

# OSTLUFT



Luftqualität 2013

# Bericht

# 31

**Impressum:**

Kurztitel: Luftqualität 2013

Herausgeber: OSTLUFT - Die Luftqualitätsüberwachung der Ostschweizer Kantone und des Fürstentums Liechtenstein, Juni 2014

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: sh\_ift büro für gestalterische angelegenheiten; Theodor Stalder

Papier; Druck: REFECTURA GS FSC, 100% Altpapier; eps - eco-printing-system®, 100% VOC-freier Druck

Titelbild: Messstation in Rapperswil-Jona

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	3
<b>Das neue Messkonzept – von der Planung zur Umsetzung</b>	
Gespräche mit Projektleiter und Messtechnikern von Beat Grossrieder, Journalist	4
OSTLUFT setzt verstärkt auf Flächenkarten	8
<b>Luftqualität 2013 -Verbesserung der Luftqualität fortgesetzt (Übersicht)</b>	10
<b>Stickstoffdioxid NO<sub>2</sub></b>	
Ergebnisse der Standardmessungen	12
Stickstoffdioxid NO <sub>2</sub> – räumliche Verteilung	14
<b>Feinstaub PM<sub>10</sub> und Russ EC</b>	
Feinstaub – Ergebnisse der Standardmessungen	16
Russ – Ergebnisse der Standardmessungen	18
Feinstaub und Russ – Projektergebnisse	20
Die Feinstaubbelastung steigt im Winter	20
Quellenanteile von Verkehr und Holzfeuerungen	22
Feinstaub- und Russbelastung in Appenzell	24
Gesundheitliche Aspekte der Feinstaub- und Russbelastung	26
<b>Ozonbelastung und Ozontrend</b>	
Ergebnisse der Standardmessungen	28
Trend nach Witterungsnormierung	30
<b>Ammoniak NH<sub>3</sub></b>	32
<b>Übersichtstabelle der automatischen Messstationen 2013</b>	34
<b>Aufgaben von OSTLUFT und ihr Messnetz 2013</b>	36
<b>Impressionen zur Organisation von OSTLUFT</b>	38
<b>Publikationen und Veröffentlichungen 2013</b>	40
<b>Projekte, 2013 abgeschlossene und laufende</b>	40



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

Die Eidgenössische Kommission für Lufthygiene (EKL) anerkennt im Statusbericht «Feinstaub in der Schweiz» (2013) die Erfolge in der Luftreinhaltung, welche die Schweiz dank fortschrittlicher Emissionsbegrenzungen erzielt hat. Die EKL bestätigt ausdrücklich die Richtigkeit der bisherigen Luftreinhaltungspolitik. Sie nimmt jedoch «mit Beunruhigung zur Kenntnis, dass für die Reduktion der Emissionen ultrafeiner Partikel (Nanopartikel), zu denen auch der krebserregende Russ gehört, die technisch möglichen Optionen keineswegs vollumfänglich genutzt und umgesetzt werden».

Die Immissionsmessungen von OSTLUFT zeigen: Die Feststellungen der EKL gelten auch für die Ostschweizer Kantone und das Fürstentum Liechtenstein. Auch hier sind die Erfolge in der Luftreinhaltung klar ersichtlich, denn die Jahreswerte sämtlicher erfasster Schadstoffe sind über die letzten Jahrzehnte tendenziell rückläufig. Doch auch bei uns werden verschiedene Grenzwerte der Luftreinhaltung-Verordnung (LRV) nach wie vor regelmässig überschritten. Zudem ist die Russkonzentration selbst in ländlichen Regionen noch viel zu hoch.

Feinstaub PM<sub>10</sub> und Russ EC bilden einen Themenschwerpunkt des vorliegenden OSTLUFT-Jahresberichts. Die darin beschriebenen Arbeiten und Auswertungen wären ohne das Herzstück der Luftqualitätsüberwachung, der eigenen Immissionsmessungen, nicht möglich. Computergestützte Modellierungen können diese nicht ersetzen. Auch Modelle sind auf konkrete Messwerte angewiesen und ergänzen diese bestens.

Ich bedanke mich bei allen Beteiligten von OSTLUFT für die gute und interessante Arbeit. Den Leserinnen und Lesern des Jahresberichts wünsche ich eine kurzweilige und interessante Lektüre.

**Dominik Noger leitet die Sektion Luftqualität im Amt für Umwelt und Energie des Kantons St. Gallen. Er ist ausgebildeter Chemiker HTL und wechselte im Jahr 2007 von der ETH-Forschungsinstitution Empa in den öffentlichen Dienst. Seit 2011 präsidiert er die Geschäftskommission von OSTLUFT.**



## Das neue Messkonzept – von der Planung zur Umsetzung

Gespräche mit Projektleiter und Messtechnikern von Beat Grossrieder, Journalist

OSTLUFT misst im gesamten Einzugsgebiet die Schadstoffbelastung und betreibt dafür mehr als ein Dutzend Messstationen. Auf Jahresbeginn 2014 hat die Organisation ihre Datensammlung optimiert und zielt heute mehr in Richtung Flächenmodelle (Seite 8). Das neue Konzept bietet Gelegenheit, einige OSTLUFT-Messfachleute zu Wort kommen zu lassen.

Die Messstation «Wald Höhenklinik» gehört zum Revier von Michael Götsch. Der Mechaniker und Automatikfachmann ist seit 2008 beim Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) der Baudirektion Kanton Zürich zuständig für Immissionsmessungen Luft und nichtionisierende Strahlung. Götsch betreut in dieser Funktion für OSTLUFT die Stationen Glarus, Rapperswil-Jona und Wald. Letztere liegt idyllisch auf 910 Metern über Meer und befindet sich in unmittelbarer Nähe der Zürcher Höhenklinik für Lungen- und Herzkrankheiten. «Sie repräsentiert eine ländliche Situation in erhöhter Lage mit wenig Verkehr», schreibt OSTLUFT auf der Webseite. OSTLUFT messe dort die Werte an Feinstaub (PM10), Ozon (O<sub>3</sub>) und Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), zudem auch einige meteorologische Parameter.

**Michael Götsch (AWEL Zürich) beim Wechsel der NO<sub>2</sub>-Passivsammler bei der Station Wald Höhenklinik (ZH).**



### **Auch gute Luft ist gesucht**

Warum aber misst OSTLUFT ausgerechnet an einem Ort, der gerade wegen seiner guten Luft berühmt ist und deshalb sogar eine Höhenklinik beherbergt? «In Wald müsste man eigentlich nicht messen, die Luft ist gut. Aber als Vergleich zur Luft in der Stadt sind die Messungen sinnvoll», erläutert Michael Götsch, der in Dübendorf wohnt; einem Ort also, der über reichlich Immissionen verfügt und als Standort einer Messstation des Bundes (NABEL) dient. Auch müsse man bedenken, dass in erhöhten Lagen im Sommer die Grenzwerte für Ozon über den ganzen Tag hinweg stärker überschritten werden als im Flachland, meint Götsch. Somit hätten Messungen an einem Ort wie Wald durchaus ihre Berechtigung; Götsch ist froh, dass die 2009 eröffnete Station im Zürcher Oberland auch im neuen Konzept ihre Daten in den OSTLUFT-Pool speisen kann.

### **Karten schaffen Überblick für alle**

Auf Anfang 2014 – über zehn Jahre nach dem Start der kantonsübergreifenden Zusammenarbeit – setzt OSTLUFT ihr neues Messkonzept in Kraft. Dieses verfolgt einen neuen konzeptuellen Ansatz (Seite 8) mit einem Messnetz nach Standorttypen inklusive Raumbezug. «Wenige durchgehende Messreihen an charakteristischen Standorten bilden die Grundlage für die Beurteilung der langfristigen Schadstoffentwicklung», sagt Franz Ludwig vom OSTLUFT-Leistungszentrum Daten – er war der Projektleiter des neuen Messkonzepts. Aus den erhobenen Daten werde zusammen mit computergestützten Modellierungen «die aktuelle Luftqualität im gesamten OSTLUFT-Gebiet» berechnet und dargestellt, und zwar in Form von flächendeckenden Belastungskarten. Im Extremfall bedeute dies: «Man kann sagen, wie die Luftqualität zum Beispiel in verschiedenen Teilen von Uster ist, obwohl man in Uster selbst noch nie gemessen hat.» Eine Auswahl relevanter Parameter eines Ortes genügt, um die Luftbelastung zu modellieren; zum Beispiel die Verteilung verschiedener Schadstoffquellen, die Topografie, die städtische oder ländliche Lage, das Verkehrsaufkommen und so fort.

Zur Erfüllung der Messanforderungen und der Ziele unterscheidet das neue Konzept drei Arten von Messungen: durchgehende Messungen an definierten Standorten, die typisch sind; periodische Datenerhebungen (im Zweijahresturnus) an ausgewählten Messpunkten; sowie spezifische Messungen im Rahmen von Projekten.

Messtechniker Michael Götsch ist mit diesem neuen Konzept zufrieden, obschon er damit «noch weniger ins Feld» komme, als es heute leider schon der Fall sei. Hätten die Techniker früher praktisch nonstop die Daten vor Ort einsammeln müssen, erledige man jetzt das meiste vom Büropult aus – den Online-Leitungen sei Dank. Statt permanent für vier feste Stationen werde er in gewissen Jahren nur noch für drei Standorte zuständig sein, sagt Götsch nicht ohne Bedauern. Damit sei zwar garantiert, dass die begrenzten Ressourcen optimal eingesetzt würden. Für ihn sei aber auch wichtig, dass durchgehende Messungen möglichst beibehalten und die Stationen regelmässig vor Ort kontrolliert werden. Denn für eine gute Modellierung sind verlässliche Messdaten zwingend nötig, und hierfür braucht es die Überprüfung vor Ort, ist der Techniker überzeugt.

### **Ein einzelner Auspuff und viel Feuerwerk**

Götsch erzählt Anekdoten aus seinem Alltag, die zeigen, wie spannend sich eine auf den ersten Blick technisch und trocken anmutende Aufgabe wie das Messen von Luft gestalten kann. «Bei der Messstation Wald ist die Hintergrundbelastung so klein, dass ich in der laufenden Messung genau erkenne, wann das Postauto vorbeigefahren ist. Und ich sehe darauf auch, wenn ich mein Auto rückwärts neben die Messstation parkiere.» Spannend und von jedem Messtechniker mit Herzklopfen erwartet würden die Auswertungen der Nächte des 1. Augusts oder des Jahreswechsels, wo vielerorts grosse Feuerwerke gezündet werden. «Man sieht dann Jahr für Jahr diesen Peak an Feinstaub auf der Datenaufzeichnung und macht sich schon seine Gedanken.»

Einmal hätten Luftmesstechniker der Stadt Zürich sogar der Polizei behilflich sein können, erzählt Götsch: «Beim Bahnhof Wiedikon in Zürich verschmierten Sprayer mitten in der Nacht den Messcontainer. Am folgenden Tag liess sich genau nachweisen, dass die Täter morgens um halb zwei Uhr am Werk gewesen waren. Bei fast jedem Druck auf die Spraydüse hatte die Sonde den Sprühnebel mit den flüchtigen organischen Verbindungen eingefangen.»

### **Frauenpower für die Lufthygiene**

Susanne Schlatter ist Mitarbeiterin im Bereich Luftqualität sowie Fachverantwortliche OSTLUFT beim Amt für Umwelt und Energie (AFU) des Kantons St. Gallen. Die gelernte Chemikerin und gebürtige Appenzellerin arbeitet seit 1994 im Bereich Luftmessung. Sie war 15 Jahre lang in der Stadt Zürich im Einsatz, bis sie 2009 wieder in die Ostschweiz ging und nun dort «sechs Häusli besitzt», wie sie lachend sagt. Sie habe «einen grossen Schlüsselbund», weil sie im vergangenen Jahr die Messstationen Appenzell (Feuerschau), Arbon (Bahnhofstrasse), St. Gallen (Blumenbergplatz, Rorschacher Strasse und Stuelegg) sowie Vaduz (Austrasse) betreute. Im neuen Konzept nicht mehr vorgesehen sind der Standort im ausserrhodischen Heiden (beim Dunantheus) und der Standort St.Gallen Rorschacher Strasse; neu dazu kommt dafür ein Standort im Fürstenland, womit einer der sechs Schlüssel im Depot bleiben kann.

Sei sie früher sehr oft an diese Messpunkte gefahren, um Störungen zu beheben und die Geräte zu warten, setze man heute zunehmend auf Fernabfrage und Fernwartung. Die Röhrli der Passivsammler (Seite 14) müssten aber nach wie vor alle zwei Wochen ausgewechselt werden, was meist Gemeindearbeiter erledigen könnten. Trotzdem mache sie «sicher alle zwei Wochen» einen Rundgang, sagt Schlatter, denn die Messgeräte seien teuer und wollen regelmässig überprüft und sorgfältig gewartet sein. Ausserdem müssen die Filter der PM10-Sammler in diesem Zeitintervall gewechselt werden.

Sei sie bei «ihren» Messstationen an der Arbeit, erlebe sie immer wieder besondere Begegnungen, erzählt Susanne Schlatter. Das beginne bereits bei der Suche nach einem Standort, was nicht immer ganz einfach verlaufe, da die im Einsatz stehenden Container relativ gross seien. Diese bräuchten eine Standfläche von rund 2.5 mal 4.5 Meter, zudem rage auf dem Dach ein Mast mit Sonden hervor. «Manchmal haben Nachbarn, Behörden oder andere Beteiligte wenig Freude daran, eine solche Station für eine längere Zeit zu akzeptieren», weiss Schlatter aus Erfahrung.

Auch für kleinere, mobile Projekte finden sich nicht immer sofort geeignete Plätze, sagt Schlatter: «Für unsere Messpunkte brauchen wir einen guten Standort, eine Bewilligung der Behörden – und verständnisvolle Anwohner.» In aller Regel aber seien die Leute tolerant und sähen den Nutzen der Überprüfung der Luftqualität ein. «Manche sagen uns zum Beispiel, wir sollten nicht an diesem Ort messen, sondern weiter hinten – dort sei der Verkehr viel schlimmer. Dann klären wir sie über unser Konzept und unsere Untersuchungsziele auf, und es kommt zum Aha-Erlebnis.»

### **Das Unsichtbare sichtbar machen**

Franz Ludwig, Projektleiter des neuen Messkonzepts, kann von ähnlichen Erfahrungen berichten. Dass die Datenerfassung im Feld nicht immer reibungslos verlaufe, habe mit der «Unsichtbarkeit» der Immissionen zu tun. Während der Bereich der Emissionen klarer fassbar sei, benötigten Massnahmen zur Erfassung und Reduktion der Immissionen mehr Aufklärungsarbeit. Ludwig illustriert dies mit einem Beispiel: «Fährt ein Traktor vorbei und stösst aus dem Auspuff eine dunkelschwarze Rauchsäule in den Himmel, sehen alle sofort, dass da eine Verschmutzung passiert. Aber sobald sich der Rauch verteilt hat und als Immission nur noch im Hintergrund wirkt, bemerkt niemand mehr den Russ in der Luft, schädlich bleibt er trotzdem.»

Ludwig erzählt, ihm als Messtechniker sei einmal «direkt unter einem grossen Baum» ein Standort für einen Container zugewiesen worden. «Die Äste ragten auf das Dach und die Sonde herunter, so dass man dort nicht messen konnte», sagt Ludwig schmunzelnd. Die Äste einfach abzusägen, sei aber auch nicht in Frage gekommen, so habe man den Container schliesslich auf einen Kiesweg verschoben. Dort sei der Standort ideal gewesen; «das haben wir eigentlich von Anfang an gewusst, nur getrauten wir uns nicht zu fragen, weil wir dachten, der Container würde dort bestimmt im Weg stehen.»

### **Luftbelastung geht alle an**

Trotz der grundsätzlichen Einsicht, dass Lufthygiene nötig sei, gäbe es nach wie vor Einzelpersonen, die sich uneinsichtig verhielten, bedauert Susanne Schlatter. Einmal habe ein Töfffahrer entnervt aufs Amt angerufen, weil er auf einer Ausfahrt im Voralpengebiet auf

ein stark rauchendes Feuer gestossen war. «Ein Hausbesitzer hatte seinen ganzen Gartenabraum in Brand gesetzt, so dass sich über dem Tal ein richtiger Deckel gebildet hatte. Der Töfffahrer zückte sein Handy, fotografierte den Rauch und schickte uns die Aufnahme.» Dass Grüngut nach wie vor verbrannt werde und dabei unnötig viel Feinstaub in die Luft gelange, ärgert Schlatter, schliesslich gebe es in allen Regionen genügend Angebote für Häckseldienste oder Grüngutsammlungen.

