

## **Landschaft Davos Gemeinde: Lufthygienischer Bericht 2008**

Der vor Jahren gemessene Rückgang der lufthygienischen Belastung hat sich in den letzten Jahren nicht fortgesetzt. Dennoch können die heutigen Jahresmittelwerte als niedrig eingestuft werden und liegen sowohl bei den Stickoxiden als auch beim Feinstaub unter dem Grenzwert. Bei der lufthygienischen Spitzenbelastung sind unterschiedliche Trends zu beobachten. Während beim Stickstoffdioxid und beim Feinstaub die höchsten Tagesmittelwerte in den letzten zwei Jahren Spitzenwerte erreicht haben, kann bei den Ozonwerten ein Rückgang der Höchstwerte festgestellt werden. Die Spitzenbelastung bei den Stickstoffdioxidwerten ist an die lufthygienisch gesehen ungünstige Kombination von Grossveranstaltungen (Mehrverkehr) und bestimmten Witterungsbedingungen (Kaltluftsee, Hochdruckwetter und windschwach) geknüpft. Für den Anstieg der Höchstbelastung mit Feinstaub liegen die Ursachen - neben dem Feuerwerk an Silvester - wiederholt bei einer besonderen Wetterlage, welche Saharastaub bis weit in den Alpenraum trägt. Beim Ozon werden die gesetzlich festgelegten Grenzwerte, wie im übrigen Kantonsgebiet, nach wie vor überschritten.

Die Schadstoffbelastung der Luft kann Menschen, Tiere und Pflanzen, sowie ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume gefährden oder beeinträchtigen. Sie wird deshalb erhoben und beurteilt. Die Intensität der Beeinträchtigung wird beurteilt aufgrund von Immissionsgrenzwerten, welche der Bundesrat in der Luftreinhalteverordnung (LRV) festgelegt hat. Diese Werte sind so festgelegt worden, dass Immissionen unterhalb der Grenzwerte, entsprechend dem Stand der Wissenschaft oder der Erfahrung, nicht belastend wirken.

### **Drei Messstationen**

In Davos wird die Luftbelastung an drei Standorten gemessen. Südöstlich des Davosersees befindet sich die Station Davos Seehorn. Sie ist Bestandteil des Messstationennetzes des Nationalen Beobachtungsprogramms Luft (NABEL) und misst seit 1987 die Belastung ausserhalb des Siedlungsgebietes von Davos. Von 1989 bis 2005 ist die lufthygienische Belastung in Davos Matta kontinuierlich gemessen worden. Seit Mitte 2005 werden dort nur noch die Stickstoffdioxidkonzentrationen mittels Passivsammler gemessen. Die eigentliche Messstation ist von Davos Matta in den Zentrumsbereich von Davos, Parkplatz Arkaden, verschoben worden. An diesem Messstandort sind seit 1992 wiederholt Luftmessungen durchgeführt worden, so dass die Möglichkeit bestand, bereits bestehende Messreihen fortzusetzen. Die drei Messstationen in Davos repräsentieren die lufthygienische Belastung sowohl ausserhalb (Seehorn) als auch innerhalb des Siedlungsraumes (Matta und Promenade).

