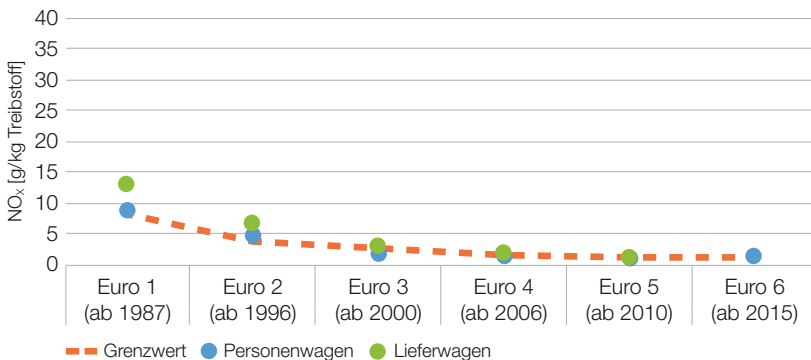
Noch liegen nicht genügend Messungen von Lieferwagen mit der neusten Abgasnorm Euro 6 (Inbetriebnahme 1. September 2016) vor, um vertrauenswürdige Aussagen zu machen. Aber die gemessenen NO_x-Emissionen bis und mit Euro 5 nehmen seit 25 Jahren stetig

zu und sind somit gegenläufig zu den Abgasnorm-Verschärfungen.

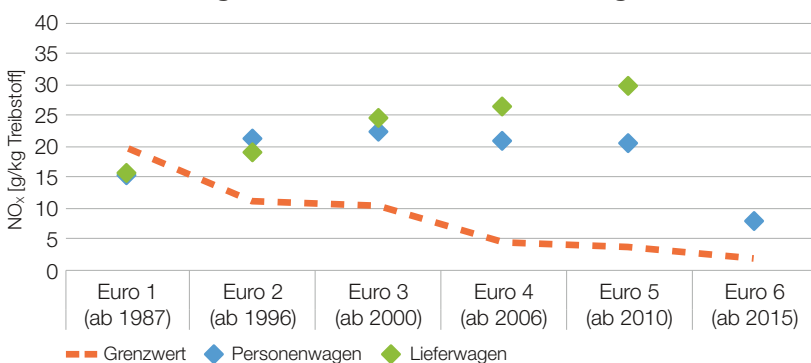
Erkenntnisse für die Luftqualität im Kanton Zürich

Der Anteil der dieselbetriebenen Fahrzeuge am Gesamtbestand nimmt deutlich zu: bei Personenwagen von drei Prozent (2000) auf 29 Prozent (2016), bei Lieferwagen von 35 Prozent auf 81 Pro-

Benzin-Fahrzeuge: NO_x-Emissionen nach Abgasnorm

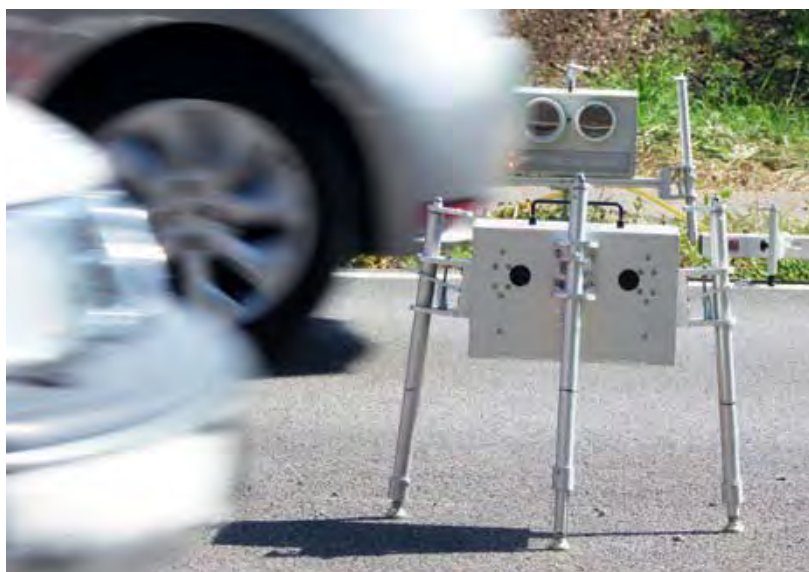


Diesel-Fahrzeuge: NO_x-Emissionen nach Abgasnorm



Während die Benzinfahrzeuge parallel zu den Grenzwertverschärfungen sauberer wurden, haben die Dieselfahrzeuge weiterhin sehr viele oder sogar noch mehr Stickoxide ausgestossen.

