Zur Höhenabhängigkeit von Luftschadstoff-Immissionen

Autor(en): **Thudium, Jürg / Krieg, Felix / Giger, Gian-Duri**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse**

Band (Jahr): **140 (1989)**

Heft 6

PDF erstellt am: **22.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-764239

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Zur Höhenabhängigkeit von Luftschadstoff-Immissionen

Von *Jürg Thudium, Felix Krieg, Gian-Duri Giger, Martin Hemmi,* Oxf.: 425:(494.34)
Brigitte Göldi-Kunz, Esther Mair, Adrian Schenkel (ökoscience, CH-7000 Chur)
und *Hansjörg Sommer*
(Amt für Technische Anlagen und Lufthygiene, CH-8090 Zürich)

1. Einleitung

In den letzten Jahren hat sich gezeigt, dass in bestimmten erhöht liegenden Gebieten überdurchschnittlich starke Waldschäden auftreten, obwohl die Quellen primärer Luftschadstoffe relativ weit entfernt liegen. Anhand von Immissionsmessungen am Bachtel (ZH), welche sich über insgesamt etwa 800 Höhenmeter erstreckten (350 bis 1150 m ü. M.) wurde untersucht, ob die Schadstoffkonzentrationen im Bereich der herbstlichen und winterlichen Nebelobergrenze gewisse Besonderheiten aufweisen.

2. Immissionsverlauf von Stickoxiden und Ozon im Bereich von Inversionsgrenzen

Die hier vorliegenden Resultate stützen sich auf Messdaten, welche an Herbsttagen mit Inversionslage (1984 bis 1986) ermittelt wurden. Zumeist herrschte eine stabile Hochdrucklage mit Nebel oder Hochnebel in der Kaltluft und schönem Wetter in der Höhe.

Die vertikale Verteilung der Luftschadstoffe lässt sich anhand von vier ausgewählten, häufig auftretenden und meteorologisch charakteristischen Tagesgängen für die am Berghang liegenden Stationen (Bachtel-West, Bachtel-Ost) verdeutlichen:

An Tagen mit stabiler Inversionslage bleiben die Luftmassen über und unter der Nebeldecke bezüglich Stickoxide und Ozon während des ganzen Tages völlig verschieden. Die Schichtgrenze ist praktisch undurchlässig. Die

Stickoxide können als Leitsubstanzen für Nicht-Photooxidantien, Ozon als Leitsubstanz für Photooxidantien betrachtet werden *(Abbildung 1; Abbildung 2)*.

Beim Durchgang der Nebelobergrenze an der Messstelle tritt ein rascher und kräftiger Wechsel der Schadstoffkonzentrationen auf. Dieser Befund verdeutlicht die Undurchlässigkeit der Schichtgrenze. Im Bereich direkt unterhalb dieser Luftmassengrenze reichern sich Luftschadstoffe an: Es werden dort höhere Konzentrationen an Nicht-Photooxidantien gemessen, als weiter unten in grösserer Entfernung von der Schichtgrenze *(Abbildung 3)*.

Bei der Auflösung einer unterhalb der Messstelle liegenden, relativ dünnen Nebeldecke steigen die NO_2- sowie die NO-Konzentrationen an den erhöht lie-

