

Gemeinde Davos: Lufthygienischer Bericht 2010

Die Luftbelastung der Jahre 2009 und 2010 zeigt in Davos ein ähnliches Bild wie in den vergangenen Jahren. Die in der Luftreinhalteverordnung festgelegten Jahresmittelgrenzwerte für Stickstoffdioxid und Feinstaub werden flächendeckend unterschritten. Bei der kurzzeitigen Spitzenbelastung hat sich die Situation, nach einem Anstieg in den Jahren 2007 und 2008, zumindest bei den Stickoxiden, wiederum entschärft. Die Kombination zwischen einer Grossveranstaltung und einer beständigen lufthygienisch ungünstigen Witterungssituation ist diesmal ausgeblieben. Beim Feinstaub sind diesmal die höchsten Spitzenwerte jeweils nach dem Silvesterfeuerwerk gemessen worden. Die unmittelbar nach dem Jahreswechsel sowohl 2009/10 und 2010/11 gemessenen Stundenmittel bis gegen 300 Mikrogramm Feinstaub pro Kubikmeter Luft, stellen eine sehr hohe Kurzzeitbelastung dar. Der Vergleich mit früheren Messungen bestätigt zudem, dass das Abbrennen von Feuerwerkskörpern an Silvester in Davos zugenommen hat. Vorteilhafter verläuft die Entwicklung bei der Ozonbelastung. Diese war in den vergangenen zwei Jahren, wegen des wechselhaften Sommerwetters weniger hoch als früher. Obwohl wie in den Vorjahren, verschiedene Grenzwerte noch immer überschritten werden, ist bei den Ozonwerten tendenziell ein leichter Rückgang festzustellen.

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).

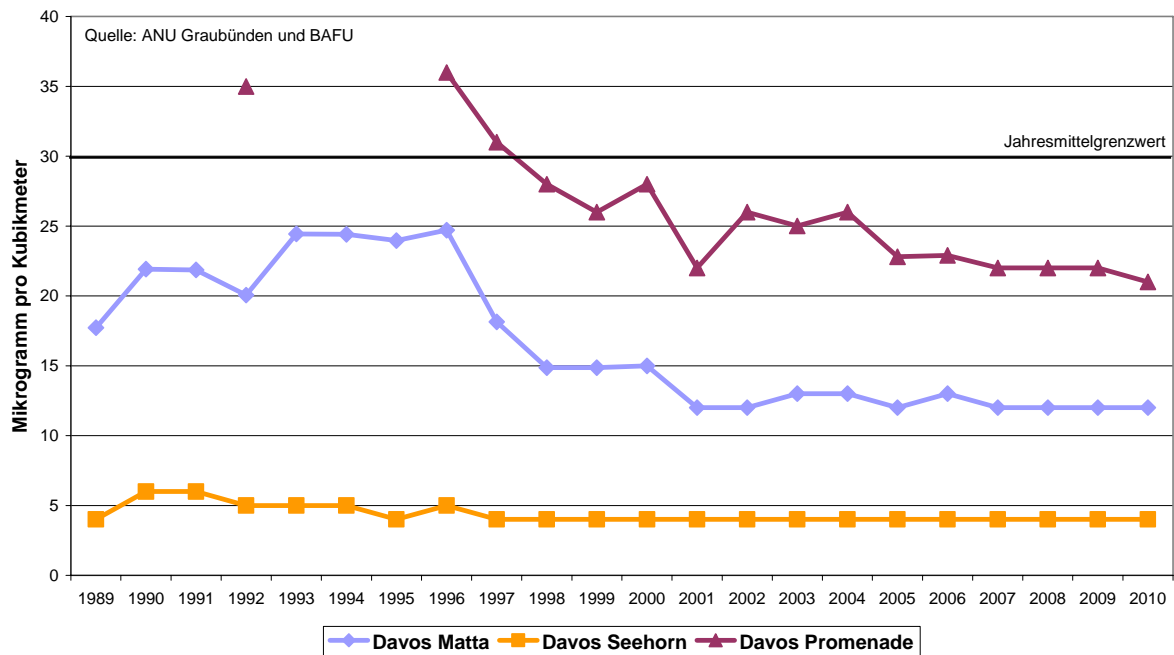
Stickstoffdioxid- Immissionen (NO₂)

