



Luftqualität 2015

# Bericht



**Impressum:**

Kurztitel: Luftqualität 2015

Herausgeber: OSTLUFT - Die Luftqualitätsüberwachung der Ostschweizer Kantone und des Fürstentums Liechtenstein, Juni 2016

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)

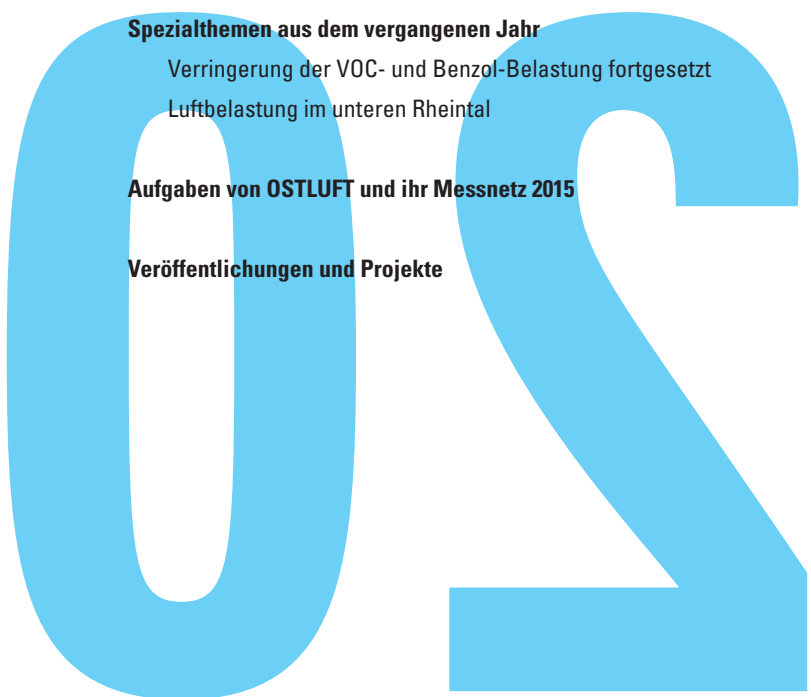
Layout; Fotos: sh\_ift büro für gestalterische angelegenheiten; themafotografie GmbH

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

Titelbild: OSTLUFT-Projektstandort an der Rorschacherstrasse in Altstätten (SG)

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	3
<b>Aus dem bewegten Leben von Luftstickstoff ENZWEI</b>	4
Geschichte über die Dynamik der Stickoxide in der Luft von Cathrin Caprez (Text) und Claudia Wälchli (Illustrationen).	
<b>Luftqualität 2015</b>	
Ausgeprägter Sommersmog neben geringer Belastung mit NO <sub>2</sub> , PM10 und Russ (Übersicht)	10
Stickstoffdioxid NO <sub>2</sub>	12
Feinstaub PM10	16
Russ (Elementarer Kohlenstoff, EC)	18
Ozon O <sub>3</sub>	20
Gesundheitswirkung der Ozonbelastung – Interview mit der Epidemiologin Meltem Kutlar vom Swiss TPH	22
Ammoniak NH <sub>3</sub>	24
<b>Übersichtstabelle der automatischen Messstationen 2015</b>	26
<b>Spezialthemen aus dem vergangenen Jahr</b>	
Verringerung der VOC- und Benzol-Belastung fortgesetzt	28
Luftbelastung im unteren Rheintal	30
<b>Aufgaben von OSTLUFT und ihr Messnetz 2015</b>	34
<b>Veröffentlichungen und Projekte</b>	36



Neben Daten der OSTLUFT-Stationen werden in diesem Bericht auch Daten von den Partnerorganisationen dargestellt. Dies sind:  
UGZ Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich  
NABEL (BAFU und Empa)  
Amt für Natur und Umwelt Graubünden (ANU)  
Flughafen Zürich AG  
LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg



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

Aus meteorologischer Sicht bleiben vom Jahr 2015 wohl die Sommermonate in Erinnerung, denn nach einem bereits warmen Frühling prägten auf der Alpennordseite vier Hitzeperioden die Sommermonate. Die starke Sonneneinstrahlung wirkte sich auch auf die Belastung der Luft mit dem Reizgas Ozon aus. So registrierten die Messstationen deutlich mehr Überschreitungen des maximal zulässigen Stundenmittelwertes als in den letzten Jahren. Die hohen Ozon-Konzentrationen lagen jedoch unter den Rekordwerten des Hitzesommers 2003, was für die Wirksamkeit der bisher getroffenen Massnahmen zur Luftreinhaltung spricht.

Die Beeinflussung unserer Gesundheit durch die Umwelt respektive die Luftqualität ist aus ärztlicher Sicht nichts Neues. Die Dokumentations- und Informationsstelle LUDOK am Schweizerischen Tropen- und Public Health-Institut (Swiss TPH) der Universität Basel sammelt die relevanten publizierten Studienergebnisse, welche die Auswirkungen von Luftschadstoffen auf die Gesundheit wissenschaftlich untersuchen. Die Epidemiologin Meltem Kutlar Joss ist Leiterin der LUDOK und erläutert im Interview mit OSTLUFT die Gesundheitsauswirkung der Ozonbelastung.

Bodennahes Ozon ist ein Sekundärschadstoff, der aus anderen Substanzen wie Stickoxiden und flüchtigen organischen Verbindungen in der Atmosphäre gebildet wird. Cathrin Caprez und Claudia Wälchli zeigen dies - und vieles mehr - im journalistischen Beitrag «Aus dem bewegten Leben des Luftstickstoffes ENZWEI». Wir wünschen Ihnen eine anregende Lektüre.

**Dominik Noger leitet die Sektion Luftqualität im Amt für Umwelt und Energie des Kantons St. Gallen. Er ist ausgebildeter Chemiker HTL. Seit 2011 präsidiert er die Geschäftskommission von OSTLUFT.**



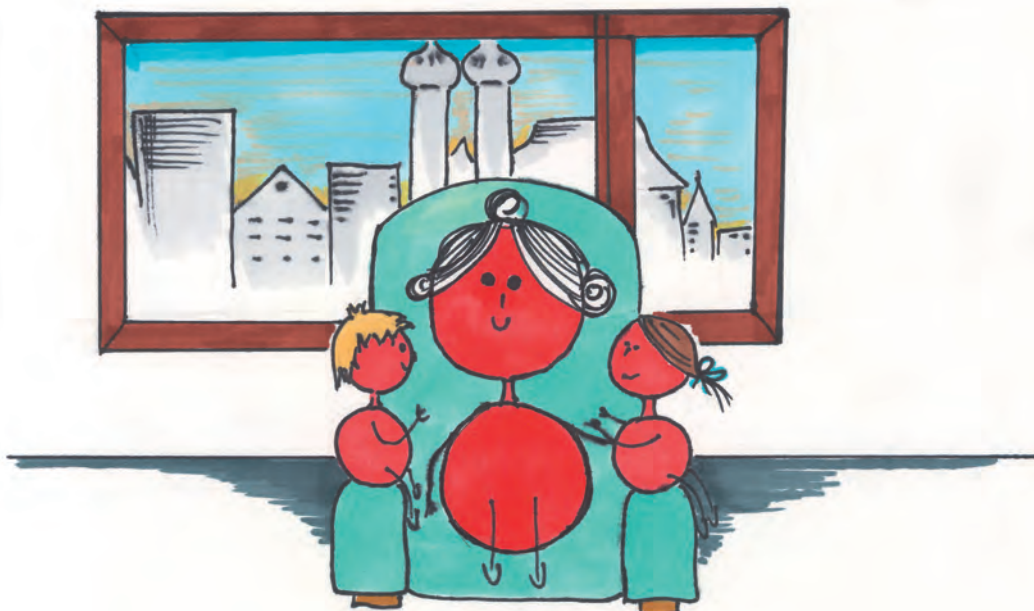
## Aus dem bewegten Leben des Luftstickstoffes ENZWEI

von Cathrin Caprez (Text) und Claudia Wälchli (Illustrationen).

**Der Stickstoff in unserer Luft ist schwer zu fassen: Er wechselt blitzschnell sein Wesen und zeigt sich - je nach Luftverschmutzung und Tageszeit - in einer anderen Form. Vom bewegten Leben des Luftstickstoffes ENZWEI erzählt nun seine engste Freundin, das Sauerstoffmolekül NONNA.**

NONNA, eine ältere Sauerstoffdame, sitzt eingenickt in ihrem Lieblingssessel. Der Blick aus ihrem grossen Wohnzimmerfenster geht auf die Skyline der Stadt. In der weichen Nachmittagssonne ist der bräunliche Farbstich der Luft gut zu erkennen: Ein Gemisch aus Feinstaub, Ozon und Stickoxiden liegt als Smog-Schicht über der Stadt.

Plötzlich wird es laut. Zwei junge übermütige Sauerstoffmoleküle kommen ins Wohnzimmer gestürmt: NONNAS Enkel LUFTIBUS und INALLENLÜFTEN. «NONNA, erzähst du uns eine Geschichte?», fragt LUFTIBUS. NONNA richtet sich auf und rückt die Brille im runden Gesicht zurecht. Ihre Enkel machen es sich auf den Lehnen des Ohrensessels bequem und schauen ihre Grossmutter bittend an. «Wer kann da schon Nein sagen», lacht NONNA und beginnt zu erzählen.



Jetzt wird's spannend: Grossmutter NONNA erzählt den beiden Enkeln aus ihrer Jugendzeit.

### Als alles noch schlechter war

«Ich bin in diesem Quartier aufgewachsen. Meine beste Freundin war ein Luftstickstoff namens ENZWEI und wohnte hier gleich um die Ecke. Zusammen mit vier anderen Sauerstoffmolekülen und zwei Dutzend Luftstickstoffmolekülen gingen wir in die Luftschule. ENZWEI und ich waren wahnsinnig neugierig. Mit unseren Fragen trieben wir die Lehrer fast zur Verzweiflung. Und mehrmals gerieten wir wegen unserer Neugier in echte Schwierigkeiten.

Die Stadt wurde damals rasant grösser. Riesige Bürotürme wuchsen in die Höhe und die Strassen füllten sich mit Verkehr. Doch Autos waren damals noch nicht das, was ihr heute auf den Strassen seht. Sie waren eckig geformt und leuchteten in kunterbunten Farben. Aber vor allem zogen alle Autos eine dunkle Abgaswolke hinter sich her: Sie besaßen noch keinen Katalysator.»

«Was ist ein Katalysator?», fragt LUFTIBUS.

«Ich weiss es!», sagt INALLENLÜFTEN. «In der Schule haben wir gelernt, dass ein Katalysator giftige Abgase in ungiftige umwandeln soll, bevor sie zum Auspuff rauskommen. Das für Menschen giftige Kohlenmonoxid (CO) zum Beispiel verwandelt der Katalysator in Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>). Das macht zwar die Erde warm, ist aber nicht mehr so gefährlich für die Menschen. Etwas Ähnliches machen moderne Katalysatoren mit den Stickoxiden NO und NO<sub>2</sub>. Wenn alles klappt, kommt am Schluss möglichst viel N<sub>2</sub> heraus.»

«Richtig», sagt NONNA. «Und wieso lernt ihr das in der Schule?»

«Weil Autos für uns Sauerstoffmoleküle gefährlich sind. Der Lehrer sagt, wir sollen sehr gut aufpassen, dass wir ihnen nicht zu nahe kommen.»

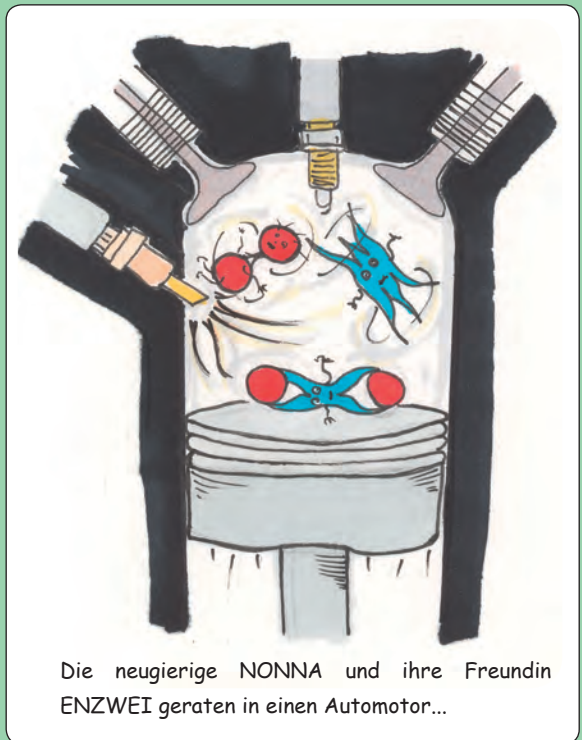
«Da hat er Recht», sagt NONNA. «Schreibt euch das hinter die Ohren. Denn als junger Sauerstoff bin ich einmal in einen Automotor geraten.»

«Echt?!?» LUFTIBUS und INALLENLÜFTEN machen vor Schreck grosse Augen.

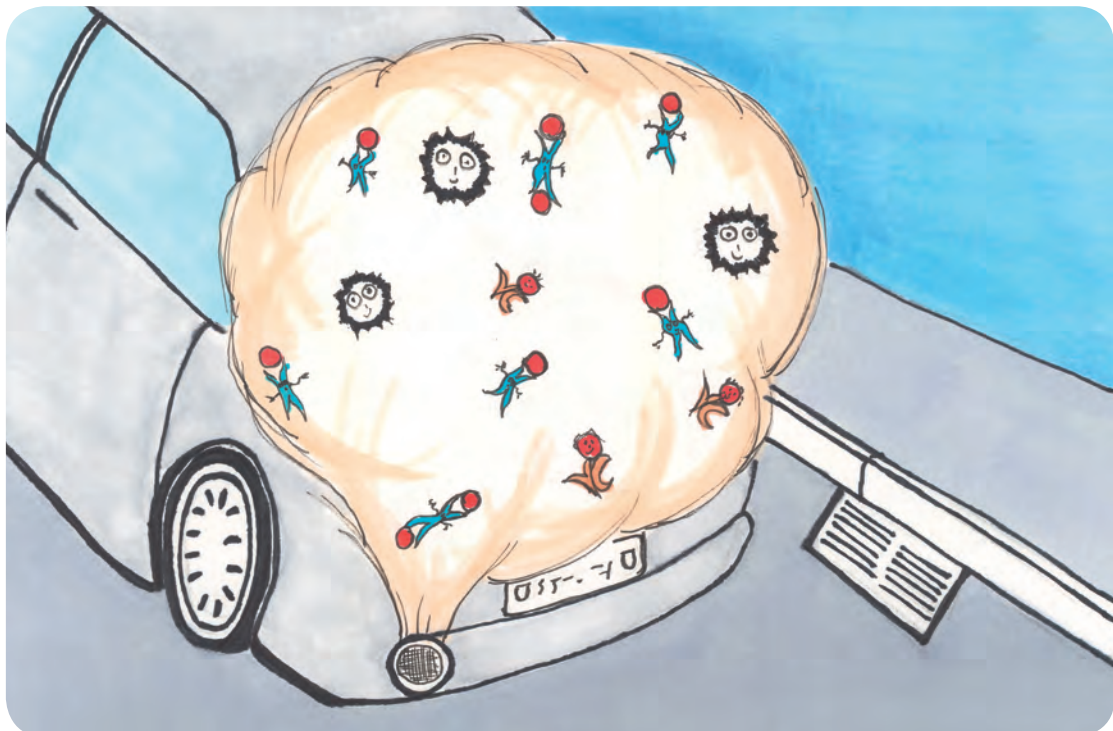
«Eines Tages wagten ENZWEI und ich uns zu nahe an ein Auto heran - und schwuppl! - war es passiert. Der Motor sog uns zwei naive Luftküsse hinein.» NONNA erinnert sich bis heute ganz genau: an das heisse und schmutzige Motoreninnere, wo es abwechselnd stockfinster und dann wieder blendend hell war. «Wir Luftmoleküle wurden mit fein verspritztem Diesel vermischt. Das hat vielleicht gestunken! Ein riesiger Kolben sog uns dann in eine kleine schwarze Kammer. Kaum drinnen, wechselte der Kolben die Richtung und drückte uns mit irrsinniger Geschwindigkeit zusammen. Es wurde heisser und heisser. Ich dachte, gleich würden wir alle zusammen zerquetscht. In ihrer Not klammerte sich ENZWEI an ein anderes Sauerstoffmolekül. Als die Hitze schier nicht mehr auszuhalten war, zündete ein Funken. Aus dem Augenwinkel sah ich, wie ENZWEI mit dem Sauerstoff verschmolz. Gleich darauf gab es eine Explosion und die beiden wurden zu zwei Stickstoffmonoxiden NO auseinandergerissen. Der Auspuff spuckte mich zusammen mit vielen NOs, kleinen Russfetzen und ein paar Reste unverbranntem Treibstoffs ins Freie.»