Quelle: AWEL/Abteilung Luft



RSD-Messgerät zur berührungsfreien Messung von Schadstoffen im Einsatz.

Quelle: Baudirektion

Gesundheitliche Wirkungen der NO₂-Belastung auf den Menschen

Stickstoffdioxid (NO₂) reizt die Atemwege, langfristig beeinträchtigt es die Lungenfunktion und führt zu chronischen Herz-Kreislauf-Erkrankungen und vorzeitigen Todesfällen. Es ist besonders für empfindliche Bevölkerungsgruppen wie Kinder gefährlich (Umweltbundesamt, 2017). Das Schweizerische Tropen- und Public Health-Institut stellt in seinem Bericht «Gesundheitliche Wirkungen der NO₂-Belastung auf den Menschen» vom März 2017 Folgendes fest:

- Langfristig ist die Sterblichkeit in Gebieten mit hoher NO₂-Belastung höher.
- Die Belastung mit Verkehrsemissionen, gemessen mit NO₂, ist wahrscheinlich mit einem höheren Risiko für Lungenkrebs verbunden.
- NO₂ oder Schadstoffe aus dem Verkehr beeinträchtigen das Lungenwachstum bei Kindern. In Gegenden mit hoher NO₂-Belastung ist auch bei Erwachsenen die Lungenfunktion schlechter.
- Kinder entwickeln häufiger Asthma, wenn sie in Verkehrsnähe wohnen: Das Asthmarisiko steigt bei einer um 10 µg/m³ höheren NO₂-Belastung um 15 Prozent.
- Bei weiteren Krankheiten ist die Datenlage noch offen, am deutlichsten sind die Hinweise auf ein niedrigeres Geburtsgewicht bei hoher NO₂- oder Verkehrsbelastung.
- Bei kurzfristig erhöhter Belastung ist neben einer erhöhten Sterblichkeit mit mehr Notfallkonsultationen und Krankenhauseintritten zu rechnen, insbesondere für solche, die mit der Atemwegsgesundheit zusammenhängen. An Asthma erkrankte Kinder scheinen empfindlicher zu reagieren als Erwachsene mit Asthma, sie kommen bis zu dreimal häufiger wegen Atemwegsnotfällen ins Krankenhaus als Erwachsene.

Diese Wirkungen werden auch unterhalb der heute in der Schweiz gültigen Grenzwerte gefunden. Für die Schweiz rechnet die Europäische Umweltagentur gemäss der Studie «Luftqualität in Europa – Bericht 2015» mit 950 vorzeitigen Todesfällen allein durch NO₂.

zent (siehe Abbildung unten). Damit steigt auch der Anteil Fahrzeuge mit hohen spezifischen NO_x-Emissionen. Weil zusätzlich der Fahrzeugbestand und die gefahrenen Kilometer laufend zunehmen, bleibt die Schadstoffbelastung weiterhin hoch, trotz immer strengerer Abgasnormen.

Motorfahrzeuge verursachen rund die Hälfte der NO_x-Emissionen im Kanton Zürich und tragen somit hauptsächlich zu den Überschreitungen der zulässigen NO₂-Immissionsgrenzwerte bei (siehe Abbildung Seite 6). Insbesondere in städtischen Gebieten und entlang von Hauptverkehrsstrassen nehmen die NO₂-Belastungen in der Aussenluft nicht so stark ab, wie es eigentlich aufgrund der laufend verschärften Abgasnormen erwartet werden sollte.