In der Abbildung 1 wird die Entwicklung der Stickstoffdioxidbelastung seit 1989 dargestellt. Die Messwerte von Davos Seehorn und Davos Matta (bis zur Verlagerung der Messstation 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 seit 2005 aus kontinuierlichen Messungen und bis zu diesem Zeitpunkt aus Stichprobenmessungen, die mehrere Monate gedauert haben und 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 drei Messstationen bestehen. Die Messstation Davos Seehorn liegt ausserhalb des Siedlungsraumes und zeigt eine geringe NO₂-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 sind auch hier seit Messbeginn der Jahresmittelgrenzwert nie überschritten worden. Beim dem am stärksten belasteten Standort ist die mittlere NO₂ Belastung im letzten Jahr nochmals leicht zurück gegangen. Dies ist insofern erstaunlich weil das Jahr 2010 gemessen an Heizgradtagen das „härteste“ Heizjahr seit langem war. Auch beim Standort Promenade werden seit 2005 Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid gemessen, die deutlich unter dem Grenzwert liegen.

Abb. 1

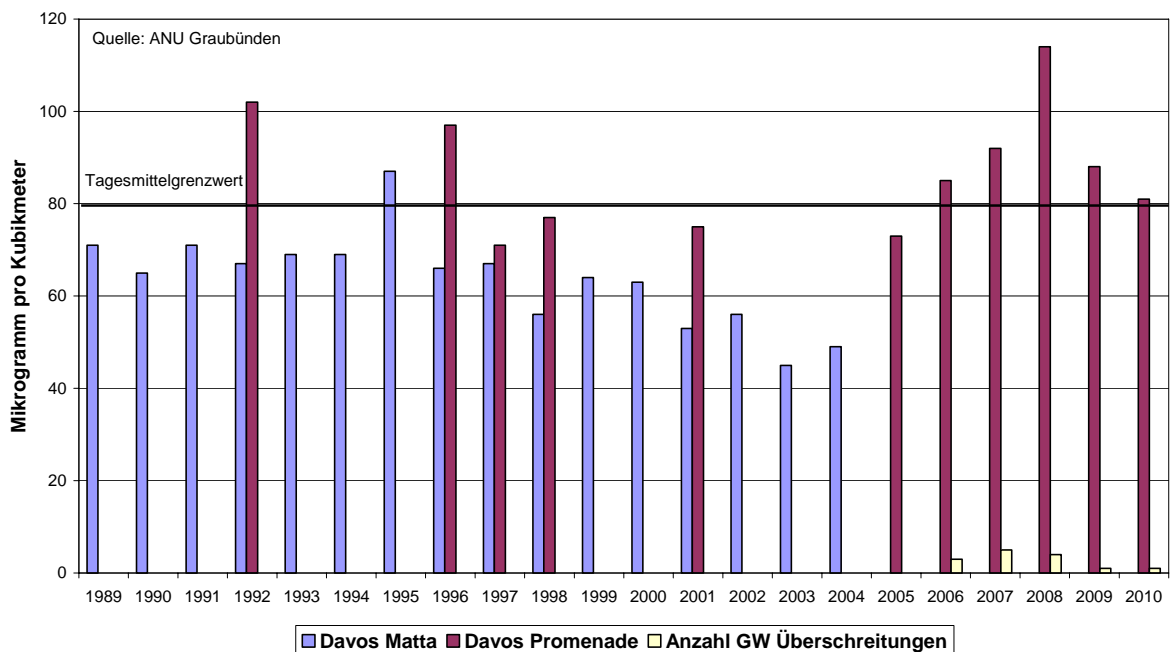
Davos: Jahresmittelwert für Stickstoffdioxid 1989-2010



Im Gegensatz zu den Jahresmittelwerten zeigt die Luftbelastung an Spitzentagen (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 angestiegen und hat 2008 mit 114 Mikrogramm pro Kubikmeter und 4 Grenzwertüberschreitungen einen Höchstwert erreicht. In den letzten zwei Jahren ist die Spitzenbelastung wieder zurück gegangen. Im letzten Jahr lag der höchste Tagesmittelwert knapp über dem Grenzwert von 80 Mikrogramm. Dieser wurde einmal überschritten. Zum Vergleich: In Davos Seehorn lagen die höchsten NO₂-Tagesmittelwerte in den letzten zwei Jahren bei 22 Mikrogramm pro Kubikmeter.