«Und was war mit deiner Freundin ENZWEI?», fragt INALLENLÜFTEN.

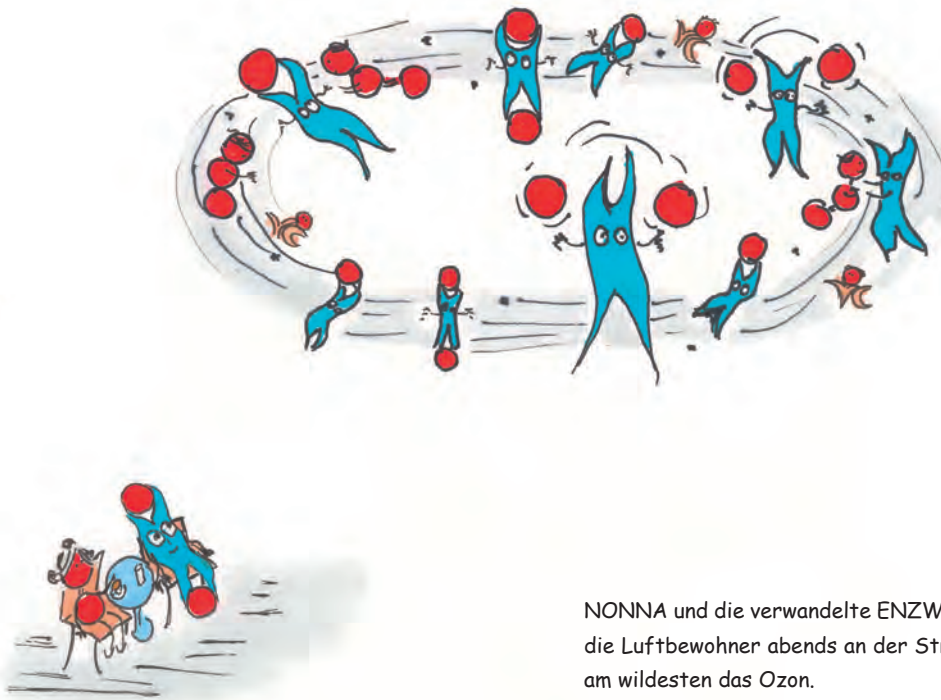
NONNA seufzt. «Ich verlor sie - oder besser gesagt: das, was aus ihr geworden war - aus den Augen. Unsere Abgaswolke vermischte sich mit der Abluft der anderen Autos, die die Strassen verstopften.»



Die neugierige NONNA und ihre Freundin ENZWEI geraten in einen Automotor...



...und kommen nicht ohne Schaden zum Auspuff heraus: ENZWEI ist zu Stickstoffmonoxid verbrannt.



NONNA und die verwandelte ENZWEI schauen zu, wie die Luftbewohner abends an der Streetparade feiern; am wildesten das Ozon.

## Eine wilde Jugendzeit

«Und bei dir, wie ging es weiter?», fragt LUFTIBUS.

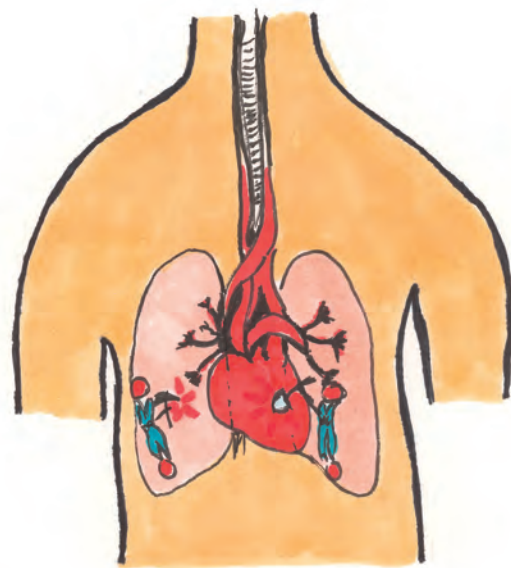
«Nach dem Schock mit dem Automotor musste ich mich erst einmal setzen. Ich suchte mir einen Platz in einem Strassen-Café. Es dunkelte bereits und die Luftbewohner feierten wie jeden Abend an der Streetparade. Von meinem Platz aus konnte ich den Ozongeschwistern zusehen, die wie immer am wildesten feierten. Sie bandelten mit jedem an und schwängerten viele andere Moleküle mit einem Sauerstoffatom. Plötzlich sah ich auch ENZWEI wieder. Als NO stürzte sie sich mitten ins fröhliche Getümmel und innert Kürze hatte sie von einem der Ozongeschwister ein Sauerstoffatom abbekommen. In dem Moment, wo sie zum NO<sub>2</sub> wurde, verlor ENZWEI ihre Aufgekratztheit. Sie setzte sich zu mir ins Café und wir beobachteten plaudernd das Treiben auf der Strasse.»

INALLENLÜFTEN staunt: «Ihr habt jeden Abend Party gemacht?»

«Klar, das ist auch heute noch so», antwortet NONNA. «Die Luftschadstoffe sind zwar etwas weniger geworden, aber die feiern genauso heftig wie wir damals. Das kann den Menschen ganz schön zu schaffen machen - vor allem im Hochsommer, wenn es längere Zeit nicht geregnet hat. Die Menschen laufen dann hustend und mit tränenden Augen durch die Stadt. Auf lange Zeit richtet dabei das Stickstoffdioxid NO<sub>2</sub> besonderen Schaden an. Man sagt ihm nach, dass es den Herzkreislauf und die Atemwege der Menschen angreift. Es bremst das Wachstum der Lungen von Kindern und die Menschen sterben früher, wenn sie zu viel NO<sub>2</sub> einatmen. Zählt man die schädlichen Wirkungen von Ozon und Feinstaub dazu, sterben an den Folgen der Luftverschmutzung jedes Jahr mehrere Millionen Menschen auf der Welt.»

«Und was ist mit der Natur?», fragt INALLENLÜFTEN.

«Die leidet auch unter NO und NO<sub>2</sub>. Das könnt ihr am Stadtrand beobachten: Die Wiesen leuchten zwar in knalligem Grün - aber es gibt kaum mehr Blumen. Die wachsen auf stark gedüngtem Boden nämlich schlechter als Gras und werden drum verdrängt. Dabei ist es ein kleiner Schritt zwischen nützlich und schädlich: Das Nitrat NO<sub>3</sub><sup>-</sup> besitzt bloss ein Sauerstoffatom mehr als NO<sub>2</sub>, ist in Massen aber für viele Pflanzen und Bakterien überlebenswichtig. Woher das NO<sub>3</sub><sup>-</sup> kommt, erzähle ich euch gleich noch genauer. Zuerst einmal aber brach ich mit Freunden auf zu einem Campingausflug an den Stadtrand.»



Atmen die Menschen Stickstoffdioxid ein, kann das Lungen, Herz und Kreislauf angreifen.



## Schufterei am Stadtrand

«Gehst du mit uns auch mal campieren?», fragt LUFTIBUS.

«Das stelle ich mir toll vor!»

«Naja, dafür bin ich jetzt schon etwas gar alt», lacht NONNA.

«Aber macht das mal mit Freunden, wenn ihr etwas grösser seid. Bloss müsst ihr euch in Acht nehmen vor den grossen Ozonfabriken draussen am Stadtrand. Viele junge  $\text{NO}_2$ , wie ENZWEI eines geworden war, fanden dort eine gut bezahlte, aber höllisch anstrengende Arbeit. Im Akkord rennen die  $\text{NO}_2$  mit Luftsauerstoff im Kreis und produzieren Ozon. Am Laufen gehalten wird das Ganze von gasförmigen Substanzen, die wir Luftbewohner VOC nennen. Die VOC stammen aus dem Wald, verdampfen über saftigen Wiesen oder werden von Menschen künstlich hergestellt.

Am Stadtrand, etwas abseits vom Verkehr, produzieren die Stickoxide mit Hilfe von Sonnenlicht Ozon.



Natürlich wollte ich mir genauer anschauen, wie es ENZWEI in der Ozonfabrik erging. Dabei passte ich einmal mehr nicht auf und landete prompt in der Sauerstoffleitung der Fabrik. Ehe ich mich versah, hatte man aus mir ein Ozonmolekül produziert. Das war vielleicht unangenehm! Ich fühlte mich so kribbelig und überdreht, als hätte ich tagelang nur Kaffee getrunken. Ich wollte dieses überzählige Sauerstoffatom so schnell wie möglich wieder loswerden. In dem Moment taumelte ENZWEI völlig erschöpft aus der Fabrik heraus, um eine kurze Pause zu machen. Ich flog schnurstracks auf sie zu und umarmte meine ehemalige Jugendfreundin herzlich. Dabei rutschte mein drittes Sauerstoffatom auf sie hinüber. Das verwandelte ENZWEI zu einem trägen, schwerfälligen Nitrat  $\text{NO}_3^-$ , das sich aus eigener Kraft nicht mehr in der Luft halten konnte. ENZWEI plumpste auf ein Feinstaubteilchen und blieb dort liegen; froh darüber, sich nach der strengen Arbeit ausruhen zu können. Ich liess sie schlafen und machte mich aus dem Staub. Endlich steckte ich wieder in meiner eigenen Haut!»



Die trägen Nitratmoleküle lassen sich auf Feinstaubteilchen aus Russ nieder...

## Wie das Leben so spielt...

«So wurde aus deiner Freundin ENZWEI also eines dieser wichtigen Nitrat-Moleküle?» fragt INALLENLÜFTEN.

«Genau so war es. Viele Pflanzen und spezielle Bakterien trinken  $\text{NO}_3^-$  mit dem Wasser aus dem Boden. In ihren Körpern bauen sie das Nitrat um und gewinnen daraus Lebensbausteine. So können Gemüse und Obstbäume wachsen, und auch das Gras für Kühe, Schweine und Schafe.»

«War das dein endgültiger Abschied von ENZWEI?», fragt LUFTIBUS.

«Noch nicht ganz. Während ENZWEI immer noch auf dem Feinstaubteilchen schlief, zog Regen auf. Die schweren Tropfen rissen ENZWEI zu Boden. Die Nässe verwandelte ENZWEI noch einmal und sie wurde zu Salpetersäure  $\text{HNO}_3$ . Dadurch veränderte sich ihr Charakter noch einmal deutlich: Sie wurde gereizt und aggressiv und ging - kaum am Boden angekommen - auf die Pflanzen und Baumwurzeln los. In Stadtnähe ging es den Pflanzen eh schon nicht mehr gut: Der ständige Kontakt mit  $\text{NO}_2$  hatte ihre Blätter und Blüten zum Welken gebracht.  $\text{HNO}_3$  versauerte nun zusätzlich den Boden. Dadurch litten die Regenwürmer an heftiger Stickstoff-Grippe und ackerten nicht so fleissig in der Erde wie üblich. Ich sah mir das traurige Geschehen am Boden an und vermisste meine liebenswerte und



... oder auf Partikeln aus der Landwirtschaft.

lustige Freundin ENZWEI. Doch dann wartete noch eine Überraschung auf mich: Dort am Waldboden entdeckte ich meinen alten Schulfreund STICKI! Schon als  $\text{N}_2$ -Kind hatte STICKI am liebsten auf den Kleewiesen rund um die Bauernhöfe gespielt. Was ihm dort genau zustieß, konnte er mir nicht mehr erklären. Eines Tages sei er im Futtertrog einer Kuh gelandet. In deren Magen bearbeiteten ihn die hartnäckigen Wiederkäuer-Bakterien und bepackten ihn mit H-Atomen. Nach dem langen Weg durch die Kuhverdauung fand STICKI als  $\text{NH}_3$  schliesslich den engen Ausgang durch den Kuhhintern. Ein frischer Windhauch trug ihn von der Kuhweide ausgerechnet an jene Stelle am Waldrand, wo der Regen meine saure Freundin ENZWEI hingespült hatte. Zur Begrüssung erhielt STICKI von ENZWEI gleich ein saures Proton  $\text{H}^+$  aufgedrückt. Und nun lagen sie da,  $\text{NO}_3^-$  und  $\text{NH}_4^+$ , meine beiden ehemaligen  $\text{N}_2$ -Spielgefährten, die sich nach so unterschiedlichen Lebenswegen wieder begegneten...»



Zu viel Nitrat und Ammoniak versauert den Boden. Das schadet den Lebewesen in der Erde und lässt die Pflanzen welken.

## Was noch zu tun bleibt

NONNA fällt in ein nachdenkliches Schweigen.

«Das ist aber ein seltsames Ende», sagt LUFTIBUS zaghaft.

«Nein Liebes, ich habe natürlich ein Happy End für euch parat», fährt NONNA fort. «Seither ist viel passiert auf der Welt: Die Menschen haben neue Motoren entwickelt und bauen nur noch Autos mit Katalysatoren. Die Luft aus den Fabriken wird mit Filtern behandelt. Auch gibt es mittlerweile eine ganze Reihe von Gesetzen, die eine sauberere Luft vorschreiben. All das macht mir Hoffnung, dass solche Smog-Bilder», sie deutet zum Fenster hinaus, «bald der Vergangenheit angehören werden.»

