

Ozon-Deposition an einem Waldstandort



Otto Klemm und Alexander Mangold¹

Universität Bayreuth, Bayreuther Institut für Terrestrische Ökosystemforschung (BITÖK)

¹jetzt: Forschungszentrum Jülich, ICG-I: Stratosphäre

EINLEITUNG

Während die Bildung troposphärischen Ozons heute relativ gut untersucht ist, gibt es keine ausreichenden Kenntnisse über den Depositionsfluss dieses Spurengases zur Oberfläche (Boden, Wasser, Vegetation). Die Ozon-Deposition ist von Bedeutung, weil sie (i) einen Senktermer in der Bilanz der Atmosphäre darstellt, und weil sie (ii) für die Vegetation von toxischer Wirkung sein kann.

Ziel unserer Untersuchungen ist die Quantifizierung des Depositionsflusses von O₃ auf einen Waldstandort in Abhängigkeit von Tageszeit und Jahreszeit, und insbesondere die Identifizierung der steuernden Prozesse. Die Untersuchungen finden am "Waldstein", einer Ökosystem-Forschungsstation des BITÖK im Fichtelgebirge (NE Bayern) in 780 m Höhe über NN statt.

METHODEN

Einerseits wurde ein einfaches **BIG - LEAF - Modell** (nach Hicks et al., 1987, verändert) angewendet, um die Deposition des Ozons vorherzusagen. Das Modell ist bewusst einfach gehalten, um keine freie Parameterisierung zuzulassen:

$$F_{O_3} = c_{O_3} \cdot \frac{1}{R_a + R_b + \left(\frac{1}{R_{cut}} + \frac{1}{R_{stom}} \right)^{-1}}$$

F_{O_3} : Depositionsfluss
 c_{O_3} : Ozon - Konzentration
 R_a : turbulenter atmosphärischer Widerstand (aus Messungen abgeleitet)
 R_b : laminarer Grenzschichtwiderstand (aus Messungen abgeleitet)
 R_{stom} : Widerstand der Stomata (aus physiologischem Modell (Falge, 2000))
 R_{cut} : Oberflächenwiderstand (parameterisiert zwischen 1000 s m⁻¹ und 2000 s m⁻¹, in Abhängigkeit von der gemessenen Blattfeuchte)

Andererseits wurde der Depositionsfluss mit der **Eddy - Kovarianz** - Methode kontinuierlich über 2 Vegetationsperioden (1999 und 2000) gemessen. Der experimentelle Aufbau (Bild) entspricht dem von Güsten und Heinrich (1996).

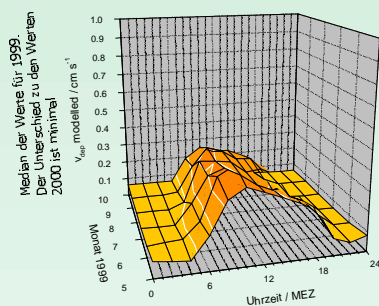
Hohe Datenqualität durch strenge Datenselektion aufgrund:

- elektronischer Spikes
- Ozon - Sensor - Sensitivität
- Stationarität
- Turbulenzzustand (nach Foken and Wichura, 1996)

Trotz strenger Qualitätskontrolle bleiben genügend Daten übrig für die Berechnung vollständiger gemittelter monatlicher Tagesgänge.

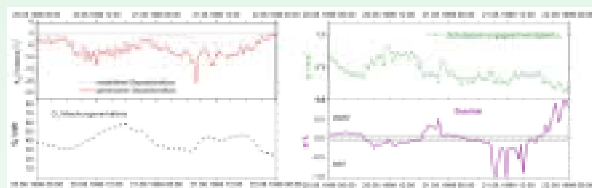
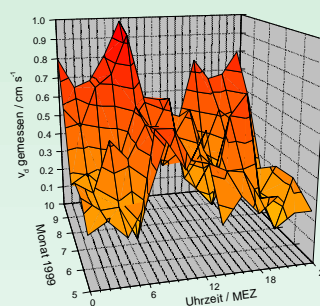


ERGEBNISSE



← Die modellierten Depositionsflüsse zeigen einen deutlichen Tagesgang mit hoher Depositionsgeschwindigkeit tagsüber (aufgrund stomatärer Aufnahme des Ozons) und geringer, aber signifikanter Deposition nachts. Im Jahresverlauf nehmen die Depositionsflüsse ab aufgrund (i) kürzerer Tage und abnehmender physiologischer Tätigkeit der Vegetation, sowie aufgrund (ii) abnehmender Ozonkonzentrationen. Die Depositionsflüsse zeigen ähnliche Tagesgänge wie die hier dargestellten Depositionsgeschwindigkeiten.