Neben diesen Einzelfällen beschäftigt die OSTLUFT-Chemikerin vor allem auch der tägliche Pendelverkehr. Wer früher nach Zürich gependelt sei, habe mit dem Auto morgens bis vor 7 Uhr noch flüssig fahren können. Heute stauten sich die Fahrzeuge bereits ab 6 Uhr für mehrere Stunden, und abends dasselbe dann in Gegenrichtung. «In einem Gebiet wie Zürich ist der Verkehr das Problem Nummer eins», sagt Schlatter. Sie wundere sich immer wieder, warum es sich so viele Leute antun würden, Tag für Tag im Stau zu stehen und der schlechten Luft auch selbst ausgesetzt zu sein. Als mögliche Antwort nennt die OSTLUFT-Chemikerin die Ignoranz: «Leider bekommen sich der Autofahrer, der aufs Gaspedal drückt, und die Anwohnerin, die an Asthma leidet, nie persönlich zu sehen.»

**Susanne Schlatter (AFU St. Gallen) betreut die Luftmessstationen im Kanton St. Gallen und in Liechtenstein, hier bei der Station St. Gallen Blumenbergplatz.**



## OSTLUFT setzt verstärkt auf Flächenkarten

Beat Grossrieder, Journalist

OSTLUFT stellt sein Messkonzept um und setzt seine Ressourcen vermehrt auch für Projektmessungen ein. Daraus ergibt sich ein verbessertes Flächenmodell für den gesamten OSTLUFT-Raum, das auch dem breiten Publikum in Kartenform online zur Verfügung steht.

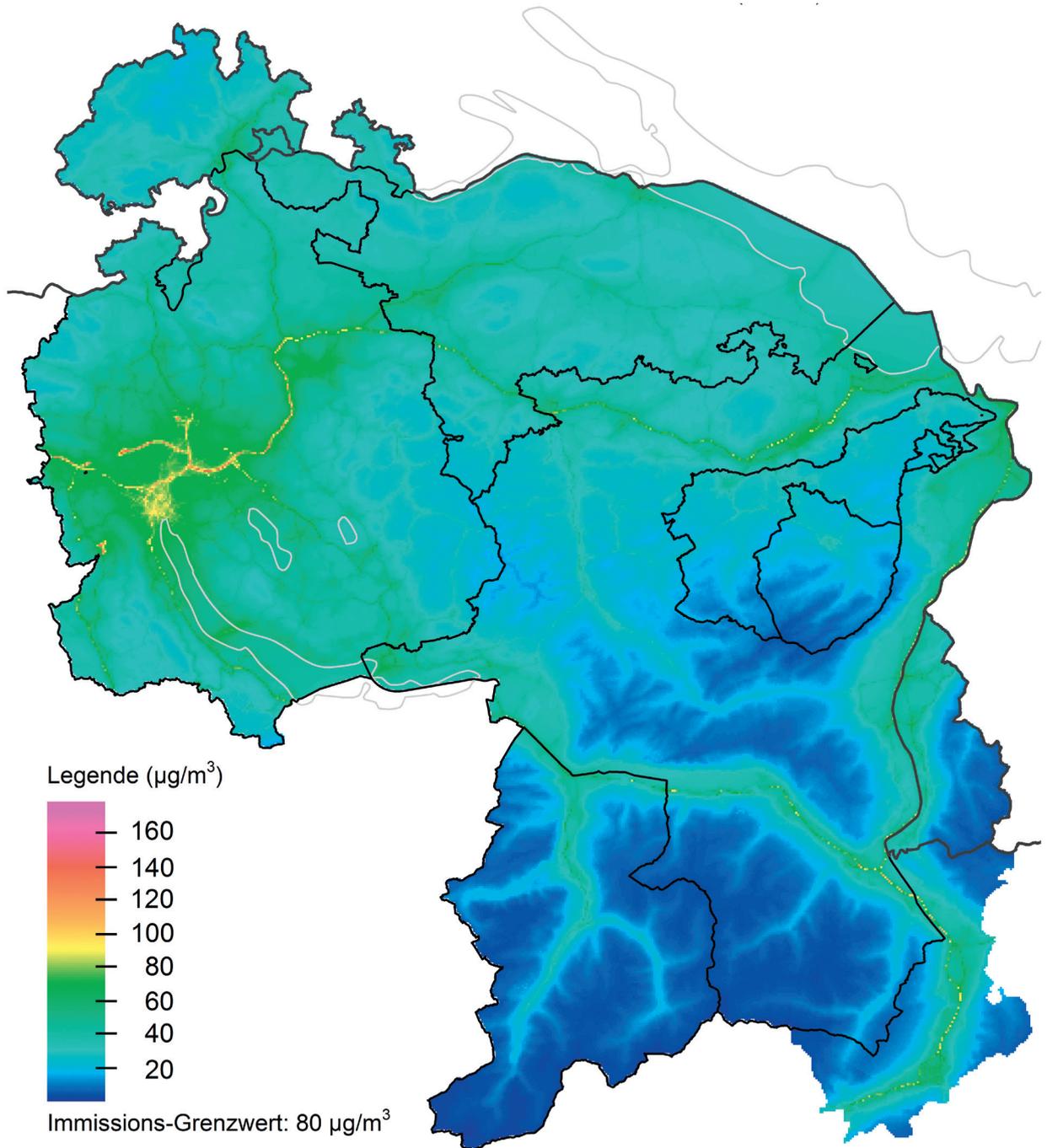
2009 begann eine Projektgruppe unter der Leitung von Franz Ludwig mit der Ausarbeitung des neuen Messkonzepts, das seit Anfang 2014 schrittweise umgesetzt wird. Franz Ludwig ist beim Amt für Umwelt Kanton Thurgau in Frauenfeld verantwortlich für die OSTLUFT-Datenzentrale und seit über 25 Jahren mit der Materie vertraut. In den vergangenen Jahren habe die Forschung neues Wissen über die Lufthygiene erarbeitet, so dass OSTLUFT das Messkonzept auf den neusten Stand bringen wollte, erklärt Ludwig. Jahrein, jahraus an denselben Standorten dieselben Variablen zu messen, sei nicht immer sinnvoll. Zwar brauche es nach wie vor einzelne Standorte mit Dauermessungen, welche als Referenz für andere Messungen dienen. Doch können andere Standorte ebenfalls vollwertige Resultate liefern, wenn nur mehr alle zwei Jahre gemessen werde. Dies setze Ressourcen frei für spezifische Projekte, um mit mobilen Messstationen Antworten auf besondere Fragestellungen zu erhalten.

Insgesamt würde OSTLUFT mit dem neuen Konzept zwar eine kleinere Anzahl an fixen Messstationen betreiben, aber dank der exakten Auswahl typischer Referenzstandorte seien die Ergebnisse unter dem Strich aussagekräftiger. Dies hänge auch mit der Datenverarbeitung zusammen: EDV-gestützte Modellrechnungen, die auf der Verteilung der Emissionsquellen, den lokalen Ausbreitungsbedingungen und den gemessenen Belastungen beruhen, erlauben es OSTLUFT, künftig auf der Webseite Schadstoffkarten zu präsentieren, auf denen man die aktuelle Luftbelastung im gesamten Raum ablesen kann. «Man klickt in die Karte hinein und erhält die Belastungskennzahlen für den ausgewählten Ort», erläutert Ludwig seine Zielvorstellung. Daraus ergäbe sich ein grosser zusätzlicher Nutzen für die ganze Bevölkerung.

Das neue Konzept, das kostenneutral funktionieren wird, setzt OSTLUFT ab 2014 nach und nach in die Praxis um. Dazu wurden alle bestehenden Messpunkte analysiert und anhand der geänderten Bedürfnisse überprüft; bis 2016 sollte das Konzept umgesetzt sein. OSTLUFT will dann auch stärker mit anderen Betreibern von Messnetzen kooperieren, etwa mit dem Bund (NABEL) und den Inner-schweizer Kantonen (in-Luft). Angestrebt wird zudem eine vermehrte Zusammenarbeit mit den zuständigen Stellen der Nachbarländer in der Bodensee-Region.

**Franz Ludwig (AfU Thurgau) leitet die Datenzentrale und ist auch zuständig für die Home Page von OSTLUFT.**





Karte: METEOTEST im Auftrag der OSTLUFT

Tageskarte der  $\text{NO}_2$ -Belastung vom 5. März 2013 als Beispiel für die neuen Flächenkarten (von METEOTEST im Auftrag von OSTLUFT). Mit Hilfe eines Filmmodus auf [www.ostluft.ch](http://www.ostluft.ch) kann mit den Belastungskarten die Dynamik der Luftbelastung zusätzlich veranschaulicht werden.

## Luftqualität 2013 – Verbesserung der Luftqualität fortgesetzt

Die Luftbelastung 2013 zählt – wie bereits 2012 – zu der tiefsten seit Messbeginn in der Ostschweiz. Verringert haben sich in den letzten Jahren an den meisten Standorten die Jahresmittelwerte von Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) und Feinstaub PM<sub>10</sub> sowie die Häufigkeit übermässiger Ozonbelastungen. Hingegen führen am Autobahnstandort Opfikon die Verkehrszunahme und der steigende Anteil von Diesel-PW zu einer Zunahme der Stickstoffdioxid-Belastung.

### Verkehrsnaher Stickstoffdioxidbelastungen bleiben hoch

Die Jahresbelastung mit Stickstoffdioxid war 2013 vergleichbar mit dem Vorjahr – mit einem leichten Überhang an höheren Jahresmitteln. Grundsätzlich wird damit die Verbesserung der Luftqualität an den meisten Messstandorten bestätigt. Im Einflussbereich viel befahrener Strassen wird der Jahresmittel-Grenzwert der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) von 30 Mikrogramm Stickstoffdioxid je Kubikmeter Luft (µg/m<sup>3</sup>) jedoch weiterhin überschritten. Im Grossraum Zürich treten in Stadtquartieren Grenzwertüberschreitungen auch grossräumig auf. Zudem zeigt das NO<sub>2</sub>-Passivsammler-Messnetz deutlich, dass auch ausserhalb der Grossagglomeration Zürich zu hohe Stickstoffdioxidbelastungen auftreten.

### Feinstaub verteilt sich über grosse Distanzen

Die Jahresmittelwerte für Feinstaub PM<sub>10</sub> sinken weiter und so konnte an den meisten Standorten, wie bereits im Vorjahr, der Jahresmittel-Grenzwert von 20 µg/m<sup>3</sup> eingehalten werden. Hingegen wurde der Feinstaub-Tagesmittel-Grenzwert von 50 µg/m<sup>3</sup> bei fast allen Messstationen mehrfach überschritten. Die maximalen Tagesmittelwerte lagen 2013 durchschnittlich rund 20% tiefer als 2012.

Feinstaub-Partikel enthalten auch krebserregende Russteilchen aus Dieselmotoren und aus rauchenden Holzfeuerungen. Die Russkonzentrationen liegen grossflächig über dem empfohlenen Zielwert von 0.1 µg/m<sup>3</sup>. Interessante Details zur Zusammensetzung und Herkunft des Feinstaubes und des Russes konnten mit verschiedenen Projekten erarbeitet werden, deren Ergebnisse auf den Seiten 20 bis 27 in diesem Bericht zusammengefasst sind.

### Flächendeckend zu hoher Ozonbelastung

Leitschadstoff der sommerlichen Luftverschmutzung ist Ozon (O<sub>3</sub>). Der Stundenmittel-Grenzwert von 120 µg/m<sup>3</sup> wurde an allen Messstationen vielfach überschritten. Die Grenzwert-Überschreitungen waren weniger häufig als im 10-Jahresdurchschnitt. Einen generellen Rückgang der Ozonbelastung belegt eine Auswertung der Ozonspitzenbelastung an Sommertagen (Seite 28).

### Steter Tropfen höhlt den Stein

Die Messungen von 2013 bestätigen die langsame Verbesserung der Luftqualität in den letzten Jahren. Die von der Bevölkerung, von Industrie und Gewerbe sowie von der öffentlichen Hand umgesetzten Massnahmen haben in den letzten Jahrzehnten zur besseren Luftqualität beigetragen. Die Messwerte belegen aber auch, dass es weiterhin wichtig ist, die lufthygienischen Massnahmen in der Motorentechnik und bei den Feuerungen weiterzuentwickeln und konsequent umzusetzen. Beschlossen sind verschärfte Abgasnormen für Personenautos und Lastwagen (Euro 6 respektive Euro VI). Damit sollen der Dieselmotoren-Russ fast vollständig beseitigt und der Stickoxidausstoss von Dieselmotoren halbiert werden.

**Gut 25 Jahre nach der Einführung der gesetzlichen Luftreinhalte-Vorgaben ist Erfreuliches erreicht worden: Der Ausstoss anfänglich beunruhigender Schadstoffe wie Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid ist eingedämmt, der Ausstoss der Stickoxide ist beinahe halbiert worden. Beim Ozon zeigt sich eine leichte Entlastung. Aktuelle Leitsubstanz der Luftverschmutzung ist der lungengängige Feinstaub PM<sub>10</sub> und Russ. Bild: Blick vom Waidspital über die Stadt Zürich.**



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

Stickoxide (NO und NO<sub>2</sub>) entstehen vor allem bei Verbrennungsprozessen in Motoren und Feuerungen. Sie sind Vorläuferschadstoffe von Ozon und Feinstaub und schädigen die Gesundheit. NO<sub>2</sub> führt zu Entzündungen in den Atemwegen und verstärkt die Reizwirkung von Allergenen. Längerfristig häufen sich Infektionskrankheiten und die Lungenfunktion verringert sich.

### Deutliche Belastungsunterschiede

Die Jahresbelastung mit Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) war 2013 mehrheitlich leicht höher als im Vorjahr, in dem an den meisten Standorten in der Ostschweiz die tiefsten NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte seit Messbeginn festgestellt wurden. Der Jahresmittel-Grenzwert von 30 µg/m<sup>3</sup> wird noch immer überschritten. Im Grossraum Zürich sind dies nebst den verkehrsgeprägten Messstandorten Opfikon Balsberg (48 µg/m<sup>3</sup>) und Zürich Schimmelstrasse (44 µg/m<sup>3</sup>) auch weniger direkt verkehrsbeeinflusste Standorte im Siedlungszentrum wie Zürich Stampfenbachstrasse (34 µg/m<sup>3</sup>) und Zürich Kaserne (31 µg/m<sup>3</sup>). Zudem zeigen die Messstandorte St.Gallen Blumenbergplatz (40 µg/m<sup>3</sup>) und Chur A13 (32 µg/m<sup>3</sup>), dass auch ausserhalb des Grossraums Zürich zu hohe Stickstoffdioxid-Belastungen auftreten.

Entgegen dem allgemeinen Trend nimmt an Autobahnstandorten wie Opfikon Balsberg die Belastung mit Stickstoffdioxid zu (siehe Grafik auf der übernächsten Seite). An diesem Standort wirkt sich die laufende Zunahme des Verkehrs von jährlich rund 2% zusammen mit dem steigenden Anteil von Diesel-PW negativ aus. Positive Wirkung zeigt die Eröffnung der Westumfahrung um Zürich. Die frühere Transitachse durch die Stadt wurde vom Schwerverkehr entlastet und die NO<sub>2</sub>-Belastung ist in diesem Bereich deutlich gesunken.

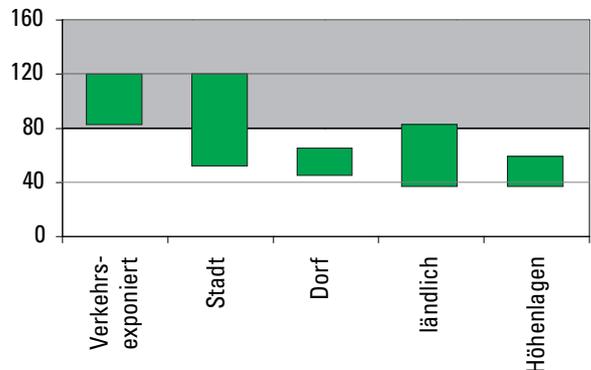
Übermässige Tagesmittelwerte wurden an den verkehrsbelasteten Siedlungsstandorten im Grossraum Zürich sowie in St.Gallen gemessen, an denen auch der Jahresmittel-Grenzwert überschritten war. Standorte, an denen der Jahresmittel-Grenzwert eingehalten wurde, zeigten mit Ausnahme von Dübendorf NABEL keine Überschreitungen des Tagesmittel-Grenzwertes von 80 µg/m<sup>3</sup>.

