

## Ozonbelastung im Sommer 2002 im OSTLUFT-Gebiet

Auswertungen der Luftschadstoffmessungen zwischen Januar und August 2002 im OSTLUFT-Gebiet zeigen:

- **Ozonbelastung nach wie vor im schädlichen Bereich**
- **Rekordwerte für Ozon im Raum Zürich–Winterthur im Juni**

Im zu Ende gehenden Sommerhalbjahr wurde der Ozon-Stundenmittel-Grenzwert im OSTLUFT-Gebiet an bis zu 69 Tagen überschritten. Der höchste Stundenmittelwert von  $232 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurde während der heissen und anhaltend schönen Hochdrucklage am 18. Juni in Dübendorf (NABEL) registriert. Im Raum Zürich-Winterthur wurden an diesem Tag grossflächig Spitzenwerte von über  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen. Vergleichbare Spitzenbelastungen wurden in der Ostschweiz zuletzt im August 1998 und Juli 1994 festgestellt.

Je nach Standort traten im vergangenen Sommer im OSTLUFT-Gebiet an 16 bis 69 Tagen Überschreitungen des Ozongrenzwertes auf. Zwischen 54 und 640 Stunden lang lag die Ozonkonzentration über dem Stundenmittel-Grenzwert von 120 Mikrogramm Ozon pro Kubikmeter Luft. Mit Spitzenwerten bis über  $230 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurden die höchsten Ozon-Spitzenwerte während der heissen und schönen Sommerwetterperiode Mitte Juni im Raum Zürich–Winterthur registriert. Auch im restlichen OSTLUFT-Gebiet wurden Belastungsspitzen zwischen 170 und  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen. Allerdings blieb das Vorkommen derartiger Spitzenwerte auf wenige Stunden eines Einzeltages beschränkt.

### Spitzenbelastungen im Juni

Während der länger dauernden Hochdruckphase Mitte Juni liess das immer noch übermässige Vorkommen von Vorläuferschadstoffen die Ozonwerte im Raum Zürich–Winterthur zeitweise auf ein Niveau ansteigen, wie es während der letzten Jahre hierzulande nicht mehr zu beobachten war. Während dieser Schönwetterperiode, erreichte die Temperatur am 18. Juni in der Ostschweiz Maxima um  $34^\circ\text{C}$ . An diesem Tag traten denn auch die höchsten nachmittäglichen Ozonwerte auf. In Dübendorf wurde an der Messstation des nationalen Luftmessnetzes NABEL der Spitzenwert von  $232 \mu\text{g}/\text{m}^3$  registriert, an der 2 Kilometer nördlich davon gelegenen Messstation Wallisellen waren es  $220 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Im Raum Zürich-Winterthur bis zur ländlichen Station Tänikon lagen die Ozonbelastungen grossflächig über  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Auch in den restlichen Gebieten von OSTLUFT wurden  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mehrheitlich überschritten. Am Folgetag glichen sich die Ozonbelastungen im OSTLUFT-Gebiet aus und lagen im Bereich von 170 bis  $190 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

An diesen beiden Ozonspitzentagen wurde der Kurzzeit-Grenzwert von  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an ländlichen Standorten während bis zu 30 Stunden überschritten. Daraus resultierte eine hohe Dauerbelastung für Kulturpflanzen und Waldbäume.

Während dieser Hochdrucklage nahm parallel zur Ozonbelastung auch die Feinstaubbelastung (PM10) zu. Am 18. Juni – dem Ozonspitzentag – wurde der Tagesmittel-Grenzwert von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sowohl in Zürich wie auch in Vaduz überschritten. Dies kann mit einer verstärkten Bildung von Sekundärpartikeln durch oxidative Prozesse erklärt werden.

Das aussergewöhnlich starke Juni-Ozonereignis blieb isoliert. Während dem übrigen Sommerhalbjahr wurden im OSTLUFT-Gebiet keine Werte über  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mehr festgestellt. Insgesamt traten Anfangs der Neunziger-Jahre bei noch deutlich grösserem Ausstoss von Vorläufer-Schadstoffen stärkere Ozonbelastungen auf. Andererseits zeigt diese Smogepisode, dass auch auf der Alpennordseite noch immer mit Ozonspitzen über  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zu rechnen ist. Um die Luftreinhalteziele zu erreichen müssen die Schadstoff-Emissionen noch wesentlich weiter abnehmen.