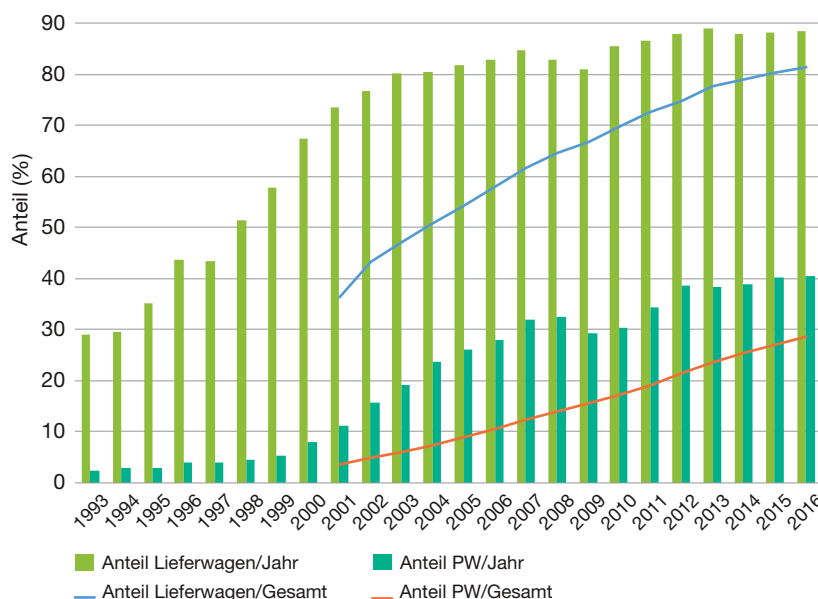
Verbesserungen sind eingeleitet, aber richtig gut wird es noch nicht Schritt für Schritt führt die EU Verbesserungen bei den Prüfverfahren zur Typengenehmigung von neuen Fahrzeugen ein, welche auch für die zugelassenen Fahrzeuge in der Schweiz gelten. Im Herbst 2018 wird der veraltete Fahrzyklus NEFZ durch den WLTP ersetzt, der das moderne reale Fahrverhalten auf dem Prüfstand besser abbildet. In den Jahren danach folgt eine zusätzliche Prüfmessung im realen Strassenverkehr mit einem Real-Drive-Emissions-Test. Wobei 2019 der heute gültige NO_x-Grenzwert weiterhin um den Faktor 2.1, ab 2021 noch um Faktor 1.5 überschritten werden darf.

Die verkehrsbedingten NO_x-Emissionen werden voraussichtlich mit den schrittweisen Verbesserungen der Prüfverfahren von neuen Fahrzeugen langsam abnehmen. Jedoch bleiben die zulässigen NO₂-Immissionsgrenzwerte entlang verkehrsexponierten Strassen noch jahrelang überschritten. Daher fordern Lufthygieniker weitere Massnahmen zur Überwachung der Autoabgase – auch um zukünftige Manipulationen verhindern zu können:

- Emissionsüberwachung im realen Strassenverkehr: Weiterentwicklung der RSD-Messtechnik zur Identifizierung von sogenannten High Emitters und regelmässige Messkampagnen u.a. auch in der Schweiz, Stichproben-Kontrollen bei zufällig ausgewählten Fahrzeugen mit PEMS.
- Einblick in die Software-Protokolle der On-Board-Diagnose-Systeme (OBD) der einzelnen Fahrzeuge und die Überprüfung des Betriebszustands relevanter Motorenkomponenten.
- Prüfung, wie anlässlich der amtlichen Nachprüfung («Motorfahrzeugkontrolle») die Einhaltung der Umweltschutzvorgaben überprüft werden könnte. Eventuelle Wiedereinführung der Abgaskontrollen in Garagen.

Zudem sind die Grenzwerte stufenweise zu verschärfen. Zuerst soll bei Euro 6 der Faktor des NO_x-Grenzwerts von 1.5 auf 1 und dann ein neuer Euro 7 eingeführt werden.

Anteil Diesel-Personenwagen und -Lieferwagen im Kanton ZH



Weil der Anteil der dieselbetriebenen Fahrzeuge am Gesamtbestand deutlich zunimmt, steigt auch der Anteil Fahrzeuge mit hohen spezifischen NO_x-Emissionen.

Quelle: AWEL/Abteilung Luft

Autoabgase sind real höher als auf dem Prüfstand

Die Grenzwerte für Autoabgase werden laufend verschärft und führen zu besseren Motoren, Katalysatoren und Partikelfiltern. Feldmessungen zeigen nun, dass Fahrzeuge im realen Fahrbetrieb oft höhere Emissionen ausstossen als während der Abgasmessung für die Typenprüfung.