Ergänzende Messungen mit NO<sub>2</sub>-Passivsammlern bestätigen und differenzieren das Verbreitungsmuster der NO<sub>2</sub>-Belastung (siehe Seiten 14 und 15).



An den stark verkehrsexponierten Standorten innerhalb der Siedlungen wurde der NO<sub>2</sub>-Tagesmittel-Grenzwert überschritten. Eingehalten wurde er an nicht oder wenig verkehrsbeeinflussten und ländlichen Stationen. Die Überschreitung bei der Klasse «ländlich» resultiert vom Standort Wettswil Filderen (ZH), nahe des 2009 eröffneten Autobahnkreuzes im Knonaueramt.

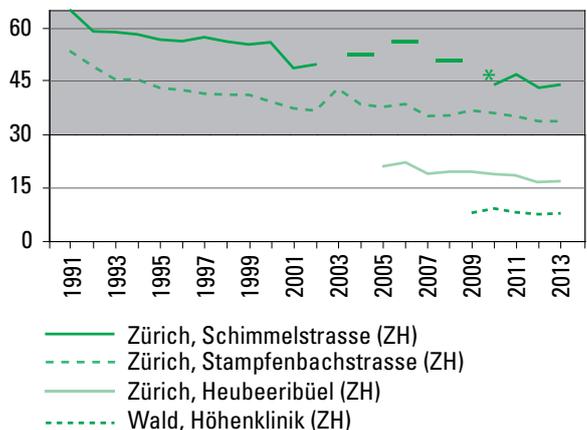
Bereiche der höchsten NO<sub>2</sub>-Tagesmittelwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]



Die NO<sub>2</sub>-Belastung 2013 ist vergleichbar mit dem Jahr 2012. An verkehrsbeeinflussten Standorten in der Stadt Zürich ist seit den 90er Jahren die NO<sub>2</sub>-Belastung deutlich gesunken. Nach einer Stagnation zwischen 2000 und 2007 ist in den letzten Jahren wieder eine leichte Abnahme zu erkennen.

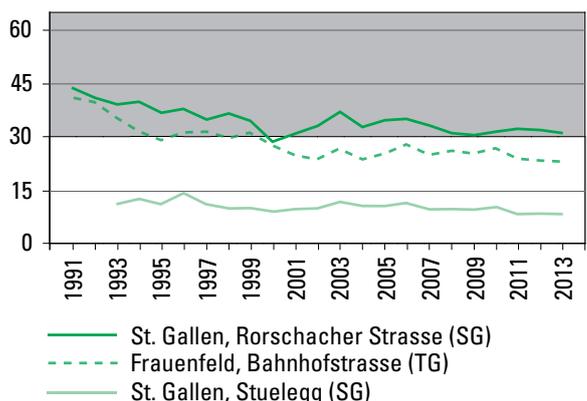
(\*: Verkehrsumlagerungen in Folge umfangreicher Bauarbeiten an der Schimmelstrasse)

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



An der Rorschacher Strasse in St.Gallen blieb der Jahresmittel-Grenzwert in den letzten Jahren knapp überschritten, während er an der Bahnhofstrasse in Frauenfeld seit 2000 eingehalten wird. Der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert des Höhenstandortes St.Gallen Stuelegg entspricht der Hintergrundbelastung und ist tendenziell abnehmend.

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. Bild: Zementfabrik in Untervaz (GR).

## Stickstoffdioxid NO<sub>2</sub> – räumliche Verteilung

Die räumliche Verdichtung des Messstationennetzes mit rund 200 NO<sub>2</sub>-Passivsammlern erlaubt differenzierte Aussagen über die Belastungssituation in der Ostschweiz und in Liechtenstein. Passivsammler werden aber auch durch die zuständigen kantonalen Stellen gezielt zur Überwachung von grossen Bauprojekten eingesetzt. Der Vorteil von Passivsammlern ist ihre einfache Installation vor Ort. Ohne grösseren technischen Aufwand nehmen Passivsammler aus der Luft NO<sub>2</sub> auf und binden es chemisch. Mittels Laboranalysen kann später die mittlere NO<sub>2</sub>-Belastung über die Messperiode bestimmt werden.

Die Messergebnisse der Passivsammler decken sich mit den Ergebnissen der automatischen Messungen. Dank der grösseren Anzahl von Messpunkten sind die abgeleiteten Aussagen breiter abgestützt.

### Verkehrs- und Siedlungsdichte entscheidend

Die Belastung steigt primär mit zunehmendem Strassenverkehr, der Einfluss der Siedlungsdichte ist etwas schwächer. An stark verkehrsexponierten Standorten wurde der NO<sub>2</sub>-Jahresmittel-Grenzwert teils massiv überschritten. Entsprechend finden sich die höchsten Belastungen an stark befahrenen Strassen innerhalb des Siedlungsgebietes. Davon sind nicht nur die Städte, sondern auch Dörfer betroffen. In der Stadt Zürich wird der Jahresmittel-Grenzwert auch entlang von Quartierstrassen oder in verkehrsfreien Wohnlagen überschritten.

An Standorten ohne direkten Verkehrseinfluss unterscheidet sich die Belastung je nach Siedlungsdichte und Höhenlage. Während der Jahresdurchschnitt auf dem Land über 700 m ü. M. bei ca. 8 µg/m<sup>3</sup> liegt, ist die Grundbelastung im Zentrum der Stadt Zürich (400 m ü. M.) rund dreimal höher.

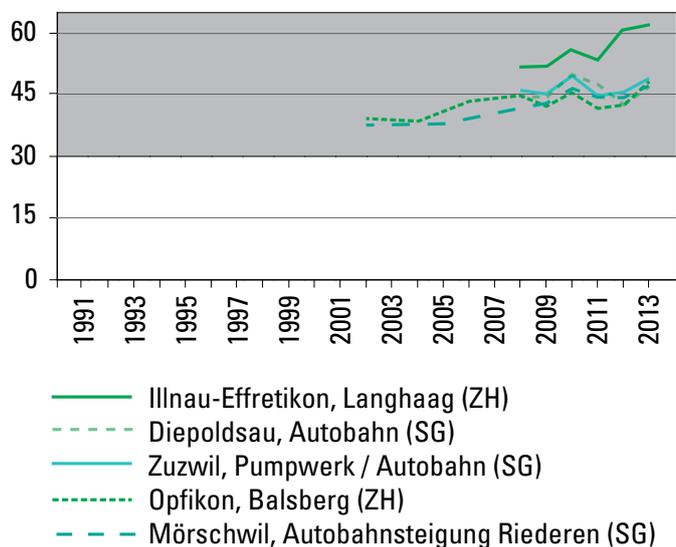
Die geografische Verteilung der Messstandorte und die NO<sub>2</sub>-Belastung der einzelnen Messstandorte sind in der nebenstehenden Karte für die Periode 2011 bis 2013 dargestellt.

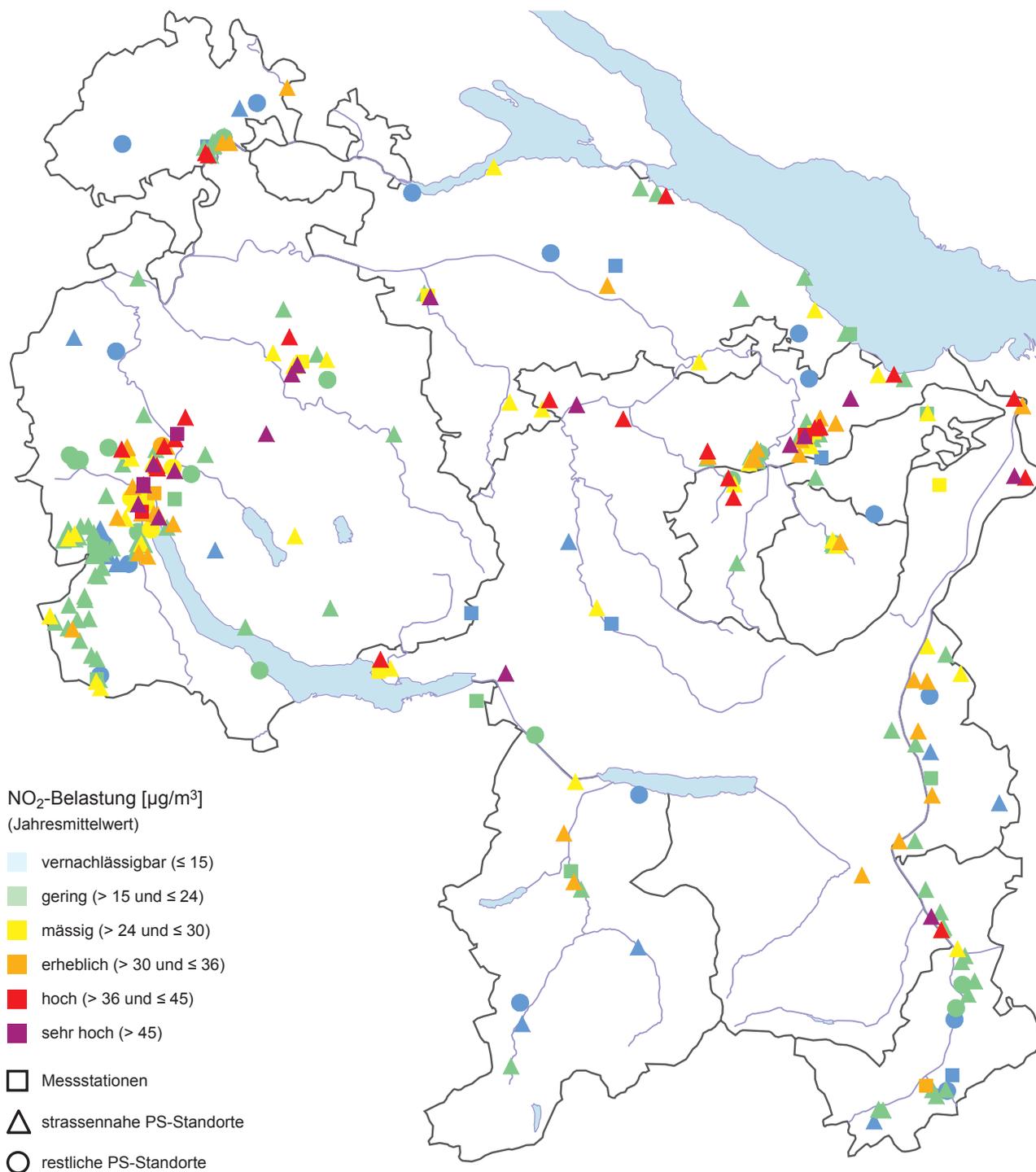
### Dieselmotoren stehen in der Pflicht

Ungünstig auf die Stickstoffdioxid-Immissionen hat sich die Zunahme von Dieselfahrzeugen bei den Personen- und Lieferwagen ausgewirkt. Zusätzlich zum Dieseleruss emittieren die heutigen Dieselmotoren (Euro 3, 4 und 5) immer noch 4- bis 10-mal mehr Stickoxide als vergleichbare Benzinmotoren mit Katalysator. Im Alltagsverkehr weisen Diesel-PW mit Euro 5 durchschnittlich höhere Stickoxidemissionen auf als die Vorgängertypen mit Euro 4. Deshalb werden die Abgasnormen für Personen-, Liefer- und Lastwagen weiter verschärft (Euro 6 für Personenwagen ab September 2015, für Lieferwagen 2015/2016 und Euro VI für Lastwagen ab 2014). Damit soll der Stickoxidausstoss von Dieselmotoren halbiert werden.

An verschiedenen Autobahnstandorten, die mit NO<sub>2</sub>-Passivsammlern beprobt werden, zeigt sich wie an der automatischen Messstation Opfikon Balsberg eine Zunahme der NO<sub>2</sub>-Belastung in den letzten Jahren.

Entwicklung der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte [µg/m<sup>3</sup>]  
Autobahn





Übersichtskarte des OSTLUFT-Gebietes mit NO<sub>2</sub>-Passivsammlerstandorten und -Messstationen sowie den zugehörigen Jahresmittelwerten der Messperiode 2011 bis 2013

## Feinstaub PM10 – Ergebnisse der Standardmessungen



Feinstaub ist ein Gemisch unterschiedlicher Substanzen aus verschiedensten Quellen. Die Ergebnisse aus detaillierten Untersuchungen von OSTLUFT, BAFU, Empa, Kantonen und Paul-Scherrer-Institut ermöglichen heute den Rückschluss auf die verschiedenen Quellen, welche die Luft durch Feinstaub belasten. Diese Ergebnisse und allgemeine Informationen zu Feinstaub und Russ sind auf den Seiten 20 bis 27 zusammengefasst.

### **Übermässige Tagesmittelwerte trotz Abnahme der Jahresbelastung**

Noch vor wenigen Jahren lag der PM10-Jahresmittelwert vieler Messstandorte im Bereich des Jahresmittel-Grenzwertes von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . In den letzten Jahren konnte eine deutliche Abnahme der PM10-Belastung registriert werden. 2013 wurden Überschreitungen des Jahresmittel-Grenzwerts noch in städtischen Gebieten und entlang von stark befahrenen Strassen verzeichnet. In ländlichen Gebieten und besonders in höheren Lagen ist die Feinstaubbelastung am geringsten.

Für die Beurteilung der kurzzeitigen Feinstaubbelastung ist der Tagesmittel-Grenzwert von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wichtig. Bei fast allen Messstationen wurde dieser an 2 bis 23 Tagen überschritten. Das Silvesterfeuerwerk verursachte in der Agglomeration Kreuzlingen-Konstanz am Neujahrstag 2013 eine PM10-Belastung von  $85 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Messstation Konstanz Wallgutstrasse). Im restlichen Jahr wurden die höchsten Tagesmittelwerte an den strassennahen Standorten Zürich Schimmelstrasse ( $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) und Chur A13 ( $73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) gemessen. Aber auch an weniger verkehrsbeeinflussten Siedlungsstandorten traten Tagesmittelwerte um  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  auf. Die maximalen Tagesmittel waren dank dem Ausbleiben langer Inversionsphasen in den Wintermonaten 2013 deutlich tiefer als 2012.

### **Vielfältige Minderungsmassnahmen nötig**

An verkehrsreichen Stadtstandorten und an Hauptverkehrsachsen ist die Feinstaubbelastung 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 Feinstaubbelastung bei. Während Belastungsphasen stammt rund die Hälfte des gemessenen PM10-Feinstaubes aus gasförmigen Vorläuferschadstoffen in der Luft, die sogenannten sekundären Aerosol-Anteile. Wichtige Komponenten sind Stickoxide, Schwefeldioxid, Kohlenwasserstoffe und Ammoniak. Letzterer stammt zum grössten Teil aus der Landwirtschaft. Die nachhaltige Minderung aller Vorläuferschadstoffe bleibt ein wichtiges Ziel für die Reinhaltung unserer Atemluft.

Mit Ausnahme einzelner Höhenstandorte (über 700 m ü. M.) wurde an allen Messstandorten der PM10-Tagesmittel-Grenzwert von 50 µg/m<sup>3</sup> mehrfach überschritten. Erhöhte Tagesmittel traten auch in Dörfern und ländlichen Regionen auf. Wichtige Quellen des Feinstaubs sind hier Holzfeuerungen und die Grünabfallverbrennung im Freien. Bei der Klasse «Höhenlagen» ist auch die NABEL-Station Rigi Seebodenalp miterfasst.

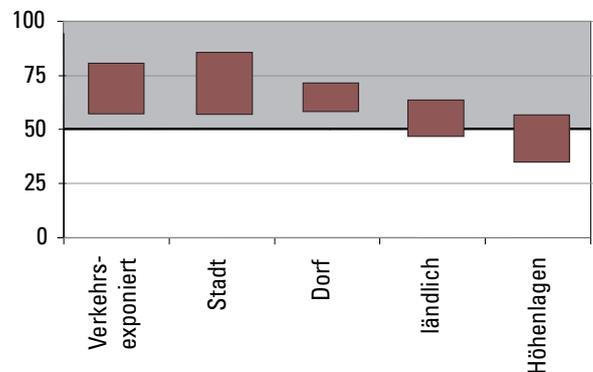
Die PM10-Belastungen im Grossraum Zürich widerspiegeln die unterschiedlichen Standortklassen. Die höchsten Werte treten an den innerstädtischen Verkehrsachsen auf. Am ländlichen Höhenstandort bei der Klink in Wald (ZH) ist die Belastung am tiefsten.

