

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

**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein

**Band:** 140 (1989)

**Heft:** 3

**Artikel:** Stickstoffmonoxidausgasung aus dem Boden und Ozon-(Oxidantien-)Bildung im Wald

**Autor:** Krapfenbauer, Anton / Wagner, Helmut / Gasch, Josef

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-764223>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 02.02.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Stickstoffmonoxidausgasung aus dem Boden und Ozon-(Oxidantien-)Bildung im Wald

Von *Anton Krapfenbauer, Helmut Wagner* und *Josef Gasch*  
(Universität für Bodenkultur, Institut für Forstökologie, A-1190 Wien)

Oxf.: 114.13

Ozon ( $O_3$ ) ist ein Luftschadstoff, der im bodennahen Bereich hauptsächlich aus Stickstoffdioxid ( $NO_2$ ) unter der Einwirkung von Sonnenstrahlung des kurzwelligen Bereiches (bis etwa 420 nm) entsteht. Dabei wird das Stickstoffdioxid zu Stickstoffmonoxid (NO) reduziert. Der abgespaltene atomare Sauerstoff (O) verbindet sich mit molekularem Sauerstoff ( $O_2$ ) zu Ozon ( $O_3$ ).

Das Stickstoffmonoxid wird in der Folge durch Zwischenstufen (Peroxiradikale) aus der langsamen Verbrennung von Kohlenwasserstoffen in der Luft wieder zu Stickstoffdioxid oxidiert. Dadurch wird der katalytische Ozonbildungskreisprozess in der Luft aufrechterhalten.

Die Kohlenwasserstoffe stammen aus den anthropogenen Emissionen, Ausgasungen aus Deponien, Kläranlagen, eutrophierten Gewässern, Kompost- und Düngerstätten, aber auch aus der gestressten Vegetation sowie der Erdgasmanipulation.

### Ozonbildung im Bereich der Baumkronen

Es wird schon länger vermutet, dass die besonders aus den Nadel- und Blattorganen freigesetzten Kohlenwasserstoffe an der Ozon-(Oxidantien-)Bildung im Wald beteiligt sind. Dies unter der Voraussetzung, dass gleichzeitig Stickstoffoxide in der Luft vorhanden sind und entsprechende Energiezufuhr (Sonnenstrahlung) gesichert ist.

Die Ozonmessergebnisse auf den Messtürmen im Lehrforst Rosalia der Universität für Bodenkultur, Wien, zeigen an luftruhigen Schönwettertagen im Wipfelbereich während des Zeitraumes der stärksten Einstrahlung den höchsten Ozongehalt (*Abbildung 1*).