### **Stickstoffdioxid- Immissionen (NO<sub>2</sub>)**

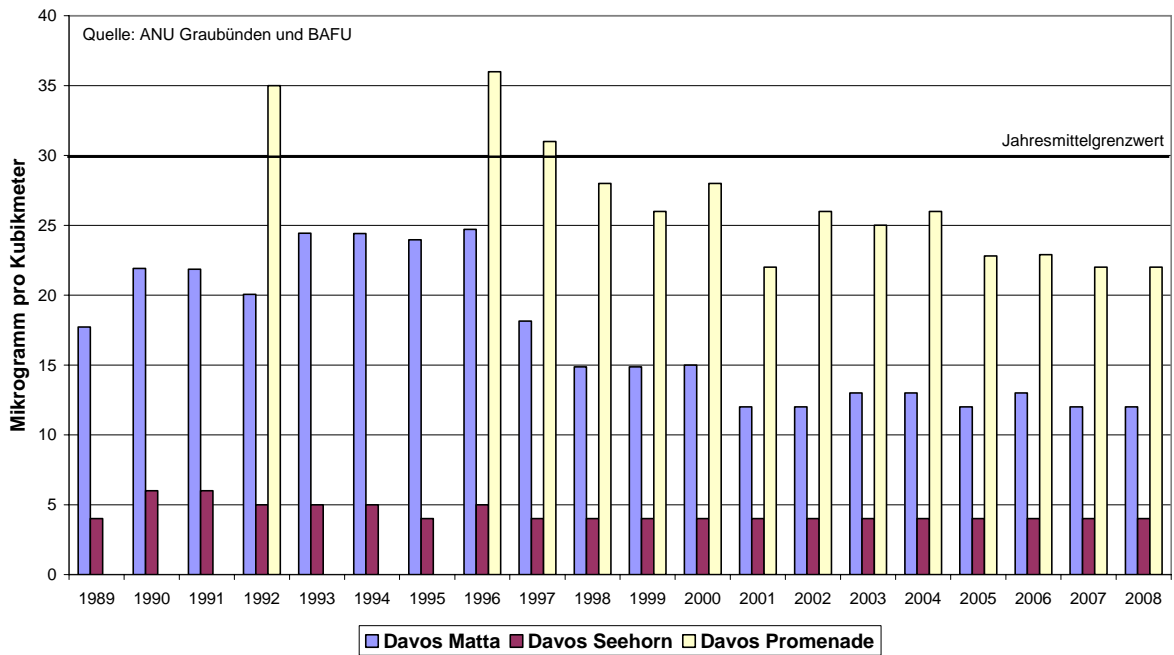
Die Stickoxidemissionen entstehen bei Verbrennungsprozessen mit hohen Temperaturen. Dabei entstehen sowohl Stickstoffmonoxid (NO) als auch Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>). Da NO rasch in NO<sub>2</sub> umgewandelt wird, werden nur die Stickstoffdioxid-Werte angegeben. Die LRV hat für Stickstoffdioxid zwei Grenzwerte festgelegt, einen Tages- und einen Jahresmittelgrenzwert.

In der Abbildung 1 wird die Entwicklung der Stickstoffdioxidbelastung seit 1989 dargestellt. Die Messwerte von Davos Seehorn und Davos Matta (bis 2004) entsprechen einer kontinuierlichen Messung. Seit Mitte 2005 werden in Davos Matta die Stickstoffdioxidkonzentrationen mittels Passivsammler gemessen. Damit war es möglich, diese für den Siedlungsraum von Davos wichtige Messreihe fortzusetzen. Die Messreihe vom Standort Davos Promenade besteht zum Teil aus kontinuierlichen Messungen, die mehrere Monate gedauert haben und dann hochgerechnet wurden, sowie aus Messungen mit Passivsammlern.

Die durchschnittliche jährliche Belastung der Luft mit Stickstoffdioxid ist von 1996 bis 2000 zurückgegangen und seit 2001 mehr oder weniger gleich geblieben, wobei erhebliche Unterschiede zwischen den Stationen bestehen. Die Messstation Davos Seehorn liegt ausserhalb des Siedlungsraumes und zeigt eine geringe NO<sub>2</sub>-Belastung von durchschnittlich 4 Mikrogramm pro Kubikmeter Luft. In Davos Matta ist die mittlere Luftbelastung mit Stickstoffdioxid durchschnittlich dreimal so hoch wie am Seehorn, jedoch ist auch hier seit Messbeginn der Jahresmittelgrenzwert nie überschritten worden. Auch beim Standort Davos Promenade werden seit 2004 Jahresmittelgrenzwerte für Stickstoffdioxid gemessen, die deutlich unter dem Grenzwert liegen. Der Jahresmittelwert ist hier zurzeit 5-mal höher als am Standort Seehorn.