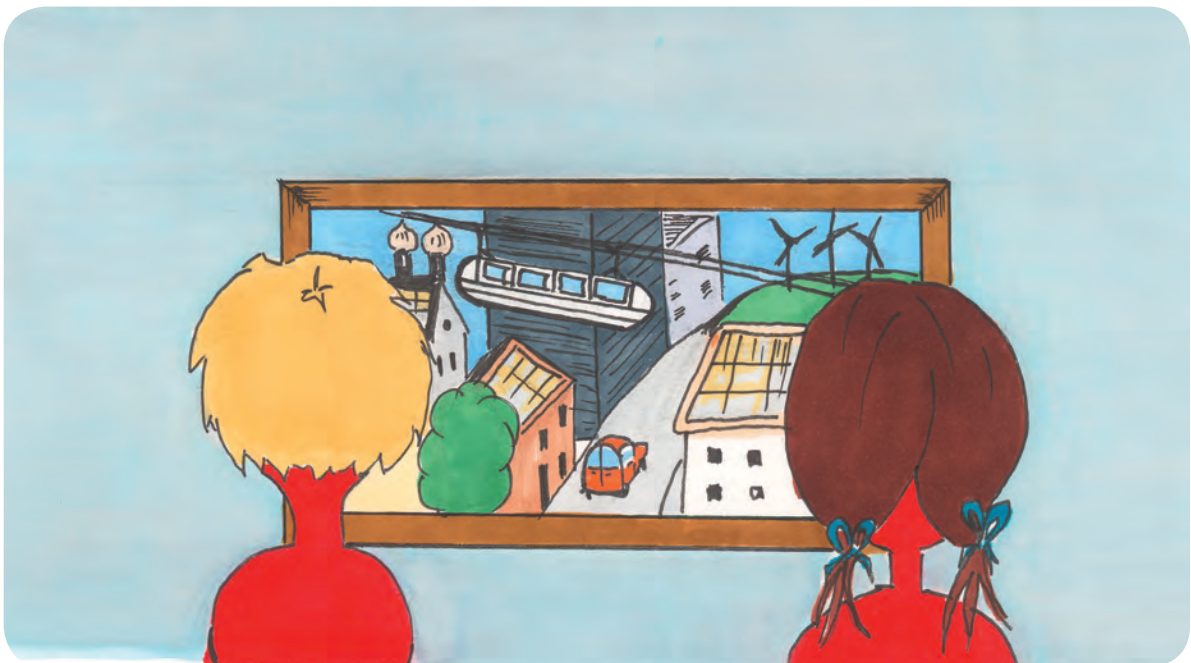
«Heisst das, wir müssen nicht mehr so genau aufpassen?», fragt LUFTIBUS.

«Noch ist es nicht so weit!», warnt NONNA. «Ihr müsst euch nach wie vor in Acht nehmen. Bis vor Kurzem war ich tatsächlich überzeugt von den modernen Automotoren. Doch nun stellte sich heraus, dass die Ingenieure einer grossen Autohersteller-Firma getrickst haben: Sie hatten die Abgaswerte gefälscht. Wir sind also noch nicht so nahe an einer sauberen Zukunft, wie ich gehofft hatte.»

«Wie sieht diese Zukunft denn aus?», fragt INALLENLÜFTEN.

«Eines fernen Tages wird man das Wort Katalysator kaum mehr kennen, weil auf den Strassen nur noch Elektroautos unterwegs sein werden. Diese Autos verbrennen keine Luft mehr in ihren Motoren und produzieren drum auch keine Abgase mehr. Überhaupt wird es dann viel weniger Verkehr geben in der Stadt. Alle Menschen werden mit dem öffentlichen Verkehr unterwegs sein; mit Trolleybussen und Schwebebahnen oder mit Elektro-Taxis.

Die Häuser der Zukunft werden keine Öl- oder Gasheizungen besitzen. Stattdessen tragen alle Hausfassaden und -dächer Solarzellen, die das Sonnenlicht einfangen und in Strom und Wärme umwandeln. Rund um die Stadt herum werden prächtige Windräder stehen. Wir Luftmoleküle können dann mit den Rotorblättern spielen, statt uns vor Motoren in Acht nehmen zu müssen...» NONNA endet mit einem verträumten Ausdruck auf dem Gesicht. Die beiden Enkel sind vom Sessel geklettert und haben sich ans Fenster gestellt. Drehen sich dort am Horizont nicht schon die ersten Windräder?



NONNAS Happy End für ihre Enkel: eine Zukunft mit sauberer Luft.

## Luftqualität 2015 – Ausgeprägter Sommersmog neben geringerer Belastung mit NO<sub>2</sub>, PM10 und Russ

Die Entwicklung der Luftbelastung war 2015 durch den milden Winter und einen sonnig heissen Sommer geprägt. Lange Inversionsphasen mit hohen Feinstaubbelastungen blieben aus. Hingegen traten längere Perioden mit typischem Sommersmog auf.

### **Hohe Stickstoffdioxidbelastungen entlang der Hauptverkehrsachsen**

Die Belastung durch Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) war 2015 leicht höher als im Vorjahr. Im Einflussbereich viel befahrener Strassen wird der Jahresmittel-Grenzwert der LRV von 30 Mikrogramm Stickstoffdioxid je Kubikmeter Luft (µg/m<sup>3</sup>) weiterhin häufig überschritten. In den städtischen Quartieren ohne stark frequentierte Strassen wurde der Jahresmittel-Grenzwert hingegen meist eingehalten.

Im St.Galler Rheintal führen lokale Hangwinde zu deutlichen Entlastungen in den Dorfzentren mit offener Bebauung. Anhaltend hohe Belastungen wurden aber an den «Zollstrassen» mit viel grenzüberschreitendem Verkehr registriert.

### **Deutliche Entlastung beim Feinstaub und Russ fortgesetzt**

Dank dem Ausbleiben langer Inversionsphasen mit behindertem Luftaustausch lag auch die winterliche Feinstaubbelastung so tief wie im Vorjahr. So konnte der Jahresmittel-Grenzwert von 20 µg/m<sup>3</sup> an fast allen Messstandorten eingehalten werden. Auch wurde der Tagesmittel-Grenzwert von 50 µg/m<sup>3</sup> an mehr Messstellen eingehalten als in den Vorjahren. An den meisten städtischen oder stark verkehrsbeeinflussten Standorten wurde der Tagesmittel-Grenzwert an zwei bis sechs Tagen überschritten.

Feinstaub-Partikel enthalten auch krebserregende Russteilchen aus Dieselmotoren und aus rauchenden Holzfeuerungen. Die Russkonzentrationen liegen grossflächig deutlich über dem empfohlenen Zielwert von 0.1 µg/m<sup>3</sup>. Immerhin wurde in den letzten zehn Jahren die Russbelastung an den stärker belasteten Standorten halbiert.

### **Reduzierte Ozonbelastung**

Die Hitzeperioden und das schöne Sommerwetter bewirkten eine deutliche Zunahme der Ozonbelastung gegenüber den letzten Jahren. Die hohen Ozon-Konzentrationen lagen jedoch deutlich unter den Rekordwerten des Hitzesommers 2003, was für die Wirksamkeit der bisher getroffenen Massnahmen zur Luftreinhaltung spricht.

### **Ammoniakbelastung unverändert**

Trotz der Förderung von Emissionsminderungsmassnahmen in der Landwirtschaft ist keine klare Abnahme der Ammoniakbelastung festzustellen.

### **Weiterhin Handlungsbedarf**

Treten winterlichen Hochdrucklagen in den kommenden Jahren wieder vermehrt auf, so ist auch wieder mit höheren Luftbelastungen zu rechnen, denn unsere Atemluft wird noch immer mit zu vielen Schadstoffen verunreinigt. Deshalb sind die lufthygienischen Optimierungen bei Feuerungen, Motoren, Industrieanlagen, Gewerbebetrieben und in der Landwirtschaft konsequent weiterzuentwickeln und umzusetzen.

**Der Siedlungsgürtel im St.Galler Rheintal profitiert entlang der Talflanke von lokalen Hangwinden, die Frischluft in die Dörfer bringen. Bild: Blick von oberhalb Altstätten auf die Dörfer Marbach, Rebstein und Balgach (alle SG).**



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

Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) und Stickstoffmonoxid (NO) werden unter dem Begriff Stickoxide (NO<sub>x</sub>) zusammengefasst. Stickoxide entstehen vor allem bei Verbrennungsprozessen in Motoren und Feuerungen. Sie sind Vorläuferschadstoffe von Ozon und Feinstaub und schädigen die Gesundheit. NO wird in der Atmosphäre rasch zu NO<sub>2</sub> umgewandelt. 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

2015 war die Jahresbelastung an den meisten Messstandorten höher als im Vorjahr, lag aber im Durchschnitt der letzten drei Jahre. Im Einflussbereich viel befahrener Strassen wird der NO<sub>2</sub>-Jahresmittel-Grenzwert von 30 µg/m<sup>3</sup> weiterhin häufig überschritten. Im Grossraum Zürich betrifft dies nebst den höchst belasteten Messstandorten Zürich Rosengartenstrasse (50 µg/m<sup>3</sup>), Zürich Schwamendingen (47 µg/m<sup>3</sup>), Zürich Schimmelstrasse (45 µg/m<sup>3</sup>) und Opfikon Balsberg (40 µg/m<sup>3</sup>) auch weniger direkt verkehrsbeeinflusste Standorte im Siedlungszentrum wie zum Beispiel Zürich Stampfenbachstrasse (33 µg/m<sup>3</sup>) und Zürich Kaserne (31 µg/m<sup>3</sup>). Übermässige NO<sub>2</sub>-Belastungen treten aber auch ausserhalb des Grossraums Zürich auf, wie die stark verkehrsbeeinflussten Messstandorte St.Gallen Blumenbergplatz (41 µg/m<sup>3</sup>), Neuhausen Schaffhauserstrasse (33 µg/m<sup>3</sup>) und Chur A13 (34 µg/m<sup>3</sup>) belegen.

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

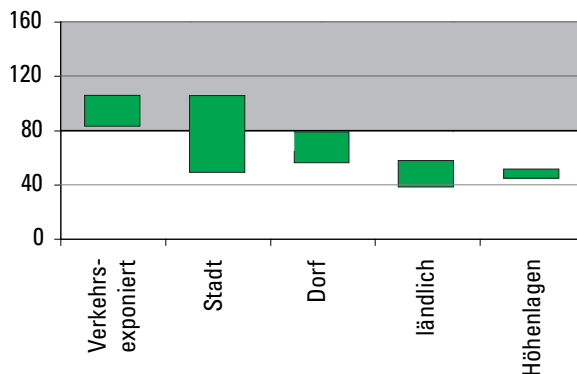
Ergänzende Messungen mit rund 200 NO<sub>2</sub>-Passivsammlern bestätigen die Bedeutung der Strassen auf die NO<sub>2</sub>-Belastung. Sie erlauben aber auch einen differenzierteren Blick auf die räumliche Verteilung und die Entwicklung. Die NO<sub>2</sub>-Belastung 2015 lag auch an den Passivsammlerstandorten höher als im Vorjahr, aber gegenüber dem 5-Jahresmittel 2010-2014 um durchschnittlich 5 Prozent tiefer. An zwei Drittel der Messstandorte entlang der Hochleistungsstrassen und an der Hälfte der Hauptverkehrsachsen wurde 2015 der Jahresmittel-Grenzwert 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 etwa 6 µg/m<sup>3</sup> liegt, ist die Grundbelastung im Zentrum der Stadt Zürich (400 m ü. M.) rund zwei- bis dreimal höher.



An den stark verkehrsexponierten Standorten innerhalb der Siedlungen wurde der NO<sub>2</sub>-Tagesmittel-Grenzwert überschritten. Eingehalten wurde er an wenig verkehrsbeeinflussten Siedlungsstandorten und an ländlichen Stationen.

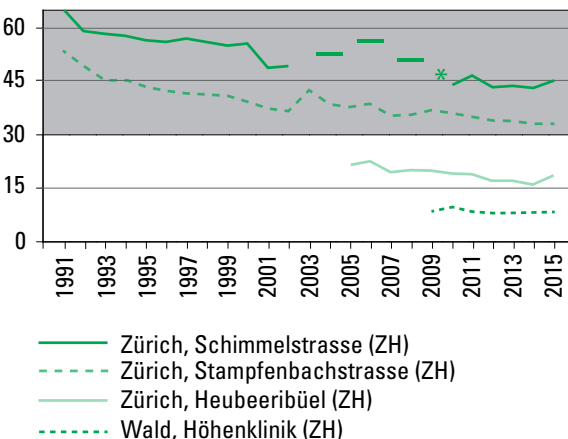
Bereiche der höchsten NO<sub>2</sub>-Tagesmittelwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]



An verkehrsbeeinflussten Standorten in der Stadt Zürich ist seit den 90er Jahren die NO<sub>2</sub>-Belastung deutlich gesunken. Nach einer Stagnation zwischen 2002 und 2006 ist in den letzten Jahren wieder eine leichte Abnahme zu erkennen.

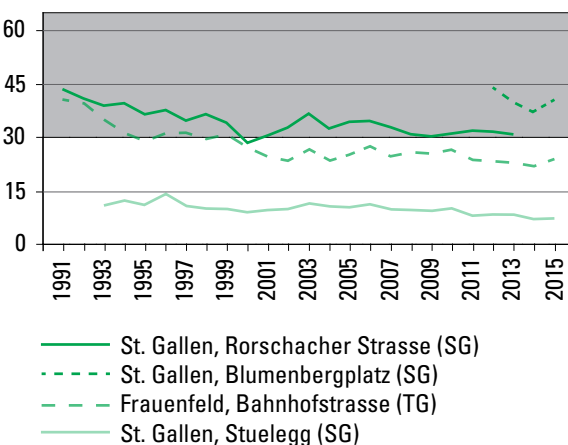
(\*: Verkehrsumlagerungen in Folge umfangreicher Bauarbeiten an der Schimmelstrasse)

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



Am Standort St.Gallen Blumenbergplatz wird der NO<sub>2</sub>-Jahresmittel-Grenzwert deutlich überschritten. Die NO<sub>2</sub>-Belastung ist hier klar höher als an den stillgelegten, respektive reduzierten Messstandorten St.Gallen Rorschacher Strasse und Frauenfeld Bahnhofstrasse.

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

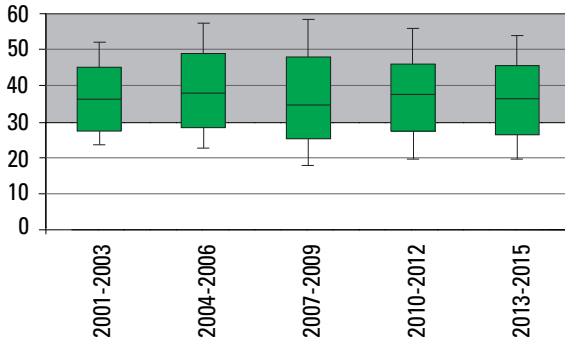


Der Verkehr ist weiterhin die wichtigste Quelle für die Stickstoffdioxidbelastung in der Ostschweiz.

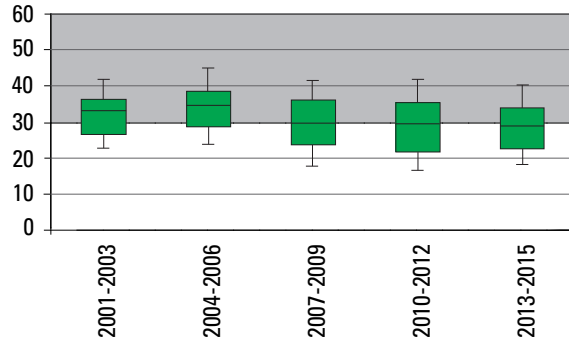
Bild: Autobahn A13 bei Widnau (SG).

