



## Überprüfung von Emissionsfaktoren im realen Strassenverkehr

Faktenblatt vom 15. März 2013

## Überprüfung der Emissionsfaktoren im realen Verkehr

Wichtige Grundlagen für den Vollzug der Luftreinhaltung sind die Messung der Luftbelastung an ausgewählten Orten und die flächenhafte Modellierung. Für die Massnahmenplanung und Erfolgskontrolle interessiert besonders die Belastungsentwicklung. Die dafür notwendigen Modellierungen und Prognosen basieren auf Aktivitäten und zugeordneten Emissionsfaktoren. Dies gilt auch für den Strassenverkehr, der immer noch etwa die Hälfte aller Stickoxidemissionen liefert. In der Regel werden die Emissionsfaktoren für den Strassenverkehr auf dem Rollenprüfstand ermittelt, in dem genau definierte Fahrzyklen mit einer Auswahl von Fahrzeugen abgefahren werden. Die Praxis zeigt jedoch, dass die standardisierten Prüfstandmessungen die Emissionen unter realen Verkehrsbedingungen nur bedingt abbilden. Die Abgas- und Tunnelmessungen im Verkehr zeigen die realen Emissionen auf und erlauben die Emissionsfaktoren zu überprüfen. Zu diesem Zweck führt das AWEL Zürich regelmässig Messungen im Abgasstrahl von vorbeifahrenden Fahrzeugen durch<sup>1</sup> und begann bereits vor 1990 mit Tunnelmessungen. Der Verbund OSTLUFT setzt die Erfassung der Verkehrsemissionen mittels Tunnelmessungen<sup>2</sup> fort. Die beiden Ansätze ergänzen sich und liefern wichtige Hinweise auf das Abgasverhalten der Motorfahrzeuge im realen Strassenverkehr. Die Ergebnisse lassen sich mit den Prognosen vergleichen, die auf heutigen und zukünftigen Emissionsgrenzwerten basieren.



Abb. 1 Remote Sensing Detector (RSD)<sup>1</sup> im Einsatz an der Hauptstrasse in Gockhausen (ZH) (Messungen von AWEL)



Abb. 2 Portal des Gubristtunnels, in dem wiederholt Tunnelmessungen<sup>2</sup> durchgeführt wurden

## Tunnelmessungen im Gubrist- und Islisbergtunnel

Zwischen 1988 und 2008 wurden die Tunnelmessungen im Gubristtunnel durchgeführt. Infolge der umfangreichen Erneuerungsarbeiten im Gubristtunnel mussten die Messungen 2011 in den 2009 eröffneten Islisbergtunnel verlegt werden. Mit den Tunnelmessungen wird das Emissionsverhalten von leichten (Personen- und Lieferwagen, PW+LNF) und von schweren Motorfahrzeugen (SNF) bei Tempo 100 erfasst. Voraussetzung für solche Messungen ist ein homogenes Verkehrsverhalten, das in der rund 5 km langen Röhre des Islisbergtunnels mit leichter Steigung Richtung Zürich häufig gegeben ist. Für die Auswertung werden ausschliesslich Zeiten mit reiner Längslüftung verwendet.

Das Messprogramm ist umfangreich und hat sich über die Jahre laufend weiterentwickelt. Gemessen werden die gasförmigen Schadstoffe Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Stickoxide (NO<sub>x</sub> = NO + NO<sub>2</sub>) und Kohlenmonoxid (CO), die flüchtigen organischen Kohlenwasserstoff-Verbindungen (TVOC) sowie Feinstaub PM<sub>10</sub>. Im Feinstaub werden zusätzlich der Russanteil (EC) und die organischen Kohlenstoffe (OC) bestimmt. Für die Auswertung wichtig sind die tatsächlichen Strömungsgeschwindigkeiten der Luft im Tunnel und die Verkehrszahlen aufgeschlüsselt nach Fahrzeugkategorien. Ergänzend werden Druck, Temperatur und Feuchte der Tunnelluft sowie die Sichttrübung im Tunnel erfasst. Die Auswertung erfolgte über die Differenz der Messungen kurz nach dem Einfahrtsportal und vor dem Ausfahrtsportal.