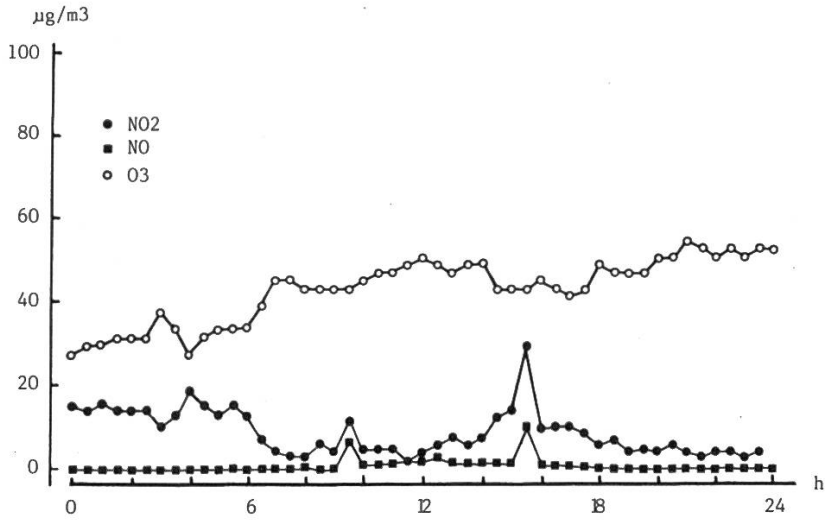

Abbildung 1. Immissionsverlauf an der Station Bachtel-Ost (930 m ü. M.) am 8. Dezember 1984. Die Nebelobergrenze befindet sich den ganzen Tag unterhalb der Station und löst sich nicht auf.

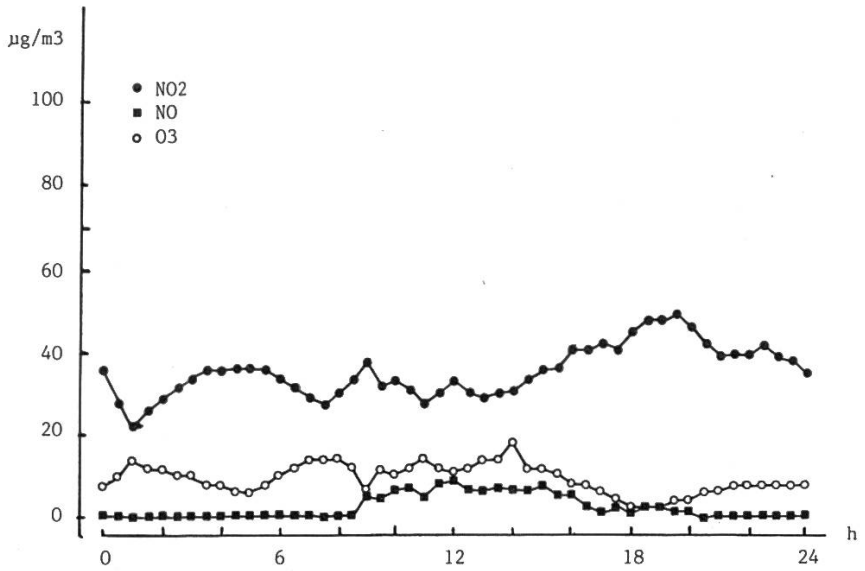

Abbildung 2. Immissionsverlauf an der Station Bachtel-West (840 m ü. M.) am 12. Dezember 1986. Die Nebelobergrenze befindet sich den ganzen Tag weit über der Station (1200 bis 1500 m ü. M.) und löst sich nicht auf.

genden Messstationen rasch und kräftig an, währenddem die Ozonkonzentration abnimmt. Offenbar werden die im Bereich der Schichtgrenze aufkonzentrierten Stickoxide bei Nebelauflösung nach oben transportiert *(Abbildung 4)*.

Die hier für den Bachtel im Kanton Zürich dargelegten Sachverhalte sind auch für andere Alpenrandregionen bestätigt worden: für die Regionen Frimseli (Kanton Uri), St. Luzisteig (Kanton Graubünden) und Planken (Fürstentum Liechtenstein). Trotz der teilweise grossen Entfernungen von stark befahrenen Strassen sind hohe Stickoxidwerte im Bereich der Inversionsgrenze keine Seltenheit.

