



Luftbelastung 2009

# Bericht

# 90

**Impressum:**

Kurztitel: Luftqualität 2009

Herausgeber: OSTLUFT, Juni 2010

Bezug und weitere Informationen:

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

OSTLUFT, Geschäftsleitung

Stampfenbachstrasse 12, Postfach

8090 Zürich

Tel. 043 259 30 18

Fax. 043 259 51 78

e-mail: [bestellungen@ostluft.ch](mailto:bestellungen@ostluft.ch)

Layout, Fotos: OSTLUFT, [www.sh-ift.ch](http://www.sh-ift.ch), themafotografie GmbH

Titelbild: Messung an der Schimmelstrasse in der Stadt Zürich

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	3
<b>Übersicht Luftbelastung 2009</b>	4
· Stickstoffdioxid NO <sub>2</sub>	6
· Stickstoffdioxid NO <sub>2</sub> -Passivsammler	8
· Feinstaub PM10	10
· Ozon in der Aussenluft	12
· Ammoniak NH <sub>3</sub>	14
· Übersicht Schadstoffparameter	16
<b>Hauptthema und Projekte OSTLUFT</b>	18
· Russbelastung in der Aussenluft	18
· Messung der Motorfahrzeugemissionen im Gubristtunnel	22
· Partikelzusammensetzung im Rheintal und in der Stadt Zürich	24
· Immissionsmessungen St.Gallen West	26
· Ozonschäden an Laubbäumen	28
· Stickstoff- und Elementdeposition	30
<b>OSTLUFT und sein Messnetz</b>	32
<b>Impressionen aus dem Messnetz</b>	34
<b>Publikationen und Veröffentlichungen</b>	36
<b>Projekte OSTLUFT 2009</b>	37



2 Die Luftqualität gemeinsam überwachen: Luft macht nicht an politischen Grenzen halt. Deshalb überwachen die Ostschweizer Kantone und das Fürstentum Liechtenstein die Luftqualität unter dem Namen OSTLUFT seit 2001 gemeinsam, werten die Daten aus und veröffentlichen die Erkenntnisse.



# Vorwort

Fritz Zürcher

Der vorliegende OSTLUFT-Jahresbericht fasst die Ergebnisse der Luftqualitätsüberwachung im Kalenderjahr 2009 zusammen. Er erscheint erstmals im neuen Kleid, mit einer Übersicht über die Luftbelastung sowie wichtigen Ergebnissen aus den Projekten. Mit dieser Neugestaltung werden die Kernergebnisse noch ansprechender als bisher präsentiert. Die Messergebnisse stehen für Interessierte weiterhin als Ergänzung in elektronischer Form zur Verfügung ([www.ostluft.ch](http://www.ostluft.ch)).

Die OSTLUFT Partner überwachen die Luftqualität seit 2001 gemeinsam. Die Kooperation wurde inzwischen erfolgreich unter Beweis gestellt. Zu den besonderen Stärken gehören die Kombination von Standardmessungen mit temporären Schwerpunktsuntersuchungen, die Auswertung von Daten, die regelmässige Berichterstattung und Kommentierung besonderer Ereignisse sowie der fachliche Austausch über die Gebietsgrenzen hinweg. Bevölkerung, Entscheidungsträger und Medienfachleute schätzen auch die laufende Verfügbarkeit der Luftmessdaten und Belastungsprognosen im Internet ([www.ostluft.ch](http://www.ostluft.ch)).

Die Vertiefung von Belastungsphänomenen im Rahmen von Projekten bietet eine wertvolle Ergänzung zur besseren Charakterisierung der Quellen sowie Grundlage für Handlungsschwerpunkte und die Erfolgskontrolle von lufthygienischen Massnahmen. Dieser Bericht informiert über wichtige Projektergebnisse wie Ausmass und Quellen der Russbelastung, die Entwicklung der Verkehrsemissionen anhand von Tunnelmessungen, die Zusammensetzung des Feinstaubes während Wintersmogphasen, die Schädigung von Laubbäumen und Sträuchern durch Ozon sowie die Belastung von Vegetation und Böden durch Stickstoffverbindungen und Elemente.

Ich danke allen, die im vergangenen Jahr dazu beigetragen haben die Überwachung lückenlos sicherzustellen, die Daten vertieft zu analysieren, wichtige Grundlagen für das weiterführende Handeln bereitzustellen und den vorliegenden Jahresbericht anzufertigen.

**Fritz Zürcher leitet seit 1988 die Abteilung Luft und Boden im Amt für Umwelt von Appenzell Ausserrhodan. Er hat sich von Anfang an aktiv für die gemeinsame Luftqualitätsüberwachung eingesetzt und besonders dazu beigetragen, die Ursachen von Schadstoffüberlastungen besser zu verstehen. Seit 2006 präsidiert er die Geschäftskommission von OSTLUFT.**



### Übersicht

Die Luft in der Ostschweiz und in Liechtenstein war im vergangenen Jahr weniger stark belastet als im Durchschnitt der letzten zehn Jahre. Trotzdem wurden die Ziele der eidgenössischen Luftreinhalte-Verordnung (LRV) deutlich verfehlt. So wurden die Grenzwerte der Leitschadstoffe Stickstoffdioxid, Feinstaub PM10 und Ozon wiederum mehrfach überschritten.

### Stickstoffdioxid und Feinstaub

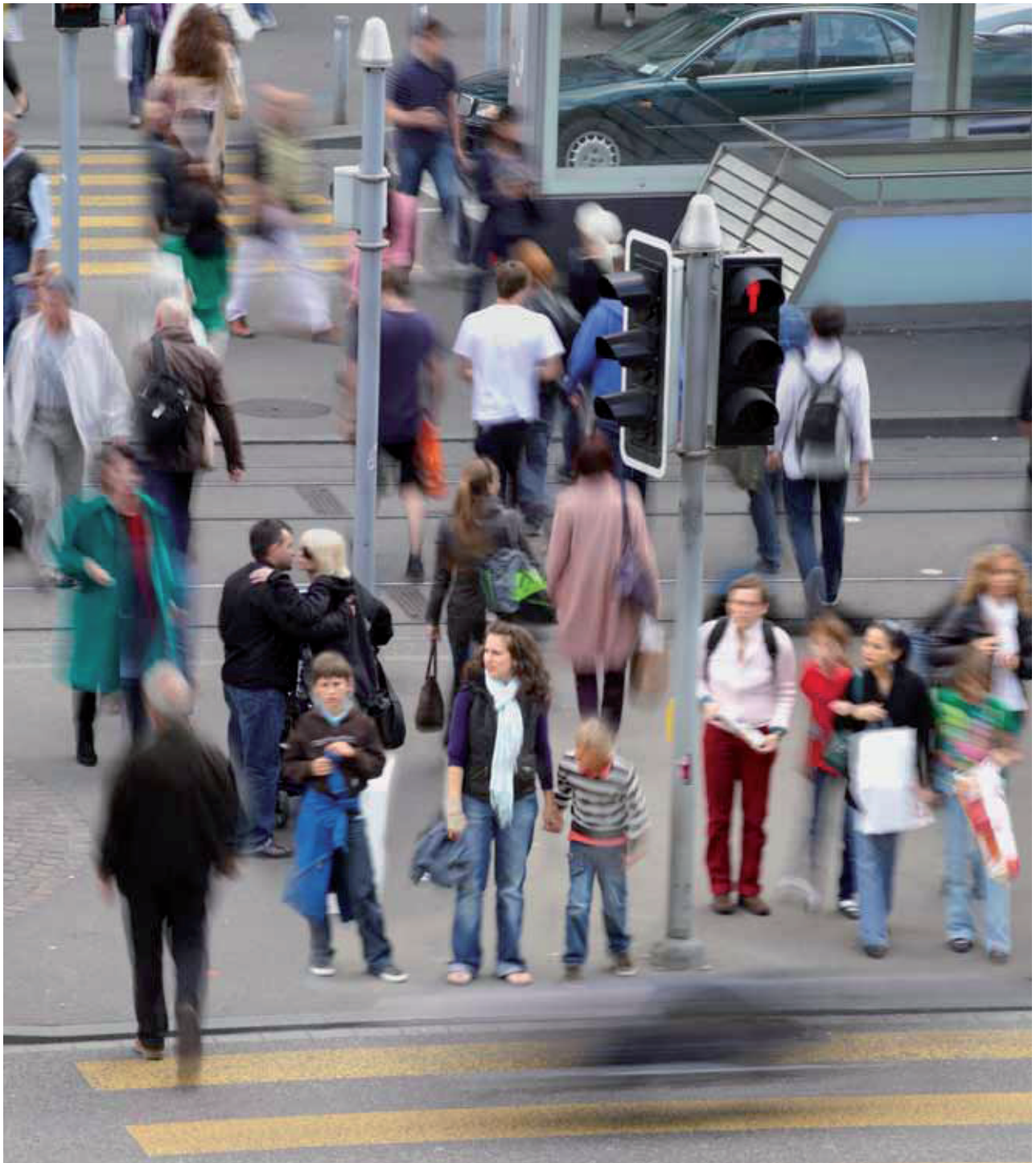
Die Jahresmittel-Grenzwerte von Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) und Feinstaub PM10 wurden vor allem an den verkehrsbelasteten, städtisch geprägten Standorten überschritten. Die unterschiedlichen Belastungen während der letzten drei Jahre und die extremen Spitzenbelastungen in den Jahren 2003 und 2006 zeigen, dass die Luftqualität nicht nur von zu hohem Schadstoffausstoss, sondern auch von der Witterung beeinflusst wird. So bauen sich während winterlichen Inversions-Phasen innerhalb weniger Tage grossräumig erhöhte Feinstaub PM10-Belastungen auf. Der Tagesmittel-Grenzwert von 50 µg/m<sup>3</sup> wurde während solcher Perioden an den meisten Messstationen mehrfach und deutlich überschritten. Bei verringertem Luftaustausch steigen in den Städten und an verkehrsexponierten Standorten zusätzlich die Stickoxidbelastungen an. Der NO<sub>2</sub>-Tagesmittel-Grenzwert von 80 µg/m<sup>3</sup> wurde dabei im Jahr 2009 an mehr Messstandorten als in den Vorjahren überschritten.

### Ozon

Im Sommer 2009 wurden mässige Ozonbelastungen gemessen. Häufige Frontdurchgänge und Gewitter sowie hohe Luftfeuchtigkeit mit entsprechend trüber Atmosphäre sorgten dafür, dass sich keine lang anhaltenden hohen Ozonbelastungen aufbauen konnten. Die höchsten Stundenmittelwerte wurden im August im Raum Winterthur – Thurgau – Bodensee sowie im Rheintal (Station Grabs) erreicht. Diese Standorte wiesen höhere Maximalwerte als in den beiden Vorjahren auf. Trotz der eher unterdurchschnittlichen Ozonbelastung zeigten Bäume und Sträucher Schädigungssymptome an ihren Blättern, die durch Ozon verursacht werden. Die Erhebungen der Ozonschäden an Laubbäumen sind auf der Seite 28 näher beschrieben.

### Weitere Verbesserungen sind notwendig...

Die Luftbelastung ist zwar leicht geringer als im Durchschnitt der letzten 10 Jahre, allerdings liegt sie im witterungsbedingten Schwankungsbereich. Die NO<sub>2</sub>-Belastung an innerstädtisch und verkehrsnahen Standorten stagniert. Klare Verbesserungen der Luftqualität wie in den 1990er Jahren sind im neuen Jahrtausend nicht mehr festzustellen. Sowohl die Ozonbelastungen im Frühjahr und Sommer als auch die eher wintertypischen Belastungen mit Stickstoffdioxid und Feinstaub sind eine Folge von übermässigen Schadstoffemissionen.



### **...und machbar**

Diese Schadstoffe stammen vorwiegend aus den Abgasen von Motorfahrzeugen und Heizungen. Wesentliche Verursacher für Feinstaub sind neben dem Strassenverkehr auch Holzfeuerungen und offene Feuer im Freien. Zur Verbesserung der Luftqualität sind die eingeleiteten Massnahmen des Bundes und der Kantone konsequent umzusetzen. Diese sind unter anderem im aktualisierten Luftreinhaltekonzept 2005 und im Aktionsprogramm Feinstaub (2006) des Bundes sowie in den kantonalen Massnahmenplänen zur Luftreinhaltung und in Förderprogrammen zur Energieeffizienz beschrieben. Dabei können alle aktiv zur Entlastung der Luft beitragen. Tipps finden sich beispielsweise auf [www.ostluft.ch](http://www.ostluft.ch) unter der Rubrik Schadstoffe.

## Stickstoffdioxid NO<sub>2</sub>

Stickstoffoxide (NO und NO<sub>2</sub>) entstehen vor allem bei Verbrennungsprozessen in Motoren und Feuerungen. Neben der direkten gesundheitsschädigenden Wirkung tragen sie auch wesentlich zur Ozon- und Feinstaubbildung bei.

### **Durchschnittliche Jahresbelastung**

Die mittlere jährliche NO<sub>2</sub>-Belastung ist an verkehrintensiven städtischen Standorten am höchsten. So wurde der Jahresmittel-Grenzwert am deutlichsten an den stark verkehrsbelasteten Messstationen Zürich Schwamendingen und Opfikon Balsberg überschritten. Am geringsten war die Stickstoffdioxidbelastung in ländlichen Gebieten und in Höhenlagen. Auch die NO<sub>2</sub>-Passivsammlermessungen belegen diese Tendenzen (Seite 8).

### **und mehr übermässige Tagesmittelwerte**

Standorte, die den Jahresmittel-Grenzwert einhielten, zeigten auch keine Überschreitungen des Tagesmittel-Grenzwertes. Im Vergleich zu den Vorjahren war jedoch die Häufigkeit von Überschreitungen des Tagesmittel-Grenzwertes 2009 überdurchschnittlich. Davon sind vor allem verkehrsbelastete Siedlungsstandorte im Raum Zürich - Winterthur sowie in St.Gallen und Vaduz betroffen.

### **Stagnation nach Belastungsverminderung - Dieselmotoren in der Pflicht**

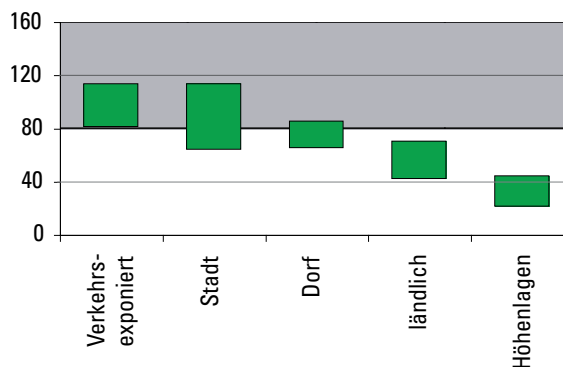
Die Stickstoffdioxidwerte lagen 2009 im Schwankungsbereich der letzten Jahre. Die in den 1990er Jahren beobachteten Abnahmen der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen (sowohl bei den Jahresmittelwerten als auch bei den maximalen Tagesmittelwerten) fanden in diesem Jahrzehnt keine Fortsetzung. Einerseits scheint das Reduktionspotential der bisher realisierten technischen Verbesserungen ausgeschöpft. Andererseits beeinflusst die Zunahme von Dieselfahrzeugen bei den Personen- und Lieferwagen und die Zunahme des Schwerverkehrs die NO<sub>2</sub>-Immissionen. Diese Fahrzeuge bewirken, zusätzlich zur Dieselmotorenproblematik, eine verstärkte Zunahme der Stickoxide aus dem Verkehr, weil die heutigen Dieselmotoren (Euro 3 und 4) 8- bis 10-mal mehr Stickoxide ausstossen als vergleichbare Benzinmotoren mit Katalysatoren. Deshalb sollten Dieselmotoren neben Partikelfiltern zusätzlich mit Abgasreinigungs-Systemen ausgerüstet werden, die die Stickoxidemissionen massiv verringern (das heisst Russfilter plus Entstickung mittels DeNO<sub>x</sub>-Verfahren für Dieselmotoren).