Valentin Delb
Leiter Abteilung Lufthygiene
AWEL, Amt für
Abfall, Wasser, Energie und Luft
Baudirektion Kanton Zürich
Telefon 043 259 29 85
luft@bd.zh.ch
www.luft.zh.ch



Die realen Abgasemissionen des Verkehrs liegen heute höher als die verschärften Grenzwerte als auch die Messresultate bei den Typenprüfungen hoffen liessen.
Quelle: Roland ZH, Wikimedia

Der Ausstoss von Autoabgasen ist in den letzten Jahrzehnten deutlich gesunken. Trotzdem ist der Strassenverkehr nach wie vor eine dominierende Quelle von Luftschadstoffen. Er ist im Kanton Zürich mit einem Anteil von rund der Hälfte hauptverantwortlich für die Stickoxid (NO_x)-Emissionen. Auch bezüglich Feinstaub (PM_{10}) und Russ trägt er mit einem Viertel bzw. mit einem Drittel der Emissionen einen wesentlichen Anteil bei (Grafiken unten). Dadurch verursacht der Strassenverkehr Kosten pro Jahr von rund 385 Mio. Franken, das ist knapp die Hälfte der Kosten, die durch Luftverschmutzung im Kanton Zürich verursacht werden (vgl. ZUP 74, Okt. 2013, «Luftverschmutzung verursacht weiterhin hohe Kosten»). Generell ist die Luftqualität in den vergangenen Jahren nur leicht besser geworden. Die Immissionsgrenzwerte der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) werden

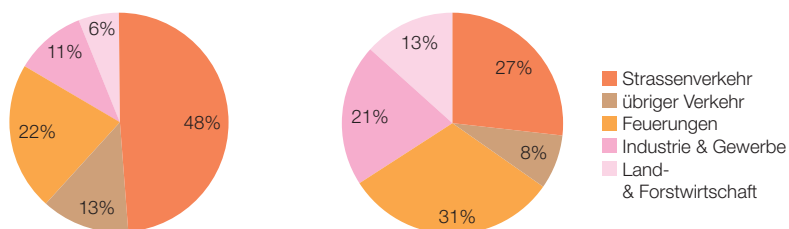
auch in Zukunft nicht überall eingehalten sein – auch wegen der nur noch langsam abnehmenden Strassenverkehrsemissionen.

Kritisch bleiben die Feinstaub-, Russ-, und NO_2 -Belastungen in urbanen Gebieten und entlang verkehrsreicher Strassen. Ausserdem ist weiterhin mit hohen Ozon-Belastungen im Sommer sowie zu hohen Stickstoff-Einträgen im gesamten Kantonsgebiet zu rechnen.

Grenzwerte für Autoabgase werden zwar laufend strenger ...

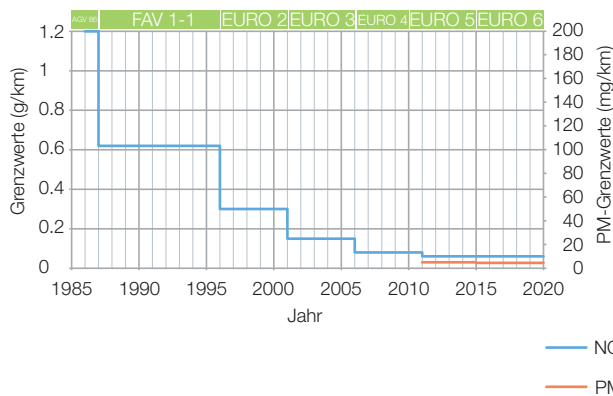
Die Abgasvorschriften und damit die Zulassung der Fahrzeuge werden unverändert von der EU übernommen. Die sogenannten Euro-Normen legen Grenzwerte für Kohlenstoffmonoxid (CO), Stickstoffoxide (NO_x), Kohlenwasserstoffe (HC), Partikelmasse (PM) und neu auch für Partikelanzahl (PN) fest und werden laufend verschärft (siehe Grafik).

NO_x-Emissionen 2013 PM₁₀-Emissionen 2013

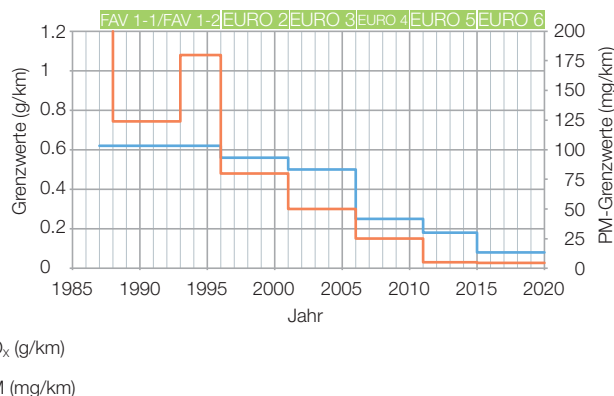


Der Strassenverkehr trägt sehr wesentlich zu den NO_x - sowie PM_{10} -Emissionen bei.
Quelle: AWEL/Luft