(\*: Verkehrsumlagerungen in Folge umfangreicher Bauarbeiten an der Schimmelstrasse)

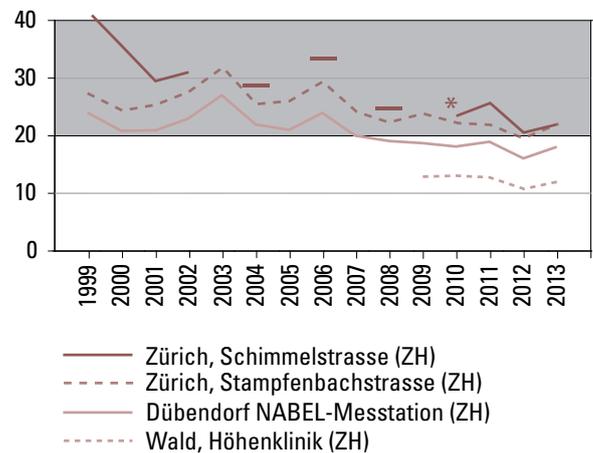
Ausserhalb des Grossraums Zürich unterscheiden sich die Feinstaub PM10-Jahresmittelwerte zwischen den Regionen wenig. Die Werte der Standorte in den Siedlungen bewegen sich seit Messbeginn leicht über oder im Bereich des Jahresmittel-Grenzwertes von 20 µg/m<sup>3</sup>. Die PM10-Werte sind in Frauenfeld (erstmal 2012) und Glarus (seit 2008) deutlich unter den Grenzwert gefallen.

Wenn Holz verbrennt, entstehen neben Wärme auch Luftschadstoffe. Beim Betrieb von schlecht gewarteten Holzfeuerungen, beim Verbrennen von verbotenen Materialien und zu feuchtem Holz entstehen grosse Mengen an Feinstaub, Russ und anderen Luftschadstoffen. Bild: Holzfeuerung im Prättigau (GR).

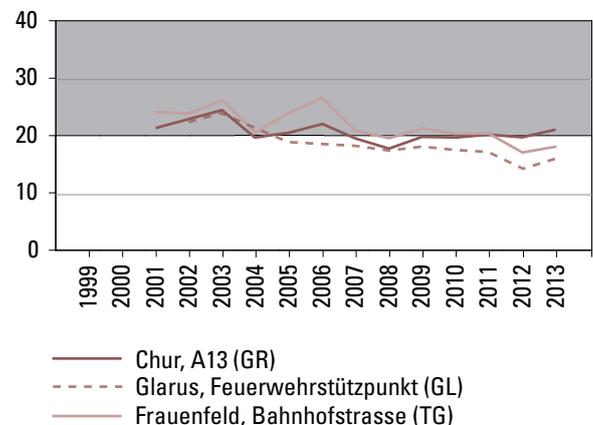
Bereiche der höchsten PM10-Tagesmittelwerte [µg/m<sup>3</sup>]



Entwicklung der PM10-Jahresmittelwerte [µg/m<sup>3</sup>]  
Region Zürich



Entwicklung der PM10-Jahresmittelwerte [µg/m<sup>3</sup>]  
Region Ostschweiz



## Russ (elementarer Kohlenstoff, EC)

Russ ist ein Bestandteil des Feinstaubes von besonderer gesundheitlicher Relevanz. Zusätzlich zu den Standardauswertungen auf dieser Seite sind weitere Grundlagen und Erkenntnisse aus aktuellen Projekten zu Feinstaub- und Russbelastungen auf den Seiten 20 bis 27 zusammengefasst.

In der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) ist Dieselmotoren-Russ als krebserzeugend klassiert. Deshalb gibt es für Russ keinen Immissions-Grenzwert, denn auch geringste Konzentrationen sind schädlich. Das Ziel ist die Reduktion der Russkonzentration auf ein Minimum. Nach Abschätzungen der Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene (EKL) gilt eine maximal tolerierbare Konzentration von  $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Russ im Jahresmittel als Orientierungswert.

### Aktuelle Russbelastung

Die höchsten Jahresmittelwerte von Russ mit bis zu  $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurden an den stark verkehrsbelasteten Standorten Zürich Schimmelstrasse und Opfikon Balsberg (ZH) gemessen. In Siedlungsgebieten mit mässigem oder keinem Verkehr wurden Russkonzentrationen von  $0.5$  bis  $1.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erreicht. An den quellenfernen Standorten Galgenbuck in Neuhausen am Rheinfall (SH), Weerswilen (TG) und bei der Höhenklinik Wald (ZH) lagen die Jahresmittelwerte für Russ bei  $0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Die Russkonzentration hat in den letzten acht Jahren an allen Messstandorten abgenommen, sie liegt jedoch in allen untersuchten Gebieten um das Mehrfache höher als die anzustrebende Maximalbelastung von  $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . An den meisten Standorten wurden 2013 die tiefsten Russ-Jahresmittelwerte gemessen.

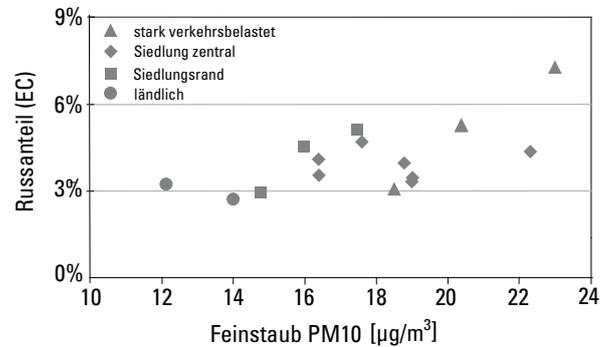
### Russanteil im Feinstaub

Der Russanteil im PM<sub>10</sub> liegt für die meisten Messstandorte zwischen 3% und 6%. Gegenüber den Vorjahren ist der Russanteil deutlich gesunken, am stärksten ist die Abnahme an den stark verkehrsbelasteten Standorten Zürich Schimmelstrasse und Opfikon Balsberg (ZH). Die Standorte mit der geringsten Feinstaubbelastung weisen auch den tiefsten Russanteil von rund 3% am gesamten Feinstaub auf. Es sind dies vor allem ländliche und wenig verkehrsbeeinflusste Gebiete wie Weerswilen (TG) und Wald Höhenklinik (ZH).



Der Russanteil im Feinstaub PM10 steht in engem Bezug zur Feinstaubbelastung eines Standortes. Die relativen Russanteile blieben an den Standorten ähnlich wie in den Vorjahren.

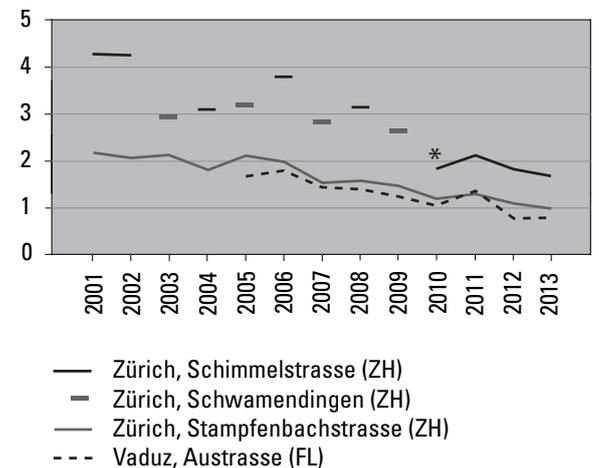
Anteil des Russes im Feinstaub PM10 [%]



Die Russbelastung an den kontinuierlich messenden Stationen geht seit Beginn der Aufzeichnungen laufend zurück. Sie lag 2013 jedoch weiterhin deutlich über der anzustrebenden Maximalbelastung von  $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Der starke Rückgang an der Schimmelstrasse in Zürich (seit 2010) steht im Zusammenhang mit einer grossräumigen Verkehrsberuhigung.

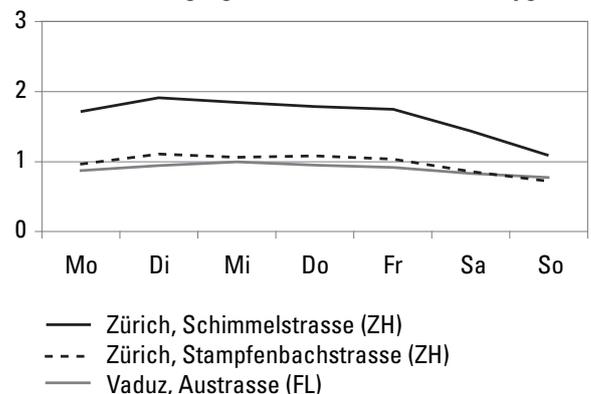
(\*: Verkehrsumlagerungen in Folge umfangreicher Bauarbeiten an der Schimmelstrasse)

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



Die verminderte Russbelastung am Wochenende ist auf das Fahrverbot des Schwerververkehrs zurückzuführen. Die Belastungsunterschiede zwischen den Standorten hängen vom Verkehrsaufkommen ab.

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



Bedeutende Quellen von Russ sind Dieselmotoren ohne Partikelfilter sowie unsachgemäss betriebene Holzfeuerungen und die Grünabfallverbrennung im Freien. Russ umfasst die kohlenstoffhaltigen Partikel eines unvollständigen Verbrennungsprozesses. Russ ist krebserregend. Bild: Lastwagen beim Bellevue in der Stadt Zürich.

## Zuviel Feinstaub und Russ in der Luft – Projektergebnisse

Kontaktpersonen: Hanspeter Lötscher, ANU GR, Chur; Franz Ludwig AfU TG, Frauenfeld

Die Feinstaubwerte sanken über die Jahre und trotzdem sind sie noch vielerorts zu hoch. So wird der Tagesmittel-Grenzwert für PM10 in den Siedlungsgebieten mehr als einmal überschritten. Auch die Russbelastung liegt flächendeckend um ein Vielfaches über dem empfohlenen Jahresmittel von  $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  der Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene (EKL).

OSTLUFT erweiterte die Standardmessungen mit eigenen Projekten zur Thematik Feinstaub und beteiligt sich an gesamtschweizerischen Untersuchungen. Ziel ist es, die Kenntnis über die Entstehung und Zusammensetzung des Feinstaubes zu vertiefen und damit Grundlagen für Minderungsmassnahmen im Vollzug zu liefern. Wir geben eine Zwischenbilanz.

### Die Feinstaubbelastung steigt im Winter

Der Tagesmittel-Grenzwert für PM10 wurde 2013 an allen Messstationen in der Ostschweiz überschritten (siehe auch Seite 16). Grenzwertüberschreitungen erfolgen in der Regel in den Wintermonaten.

In den letzten zwölf Jahren ist während 462 Tagen an mindestens einer Station im Raum der Ost- und Innerschweiz eine PM10-Belastung von über  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Tagesmittel aufgetreten. Die meisten Tage mit übermässiger Belastung treten in den Monaten Januar und Februar auf. Diese übermässigen PM10-Belastungen sind jedoch häufig von lokalem Charakter. Nur an 46 Tagen wiesen fast alle Stationen zwischen Luzern und St. Gallen gleichzeitig eine Grenzwertüberschreitung auf. Solch grossräumige hohe Feinstaubbelastungen sind im gesamten OSTLUFT-Gebiet selten. In den tieferen Regionen der Ost- und Innerschweiz treffen Ereignisse mit hoher Feinstaubbelastung häufiger ein. Der Tagesmittel-Grenzwert wurde in Luzern und Zürich an insgesamt 136 Tagen gleichzeitig überschritten. Diese Überschreitungstage lagen in 55 Belastungsphasen, die durchschnittlich zweieinhalb Tage andauerten, wobei die Hälfte aller Phasen bereits nach einem Tag beendet war. Eine rückläufige Feinstaubbelastung zeigt sich im abnehmenden Trend der Belastungstage über die untersuchten zwölf Jahre. [Projekt OSTLUFT und in-Luft: PM10-Belastungsphasen in der Ost- und Zentralschweiz, (2013)]

### In Kaltluftseen bleiben die Luftschadstoffe gefangen

Länger anhaltende lokale Kaltluftseen bilden sich während der kalten Jahreszeit, also in Wintermonaten, vor allem in Talmulden am Abend und während der Nacht. Sie sind nur wenige Dutzend Meter mächtig. An der Grenze zur wärmeren Luft (Inversion) entsteht oft, aber nicht immer ein Dunstschleier oder Nebel. In einem Kaltluftsee liegt eine Temperaturinversion vor, kalte Luft ist unter einer wärmeren Luftschicht eingesperrt. Die Folge ist, dass Luftschadstoffe nicht mehr ausreichend verdünnt werden.



### Was ist Feinstaub?

Feinstaub PM10 besteht aus Partikeln mit einem Durchmesser von weniger als 10 Tausendstelmmillimetern (10 µm), was etwa einem Zehntel des Durchmessers eines menschlichen Haars entspricht. Die Partikel mit einem Durchmesser von weniger als 2.5 Tausendstelmmillimeter werden als Feinstaub PM2.5 bezeichnet. Feinstaubpartikel werden einerseits direkt in die Luft abgegeben, die Primärpartikel, oder erst in der Luft gebildet, die Sekundärpartikel. Primärpartikel entstehen durch unvollständige Verbrennung von Brenn- und Treibstoffen, bei industriellen Prozessen oder durch Aufwirbelung von Strassenstaub, sowie als Abrieb von Bremsen, Reifen, Strassenbelägen und Schienen. Daneben entstehen die Sekundärpartikel erst in der Luft aus gasförmigen Stoffen wie Ammoniak, Stickoxiden, Schwefeldioxid und organischen Verbindungen. Die Bildung von Sekundärpartikeln ist bei tiefen Temperaturen sehr ausgeprägt und ist mindestens hälftig an der winterlichen Feinstaubbelastung beteiligt.

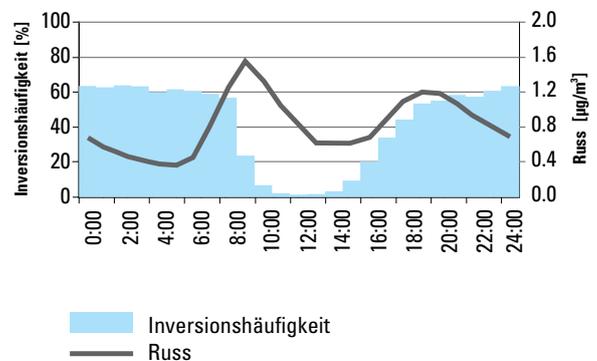
Die wichtigsten Feinstaubquellen in der Schweiz sind der Verkehr, die Holzverbrennung und die Landwirtschaft. Der Feinstaub setzt sich aus einer Vielzahl von chemischen Verbindungen zusammen. Besonders schädliche Bestandteile sind die sehr kleinen Krebs erzeugenden Russpartikel, die 2012 von der Internationalen Agentur für Krebsforschung (IARC) der WHO als kanzerogen bestätigt wurden.

Quelle: EKL empfiehlt zusätzlichen Grenzwert zum Schutz der Gesundheit, Medienmitteilung Eidgenössische Kommission für Lufthygiene, 19.3.2014.

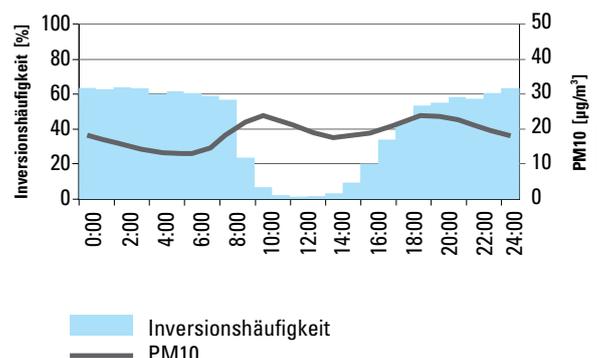
Im Toggenburg bei Ebnat-Kappel (SG) bildet sich an 70% aller Wintertage von 18 Uhr bis 08 Uhr ein Kaltluftsee aus. Dieser führt zu einer Zunahme der Luftschadstoffkonzentrationen. Tagsüber löst sich dieser Kaltluftsee wegen der Sonneneinstrahlung wieder auf, die Luftmassen werden durchmischt. Das tägliche morgendliche Verkehrsaufkommen führt zusammen mit der verstärkten Heiztätigkeit zu einer Belastungsspitze durch Russ und Feinstaub PM10. Um die Mittagszeit löst sich der Kaltluftsee meist auf. Die Luftmassen werden durchmischt und die Luftschadstoffbelastung sinkt. Mit dem abendlichen Verkehrsaufkommen und der Heiztätigkeit nimmt die Luftbelastung wieder zu und wird durch den sich wieder ausbildenden Kaltluftsee verstärkt. Der Tagesgang von Russ ist ausgeprägter als von Feinstaub. [OSTLUFT-Projekte: Immissionsmessungen Ebnat-Kappel (2011/12) und Immissionsmessungen im Dorf Appenzell mit hohem Anteil an Holzfeuerungen (2012/13)]

**Kaltluftseen:** kalte Luftmassen bleiben in Talmulden liegen und die Luftschadstoffe sammeln sich darin an. Bild: Blick von Haslen (AI) in Richtung Stein (AR).