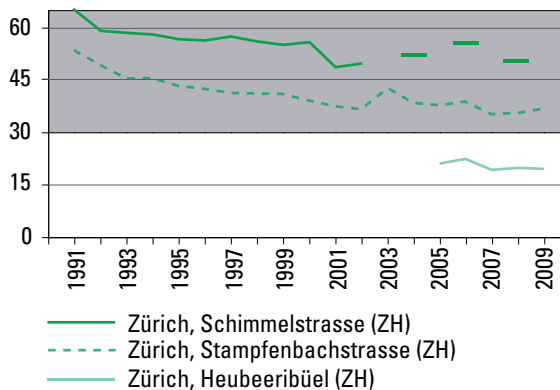
An den stark verkehrsexponierten Standorten innerhalb der Siedlungen wurde der NO<sub>2</sub>-Tagesmittel-Grenzwert überschritten. Keine Überschreitungen des Tagesmittel-Grenzwertes wurden an den nicht verkehrsbeeinflussten und ländlichen Stationen gemessen.

Bereiche der höchsten NO<sub>2</sub>-Tagesmittelwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]



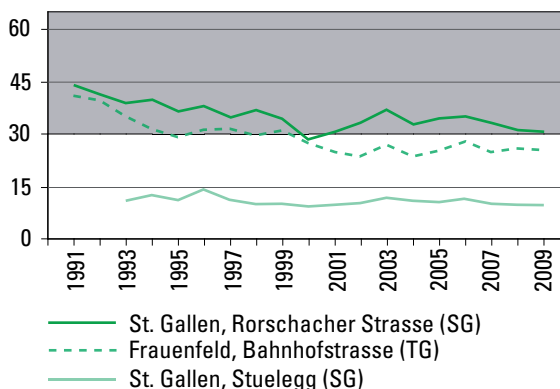
Die NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte an den verkehrsbeeinflussten Standorten in der Stadt Zürich haben in den 1990er Jahren abgenommen. Seit 2000 stagnieren die Werte. Auch Zürich Stampfenbach mit mässigem Verkehr liegt noch deutlich über dem Jahresmittel-Grenzwert. Am Siedlungsrand ist die Belastung auf deutlich tieferem Niveau konstant.

Entwicklung der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]  
Region Zürich



Die Trendentwicklung mit der Stagnation nach 2000 ist auch ausserhalb der Stadt Zürich deutlich. Der Grenzwert wurde an der Rorschacher Strasse in St.Gallen in den letzten beiden Jahren knapp überschritten, in Frauenfeld seit 2000 unterschritten. Der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert von St.Gallen Stuelegg entspricht der Hintergrundbelastung und ist seit Jahren konstant.

Entwicklung der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]  
Region Ostschweiz



Neben dem Verkehr sind die Industrie und das Gewerbe, die Land- und Forstwirtschaft, die Holzfeuerungen und die Grünabfallverbrennung im Freien bedeutende Quellen der Luftbelastung.

## Stickstoffdioxid-Passivsammler NO<sub>2</sub>

Die räumliche Verdichtung des Messstationennetzes mit über 100 NO<sub>2</sub>-Passivsammlern erlaubt differenzierte Aussagen über die Belastungssituation in der Ostschweiz. Passivsammler können mit einem einfachen Wetterschutz aufgehängt werden (Foto unten). Sie nehmen ohne technischen Aufwand NO<sub>2</sub> aus der Luft auf und binden es chemisch. Mittels Laboranalysen kann später die NO<sub>2</sub>-Belastung über die Messperiode bestimmt werden.

Die Messungen der Passivsammler decken sich weitgehend mit den Ergebnissen der automatischen Messungen. Sie erlauben aber durch die grössere Zahl von Messpunkten detailliertere Aussagen.

### Verkehrs- und Siedlungsdichte entscheidend

Die Belastung steigt vor allem bei zunehmendem Verkehr, der Einfluss der Siedlungsdichte ist etwas schwächer. Die höchsten Belastungen finden sich an stark befahrenen Strassen innerhalb des Siedlungsgebietes. Davon sind nicht nur die Städte, sondern auch einzelne Dörfer betroffen. Die geografische Verteilung der Messstandorte und die NO<sub>2</sub>-Belastung der einzelnen Messstandorte sind in der nebenstehenden Karte für die Periode 2007 bis 2009 dargestellt.

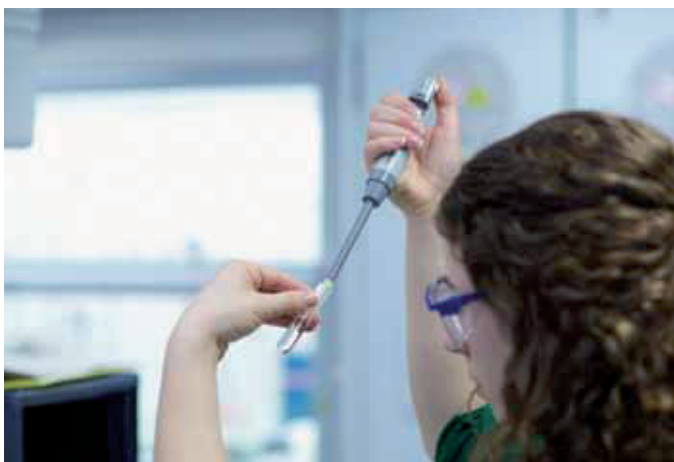
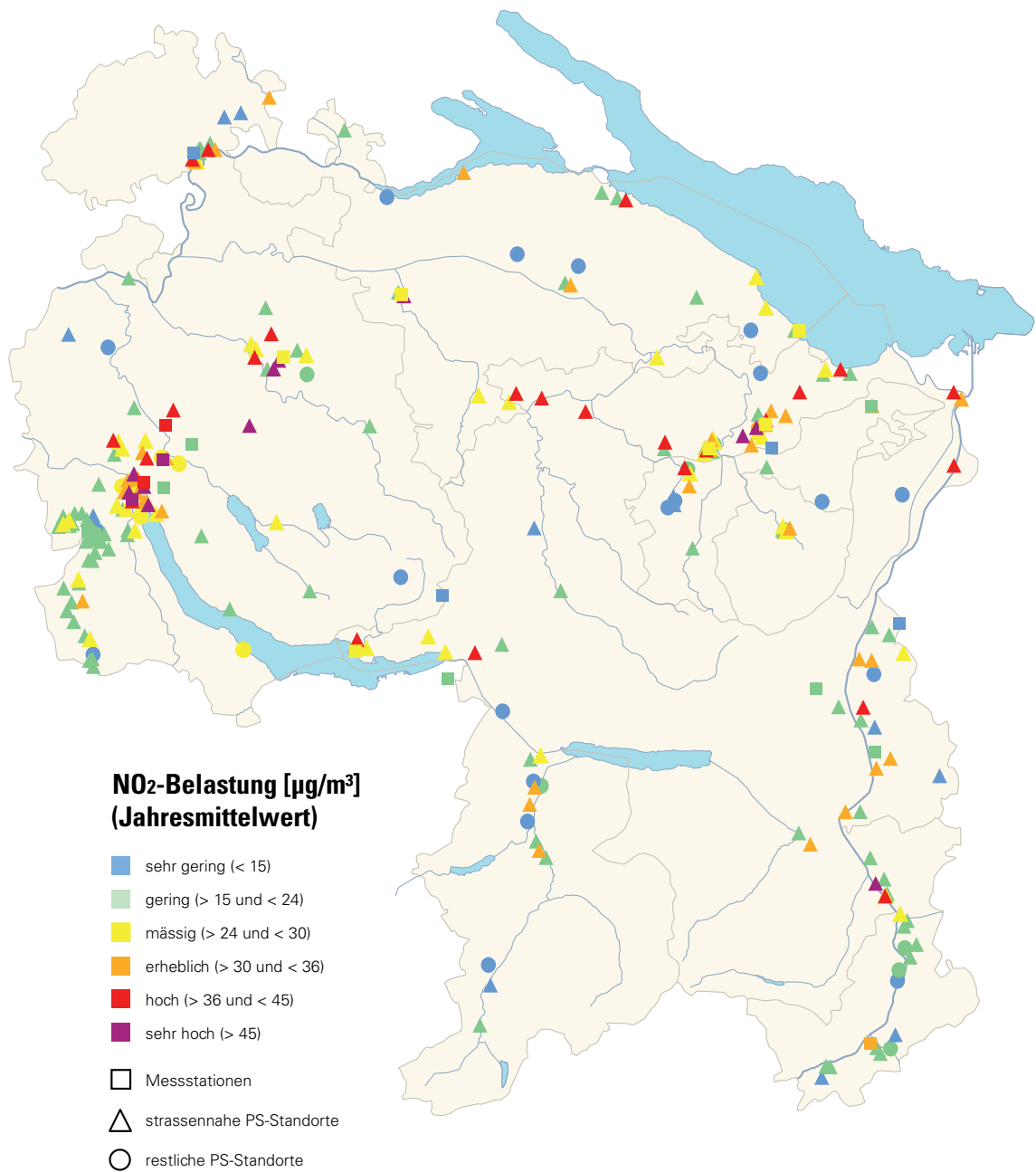
Die Hintergrundbelastungen (= Standorte ohne direkten Verkehrseinfluss) unterscheiden sich je nach Siedlungsdichte und Höhenlage deutlich. Während der Jahresdurchschnitt auf dem Land über 700 m ü.M. bei ca. 9 µg/m<sup>3</sup> liegt, ist er in der Stadt Zürich rund dreimal höher und damit im Bereich des Grenzwertes von 30 µg/m<sup>3</sup>.

### Grenzwertbeurteilung übertragbar

Aufgrund der Messungen kann die Wahrscheinlichkeit von Überschreitungen des Jahresmittel-Grenzwertes für die verschiedenen Standortklassen abgeschätzt werden. Damit lässt sich die ungefähre NO<sub>2</sub>-Belastung eines beliebigen Standortes ableiten:

- Entlang von Hochleistungsstrassen und Hauptverkehrsachsen in der Stadt Zürich sowie entlang Hochleistungsstrassen in städtischen Siedlungen wird der NO<sub>2</sub>-Jahresmittel-Grenzwert überschritten.
- Vielbefahrene Hauptstrassen in den Städten und Dörfern führen häufig zu Grenzwertüberschreitungen.
- In der Stadt Zürich ist auch in den verkehrsfreien Wohnlagen oder entlang von Quartierstrassen mit Grenzwertüberschreitungen zu rechnen.
- In verkehrssarmen Quartieren in Dörfern und Städten sowie an Hauptstrassen ausserhalb von Siedlungen wird der NO<sub>2</sub>-Grenzwert eingehalten.
- In verkehrssarmen Quartieren in den Dörfern und Städten sowie auch an Hauptstrassen ausserhalb der Siedlungen wird der NO<sub>2</sub>-Grenzwert eingehalten.





Übersichtskarte des OSTLUFT-Gebietes mit NO<sub>2</sub>-Passivsammlerstandorten und Messstationen. Die Passivsammler werden während 14 Tagen exponiert. Anschliessend wird die NO<sub>2</sub>-Konzentration im Labor des UGZ der Stadt Zürich analysiert.

## Feinstaub PM10

Feinstaub PM10 sind Partikel von höchstens 10 Mikrometer ( $\mu\text{m}$ ) Durchmesser. Es handelt sich um ein komplexes Gemisch von festen und flüssigen Teilchen mit unterschiedlicher Herkunft, Zusammensetzung und Wirkung. Gewisse Feinstaubbestandteile werden direkt als Partikel ausgestossen (z.B. Russ), andere bilden sich erst in der Luft aus gasförmigen Vorläufersubstanzen. Feinstaub PM10 kann gesundheitliche Auswirkungen haben. Zahlreiche Studien belegen den Zusammenhang zwischen der Feinstaubbelastung und Atemwegserkrankungen, Herz-/Kreislaufkrankheiten, Krebserkrankungen und Todesfällen.

### Hohe Jahresmittelwerte entlang der Hauptverkehrswege

Der Jahresmittel-Grenzwert von Feinstaub PM10 wurde vor allem an den stark verkehrsbelasteten städtisch geprägten Standorten überschritten. An den Stadtzürcher Strassenstandorten Zürich Schwamendingen und Stampfenbachstrasse wurden mit mehr als  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  die höchsten Werte im OSTLUFT-Gebiet gemessen. An weniger stark verkehrsgeprägten städtischen Standorten lagen die Jahresmittelwerte im Bereich des Grenzwertes von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . In den ländlichen Gebieten und besonders in Höhenlagen ist die Feinstaub-Jahresbelastung am geringsten.

### Grossflächige Feinstaubbelastung unter dem Hochnebel

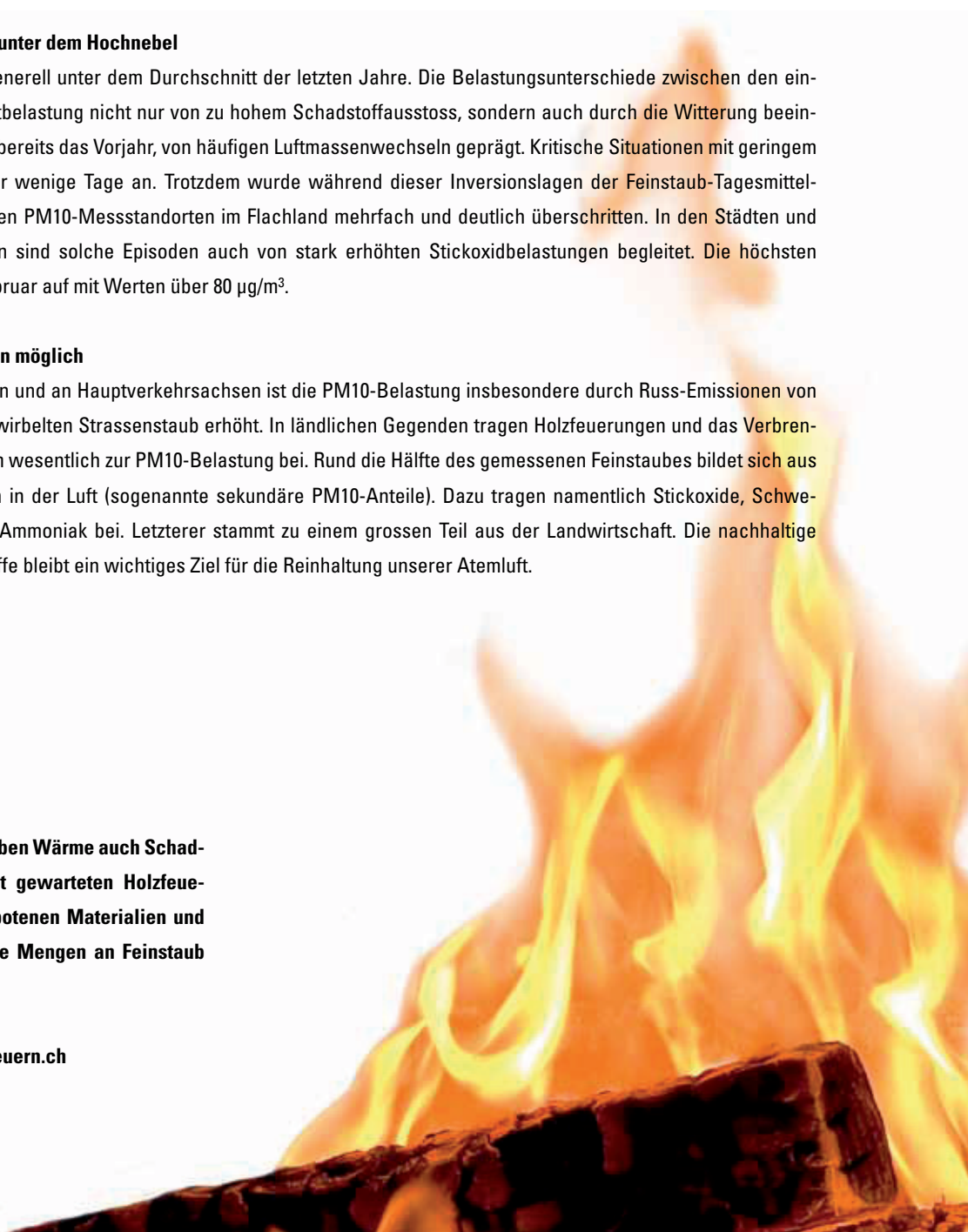
Die Feinstaubbelastung lag 2009 generell unter dem Durchschnitt der letzten Jahre. Die Belastungsunterschiede zwischen den einzelnen Jahren zeigen, dass die Luftbelastung nicht nur von zu hohem Schadstoffausstoss, sondern auch durch die Witterung beeinflusst wird. Das Jahr 2009 war, wie bereits das Vorjahr, von häufigen Luftmassenwechselln geprägt. Kritische Situationen mit geringem Luftaustausch dauerten jeweils nur wenige Tage an. Trotzdem wurde während dieser Inversionslagen der Feinstaub-Tagesmittel-Grenzwert von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an fast allen PM10-Messstandorten im Flachland mehrfach und deutlich überschritten. In den Städten und an verkehrsexponierten Standorten sind solche Episoden auch von stark erhöhten Stickoxidbelastungen begleitet. Die höchsten Feinstaubbelastungen traten im Februar auf mit Werten über  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### Vielfältige Minderungsmassnahmen möglich

An verkehrsreichen Stadtstandorten und an Hauptverkehrsachsen ist die PM10-Belastung insbesondere durch Russ-Emissionen von Dieselfahrzeugen und durch aufgewirbelten Strassenstaub erhöht. In ländlichen Gegenden tragen Holzfeuerungen und das Verbrennen von Grüngut und Schlagabraum wesentlich zur PM10-Belastung bei. Rund die Hälfte des gemessenen Feinstaubes bildet sich aus gasförmigen Vorläuferschadstoffen in der Luft (sogenannte sekundäre PM10-Anteile). Dazu tragen namentlich Stickoxide, Schwefeldioxid, Kohlenwasserstoffe und Ammoniak bei. Letzterer stammt zu einem grossen Teil aus der Landwirtschaft. Die nachhaltige Minderung aller Vorläuferschadstoffe bleibt ein wichtiges Ziel für die Reinhaltung unserer Atemluft.