Entwicklung der Emissionsgrenzwerte für benzinbetriebene Personenwagen



Entwicklung der Emissionsgrenzwerte für dieselbetriebene Personenwagen



Mit jeder neuen Euronorm wurden die Anforderungen verschärft, die für die verschiedenen Schadstoffe eingehalten werden müssen. *Quelle: AWEL*

Die Grenzwerte sind je nach Motortyp (Benzin- oder Dieselmotor) und Fahrzeugtyp (Personenwagen, Lieferwagen, Lastwagen) unterschiedlich. Die Grenzwerte von Benzin- oder Dieselmotor werden in Zukunft angeglichen.

Bevor die Fahrzeuge zum Verkauf zugelassen werden können, müssen sämtliche Fahrzeugtypen und -modelle einer Typenprüfung unterzogen werden. Dabei werden die Abgase während eines vorgegebenen Fahrzyklus gemessen und mit den zulässigen Grenzwerten verglichen. Der Hersteller muss die Einhaltung dieser Grenzwerte für eine festgelegte Zeitspanne oder Kilometerleistung garantieren. Nachkontrollen in Form einer Abgaswartung fanden früher in der Autogarage statt und wurden mit einem Kontrollkleber ausgewiesen. Neuere Fahrzeuge sind mit sogenannten On-Board-Diagnose-Systemen (OBD) ausgerüstet und seit 2013 von der Abgaswartungspflicht befreit. Mit OBD werden abgasrelevante Faktoren, etwa die Funktion der Lambdasonde beim Katalysator oder der Druckabfall im Partikelfilter kontinuierlich überwacht und grobe Abweichungen dem Lenker mit einer Warnleuchte angezeigt.

Bei der amtlichen Nachprüfung durch die Strassenverkehrsämter (so genannte «Motorfahrzeugkontrolle MFK») sind die Fahrzeuge auch hinsichtlich der Einhaltung der Umweltschutzzorgaben zu überprüfen. Messungen werden heute aber nur noch bei Verdachtsfällen durchgeführt.

... die Probleme sind trotz strenger Grenzwerte noch nicht gelöst

Obwohl die Grenzwerte für Autoabgase mit jeder Euronorm deutlich strenger werden, nehmen die Schadstoffemissionen des Strassenverkehrs nur noch leicht ab. Dies ist auf verschiedene Gründe zurückzuführen:

- Feldmessungen zeigen, dass Fahrzeuge im realen Fahrbetrieb oft höhere Emissionen ausstossen, als dies während der Abgasmessung für die Typenprüfung der Fall ist. Die Fahrzeuge werden auf den zu absolvierenden Fahrzyklus optimiert. Dieser ist jedoch veraltet und entspricht nicht mehr dem heutigen Fahrverhalten und den Verkehrsverhältnissen, besonders bei städtischen Situationen mit vielen dynamischen Anfahrvorgängen und niedriger Geschwindigkeit.
- Diese Erkenntnis schlägt sich vor allem bei den NO_x-Emissionen nieder. Diese sind gerade für Dieselfahrzeuge im realen Verkehr markant höher als in den standardisierten Prüfstandmessungen. Zugleich werden immer mehr Dieselfahrzeuge gekauft. Diese weisen grundsätzlich bis zehnfach höhere NO_x-Emissionen auf als Benziner und sind kaum sauberer geworden (siehe Abbildung Seite 13, rechts). Dies alles führt dazu, dass sich die Messungen der NO_x-Immissionen nicht mit den optimistischen Erwartungen aufgrund der Entwicklung der Abgasgrenzwerte decken.
- Je niedriger die Abgasgrenzwerte sind, desto höher ist der technische Aufwand für die Abgasreinigung und umso schwieriger wird es, sie im realen Betrieb auch garantiert und langfristig einzuhalten. Eine funk-

tionstüchtige Abgasreinigung aller Fahrzeuge ist aber die Grundvoraussetzung, damit die Luftschadstoffemissionen auch tatsächlich gesenkt werden können.