Abb. 2

Davos: Höchste Tagesmittelwerte für Stickstoffdioxid 1989-2010



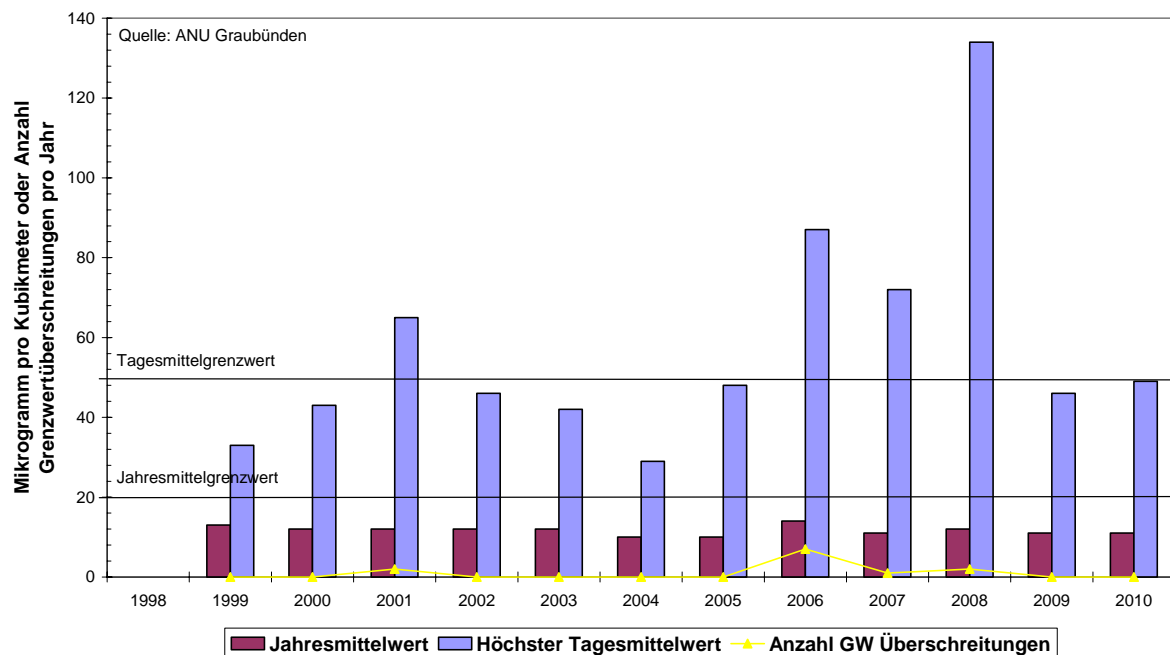
Feinstaub-Immissionen (PM10)

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 im 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.