**Wenn Holz verbrennt, entstehen neben Wärme auch Schadstoffe. Beim Betrieb von schlecht gewarteten Holzfeuerungen, beim Verbrennen von verbotenen Materialien und zu feuchtem Holz entstehen grosse Mengen an Feinstaub und anderen Luftschadstoffen.**

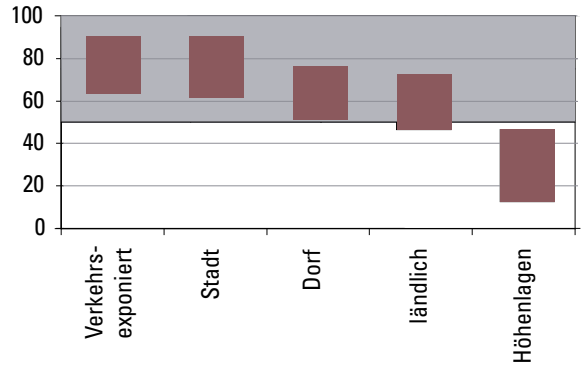
Weitere Informationen: [www.fairfeuern.ch](http://www.fairfeuern.ch)





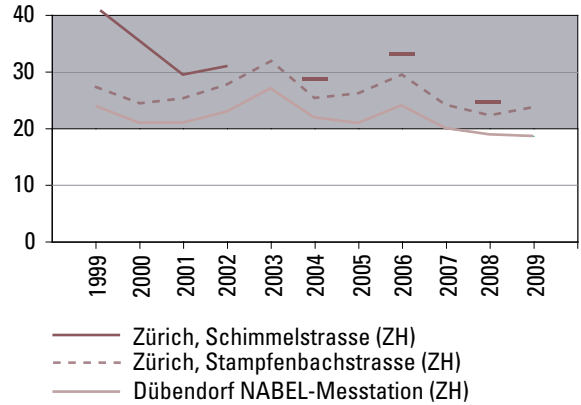
Mit Ausnahme der Höhenstandorte (über 700 m ü.M.) wurde an allen Messstandorten der Feinstaub PM10-Tagesmittel-Grenzwert überschritten. Erhöhte Tagesmittel können auch in Dörfern und ländlichen Regionen auftreten. Die Quellen des Feinstaubs sind dann die Holzfeuerungen und Grünabfallverbrennung im Freien.

**Bereiche der höchsten PM10-Tagesmittelwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]**



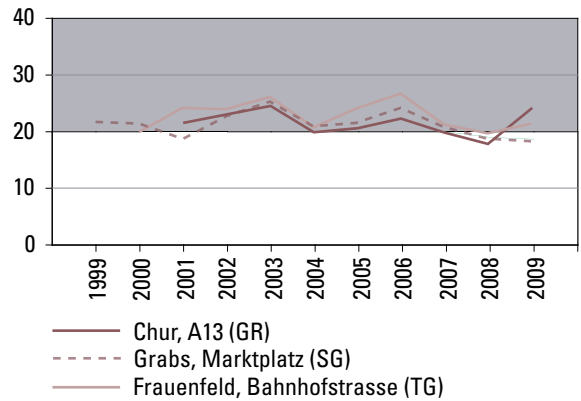
Das Feinstaub PM10-Belastungsniveau der verschiedenen Messstandorte im Grossraum Zürich unterscheidet sich deutlich. Die Jahresmittel schwanken witterungsbedingt von Jahr zu Jahr stark. Tendenziell ist eine Abnahme der Belastung zu erkennen. Besonders deutlich ist diese an der stark verkehrsbelasteten Station Schimmelstrasse.

**Entwicklung der PM10-Jahresmittelwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]  
Region Zürich**



Die Feinstaub PM10-Jahresmittelwerte ausserhalb des Grossraums Zürich unterscheiden sich wenig. Die Werte der meisten Standorte bewegen sich seit Messbeginn leicht über oder im Bereich des Jahresmittel-Grenzwertes von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Die höchsten Jahresmittel wurden 2003 und 2006 gemessen.

**Entwicklung der PM10-Jahresmittelwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]  
Region Ostschweiz**



# Ozon

Ozon bildet sich in der Luft aus anderen Schadstoffen, besonders aus Stickoxiden und flüchtigen organischen Verbindungen. Diese chemischen Prozesse werden durch intensive Sonneneinstrahlung, hohe Lufttemperaturen und windstille Wetterlagen gefördert. Ozon reagiert auch mit anderen Luftschadstoffen und wird dabei teilweise abgebaut. Die vielfältigen Prozesse wirken sich auf die räumlichen Muster der Ozonbelastung aus. Die höchsten Ozonbelastungen treten häufig an den Randbereichen der grossen Siedlungsgebiete auf. Langanhaltende Ozonbelastungen werden zudem in den erhöhten Lagen festgestellt. In der unmittelbaren Nähe von Verkehrsachsen führt die Ozonzehrung während den Verkehrsspitzen am Morgen und Abend zu relativ tiefen Ozonkonzentrationen. Ozon beeinträchtigt vor allem die Atemwege und die Lungenfunktion und kann zu Augenbrennen und Reizungen der Schleimhäute führen.

## Flächendeckende Grenzwert-Überschreitungen

Die Ozonbelastung 2009 war im Vergleich zu den letzten zehn Jahren unterdurchschnittlich. Trotzdem wurden die Grenzwerte an allen Messstationen von OSTLUFT häufig und andauernd überschritten.

## Jahresmaxima im August

Die höchsten Stundenmittelwerte wurden im August im Raum Winterthur – Thurgau – Bodensee sowie im Rheintal (Station Grabs) erreicht. Diese Standorte weisen 2009 höhere Maximalwerte auf als in den beiden Vorjahren. An den anderen Stationen waren die Maximalwerte tiefer als 2007 und 2008. Der höchste Stundenmittelwert von  $190 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurde an der ländlich gelegenen Station Weerswilen (TG) gemessen. Während der potentiell höchsten Sonneneinstrahlung im Juni und Juli sorgten hingegen häufige Frontdurchgänge und Gewitter sowie hohe Luftfeuchtigkeit mit entsprechend trüber Atmosphäre dafür, dass sich keine lang anhaltende Ozonbelastung aufbauen konnte.

## Häufigkeit der Grenzwertüberschreitungen

Mit rund 290 Stunden wurde der Stundenmittel-Grenzwert von  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an den Höhenstandorten St.Gallen Stuelegg (1010 m ü.M.) und Höhenklinik Wald/ZH (910 m ü.M.) am häufigsten überschritten. Generell traten weniger Stunden mit Grenzwertüberschreitungen auf als in den Vorjahren. Sie verteilten sich aber auf mehr Tage. Nachts baute sich im Sommer 2009 das Ozon rasch wieder ab, so dass am folgenden Vormittag ein allfälliger Wiederanstieg auf relativ tiefem Niveau startete.

## Handlungsbedarf: Vorläuferschadstoffe senken

Obwohl die Ozonbelastung im Sommer 2009 eher unterdurchschnittlich war, kann nicht von einer nachhaltigen Verbesserung gesprochen werden. Die Messergebnisse schwanken im Bereich der Vorjahre. Um die Ozonbelastung langfristig zu senken, ist es wichtig, die Emission der Vorläuferschadstoffe deutlich zu verringern. Dadurch kann auch die durch aggressive Reizgase verursachte Zusatzbelastung von Atemwegen und Kreislauf im Sommer vermindert werden.



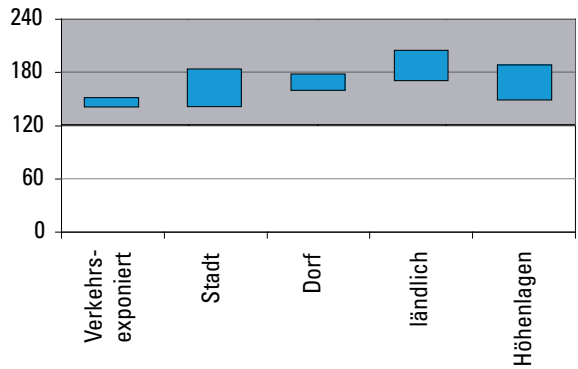
Der Ozon-Stundenmittel-Grenzwert wird an allen Messstandorten in der Ostschweiz überschritten. Die höchsten Ozonbelastungen treten häufig an den Randbereichen der grossen Siedlungsgebiete auf. Langanhaltende Ozonbelastungen werden zudem in den erhöhten Lagen festgestellt.

Die grösste Zahl von Überschreitungen des Ozon-Stundenmittel-Grenzwertes wird an den Höhenlagen ausserhalb des Siedlungsgebietes gemessen. Die Ozonzehrung durch frische Abgase führt zu den geringeren Überschreitungshäufigkeiten an den verkehrsexponierten Standorten.

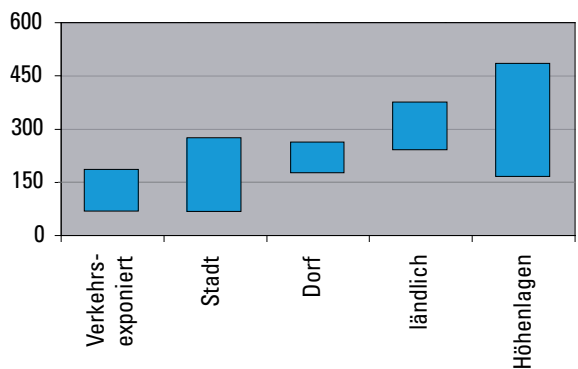
Die Ozonbelastung schwankt witterungsbedingt von Jahr zu Jahr stark. Die Belastung in den letzten drei Jahren war, wegen der wechselhaften Witterung und der Reduktion der Vorläufersubstanzen, unterdurchschnittlich. Bemerkung: Messstandort St.Gallen bis 2000 Volksbadstrasse, ab 2001 Rorschacher Strasse.

Die Ozonbelastung ist grossräumig. Ozon bildet sich in der Luft aus anderen Schadstoffen, besonders aus Stickoxiden und flüchtigen organischen Verbindungen. Diese chemischen Prozesse werden durch intensive Sonneneinstrahlung, hohe Lufttemperaturen und windstille Wetterlagen gefördert.

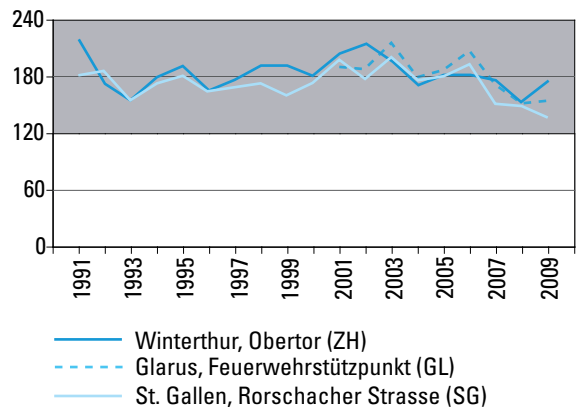
Bereiche der höchsten Ozon-Stundenmittelwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]



Bereiche der Überschreitungshäufigkeit des Stundenmittel-Grenzwertes von  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [Stunden]



Höchste Ozonstundenmittelwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]



## Ammoniak NH<sub>3</sub>



Ammoniak trägt einerseits zur Feinstaubbildung, andererseits massgeblich zur Versauerung von Böden und zur Überdüngung naturnaher Ökosysteme durch übermässigen Stickstoffeintrag bei. Reduzierter Stickstoff in Form von Ammoniak und seinen Ammonium-Salzen bildet den Hauptbestandteil der Stickstoffdepositionen aus der Luft. Er stammt hauptsächlich von Ausscheidungen der Nutztiere. Je ausgeprägter die landwirtschaftliche Bewirtschaftung, umso bedeutender wird deren Beitrag an der Gesamtbelastung.

Seit 2000 verfolgt OSTLUFT den Verlauf der Ammoniakkonzentrationen an unterschiedlich belasteten Standorten in der Ostschweiz. Die Messergebnisse liefern eine Übersicht der Belastung und dienen längerfristig der Erfolgskontrolle von ergriffenen bzw. geplanten Minderungsmaßnahmen. Zurzeit werden durch die Kantone zusätzliche Ammoniak-Messstellen eingerichtet, um die Auswirkungen der verschiedenen Massnahmen des «Ressourcenprogrammes Ammoniak» zu erfassen.

### **Unveränderte Belastung auf unterschiedlichem Niveau**

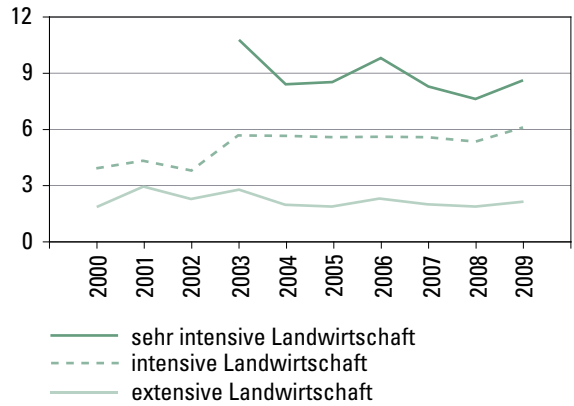
Die Ammoniakbelastung ist stark abhängig von der Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung respektive der Nutztierdichte. Die Ammoniakbelastungen innerhalb der verschiedenen Belastungsgruppen zeigen keinen sichtbaren Trend, sondern schwanken über die letzten sechs respektive zehn Jahre auf gleichbleibendem Niveau. Ebenfalls relativ hohe Ammoniak-Jahresmittelwerte wurden an verkehrsnahen Standorten im innerstädtischen Bereich gefunden. Die ganzjährig erhöhte Belastung ist unter anderem auf die Emissionen von benzinbetriebenen Personen- und Lieferwagen mit Katalysatoren zurück zu führen.

Eine grossräumige Abnahme der Ammoniakkonzentrationen ist erst zu erwarten, wenn die geplanten Massnahmen zur Minderung der Ammoniakverluste im Bereich der Landwirtschaft greifen. Durch den Einsatz einer emissionsarmen Gülle-Ausbringtechnik (Schleppschlauchverteiler) kann die Ammoniakbelastung im Jahresdurchschnitt und bezüglich saisonaler Spitzenwerte deutlich gesenkt werden. Am Standort Hinwil Bachtel (ZH) konnte der Einfluss der Ausbringtechnik auf die Ammoniakverluste in den Sommermonaten aufgezeigt werden (nebenstehende Abbildung).