Inversion und Russkonzentration in Ebnat-Kappel, 2011/2012



Inversion und PM10-Konzentration in Ebnat-Kappel, 2011/2012



## Quellenanteile von Verkehr und Holzfeuerungen

In der kalten Jahreszeit besteht an Tagen mit erhöhter PM<sub>10</sub>-Belastung ein Drittel bis zur Hälfte des Feinstaubes PM<sub>10</sub> aus Primärpartikeln (Russ, organische Feinstaubmasse, Mineralstaub) und der grössere Anteil hat sich sekundär in der Atmosphäre aus gasförmigen Emissionen gebildet.

### **Holzfeuerungen und Verkehr sind im Winter bedeutende Feinstaubquellen**

Russ entsteht fast ausschliesslich bei Verbrennungsprozessen und ist eine direkte Emission aus der Verbrennung von fossilen Brennstoffen im Verkehr und Biomasse aus Holzfeuerungen. Obschon der Russanteil weniger als ein Zehntel der Feinstaubmasse ausmacht, ist er gesundheitlich bedeutend, da Russ krebserregend ist. Feinstaub enthält organische Substanzen verschiedenster Zusammensetzung und Herkunft. Diese organische Feinstaubmasse entsteht direkt aus der Biomasseverbrennung (Holzfeuerungen und offene Feuer) und im geringen Mass durch Verbrennungsmotoren. Dazu kommen gasförmige organische Emissionen, welche sich erst in der Atmosphäre zu Feinstaub umwandeln. Ursache dieser organischen Sekundärpartikel sind unter anderem Abgase aus Biomasseverbrennung, Lösemittel aus Industrie, Gewerbe und Haushalten sowie natürliche Emissionen aus der Vegetation.

In den letzten sieben Jahren beteiligte sich OSTLUFT an mehreren Projekten von Bund und Kantonen, um den Quellen der PM<sub>10</sub>-Belastung auf die Spur zu kommen (siehe auch Beiträge zu den Russmessungen im OSTLUFT Jahresbericht 2009). Ein gesamtschweizerisches Grossprojekt des Labors für Atmosphärenchemie, Paul Scherrer Institut und des Labors für Radio- und Umweltchemie der Universität Bern hatte zum Ziel, den Kohlenstoffanteil in Russ und organischem Feinstaub den fossilen Energieträgern oder natürlichen, nicht-fossilen Quellen zuzuordnen. Die Anwendung der Radiocarbon-Methode mit dem Isotop <sup>14</sup>C dient zur eindeutigen Bestimmung des Anteils aus fossilen Quellen (siehe Kasten Seite 23). Die Studie ergab für Russ ein klares Ergebnis. An Wintertagen mit hoher Feinstaubbelastung stammt der Russ in Strassennähe zu 80% aus dem Verkehr und zu 20% aus der Verbrennung von Biomasse. In den Siedlungen ist der Russanteil aus Verkehr und Holzfeuerungen etwa gleich hoch und in Gebieten mit vielen Holzfeuerungen steigt der Russanteil aus der Holzverbrennung auf bis zu 70% an.

Auch ein Anteil der organischen Feinstaubmasse stammt aus der Verbrennung fossiler Energieträger, wobei primäre und sekundäre Anteile mit der angewandten Methode nicht unterschieden werden können. In Strassennähe ist im Winter ein Anteil von 30% der organischen Masse fossilen Ursprungs und kann eindeutig dem Verkehr und Heizöl-Feuerungen zugeordnet werden. An Siedlungsstandorten reduziert sich der fossile Anteil auf 20%, an einem Standort mit hohem Holzfeuerungsanteil beträgt er noch 10 bis 20%. Der restliche Anteil organischer Feinstaubmasse ist nicht nur natürlichen Ursprungs, ein wesentlicher Anteil stammt an Wintertagen aus der Verbrennung von Holz.

[Projekt BAFU, OSTLUFT, mehrere Kantone: Quellzuordnung von Feinstaub für Wintertage mit Grenzwertüberschreitungen (2013)]

### **Die Westumfahrung von Zürich bringt Entlastung beim Russ**

Der Einfluss des Verkehrs auf die Luftbelastung zeigt sich besonders deutlich am Beispiel der Westumfahrung Zürich. Mit der Eröffnung des Uetlibergtunnels im Mai 2009 wurde die Weststrasse, welche früher Teil der Transitachse war, zu einer Quartierstrasse. Die Luftbelastung nahm deutlich ab und die Lebensqualität verbesserte sich markant. Messungen des krebserregenden Dieselmusses an der Weststrasse vor und nach der Abklassierung zeigten, dass die jährliche Belastung auf eine mittlere städtische Russbelastung zurückgefallen ist. Dieser Rückgang erfolgte zur Hälfte durch die Verkehrsverlagerung und zur anderen Hälfte sank die Russbelastung infolge des steigenden Anteils von Dieselfahrzeugen mit Partikelfiltern generell. [Projekt AWEL: Flankierende Massnahmen nach Eröffnung der Westumfahrung (2014), ZUP Nr. 75]

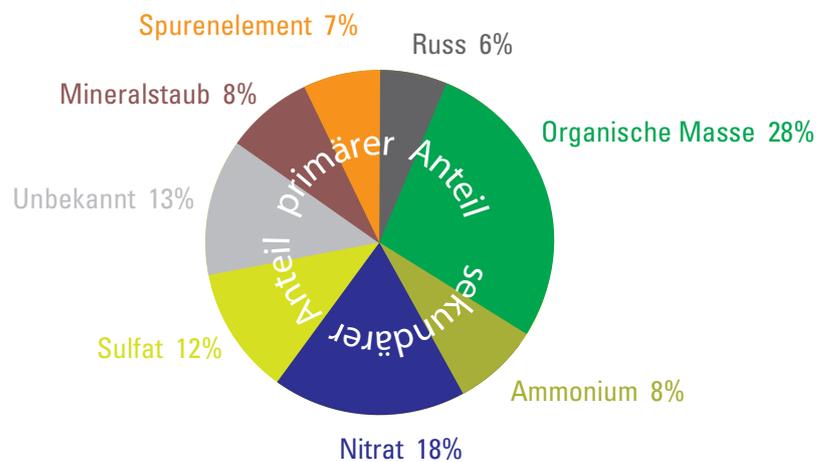
### Wie kann die Herkunft der Schadstoffe bestimmt werden?

Unterschiedliche Quellen emittieren verschiedene Zusammensetzungen von Abgasen und Feinstaub in die Luft. Typische Elemente und Verbindungen können dazu benutzt werden, um die Beiträge einer Quelle zur Luftbelastung abzuschätzen. Die Analyse des radioaktiven Isotops  $^{14}\text{C}$  mit seiner Halbwertszeit von 5730 Jahren ermöglicht Rückschlüsse auf fossile und nicht-fossile Kohlenstoff-Quellen. Das Isotop  $^{14}\text{C}$  wird laufend durch Kernreaktionen in den oberen Schichten der Erdatmosphäre neu gebildet, deshalb entspricht der  $^{14}\text{C}$ -Gehalt in biogenen Materialien dem heutigen  $^{14}\text{C}$ -Gehalt. In fossilen Kohle- und Erdölprodukten, die mehrere Millionen Jahre alt sind, ist das  $^{14}\text{C}$ -Isotop vollständig zerfallen.

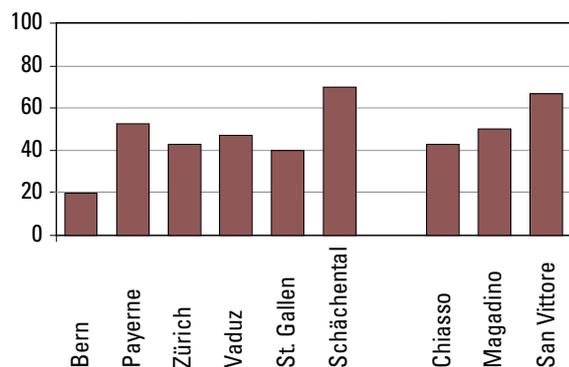
Für den Begriff «nicht-fossil» wird in diesem Bericht synonym die Bezeichnung «biogen» verwendet.

### Zusammensetzung des städtischen Feinstaubs im Jahresmittel

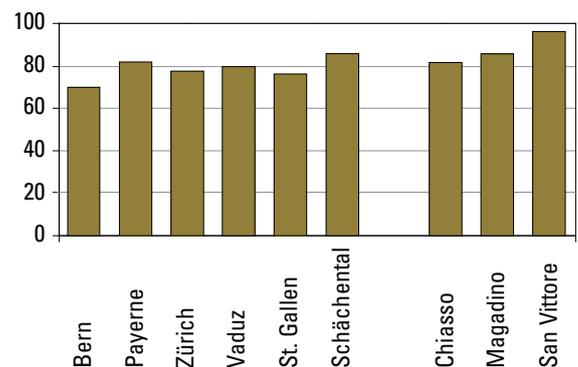
Der Feinstaub setzt sich aus einer Vielzahl von Partikeln zusammen. Etwa die Hälfte sind direkt emittierte Primärpartikel und die andere Hälfte bildet sich aus gasförmigen Vorläuferstoffen in der Atmosphäre, die Sekundärpartikel. Partikel mit organischer Kohlenstoffmasse bilden eine Hauptfraktion.



### Biogener Anteil am elementaren Kohlenstoff (EC) im Feinstaub [%]



### Biogener Anteil am organischen Kohlenstoff (OC) im Feinstaub [%]



Der elementare Kohlenstoffanteil im Feinstaub entspricht in etwa dem Russgehalt. Die Anteile im Feinstaub wurden an Tagen mit hoher PM<sub>10</sub>-Belastung in den Wintern zwischen 2007 und 2012 bestimmt.

Die biogenen Anteile im Russ und im gesamten organischen Kohlenstoff stammen hauptsächlich von Holzfeuerungen. Beiträge von biologischen Aerosolen und Kochemissionen sind im Winter gering. In Verkehrsnähe sind die Beiträge von fossilem EC und fossilem OC deutlich höher als an Standorten mit vielen Holzfeuerungen.

## Feinstaubbelastung in Appenzell

Appenzell (AI) hat, wie viele ländliche Gemeinden, einen hohen Anteil an Holzfeuerungen und ein mässiges Verkehrsaufkommen. Durch die Lage in einem geschlossenen weiten Kessel bildet sich während der kalten Jahreszeit häufig ein Kaltluftsee aus, in dem sich die Luftschadstoffe aus dem Dorf ansammeln. Vom September 2011 bis Ende 2013 wurden im Dorfzentrum von Appenzell umfangreiche Immissionsmessungen durchgeführt. Zu Vergleichszwecken dienen Parallelmessungen in Ebnat-Kappel (SG) vom gemeinsam gemessenen Winter 2011/12. So bot sich die Möglichkeit den Einfluss der Holzfeuerungen auf die Luftqualität im ländlichen Gebiet detailliert zu untersuchen. Zusätzlich zu den Standardmessungen der Stickoxide, Feinstaub PM10 und Ozon erfolgten Messungen von Kohlenmonoxid, elementarem Kohlenstoff, polyaromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) und Levoglucosan, ein typisches Produkt aus der Holzverbrennung.

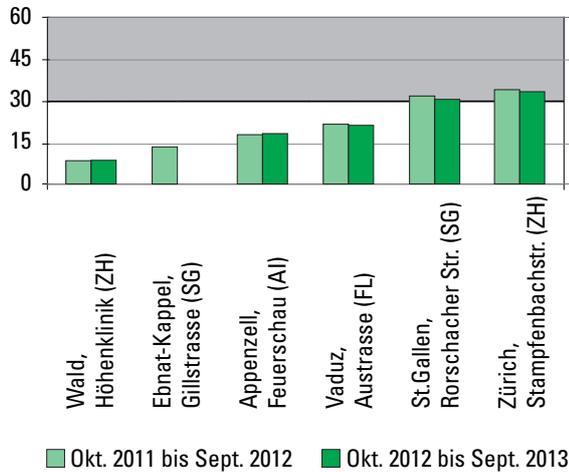
Die Luftqualität in Appenzell und Ebnat-Kappel ist im Jahresmittel vergleichbar mit derjenigen eines typischen Dorfes mit mässigem Verkehrsaufkommen. Gegenüber städtischen Standorten ist die Belastung mit NO<sub>2</sub> und PM10 im Jahresmittel deutlich tiefer, die Belastung durch Ozon ist im Sommer jedoch höher.

Das Jahresmittel wie auch das Winterhalbjahresmittel für die Stickstoffdioxidkonzentration waren in Appenzell etwas höher als in Ebnat-Kappel. Dies deutet darauf hin, dass in Appenzell der Verkehr einen grösseren Einfluss auf die Luftqualität hat. Dafür ist in Ebnat-Kappel das Winterhalbjahresmittel für Kohlenmonoxid- und Feinstaubkonzentrationen höher. Auch ergab die Levoglucosanbestimmung tendenziell höhere Werte in Ebnat-Kappel als in Appenzell, alles Indizien, dass die Holzfeuerungen von Ebnat-Kappel einen grösseren Beitrag zur Luftbelastung liefern. In der Region Appenzell sind rund 2'200 kleine Holzfeuerungsanlagen erfasst, während in Ebnat-Kappel sechs grosse Holzschnitzelfeuerungsanlagen sowie rund 1'300 kleine Holzfeuerungsanlagen in Betrieb sind. Die in Appenzell geplante 1.5 MW Holzfeuerungsanlage war zum Zeitpunkt der Messungen noch nicht in Betrieb. Bei Bedarf werden die Luftmessungen nach der Inbetriebnahme wiederholt.

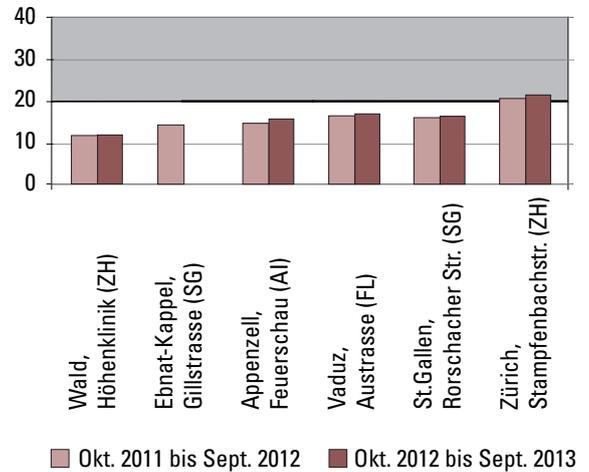
An beiden Standorten konnte gezeigt werden, dass bodennahe Inversionen zu einer Erhöhung der Schadstoffkonzentration in der Luft führen. Die Inversionslagen sind in Appenzell ausgeprägter als in Ebnat-Kappel. In Appenzell bleibt die Inversion tagsüber häufig bestehen, während sie sich in Ebnat-Kappel um die Mittagszeit auflöst. Dies bringt in Ebnat-Kappel eine bessere Verdünnung der Luftschadstoffe mit sich, was zu einer Verringerung der Luftbelastung führt. [Projekte von OSTLUFT: Immissionsmessungen Ebnat-Kappel (2012) und Immissionsmessungen im Dorf Appenzell mit hohem Anteil an Holzfeuerungen (2013)]



### Gleitende NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]



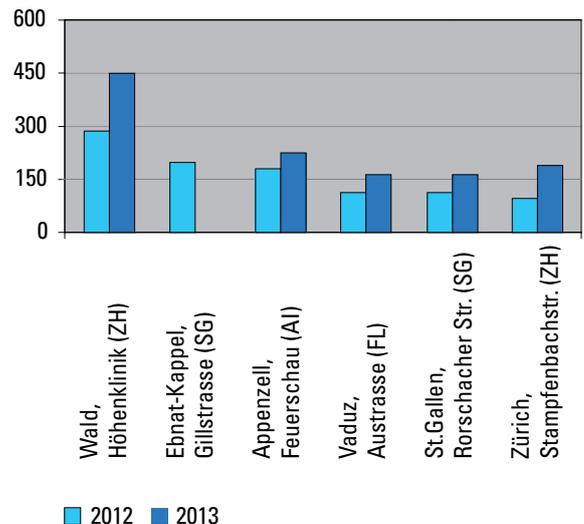
### Gleitende PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]



Die Luftqualität in Appenzell ist vergleichbar mit derjenigen von Dörfern mit mässigem Verkehrsaufkommen. Im Vergleich zu städtischen Standorten ist die Belastung mit NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub> im Jahresmittel deutlich tiefer, die Belastung durch Ozon im Sommer jedoch höher.