## Unterschiedliche Ozon-Bildungspotentiale

In der Ostschweiz herrschten weitgehend vergleichbare Witterungsbedingungen mit Temperaturen über 34 °C und vergleichbaren Strahlungssummen, trotzdem blieben sämtliche Ozonspitzenwerte ausserhalb des Raumes Zürich–Winterthur unter 200 µg/m<sup>3</sup>. Entscheidend für die Belastungsspitzen sind neben den Witterungsbedingungen vor allem die Mengen an Vorläuferschadstoffen, deren Quellendichte in der Agglomeration Zürich deutlich grösser ist als in ländlicheren Gebieten. Diese unterschiedliche Emissionsstärke scheint die räumlichen Belastungsunterschiede an Hitzetagen wie dem 18. Juni zu erklären. Während der mehrtägigen Schönwetterphase vor dem 18. Juni entwickelte sich die Ozonbelastung an vergleichbaren Stationen im ganzen OSTLUFT-Gebiet hingegen ähnlich.

Ein Zusammenhang der Ozonspitzenwerte des 19. Juni im Raum Frauenfeld-St.Gallen-Rheintal mit Verfrachtungen aus dem Grossraum Zürich lässt sich mit den vorliegenden Daten nicht belegen. Auffällig ist aber das Ozonmaximum von 224 µg/m<sup>3</sup> an der hochgelegenen NABEL-Station Rigi.

Die Tagesläufe der Ozonbelastung (Abbildung 2) an den OSTLUFT-Stationen zeigen auch die Wirkung der vormittäglichen Einmischung von ozonreicherer Luft aus der darüber liegenden Reservoirschicht: Der vormittägliche Anstieg beginnt deutlich vor der strahlungsbedingten Ozonbildungsphase. Verschiedene, regional stark unterschiedlich ausfallende Gewitter-Störungen und der Eintrag kühlerer Luftmassen führten schliesslich dazu, dass die Ozonbelastung nicht mehr über 180 µg/m<sup>3</sup> anstieg.

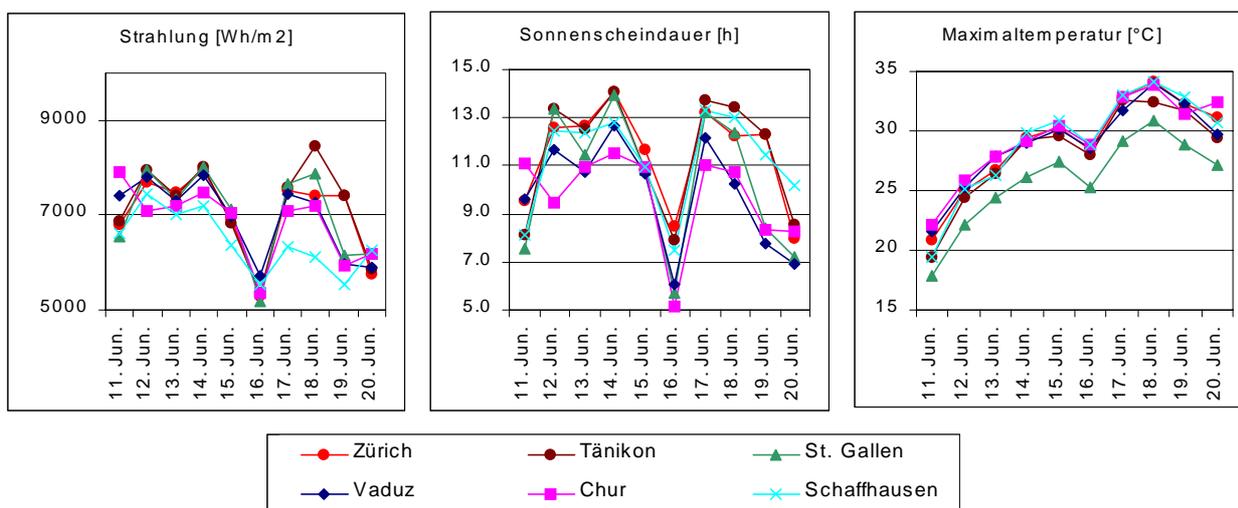


Abbildung 1: Witterungsdaten der MeteoSchweiz für das OSTLUFT-Gebiet (Quelle: MeteoSchweiz)