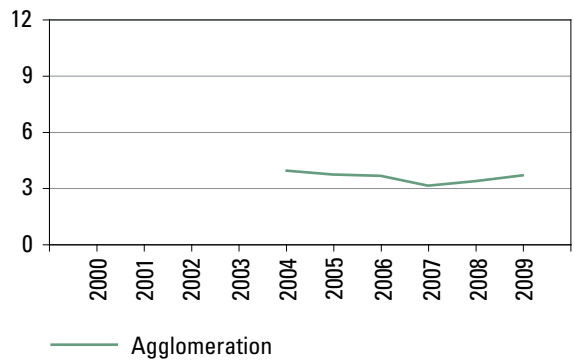
Die Entwicklungen der Ammoniakbelastung an ausgewählten Standorttypen in der Ostschweiz zeigen in den letzten 10 Jahren keinen Trend. Für den beobachteten Sprung bei der Belastungsgruppe «intensive Landwirtschaft» gibt es keine abschliessende Erklärung.

Ammoniak (NH<sub>3</sub>)-Jahresmittelwerte [µg/m<sup>3</sup>]



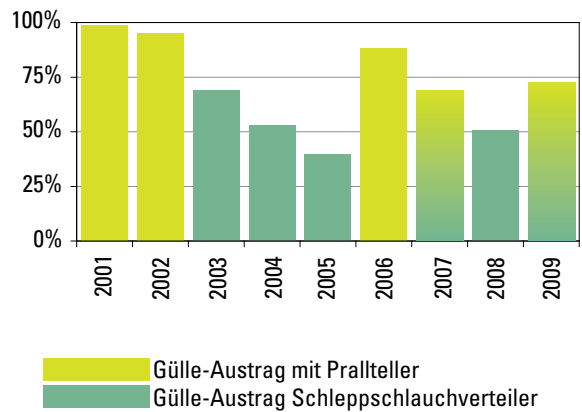
Die Ammoniakbelastung am Siedlungsstandort hat sich in den 6 Messjahren kaum verändert. Quellen für Ammoniak sind hier unter anderem die häuslichen Abwasser und Benzinfahrzeuge mit Katalysator.

Ammoniak (NH<sub>3</sub>)-Jahresmittelwerte [µg/m<sup>3</sup>]



Durch den Einsatz eines Schleppschlauchverteilers in den Jahren 2003-2005, 2008 und 2009 lag die Ammoniakbelastung am Bachtel in Hinwil (ZH) deutlich unter dem Vergleichsstandort Root (LU, 100%). In Root wurde die Gülle während der ganzen Zeit mittels Prallteller ausgebracht. Dargestellt sind die Mittelwerte Juni – August. 2007 war am Bachtel ein Mischjahr mit Schleppschlauch und Prallteller.

Verhältnis der Ammoniakbelastung von zwei vergleichbaren Standorten und Einfluss der Ausbringetechnik



# Übersicht Schadstoffparameter

2009									Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )				Stickoxid (NO <sub>x</sub> )	
			Koordinaten		m ü. M.	Strasseneinfluss	Siedlungseinfluss	Zentralität	Hang oder Tallage	Jahresmittel [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	95-Perzentil des Jahres [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	höchster Tagesmittelwert [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Überschreitungen [Tage]	Jahresmittel [ppb]
Opfikon	Balsberg	ZH	685'350	254'830	430					42	85	113	3	47
Zürich	Schwamendingen	ZH	685'100	251'305	430					50	95	105	9	59
Chur	A13	GR	757'725	191'375	565					33	72	81	1	36
Frauenfeld	Bahnhofstrasse	TG	709'556	268'278	403					25	54	74	0	24
Rapperswil-Jona	Tüchelweier	SG	704'855	231'660	412					28	62	88	1	23
St.Gallen	Rorschacher Strasse	SG	746'950	254'950	660					30	73	88	3	25
Arbon	Stadthaus	TG	750'400	264'540	400					25	56	69	0	19
Vaduz	Austrasse	FL	758'191	221'295	459					23	57	85	2	21
Zürich	Kaserne NABEL *	ZH	682'450	247'965	410					33	70	93	4	—
Zürich	Stampfenbachstrasse	ZH	683'145	249'020	445					37	76	93	3	36
Chur	Kantonsspital	GR	760'280	192'390	655					14	—	—	—	—
Chur	RhB Verwaltung *	GR	759'655	191'095	595					22	52	72	0	—
Dübendorf	NABEL *	ZH	688'650	250'850	432					28	66	99	2	—
Konstanz	Wallgutstrasse *	D	729'990	280'750	399					21	50	64	0	16
Winterthur	Obertor	ZH	697'435	261'855	448					28	61	90	1	25
Glarus	Feuerwehrstützpunkt	GL	723'400	212'270	488					19	—	—	—	—
Grabs	Marktplatz	SG	752'150	227'830	475					18	49	70	0	13
Tänikon	NABEL *	TH	710'500	259'795	538					15	39	70	0	—
Wald	Höhenklinik	ZH	713'770	237'370	910					8	21	42	0	5
Zürich	Heubeebibüel *	ZH	685'125	248'460	610					20	53	88	2	14
Neuhausen a.Rhf.	Galgenbuck	SH	688'240	282'800	490					14	39	65	0	10
Lägern	NABEL *	AG	669'800	259'031	689					12	32	44	0	—
St.Gallen	Stuelegg	SG	747'600	252'530	920					9	24	48	0	6
Weerswilen	Weerstein	TG	727'740	271'190	630					10	—	—	—	—
<b>Spezialstandorte</b>														
Kloten	Flughafen Landside *	ZH	685'175	256'475	465					32	73	96	1	—
Kloten	Flughafen Airside *	ZH	685'175	256'475	465					27	68	75	0	—
Kloten	Flughafen Terminal A *	ZH	684'300	256'500	440					37	79	107	3	—
Wettswil	Weierächer *	ZH	678'078	243'686	550					19	51	67	0	12
Wettswil	Filderen *	ZH	677'329	243'853	528					20	52	64	0	15
* Drittnetz	Grenzwert									30	100	80	1	—



		Feinstaub			Russ	Ozon					
		Jahresmittel [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	höchster TMW [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Überschreitungen [Tage]	Jahresmittel [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	max. Stundenmittelwert [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Anz. Std. mit Überschreitung des Kurzzeitgrenzw. von $120\mu\text{g}/\text{m}^3$	Überschreitungen [Tage]	max. 98-Perz. eines Monatses [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Überschreitungen [Monate]	Mittel über Vegetationszeit [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Opfikon	Balsberg	22	83	12	2.18	132	21	11	118	5	65
Zürich	Schwamendingen	25	90	16	2.80	133	14	5	119	3	57
Chur	A13	24	65	7	1.43	138	55	17	123	5	75
Frauenfeld	Bahnhofstrasse	21	74	7	1.39	179	52	20	122	5	73
Rapperswil-Jona	Tüchelweier	19	61	10	1.32	165	103	29	134	5	75
St.Gallen	Rorschacher Strasse	19	63	7	1.11	137	146	30	128	5	75
Arbon	Stadthaus	19	63	10	1.13	152	135	39	136	5	80
Vaduz	Austrasse	20	76	11	1.26	158	178	41	131	6	77
Zürich	Kaserne NABEL *	20	64	11	—	165	160	39	141	6	—
Zürich	Stampfenbachstrasse	24	81	12	1.48	143	51	19	133	5	73
Chur	Kantonsspital	—	—	—	—	140	124	28	128	6	83
Chur	RhB Verwaltung *	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Dübendorf	NABEL *	19	63	10	—	165	221	50	151	6	—
Konstanz	Wallgutstrasse *	20	61	10	—	166	141	40	135	6	79
Winterthur	Obertor	20	89	12	1.31	175	159	41	141	6	81
Glarus	Feuerwehrstützpunkt	18	66	7	—	155	138	38	130	5	80
Grabs	Marktplatz	18	76	10	1.26	173	202	48	133	6	83
Tänikon	NABEL *	17	72	6	—	202	205	51	143	6	—
Wald	Höhenklinik	13	46	0	0.40	164	292	46	147	7	83
Zürich	Heubereibüel *	—	—	—	—	165	242	46	145	6	82
Neuhausen a.Rhf.	Galgenbuck	16	51	1	—	168	153	40	135	6	83
Lägern	NABEL *	—	—	—	—	184	353	54	161	6	—
St.Gallen	Stuelegg	—	—	—	—	164	288	43	137	7	79
Weerswilen	Weerstein	—	—	—	—	190	249	47	139	6	85
<b>Spezialstandorte</b>											
Kloten	Flughafen Landside *	—	—	—	—	142	46	16	125	5	59
Kloten	Flughafen Airside *	—	—	—	—	144	44	16	126	5	58
Kloten	Flughafen Terminal A *	22	76	6	—	165	107	36	130	5	56
Wettswil	Weierächer *	20	61	6	—	155	228	45	139	6	84
Wettswil	Filderen *	19	71	4	—	—	—	—	—	—	—
<b>Grenzwert</b>		<b>20</b>	<b>50</b>	<b>1</b>	<b>—</b>	<b>120</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>60 (WHO)</b>



Im OSTLUFT-Gebiet wird die Luftbelastung an 29 typischen Standorten in den Städten und auf dem Land gemessen. Messstandorte von links nach rechts: Stuelegg (St. Gallen), Schimmelstrasse (Stadt Zürich) und Heiden (Appenzell Ausserrhodon).

## Russbelastung in der Aussenluft

Kontaktperson: Peter Maly, Schaffhausen, 052 632 75 36

Russ ist ein Bestandteil des Feinstaubes. Er besteht aus ultrafeinen kohlenstoffhaltigen Primärpartikeln, welche bei unvollständigen Verbrennungsprozessen in die Luft gelangen. Russpartikel werden aus Dieselmotoren ohne wirksame Partikelfilter von Nutzfahrzeugen, Personenwagen, Traktoren und Baumaschinen ausgestossen. Russ entsteht auch bei der unvollständigen Verbrennung von Feststoffen zum Beispiel in schlecht betriebenen Holzfeuerungen oder beim offenen Verbrennen von Wald- und Gartenabfällen.

Verschiedene toxikologische Studien zeigen, dass Russ Krebs erregend ist. In der Luftreinhalte-Verordnung LRV sind Dieselmotoren und weitere Verbindungen, die aus Verbrennungsprozessen stammen, wie zum Beispiel Benzoapyren (PAK) als Krebs erzeugend klassiert. Deshalb gibt es für Russ keinen Immissions-Grenzwert, denn auch geringe Konzentrationen sind bereits schädlich. Das Ziel ist die Reduktion der Russkonzentration auf ein Minimum.

Gemäss Abschätzungen der Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene EKL kann eine maximal tolerierbare Konzentration von 0.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  Russ im Jahresmittel als Orientierungswert gelten. Bei solchen Konzentrationen kann davon ausgegangen werden, dass für die Bevölkerung kein zusätzliches Gesundheitsrisiko durch Russ in der Aussenluft besteht. Dies ist jedoch kein Grenzwert und bei neuen Erkenntnissen kann der Orientierungswert ändern.

### Aktuelle Russbelastung

Der Russ-Anteil an der gesamten PM10-Konzentration liegt im Bereich von 3 bis 15 Gewichtsprozenten. Die höchsten Russ-Jahresmittelwerte von 2.18 bis 2.80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  wurden an den stark verkehrsbelasteten Standorten Zürich Schwamendingen und Opfikon Balsberg gemessen. In Siedlungsgebieten mit mässigem oder ohne Verkehr wurden Russkonzentrationen von 1.11 – 1.48  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  erreicht. Quellenferne Standorte wie Höhenklinik Wald/ZH erreichen im Jahresmittel Russkonzentrationen zwischen 0.40 und 0.72  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Der Russanteil am PM10 liegt für die meisten Standorte, vor allem für Siedlungsgebiete ohne starke Verkehrsbelastung, zwischen 5% und 8%. Dies gilt auch für den Standort Zürich Stampfenbachstrasse, der einen durchschnittlichen zentralen städtischen Standort in Zürich repräsentiert. Zürich Stampfenbachstrasse weist eine hohe PM10-Belastung mit Überschreitung des Jahresmittel-Grenzwertes auf. Der Russanteil am PM10 ist jedoch vergleichbar mit anderen, weniger stark belasteten Gebieten. Hingegen weisen die stark verkehrsbelasteten Standorte mit ebenfalls sehr hohen PM10-Werten einen deutlich höheren Russanteil von 10% -15% auf. Dies ist in Schwamendingen und Opfikon Balsberg erkennbar. Die autobahnbeeinflussten Standorte am Siedlungsrand wie Chur A13 sind einer durchschnittlichen Russbelastung vergleichbar mit den Siedlungsgebieten ausgesetzt. Standorte mit der geringsten Feinstaub-Belastung weisen auch einen tiefen Russanteil von unter 5% des gesamten Feinstaubes auf. Es sind dies vor allem ländliche und wenig verkehrsbeeinflusste Gebiete (z.B. Hemmental (SH) und Höhenklinik Wald/ZH).

Die Anzahl der Russpartikel ist also an strassennahen Standorten deutlich grösser als an quellenfernen. Anwohner von stark befahrenen Strassen sind permanent hohen Russ-Belastungen ausgesetzt. Jedoch ist die Russbelastung in allen untersuchten Gebieten deutlich höher als die angestrebte maximale Belastung von 0.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**Der Russ ist ein Bestandteil des Feinstaubes PM10. Bild oben: bestaubter PM10-Filter bei der Analyse im Labor. Mittleres Bild: vergrösserte Russpartikel (1 cm auf dem Bild entspricht 0.2  $\mu\text{m}$ , 1  $\mu\text{m} = 10^{-6}\text{m}$ ). Bild unten: Ansaugtopf für Feinstaub. Es gelangen nur Teilchen < 10  $\mu\text{m}$  auf den Filter.**



## Russmessmethoden in OSTLUFT

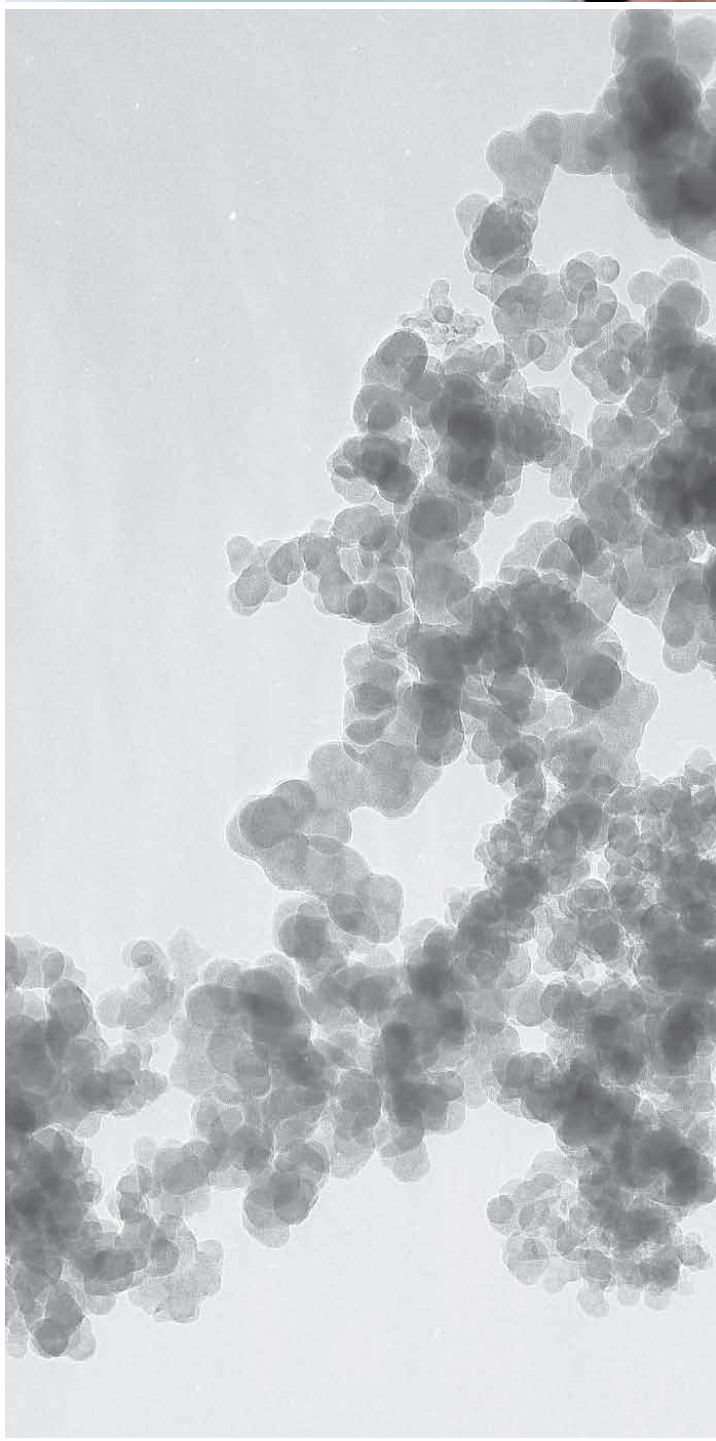
Als Grundlage für wirksame Massnahmen zur Senkung der Russkonzentration in der Aussenluft sind Immissionsmessungen an unterschiedlich belasteten Standorten nötig. OSTLUFT und die Stadt Zürich (UGZ) messen in der Stadt Zürich seit 2001 und in Vaduz seit 2004 die Russkonzentration mit kontinuierlichen Messgeräten (Betastaubmessern FH 62 I-R mit Russmesskopf) und an wechselnden Standorten mit MAAP-Geräten (Multi Angle Absorption Photometer). Seit 2007 werden die an den meisten OSTLUFT-Stationen zur Bestimmung der Feinstaub-PM10-Konzentration eingesetzten High Volume Sammler stichprobenmässig mit Quarzfaserfiltern zur Russanalyse bestückt. Somit lässt sich eine Aussage zur mittleren jährlichen Russ-Belastung im ganzen OSTLUFT-Gebiet machen.