Entwicklung der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] in den verschiedenen Standortklassen des Passivsammlermessnetzes

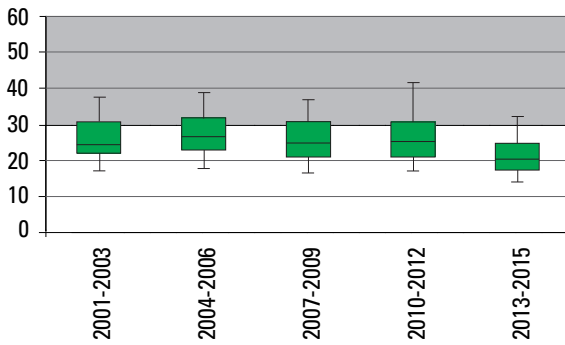
**NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]  
Hochleistungsstrasse mit mehr als 30'000 DTV-S**



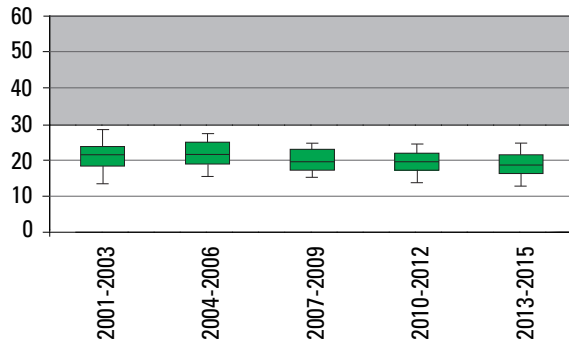
**NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]  
Hauptverkehrsachsen mit 10-30'000 DTV-S  
in Städten und Dörfern**



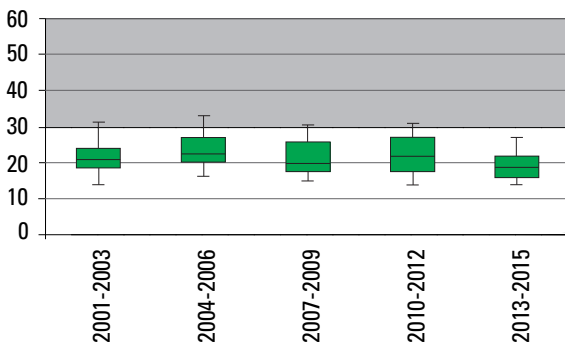
**NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]  
Standort mit mässigem Verkehr (<10'000 DTV-S) in Städten**



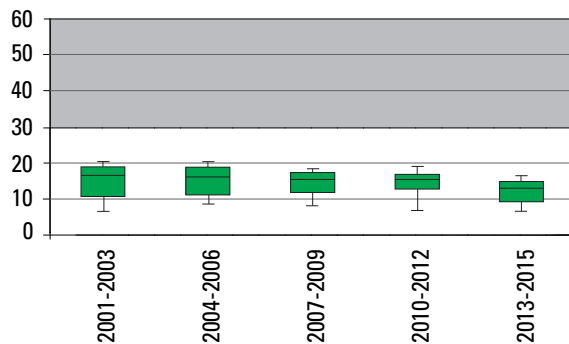
**NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]  
Standort mit mässigem Verkehr (<10'000 DTV-S) in Dörfern**



**NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]  
verkehrsfreie Standorte in Städten und Dörfern**



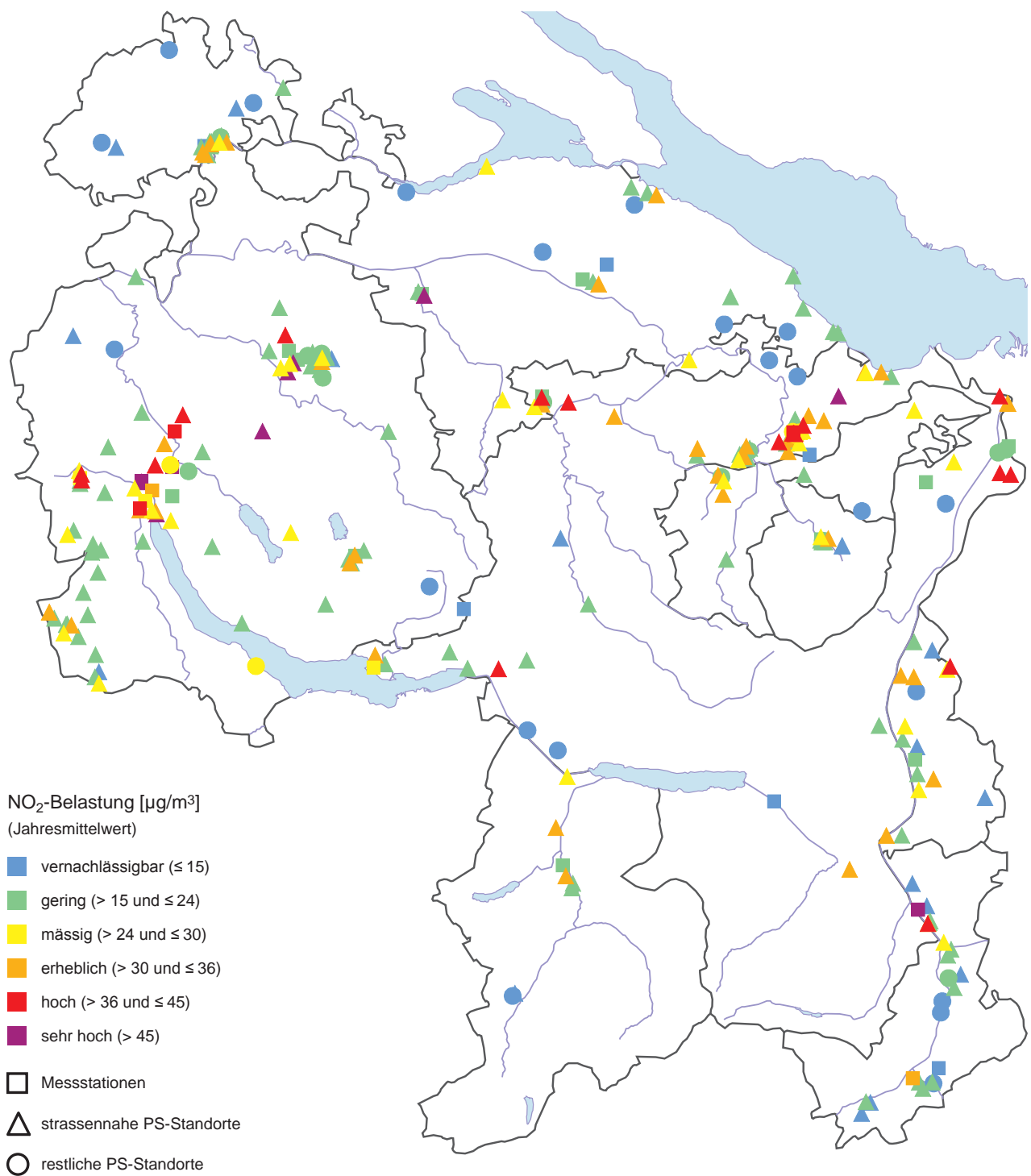
**NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]  
verkehrs- und siedlungsfreie Standorte**



Boxplotdarstellung der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte von ausgewählten Dreijahresperioden. Dargestellt sind der Median, die 25%- und 75%-Werte (Box mit Innerquartilbereich) sowie die 5%- und 95%-Werte (Whisker oder Antennen). (DTV-S: Durchschnittlicher täglicher Verkehr, schwerverkehrsgewichtet)

Im OSTLUFT-Messnetz der NO<sub>2</sub>-Passivsammler unterscheiden sich Belastungsniveau und Belastungsentwicklung je nach Standortklasse. Die Ergebnisse entsprechen den auf der vorgängigen Seite dargestellten Entwicklungen an den automatischen Messstationen.





**Übersichtskarte des OSTLUFT-Gebietes mit NO<sub>2</sub>-Passivsammlerstandorten und -Messstationen sowie den zugehörigen Jahresmittelwerten der Messperiode 2013 bis 2015.**

## Feinstaub PM10

Feinstaub PM10 sind lungengängige Partikel von höchstens 10 Mikrometer Durchmesser, was etwa einem Zehntel des Durchmessers eines menschlichen Haars entspricht. PM10 ist ein komplexes Gemisch aus festen und flüssigen Teilchen unterschiedlicher Zusammensetzung und Herkunft. Einerseits besteht PM10 aus Partikeln, die direkt aus Quellen stammen, wie zum Beispiel Russ (Seite 18) aus Dieselmotoren oder Holzfeuerungen oder Abrieb von Fahrbahnen und Pneus. Andererseits bildet sich ein wesentlicher Anteil des PM10 erst in der Luft aus gasförmigen Vorläufersubstanzen aus Landwirtschaft, Holzverbrennung und weiteren Quellen.

### Abnahme der Jahresbelastung fortgesetzt

Die deutliche Abnahme der PM10-Jahresmittelwerte seit Messbeginn hat sich fortgesetzt. Der Jahresmittel-Grenzwert von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurde wie im Vorjahr an allen Siedlungsstandorten ohne direkten Verkehrseinfluss eingehalten. An den stark verkehrsbelasteten Messstationen Zürich Rosengartenstrasse, Schwamendingen und Schimmelstrasse wurden Jahresmittel von 20 respektive  $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen. In ländlichen Gebieten und besonders in höheren Lagen ist die Feinstaubbelastung am geringsten.

Eine Entlastung wurde auch bei den Tagesmittelwerten festgestellt. Sowohl die Höhe der maximalen Tagesmittelwerte als auch die Anzahl Überschreitungen des Tagesmittel-Grenzwertes haben abgenommen. Wiederholte Grenzwertüberschreitungen traten sowohl an stark verkehrsbelasteten Standorten wie Zürich Rosengartenstrasse und Schwamendingen oder Chur A13 als auch an weniger ver-

kehrsbelasteten Siedlungsstandorten wie Zürich Kaserne und Stampfenbachstrasse sowie Schlieren Güterstrasse und Konstanz Wallgutstrasse auf.

### Vielfältige Minderungsmaßnahmen sind wirksam und nötig

Ein Teil der geringeren Feinstaubbelastung hing mit dem Witterungsverlauf zusammen. Lange Inversionsphasen mit hohen Feinstaubbelastungen blieben 2015 wie im Vorjahr aus. Neben dem Wetter trugen auch die umgesetzten Minderungsmaßnahmen – wie etwa Russpartikelfilter für Dieselmotoren und Dieselfahrzeuge sowie Verbesserungen bei den Feuerungen – zur positiven Reduktion der Feinstaubbelastung bei. In den kommenden Jahren werden die verschärften Abgasnormen für Personautos (Euro 6) und Lastwagen (Euro VI) auch den besonders gesundheitsschädigenden Dieselrussanteil im Feinstaub weiter reduzieren.

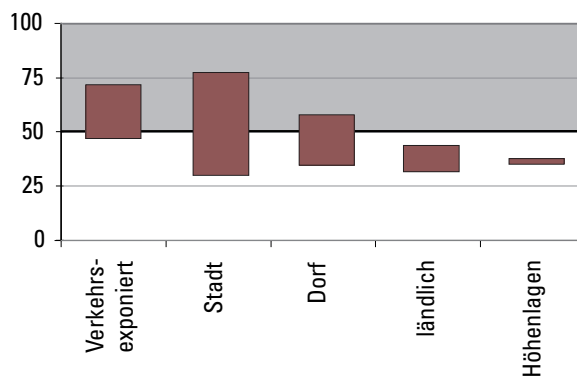
In ländlichen Gegenden tragen Holzfeuerungen und das Verbrennen von Grüngut und Schlagabraum wesentlich zur Feinstaubbelastung bei. Auch hier wurden deutliche Erfolge erzielt. Dank FairFeuern ([www.fairfeuern.ch](http://www.fairfeuern.ch)) konnte der umweltverträgliche Betrieb von Holzfeuerungen gefördert werden.

Während Belastungsphasen stammt rund die Hälfte des gemessenen PM10-Feinstaubes aus gasförmigen Vorläuferschadstoffen in der Luft, den sogenannten sekundären Aerosolen. Wichtige Komponenten dafür liefern die Abgase mit Stickoxiden, Schwefeldioxid und Kohlenwasserstoffen. Hinzu kommt Ammoniak, welches zum grössten Teil aus der Landwirtschaft stammt. Die nachhaltige Minderung aller Vorläuferschadstoffe bleibt ein wichtiges Ziel für die Reinhaltung unserer Atemluft.



Im Gegensatz zu den Vorjahren wurde 2015 an der Hälfte der Messstandorte der PM10-Tagesmittel-Grenzwert von 50 µg/m³ eingehalten. Erhöhte Tagesmittel traten vor allem an den verkehrsbelasteten oder dicht bebauten Standorten auf.

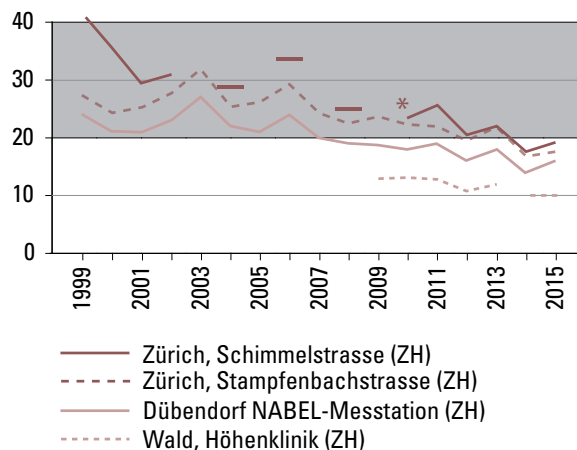
**Bereiche der höchsten PM10-Tagesmittelwerte [µg/m³]**



Die PM10-Jahresmittelwerte haben im Grossraum Zürich deutlich abgenommen. Die Belastungsunterschiede zwischen den Standortklassen haben sich verringert. Die höchsten Werte treten aber weiterhin an den innerstädtischen Verkehrsachsen auf. Am ländlichen Höhenstandort bei der Klink in Wald (ZH) ist die Belastung am tiefsten.

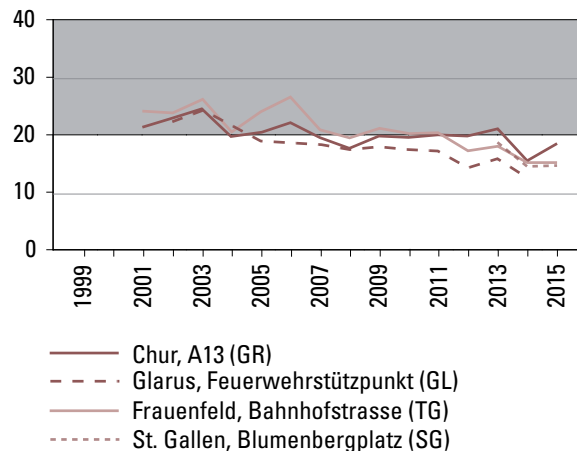
(\*: Verkehrsumlagerungen in Folge umfangreicher Bauarbeiten an der Schimmelstrasse)

**Entwicklung der PM10-Jahresmittelwerte [µg/m³] Region Zürich**



Die Jahresmittelwerte der Standorte in den Siedlungen ausserhalb des Grossraums Zürich liegen seit Messbeginn in einem engen Bereich. Die PM10-Werte sind in Frauenfeld (erstmalig 2012) und Glarus (seit 2008) deutlich unter den Grenzwert gefallen. Die Jahresmittelwerte 2013 und 2014 der neuen Messstation St.Gallen Blumenbergplatz sind deckungsgleich mit Frauenfeld Bahnhofstrasse.