- Mit dem Wegfall der Abgaswartungspflicht findet keine messtechnisch abgestützte Überwachung der Abgasqualität mehr statt, denn OBD-Systeme überwachen lediglich die relevanten Motorkomponenten. Sensoren für die Schadstoffe fehlen. Zu hohe Emissionen können deshalb auch aufgrund nicht festgestellter Fehlfunktionen unbemerkt auftreten. Untersuchungen zeigen zum Beispiel, dass OBD-Systeme defekte Partikelfilter nur unzureichend erkennen.
- Die Zahl der Autos und die gefahrenen Kilometer nehmen jährlich zu. Die oben beschriebenen kleinen spezifischen Emissionen werden von einer Vielzahl von Quellen (bald 700 000 Autos im Kanton Zürich) verursacht und führen in der Summe zu hohen Emissionen. Selbst wenn nur ein kleiner Anteil der Fahrzeuge die Abgasvorschriften nicht in der Realität einhalten kann, so sind es absolut mehrere 10 000 Fahrzeuge, die zusätzlich hohe Emissionen ausstossen.

Ansätze für Verbesserungen

Um die oben genannten Probleme anzugehen, sind verschiedene Verbesserungen vorgesehen. Der veraltete Fahrzyklus soll voraussichtlich ab 2018 mit der Einführung der Abgasnorm Euro 6c durch einen praxistgerechten Fahrzyklus ersetzt werden. Der neue Fahrzyklus ist etwa doppelt so lang wie der bisherige, deutlich dynamischer und verlangt mehr Motorleistung. Ergänzend dazu sollen Strassentests mit mobilen Messeinheiten durchgeführt werden. Ein geeignetes Verfahren dafür stellt eine kleine mobile Abgasmessanlage an Bord des Testfahrzeugs dar. Die Motorenhersteller werden damit gezwungen, die Abgaskontrollsysteme für alle auftretenden Verkehrssituationen wirksam zu gestalten. Erwähnenswert ist, dass ein Vertreter des Bundesamts für Umwelt den Vorsitz der zuständigen Arbeitsgruppe der UNO-Wirtschaftskommission für Europa (UNECE) hat, welche den neuen Fahrzyklus entwickelt.

In der Schweiz schlagen Luftreinhaltungs-Experten zwei weitere Massnahmen vor, um die übermässigen Emissionen begrenzen zu können.

Erstens soll die Überwachung der Funktionstüchtigkeit der Katalysatoren sowie anderer NO_x-vermindernder Systeme mit Hilfe berührungsloser Remote Sensing Messungen (RSD) weitergeführt werden (siehe Interview Seite 14). Dabei geht es nicht darum, einzelne Fahrzeuge mit defekten Abgasnachbehandlungssystemen zu entdecken, sondern es soll die Wirksamkeit der

Abgasreinigungssysteme und der On-Board-Diagnose-Systeme überwacht werden. Wenn aus den Monitoring-Daten geschlossen werden müsste, dass die Kontrolle durch die OBD-Systeme nicht ausreichend ist und ein wesentlicher Anteil der Fahrzeuge mit nicht korrekt funktionierenden Abgasminderungssystemen herumfährt, so müssen Massnahmen erarbeitet und ergriffen werden, um diesen Missstand zu beheben.

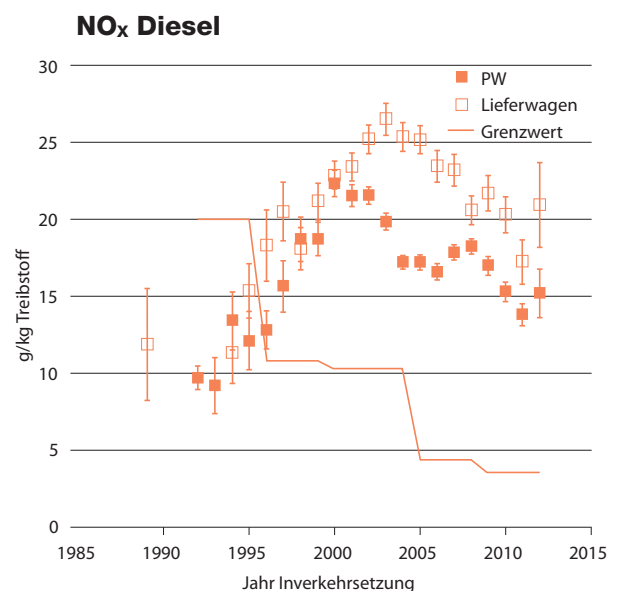
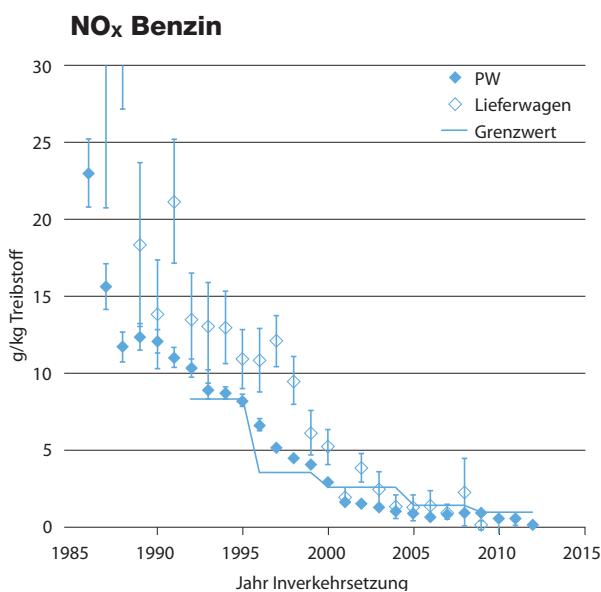
Als zweite Massnahme ist zu prüfen, ob die Funktionstüchtigkeit der Partikelfiltersysteme nicht mit einer vereinfachten Partikelanzahlmessung im Rahmen einer periodischen Nachprüfung festgestellt werden kann. Defekte Partikelfiltersysteme würden so erkannt.