Abb. 3

Davos: Feinstaubbelastung 1999-2010



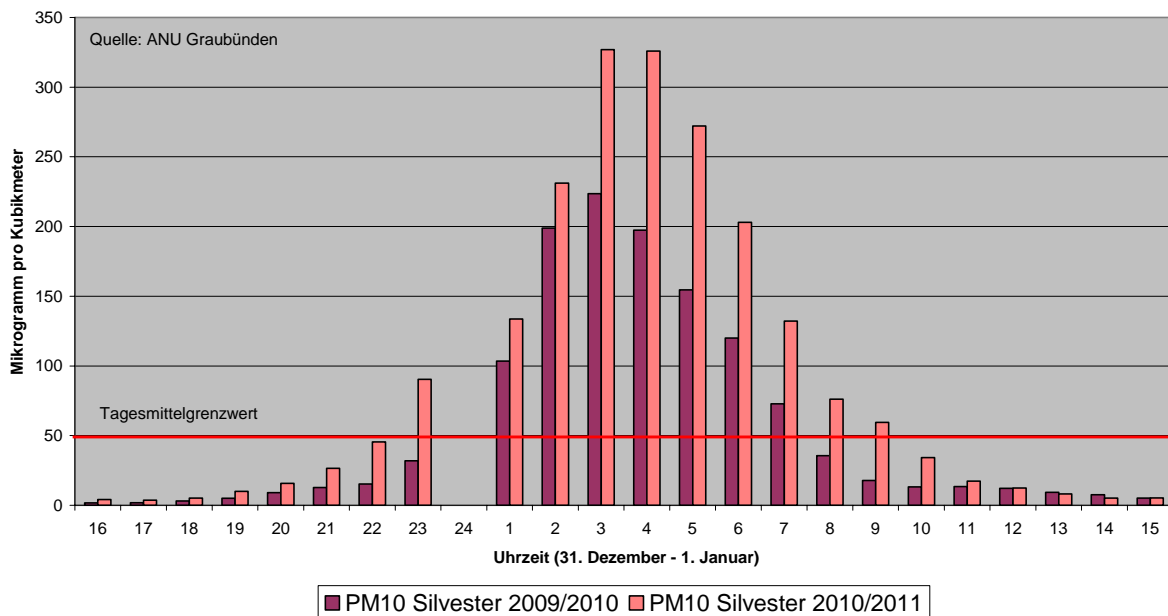
Wie man der Abbildung 3 entnehmen kann, sind die Jahresmittelwerte für Feinstaub in Davos mit einer kleinen Ausnahme im Jahre 2006 ziemlich konstant geblieben. Alle für Davos berechneten Jahresmittelwerte für Feinstaub lagen deutlich unterhalb des Grenzwertes von 20 Mikrogramm pro Kubikmeter. Beschränkt man den Vergleich auf die kurzzeitige Belastung, den Tagesmittelwerten, registriert man für die Jahre 2006-2008 einen Anstieg der Belastung. Während die mittlere Belastung mit Feinstaub an den Witterungsbedingungen des jeweiligen Jahres und den Partikelaustritt gebunden ist (stationäre und mobile Verbrennungsprozesse), können die Spitzenwerte meist eindeutigen kurzzeitigen Ereignissen zugeordnet werden. In den meisten Fällen sind es in Davos entweder Feuerwerke vor Ort oder Einträge von Saharastaub über bestimmte Grosswetterlagen. Letzteres war 2008 der Fall als mit der kontinentalen Luft aus Afrika viel Saharastaub zu den Alpen gelangte. Im Jahre 2010 war es das Silvester-Feuerwerk, das für einen Spitzenwert sorgte und so stand der höchste Feinstaub-Tagesmittelwert des Jahres bereits am Neujahrstag fest.

Silvesterfeuerwerk und Feinstaubbelastung

Wenn Feuerwerkskörper in der Silvesternacht abgebrannt werden, steigt die Belastung der Luft mit Schadstoffen explosionsartig an. Zu grossen Teilen besteht der Feuerwerksqualm aus Feinstaub. Dazu gehören, neben den festen und gasförmigen Verbrennungspartikeln auch immer mehr Verbindungen von Schwermetallen, die als Farberzeuger dem Schwarzpulver beigemischt werden. Feinstaub besteht aus winzigen Teilchen die nur Bruchteile von einem Millimeter gross und für das menschliche Auge nicht sichtbar sind. Die Auswertung der Messdaten (Stundenwerte) zeigt, dass die Luftbelastung mit gesundheitsgefährdetem Feinstaub (PM10) in den letzten zwei Jahren in Davos am Neujahrstag jeweils sehr hohe Werte erreichte. Die Höchstbelastung wird allerdings erst ein paar Stunden nach dem Feuerwerk erreicht. Dies könnte mit chemischen Reaktionsprozessen bei den gasförmigen Schadstoffen zu tun haben. In den ersten Stunden des neuen Jahres lagen die Stundenwerte für PM10 sowohl 2009/10 und 2010/11 im Bereich von 200-300 Mikrogramm pro Kubikmeter. Zum Vergleich die mittlere Feinstaubkonzentration betrug in Davos in den letzten zwei Jahren 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Abb. 4