Für Ebnat-Kappel liegen nur für eine Periode Vergleichswerte mit Appenzell vor.

### Überschreitungshäufigkeit des Ozon-Stundenmittel-Grenzwertes von 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2011 [Stunden]



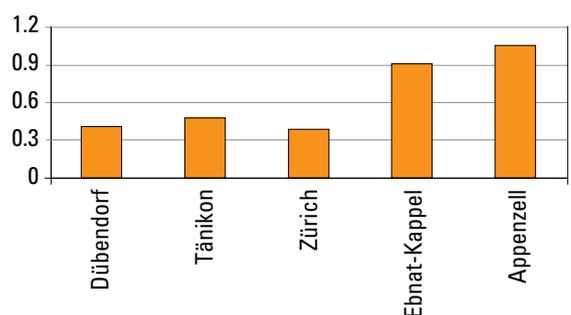
Bedeutende Mengen von krebserregenden polyaromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) werden von Holzfeuerungen ausgestossen. Standorte mit vielen Holzfeuerungen in der Umgebung (z. B. Ebnat-Kappel und Appenzell) weisen eine deutlich erhöhte Toxizität auf. Die Toxizität wird berechnet als Summenprodukt der einzelnen PAK-Konzentrationen und den dazugehörigen Toxizitätsfaktoren.

Quelle: Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe im PM<sub>10</sub> an ausgewählten Stationen des NABEL sowie der Kantone - Messbericht 2012, Empa (2013)

### Vergleich der durch PAK bedingten Toxizität 2012

[ng Toxizitätsequivalent pro m<sup>3</sup>]

(Mittelwert aus 30 Tages-Filterproben)



Viele Holzfeuerungen und der Verkehr belasten die Luft vor allem im Winter. Bild: Standort der Luftmessstation Appenzell Feuerschau (AI).

## Gesundheitliche Aspekte der Feinstaub- und Russbelastung

Die Internationale Agentur für Krebsforschung (IARC) der WHO gab im Oktober 2013 bekannt, dass die Verschmutzung der Aussenluft als kanzerogen, das heisst krebserregend für den Menschen einzustufen ist. Die täglich eingeatmete Luft enthält ein Schadstoffgemisch, das unter anderem aus verschiedenen Krebs verursachenden Einzelsubstanzen besteht – wie etwa Dieselmotorschadstoff, diversen polyaromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) und Benzol. Die Einstufung stützt sich mehrheitlich auf Studienergebnisse aus Städten und Vorstädten mit Feinstaub-Konzentrationen zwischen 15 und 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  PM10 im Jahresmittel ab. Es zeigt sich dabei, dass mit einer längeren Exposition gegenüber Feinstaub und einer zunehmenden Verkehrsintensität in der näheren Umgebung des Wohnorts das Risiko an Lungenkrebs zu erkranken ansteigt.

Aber auch kurzfristig belastet die Luftverschmutzung unsere Gesundheit. So nehmen bei einem PM10-Anstieg um 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  im 2-Tagesmittel die krankheitsbedingten Spitaleinweisungen um knapp 0.2% zu. Diese Effekte sind statistisch signifikant und entsprechen für die gesamte Schweiz 300 bis 700 zusätzlichen Notfalleinweisungen pro Jahr. Wären die PM10-Werte an Belastungstagen um 20% tiefer, so liessen sich pro Jahr etwa 300 Notfalleinweisungen vermeiden. Bei Herz-Kreislaufkrankungen kann ein starker Anstieg der Luftbelastung fast unmittelbar zu einer Verschlechterung der Gesundheit und vermehrten Spitaleintritten führen. Im Gegensatz dazu wird eine Zunahme der Notfalleinweisungen als Folge von Atemwegserkrankungen erst nach einigen Tagen sichtbar. [Projekt TPH und mehrerer Kantone: Study of the effect of particulate matter (PM10) on emergency hospital admissions and mortality for the period of 2001 to 2010 and of nitrogen dioxide on mortality for the period of 1995 to 2010, Swiss THS (2013)]

**Von der Luftbelastung besonders betroffen sind Kinder und ältere Personen.**



### **Gesundheitliche Auswirkungen des Feinstaubs**

Mit jedem Atemzug gelangen Tausende von feinen Partikeln in unsere Atemwege und die Lunge. Sie werden in den Bronchien und den Lungenbläschen abgelagert und führen zu kurz- oder langfristigen Auswirkungen auf die Gesundheit. Je kleiner die Partikel sind, desto tiefer dringen sie in die Lunge ein. Die neusten wissenschaftlichen Studien zeigen deutlich die gesundheitlichen Folgen der Feinstaubbelastung bis in relativ tiefe - auch in der Schweiz gemessene - Konzentrationsbereiche. Je höher die Belastung ist, desto häufiger treten Beschwerden und Erkrankungen auf. Die Palette der untersuchten Wirkungen ist breit und reicht von einer erhöhten Sterblichkeit bei Säuglingen und verzögertem Lungenwachstum bei Kindern über Herz-Kreislauf- und Atemwegserkrankungen, Asthmaanfälle und Allergien bis hin zu einer geringeren Lebenserwartung wegen Herz- und Lungenkrankheiten inklusive Lungenkrebs.

In der Schweiz werden die Langzeitauswirkungen der Luftverschmutzung auf die Gesundheit in der von Prof. Nicole Probst-Hensch am Swiss TPH in Basel geleiteten nationalen Kohortenstudie SAPALDIA (Swiss Cohort Study on Air Pollution and Lung and Heart Diseases in Adults) untersucht. Eine gemeinsame Auswertung von SAPALDIA-Daten mit anderen europäischen Langzeitstudien hat gezeigt, dass die Sterblichkeit durch Feinstaub, gemessen als PM<sub>2.5</sub>, auch bei tiefen Belastungen im Bereich von nur 10 bis 15 µg/m<sup>3</sup> Luft (Jahresmittelwerte) erhöht ist. Die Schweizer Forschungsergebnisse belegen erfreulicherweise auch, dass sich die Gesundheit relativ rasch bessert, wenn der Schadstoffgehalt der Luft abnimmt. Massnahmen zur Verbesserung der Luftqualität haben also einen messbaren positiven Einfluss auf die Volksgesundheit und somit die Volkswirtschaft.

Quelle: Feinstaub: EKL empfiehlt zusätzlichen Grenzwert zum Schutz der Gesundheit, Medienmitteilung Eidgenössische Kommission für Lufthygiene vom 19.3.2014.

### **Weitere Informationen:**

- **«Feinstaub PM<sub>10</sub>: Aktuelle Situation – Strategie» (2006), Faktenblatt BAFU**
- **«PM<sub>10</sub>: Aktueller Wissensstand, Belastung und Massnahmen in der Ostschweiz» (2007), Faktenblatt OSTLUFT**
- **«Feinstaub in der Schweiz», Statusbericht der Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene EKL (2013)**

## Ozonbelastung und Ozontrend

Kontaktperson: Peter Maly, Interkantonales Labor Schaffhausen

Wenn in der sommerlichen Hitze der Hals kratzt, liegt Ozon in der Luft. So denken viele. Stimmt auch, aber ob das Halskratzen vom Ozon stammt, ist eine andere Sache. Es ist nicht das Ozon alleine, sondern ein Gemisch von reaktiven Stoffen, die zum Sommersmog führen. Doch Ozon ist ein sehr guter Indikator für Sommersmog und lässt sich sicher und genau messen. Aus diesem Grund wurden in der LRV die Grenzwerte für diesen Schadstoff nach der Empfehlung der WHO festgelegt.

### **Einfluss von lokalen und grossräumigen Quellen**

Hohe Ozonbelastungen von über  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  treten jeden Sommer auf und hängen nicht nur von den regionalen Emissionen der Stickoxide und flüchtigen organischen Substanzen (VOC) ab, auch die Hintergrundbelastung aus fernen Quellen wirkt mit. An einem heissen Sommertag tragen verschiedenste Quellen aus nah und fern zur Ozonbelastung bei. Modelle zeigen auf, dass an einem hochsommerlichen Tag die Pflanzen und Wälder 20% zur Ozonbelastung beitragen, der restliche Anteil ist menschlichen Ursprungs. Diese 80 % setzen sich wie folgt zusammen: Emissionen aus einem Umkreis von bis zu 50 km Radius tragen ca. 25% zum Ozonwert bei, die restlichen europäischen Quellen liefern einen weiteren Beitrag von ca. 35% und die interkontinentalen Quellen in Asien und Nordamerika sind mit einem Beitrag von ca. 20% beteiligt. Daraus resultieren Ozonbelastungen deutlich über dem Immissionsgrenzwert.

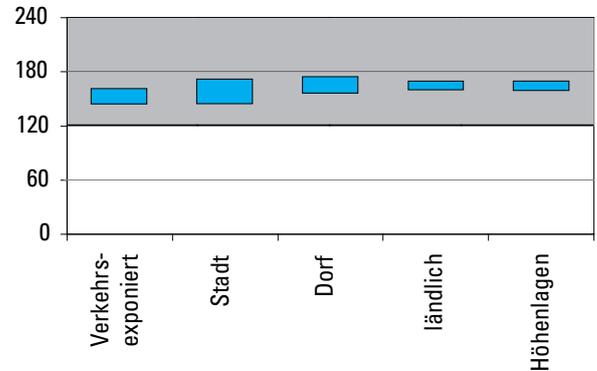
### **Weniger Grenzwertüberschreitungen dank Emissionsminderungen**

Mit Einführung der LRV im Jahre 1985 und deren konsequenten Umsetzung im Vollzug wurde bis heute eine Halbierung der Emissionen von Vorläufersubstanzen zur Ozonbildung erreicht. Beigetragen haben dazu auch die europäischen Vorschriften, insbesondere die strengeren Autoabgasnormen. Dies lässt sich durch die Anzahl Überschreitungen des Stundenmittel-Grenzwertes für Ozon an erhöhten Messstationen zwischen 1991 und 2013 einfach illustrieren (erste Grafik Seite 31). Es zeigt sich jedoch auch, dass dieser Trend für städtische Gebiete nicht gilt. In demselben Zeitraum nahm die Anzahl Tage mit Grenzwertüberschreitungen von 60 bis 80 auf heute ca. 40 Tage ab. Dies ist allerdings noch immer viel zu viel, um das Ziel der Luftreinhalte-Verordnung einzuhalten. Gemäss dieser darf nämlich der Stundenmittel-Grenzwert für Ozon von  $120 \text{mg}/\text{m}^3$  höchstens einmal pro Jahr überschritten werden.



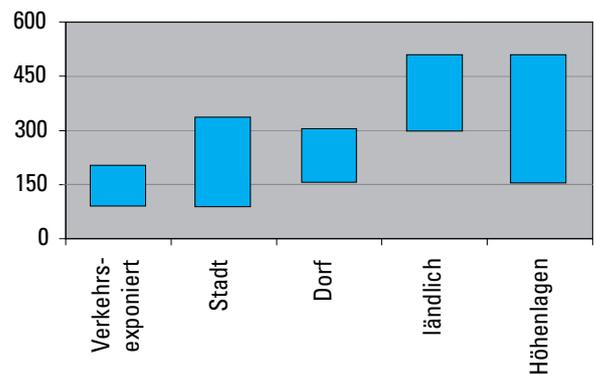
Der Ozonstundenmittel-Grenzwert wird an allen Stationen in der Ostschweiz überschritten. Im Unterschied zu den beiden Vorjahren traten 2013 keine Ozonspitzen über 180 µg/m<sup>3</sup> auf.

Bereiche der höchsten Ozon-Stundenmittelwerte [µg/m<sup>3</sup>]



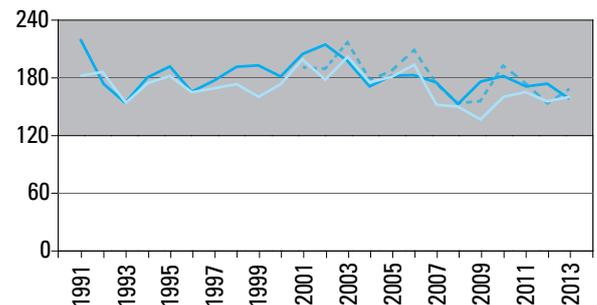
Die meisten Überschreitungen des Ozonstundenmittelwertes wurden ausserhalb des Siedlungsgebietes und in den höheren Lagen verzeichnet. An verkehrsexponierten Standorten führt die Ozonzehnung durch frische Abgase zu geringeren Überschreitungshäufigkeiten.

Bereiche der Überschreitungshäufigkeit des Stundenmittel-Grenzwertes von 120 µg/m<sup>3</sup> [Stunden]



Die Ozonbelastung schwankt witterungsbedingt von Jahr zu Jahr. Für den Aufbau hoher Ozonbelastungen braucht es neben genügend Vorläufersubstanzen wie NO<sub>2</sub> und VOC auch längere Perioden mit stabilem sonnigem Wetter während den Sommermonaten. Diese Wetterbedingung war 2013 wie bereits 2012 selten erfüllt.

Höchste Ozonstundenmittelwerte [µg/m<sup>3</sup>]



- Winterthur, Obertor (ZH)
- - - Glarus, Feuerwehrstützpunkt (GL)
- St. Gallen, Rorschacher Strasse (SG)

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. Bild: Alt St.Johann (SG) mit Blick zum Wildhauser Schafberg.

### **Witterungsschwankungen erschweren Trendaussagen**

Die unsichere Aussage über die Entwicklung der Ozonbelastung liegt an erster Stelle daran, dass die Sonneneinstrahlung die treibende Kraft zur Ozonbildung aus den Vorläuferstoffen ist. Aus diesem Grund sticht auch der Jahrhundertssommer 2003 mit absoluten Spitzenwerten hervor. Um Trends aufzuzeigen, die auf eine Minderung der Vorläufersubstanzen zurückgeführt werden können, bedarf es einer «Witterungsnormierung». Verschiedene Trendanalysen zeigen, dass die maximale Tagestemperatur der wesentliche meteorologische Messparameter ist, der mit der Ozonkonzentration einhergeht. Zudem spielen weitere Witterungsfaktoren eine Rolle, wie mehrtägige Hitzeperioden, Wetterwechsel und Frontdurchgänge. Andere gemessene Variablen wie Globalstrahlung, Windgeschwindigkeit und Lufttemperaturdifferenzen vom gleichen Tag oder der Einbezug der Witterung vom Vortag (Globalstrahlung oder Temperatur) brachten keine wirkliche Modellverbesserung.

### **Einfacher Ansatz zur Witterungsnormierung**

Die maximale Tagestemperatur und die maximale Ozonkonzentration als Einstundenmittelwert jedes Tages in den Sommermonaten Juni bis August können in eine Funktion pro Jahr gesetzt werden. Daraus lässt sich bei einer vorgegebenen Temperatur die Ozonkonzentration zurückrechnen. Werden die Ozonkonzentrationen mit den jeweiligen Jahresfunktionen bei einer vorgegebenen maximalen Tagestemperatur berechnet, so kann ein allfälliger Trend über die Jahre hinweg festgestellt werden, der nur noch in einem geringen Mass von der Witterung beeinflusst wird. Die mittlere Abbildung auf der Folgeseite zeigt den Trend für Tage bei einer maximalen Tagestemperatur von 30°C in ländlichen Hanglagen und in der Stadt Zürich. Für alle Standorte im OSTLUFT-Gebiet und die NABEL-Stationen, welche nicht direkt den Strassenverkehrsemissionen ausgesetzt sind oder im städtischen Zentrum liegen, wird eine Abnahme der Ozonbelastung festgestellt.