### Standardisierung und neue Messmethoden

Die Daten der kontinuierlich messenden Geräte werden durch eine Reflexionsmessung der bestaubten Filter ermittelt. Auch die Quarzfaserfilter aus den High Volume Sammlern werden mittels Reflektometrie im Labor ausgemessen. Diese Ergebnisse werden durch Vergleichsmessungen von Quarzfiltern mit der TOT-Methode in  $EC_{TOT(EUSAAR2)}$  umgerechnet. Die TOT-Methode: (Thermo-optical Transmission) eignet sich – im Gegensatz zu den früher gebräuchlichen Analysemethoden Thermographie und Coulometrie – für alle Standorttypen.

Russbestimmungen waren bisher nicht nach einheitlichen Kriterien erfolgt. Die Daten verschiedener Regionen und unterschiedlicher Messsysteme konnten deshalb kaum miteinander verglichen werden. Inzwischen hat sich die thermooptische Methode TOT zur Bestimmung von elementarem Kohlenstoff (EC) als Konvention durchgesetzt. Seit 2009 wird die TOT-Methode nach EUSAAR2 auch durch die EMPA für das schweizerische NABEL-Messnetz eingesetzt. Ältere Messergebnisse können auf dieses Verfahren umgerechnet werden. Auch OSTLUFT verwendet für die Russmessungen neu diese Konvention. In diesem Jahresbericht und in künftigen OSTLUFT-Veröffentlichungen bezieht sich die Bezeichnung «Russ» immer auf  $EC_{TOT(EUSAAR2)}$ . Bei früher veröffentlichten Russdaten wurde die Russ-Konzentration überschätzt. Diese werden nun auf  $EC_{TOT(EUSAAR2)}$  umgerechnet. Deshalb können Angaben in älteren Publikationen von den aktuell publizierten Werten abweichen.

Details zu allen Russmessmethoden, zu den Vergleichsmessungen und Umrechnungen werden im Fachbericht «OSTLUFT-Russmessungen bis 2009. Technischer Bericht zu Russ-Immissionsmessungen und Umrechnungsverfahren auf EC gemäss EUSAAR2-Protokoll» (OSTLUFT, 2010) veröffentlicht.



## Russbelastung in der Aussenluft

### Entwicklung der Russkonzentration

Seit 2001 wird an den Stationen Zürich Stampfenbachstrasse sowie abwechselnd Zürich Schimmelstrasse und Zürich Schwamendingen kontinuierlich Russ gemessen, seit 2005 auch an der Station Vaduz Austrasse. Die Russkonzentration hat an diesen Standorten seit Beginn des Jahrzehnts etwas abgenommen.

### Wochengang widerspiegelt den Schwerverkehrseinfluss

Anhand des mittleren Wochengangs der Russkonzentration lässt sich der Einfluss des Schwerverkehrs auf den Dieselrussausstoss aufzeigen. Am stark verkehrsbelasteten Standort Zürich Schwamendingen zeigt die sehr hohe Russbelastung eine deutliche Abnahme an den Wochenenden mit dem Fahrverbot für Lastwagen. An den Stationen Zürich Stampfenbachstrasse und Vaduz Austrasse ist dieser Wochenendeeffekt weniger deutlich. Beide Standorte weisen weniger Schwerverkehr auf als Zürich Schwamendingen.

### Wirksame Massnahmen sind bekannt

Durch die Ausrüstung von allen Dieselmotoren mit Russpartikelfiltern könnte eine grosse Zahl der schädlichen Russpartikel eliminiert werden. Entsprechende gesetzliche Vorschriften bestehen in einzelne Bereichen (Baumaschinen, Personenwagen). Für andere Bereiche fehlen noch die notwendigen Vorschriften (z.B. Landwirtschaft, Schifffahrt).

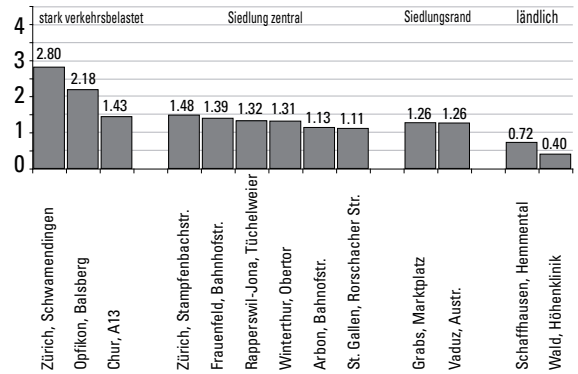
Die Beachtung der Regeln von «Fair Feuern» bei der Nutzung der Holzenergie sowie der Verzicht auf das Verbrennen von Schlagabfall und Gartenabraum im Freien hilft ebenfalls die Russemissionen zu vermindern.

**Bedeutende Quellen des Russes sind Dieselmotoren ohne Partikelfilter sowie unsachgemäss betriebene Holzfeuerungen und die Grünabfallverbrennung im Freien. Bild links: naturbelassenes Holz, rechts: Baumaschine mit Dieselpartikelfilter.**



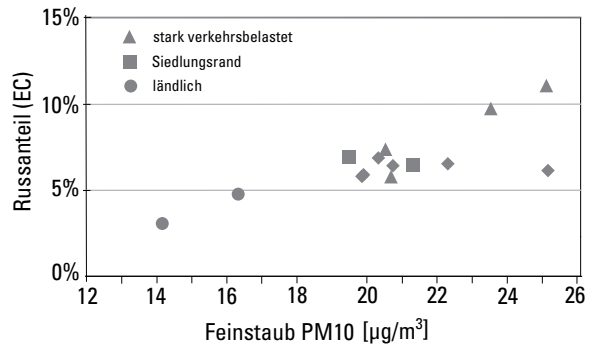
Die Russbelastung (EC) wird im Jahresdurchschnitt deutlich durch den Strassenverkehr geprägt. Die tiefsten Jahresmittelwerte werden an ländlichen Standorten gemessen.

Russ (EC): Jahresmittelwerte 2009 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]



Der Russanteil im Feinstaub PM10 steigt mit zunehmender Feinstaub-Belastung. Eine Ausnahme bildet Zürich Stampfenbachstrasse. Dort bewegt sich die Russbelastung im Bereich der anderen Siedlungszentren, trotz hoher PM10-Belastung.

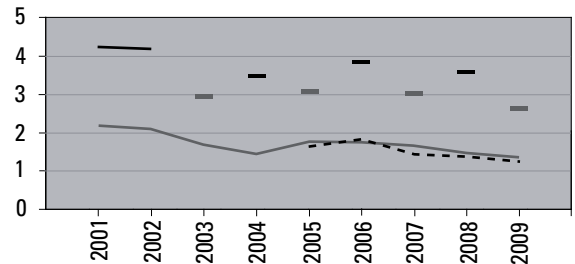
Anteil von Russ (EC) am Feinstaub PM10



Die Russbelastungen an den kontinuierlichen Messstationen sind seit Messbeginn leicht zurückgegangen. Die Umrechnung auf die neue Referenzmethode führt zu Abweichungen mit Daten aus älteren Publikationen.

Entwicklung der Russkonzentration in Strassennähe [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

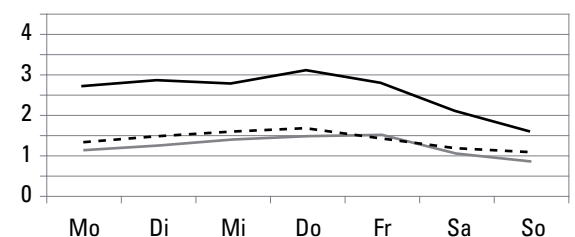
- Zürich, Stampfenbachstrasse (ZH)
- Zürich, Schwamendingen (ZH)
- - - Vaduz, Austrasse (FL)
- Zürich, Schimmelstrasse (ZH)



Der Rückgang der Russbelastung übers Wochenende ist an den durch Schwerverkehr stark belasteten Standorten Zürich Schwamendingen und Schimmelstrasse am ausgeprägtesten. Die Umrechnung auf die neue Referenzmethode führt zu Abweichungen mit Daten aus älteren Publikationen.

Mittlerer Wochengang der Russkonzentration 2009 EC [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

- - - Zürich, Stampfenbachstrasse (ZH)
- Zürich, Schwamendingen (ZH)
- Vaduz, Austrasse (FL)



# Messung der Motorfahrzeugemissionen im Gubristtunnel

Kontaktperson: Markus Meier, Zürich, 043 259 29 93

Seit 1990 werden im Autobahntunnel durch den Gubrist (Nordumfahrung Zürich) wiederholt umfangreiche Messprogramme für Luftschadstoffe durchgeführt. Damit lassen sich die Emissionsfaktoren vom Prüfstand auch unter realen Verkehrsbedingungen sowie deren zeitliche Entwicklung am Beispiel eines Autobahnabschnittes mit Tempo 100 km/h überprüfen. Die Messungen wurden zuerst durch das Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich (AWEL) durchgeführt. Seit 2002 zeichnet sich OSTLUFT für die Organisation und Durchführung verantwortlich.

## Messlabor im Autobahntunnel

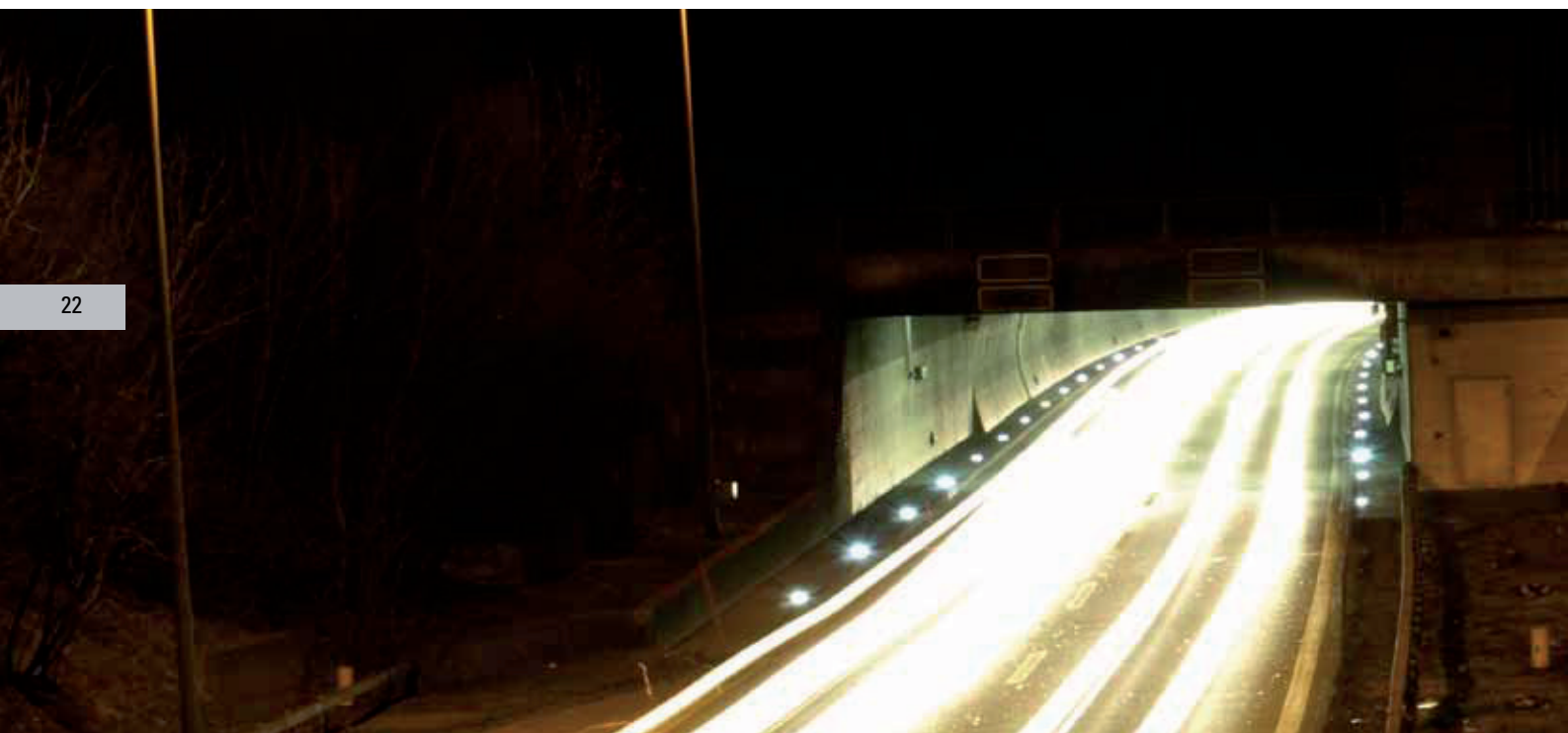
Die jüngsten Messungen erfolgten von April bis Juli 2008 wie bisher in der Richtung St. Gallen führenden Südröhre (Steigung 1.3 %) bei den Portalen Weiningen und Regensdorf. Die Auswertung erfolgte aus der Differenz der Messungen an den Standorten Regensdorf (Ausfahrtsportal) und Weiningen (Einfahrtsportal). Gemessen wurde neben anderen gasförmigen Schadstoffen Stickoxid (NO<sub>x</sub>), Kohlenmonoxid (CO) sowie Feinstaub PM10. Zudem wurde die Sichttrübung bestimmt. Der in PM10 enthaltene Kohlenstoffanteil wurde als elementarer Kohlenstoff (EC = Russ) und organischer Kohlenstoff (OC) ermittelt. Gleichzeitig zu den Luftmessungen wurden auch die Fahrzeuge im Tunnel erfasst. Für die Auswertung wurden kurze Fahrzeuge und lange Fahrzeuge unterschieden. Die kurzen Fahrzeuge (< 7 m) umfassen Personenwagen, leichte Nutzfahrzeuge und Motorräder. Zu den langen Fahrzeugen (> 7 m) gehören die schweren Nutzfahrzeuge und Reisebusse.

## Abgasminderungen zeigen positive Wirkung

Die Emissionen des Gesamtverkehrs im Gubristtunnel sind seit Beginn der Messungen im Jahr 1990 deutlich zurückgegangen. Die Emissionsfaktoren pro Fahrzeugkilometer wurden bei den Stickoxiden um den Faktor 4 vermindert. Der Kohlenstoffmonoxid-Ausstoss ist gleichzeitig um den Faktor 7 zurückgegangen.