<sup>1</sup> Informationen und Berichte zu den RSD-Messungen: [www.awel.zh.ch/internet/baudirektion/awel/de/luft\\_asbest\\_elektrosmog/verkehr/rsd.html](http://www.awel.zh.ch/internet/baudirektion/awel/de/luft_asbest_elektrosmog/verkehr/rsd.html)

<sup>2</sup> OSTLUFT-Berichte zu den Tunnelmessungen im Gubrist- und Islisbergtunnel: [www.ostluft.ch/80.0.html](http://www.ostluft.ch/80.0.html)

## Ergebnisse der Messungen von 1990 bis 2011

Die NO<sub>x</sub>, CO- und TVOC-Emissionen der Motorfahrzeuge sind seit Beginn der Messungen im Jahr 1990 deutlich zurückgegangen. Besonders markant ist der Rückgang bei den Personenwagen als Folge der Katalysatortechnik in den 1990er Jahren. Auch in den Jahren 2002 bis 2011 setzte sich der Rückgang der Emission fort. Die Abnahme betrug in dieser Zeitperiode gut 40%. Feinstaub und Russ werden seit 2002 gemessen. Im Vergleich zu den Vorjahren wurden im Jahr 2008 erhöhte Feinstaub- und Russ-Emissionen ermittelt, sowohl für den Durchschnitt aller Fahrzeuge, als auch für die Klasse der PW+LNF (nicht abgebildet). Die Zunahme wird dem höheren Dieselanteil bei den Personenwagen und dem Fehlen von Partikelfiltern zugeschrieben. In der Messkampagne 2011 im Isisbergtunnel wurden wieder tiefere Werte der Feinstaubkomponenten bestimmt.

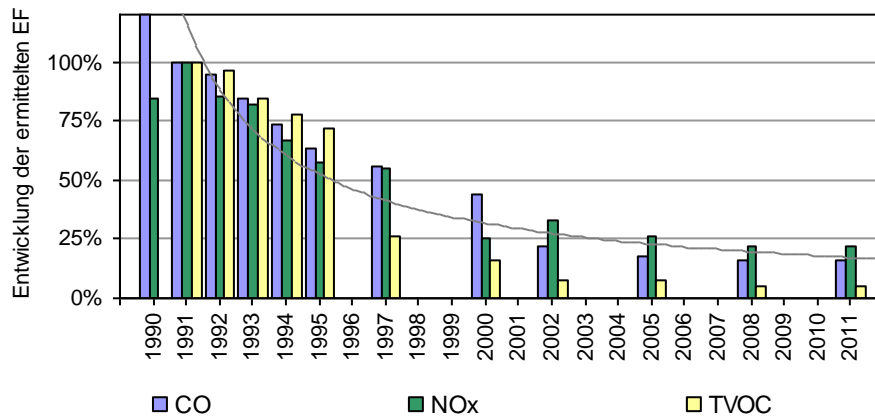


Abb. 3 Entwicklung der mittleren Emissionsfaktoren pro Fahrzeug seit 1990 für NO<sub>x</sub>, CO und TVOC aus den Messungen im Gubristunnel (bis 2008) und im Isisbergtunnel (2011). Basis 1991=100%

Die in den Tunnelmessungen ermittelten Emissionsfaktoren weichen prozentual in unterschiedlichem Mass vom Handbuch HBEFA Version 3.1 ab. Abweichungen ergeben sich zum Teil aus Unsicherheiten bei der Zuordnung der Verkehrszählenden zu den Fahrzeugkategorien und der Messung der Luftströmung im Tunnel wie auch bei der Zuordnung des effektiven Verkehrsszenarios gemäss Handbuch. Über die Messperiode von 20 Jahren zeigen die in den Tunnelmessungen ermittelten Emissionsfaktoren für NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> und EC die vergleichbaren positiven Trends wie die Emissionsfaktoren des Handbuchs.