## OZONMESSUNG LEHRFORST 2.05.1987

MESSTURM MEHLBEERLEITEN

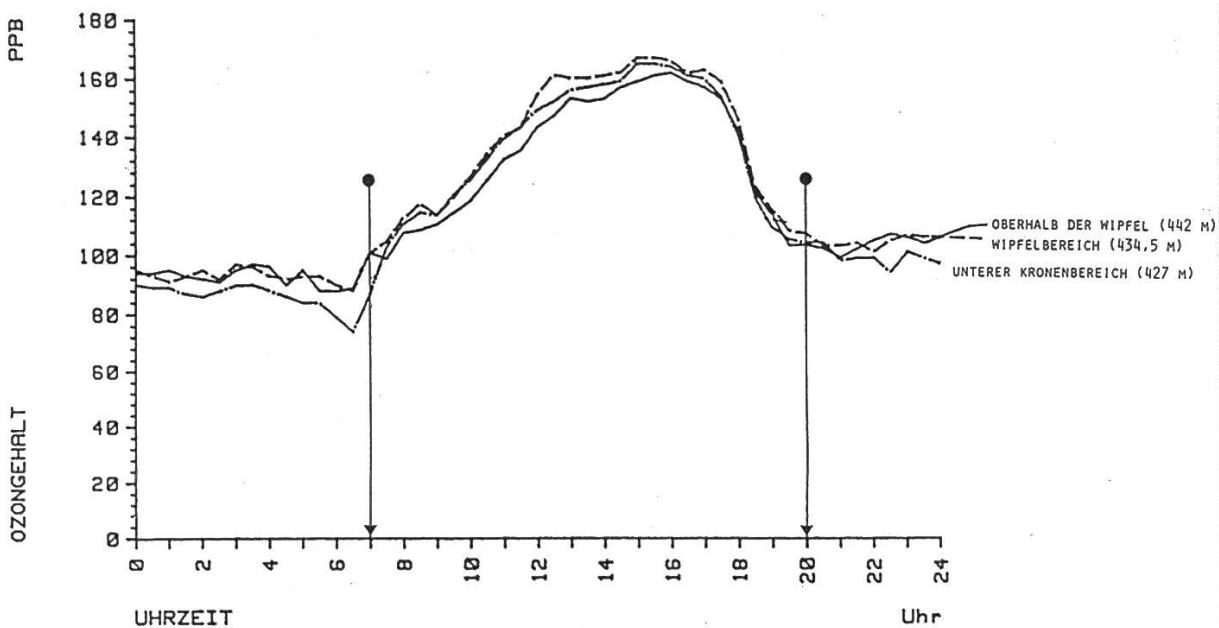


Abbildung 1. Zwischen 7.00 und 20.00 Uhr lag am 2. Mai 1987 der Ozongehalt im Wipfelbereich bis 15 ppb höher als über den Kronen. Im Kronenbereich ist gleichzeitig mit dem höchsten Ozonverbrauch zu rechnen.

Setzt man dort auch den höchsten Verbrauch voraus, dann wird die Vermutung erhärtet, dass unmittelbar im Kronenbereich Ozon entsteht. In diesen Bereichen bildet sich auch durch stärkeren Nadelverlust bevorzugt das bekannte Fichtenfenster.

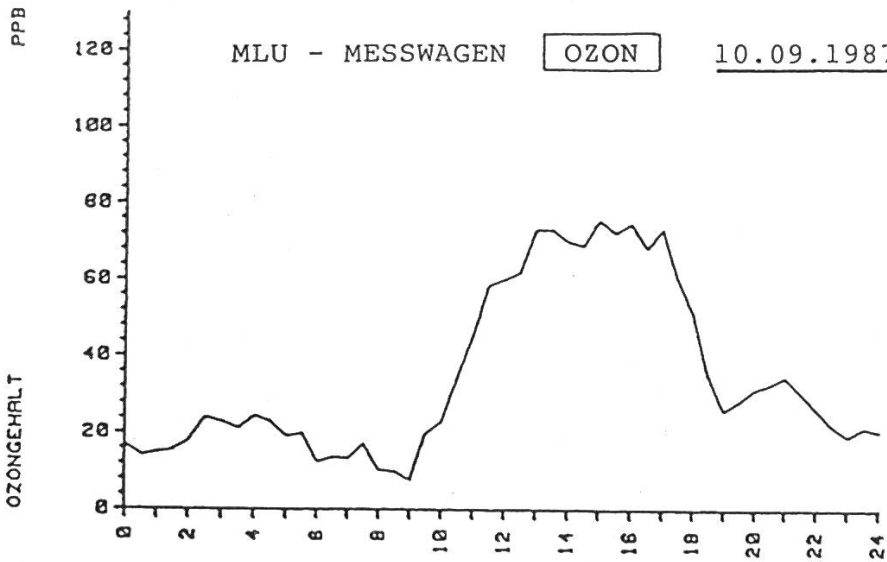
### Smogbildung im Wald

Durch den Einsatz eines Luftgütemesswagens (Abbildung 2) konnten äusserst interessante Zusammenhänge, die teilweise schon aus städtischen Bereichen bekannt waren (Grennfelt, et al., 1982), zwischen dem Ozongehalt (Ozonbildung), der Temperatur, der relativen Luftfeuchtigkeit und der Teilchenbildung aufgezeigt werden. Der Kohlenmonoxidgehalt ist bei hohen Ozon-(Oxidantien)gehalten jeweils auch erhöht.

### Stickstoffmonoxidausgasung aus dem Boden

Bei den Messvorgängen im Lehrforst (Krapfenbauer, 1987) war unter anderem besonders aufgefallen, dass im bodennahen Bereich an windruhigen Schönwettertagen die Stickstoffmonoxidgehalte (Abbildung 3) beachtlich höher als die Stickstoffdioxidgehalte lagen.