**Entwicklung der PM10-Jahresmittelwerte [µg/m³] Region Ostschweiz**



Die Quellen der Feinstaubbelastung sind vielfältig. Baustellen, Verkehr, Industrie und Landwirtschaft sind bedeutende Quellen. Auch beim Heuen und Emden wird Staub aufgewirbelt und Traktoren stossen krebserregenden Russ aus.

Bild: Traktor mit Heuwender im St. Galler Rheintal.

## Russ (elementarer Kohlenstoff, EC)

Russ ist ein kleiner Bestandteil des Feinstaubes, der besonders gesundheitsgefährdend ist. Die ultrafeinen kohlenstoffhaltigen Teilchen entstehen durch unvollständige Verbrennungsprozesse und gelangen so in die Luft. Russ besteht vor allem aus «schwarzem» Kohlenstoff (EC) und daran angelagerten organischen Verbindungen.

In der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) ist Dieselmotoren 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 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.

### Überall zu hohe Russbelastung

Die Russkonzentration hat in den letzten zehn Jahren an allen Messstandorten deutlich abgenommen, sie liegt jedoch in allen untersuchten Gebieten um das Mehrfache höher als die anzustrebende Maximalbelastung von  $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Neben den Massnahmen an den Quellen hat das Ausbleiben von anhaltenden Inversionslagen in den letzten Jahren wie beim PM10 zur Entlastung beigetragen.

Die höchsten Jahresmittelwerte<sup>a)</sup> von Russ mit  $1.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurden an den stark verkehrsbelasteten Standorten Zürich Rosengartenstrasse gemessen. In Siedlungsgebieten mit mässigem oder keinem Verkehr wurden Russkonzentrationen von  $0.5$  bis  $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erreicht. An den quellenfernen Standorten St. Gallen Stuelegg (SG) und bei der Höhenklinik Wald (ZH) lagen die Jahresmittelwerte für Russ bei  $0.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### Minderungsmaßnahmen sind bekannt und wirken

Dieselmotoren produzieren besonders viele Russpartikel, die mit wirksamen Partikelfiltern eliminiert werden können. Für Personenaufkraftfahrzeuge und neueste Nutzfahrzeuge sowie grössere Baumaschinen sind heute hocheffiziente Partikelfilter im Einsatz.

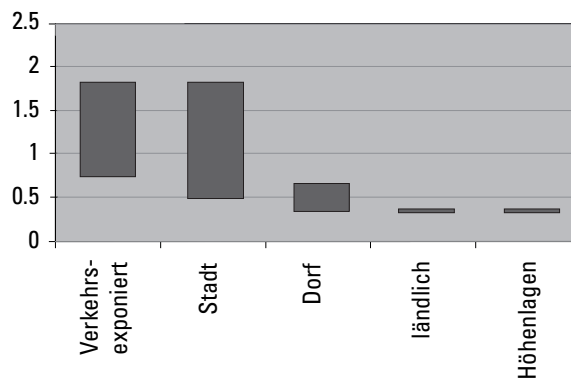
Russ entsteht aber auch bei unvollständiger Verbrennung von Feststoffen, wie in Holzfeuerungen oder beim offenen Verbrennen von Wald- und Gartenabfällen. Der emissionsarme Betrieb von Holzfeuerungen gemäss FairFeuern ([www.fairfeuern.ch](http://www.fairfeuern.ch)), die Ausrüstung von Holzfeuerungen mit Elektrofiltern und der Verzicht auf das Verbrennen von Grüngut im Freien sind wesentliche Massnahmen zur Verringerung der Russbelastung im ländlichen Raum.



a) Die Jahresmittelwerte werden an den meisten Messstationen aus einer Stichprobe von jedem 12. Tag im Jahr ermittelt.

Die Russbelastung ist verkehrsbedingt in den Städten am höchsten. Doch auch in den Dörfern und in ländlichen Gebieten liegt die Russbelastung um ein Mehrfaches über der von der Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene (EKL) vorgegebenen maximal tolerierbaren Konzentration von  $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Russ im Jahresmittel.

Russ EC-Jahresmittelwerte a) [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

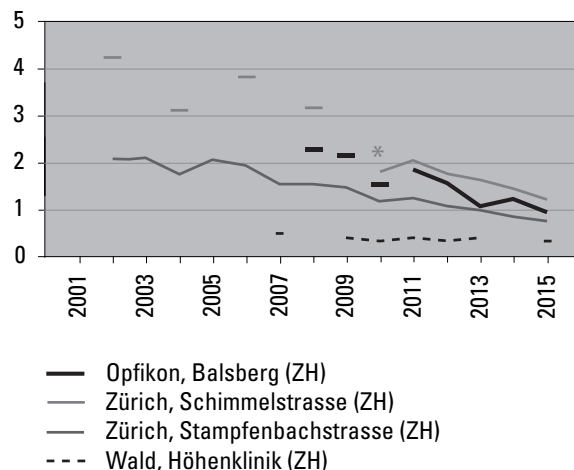


Die Russbelastung hat seit Messbeginn besonders in den stark belasteten städtischen Gebieten in Zürich deutlich abgenommen. Neben den Massnahmen an den Quellen hat das Ausbleiben von anhaltenden Inversionslagen wie beim PM10 zur Entlastung beigetragen.

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

Russ EC-Jahresmittelwerte a) [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

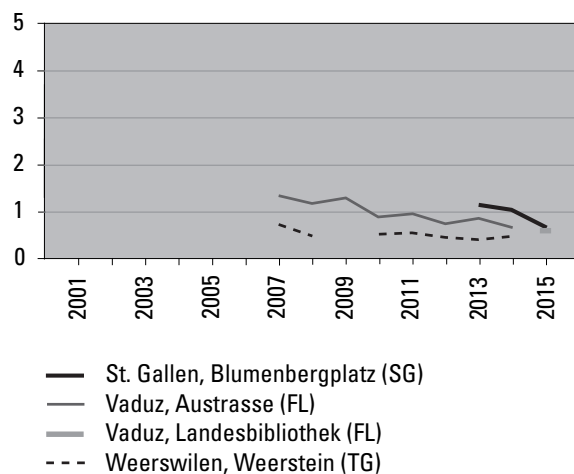
Region Zürich



Ausserhalb des Grossraums Zürich fehlen länger zurückreichende Russmessungen. Die Belastung ist hier tendenziell tiefer. Auch hier sind Abnahmen der Russbelastung in den Siedlungsgebieten zu verzeichnen.

Russ EC-Jahresmittelwerte a) [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Region Ostschweiz



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: Rauchende Holzfeuerung im Bündnerland.

## Ozon O<sub>3</sub>

Ozon ist die Leitsubstanz des Sommersmogs. Es bildet sich in der Luft unter dem Einfluss des Sonnenlichtes aus Stickoxiden (NO<sub>x</sub>, Seite 12) und flüchtigen organischen Substanzen (VOC, Seite 28). Die gesundheitliche Bedeutung des Ozons und seiner Folgeprodukte im Sommersmog wird im Interview mit der Epidemiologin Meltem Kutlar Joss vom Schweizerischen Tropen- und Public Health-Institut (Swiss TPH) auf der nachfolgenden Doppelseite dargelegt.

### Schönwetterphasen treiben Ozon in die Höhe

Der Sommer 2015 war ein Kontrastprogramm zum verregneten und eher kühlen Sommer 2014. Die wiederholten Hitzeperioden führten zu langanhaltenden deutlich erhöhten Ozonbelastungen. So wurde der maximal zulässige Stundenmittelwert von 120 µg/m<sup>3</sup> für das gesundheitsschädigende Reizgas Ozon an den meisten Stationen des OST-LUFT-Messnetzes um mindestens 50 Prozent übertroffen. Die Spitzenwerte im Bereich von 200 µg/m<sup>3</sup> hat man dabei in Konstanz sowie im Grossraum Zürich gemessen – und zwar an den nicht unmittelbar verkehrsexponierten Stationen in Schlieren, Dübendorf und der Zürcher Innenstadt. Auf der Stuelegg oberhalb von St. Gallen gab es wiederum am meisten Grenzwert-Überschreitungen. Das Jahrestotal von 763 Stunden, die sich auf 65 Tage verteilten, übertraf den Wert des Vorjahres dabei fast um das Dreifache. Lang anhaltende Ozonbelastungen registrierte man

ebenfalls auf dem Höhenrücken der Lägern (AG) und bei der Höhenklinik in Wald (ZH), was dem bekannten räumlichen Muster des Sommersmogs – mit Ozon als Leitschadstoff – entspricht.

### Weniger Ozon in Verkehrsnähe

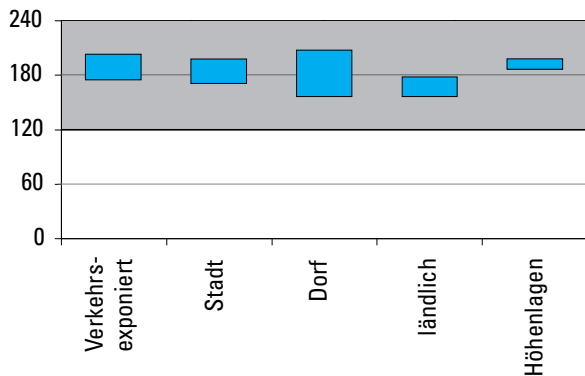
An verkehrsnahen und stark frequentierten Messstationen in Zürich, Opfikon, St. Gallen und Chur waren – im Vergleich zu den Höhenlagen und den nicht unmittelbar verkehrsexponierten Standorten – deutlich weniger Stunden mit Überschreitungen der Grenzwerte für Ozon zu verzeichnen. Auffallend an diesen Stationen ist die relativ hohe Luftbelastung durch Stickstoffdioxid. Grund: Das vor Ort vorhandene Ozon wird durch chemische Reaktion mit dem Stickstoffmonoxid aus dem Auspuff umgehend abgebaut. Dabei entsteht Stickstoffdioxid.

### Massnahmen haben Spitzenbelastung gebrochen

Um die Entwicklung der Ozonkonzentrationen auf längere Sicht fundiert beurteilen zu können, braucht es witterungsbereinigte Werte, welche die unterschiedlichen meteorologischen Bedingungen mitberücksichtigen. Eine entsprechende Auswertung über gut 20 Jahre sowie Vergleiche der Daten aus dem Hitzesommer 2003 mit den letztjährigen Werten zeigen sowohl eine Abnahme der maximalen Ozonkonzentrationen als auch einen Rückgang der Tage und Stunden mit Grenzwert-Überschreitungen. Die bisher getroffenen Massnahmen zur Reduktion der Abgase aus Verbrennungsmotoren und Heizungen sowie der gesunkene Verbrauch an Lösemitteln wirken sich durch tiefere Ozonbelastungen positiv auf die Luftqualität aus.

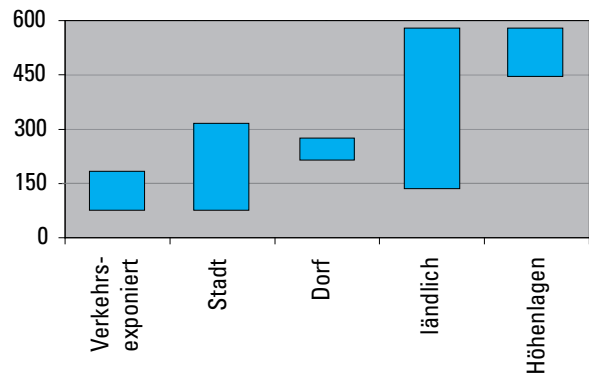


**Bereiche der höchsten Ozonstundenmittelwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]**



Der Ozonstundenmittel-Grenzwert wird an allen Stationen in der Ostschweiz überschritten. Die Unterschiede in den verschiedenen Standortklassen sind 2015 relativ klein.

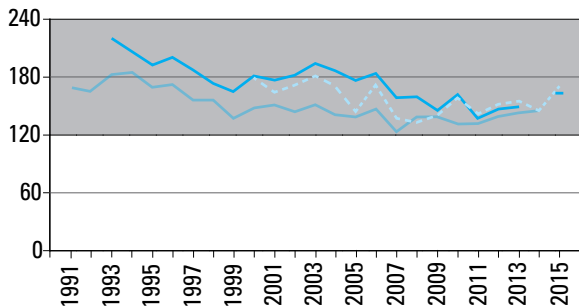
**Bereiche der Überschreitungshäufigkeit des Stundenmittel-Grenzwertes von  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [Stunden]**



Die meisten Überschreitungen des Ozonstundenmittelwertes wurden ausserhalb des Siedlungsgebietes und in den höheren Lagen verzeichnet. An verkehrsexponierten Standorten führt die Ozonzehrung durch frische Abgase zu geringeren Überschreitungshäufigkeiten. An den meisten Stationen liegen die Überschreitungshäufigkeiten deutlich über dem Mittel der letzten zehn Jahre, aber unter den Zahlen von 2006 und 2003.

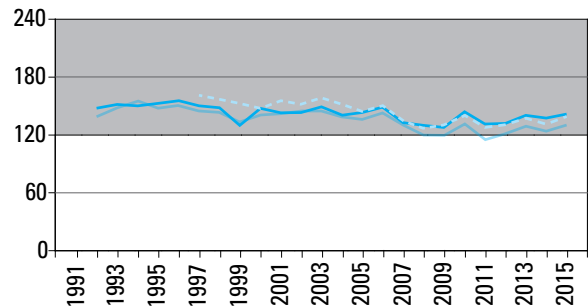
**Entwicklung der höchsten Ozonstundenmittelwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] an Tagen bei maximaler Temperatur von  $30^\circ\text{C}$**

**Höhenlagen**



- St. Gallen, Stuelegg (SG)
- Weerswilen, Weerstein (TG)
- Bachtel, Wald (ZH)

**Stadt Zürich**



- Zürich, Heubeeribüel (ZH)
- Zürich, Stampfenbachstrasse (ZH)
- Zürich, Kaserne (ZH)

Trotz leichter Zunahme an einem Teil der Höhenstandorte passt auch 2015 in den witterungsnormierten Trend für die Ozonkonzentrationen: An vergleichbaren Tagen wurden tiefere Werte gemessen als vor 10 bis 20 Jahren.

Die Ozonbelastung ist grossräumig verteilt. 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: Badevergnügen an einem Sommertag in der Limmat.