Abb. 1

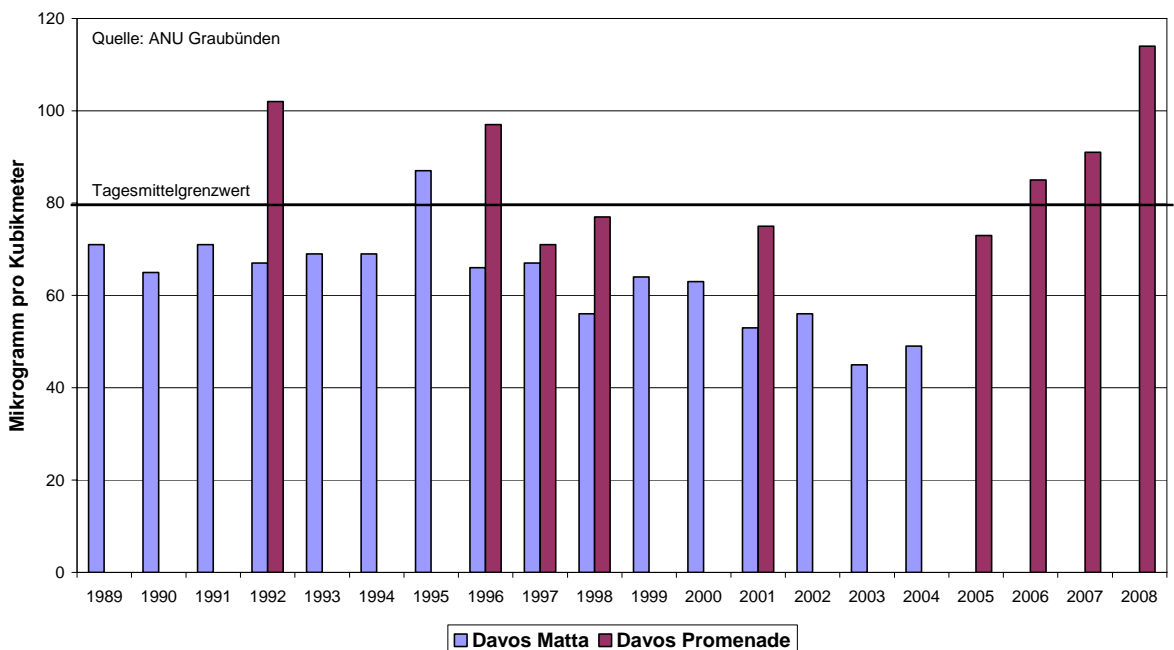
**Davos: Jahresmittelwert für Stickstoffdioxid 1989-2008**



Im Gegensatz zu den Jahresmittelwerten zeigt die Luftbelastung an Spitzentagen, die maximalen Tagesmittelwerte (siehe Abbildung 2) ein anderes Bild. Während in Davos Matta die Spitzenbelastung seit 1997 abgenommen hat, ist sie an der Promenade von 1997 bis 2005 praktisch konstant, aber knapp unter dem Grenzwert geblieben. Seit 2006 ist die Spitzbelastung an der Promenade wieder deutlich angestiegen. Es sind jedes Jahr mehrere Tagesmittelwerte über 80 Mikrogramm gemessen worden. Der mit Abstand höchste Tagesmittelwert ist mit 107 Mikrogramm pro Kubikmeter am 27. Januar 2008 gemessen worden. Zum Vergleich: In Davos Seehorn lagen die höchsten NO<sub>2</sub>-Tagesmittelwerte in den letzten zwei Jahren bei 29 Mikrogramm pro Kubikmeter.