## Standortunterschiede zeigen sich im Tagesverlauf

In der Ozonperiode vom 14. bis 21. Juni zeigen sich auch Unterschiede im Belastungsverlauf zwischen den verschiedenen Standorten. Neben grossräumigen Unterschieden zwischen dem Raum Zürich–Winterthur und den restlichen OSTLUFT-Gebieten sind typische Unterschiede in den verschiedenen Belastungsklassen erkennbar (vgl. Grafiken unten). An benachbarten Stationen unterschieden sich die Tagesspitzenwerte in den Nachmittagsstunden relativ wenig. Hingegen zeigten die Ozonwerte der Nacht- und Morgenstunden deutliche Standortunterschiede: An ländlichen Standorten weit weg von den Schadstoffquellen sanken die Ozonwerte kaum je unter 50 µg/m<sup>3</sup> während am Morgen in verkehrsbelasteten, städtischen Gebieten jeweils Minima unter 20 µg/m<sup>3</sup> auftraten.

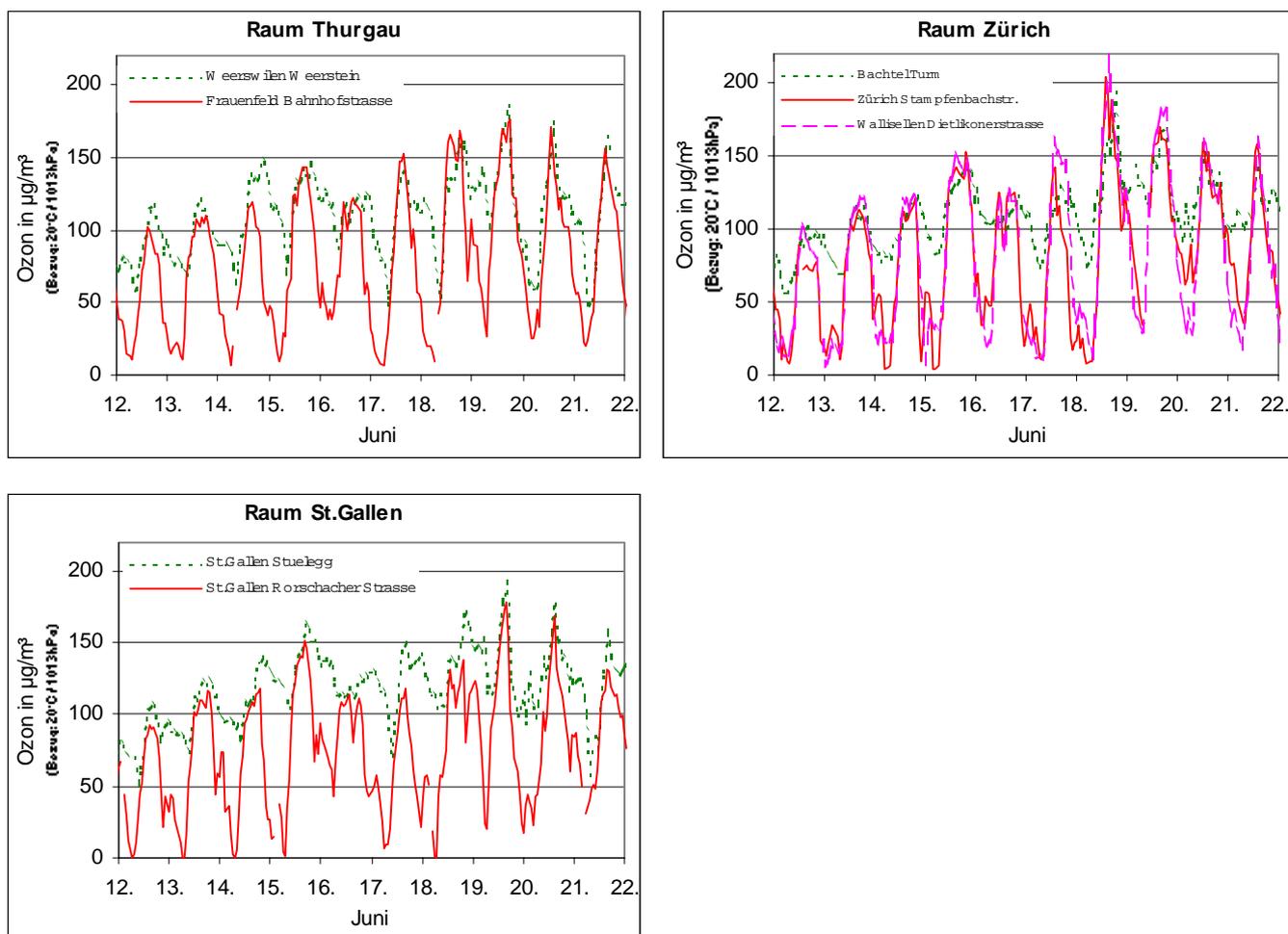


Abbildung 2: Episode von Mi. 12. bis Fr. 21.6.2002: Verlauf an Hintergrunds- und Agglomerations-Standorten