## Gesundheitswirkung der Ozonbelastung - Hohe Ozonbelastungen gefährden vor allem chronisch kranke Personen

Die Leiden von Menschen mit chronischen Krankheiten wie Asthma können sich bei starkem Sommersmog verschlimmern. Deshalb führen hohe Ozonbelastungen sowohl zu einer Zunahme der Spitaleintritte als auch der Sterblichkeit. Dies erklärt die Epidemiologin Meltem Kutlar Joss im Interview mit OSTLUFT. Sie ist Projektleiterin der Dokumentationsstelle Luftverschmutzung und Gesundheit (LUDOK) am Schweizerischen Tropen- und Public Health-Institut (Swiss TPH) der Universität Basel.

**OSTLUFT:** Welches sind die wichtigsten Auswirkungen von übermässigen Ozonbelastungen auf die menschliche Gesundheit?

Inwiefern spürt die Bevölkerung etwas davon? Betreffen die gesundheitlichen Symptome vor allem Risikogruppen mit gesundheitlichen Vorbelastungen?

Wie wirken sich unterschiedlich hohe Ozonbelastungen über dem Stundenmittel-Grenzwert der LRV von  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  auf die Schwere und prozentuale Verbreitung der gesundheitlichen Symptome aus?

Welche Berufsgruppen leiden besonders stark unter dem Sommersmog?

Wie lange halten die gesundheitliche Beeinträchtigungen durch Ozon an?

**Meltem Kutlar Joss:** Ozon ist ein Reizgas, das die Schleimhäute von Augen und Nase sowie der Atemwege bis in die feinsten Verästelungen der Lunge reizt.

Bei hohen Ozonwerten in der Aussenluft treten Beschwerden am ehesten bei Personen auf, die sich im Freien während längerer Zeit körperlich anstrengen. Die Empfindlichkeit ist individuell stark verschieden. Bei Menschen mit Allergien oder Asthma kann Ozon die entsprechenden Symptome verstärken. Mit steigenden Belastungen nehmen auch bei uns die Todesfälle durch Atemwegserkrankungen zu, wie eine europäische Studie mit Daten aus Zürich und Basel zeigt. Dabei betreffen die höhere Sterblichkeit und die häufigeren Spitaleintritte wegen Atemwegserkrankheiten in der Regel Personen mit chronischen Krankheiten.

Ozonempfindliche Personen, die rund einen Zehntel der Bevölkerung ausmachen, spüren ab einer Belastung von etwa  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Reizsymptome, wenn sie im Freien eine Weile körperlich aktiv sind. Bedingt durch die verminderte Lungenfunktion nimmt ihre körperliche Leistung etwa um 10 Prozent ab. Menschen ohne spezielle Empfindlichkeit spüren bei diesen Werten noch nichts. Dennoch schränken sie ihre Lungenfunktion – und damit auch die körperliche Leistung – um zirka 5 Prozent ein. Die gesundheitlichen Ozonfolgen sind abhängig von der Konzentration, der Belastungsdauer und der aufgenommenen ozonhaltigen Luft, also der Atemtiefe. Deshalb betreffen sie in erster Linie Personen, die im Freien körperlich arbeiten. Im Allgemeinen erreichen die Ozonkonzentrationen in der Schweiz aber auch während Schönwetterperioden nicht mehr Belastungsspitzen, die bei vielen Leuten zu Beschwerden führen würden.

Dazu gehören alle, die im Freien schwere körperliche Arbeiten verrichten – so zum Beispiel Eisenleger und Strassenarbeiter auf Baustellen oder Erntehelfer in der Landwirtschaft. Bei wiederholter Belastung tritt aber eine Gewöhnung ein. Die Beschwerden werden nicht mehr wahrgenommen, und die Reaktion der Lungen auf Ozon schwächt sich ab.

Die akuten Beschwerden verschwinden, sobald die Ozonkonzentration zurückgeht oder die Aktivität im Freien gestoppt wird. Wie erwähnt, ist über längere Zeit auch ein Gewöhnungseffekt zu beobachten.



Weitere Informationen: <http://ludok.swisstph.ch>

Wie steht es um die chronischen Auswirkungen? Sind bei den auf der Alpennordseite heute noch auftretenden Ozonbelastungen auch langfristige gesundheitliche Beeinträchtigungen zu befürchten?

Was empfehlen Sie Betroffenen, die im Sommer unter der übermässigen Ozonbelastung leiden?

Inwiefern führen weitere Photooxidantien zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen?

Was erwarten Sie von der Umweltgesetzgebung und vom Vollzug der Vorschriften zur Luftreinhaltung?



Dies ist derzeit Gegenstand von internationalen Untersuchungen. Mir sind aber aktuell keine Studienergebnisse bekannt, die in Mitteleuropa negative Langzeitfolgen von Ozon für die breite Bevölkerung nachweisen konnten. Ein ozonreicher Sommer wie im Jahr 2015 kann aber bei empfindlichen Personen mit bestehenden Leiden – wie beispielsweise Asthma – zu einem schlechteren Krankheitsverlauf beitragen.

Wenn die Wettervorhersage höhere Ozonbelastungen erwarten lässt, können sportliche Aktivitäten im Freien auf die Morgenstunden verlegt werden, da die Ozonbelastung erst im Lauf des Tages ansteigt. Kinder müssen nicht in Innenräumen bleiben, denn sie passen ihr Verhalten auch beim Spielen dem körperlichen Empfinden an.

Für Strassenarbeiter ist oft auch die mit höheren Ozonwerten einhergehende Hitze ein Problem. Die Unfallversicherungsanstalt Suva hat das Merkblatt «Heisse Tipps für heisse Tage» mit Ratschlägen für technische, organisatorische und persönliche Massnahmen zum Schutz der Gesundheit herausgegeben. Es macht auch auf die Ozonproblematik aufmerksam.

Neben Ozon tragen während Schönwetterperioden auch weitere Luftschadstoffe zu den akuten Reizungen bei. Für die Zunahme der Todesfälle und Spitaleintritte bei Sommersmog ist Ozon höchstwahrscheinlich nicht allein verantwortlich. Parallel zur Ozonbelastung steigen auch die Konzentrationen von anderen Schadstoffen an, die bei stabilen Schönwetterlagen weiträumig verteilt werden.

Problematisch sind – nicht nur beim Ozon – die nicht eingehaltenen Grenzwerte. So gelangen immer noch zu viele Stickoxide und Kohlenwasserstoffe in die Luft. Die Massnahmen zur Reduktion dieser Vorläuferschadstoffe der Ozonbildung sind bekannt und in den kantonalen Luftreinhalteplänen aufgelistet. Jetzt braucht es den politischen Willen, sie zum Schutz der Gesundheit und zur Verminderung von Ernteeinbussen in der Landwirtschaft auch konsequent umzusetzen.

Zur Person:

Meltem Kutlar Joss war nach ihrem Studium der Umweltnaturwissenschaften an der ETH Zürich zuerst als Projektleiterin beim Basler Beratungsunternehmen ecos tätig. 2011 schloss sie die interuniversitäre Weiterbildung zum Master of Public Health ab. Seit 2012 arbeitet sie am Schweizerischen Tropen- und Public Health-Institut (Swiss TPH), einem assoziierten Institut der Universität Basel. Im Zentrum ihrer wissenschaftlichen Arbeit als Epidemiologin stehen die Auswirkungen der Umweltbedingungen auf die menschliche Gesundheit. 2014 hat Meltem Kutlar Joss die Leitung der vom Swiss TPH im Auftrag des Bundesamts für Umwelt aufgebauten Dokumentationsstelle Luftverschmutzung und Gesundheit (LUDOK) übernommen.

## 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 Trenderfassungen

Die gemessene 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.

2015 lagen die Ammoniakbelastungen an den Messstandorten mehrheitlich über dem Mittelwert der letzten zehn Jahre. Dies obwohl im Jahr 2013 an vielen Messstandorten die tiefsten Ammoniak-Jahresmittelwerte dieser Periode gemessen wurde. Ein Trend zur geringeren Ammoniakbelas-

tung kann weiterhin nicht nachgewiesen werden, dazu sind die Belastungsschwankungen und die verschiedenen externen Einflüsse zu gross.

### Übermässige Stickstoffeinträge in Ökosysteme

Neben den NH<sub>3</sub>-Messungen beteiligt sich OSTLUFT periodisch an einem schweizweiten Projekt zur Bestimmung der atmosphärischen Stickstoff-Deposition (N-Deposition), bei der sowohl der gas- und staubförmige Eintrag von reduziertem Stickstoff wie NH<sub>3</sub> als auch von oxidiertem Stickstoff wie NO<sub>2</sub> bestimmt wird. Die Stickstoffeinträge liegen weitgehend um oder über den Critical Loads für Stickstoff für die empfindlichen Ökosysteme. Dabei wurde im langjährigen Vergleich (2000 – 2014) an den quellenfernen Standorten eine geringe Abnahme der gesamten Stickstoffeinträge festgestellt. Ein umfangreicher Bericht wurde vom BAFU zusammen mit den beteiligten Kantonen publiziert.

### Weitere Minderungsmaßnahmen in der Tierhaltung notwendig

Neben dem Einsatz von Schleppschlauchverteiltern, der durch verschiedene kantonale Ressourcenprojekte und seit 2014 auch durch Ressourceneffizienzbeiträge nach Agrarprogramm 2014-17 speziell gefördert wird, sind noch weitere wirksame Massnahmen in allen Bereichen der Tierhaltung notwendig, um die Ammoniakemissionen wesentlich zu senken.

**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.**

**Bild: Kälberherde beim Weiden im Bündnerland.**



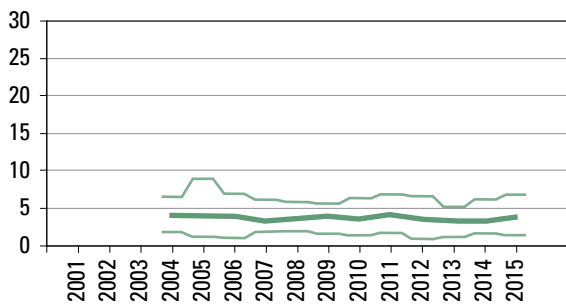
Die Ammoniakbelastung schwankt im Jahresverlauf aufgrund der landwirtschaftlichen Aktivitäten und des Witterungsverlaufs. Die Schwankungsbreite der 4-Wochenmittelwerte und das Niveau der Jahreswerte sind von der Intensität der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung abhängig.

Ein Einfluss der Ressourcenprogramme Ammoniak ist in den Ostschweizer Daten wie auch gesamtschweizerisch noch nicht erkennbar. Dazu sind die Reduktionen der Ammoniakverluste einerseits und die Dauer der Messreihen andererseits noch zu gering.

In Agglomerationen sind die Belastungen übers Jahr ausgeglichener.

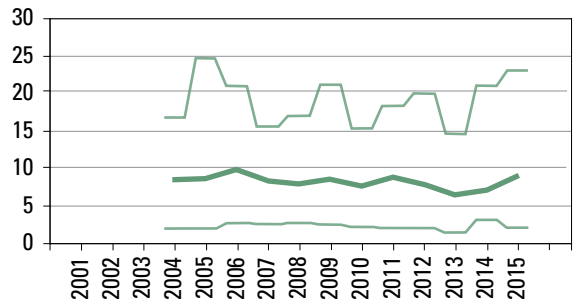
- höchste Periodenmittelwerte pro Jahr (4-Wochenwerte)
- durchschnittliche Jahresmittelwerte
- tiefste Periodenmittelwerten pro Jahr (4-Wochenwerte)

#### Agglomeration

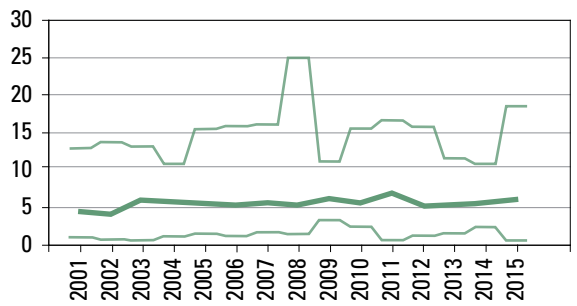


#### Entwicklung der NH<sub>3</sub>-Jahresmittelwerte [µg/m<sup>3</sup>]

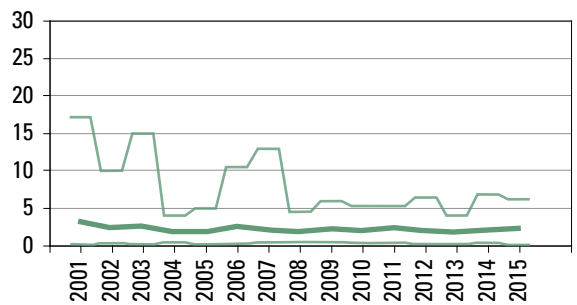
##### sehr intensive Landwirtschaft



##### intensive Landwirtschaft



##### extensive Landwirtschaft



## Übersichtstabelle der automatischen Messstationen

2015								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			40	84	87	1	45
Zürich	Rosengartenstrasse	ZH	682'095	249'940	433			50	90	92	7	60
Zürich	Schimmelstrasse	ZH	681'960	247'245	415			45	84	94	6	51
Zürich	Schwamendingen °	ZH	685'100	251'305	430			47	89	86	2	55
Chur	A13	GR	757'725	191'375	565			34	81	85	1	38
St. Gallen	Blumenbergplatz	SG	746'010	254'720	675			41	85	104	8	41
Frauenfeld	Bahnhofstr. (red. Messung)	TG	709'556	268'278	403			24	—	—	—	—
Neuhausen a. Rhf.	Schaffhauserstrasse	SH	688'816	282'412	418			33	71	65	0	39
Rapperswil-Jona	Tüchelweier	SG	704'855	231'660	412			27	61	83	1	24
Zürich	Kaserne NABEL °	ZH	682'450	247'990	409			31	68	84	1	25
Zürich	Stampfenbachstrasse	ZH	683'145	249'020	445			33	71	83	1	34
Chur	Kantonsspital	GR	760'280	192'390	655			15	—	—	—	—
Chur	RhB Verwaltungsgebäude °	GR	759'655	191'095	595			17	47	50	0	13
Dübendorf	NABEL °	ZH	688'650	250'850	432			27	65	79	0	26
Konstanz	Wallgutstrasse °	D	729'990	280'750	399			23	53	61	0	19
Wetzikon	Turnhallenstrasse	ZH	703'076	242'612	544			19	50	78	0	15
Winterthur	Obertor (bis April 2015)	ZH	697'435	261'855	448			—	—	63*	0*	—
Winterthur	Veltheim (ab April 2015)	ZH	696'588	262'722	440			—	—	49*	0*	—
Schlieren	Güterstrasse	ZH	676'061	250'243	392			26	61	77	0	23
Braunwald	Bergstation (red. Messung)	GL	718'733	199'807	1'260			7	—	—	—	—
Tänikon	NABEL °	TG	710'500	259'795	538			13	34	56	0	10
Wald	Höhenklinik	ZH	713'770	237'370	910			8	—	—	—	—
Zürich	Heubeeribüel °	ZH	685'125	248'460	610			18	48	77	0	13
Neuhausen a.Rhf.	Galgenbuck	SH	688'240	282'800	490			15	38	56	0	11
Vaduz	Landesbibliothek	FL	757'951	226'605	455			19	53	77	0	17
Flums	ARA (ab April 2015)	SG	744'136	218'550	437			—	—	38*	0*	—
Lägern	NABEL °	AG	669'800	259'031	689			10	27	45	0	6
St.Gallen	Stuelegg	SG	747'600	252'530	920			7	22	50	0	5
Spezialstandorte												
Kloten	Flughafen Airside °	ZH	685'175	256'475	465			30	73	75	0	—
Kloten	Flughafen Terminal A °	ZH	684'300	256'500	440			33	74	76	0	—
Grenzwert								30	100	80	1	

\* unvollständige Messreihen

° Die Jahresmittelwerte werden an den meisten Messstationen aus einer Stichprobe von jedem 12. Tag im Jahr ermittelt.