Abb. 2

**Davos: Höchste Tagesmittelwerte für Stickstoffdioxid 1989-2008**

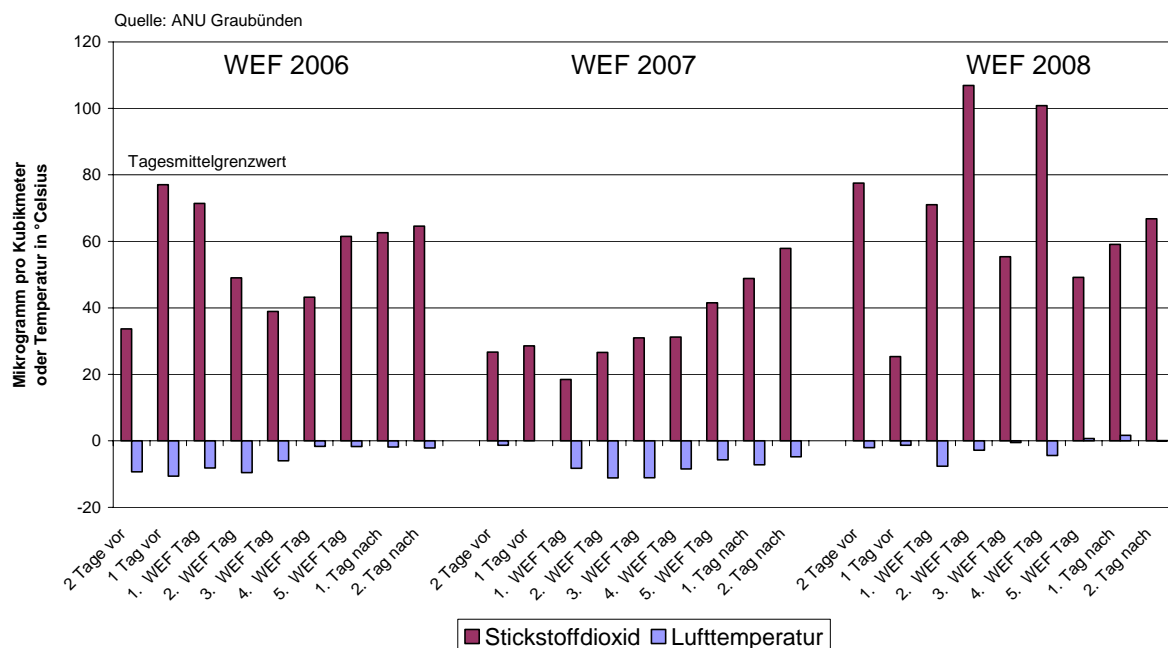


### Kaltluftsee, Hockdruckwetter und kein Wind

In den kalten Wintermonaten kommt es im Landwassertal regelmässig zur Ausbildung einer Inversionslage (Kaltluftsee), bei welcher in höheren Lagen wärmere Temperaturen vorherrschen als in tieferen Lagen. Besonders ausgeprägt sind solche Lagen bei strahlend blauem Himmel, also bei Hochdruckwetter. Bei einer solchen Druckverteilung herrschen oft nur schwache Winde. Schwache Winde führen dazu, dass die Luftschichtung im Kaltluftsee länger stabil bleibt als sonst. Die Luftschadstoffe reichern sich dann dort noch stärker an und werden nur gerade am frühen Nachmittag mit sauberer Luft aus höheren Luftschichten durchmischt. Wenn dieser Durchmischungsprozess nur von kurzer Dauer ist und gleichzeitig durch zivilisatorische Tätigkeiten immer weiter Schadstoffe in den Kaltluftsee eingeleitet werden, kommt es innerhalb des Kaltluftsees zu einem weiteren Anstieg der Schadstoffe.

Am augenfälligsten ist dieser Anstieg, wenn in Davos unter den vorgehend geschilderten meteorologischen Bedingungen eine Grossveranstaltung wie z.B. das World Economic Forum (WEF) oder der Spengler Cup stattfinden. Der zusätzliche Verkehr führt dann zu einem markanten Anstieg der lufthygienischen Belastung. Verstärkt wird dieser Effekt in den letzten Jahren noch durch die zunehmende Anzahl von Dieselfahrzeugen, welche deutlich mehr Stickoxide ausstossen als Fahrzeuge mit Benzinmotoren. Bis 2008 sind in Davos die höchsten Tagesmittelwerte für Stickstoffdioxid immer zwischen Weihnachten und Neujahr gemessen worden. Im letzten Jahr war dies anders. Erstmals wurden die höchsten Tagesmittelwerte für Stickstoffdioxid im Januar während des WEF gemessen. Mit 107 und 101 Mikrogramm pro Kubikmeter waren es die zwei höchsten je in Davos für diesen Schadstoff gemessenen Tagesmittelwerte (siehe Abbildung 3).

Abb. 3 **Davos Promenade: Stickstoffdioxidbelastung (Tagesmittelwerte) und Lufttemperaturen während des World Economic Forums (WEF)**