Davos Promenade: Feinstaubbelastung (Stundenwerte) durch Silvesterfeuerwerk 2009/10 und 2010/11

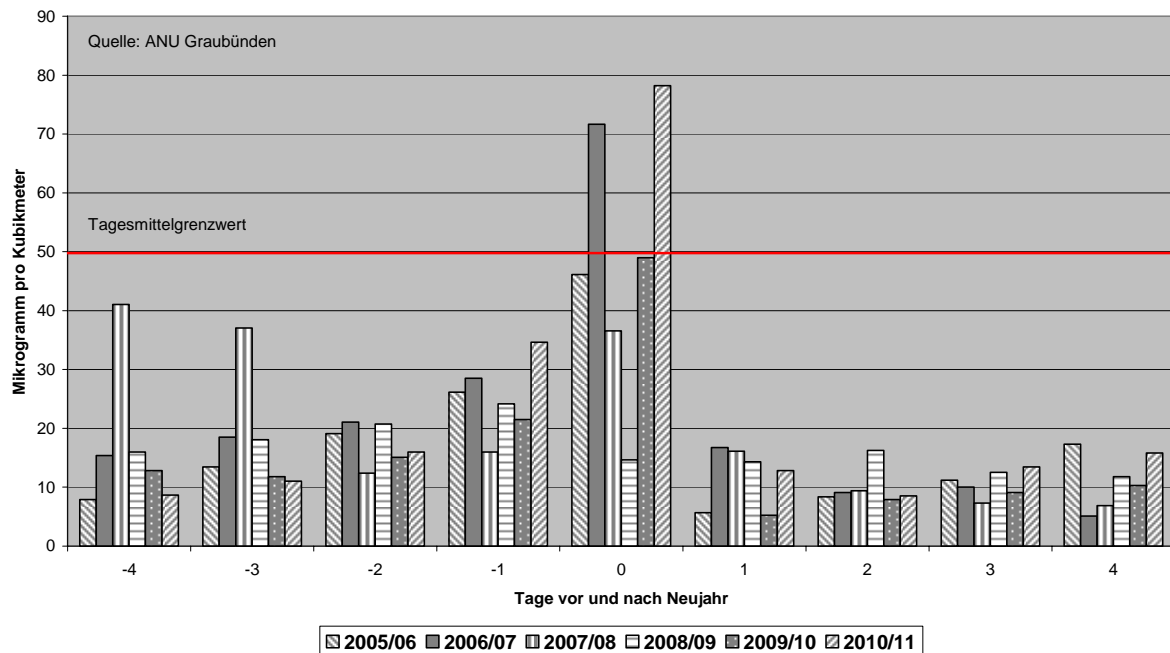


Wenn man die Tagesmittelwerte für Feinstaub am 1. August und am Neujahrstag miteinander vergleicht, stellt man fest, dass die Belastung nach dem Silvesterfeuerwerk deutlich höher ist. Dies hat in erster Linie mit dem winterlichen Kaltluftsee zu tun. Dieser verhindert durch eine stabile Luftschichtung den vertikalen Luftaustausch, so dass es in der kälteren Luftschicht über den Talboden zu einer Anreicherung der Luftschadstoffe kommt. Wie schnell die Feinstaubbelastung in Davos nach dem Silvesterfeuerwerk abklingt, hängt vor allem von den Wetterverhältnissen ab. Kräftige Winde und Niederschläge reduzieren die Schadstoffkonzentrationen rasch. Wenn jedoch wie bei den zwei letzten Jahreswechsel kaltes winterliches Hochdruckwetter herrscht, sinken die Feinstaubkonzentrationen nur langsam. Im Landwassertal ist es hauptsächlich der langsam talabwärts fließende Kaltluftstrom, der im Verlaufe der Nacht die mit Feinstaub belastete Luft in Richtung Unterschnitt verfrachtet. Auf Stadtgebiet kommt es deswegen zu einer stetigen Reduktion der Feinstaubbelastung. Auf normale Werte sinkt die Feinstaubbelastung jedoch erst in den frühen Vormittagsstunden des Neujahrstages.