° Partnerstandorte und Drittnetze:

UGZ Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich

NABEL (BAFU und Empa)

Amt für Natur und Umwelt Graubünden (ANU)

Flughafen Zürich AG

LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg

Feinstaub			Russ <sup>a)</sup> EC	Ozon							
Jahresmittel [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	höchster TMM [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	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 [ $\text{ppm} \cdot \text{h}$ ]		
17	59	5	0.95	164	117	28	147	4	8	Opfikon	Balsberg
20	65	4	1.82	169	101	25	144	3	7	Zürich	Rosengartenstrasse
19	59	3	1.24	173	198	37	150	5	11	Zürich	Schimmelstrasse
20	64	6	—	167	114	28	142	4	8	Zürich	Schwamendingen °
18	54	4	—	164	174	34	146	5	10	Chur	A13
15	47	0	0.86	157	147	29	145	5	9	St. Gallen	Blumenbergplatz
15	56	2	0.70	—	—	—	—	—	—	Frauenfeld	Bahnhofstr. (red. Messung)
14*	30*	0*	0.93	—	—	—	—	—	—	Neuhausen a. Rhf.	Schaffhauserstrasse
16	46	0	0.65	181	256	42	165	5	15	Rapperswil-Jona	Tüchelweier
17	57	5	0.71	199	341	53	174	5	18	Zürich	Kaserne NABEL °
18	71	3	0.76	176	236	42	152	5	14	Zürich	Stampfenbachstrasse
—	—	—	—	162	283	43	140	6	14	Chur	Kantonsspital
12	74	1	0.43	—	—	—	—	—	—	Chur	RhB Verwaltungsgebäude °
16	77	1	0.76	205	407	60	175	5	19	Dübendorf	NABEL °
19*	72*	4*	—	203	312	48	169	6	17	Konstanz	Wallgutstrasse °
14	51	1	0.51	180	401	57	166	5	20	Wetzikon	Turnhallenstrasse
—	66*	1*	—	—	—	—	—	—	—	Winterthur	Obertor (bis April 2015)
—	32*	0*	—	191*	410*	56*	172*	4*	18*	Winterthur	Veltheim (ab Juni 2015)
16	57	2	0.65	200	361	53	179	5	19	Schlieren	Güterstrasse
8	37	0	0.35	—	—	—	—	—	—	Braunwald	Bergstation (red. Messung)
13	43	0	—	181	407	61	166	6	20	Tänikon	NABEL °
10	36	0	0.34	196	594	61	165	6	20	Wald	Höhenklinik
14	46	0	—	195	413	52	168	5	18	Zürich	Heubeeribüel °
12*	35*	0	—	154*	112*	19*	139*	4*	8*	Neuhausen a.Rhf.	Galgenbuck
13	46	0	0.56	175	287	50	162	7	15	Vaduz	Landesbibliothek
—	32*	0*	—	171*	180*	41*	146*	4*	12*	Flums	ARA (ab April 2015)
—	—	—	—	190	651	63	173	6	21	Lägern	NABEL °
9	36	0	0.34	186	763	65	166	8	21	St.Gallen	Stuelegg
										Spezialstandorte	
—	—	—	—	138	30	10	122	3	5	Kloten	Flughafen Airside °
17	69	3	—	189	292	48	162	5	15	Kloten	Flughafen Terminal A °
20	50	1		120	1	1	100	0	5		Grenzwert

Legende:



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



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

## Verringerung der VOC- und Benzol-Belastung fortgesetzt

Kontaktperson: Jürg Brunner, UGZ Zürich

Flüchtige organische Substanzen, genannt VOC (Volatile Organic Compounds), werden von Haushalten, von Industrie und Gewerbe sowie an Tankstellen in die Luft freigesetzt. VOC sind in vielen Farben und Lacken, Reinigungsmitteln sowie Kosmetika enthalten, und sie werden in grossen Mengen als Rohstoffe und Hilfsmittel in Industrie und Gewerbe gebraucht. Da VOC leicht verdampfen, gelangen sie in erheblichen Mengen in die Luft. Zusätzlich werden natürliche VOC auch von Pflanzen in die Luft abgegeben, in der Schweiz vor allem von Nadelbäumen.

### Vielfältige Wirkung auf Umwelt und Gesundheit

Ozon kommt in unserer Atemluft noch immer in viel zu hoher Konzentration vor und dieses entsteht aus der Reaktion von VOC und Stickstoffdioxid mit Sonnenlicht. Deshalb müssen die VOC-Emissionen so tief wie möglich gehalten werden (Seite 20). Aber auch an der Feinstaubbildung zum PM10 sind die VOC beteiligt (Seite 16). Hinzu kommt, dass verschiedene VOC die Gesundheit belasten oder sich im Körper anreichern, was zu chronischen Beschwerden führen kann. Gesundheitlich besonders kritisch ist Benzol, ein Bestandteil der Benzindämpfe, denn Benzol gehört zu den Krebs erzeugenden Luftschadstoffen. Für diese gilt das Minimierungsgebot.

### Gemeinsame Messaktivitäten

Die Messung von VOC ist aufwändig. Es muss eine Vielfalt von verschiedenen Stoffen analysiert werden. Deshalb misst OSTLUFT die VOC nur in gezielten Messkampagnen. Nach 2009 beteiligte sich OSTLUFT 2014 wiederum an einer bundesweiten Messkampagne, deren Ergebnisse Ende 2015 veröffentlicht wurden. Daraus ergeben sich für das OSTLUFT-Gebiet die folgenden Erkenntnisse:

### Massnahmen bewirken Benzol- und VOC-Entlastung

Die VOC-Messungen von OSTLUFT repräsentieren Siedlungsstandorte und zeigen ein typisches Muster mit den Hauptkomponenten Toluol, Xylol und Benzol, wie es vom Strassenverkehr erzeugt wird. Daneben werden aber auch VOC-Komponenten erfasst, die für Lösungsmittelanwendungen in der Industrie, im Gewerbe und in den Haushalten typisch sind.

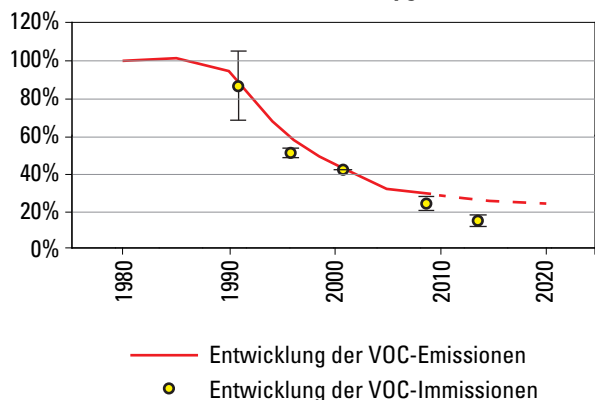
Die seit den 1990-Jahren beobachtete Abnahme der VOC-Belastung hat sich auch in den letzten fünf Jahren fortgesetzt. Dabei folgen die Immissionskonzentrationen schön den berechneten Emissionsmengen. So ist die Belastung der Luft an den eher verkehrsbelasteten Siedlungsstandorten in den letzten 25 Jahren um rund 80% zurückgegangen. Noch stärker zurückgegangen ist die Belastung mit Benzol. Zur Minderung haben viele Massnahmen beigetragen. Dazu gehören die EURO-Abgasnormen für Strassenfahrzeuge, die Reduktion des Benzolgehalts im Benzin, Verbesserungen bei der Benzinlagerung und an Tankstellen, aber auch Prozessoptimierung und Abluftreinigung in der Industrie und dem Gewerbe sowie die Entwicklung von lösemittelarmen Farben und weiteren Konsumprodukten. Diese Anstrengungen werden durch die Lenkungsabgabe auf VOC mit dem finanziellen Anreiz unterstützt.

### Erfolg muss gesichert werden

Zu viele Ausfälle der Gasrückführungssysteme an Benzintankstellen haben Bund und Kantone veranlasst, die Anforderungen an die Überwachung der Tanksäulen in den letzten Jahren zu erhöhen. Alle Tanksäulen müssen heute so ausgerüstet werden, dass nur bei funktionierender Gasrückführung Benzin ausgegeben werden kann.

**VOC sind in vielen Produkten enthalten. Eine VOC- und Benzol-Quelle ist auch das Benzin an Tankstellen und im Verkehr. An den Tanksäulen vermindert die Gasrückführung übermässige Benzinverluste.  
Bild: moderne Tanksäule in der Stadt Zürich (ZH).**

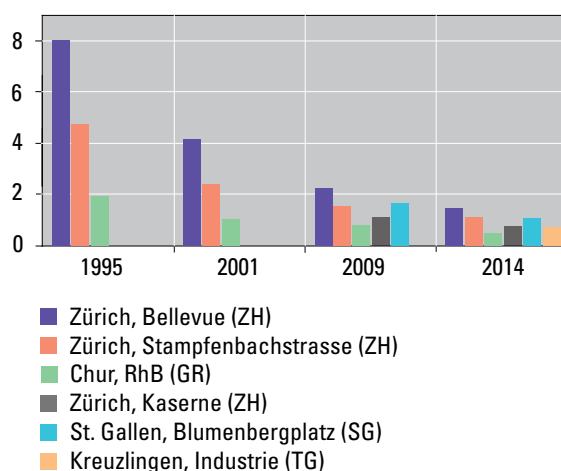
**Entwicklung der Jahresmittel der Summe<sup>a)</sup> ausgewählter VOC [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]**



<sup>a)</sup> Benzol, Toluol, Xylol, Isooktan, Heptan und Perchlorethylen (PER)

Die Belastung mit VOC hat seit 1990 in der Ostschweiz wie auch in der Schweiz um bis zu 80% abgenommen. Dabei decken sich die Daten der Immissionsmessung weitgehend mit den Hochrechnungen der VOC-Emissionen des Bundes.

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



Wie die Gesamtbelastung mit VOC hat auch die Luftbelastung mit dem Krebs erregenden Benzol seit 1990 stark abgenommen. Die Hauptquellen sind Benzindämpfe und unverbrannte Treibstoffreste. Deshalb hat sich die Reduktion des Benzolgehalts im Benzin positiv ausgewirkt.



# Luftbelastung im unteren Rheintal

Kontaktperson: Hanna Herich, AFU St.Gallen

Im unteren Rheintal treffen der Kanton St. Gallen, das Bundesland Vorarlberg und das Fürstentum Liechtenstein aufeinander. Die Region ist mit über 300'000 Einwohnern dicht besiedelt. Stark frequentierte Hauptverkehrsachsen durchziehen die Siedlungsgürtel an den beiden Talflanken. Das ausgeprägte grossräumige Talwindssystem aber auch die lokalen Hangwindssysteme führen zu unterschiedlichen Durchlüftungssituationen und damit auch zu unterschiedlichen Luftbelastungen im Tal. Zur Untersuchung der räumlichen Verteilung der Luftbelastung wurden die laufenden Messungen von OSTLUFT und dem Bundesland Vorarlberg zwischen Januar 2014 und März 2015 durch Projektmessungen in Altstätten ergänzt.

## Siedlungsstruktur beeinflusst die Luftbelastung

Die PM10-Jahresmittelwerte 2014 lagen an allen Messstationen unter dem Jahresmittel-Grenzwert von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Die höchsten Konzentrationen wurden an den Vorarlberger Standorten gemessen. Überschreitungen des Tagesmittel-Grenzwertes von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  traten an allen Standorten während der Wintermonate auf. Die hohe Belastung in Dornbirn im Vergleich zu den ebenfalls strassennahen Standorten Altstätten und Vaduz ist auf die dichtere Bebauung und das höhere Verkehrsaufkommen zurückzuführen. Am Zollamt Lustenau verstärken die vielen Lastwagen die Belastung noch zusätzlich.

Den Einfluss der Durchlüftungsverhältnisse zeigt auch ein Vergleich der PM10-Konzentrationen zwischen Altstätten Rorschacherstrasse (strassennahe Messstation innerhalb der Siedlung) und Lustenau Wiesenrain (Messstation ohne direkten Strasseneinfluss auf dem Rheindamm am Siedlungsrand). Obwohl Altstätten stärker durch den Verkehr beeinflusst ist, weist Lustenau im Jahresmittel höhere Feinstaubbelastungen auf. Ein Grund dafür ist die unterschiedliche Durchlüftung. Altstätten an der Talflanke zeigt tagsüber erhöhte Konzentrationen, abends und nachts führen Hangabwinde zu einer Entlastung. Lustenau ist tagsüber der «sauberere» Standort, doch wird abends belastete Luft durch lokale Winde aus den angrenzenden Siedlungen sowie von der Autobahn A13 zugeführt. Neben der Schadstoffverlagerung könnten auch nahe Holzfeuerungen eine Ursache der erhöhten PM10-Belastung am Abend sein.

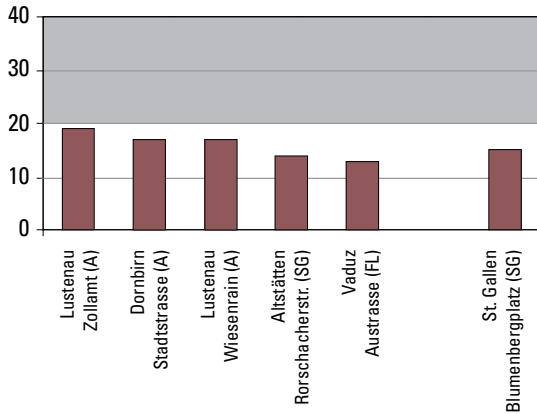
## Höhere NO<sub>2</sub>-Belastung durch mehr Dieselfahrzeuge

Belastungen über dem NO<sub>2</sub>-Jahresmittel-Grenzwert von  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurden an den «Zollstrassen» beidseits des Rheins und im Zentrum von Dornbirn gemessen. In den gut durchlüfteten Dörfern ohne Grenzverkehr auf der Schweizer Talseite wird der Jahresmittel-Grenzwert eingehalten. Zu den übermässigen Belastungen trägt neben dem Verkehrsaufkommen auch der hohe Dieselanteil bei den PWs in Vorarlberg bei. 2014 lag dieser in Vorarlberg bei 58%, in der Schweiz hingegen bei 26%.