In Zukunft die Erfolge realisieren

Um den Erfolg der bereits eingesetzten technologischen Entwicklung auch wirklich in Form einer geringeren Luftbelastung ernten zu können, sind weitere Anstrengungen notwendig. Es geht um unsere Gesundheit: So nehmen in der Schweiz Spitaleinweisungen wegen Herz-Kreislauf-Erkrankungen um durchschnittlich 0.4 Prozent zu pro 10 µg/m³ Anstieg der PM10¹-Tagesmittelwerte². Zudem sind Dieselerussmissionen krebserregend.

¹ PM10 = Feinstaub

² Schindler et al. 2013



Während die NO_x-Emissionen der Benziner im Verlauf der Jahre mit strengerer Euronorm gesunken sind, haben die real gemessenen Werte für Diesel-Personen- und -Lieferwagen weiter zugenommen.

Quelle: Chen & Borken – Kleefeld, 2013, Daten vom AWEL

INTERVIEW: «Die Feldüberwachung zeigt: Die Emissionen sind höher als erwartet»



Gian-Marco Alt ist seit 12 Jahren für die Datenaufbereitung der RSD-Messungen zuständig, Telefon 043 259 43 50, gian-marco.alt@bd.zh.ch

Michael Götsch sorgt als Messtechniker für einen reibungslosen Messbetrieb, Telefon 043 259 41 80, michael.goetsch@bd.zh.ch



Schweden) und den USA. Die Daten wurden auch für mehrere wissenschaftliche Publikationen genutzt.

Was zeigen die Resultate?

Neben messspezifischen Aussagen lassen sich dank des Vorliegens der Fahrzeugdaten auch generelle Trends zum Fahrzeugpark im Kanton Zürich feststellen. Das auffälligste Merkmal ist dabei die Zunahme der Diesel-Personenwagen am Total aller Personenwagen von 5 Prozent im Jahr 2002 auf knapp 24 Prozent im Jahr 2013.

Es zeigt sich, dass Benzinfahrzeuge viel weniger NO_x als Dieselfahrzeuge emittieren und die Grenzwerte einhalten. Dieselfahrzeuge hingegen entfernen sich bezüglich ihrer NO_x -Werte immer weiter von den vorgeschriebenen Grenzwerten. Die Emissionen haben sich von ca. 10g/kg Diesel Anfang der 90er-Jahre (Euro 1) auf 22g/kg im Jahr 2000 (Euro 3) mehr als verdoppelt und liegen für die neuen Fahrzeuge (2012, Euro 5) mit 15g/kg immer noch deutlich höher als vor 20 Jahren. Diese Entwicklung ist ein klares Indiz für die Unzulänglichkeit des aktuellen Fahrzyklus und zeigt die Wichtigkeit der Einführung des neuen Fahrzyklus.

Wozu eine Feldüberwachung?