## Sommersmog ist überall

Die Ozongrenzwerte wurden an allen Messstationen überschritten. Ländliche Gebiete und erhöhte Lagen wiesen mit bis gegen sechshundert Stunden die meisten Stundengrenzwert-Überschreitungen auf. Deutlich geringer ist die Anzahl Grenzwertüberschreitungen an verkehrsexponierten Standorten. Bisher wurden im laufenden Jahr am Standort Bachtel (1120 m ü.M.) 369, in Weerswilen (630 m ü.M.) 386 und auf der Stuelegg oberhalb St.Gallen (920 m ü.M.) 640 Überschreitungen des Stundenmittel-Grenzwertes gezählt, während in Zürich Wiedikon "nur" 54 Überschreitungen registriert wurden.

Zwar bewirken Verkehrsabgase in einer ersten Phase einen lokalen Ozonabbau. Dabei handelt es sich aber nicht um eine echte Beseitigung des Ozons; es wird lediglich NO in  $\text{NO}_2$  umgewandelt.  $\text{NO}_2$  ist ebenso schädlich wie Ozon, toxischer als NO und letztlich "potenzielles Ozon", welches bei ausreichender Sonneneinstrahlung später und andernorts die Ozonbildung wieder verstärkt. Damit wird die Ozon-Gesamtbelastung nicht wirklich verringert, sondern lediglich örtlich und zeitlich verlagert.

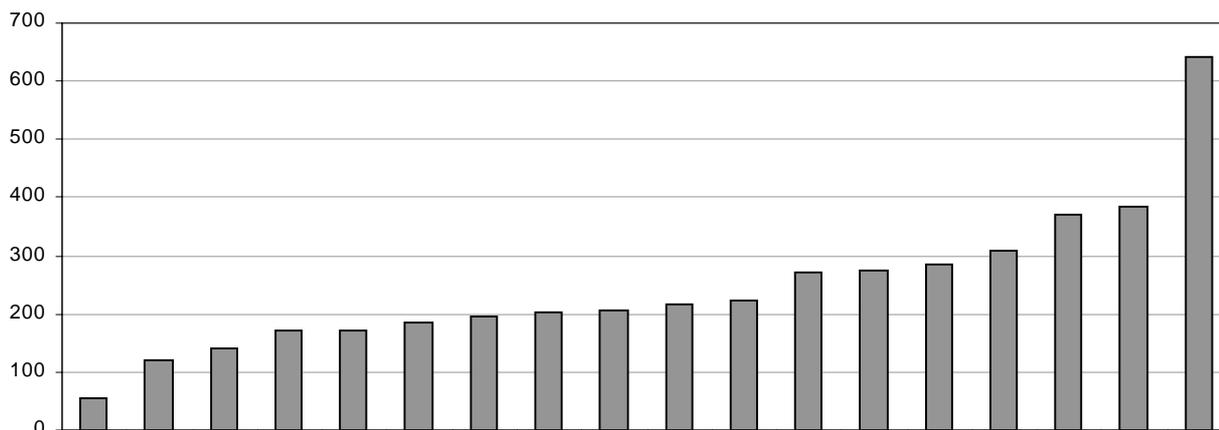
## Wohngebiete gleichen sich an ländlichere Verhältnisse an