Die Abbildung 3 zeigt anhand der Tagesmittelwerte für Stickstoffdioxid die lufthygienische Belastung während den letzten drei WEF Veranstaltungen. Obwohl es während des WEF 2006 und 2007 deutlich kälter war als 2008, war die lufthygienische Belastung geringer. In beiden Jahren sorgte der Wind für Entlastung: 2006 war es eine Föhnlage, welche zu einem Rückgang der Schadstoffkonzentrationen führte und 2007 führten eine Bisenlage und schwacher Schneefall zu tieferen Schadstoffkonzentrationen. 2008 hingegen bestimmte ein kräftiges Hoch über Südwesteuropa das Wetter am Anfang des WEF. Die flache Druckverteilung zeichnete sich durch allgemein schwache Winde aus. Dies führte zusammen mit dem grösseren Schadstoffausstoss zu einem deutlichen Anstieg der Schadstoffkonzentrationen. Am dritten WEF-Tag zog eine schwache Kaltfront über die Alpen und am letzten WEF-Tag bestimmte eine starke Nordströmung das Wetter. In beiden Fällen sind die Schadstoffkonzentrationen zurückgegangen.

### Feinstaub-Immissionen (PM10)

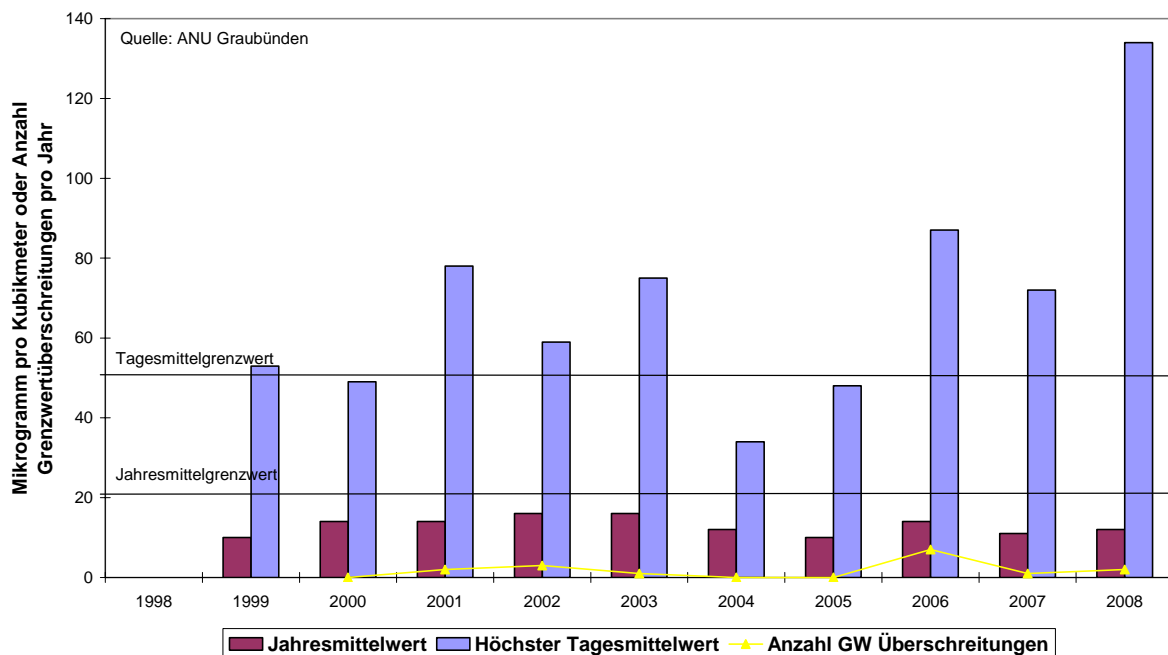
Seit Mitte der 90-iger Jahre ist der Feinstaub ins Zentrum der lufthygienischen Betrachtungen gerückt. Als Feinstaub oder PM10 werden Partikel bezeichnet, deren Durchmesser weniger als 10 Tausendstel-Millimeter beträgt. Solch feine Partikel werden von den Schleimhäuten Rachen bzw. den Härchen im Nasenbereich nur bedingt zurückgehalten und können deshalb tief in die Atemwege eindringen und unsere Gesundheit belasten.

Feinpartikel sind ein unsichtbares, komplexes Gemisch. Als natürliche Emittenten kommen Bodenerosion, Sandstürme, Meersalz, Asche und biogene Stäube (Pollen, Sporen etc.) in Frage. Bei den anthropogenen Quellen spielen Abrieb- und Verbrennungsprozesse eine wichtige Rolle. Bei der Verbrennung bilden sich vielfach ultrafeine Russpartikel, die als besonders gesundheitsgefährdend gelten. Russpartikel werden vielfach über Dieselmotoren und über die Verbrennung von Holz ausgestossen. Ein anderer Teil des Feinstaubes wird erst in der Luft aus der Verbindung von gasförmigen Schadstoffen, wie z.B. Schwefeldioxid, Stickoxide etc., gebildet. Im Zusammenhang mit der Reduktion des Feinstaubes ist es deshalb wichtig, auch auf eine Minderung dieser Luftschadstoffe hin zu wirken.