## Zunahme der Dieselfahrzeuge sichtbar

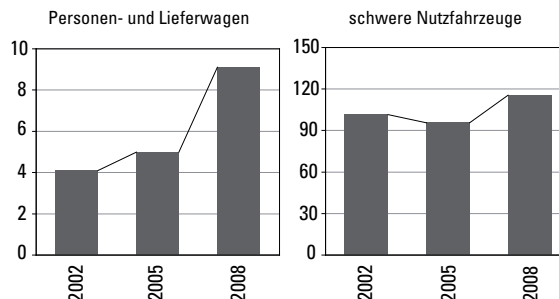
Seit den Messungen im Jahr 2002 wird der Russ in der Feinstaubfraktion PM10 analysiert. Die Ergebnisse zeigen innerhalb der letzten 6 Jahre eine Verdoppelung der Russ-Emission pro Fahrzeugkilometer in der Fahrzeuggruppe Personenwagen und Lieferwagen. Der Russausstoss von schweren Nutzfahrzeugen und Reisebussen ist um rund 15% angestiegen. Die Verdoppelung des Russausstosses bei den Personenwagen und Lieferwagen widerspiegelt die starke Zunahme der Dieselfahrzeuge in diesen Fahrzeugkategorien. Der Anteil der Dieselfahrzeuge bei den Personenwagen hat sich seit 2000 von 4% auf 16% vervierfacht, bei den Lieferwagen von 37% auf 67% fast verdoppelt. Dieser starke Trend besteht weiterhin. Entsprechend dem Bestand hat sich auch die Fahrleistung der Dieselfahrzeuge erhöht. Die Wirkung der Zunahme der Partikelfilter bei den Dieselfahrzeugen wird sich bei zukünftigen Messungen zeigen.





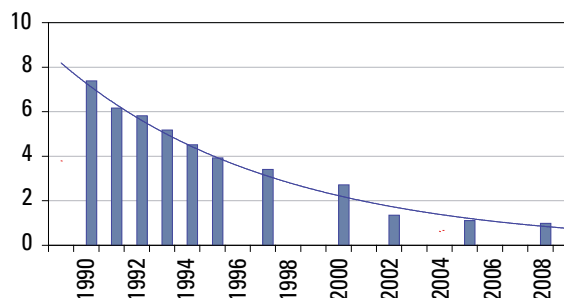
Die Russ-Emissionen pro Fahrzeugkilometer des Verkehrs im Gubristunnel haben sich bei den Personen- und Lieferwagen verdoppelt. Die Zunahme bei den schweren Nutzfahrzeugen hingegen ist nur schwach.

Emissionsfaktor Russ [mg/km • Fz]



Die Entwicklung der Emissionsfaktoren für einen Autobahnstrecke mit Tempo 100 und einer Steigung von 1.3% konnte mit Messungen im Gubristunnel bestimmt werden. Die mittleren Emissionsfaktoren pro Fahrzeug und Kilometer haben für die Stickoxide (NOx) seit 1990 deutlich abgenommen.

Emissionsfaktor NOx des Gesamtverkehrs [g/km • Fz]



Seit 1990 werden im Autobahntunnel durch den Gubrist (Nordumfahrung Zürich) wiederholt Luftschadstoffe gemessen und analysiert. Bild: Gubrist West-Portal in Weiningen, rechts steigende Südröhre Fahrtrichtung St. Gallen (rote Schlusslichter), links fallende Nordröhre Fahrtrichtung Bern (helles Scheinwerferlicht).



# Partikelzusammensetzung im Rheintal und in der Stadt Zürich

Kontaktperson: Peter Maly, Schaffhausen, 052 632 75 36

Feinstaub PM10 ist ein wildes Gemisch aus Feststoffen mit einem Durchmesser bis zu 10 Mikrometer. Insbesondere die kleinsten Partikel kommen in grosser Anzahl vor, tragen aber nur wenig zur Masse bei. Dazu gehören die Dieselabgase und Feinstaub aus Holzfeuerungen, die beide von hoher gesundheitlicher Relevanz sind. Durch die Bestimmung der Zusammensetzung des Feinstaubes können die Quellen und damit mögliche Minderungsmaßnahmen besser erkannt werden. Die Belastung der Luft mit Feinstaub PM1 und dessen Zusammensetzung können mit einem fahrenden Labor des Paul-Scherrer-Institutes (PSI) bestimmt werden. Feinstaub PM1 ist der Teil vom Feinstaub mit einem Durchmesser kleiner 1 Mikrometer. Im Raum OSTLUFT erfolgten Messfahrten des PSI im Rheintal sowie in der Stadt Zürich während winterlichen Inversionslagen.

## Grosse standortbedingte Unterschiede im Belastungsmuster

Die PM1-Belastung betrug je nach Standort zwischen  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Die Verteilung zwischen primärer und sekundärer Partikelmasse war sehr unterschiedlich und lag zwischen 20% und 60% Primäranteil. Der Anteil der sekundären Partikel, die sich erst in der Atmosphäre aus Vorläuferstoffen bilden, wird durch die grossräumige Emissionscharakteristik bestimmt und steigt mit anhaltender Dauer einer Belastungsphase.

## Lokale Emissionsquellen sichtbar

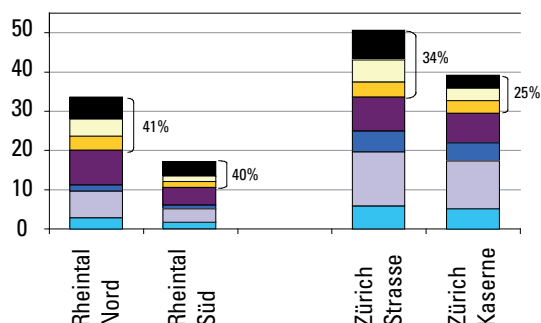
Die durchschnittlichen lokalen Beiträge im «St. Galler Rheintal» ergaben einen Partikelmassenanteil von 62% aus dem Verkehr und 13% aus der Verbrennung von Biomasse. Am «Funkensonntag», einem Tag mit traditionellen Brauchtumsfeuern, stieg der Massenanteil aus der Verbrennung von Biomasse in den aktiven Dörfern rund um das Doppelte an. Im Bündner Rheintal lagen die absoluten Konzentrationen tiefer als im St.Galler Rheintal und im Fürstentum. Der verkehrsbedingte Beitrag ergab einen Massenanteil von 68%, während die verbrannte Biomasse im Tal mit 12%, bzw. in der Stadt Chur mit 6% vertreten war. In der Stadt Zürich war der lokale Beitrag für PM1 mit 90% verkehrsbedingt. In der Nähe einer städtischen Siedlung mit kleineren Holzfeuerungen stieg der Masseanteil aus Biomasseverbrennung auf 40% an.

Bei hoher PM10-Belastung, wie sie während winterlichen Hochdrucklagen mit geringem Luftmassenaustausch verbreitet vorkommt, steigt die Hintergrundbelastung mit PM1 an und der Anteil sekundärer Partikelmasse nimmt zu. Primäre Partikel und gasförmige Stoffe, insbesondere  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{SO}_2$  sowie Kohlenwasserstoffverbindungen, werden in sekundäre Partikelmasse umgewandelt. Strassenverkehr und Biomasseverbrennung (Holzfeuerungen und offene Verbrennung) sind die bedeutendsten Quellen der primären PM1-Partikel. Zu den wichtigsten lokalen Quellen der sekundären PM1-Partikelbildung zählt neben dem Strassenverkehr und Biomasseverbrennung auch die landwirtschaftliche Tierhaltung.

**Die Feinstaubbelastung ist in den Städten (Beispiel Zürich) zeitweise hoch. Zusätzlich zu Industrie, Gewerbe und dem Verkehr belasten die Heizungen (vor allem Holzheizungen und Cheminées) die Luft. Die Luftschadstoffe bleiben während der kalten Jahreszeit im häufig auftretenden Kaltluftsee des Mittellandes gefangen.**

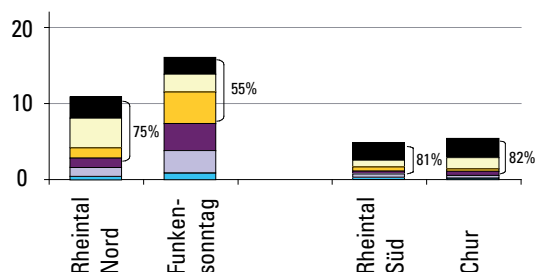
Zusammensetzung des Feinststaubes PM1 im Rheintal und in der Stadt Zürich als Massenkonzentration. Die Prozentangabe bezeichnet den Anteil der primären Partikelmasse. Dazu zählen Russ EC sowie die organischen Bestandteile aus Verkehr (OC Verkehr) und Biomasseverbrennung (OC Holz). Die Belastung ist abhängig von der Siedlungsstruktur und dem Verkehrsaufkommen.

Massenkonzentration der PM1-Inhaltsstoffe [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]



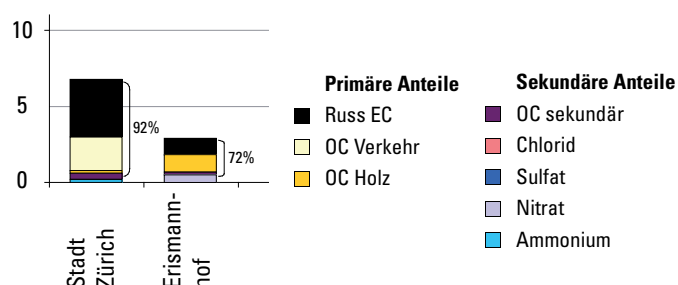
Zusammensetzung des lokalen Anteils am Feinststaub PM1 in verschiedenen Teilen des Rheintals und speziell auch während des Funkensonntags. Die Prozentangabe bezeichnet den Anteil der primären Partikelmasse. Dazu zählen Russ EC sowie die organischen Bestandteile aus Verkehr (OC Verkehr) und Biomasseverbrennung (OC Holz). An Tagen mit Brauchtumsfeuern dominieren die organischen Bestandteile aus der Biomasseverbrennung. In der Stadt Chur ist hingegen der Verkehrsanteil grösser als in seinem Umland.

Massenkonzentration des lokalen Beitrages an den PM1-Inhaltsstoffe [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]



Zusammensetzung des lokalen Anteils am Feinststaub PM1 als Mittel in der Stadt Zürich und in der Siedlung Erismannhof mit einem grossen Anteil an Holzfeuerungen. Die Prozentangabe bezeichnet den Anteil der primären Partikelmasse. Dazu zählen Russ EC sowie die organischen Bestandteile aus Verkehr (OC Verkehr) und Biomasseverbrennung (OC Holz). Im Erismannhof dominiert OC Holz, in der restlichen Stadt OC Verkehr und Russ.

Massenkonzentration des lokalen Beitrages an den PM1-Inhaltsstoffe [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]





# Immissionsmessungen St.Gallen West

Kontaktperson: Dominik Noger, St.Gallen, 058 229 21 09

Am Westrand von St.Gallen liegt ein Agglomerationsgebiet, das sich stark entwickelt: Wohn-, Industrie- und Gewerbegebiete rücken immer näher zusammen. Dies belastete zunehmend die Verkehrsinfrastruktur und verursachte hohe Luftbelastungen. Im Zusammenhang mit neuen Grossvorhaben sollte ein Direktanschluss an die Autobahn A1 die lokalen und regionalen Verkehrsflüsse trennen und so die Situation merklich verbessern. Mit dem Projekt „Immissionsmessungen St.Gallen West“ wurden die Auswirkungen von grossen Bauprojekten, vom Betrieb publikumsintensiver Anlagen und der neuen Verkehrsführung auf die Luftqualität untersucht.

## Vergleich von Prognosen, Massnahmen und Luftbelastung

Für Grossprojekte wie die AFG Arena werden im Bewilligungsverfahren auch die Umweltauswirkungen des Baus und des Betriebes untersucht und beurteilt (Umweltverträglichkeitsprüfung UVP). Darauf abgestützt werden allenfalls Auflagen formuliert, um die Umweltbelastungen zu begrenzen. Im Fall von St.Gallen West bezogen sich die Auflagen sowohl auf die Betriebsphase, als auch auf Massnahmen zur Begrenzung der Emissionen während der Bautätigkeiten. Ein wichtiges Instrument für die Beurteilung der Umwelteinwirkungen sind dabei auch Prognosen.

Mit den Messungen wurden neben der Erfassung der Luftbelastung vom Ausgangszustand über die Bauphasen bis zum Betriebszustand die Prognosen zur Entwicklung des Verkehrs und der Luftqualität überprüft. Gleichzeitig sollte auch die Wirkung der Massnahmen zur Begrenzung der Luftbelastung nachgewiesen werden.

Obwohl sich das Projekt nahe an den messtechnischen und statistischen Grenzen bewegte, konnten die Ziele insgesamt erreicht werden. Witterungseinflüsse und generelle Trends wurden durch Vergleiche mit weiteren Messreihen aus der Region eliminiert. Die Resultate zeigten, dass die im UVB prognostizierten Immissionen gut mit den tatsächlich gemessenen Werten übereinstimmten.

**Luftaufnahme der Baustelle St.Gallen West. Während der Bautätigkeiten wurden verschiedenste Massnahmen zur Begrenzung der Emissionen getroffen.**

**Foto: SZ Vermessung S. Zinndorf, Diepoldsau.**





### **Emissionsmindernde Massnahmen beim Bauen zahlen sich aus**

Die Ergebnisse zeigen, dass die Zusatzbelastungen während der Bauphase moderat blieben. Der deutlichste Anstieg wurde bei PM10 gemessen, wo die Immissionen während der Bautätigkeiten um rund 20 Prozent anstiegen. Die Ergebnisse werden so interpretiert, dass die emissionsmindernden Massnahmen wirksam und verhältnismässig waren.

### **Verkehrsentflechtung entlastete Quartiere**

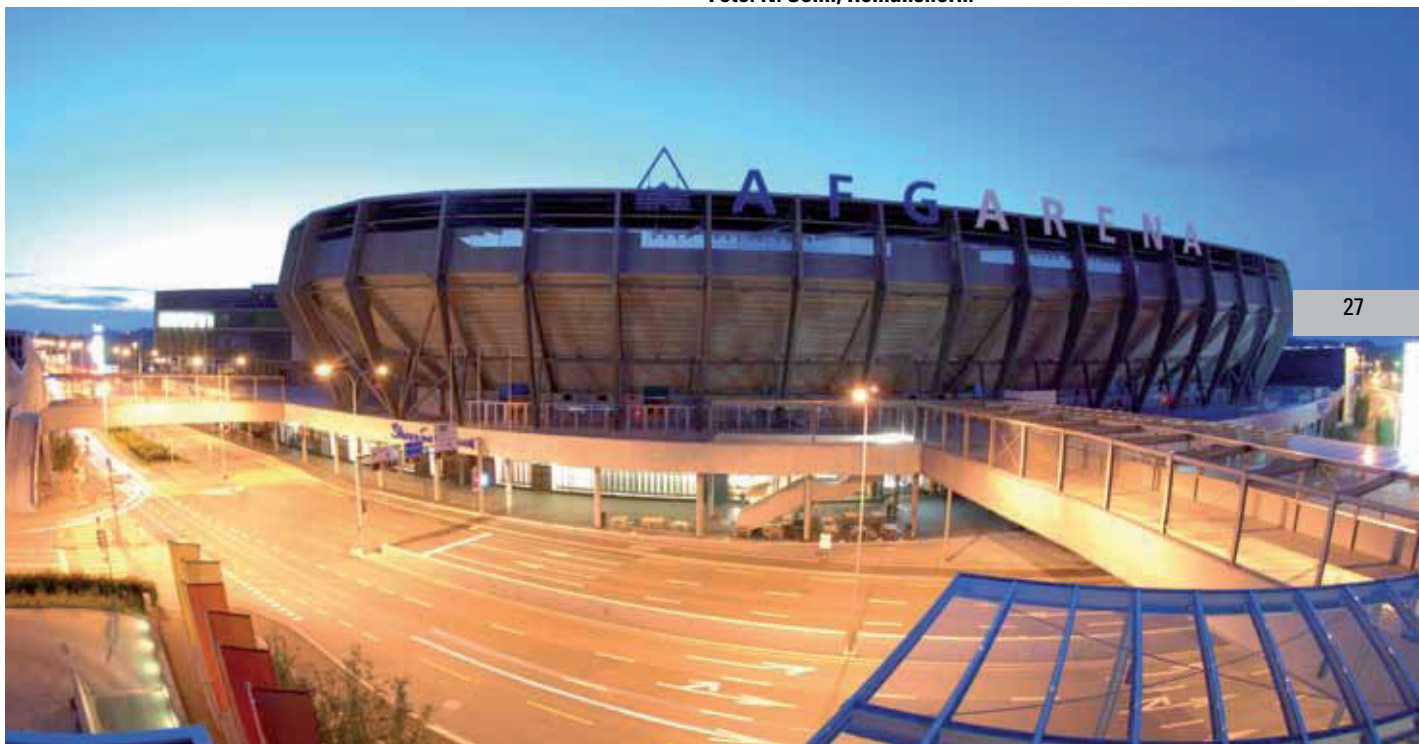
Insgesamt bewirken Stadion und Einkaufszentrum eine Zunahme der Fahrten im Gebiet St.Gallen West. Weil jedoch mehr Verkehr auf die Autobahn kanalisiert wird, nimmt die Verkehrsbelastung in den Wohnquartieren und Erholungsräumen erwartungsgemäss ab. Ein weiterer Beitrag zu diesem positiven Ergebnis ist auch die rege Nutzung des ausgebauten ÖV-Angebots; eine der Auflagen für die Betriebsphase. Zudem nimmt der Verkehr weniger zu als ursprünglich angenommen.