Der motorisierte Strassenverkehr ist wichtiger Verursacher vieler Luftschadstoffe. Eine Feldüberwachung liefert Angaben über den Schadstoffausstoss in realen Verkehrssituationen und ergänzt die Messungen auf dem Prüfstand. Es können detaillierte Kenntnisse über den Schadstoffausstoss des Fahrzeugparks gewonnen werden, die für die Planung und den Vollzug von Luftreinhalte-Massnahmen von grundlegender Bedeutung sind. Zudem sind für den Kanton Zürich die Messungen wichtige Grundlagen für den Emissionskataster und die Immissionskarten, um damit Prognosen über die zukünftige Überschreitung von Immissionsgrenzwerten zu machen. Die Resultate werden auch den anderen interessierten Stellen zur Verfügung gestellt. Die Bundesämter für Strassen (ASTRA) und Umwelt (BAFU) nutzen sie als wichtige Grundlage für die Herleitung der Emissionsfaktoren im sogenannten «Handbuch Emissionsfaktoren».

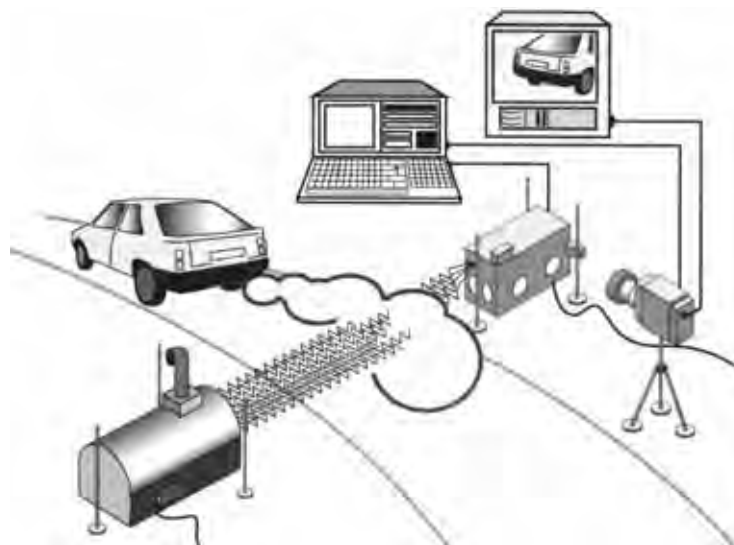
Wo und wie lange wird gemessen?

Die Auswahl eines geeigneten Standorts hängt von mehreren Faktoren ab. Für eine korrekte Messung wird eine einspurige Strasse benötigt. Zusätzlich muss genügend Platz vorhanden sein, um die Lichtschranken für Geschwindigkeit und Beschleunigung sowie eine Videokamera für die Nummernschilderkennung installieren zu können. Der Strassenstandort muss so gewählt sein, dass keine Fahrzeuge in der Aufwärmphase sind (Anfahrt über Landstrasse) und alle einen eindeutigen Lastzustand aufweisen (z. B. Steigung). Das AWEL misst daher seit 15 Jahren am selben Standort in Gockhausen. Seit Messbeginn wurden rund 500 000 Fahrzeuge gemessen. Dabei handelt es sich um eine qualitativ hochstehende Messung mit der wohl weltweit längsten Messreihe. Aus diesem Grund ist das Interesse der internationalen Fachexperten sehr gross, namentlich aus Europa (Österreich, England,

Berührungslose Abgasmessung per RSD

Wie funktioniert eine Feldüberwachung mit RSD?

Das Messsystem mit dem Remote Sensing Detector (RSD) ermöglicht die berührungsfreie Messung der Schadstoffkonzentration im Abgas vorbeifahrender Fahrzeuge (Abbildung rechts). Gemessen werden die Konzentrationen von Stickstoffmonoxid (NO), Kohlendioxid (CO_2), Kohlenmonoxid (CO) sowie Kohlenwasserstoff (HC) im Abgas der vorbeifahrenden Fahrzeuge. Da die Werte bei der Messung sofort vorliegen, können sie dem einzelnen Fahrzeug zugeordnet werden. Die gleichzeitige Erfassung der Nummernschilddaten erlaubt die Verknüpfung der Messwerte mit den technischen Fahrzeugdaten. Unter bestimmten Rahmenbedingungen wäre es sogar möglich, damit hochemittierende Fahrzeuge zu ermitteln.



Mit dem Remote Sensing Detector (RSD) können die Abgase einzelner Fahrzeuge berührungslos im vorbeifahrenden Verkehr unter realen Verkehrsbedingungen gemessen werden.

Quelle: AWEL