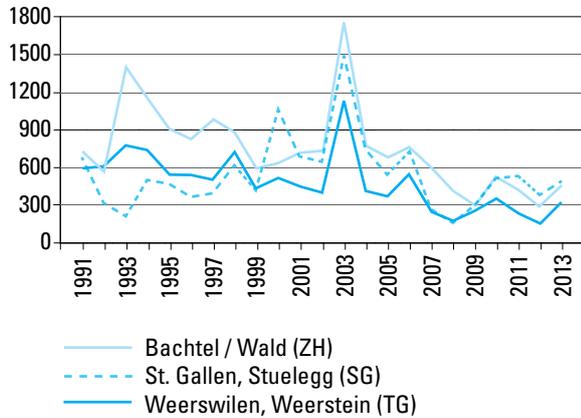
### **Abnahme der Ozonspitzen an Hitzetagen**

Am ausgeprägtesten ist die Abnahme der Ozonbelastung an Hitzetagen in erhöhten Hanglagen mit jeweils 20 µg/m<sup>3</sup> pro Dekade, während sie in den mittelländischen Flachlandgebieten bei ca. 10 µg/m<sup>3</sup> pro Dekade liegt. Im Vergleich zum Ende der 1980er Jahre werden im OSTLUFT-Gebiet nur noch vereinzelt sehr hohe Ozonkonzentrationen gemessen. Das letzte Mal wurde die Marke von 200 µg/m<sup>3</sup> im Jahr 2006 an mehreren Standorten überschritten und auch der 1½-fache Grenzwert von 180 µg/m<sup>3</sup> ist in den letzten sieben Jahren nur noch vereinzelt erreicht worden.

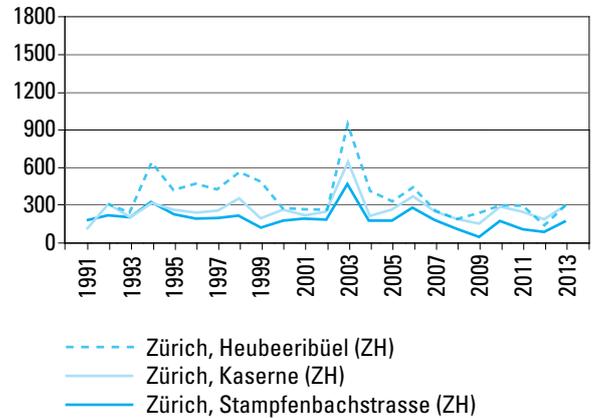


## Überschreitungshäufigkeit des Stundenmittel-Grenzwertes von 120 µg/m³ [Stunden pro Jahr]

### Höhenlagen



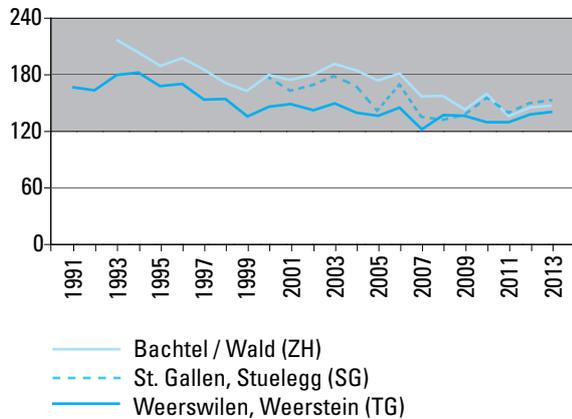
### Stadt Zürich



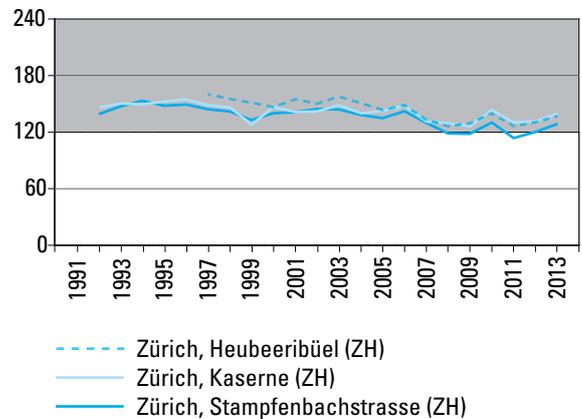
Die Witterungsschwankungen beeinflussen die Ozonbelastung in den einzelnen Jahren stark. Der Jahrhundertssommer 2003 erbrachte Spitzenwerte in der Anzahl Überschreitungen des Stundenmittel-Grenzwertes.

## Entwicklung der höchsten Ozon-Stundenmittelwerte [µg/m³] an Tagen bei maximaler Temperatur von 30° C

### Höhenlagen



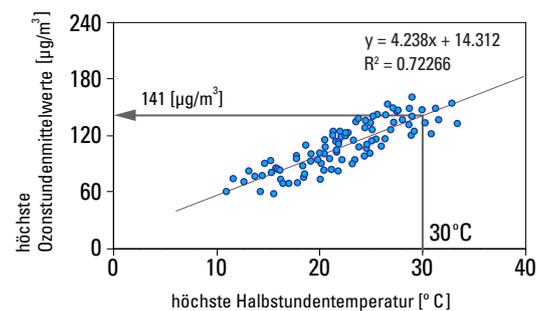
### Stadt Zürich



Witterungsnormiert zeigt sich ein deutlicher Trend für die Ozonkonzentrationen: in erhöhten Hanglagen mit einer Abnahme von 20 µg/m³ pro Dekade, während die Abnahme in den mittelländischen Flachlandgebieten bei ca. 10 µg/m³ pro Dekade liegt.

Modellansatz zur Witterungsnormierung. Für jede Messstation und jedes Jahr wurde die Funktion zwischen maximalem Ozonstundenmittelwert und maximaler Temperatur pro Tag in den Monaten Juni bis August ermittelt. Daraus kann an jedem Standort für jeden Sommertag eines Jahres die normierte Ozonbelastung bei einer bestimmten maximalen Tagestemperatur errechnet werden. Das Beispiel zeigt den Zusammenhang am Standort Weerswilen im Jahr 2013 bei einer maximalen Tagestemperatur von 30°C.

### Normierung am Beispiel Weerswilen 2013



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

Ammoniak gefährdet naturnahe Ökosysteme durch den hohen Stickstoffeintrag und trägt zur Versauerung von Böden bei. Ammoniak (NH<sub>3</sub>) ist ein gasförmiger Luftschadstoff, der sich in der Luft in Ammonium umwandelt und somit an der sekundären Feinstaubbildung beteiligt ist. Die Landwirtschaft ist mit über 90% an den Ammoniakemissionen beteiligt, wobei Harn und Kot der Nutztiere die Hauptquelle darstellen. Je ausgeprägter die landwirtschaftliche Tierhaltung, umso bedeutender wird der landwirtschaftliche Beitrag an der Stickstoff-Gesamtbelastung.

### Grosse Schwankungen erschweren Tendaussagen

Die Ammoniakbelastung in den ländlichen Gebieten ist direkt abhängig von der Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung respektive der Nutztierdichte. Innerhalb des Jahres schwanken die Mittelwerte der einzelnen Messperioden stark. Am tiefsten sind die Konzentrationen im Winterhalbjahr, wenn kaum Hofdünger ausgetragen wird und tiefe Temperaturen die Verluste von Ammoniak aus dem Stallbereich und bei der Lagerung minimieren. Hohe Belastungen treten im Sommerhalbjahr auf, wenn vermehrt Hofdünger ausgebracht wird und hohe Temperaturen die Ammoniakverluste begünstigen.

Die langen feuchtkalten Perioden im Frühling und Frühsommer 2013 verminderten die typischen Belastungsspitzen im ersten Halbjahr und führten an vielen Messstandorten im OSTLUFT-Gebiet zu den tiefsten Ammoniak-Jahresmittel-

werten der letzten sieben Jahre. Ein Trend zur geringeren Ammoniakbelastung kann aus diesen Ergebnissen noch nicht hergeleitet werden, dazu sind die Schwankungen in den Ammoniakkonzentrationen und der verschiedenen externen Einflüsse zu gross.

Auch an verkehrsnahen Standorten im innerstädtischen Bereich werden ganzjährig höhere Konzentrationen gemessen. An diesen Standorten ist die Schwankung übers Jahr hinweg weniger ausgeprägt als in den Landwirtschaftsgebieten. Ein Teil der Ammoniakemissionen ist hier auf die Emissionen aus den Katalysatoren von benzinbetriebenen Fahrzeugen zurückzuführen.

### Zusätzliche Messungen im Rahmen der landwirtschaftlichen Ressourcenprogramme Ammoniak

Seit 2000 misst OSTLUFT die Ammoniakkonzentrationen an typischen Belastungsstandorten in der Ostschweiz. Daneben haben verschiedene Ostschweizer Kantone zusätzliche Messungen als ein Element der Wirkungskontrolle für die kantonalen Ressourcenprogramme Ammoniak gestartet. Die Ergebnisse aller aktuellen Ammoniakmessungen im Gebiet von OSTLUFT sind auf [www.ostluft.ch](http://www.ostluft.ch) in der Rubrik «Jahreswerte» zusammengefasst.

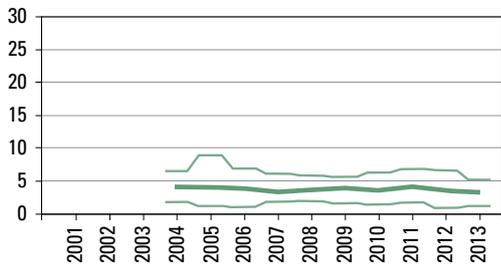
**Die Hauptquelle von Ammoniak ist die Landwirtschaft. Ammoniak stammt hauptsächlich von Ausscheidungen der Nutztiere. Neben dem Tierbesatz hat vor allem auch der Umgang mit Hofdünger (Mist und Gülle) einen grossen Einfluss auf die Gesamtbelastung.**



Die Ammoniakbelastung schwankt im Jahresverlauf aufgrund der landwirtschaftlichen Aktivitäten und des Witterungsverlaufs stark. Die Schwankungsbreite der Vierwochenmittelwerte und das Niveau der Jahresmittelwerte sind von der Intensität der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung abhängig.

In Agglomerationen sind die Belastungen übers Jahr ausgeglichener.

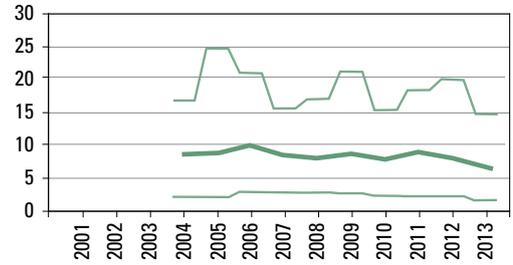
**Agglomeration**



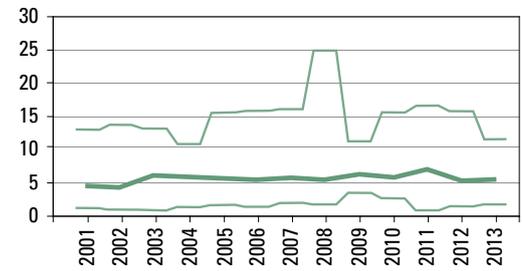
- höchste Periodenmittelwerten pro Jahr (4-Wochenwerte)
- Durchschnittliche Jahresmittelwerte
- tiefste Periodenmittelwerten pro Jahr (4-Wochenwerte)

**Entwicklung der NH<sub>3</sub>-Jahresmittelwerte [µg/m<sup>3</sup>]**

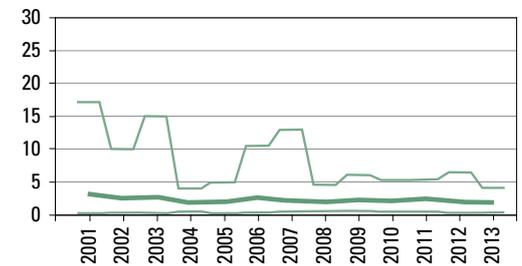
**sehr intensive Landwirtschaft**



**intensive Landwirtschaft**



**extensive Landwirtschaft**



## Übersichtstabelle der automatischen Messstationen

2013								Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )				Stickoxid (NO <sub>x</sub> )
			Koordinaten		m ü. M.	Strasseneinfluss	Siedlungseinfluss	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			48	92	89	9	52
Zürich	Schimmelstrasse	ZH	681'960	247'245	415			44	85	109	15	52
Chur	A13	GR	757'725	191'375	565			32	74	97	1	35
St. Gallen	Blumenbergplatz	SG	746'010	254'720	675			40	83	119	10	41
Wetzswil	Filderen °	ZH	677'329	243'853	528			25	60	82	1	18
Frauenfeld	Bahnhofstrasse	TG	709'556	268'278	403			23	50	60	0	21
Rapperswil-Jona	Tüchelweier	SG	704'855	231'660	412			28	62	86	1	24
St.Gallen	Rorschacher Strasse	SG	746'950	254'950	660			31	77	100	8	25
Arbon	Bahnhofstrasse	TG	750'400	264'540	400			23	50	64	0	18
Vaduz	Austrasse	FL	758'191	221'295	459			22	57	64	0	20
Zürich	Kaserne NABEL °	ZH	682'450	247'990	409			31	69	93	4	—
Zürich	Stampfenbachstrasse	ZH	683'145	249'020	445			34	74	91	6	34
Chur	Kantonsspital	GR	760'280	192'390	655			14	—	—	—	—
Chur	RhB Verwaltungsgebäude °	GR	759'655	191'095	595			21	50	62	0	16
Dübendorf	NABEL °	ZH	688'650	250'850	432			27	64	83	2	—
Konstanz	Wallgutstrasse °	D	729'990	280'750	399			21	48	52	0	17
Winterthur	Obertor	ZH	697'435	261'855	448			25	56	63	0	21
Appenzell	Feuerschau	AI	748'735	244'230	775			18	45	55	0	14
Glarus	Feuerwehrstützpunkt	GL	723'400	212'270	488			18	—	—	—	—
Tänikon	NABEL °	TH	710'500	259'795	538			14	38	45	0	—
Wald	Höhenklinik	ZH	713'770	237'370	910			8	24	37	0	5
Zürich	Heubeeribüel °	ZH	685'125	248'460	610			17	47	69	0	12
Neuhausen a.Rhf.	Galgenbuck	SH	688'240	282'800	490			15	40	54	0	11
Lägern	NABEL °	AG	669'800	259'031	689			11	31	58	0	—
St.Gallen	Stuelegg	SG	747'600	252'530	920			8	26	43	0	5
Weerswilen	Weerstein	TG	727'740	271'190	630			11	—	—	—	—
Spezialstandorte												
Kloten	Flughafen Airside °	ZH	685'175	256'475	465			28	69	76*	0	—
Kloten	Flughafen Terminal A °	ZH	684'300	256'500	440			34	73	81	1	—
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 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	höchster Stundenmittelwert [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Anzahl Stunden mit Überschreitung des Kurzzeitgrenzwertes von $120\mu\text{g}/\text{m}^3$	Überschreitungen [Tage]	max. 98-Perzentil eines Monats [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Überschreitungen [Monate]	Ozonexposition Wald, AOT40f [ $\text{ppm}^*\text{h}$ ]		
20	71	8	1.07	148	99	23	140	3	7	Opfikon	Balsberg
23	80	22	1.67	154	150	29	140	4	9	Zürich	Schimmelstrasse
21	73	17	—	157	90	17	136	4	8	Chur	A13
18	60	6	—	145	111	22	135	5	7	St. Gallen	Blumenbergplatz
18	63	8	0.56	—	—	—	—	—	—	Wettswil	Filderen °
18	69	6	0.82	160	182	36	141	6	11	Frauenfeld	Bahnhofstrasse
19	69	9	0.74	158	194	38	146	6	11	Rapperswil-Jona	Tüchelweier
16	57	5	0.58	159	199	41	147	7	11	St.Gallen	Rorschacher Strasse
19	71	6	0.65	173	224	49	153	6	12	Arbon	Bahnhofstrasse
18	68	8	0.89	160	157	34	140	7	10	Vaduz	Austrasse
19	69	11	0.84	179	305	53	156	6	14	Zürich	Kaserne NABEL °
22	71	19	0.97	159	183	35	144	5	10	Zürich	Stampfenbachstrasse
—	—	—	—	160	155	31	136	7	11	Chur	Kantonsspital
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Chur	RhB Verwaltungsgebäude °
18	65	10	0.86	189	333	57	157	6	15	Dübendorf	NABEL °
19	85	12	—	160	269	45	149	6	13	Konstanz	Wallgutstrasse °
19	73	10	0.62	158	204	39	145	6	12	Winterthur	Obertor
16	59	4	0.67	167	220	39	149	7	13	Appenzell	Feuerschau
16	62	8	0.72	168	193	45	149	7	12	Glarus	Feuerwehrstützpunkt
15	68	7	—	183	298	55	154	6	15	Tänikon	NABEL °
12	56	2	0.39	167	447	49	149	7	16	Wald	Höhenklinik
—	—	—	—	170	306	45	150	6	14	Zürich	Heubeeribüel °
15	61	2	0.43	157	169	34	143	6	11	Neuhausen a.Rhf.	Galgenbuck
—	—	—	—	175	504	52	158	6	15	Lägern	NABEL °
—	—	—	—	165	487	52	152	8	16	St.Gallen	Stuelegg
14	47	0	0.38	161	318	45	147	6	13	Weerswilen	Weerstein
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Spezialstandorte	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Kloten	Flughafen Airside °
19	55	6	—	168	196	44	152	6	11	Kloten	Flughafen Terminal A °
20	50	1	—	120	1	—	100	—	5		Grenzwert