Auch nach Eröffnung der AFG-Arena bestätigt sich an den meisten Messstandorten eine leichte Abnahme der Schadstoffbelastungen. Zwar erzeugt die AFG-Arena zusätzlichen Verkehr, in den Wohn- und Erholungsgebieten überwiegen jedoch die Vorteile der verbesserten Verkehrsführung.

Für mehr Informationen sind der Projekt-Bericht und ein Faktenblatt unter [www.ostluft.ch](http://www.ostluft.ch) erhältlich.

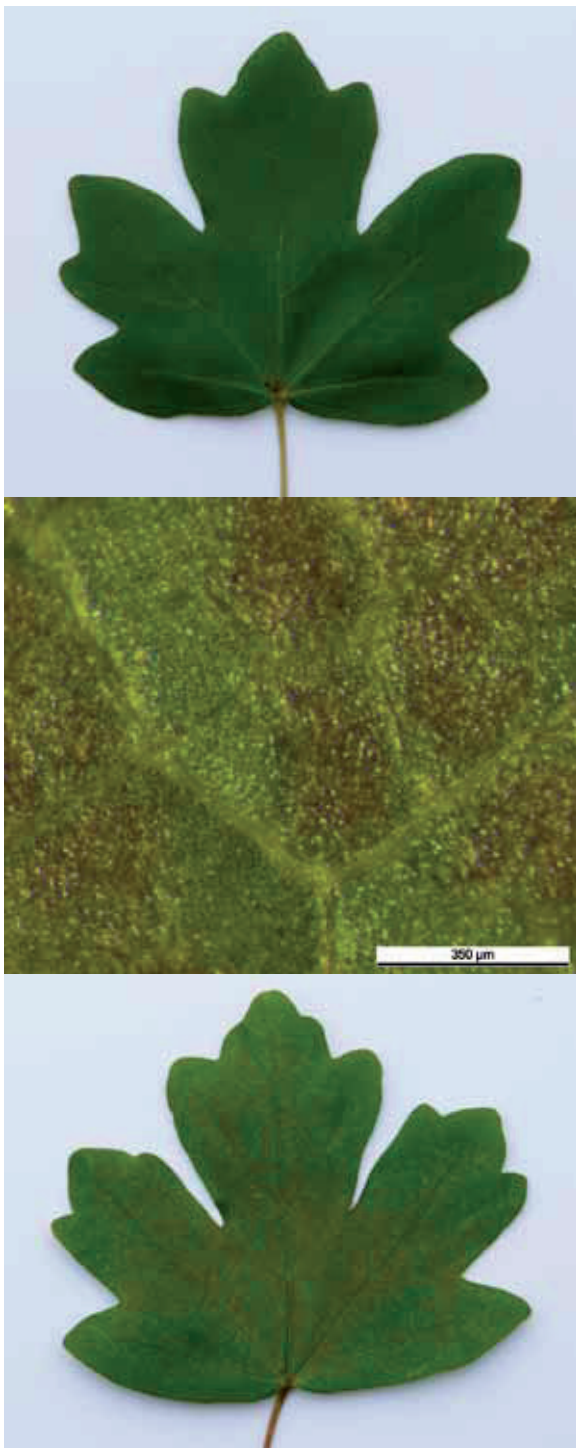
**Dank einer verbesserten Verkehrsführung und einem ausgebauten Angebot an öffentlichen Verkehrsmitteln hat die Luftbelastung im Gebiet St. West seit der Inbetriebnahme der AFG Arena etwas abgenommen.**

**Foto: N. Senn, Romanshorn.**



# Ozonschäden an Laubbäumen

Kontaktperson: Jakob Marti, Glarus, 055 646 64 60



Es ist bekannt, dass hohe Ozonkonzentrationen die menschliche Gesundheit beeinträchtigen. Ausserdem wirkt sich Ozon auf die Vegetation aus. Eine hohe Ozondosis, das heisst hohe Ozonbelastungen während längerer Zeit, können besonders Laubbäume, Sträucher und Kulturpflanzen schädigen und zu Ertragseinbussen führen.

In den beiden Sommern 2008 und 2009 untersuchte OSTLUFT die Wirkung von Ozon auf Laubbäume und Sträucher. Dabei wurden die Ozonschäden an den Blättern untersucht. In den Kantonen St.Gallen, Glarus und Zürich sowie im Fürstentum Liechtenstein wurden jeweils mehrere Standorte in unterschiedlichen Höhenlagen ausgewählt. Alle Beobachtungsregionen verfügen über eine OSTLUFT-Ozonsmessstation. Allerdings befinden sich diese Stationen nicht in unmittelbarer Nähe zu den Wäldern und Waldrändern, wo die Ozonsymptome an der Vegetation untersucht wurden. Eine quantitative direkte Zuordnung der beobachteten Pflanzenschäden zu den Ozonmesswerten ist somit schwierig. Hingegen lassen sich die eindeutig durch Ozon verursachten Schäden qualitativ mit den gemessenen Ozonkonzentrationen in Verbindung bringen.

## Ozon schädigt Pflanzen

Die Ozonschäden wurden anlässlich von Begehungen jeweils anfangs September visuell beurteilt. Die Symptome äussern sich meist durch Verfärbungen oder diffuse Punkte zwischen den Blattnerven. Bei gewissen Pflanzen ist die Unterscheidung zwischen Pilzinfektionen oder natürlicher Blattalterung und Ozonsymptomen schwierig. Ein gutes Erkennungsmerkmal ist der „Schatteneffekt“, das heisst das Fehlen von Ozonsymptomen auf der Blattunterseite und auf Blättern, welche von einem anderen Blatt dicht überdeckt werden.

Obschon die Jahre 2008 und 2009 infolge der wechselhaften Witterung im Hochsommer keine lang anhaltenden hohen Ozonbelastungssituationen aufwiesen, waren Schäden an der Vegetation klar erkennbar, wenn auch nur schwach ausgeprägt. Im Jahr 2008 wiesen an den meisten Standorten zwischen 33% und 58% aller Bäume Ozonschäden auf, im Jahre 2009 zwischen 20% und 62%. Stadtnahe Gebiete zeigten in der Regel grössere Schäden als siedlungsferne.

Die Schadwirkung des Ozons ist an deutlichen Verbräunungen zwischen den Blattnerven erkennbar:

Gesundes Blatt eines Feldahorns (oben)

Vergrößerung eines durch Ozon geschädigten Blattes mit deutlicher Verbräunung zwischen den Blattnerven (mitte).

Geschädigtes Blatt mit Verbräunung durch Ozon (unten).

Fotos Dr. M. S. Günthardt-Goerg (WSL Birmensdorf)

### Ozonsymptome (Blattschädigung) an den häufigsten Laubbäumen und Sträuchern an den untersuchten Standorten

Standort		Esche		Rotbuche		Haselstrauch		Wolliger Schneeball	
		2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Zürich (ZH)	Botanischer Garten (449 m ü.M.)	+	+	+	(+)			+	(+)
	Stöckenhaldenweg (560 m ü.M.)	+	- **	+	- **	-	- **	+	- **
	Orelliweg (636 m ü.M.)	+	(+) **	+	+ **	(+)	- **	+	+ **
St.Gallen (SG) / Teufen (AR)	Rorschacher Str. (670 m ü.M.)	+				(+)	(+)		
	Stuelegg (920 m ü.M.)	+	(+)	-	(+)	(+)	-	+	-
	Farnbüel (940 m ü.M.)	+	+	+	+			+	-
Mollis (Messung 2008) / Riedern (Messung 2009) (GL)	Feldbach (450 m ü.M.)	- *				- *			
	Facht (570 m ü.M.)	(+)		+					
	Fachtegg (600 m ü.M.)	+		(+)		-			
	Auli (600 m ü.M.)		(+)		+		-		
	Staldengarten (630 m ü.M.)				+		(+)		
	Büttenen (680 m ü.M.)		-		+		+		(+)
Triesen / Triesenberg (FL)	Schlatt (1060 m ü.M.)	(+)		(+)		(+)			
	Sandteil (461 m ü.M.)	-	-					-	-
	Unterforst (550 m ü.M.)	+	- *	+	- *	+	(+) *	-	- *
	Sütigerwies (840 m ü.M.)	+	(+)	+	+	-	(+)		
	Guferwald (1060 m ü.M.)	+	-	+	(+)	+	(+)	(+)	-

- keine Symptome
- (+) schwache Symptome
- + typische Symptome

\* Pilzinfektionen (überlagern die Ozonsymptome)

\*\* Hecke oder Unterwuchs am Waldrand wurde zurück geschnitten oder auf den Stock gesetzt. Auf den erst neu ausgetriebenen Blättern konnten keine Ozonsymptome oder nur an einzelnen Pflanzen beobachtet werden.

## Stickstoff und Elementdeposition

Kontaktperson: Peter Federer, Appenzell Ausserrhoden, 071 353 65 29

Die Luft ist das Transportmedium für eine Vielzahl von Stoffen, die anschliessend in andere Umweltbereiche wie Böden oder Gewässer abgelagert werden und diese belasten können. Das Ausmass und die Entwicklung der Einträge von kritischen Stoffen in Ökosysteme hat OSTLUFT in den Jahren 2003 und 2008 an ausgewählten Standorten untersucht. Erfasst wurden Ammoniak, Stickstoffdioxid und weitere Stickstoffverbindungen, wichtige Kationen und Anionen sowie die Schwermetalle Blei, Cadmium, Kupfer und Zink. Am Standort Bachtel liegen zum Teil Messwerte seit 1988 vor.

### Gleichbleibend hohe Stickstoffeinträge belasten Ökosysteme

Durch übermässigen Stickstoffeintrag werden naturnahe Ökosysteme andauernd überdüngt und empfindliche Böden langfristig versauert. Der Stickstoffeintrag aus der Luft (N-Deposition) entspricht der Summe der Stickstoffverbindungen, die über verschiedene Prozesse ins Ökosystem eingetragen werden. Stickstoffverbindungen werden über weite Distanzen verfrachtet und schliesslich als Gase, Staub und mit den Niederschlägen abgelagert. In der Vegetation und in Böden reichern sich diese Ablagerungen ständig an.

Die „Critical Loads“ für Gesamtstickstoff und empfindliche Ökosysteme sind in grossen Teilen des OSTLUFT-Gebietes überschritten («Critical Load» ist ein Mass für Empfindlichkeit eines Ökosystemes auf bestimmte Schadstoffe). Im Jahr 2008 waren die Gesamtstickstoffeinträge und die Anteile aus Ferntransport an einem ländlichen, sehr intensiv bewirtschafteten Standort und einem städtischen, verkehrsbelasteten Standort ähnlich hoch. Die Verteilung der quellennahen Bestandteile unterscheidet sich aber deutlich. Der landwirtschaftliche Standort war besonders durch Ammoniak, der verkehrsbelastete stärker durch Stickstoffdioxid belastet.

Seit 2000 sind bei den Stickstoffkomponenten kaum Veränderungen in den Konzentrationen und Frachten zu beobachten. Die Gesamtbelastung am Standort Bachtel bleibt trotz den Massnahmen zur Minderung der Ammoniakverluste beim Gülleausstrag (siehe Beitrag Ammoniak  $\text{NH}_3$ ) über die Jahre zu hoch.

### Elementeinträge stark zurückgegangen

Im Gegensatz zur Ablagerung von Stickstoffverbindungen aus der Luft ist die Belastung durch andere luftgetragene Fremdelemente in den letzten 25 Jahren stark zurückgegangen.

Die Chloridbelastung im Niederschlag ist zum Beispiel am Bachtel (Hinwil, ZH) zwischen 1988 bis 1993 um zwei Drittel zurückgegangen, nachdem die weitergehende Rauchgasreinigung in der Kehrichtverbrennungsanlage Zürich Oberland in Betrieb genommen wurde. Auch der Schwefeleintrag nahm als Folge der Einführung von schwefelarmen Treib- und Brennstoffen im gleichen Ausmass ab. Bei den von natürlichen Quellen dominierten Elementen Natrium, Kalium, Calcium und Magnesium waren im gleichen Zeitraum keine Änderungen zu beobachten.

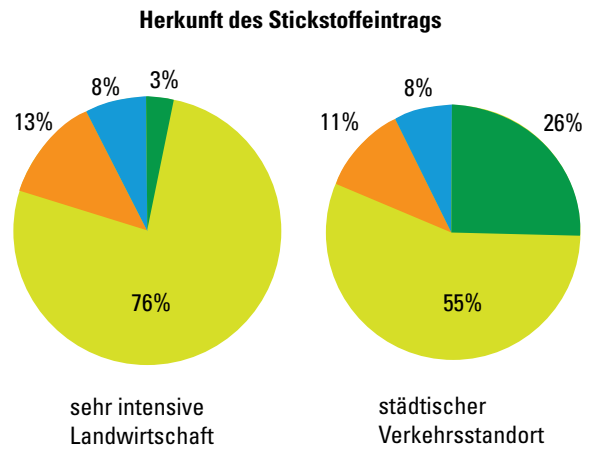
Sehr hohe Natriumchloridwerte im Niederschlag wurden im Winter bei einer strassennahen Station gemessen, aber auch an den verkehrsfernen Standorten wird im Winter mehr Natrium und Chlorid eingetragen als im Sommer. Die vielfältigen Minderungsmassnahmen in Industrie und Gewerbe sowie bei der Abfallverwertung haben auch bei der Ablagerung der Schwermetalle Cadmium, Blei und Zink nach 1986 zu einer starken Abnahme geführt. Die Frachten sind heute weit unter den Grenzwerten der Luftreinhalte-Verordnung. Eine Ausnahme bildet Zink am Messstandort Zürich Schimmelstrasse, wo der Grenzwert für Zink 2008 überschritten wurde. Der Eintrag ist an stark verkehrsbeeinflussten Standorten auf lokale Quellen wie Reifenabrieb und Korrosion von metallischen Oberflächen zurückzuführen.





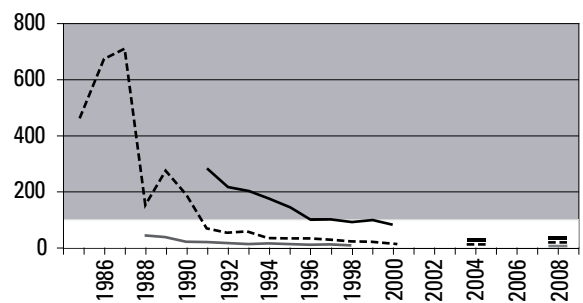
- Stickstoffdioxid, quellennah
  - Ammoniak, quellennah
  - Ammonium, quellenfern
  - Nitrat + Salpetersäure, quellenfern
- (die Kreisflächen sind mengenproportional)

Die modellierten Stickstoffeinträge «Wald» sind mengenmässig für die Standorttypen «sehr intensive Landwirtschaft» und «verkehrsbelastet, städtisch» ähnlich. Deutlich unterscheiden sich die beiden Standorte bezüglich der quellennahen Stickstoffeinträge.