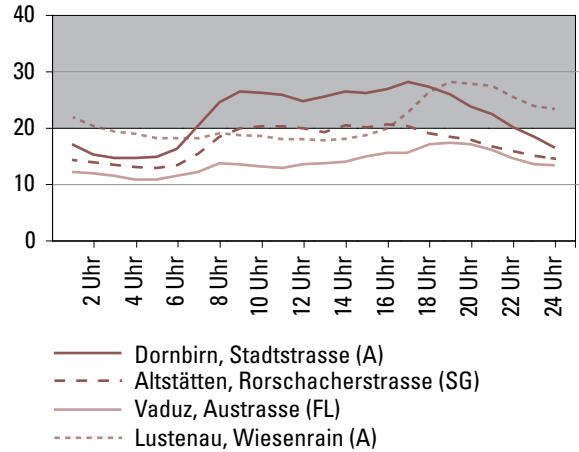


**PM10-Jahresmittelwerte [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] für 2014**



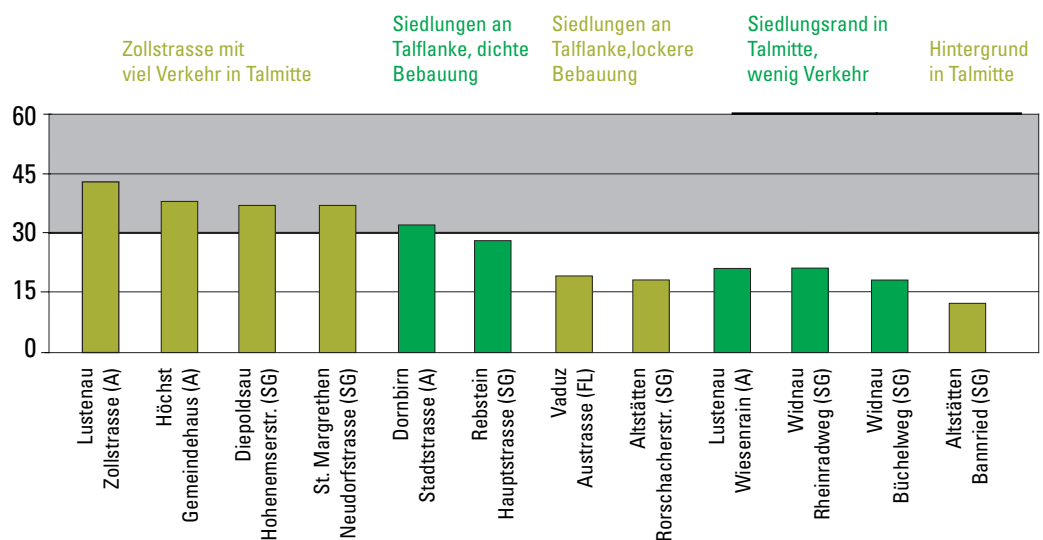
Die Jahresmittelwerte für Feinstaub waren 2014 an den Vorarlberger Standorten höher als in Altstätten und Vaduz. An allen vier Standorten im Rheintal lagen die Konzentrationen unter dem Grenzwert von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**PM10-Tagesgänge im Winter gemittelt [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]**



Im Winterhalbjahr ist der mittlere Tagesgang im Rheintal zum einen durch den Verkehr geprägt (Anstieg zu den Hauptverkehrszeiten), zum anderen können Tal- und Hangabwinde Luftschadstoffe transportieren und lokal anreichern (abendlicher Konzentrationsanstieg in der Rheintalmitte, z. B. in Lustenau).

**NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte 2014 im unteren Rheintal [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]**



Die Dörfer im St.Galler Rheintal wachsen entlang der Hauptstrasse immer stärker zusammen.  
Bild: Blick über Altstätten, Lüchingen, Marbach und Rebstein (alle SG) bis ins Vorarlberg.

Die Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid unterscheiden sich je nach Standorttyp stark. Die höchsten Konzentrationen traten an verkehrsbeeinflussten Standorten wie Dornbirn und den «Zollstrassen» auf. Die Belastung an den Standorten Altstätten und Vaduz ist aufgrund der guten Durchlüftung tief.



linke Seite:

Dank Vorschriften und Filtertechnologien bei der Abgasreinigung in der Industrie ist diese heute nicht mehr zwangsläufig grosse Luftverschmutzer.

Bild: KVA und Autobahn A13 bei Trimmis (GR).

unten:

Personen- und Lastwagen stossen heute weniger Luftschadstoffe aus als noch vor ein paar Jahren. Mehr Verkehr dämpft jedoch die Erfolge in der Abgastechnik.

Bild: Verkehrsknoten in der Stadt Zürich (ZH).



## 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 Hauptaufgaben von OSTLUFT

- 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).

### Neues Messnetz seit 2014

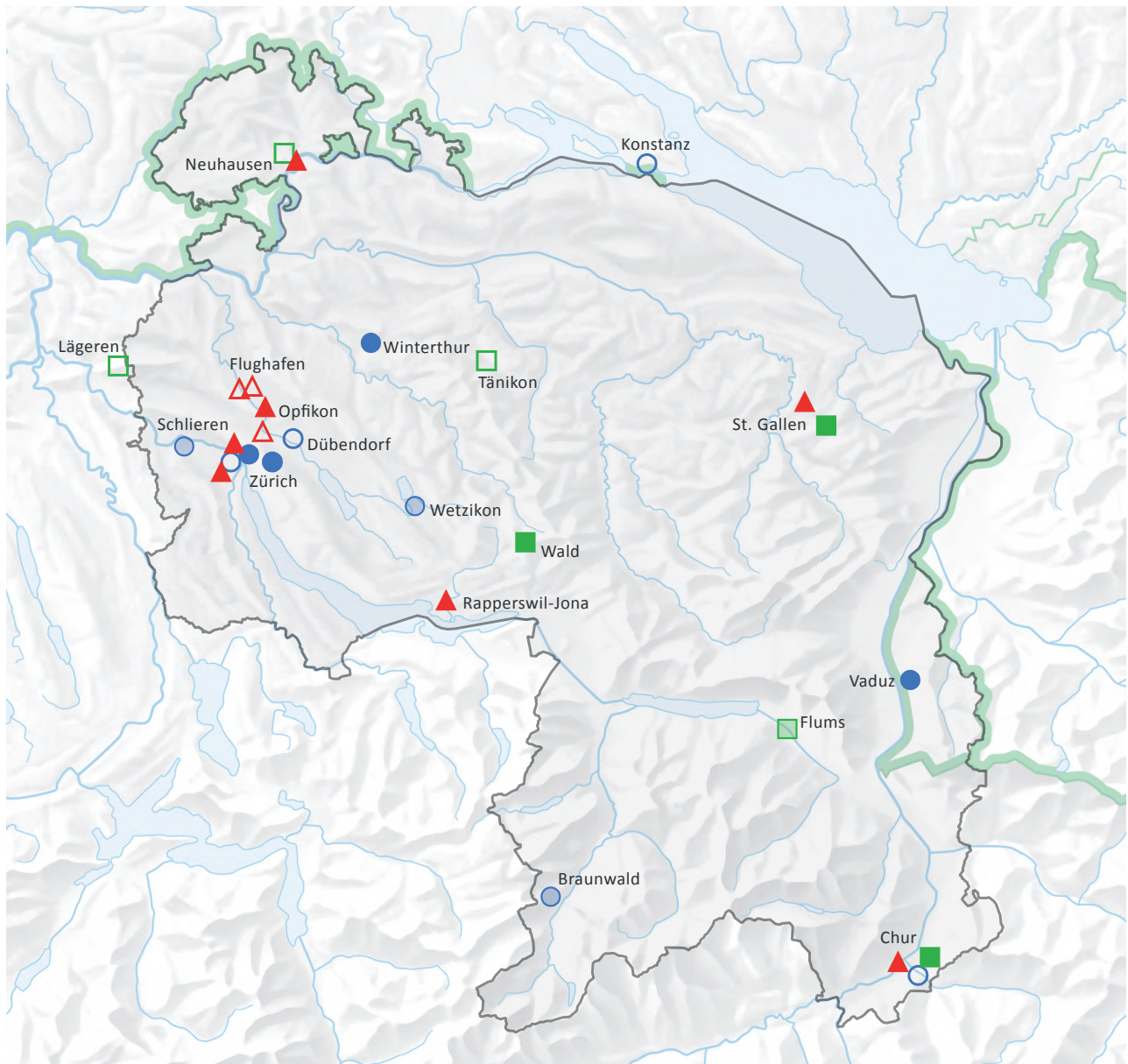
OSTLUFT setzt an erster Stelle für die Messung der Leitschadstoffe Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ), Feinstaub  $\text{PM}_{10}$  und Ozon ( $\text{O}_3$ ) automatische Messstationen ein. Sie liefern Daten in hoher zeitlicher Auflösung, welche in Modellrechnungen eingehen und somit Informationen zur vorliegenden Schadstoffbelastung im gesamten OSTLUFT-Gebiet liefern. Die aktuelle Belastung wird umgehend auf der Website veröffentlicht. Zusätzlich dient der Einsatz von günstigen  $\text{NO}_2$ -Passivsammlern zur räumlichen Differenzierung der lokalen Stickstoffdioxid-Belastung und zur Verbesserung der flächendeckenden Modellierung für  $\text{NO}_2$ -Karten. In Ergänzung zu den Standardmessungen werden Ammoniak-Passivsammler eingesetzt, die Informationen über die Luftbelastung aus der Landwirtschaft liefern.

An den OSTLUFT-Stationen mit  $\text{PM}_{10}$ -Messungen wird stichprobenmässig auch Russ gemessen und daraus das Jahresmittel bestimmt.

Seit 2014 wird mit dem neuen Messkonzept 2012B (siehe Jahresbericht 2013) vermehrt auf flächendeckende Aussagen zur Luftqualität gesetzt. Das Ziel ist jederzeit Auskunft über die Schadstoffbelastung im gesamten OSTLUFT-Gebiet geben zu können. Daraus ergibt sich ein zusätzlicher Nutzen für die ganze Bevölkerung.

Spezifische Fragen der Lufthygiene werden in OSTLUFT-Projekten untersucht. Dabei arbeitet OSTLUFT mit dem grenznahen Ausland, dem Bund, weiteren Kantonen sowie wissenschaftlichen Institutionen zusammen.





**Standorte mit automatischen Messungen 2015**

	Verkehr	Siedlung	Hintergrund
OSTLUFT Kernnetz	▲	●	■
OSTLUFT Projektstandorte	△	○	□
Partnerstandorte und Drittnetze	△	○	□



**Handgriffe zur Vorbereitung von Luftschadstoffmessungen** (von links nach rechts: Filter eines Feinstaub-Messgerätes, beschichtete Netzen für die NO<sub>2</sub>-Passivsammler, Verpacken der NO<sub>2</sub>-Passivsammler).

# Veröffentlichungen und Projekte

## Veröffentlichungen 2015

- Die Luftqualität 2014 - Jahresbericht
- Wil Rudenzburg, Immissionsmessung
- Immissionsmessungen Unteres St.Galler Rheintal

## 2015 abgeschlossene Projekte

- **Immissionsmessungen im St.Galler Rheintal**  
Luftschadstoffmessungen an einem verkehrsgeprägten Standort im Siedlungsgürtel des St.Galler Rheintals.
- **Immissions-Emissions-Auswertungen des Strassenverkehrs mit Messdaten Opfikon Balsberg**  
Untersuchung der Entwicklungen der Stickoxid-Emissionen der A11 und der Stickoxid-Immissionen an der Station Opfikon Balsberg von 2006 bis 2014.
- **Verbesserung Kurzzeitbelastungskarten – «KBmap2015» für Tageswerte NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub>**  
Validierung, Weiterentwicklung und Verbesserung der Luftqualitätskarten (Tageskarten) von OSTLUFT.
- **Bioindikation mit Flechten**  
Übersicht über die bestehenden Flechtenuntersuchungen in der Schweiz und Diskussion der weiteren Nutzung (OSTLUFT-Workshop im März 2015).
- **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.
- **Elementedeposition 2014**  
Depositionsmessungen zur Ermittlung des Gesamtstickstoff-Eintrags und ausgewählte Anionen im Rahmen eines gesamtschweizerischen Projekts.
- **Wetzikon – städtischer Hintergrund im Zürcher Oberland**  
Immissionsmessungen zur Erfassung der städtischen Hintergrundbelastung im Zürcher Oberland und für die Validierung und Verbesserung der Luftqualitätskarten (Tageskarten) von OSTLUFT.



## laufende Projekte

- **Flums – Hintergrundbelastung im St.Galler Seeztal**

Immissionsmessungen zur Erfassung der Hintergrundbelastung im St.Galler Seeztal und für die Validierung und Verbesserung der Luftqualitätskarten (Tageskarten) von OSTLUFT.

- **Luftbelastung in den Entwicklungsgebieten der Agglomeration Zürich**

Alternierendes Erfassen der Immissionssituation in drei Entwicklungsgebieten des Kantons Zürich mit einer mobilen Messeinheit: 2015 Schlieren Limmattalbahnhof, 2016 Opfikon Glattpark, 2017 Winterthur Neuhegi.

- **Braunwald: von Auto-frei zu Erdöl-frei**

Im Rahmen des Energie-Projekts «Weg von fossilen Energieträgern» soll die Entwicklung der Luftqualität in Braunwald mit Langzeitmessungen dokumentiert werden (Basiserhebung).

- **Bestimmung der fahrzeugspezifischen Frachten bei Maienfeld an A13**

Untersuchung der langjährigen Entwicklung der Fahrzeug-Emissionen auf der A13 bei Maienfeld unter Federführung des ANU Graubünden.

- **Quellenidentifikation von Feinstaubanteilen auf PM10-Filtern**

Beteiligung am PSI Projekt «PSI-Feinstaubanteile, Offline-Analyse». Der Anteil von umweltrelevanten Bestandteilen im Feinstaub PM10 soll von Sammelproben auf HiVol-Filtern mittels modernsten massenspektroskopischen Methoden auf die Schadstoffquellen analysiert werden.

- **Differenzierte Bestimmung der Feinstaubbelastung im oberen Rheintal und Seeztal (Flums, Vaduz und Maienfeld)**

Im Rhein- und Seeztal werden an den Standorten Flums, Vaduz und Maienfeld neben den gasförmigen Luftschadstoffen ergänzende Messungen zu der gesundheitsrelevanten Feinstaub- und Russbelastung durchgeführt.

- **Immissionsmessungen Appenzell (2. Teil)**

Wiederholung der Immissionsmessungen in einem Dorf mit einem hohen Anteil von Holzfeuerungen nach der Inbetriebnahme einer neuen Holzheizzentrale mit lokalem Wärmeverbund.

- **Immissionsmessungen Kreuzlingen**

Vergleichsmessungen im Siedlungsgebiet von Kreuzlingen um die Repräsentativität des Messstandorts Konstanz Wallgutstrasse (D) für das Schweizer Gebiet zu prüfen.

- **Kontinuierliche Kurzzeitmessungen von Russ**

Kontinuierliche Russmessung mit vier MAAP (Multi Angle Absorption Photometer) 2016 - 2017 und Prüfung auf Zusatzkenntnisse für die Russminderung und Erfolgskontrolle.

**Im Rahmen des Energie-Projekts «Weg von fossilen Energieträgern» soll die Entwicklung der Luftqualität in Braunwald (GL) mit Projektmessungen dokumentiert werden. Bild: Messstandort Braunwald Bergstation mit PM10- und PM2.5-Messkopf für die Bestimmung von Feinstaub und Russ sowie die Aufhängung für die NO<sub>2</sub>-Passivsammler-Messung.**



# Jahres