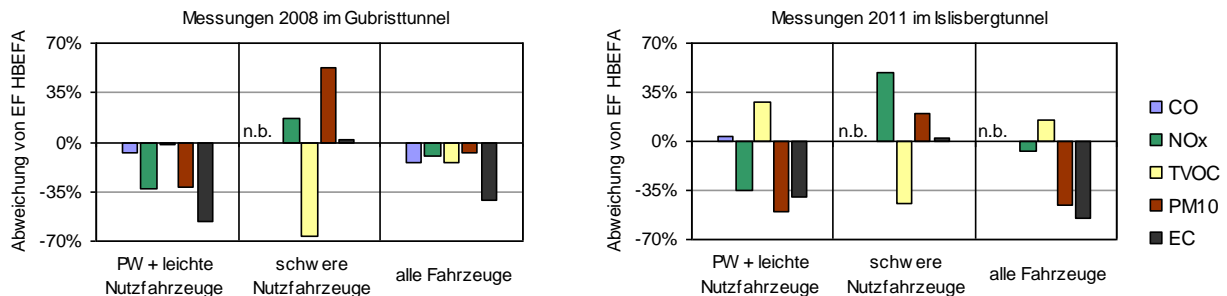


Abb. 4 Abweichung der ermittelten Emissionsfaktoren von den Emissionsfaktoren gemäss Handbuch HBEFA Version 3.1 im Gubristunnel (2008) und im Isisbergtunnel (2011) für die Fahrzeugklassen "Personenwagen + leichte Nutzfahrzeuge" und "schwere Nutzfahrzeuge" sowie im Durchschnitt "alle Fahrzeuge" (Kollektiv der aktuellen Fahrzeugflotte). Emissionsfaktoren gemäss HBEFA für das Verkehrsregime Autobahn 100 km/h, Steigung 1.3%. ("n.b": für die entsprechende Kombination konnte kein Emissionsfaktor bestimmt werden)

## Zukünftige Messungen und Zusammenarbeit mit Partnern

Die Tunnelmessungen werden weitergeführt. Die nächste Messkampagne ist für das Jahr 2014 wiederum im Islisbergtunnel geplant. Entsprechend der erwarteten Dynamik wird aber ein Zweijahresrhythmus als sinnvoll erachtet. Dazu ist OSTLUFT auf die Zusammenarbeit mit Partnern und den Tunnelbetreibern angewiesen.

Verschiedene offene Fragestellungen betreffend die Fahrzeugemissionen unter realen Bedingungen sowie deren quellnahe Bestimmung bieten interessante Forschungsfelder. Dabei kann auf die grosse Erfahrung von OSTLUFT und vom AWEL mit dem "Tunnel-Versuchslabor" gezählt werden. Wichtige Partner sind seit Jahren Forschungsinstitute wie einzelne Institute des Departements Umweltsystemwissenschaften der ETH, das Paul Scherrer Institut (PSI) und die Empa sowie das BAFU.

Für eine zuverlässigere Analyse künftiger Messkampagnen sind besser spezifizierte und verifizierte Verkehrsdaten erforderlich. Dieser Bedarf ergibt sich insbesondere durch den steigenden Anteil der Lieferwagen (LNF). Deren Abgrenzung gegen grosse Personenwagen (PW) und gegen Lastwagen (SNF) ist zudem anspruchsvoller geworden. Zu diesem Zweck werden neue Erfassungsmethoden getestet, welche die standardmässige Bestimmung mit Zählchlaufen ergänzen oder ersetzen können.

Die Messungen und ausführlichen Analysen der erfassten Parameter bieten auch Synergien mit der Qualitätssicherung der betriebseigenen Tunneldaten. Darüber hinaus können Mess- und Zählrichtungen auch für andere Fragestellungen, zum Beispiel in der Verkehrsplanung, genutzt werden.

Für künftige Messkampagnen eignen sich sowohl der Gubristtunnel wie auch der Islisbergtunnel. Massgebend sind die Dauer ungestörten Verkehrsflusses, die Verfügbarkeit von zuverlässigen Daten aus dem Tunnel und der Zugang zu den Anlagen.



Abb. 5 Messeinrichtung unter der Fahrbahn des Islisbergtunnels beim Ausfahrtsportal in Wettswil am Albis (links) HiVol-Feinstaubsammler während Servicearbeiten und NO<sub>2</sub>-Passivsammler im Innern des Tunnels (rechts)

### Impressum:

Kurztitel: Faktenblatt "Überprüfung von Emissionsfaktoren im realen Strassenverkehr"

Herausgeber: OSTLUFT, März 2013

Bezug und weitere Informationen:

[www.ostluft.ch](http://www.ostluft.ch)

OSTLUFT, Geschäftsleitung

Stampfenbachstrasse 12, Postfach

8090 Zürich

Tel. 043 259 30 18

bestellungen@ostluft.ch

Titelbild:

Südportal des Islisbergtunnels im Kanton Zürich