Trotz der Spitzenwerte im Juni ist rückblickend auf die letzten zehn Jahre eine positive Entwicklung erkennbar, wie sie bereits letztes Jahr beschrieben wurde. In ländlichen Gebieten ist der Rückgang der Spitzenbelastungen ausgeprägt. Hier scheint auch die Zahl der Grenzwertüberschreitungen eher rückläufig. In typischen Wohnlagen der Städte ohne direkten Verkehrseinfluss wird hingegen ein Anstieg der Maximalwerte und der Zahl der Ozon-Grenzwertüberschreitungen beobachtet. Die Luftqualität dieser Standorte nähern sich derjenigen von ländlicheren Standorten an. Dies vor allem, weil in früheren Jahren die Menge der lokal emittierten Luftschadstoffe grösser war und somit abends ein rascherer und vollständigerer Verbrauch des Ozons durch

Oxidationsprozesse stattfand. Mit der Reduktion der Stickoxid-Emissionen resultiert in diesen Übergangszonen zunächst ein Anstieg auf das Ozon-Hintergrundniveau, welches sich im nicht auf "Null" sinkende Tagesverlauf manifestiert.

Obwohl in städtischen Wohnlagen also ein Anstieg des nächtlichen Ozonniveaus zu verzeichnen ist, ist dies als positives Signal zu werten. Die Summe des "potentiellen" Ozons ( $O_3$  und  $NO_2$ ) bleibt bei dieser Entwicklung zunächst unverändert; sie wird jedoch nach weiterer markanter Reduktion der Emissionen letztendlich abnehmen. Schaffen wir es also, die Vorläuferschadstoffe grossräumig nochmals mindestens im gleichen Ausmass wie bisher zu senken, so sollten die Zeiten, an denen Ozon im Sommer kein Dauerthema mehr zu sein braucht, nicht allzu fern sein. Allerdings gelingt dies nur, wenn alle am gleichen Strick ziehen! Übermässige Ozonwerte sind Ausdruck eines internationalen und von diversen Emittentengruppen verursachten Problems.

Anzahl Stunden mit Ozon-Stundenmittel  $>120\mu g/m^3$



Anzahl Tage mit Ozon-Stundenmittel  $>120\mu g/m^3$

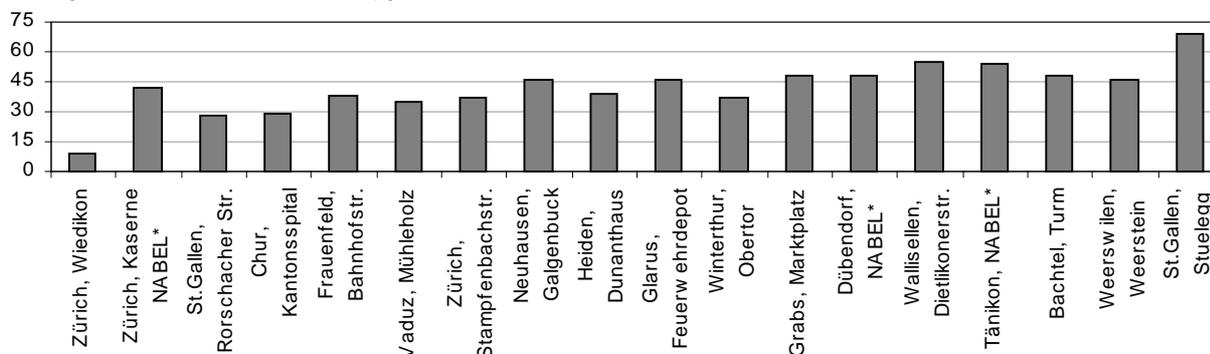


Abbildung 3: Anzahl Tage und Stunden mit Grenzwertüberschreitungen

### Ursache der Ozonbelastung sind zu hohe Schadstoff-Emissionen

Stark erhöhte Ozonkonzentrationen entstehen bei sonnigem, warmem Wetter. Doch das Wetter ist lediglich der Auslöser der photochemischen Ozonbildungsprozesse. Die Sommersmog-Belastung ist eine Folge der immer noch zu hohen Mengen an Vorläuferschadstoffen, welche das ganze Jahr über in die Luft abgegeben werden: Im Sommerhalbjahr bilden sich bei günstiger Witterung aus Vorläufersubstanzen wie Stickoxiden und flüchtigen organischen Verbindungen Ozon und andere Reizgase.

Die Stickoxide stammen überwiegend aus Verbrennungsmotoren. Flüchtige organische Verbindungen entweichen aus verdunstenden Lösungsmitteln sowie unverbrannten Treibstoffen. Beeinflusst werden kann die Ozonbelastung nur über den Ausstoss dieser Vorläufersubstanzen.