Im Winter 2006 erreichte die Feinstaubbelastung wegen einer längeren und zugleich niederschlagsfreien Kälteperiode in der Schweiz Rekordwerte. In verschiedenen Städten wurden zu jener Zeit Tagesmittelwerte von über 200 Mikrogramm Feinstaub pro Kubikmeter Luft gemessen. Im Landwassertal blieb damals die Feinstaubbelastung immer unter dem Grenzwert von 50 Mikrogramm pro Kubikmeter.

Abb. 4

Davos: Feinstaubbelastung 1999-2008



Wie man der Abbildung 4 entnehmen kann, ist die Feinstaubbelastung in Davos bis 2003 leicht angestiegen. Zwischendurch bzw. in den Jahren 2004 und 2005 war sie wiederum gering. 2006 ist sie wieder angestiegen und in den letzten zwei Jahren ist sie, was die Jahresmittelwerte betrifft, wieder leicht zurückgegangen. Beschränkt man den Vergleich auf die Tagesmittelwerte so hat die Belastung in den letzten drei Jahren zugenommen, weil die höchsten Werte praktisch alle in dieser Zeitspanne gemessen wurden. Der absolut höchste Feinstaub-Tagesmittelwert für Davos wurde im letzten Jahr gemessen.

Wie bereits im letzten Bericht mitgeteilt, spielt in Davos der Eintrag von Saharastaub im Zusammenhang mit der Spitzenbelastung an Feinstaub eine wichtige Rolle. Im Jahr 2006 wurde der Tagesmittelgrenzwert für Feinstaub 7-mal überschritten und in den meisten Fällen war Saharastaub im Spiel. Dies war auch der Fall, als am 28. Mai 2008 der mit Abstand höchste Tagesmittelwert für Feinstaub gemessen wurde (134 Mikrogramm pro Kubikmeter). Auch bei dieser Wetterlage wurde damals in den höheren Luftschichten kontinentale Tropikluft von Afrika gegen die Alpen transportiert. Zusammen mit der Luftmasse, die aus dem Gebiet der südlichen Sahara stammte, wurde auch eine grössere Menge

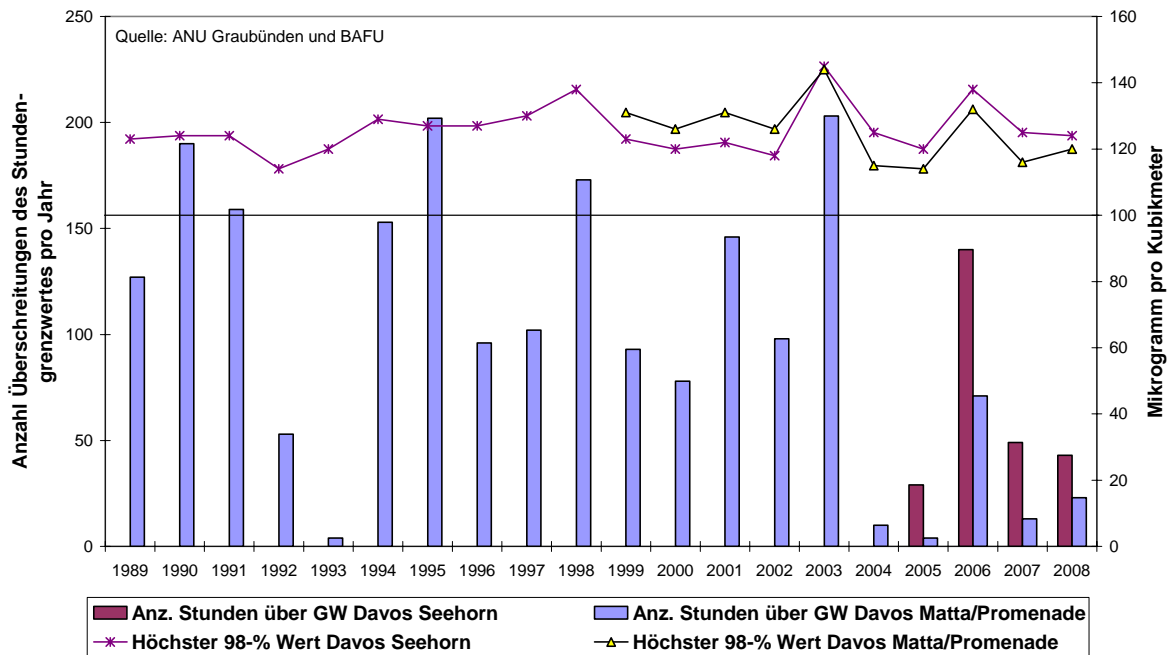
an Staub bzw. Sand zu den Alpen geführt und teilweise dort abgelagert. In Davos war der Sand- und Staubgehalt in der Luft gut zu sehen. Die Sicht war stark beeinträchtigt und der Himmel verfärbte sich fahlgelb.