Legende:



Hochleistungsstrasse (>30'000 DTV's)  
Hauptverkehrsachse (10-30'000 DTV's)  
mässiger Verkehr (<10'000 DTV's)  
kein Verkehr  
Flughafen



Grossstadt (>150'000 Ew.)  
Stadt oder Agglomeration (20-150'000 Ew.)  
Dorf (1-20'000 Ew.)  
Weiler (<1'000 Ew.)  
abseits von Siedlungen

## OSTLUFT und ihr Messnetz

Die Ostschweizer Kantone und das Fürstentum Liechtenstein überwachen 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 Hauptaufgaben von OSTLUFT sind:

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

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

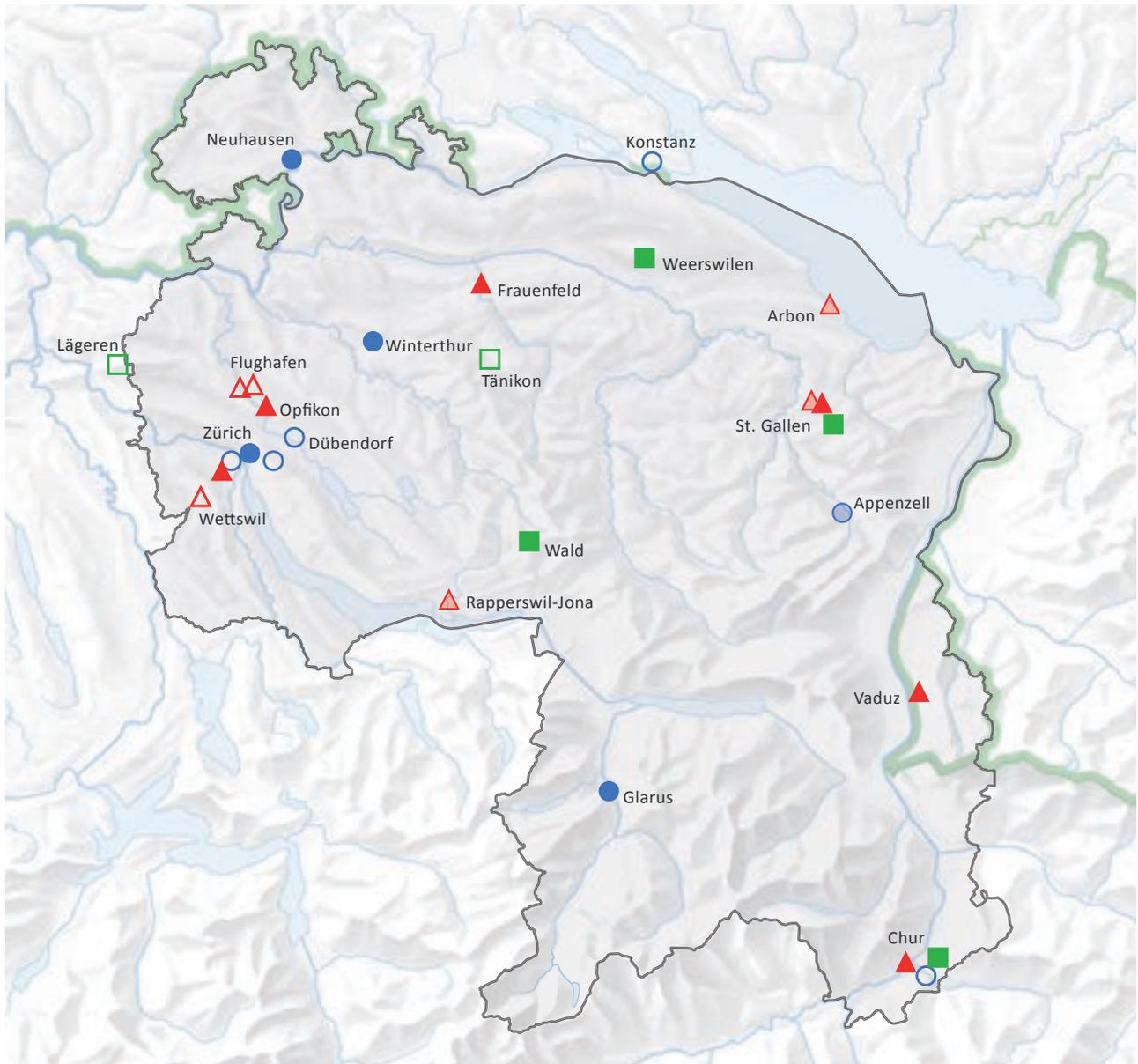
### Messnetz im Umbruch

OSTLUFT setzt für die Messung der Leitschadstoffe Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ), Feinstaub  $\text{PM}_{10}$  und Ozon ( $\text{O}_3$ ) an erster Stelle automatische Messstationen ein. Sie liefern Daten in hoher zeitlicher Auflösung, welche in Modellrechnungen eingehen und somit Informationen zur vorliegenden Schadstoffbelastung im gesamten OSTLUFT-Gebiet liefern. Die aktuelle Belastung wird umgehend auf der Website veröffentlicht. Zusätzlich dienen einfachere Messsysteme wie Passivsammler für  $\text{NO}_2$  der Verdichtung der Informationen und zur Verbesserungen der Modelle. In Ergänzung zu den Standardmessungen werden Ammoniak-Passivsammler eingesetzt, die Informationen über die Belastung aus der Landwirtschaft liefern (Seite 32).

2013 erfolgte der Einsatz der verschiedenen Messmittel letztmals nach dem Messkonzept von 2001. Das zukünftige Messkonzept wird schrittweise umgesetzt und ist auf Seite 8 beschrieben.

Spezifische Fragen der Lufthygiene werden in OSTLUFT-Projekten untersucht. Dabei arbeitet OSTLUFT mit dem grenznahen Ausland, dem Bund, weiteren Kantonen sowie wissenschaftlichen Institutionen zusammen. Ergebnisse von aktuell abgeschlossenen Projekten über die Zusammensetzung und Herkunft von Feinstaub und Russ sowie zur Entwicklung der Ozonbelastung werden auf den Seiten 20 bis 31 vorgestellt.





**Standorte mit automatischen Messungen 2013**

OSTLUFT Dauerstandorte  
 OSTLUFT Wechsel- und aktuelle Projektstandorte  
 Partnerstandorte und Drittnetze

Verkehr	Siedlung	Hintergrund
▲	●	■
▲	○	■
▲	○	□



Im OSTLUFT-Messnetz sind hochpräzise Messgeräte im Einsatz. Sie erfassen wenige Teilchen eines Luftschadstoffs in einer Milliarde Teilchen der Aussenluft. Bilder von links nach rechts: Ansaugstelle und Passivsammler auf einer Messstation, Analyse der NO<sub>2</sub>-Passivsammler und Wägung der PM<sub>10</sub>-Filter.

## Impressionen zur Organisation von OSTLUFT



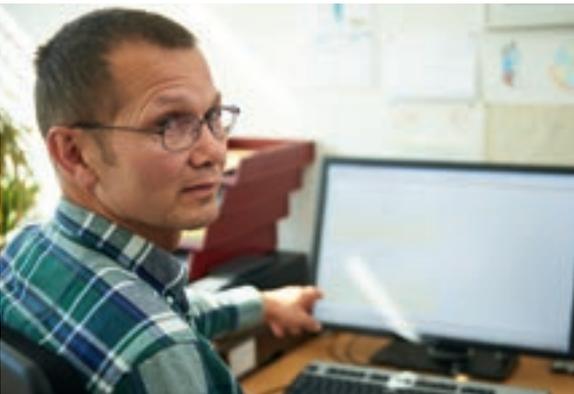
**Hans Bruderer (Lenkungsausschuss)**



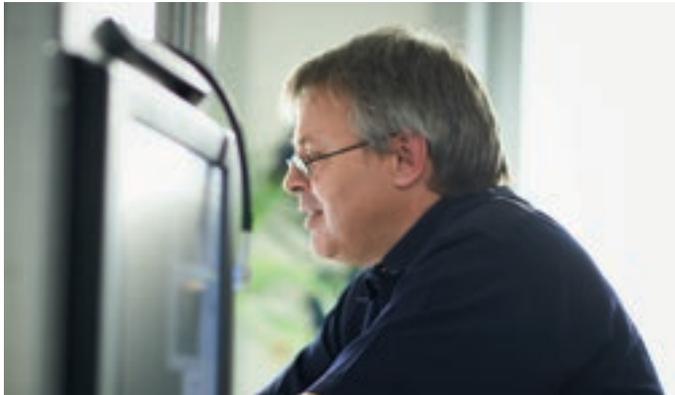
**Peter Maly (Geschäftsleiter)**



**Dominik Noger (Präsident Geschäftskommission)**



**Franz Ludwig (Leistungszentrum Datenzentrale)**



**Jürg Brunner (Leistungszentrum Qualitätssicherung)**



**Michael Götsch (Leistungszentrum Immissionsmessung)**



**Gian-Marco Alt (Leistungszentrum Modellierung)**



**Peter Federer (Leistungszentrum Information)**

## Publikationen und Veröffentlichungen

### Veröffentlichungen 2013

- **Die Luftqualität 2012 - Jahresbericht**
- **PM10-Belastungsphasen in der Ost- und Zentralschweiz - Winterhalbjahre 2001-2012**  
(gemeinsames Projekt mit in-Luft)
- **Überprüfung von Emissionsfaktoren im realen Strassenverkehr – Faktenblatt**
- **Immissionsmessung und Inversionserfassung in Appenzell**
- **Ammoniakbelastung OSTLUFT 2000 bis 2012**

### 2013 abgeschlossene Projekte:

- **Analyse von PM10-Belastungsphasen in den Gebieten von OSTLUFT und in-Luft**  
Untersuchung der Mechanismen, die zur hohen Feinstaubbelastung führen
- **OSTLUFT-Messnetz 2012 - Phase 2B**  
Fortsetzung und Verfeinerung der Optimierung und Anpassung des OSTLUFT Messnetzes an die zukünftigen Bedürfnisse und Möglichkeiten
- **OSTLUFT-Messnetz 2012 - Modellierung Immissionsbeurteilung**  
Machbarkeitsstudie über die laufende Modellierung der Immissionsbeurteilung auf der Basis von aktuellen Tageswerten («Dynamische Karten»)
- **Immissionsmessung in Appenzell**  
Luftschadstoffmessungen Appenzell (AI) als Ergänzung zu den Messungen in Ebnat-Kappel, beides Gemeinden mit einem hohen Anteil an grossen und kleinen Holzfeuerungen
- **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
- **Sapaldia**  
Unterstützung der dritten Gesundheitsstudie Sapaldia

**Bild: Appenzell (AI) im Winter 2014**



## laufende Projekte 2014

- **Elementedeposition 2014**

Depositionsmessungen zur Ermittlung des Gesamtstickstoff-Eintrags und ausgewählte Anionen im Rahmen eines gesamtschweizerischen Projekts

- **VOC-Immissionen 2014**

Beteiligung an der gesamtschweizerischen VOC-Immissionsmesskampagne als Fortsetzung der seit 1991 wiederholt durchgeführten Messungen zur Erfassung des aktuellen Standes und der Entwicklung der VOC-Belastung

- **Verkehrsemissionen im Islisbergtunnel**

Weiterführung der 20 jährigen Tunnelmessungen zur Überprüfung der Emissionsfaktoren für PW/LKW im Vergleich zu den Emissionsfaktoren nach HBEFA (Fortsetzung der «Gubristmessungen»).

- **Immissionsmessungen im St.Galler Rheintal**

Luftschadstoffmessungen an einem verkehrsgeprägten Standort im Siedlungsgürtel des St.Galler Rheintals

- **Immissionsmessungen Schaffhausen Bahntal**

Ergänzung der Immissionsmessungen des ASTRA im Rahmen der Grossbaustelle «Galgenbucktunnels» zur Dokumentation der Luftbelastung an einem stark verkehrsbelasteten Standort

- **Verbesserung Kurzzeitbelastungskarten – «KBmap2014» für Tageswerte NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub>**

Validierung, Weiterentwicklung und Verbesserung der Luftqualitätskarten (Tageskarten) von OSTLUFT

- **Quellenidentifikation von Feinstaubanteilen auf PM<sub>10</sub>-Filtern**

Beteiligung am PSI-Projekt «PSI-Feinstaubanteile, Offline-Analyse». Der Anteil von umweltrelevanten Bestandteilen im Feinstaub PM<sub>10</sub> soll von Sammelproben auf HiVol-Filtern mittels modernsten massenspektroskopischen Methoden auf die Schadstoffquellen hin analysiert werden

- **Immissionsmessung in St.Gallen, Blumenbergplatz**

Luftschadstoffmessungen an einem der stärksten verkehrsbelasteten Standorte im Zentrum der Stadt St.Gallen

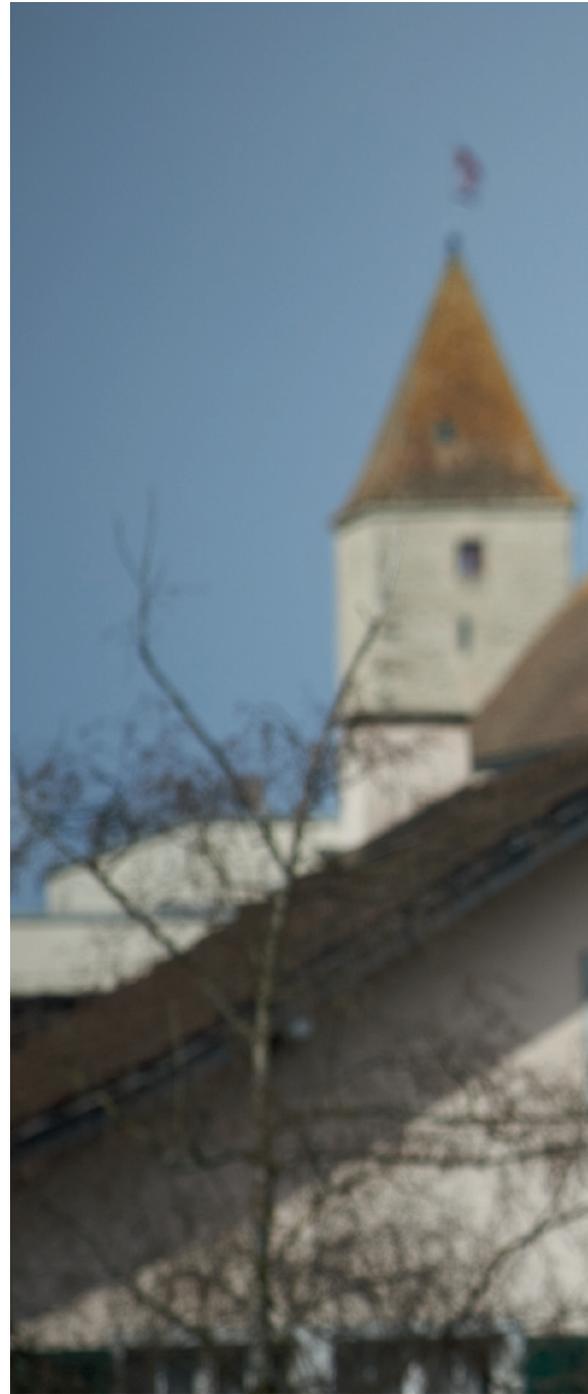
- **Ergänzende NO<sub>2</sub>-Passivsammlermessungen um den Blumenbergplatz in St.Gallen**

Untersuchung der räumlichen Verteilung der NO<sub>2</sub>-Belastung im Zentrum von St.Gallen

- **Ausbau der Metadatenbank zu den Messstandorten**

Erweiterung der bestehenden Standortdatenbank zu einer umfassenden Metadatenbank für die Kommunikation und zur langfristigen Sicherstellung der wichtigen Zusatzinformationen zu den langjährigen Messreihen





# Jahres