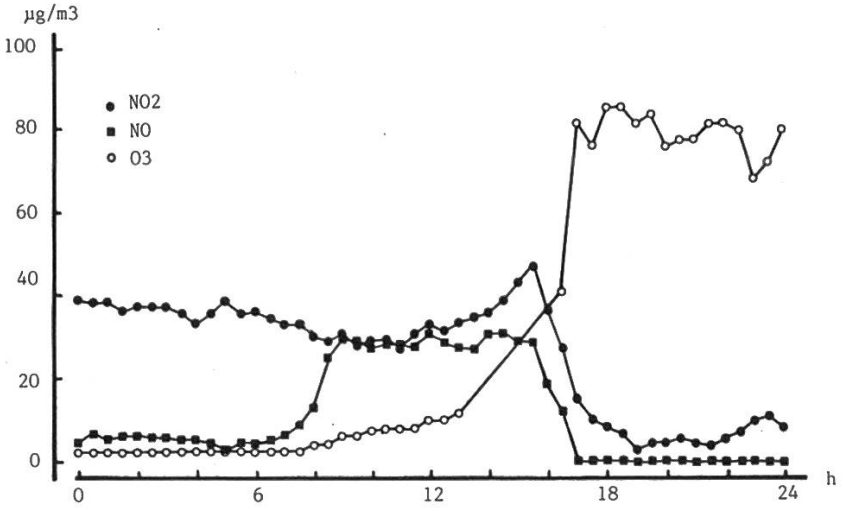

Abbildung 3. Immisisonsverlauf an der Station Bachtel-West (840 m ü. M.) am 30. Oktober 1985. Die Nebelobergrenze sinkt während des Tages von 1200 auf 700 m und geht um etwa 16 Uhr an der Station vorbei, ohne sich danach aufzulösen.

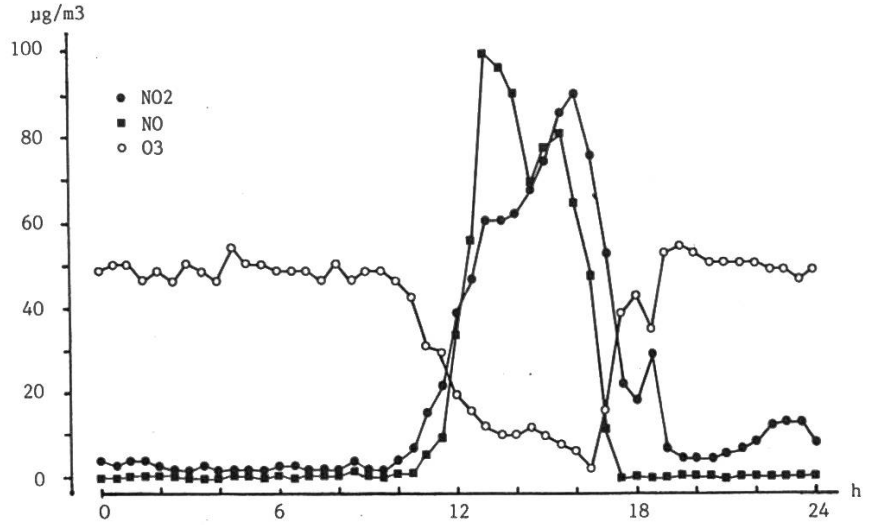

Abbildung 4. Immissionsverlauf an der Station Bachtel-West (840 m ü. M.) am 8. Dezember 1986. Die Nebeldecke mit Obergrenze um 600 m löst sich um etwa 12 Uhr auf.

3. Zur Lageabhängigkeit der Ozon-Tagesgänge

Ozon kam während des Sommerhalbjahres an allen Stationen immer wieder in erhöhter Konzentration vor: Die Grenzwerte der Luftreinhalte-Verordnung wurden nicht selten überschritten. Da beim Ozon auch die kurz- und mittelfristige Belastung toxikologisch bedeutsam ist, ist der Tagesgang des Ozons (Verlauf der Halbstundenwerte) von besonderem Interesse. Dieser Tagesgang hängt sehr stark von der Lage der betreffenden Messstation ab, dabei insbesondere von der Höhenlage.

In den stärker ozonbelasteten «sommerlichen» Wetterlagen ist der Tagesgang an der Agglomerationsstation Wallisellen wesentlich ausgeprägter als an der Bergstation Bachtel-Kulm (1150 m ü. M.). In Wallisellen wird nachts das Ozon wesentlich stärker durch NO und Bodenkontakt abgebaut. Demgegenüber ist die Ozonspitze auf Bachtel-Kulm im Mittel nur wenig höher als in Wallisellen. Das Verhältnis zwischen täglichem Ozonmaximum und -minimum ist auf Bachtel-Kulm in diesen Lagen im Mittel allerdings immer noch beinahe 2 *(Abbildung 5)*.