### Ozon-Immissionen (O<sub>3</sub>)

Die LRV kennt für Ozon zwei Grenzwerte. Der erste Grenzwert legt fest, dass der Stundenmittelgrenzwert von 120 Mikrogramm pro Kubikmeter höchstens einmal pro Jahr überschritten werden kann. Der zweite Grenzwert bezieht sich zeitlich auf einen Monat und sieht vor, dass 98 Prozent aller Halbstundenwerte tiefer als 100 µg/m<sup>3</sup> liegen.

Abb. 5

Davos: Entwicklung Ozonbelastung 1989-2008



In Abbildung 5 sind die Anzahl der Stunden mit Ozonwerten über dem Grenzwert von 120 Mikrogramm pro Kubikmeter sowie die höchsten monatlichen 98-Perzentilwerte ebenfalls in Mikrogramm pro Kubikmeter eingezeichnet. Seit Messbeginn werden beide Grenzwerte in Davos knapp bis deutlich überschritten.

Die höchsten gemessenen Stundenwerte lagen in den letzten beiden Jahren im Bereich von 130-140 Mikrogramm Ozon pro Kubikmeter Luft. Ausserhalb des Stadtgebietes, dh. bei der Messstation Davos-Seehorn werden grundsätzlich immer höhere Ozonwerte gemessen als an der Promenade. Auch der Stundengrenzwert für Ozon wird dort 2 bis 3-mal häufiger überschritten als an der Promenade. Dies hat damit zu tun, dass Ozon im Siedlungsraum über chemische Prozesse abgebaut wird. Hier herrscht meistens ein Überangebot an Luftschadstoffen und weil Ozon ein starkes Oxidationsmittel ist, reagiert es rasch mit diesen Schadstoffen, insbesondere mit Stickstoffmonoxid. Die höhere Luftverschmutzung entlang der Promenade führt dort somit zu einem Abbau der Ozonkonzentrationen.

Die Ozonbelastung ist immer sehr stark von den Witterungsbedingungen abhängig und damit ist sie auch grösseren Schwankungen unterworfen. Heisse Sommer mit längeren trockenen Perioden führen immer noch zu erhöhten Ozonkonzentrationen. Während die Jahresmittelwerte für Ozon relativ konstant geblieben sind, kann man bei den Höchstwerten eine Abnahme registrieren. Dieser tendenzielle Rückgang der Spitzenbelastung ist in Davos insbesondere bei den Anzahl Stundenwerten über dem Grenzwert zu sehen. Trotz des erwähnten Rückganges sind auch 2007 und 2008 die Ozongrenzwerte überschritten worden. Der Stundengrenzwert für Ozon wurde an der Promenade während 13 bzw. 23 Stunden überschritten. In Davos Seehorn wurde 49 bzw. 43 Stunden mit über 120 Mikrogramm pro Kubikmeter gemessen. Auch bei den Monatsgrenzwerten, von denen in der Abbildung 5 nur der Höchstwert eingetragen wurde, ist es vom Mai bis Juli zu Grenzwertüberschreitungen gekommen.