Im Jahre 2005 wurde die Luftmessstation an der Promenade verlagert. Die entsprechenden Aufzeichnungen zeigen, dass die Feinstaubbelastung durch das Silvesterfeuerwerk stark von der jeweils herrschenden Witterung abhängig ist und sehr unterschiedlich ausfallen kann. Beim Jahreswechsel 2008/09 waren es Schneefälle und mässige Winde, welche einen Anstieg der Feinstaubbelastung verhinderten. Vergleicht man hingegen nur die Feuerwerke, die unter ähnlichen Bedingungen (kaltes winterliches Hochdruckwetter mit ausgeprägter Inversionslage) stattgefunden haben (Silvester-Neujahr 2007/08, 2009/10 und 2010/11), stellt man fest, dass die Belastung mit

Feinstaub am Neujahrstag zugenommen hat. Diese Feststellung bestätigt den Verdacht, dass in der Silvesternacht in Davos immer mehr Feuerwerkskörper abgebrannt werden.

Abb. 5 **Davos Promenade: Feinstaubbelastung (Tagesmittelwerte) während Jahreswechsel**



Am Neujahrstag 2010 ist in Davos-Promenade ein Tagesmittelgrenzwert für lungengängigen Feinstaub (PM 10) von fast 50 Mikrogramm pro Kubikmeter gemessen worden. In diesem Jahr ist der Tagesmittelwert am ersten Tag des Jahres auf fast 80 Mikrogramm pro Kubikmeter geklettert. Dieser Wert liegt deutlich über dem Tagesmittelgrenzwert von 50 Mikrogramm. Und weil dieser Grenzwert gemäss Luftreinhalteverordnung (LRV) höchstens einmal pro Jahr überschritten werden darf, ist das Kontingent an Belastungstagen für 2011 bereits nach dem Neujahrstag ausgeschöpft.