Die gemessenen Depositionsgeschwindigkeiten ($v_d = F / c$) zeigen zu Beginn der Vegetationsperiode auch Tagesgänge mit Maxima an den Vormittagen und anschließend sinkenden Werten. Dies betont die Rolle der stomatären Deposition. Die nächtlichen Werte liegen jedoch immer über den modellierten Werten. Im Herbst sind die gemessenen Werte von v_d nachts z.T. eine Größenordnung über den modellierten Werten. Trotz abnehmender O₃-Konzentrationen erreichen die Depositionsflüsse das selbe Niveau wie im Frühsommer.



← Der **Beispiel - Tagesgang** (48 Stunden im August 1999) verdeutlicht,

- dass die gemessenen Depositionsflüsse größer sind als die modellierten,
- dass große Unterschiede auftreten können, vor allem nachts,
- dass die Korrelation zwischen gemessenen Flüssen und der Ozonkonzentration nur schwach ausgeprägt ist,
- dass die Beobachtungen unter günstigen Bedingungen ($u^* > 0.1 \text{ m s}^{-1}$, nahe neutrale Stabilität) durchgeführt und bestätigt wurden.

FOLGERUNGEN

Die gemessenen Depositionsflüsse des Ozons sind wesentlich höher, als man mit "konventioneller" Modellierung vorhersagen würde.

Der Oberflächenwiderstand R_{cut} , der die kutikulären, aber auch andere Oberflächen des Ökosystems repräsentiert (inkl. Stämme, Boden), liegt im Median bei **246 s m⁻¹**. Dies ist deutlich geringer als zuvor angenommen.

Es besteht keine signifikante Korrelation zwischen Ozon - Konzentration und gemessenem Depositionsfluss des Ozons, d.h. hohe Konzentrationen führen (statistisch) nicht zu höherer Deposition.

Besonders nachts und besonders in den späteren Monaten der Vegetationsperiode treten hohe Depositionsflüsse des Ozons auf. Die Ursachen hierfür sind unklar.

Die Messungen werden fortgeführt. Die Rolle des Bodens sowie der Stämme und Äste soll durch gleichzeitige Flussmessung über und unterhalb der Kronenbereichs quantifiziert werden.

LITERATUR

Falge, E., Tenhunen, J.D., Ryel, R., Alshimer, M. and Köstner, B.: 2000, 'Modelling age- and density-related gas exchange of *Picea abies* canopies in the Fichtelgebirge, Germany', *Ann. For. Sci.* **57**, 229-243.
Foken, Th., Wichura, B.: 1996, 'Tools for quality assessment of surface-based flux measurements', *Agric. & Forest Meteorol.* **78**, 83-105.
Güsten, H. and Heinrich, G.: 1996, 'On-line measurements of ozone surface fluxes: Part I. Methodology and instrumentation', *Atmos. Environ.* **30**, 897-909.
Hicks, B.B., Baldocchi, D.D., Meyers, T.P., Hosker, R.P. and Matt, D.R.: 1987, 'A preliminary multiple resistance routine for deriving dry deposition velocities from measured quantities', *Water, Air, and Soil Pollution* **36**, 311-330.
Klemm, O. and Mangold, A.: 2001, Ozone Deposition at a Forest in NE Bavaria. *Water, Air, and Soil Pollution* (in print)

DANK

Diese Untersuchungen werden gefördert vom deutschen Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Förderkennzeichen PT-BEO 51-0339476C. Wir danken E. Falge, Th. Foken, J. Gerchau und Th. Wrzesnyski für die Unterstützung.

Für weitere Informationen besuchen Sie bitte unsere Web-Sites: <http://www.bitok.uni-bayreuth.de>