### Richtung der bisherigen Luftreinhalte-Massnahmen bestätigt – aber weiterer Handlungsbedarf !

Zwar schlägt die Ozonkurve bei heissem und beständigem Wetter weniger stark nach oben aus als früher, doch insgesamt ist noch zu wenig Entlastung beobachtbar. Bei den Hintergrundwerten (u.a. Jahresmittelwerte), scheint heute in weniger stark belasteten Zeiten nachts und am frühen Morgen sowie bei schlechterem Wetter sogar eher mehr Ozon in der Luft zu liegen als früher.

Im letzten Jahrzehnt konnten im OSTLUFT-Gebiet die Stickoxid-Emissionen um gut einen Drittel und der Ausstoss von flüchtigen organischen Substanzen um rund die Hälfte reduziert werden. Dies zahlt sich in der verminderten Luftbelastung mit diesen Schadstoffen aus. Bei Sekundärschadstoffen wie Ozon ist der Einfluss einzelner Massnahmen hingegen weniger direkt spürbar. Immerhin ist die rückläufige Tendenz der Ozon-Spitzenwerte ein Zeichen dafür, dass die bisher getroffenen Massnahmen in die richtige Richtung zielen. Die Zielvorgaben sind aber bei weitem noch nicht erreicht. Die Zukunft verspricht allerdings Fortschritte: Die EU und die Schweiz beabsichtigen den Schadstoffausstoss durch verschärfte Abgasvorschriften für Motorfahrzeuge (Euro 4 ab 2005) und insbesondere bei den Lastwagen (Euro 5 ab 2008) weiter zu senken.

### Unsere Gesundheit wird nicht durch “die Luft“ beeinträchtigt sondern durch unser Verhalten

Nebst technischen Massnahmen entscheiden wir insbesondere durch die Wahl unseres Mobilitäts- und Konsumverhaltens täglich, wie gut oder eben schlecht unsere Atemluft sein soll.

So verursacht die Reise in eine europäische Grossstadt per Flugzeug eine zehnmal höhere Umweltbelastung als dieselbe Fahrt mit dem (Nacht-)Zug. Gängige Dieselmotoren ohne Abgasnachbehandlung produzieren etwa dreimal mehr Stickoxide und tausendmal mehr Feinpartikel als heutige Ottomotoren. Und die bei Gartenarbeiten eingesetzten Geräte mit Kleinmotoren stossen etwa hundertmal mehr (teils krebserregende) Kohlenwasserstoffe aus als moderne Personenwagen. Ist der Einsatz derartiger Zwei- und Vier-Taktmotoren wirklich nicht vermeidbar, so sollte im Interesse der eigenen Gesundheit wenigstens schadstoffarmes Gerätebenzin (Alkylatbenzin nach SN 181163) verwendet werden.

Weiter vermindert eine Bevorzugung lokal produzierter Güter den stark schadstoffproduzierenden Güterverkehr. Und häufig wären innerorts Transporte per Velo wesentlich schneller und gesünder als motorisierte Varianten.

### Zusammenstellung der Ozonwerte in der Periode Januar bis August 2002

Messstationen:	max. Stundenmittel [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Stunden mit Stundenmittel >120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Tage
Bachtel, Turm	194	369	48
Chur, Kantonsspital	170	152	29
Frauenfeld, Bahnhofstrasse	176	173	38
Glarus, Feuerwehrdepot	189	217	46
Grabs, Marktplatz	179	272	48
Heiden, Dunantheus	174	207	39
Neuhausen am Rheinfall, Galgenbuck	179	204	46
St.Gallen, Rorschacher Strasse	178	142	28
St.Gallen, Stuelegg	193	640	69
Vaduz, Mühleholz	167	187	35
Wallisellen, Dietlikonerstrasse	220	286	55
Weerswilen, Weerstein	186	386	46
Winterthur, Obertor	215	223	37
Zürich, Stampfenbachstrasse	202	197	37
Zürich, Wiedikon	146	27	9

Umrechnung von ppb auf  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  mit  $20^\circ\text{C}$  und 1013 hPa

Stationen des nationalen Luftbeobachtungsnetzes NABEL

Dübendorf, NABEL	232	275	48
Tänikon, NABEL	205	309	54
Zürich, Kaserne NABEL	200	120	42