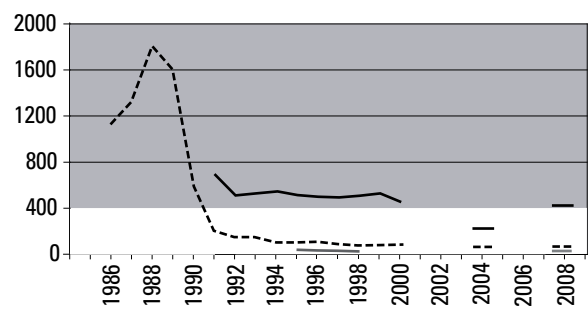
Der Eintrag von Blei hat in den letzten 25 Jahren stark abgenommen. Der Verzicht auf verbleites Benzin ist deutlich erkennbar.

**Blei-Deposition [ $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{Tag}$ ]**



Mit Ausnahme von Zürich, Schimmelstrasse ist auch der Eintrag von Zink stark zurückgegangen. An dieser Stelle ist er auf lokale Quellen wie Reifenabrieb und Korrosion von metallischen Oberflächen zurückzuführen.

**Zink-Deposition [ $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{Tag}$ ]**



- Zürich, Schimmelstrasse (ZH)
- - - Zürich, Stampfenbachstrasse (ZH)
- Hinwil, Bachtel (ZH)

Vielfältige Minderungsmassnahmen haben in den letzten Jahren zu einer deutlichen Reduktion der Schwermetalle geführt (Bild links: Stadt Zürich mit der Kehrichtverbrennungsanlage Josefstrasse). Der Stickstoffeintrag, zum Beispiel aus Schweinemästereien, in kritische Ökosysteme ist nachwievor zu hoch und grösstenteils auf die landwirtschaftliche Produktion zurückzuführen.

## OSTLUFT und sein Messnetz

Luft macht nicht an politischen Grenzen halt. Deshalb überwachen die Ostschweizer Kantone und das Fürstentum Liechtenstein die Luftqualität unter dem Namen OSTLUFT seit 2001 gemeinsam, werten die Daten aus und veröffentlichen die Erkenntnisse. 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.

### Die Aufgaben von OSTLUFT

Die Hauptaufgabe von OSTLUFT lässt sich zusammenfassen unter:

- Überwachung der Luftqualität gemäss Luftreinhalte-Verordnung mittels Messungen
- Untersuchung der zeitlichen Entwicklung und der räumlichen Differenzierung aufgrund der Messungen und mit Hilfe von Modellen
- Zuordnung der Belastungssituation zu den Emissionsquellen als Grundlage für Massnahmen der Kantone
- Erfolgskontrolle für getroffene Massnahmen
- Information der Öffentlichkeit
- Die Messdaten stehen der Öffentlichkeit und allen Interessierten zur Verfügung

Die vielfältigen Dienstleistungen von OSTLUFT sind zugänglich unter [www.ostluft.ch](http://www.ostluft.ch).

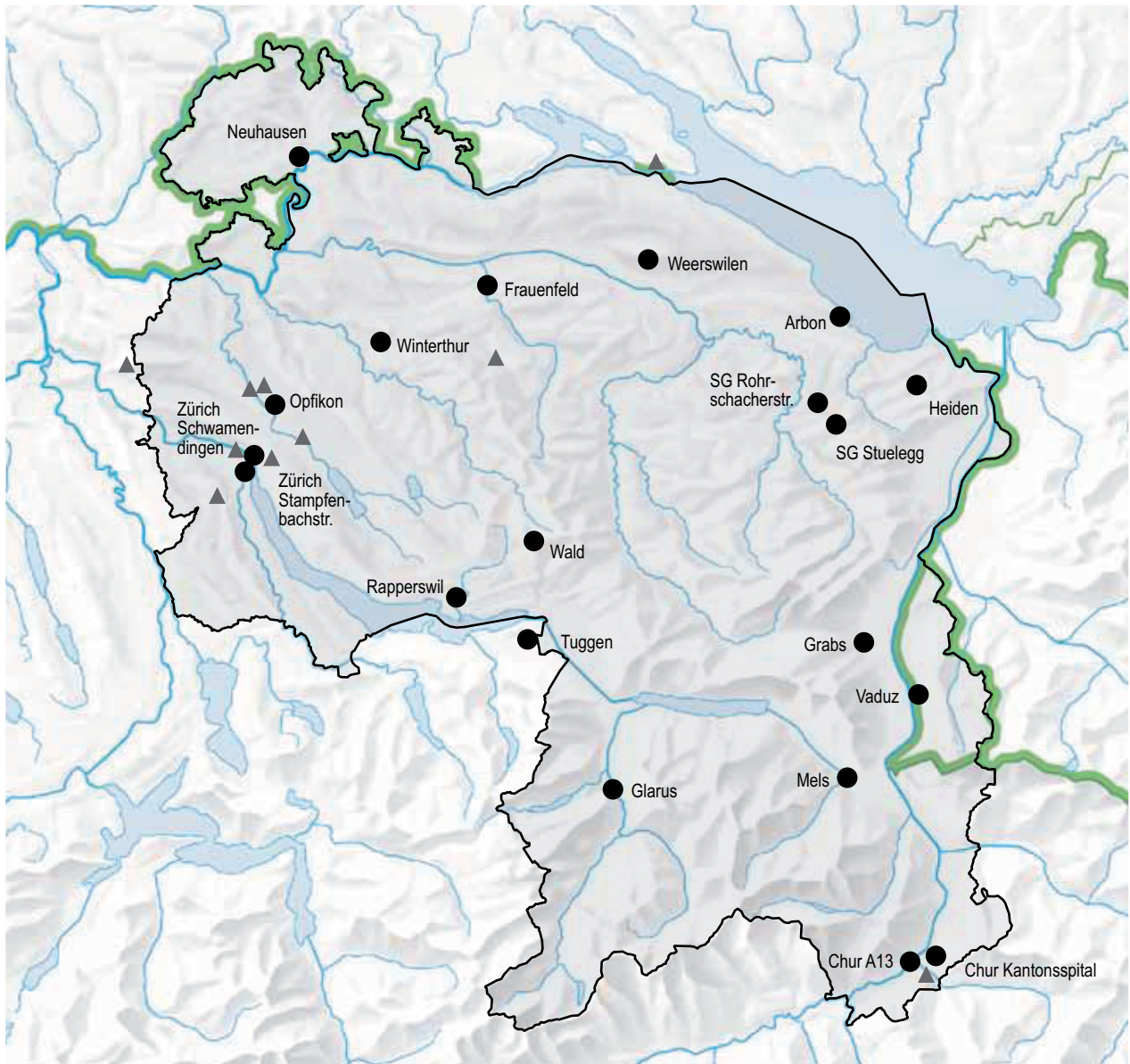
### Messnetz schafft Überblick

Im Gebiet von OSTLUFT wird an rund 30 Standorten die Luftqualität anhand der Leitschadstoffe Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ), Feinstaub  $\text{PM}_{10}$  und Ozon ( $\text{O}_3$ ) mit automatischen Messstationen in hoher zeitlicher Auflösung erfasst. Zwei Drittel dieser Stationen werden durch OSTLUFT betrieben, einzelne Standorte werden nur im 2-Jahres-Rhythmus gemessen.

Dieses Netz wird ergänzt durch zusätzliche Messsysteme, die räumlich und zeitlich flexibel eingesetzt werden können um spezifische Fragen zu beantworten. So hat OSTLUFT 2009 mit Passivsammler an rund 115 Standorten Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ) (Seite 9) und an 8 Standorten Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) (Seite 14) gemessen. Die Erkenntnisse über die Luftqualität lassen sich durch eigene Modellrechnungen vertiefen und anschaulich darstellen.

In Projekten werden spezifische Fragen untersucht. Dabei arbeitet OSTLUFT mit dem grenznahen Ausland, dem Bund, weiteren Kantonen sowie wissenschaftlichen Institutionen zusammen. Ergebnisse verschiedener abgeschlossener Projekte sind in diesem Bericht kurz dargestellt (Seiten 18-31).





- OSTLUFT-Messtation
- ▲ Drittnetze und Spezialstandorte



Im OSTLUFT-Messnetz sind hochpräzise Messgeräte im Einsatz. Es müssen damit wenige Teilchen eines Luftschadstoffes in einer Milliarde Teilen Aussenluft gemessen werden. Bilder von links nach rechts: Wartung einer Messstation, Immissionsmessgerät und Gase zum Kalibrieren der Geräte.

## Impressionen aus dem Messbetrieb



**Vorbereitung eines PM10-Filters. Das Gewicht der PM10-Filter wird im Labor unter konditionierten Bedingungen vor und nach dem Bestauben gewogen.**



**Rücknahme eines bestaubten PM10-Filters aus dem Probennehmer. Der Probennehmer fasst einen Vorrat von 14 Filtern. Die Filter werden automatisch gewechselt und während 24 Stunden bestaubt.**



**Einsammeln eines NO<sub>2</sub>-Passivsammlers. NO<sub>2</sub>-Passivsammler werden während jeweils 14 Tagen in der Aussenluft exponiert. Insgesamt gibt es im OSTLUFT-Gebiet 115 Messstandorte.**



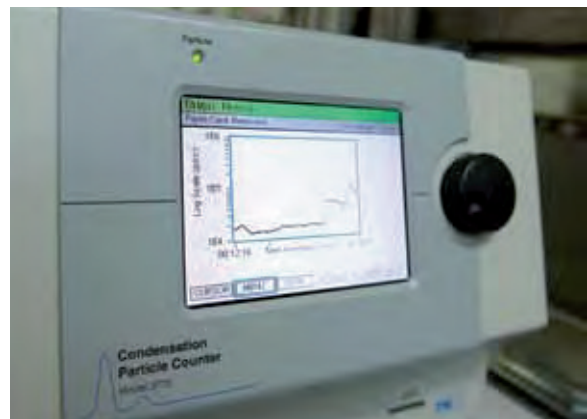
**Analyse eines NO<sub>2</sub>-Passivsammlers. Die Konzentration des NO<sub>2</sub> in den Passivsammlern wird im UGZ-Labor mit einem nasschemischen Verfahren bestimmt.**



**Gasmessgerät im Einsatz. Für die Messung der Luftschadstoffkonzentration stehen sehr empfindliche Geräte im Einsatz. Um die Qualität der Daten garantieren zu können, müssen die Geräte monatlich gewartet und kalibriert werden.**



**Partikelmessgerät im Einsatz. Lungengängige Partikel in der Außenluft sind sehr klein. Um die Anzahl bestimmen zu können, müssen die Teilchen bei diesem Verfahren künstlich mit Butanol vergrößert werden.**



**Aktuelle Messwerte sind gefragt. Auf der OSTLUFT-Home Page können stündlich aktualisierte Messdaten abgefragt werden. Dazu sind modernste Datenerfassungen und Internet-Technologien nötig.**

Bezeichnung	Absorption	Korrigierte Absorption	Menge NO2 [µmol]
...	0.0912	0.0632	3.9539
...	0.0909	0.0659	3.5172
...	0.0921	0.0651	3.4698
...	0.1316	0.1038	5.784
...	0.1302	0.1022	5.9814
...	0.1390	0.1110	6.1984
...	0.1307	0.1327	7.4897
...	0.1422	0.1142	6.3895
...	0.1446	0.1166	6.5345
...	...	0.1225	6.8838

**Bereinigung der Messdaten. Die Messdaten werden täglich visualisiert, monatlich bereinigt und jährlich mit den Grenzwerten der Luftreinhalteverordnung verglichen.**



## Publikationen, Veröffentlichungen

- **Luftqualität 2008: Luftqualität leicht besser – Ziel noch nicht erreicht**  
(Medienmitteilung vom 7. Januar 2009)
- **Die Luftqualität 2008 in der Ostschweiz und in Liechtenstein**  
(Vollständige Darstellung und Zusammenfassung der Messergebnisse des Jahres 2008, Mai 2009)
- **Mobile Messungen der Partikelzusammensetzung im Rheintal und in der Stadt Zürich**  
(Vortrag am Messtechnischen Kolloquium in Goslar, 19. Mai 2009)
- **Immissionsmessungen St.Gallen West**  
(Schlussbericht, 11. Juli 2009)
- **Verkehrs- und Schadstoffmessungen 2008 im Gubristtunnel**  
(Schlussbericht, 13. Juli 2009)
- **Ozon in der Ostschweiz im Sommer 2009: Mässige Ozonbelastung dank häufiger Gewitterfronten**  
(Medienmitteilung vom 22. Oktober 2009)

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



# Projekte

## 2009 abgeschlossene Projekte:

### ▪ **Verkehrsemissionen im Gubristunnel 2008**

Mittels Luftschadstoff-Messungen im Ein- und Ausgang des Gubristunnels in Fahrtrichtung St.Gallen werden die Auswirkungen der Abgasvorschriften für Motorfahrzeuge gemessen.

### ▪ **Immissionsmessungen St.Gallen West**

Lufthygienische Begleitung des Agglomerations-Entwicklungsgebietes St.Gallen West inklusive Wirkung der Verkehrsmassnahmen.

## Laufende Projekte:

### ▪ **Mobile Messungen der Partikelzusammensetzung im Rheintal und in der Stadt Zürich**

Untersuchung der Zusammensetzung des Feinstaubes PM1 im Rheintal und in der Stadt Zürich: a) primäre Partikel (Russ, organischer Anteil aus Verkehr und Holzverbrennung), b) sekundäre Partikelmasse (organische Komponenten, Chloride, Sulfate, Nitrate und Ammonium) und c) Partikelanzahl. Geplantes Projekt-Ende: Mitte 2010.

### ▪ **Elementdeposition**

Durch Messungen und Modelle wird die Entwicklung der Depositionsbelastung durch Stickstoffverbindungen, Nährelemente und Schwermetalle dokumentiert. Geplantes Projekt-Ende: Mitte 2010.

### ▪ **Ozonschäden an Laubbäumen**

An vier Standorten (Zürich, St. Gallen, Triesen und Mollis) werden auf je einem Profil im September 2008 und 2009 Blätter von Laubbäumen auf Ozonschäden untersucht. Geplantes Projekt-Ende: Mitte 2010.

### ▪ **VOC-Immissionen**

Messung der VOC-Immissionen an ausgewählten Standorten im Rahmen einer schweizweit koordinierten Messkampagne. Geplantes Projekt-Ende: Mitte 2010.

### ▪ **Russmessungen**

Vergleich verschiedener Messverfahren zur Erfassung der Russbelastung in der Luft. Geplantes Projekt-Ende: Mitte 2010.

### ▪ **Aktualisierung Emissionskataster der Ostschweizer Kantone**

Erhebung, Neuberechnung und Weiterentwicklung des Emissionskatasters der Ostschweizer Kantone. Geplantes Projekt-Ende: Ende 2010.

### ▪ **Immissionsmessung und Temperaturprofil im Seeztal**

In Kombination mit den Messungen aus Rheintal und Linthgebiet wird im Seeztal die Entwicklung der Luftqualität insbesondere während winterlichen Belastungsperioden (Inversionslagen) untersucht. Geplantes Projekt-Ende: Mitte 2011.

### ▪ **Immissionsmodellierung der NO<sub>2</sub>- und PM10-Belastung**

Modellierung der NO<sub>2</sub>- und PM10-Belastung basierend auf dem aktualisierten Emissionskatasters und aktueller Messwerte sowie die Prognose für die Jahre 2015 und 2020. Geplantes Projekt-Ende: Ende 2011.

### ▪ **OSTLUFT-Messnetz 2012**

Überprüfung, Optimierung und Anpassung des OSTLUFT Messnetzes an die zukünftigen Bedürfnisse und Möglichkeiten. Geplantes Projekt-Ende: Ende 2012.

### ▪ **PM10-Anteil aus der Verbrennung fossiler und biogener Brennstoffe**

Quantifizierung des PM10-Anteils aus Holzfeuerungen mittels <sup>14</sup>C-Methode an Stichproben der HiVol-Filter an ausgewählten Standorten. Voraussichtliches Projekt-Ende: 2013.



# Jahres