Die tägliche Ozonspitze tritt auf Bachtel-Kulm im Mittel etwas später auf als in Wallisellen. Dies deutet auf die anthropogene Komponente der Ozon-Produktion hin, da die dabei wirksamen Stickoxide und Kohlenwasserstoffe auf Bachtel-Kulm gegenüber Wallisellen zeitlich verzögert ankommen.

Die für die Stationen Wallisellen und Bachtel vorgefundenen typischen Ozon-Tagesgänge können nicht unbesehen auf andere Standorte ähnlicher Höhenlage übertragen werden: Stationen im Bereich ausgeprägter Berg- und Talwindsysteme (zum Beispiel am Juraufer des Bielersees) weisen hohe nächtliche Ozonspitzen auf. Bergstationen in alpinen Hochtälern (zum Beispiel Landwassertal, Engadin) zeigen trotz der erhöhten Lage einen kräftigen nächtlichen

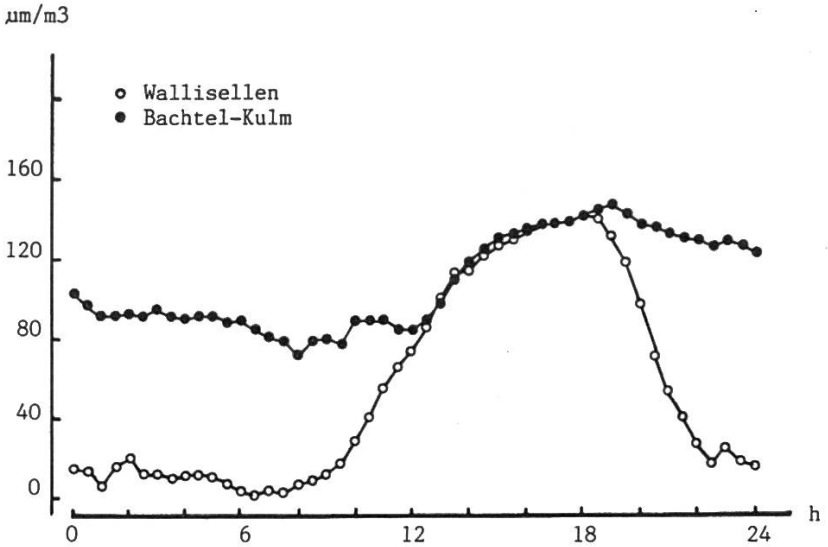

Abbildung 5. Mittlerer Tagesgang des Ozons an den Stationen Wallisellen und Bachtel-Kulm (1145 m ü. M.) für die Schönwetter-Episode vom 19. bis 22. August 1987.

Ozonabbau. Die Höhenlage relativ zur weiteren Umgebung, die Distanz zu grösseren Quellgebieten von Luftschadstoffen und topografisch bedingte Windsysteme scheinen nebst der meteorologischen Situation die dominanten Einflussgrössen für die Ausgestaltung der Ozon-Tagesgänge zu sein.

Tage mit hohen Ozonwerten kommen im Kanton Zürich im Sommerhalbjahr ausschliesslich an warmen, sonnigen Tagen vor. Der vertikale Austausch in der Atmosphäre ist dann gering. Für die Phasen mit hohen Ozonbelastungen kann daher Ozontransport aus der höheren Troposphäre nicht verantwortlich gemacht werden. Das zu hohen Belastungen führende Ozon wird in Bodennähe produziert.

Frontdurchgänge und andere Niederschlagsaktivitäten tragen zum Abbau des Ozons nach Schönwetterphasen bei.

Résumé

L'influence de l'altitude sur les immissions de polluants atmosphériques

A l'aide de quelques exemples choisis, l'évolution des concentrations d'oxydes d'azote et d'ozone au niveau de la limite supérieure de l'inversion thermique a été discutée, de même que les fluctuations journalières des concentrations d'ozone en fonction de l'altitude.