## Zusammenfassung

Die Luftsituation in Davos kann wie folgt zusammengefasst werden:

- ◆ Der Jahresmittelwert für Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) ist auch in den letzten zwei Jahren in Davos unter dem Grenzwert geblieben. Gemäss Luftbelastungsindex wird die Stickstoffdioxid-Belastung sowohl ausserhalb des Siedlungsraumes (Seehorn) als auch in Davos Matta heute als gering eingestuft. An der Promenade sind die Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid in den letzten Jahren konstant geblieben. Bei den Spitzenwerten deutet der Trend auf eine zunehmende Belastung hin. Der Tagesmittelgrenzwert, der gemäss Luftreinhalteverordnung nur 1 Mal pro Jahr überschritten werden darf, ist an der Promenade 2007 5-mal und 2008 4-mal überschritten worden. Entlang der Hauptverkehrsachsen und in den Zentrumsbereichen von Davos Platz und Davos Dorf besteht die Wahrscheinlichkeit, dass der Tagesmittelgrenzwert für Stickstoffdioxid insbesondere während den Grossveranstaltungen (Spengler Cup und WEF) erreicht und überschritten wird. Damit dies geschieht muss die Witterungslage, lufthygienisch gesehen, ungünstig sein (Kaltluftsee, Hochdruckwetter und schwache Winde). 2008 sind zwei Tagesmittelwerte von über 100 Mikrogramm NO<sub>2</sub> pro Kubikmeter Luft gemessen worden.
- ◆ Die Ozonbelastung war in den vergangenen zwei Jahren in Davos weniger hoch als in früheren Jahren. Es sind deutlich weniger Grenzwertüberschreitungen verzeichnet worden als in den 90iger Jahren. Bei der Spitzenbelastung ist tendenziell ein Rückgang festzustellen. Als maximale Stundenwerte sind in den letzten Jahren 129 (Promenade) und 143 Mikrogramm pro Kubikmeter (Seehorn) gemessen worden. Diese Höchstwerte liegen deutlich tiefer als die entsprechenden Spitzenwerte in Südbünden und im Churer Rheintal. Die 98-Perzentilwerte aller monatlichen Halbstundenwerte lagen auch 2007 und 2008 während mehrerer Monate (Mai bis Juli) über dem Grenzwert von 100 Mikrogramm pro Kubikmeter. Der Vergleich zwischen Davos Seehorn und Davos Promenade/Matta zeigt, dass ausserhalb des Siedlungsgebietes und in einer höheren Lage die Ozonbelastung grösser ist. Der Stundengrenzwert wird bei Davos Seehorn öfter und deutlicher überschritten.
- ◆ Beim Feinstaub (PM10) ist in den letzten zwei Jahren der Jahresmittelgrenzwert unter- und der Tagesmittelgrenzwert überschritten worden. Die mittlere Feinstaubbelastung liegt deutlich unter dem Grenzwert der Luftreinhalteverordnung. Betrachtet man hingegen die höchsten Tagesmittelwerte, kommt man zu umgekehrten Schlussfolgerungen. Die höchsten Werte sind praktisch alle in den letzten drei Jahren gemessen worden. Der absolut höchste Feinstaub-Tagesmittelwert für Davos wurde mit 134 Mikrogramm pro Kubikmeter am 28. Mai 2008 erfasst. Während die mittlere Belastung mit Feinstaub an Inversionslagen gebunden und hausgemacht ist (stationäre und mobile Verbrennungsprozesse), können die meisten Spitzenwerte entweder auf Feuerwerke vor Ort oder auf den Eintrag von Saharastaub zurückgeführt werden. Auch der Höchstwert aus dem Jahre 2008 kann einem solchen Ereignis (Saharastaub) zugeordnet werden.

Davos, 6. Februar 2009

Gian Paul Calonder  
Delegierter für Umweltschutz

## Literatur

1. Amt für Natur und Umwelt Graubünden ANU: Lufthygienische Untersuchungen im Kanton Graubünden, Bericht über das Messjahr 2007 sowie Zahlen aus dem noch unveröffentlichten Bericht für das Jahr 2008
2. BAFU: Messresultate des Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe NABEL (Monatsberichte), [www.bafu.admin.ch/luft/luftbelastung/](http://www.bafu.admin.ch/luft/luftbelastung/)
3. Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz: Monats- und Jahres-Witterungsberichte, 2007 und 2008