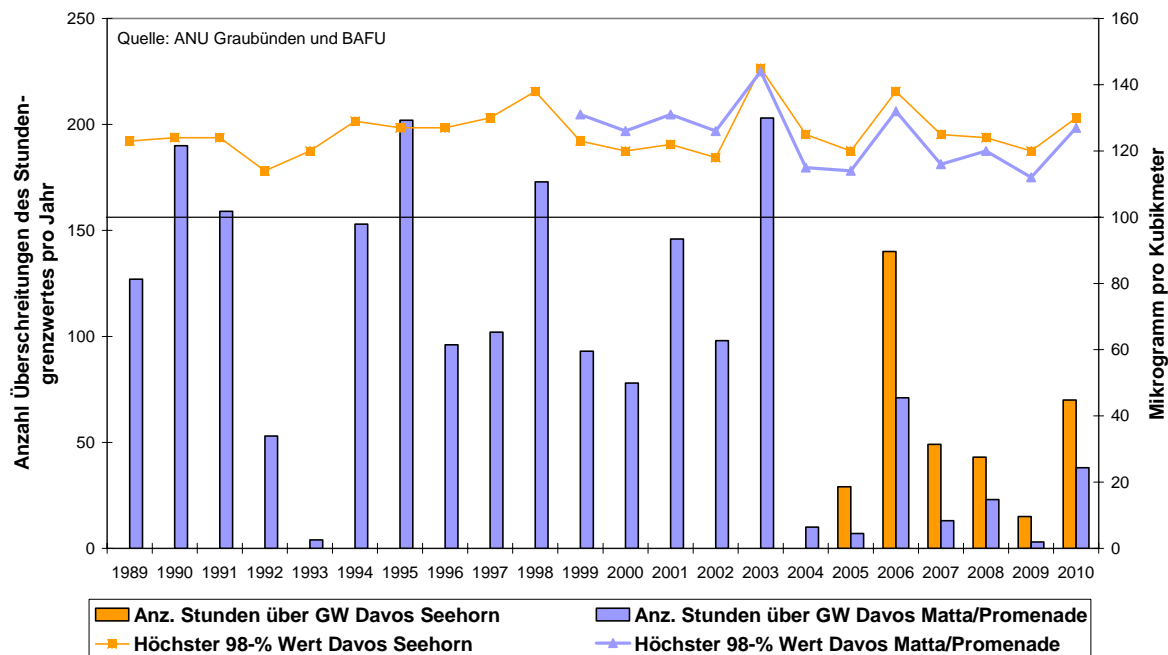
Die gesundheitlichen Auswirkungen durch die Rauchbildung von Feuerwerk sind örtlich und zeitlich begrenzt. Lufthygienefachstellen sagen, dass für nicht empfindliche Personen keine nachhaltigen Beeinträchtigungen zu erwarten sind, weil der Normalzustand der Luft schon nach wenigen Stunden wieder erreicht wird. Massgebend für die gesundheitlichen Risiken durch ungenügende Luftqualität sind nach wie vor dauernd höheren Immissionswerte von Feinstaub und anderen Schadstoffen. Da erhöhte Feinstaubkonzentrationen bei den gesundheitlich angeschlagenen Personen zu Atemwegsbeschwerden, Husten und Herz-Kreislaufstörungen führen können, wird von den Fachstellen geraten, Feuerwerke grundsätzlich zu meiden oder bei Feuerwerk-Ereignissen, die Türen und Fenster zu schliessen und Lüftungsanlagen auszuschalten. Gelüftet sollte erst dann wieder werden, wenn sich die „Rauchnebel“ verzogen haben. An dieser Stelle sei noch erwähnt, dass Feuerwerke neben Luft- auch Lärmimmissionen verursachen, die zumindest für lärmempfindliche Bevölkerungsgruppen lästig sind und für die Tierwelt eine grosse Belastung darstellen.

Ozon-Immissionen (O₃)

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/m³ liegen.

Abb. 6

Davos: Entwicklung Ozonbelastung 1989-2010



In Abbildung 6 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 auf Landschaftsgebiet lagen in den letzten beiden Jahren im Bereich von 140 Mikrogramm Ozon pro Kubikmeter Luft. Ausserhalb des Stadtgebietes, d.h. 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 der Anzahl Stundenwerte über dem Grenzwert zu sehen. Trotz des erwähnten Rückganges sind auch 2009 und 2010 die Ozongrenzwerte überschritten worden. Der Stundengrenzwert für Ozon wurde an der Promenade während 3 bzw. 38 Stunden überschritten. In Davos Seehorn wurden 15 bzw. 70 Stunden mit über 120 Mikrogramm pro Kubikmeter gemessen. Auch bei den Monatsgrenzwerten, von denen in der Abbildung 6 nur der Höchstwert eingetragen wurde, ist es in Davos Seehorn an 5 Monaten zu Grenzwertüberschreitungen gekommen. An der Promenade beschränkten sich die Grenzwertüberschreitungen beim Monatsgrenzwert von 100 Mikrogramm pro Kubikmeter 2009 auf 2 Monate und 2010 auf 4 Monate des Sommerhalbjahres.

Literatur

1. Amt für Natur und Umwelt Graubünden ANU: Lufthygienische Untersuchungen im Kanton Graubünden, Bericht über das Messjahr 2009 sowie Zahlen aus dem noch unveröffentlichten Bericht für das Jahr 2010
2. AWEL: Silvesterfeuerwerk verursacht erhöhte Feinstaub-Belastungen; Mitteilung 4. Januar 2011
3. BAFU: Messresultate des Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe NABEL (Monatsberichte), www.bafu.admin.ch/luft/luftbelastung/
4. BAFU: Feuerwerkskörper – Umweltauswirkungen und Sicherheitsaspekte; Umwelt-Materialien Nr. 140, 2001
5. Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz: Monats- und Jahres-Witterungsberichte, 2009 und 2010