MESSERGEBNISSE - ROSALIA - 1987



EINSATZ DES MLU-  
LUFTGÜTEMESSWAGENS  
IM LEHRFORST DER  
UNIVERSITÄT FÜR  
BODENKULTUR IM  
SEPTEMBER 1987

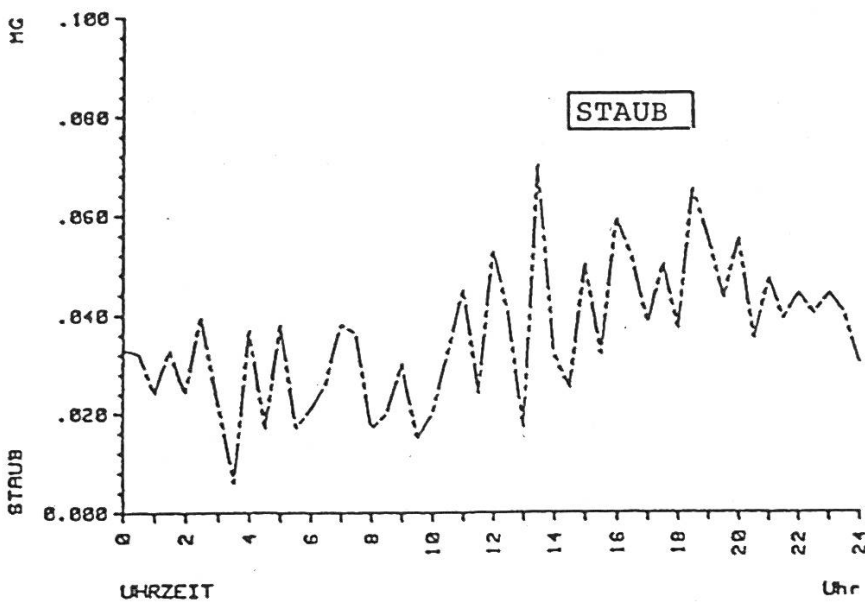
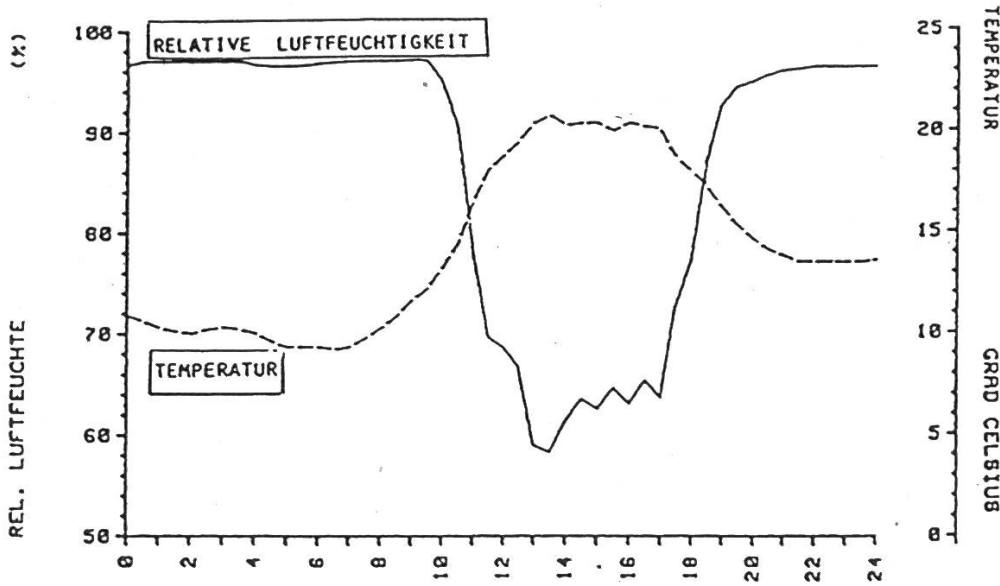


Abbildung 2. Zusammenhänge zwischen Ozontagesgang und Tagesgängen von Temperatur und Staub positiv, aber negativ zwischen relativer Luftfeuchtigkeit und Ozontagesgang.

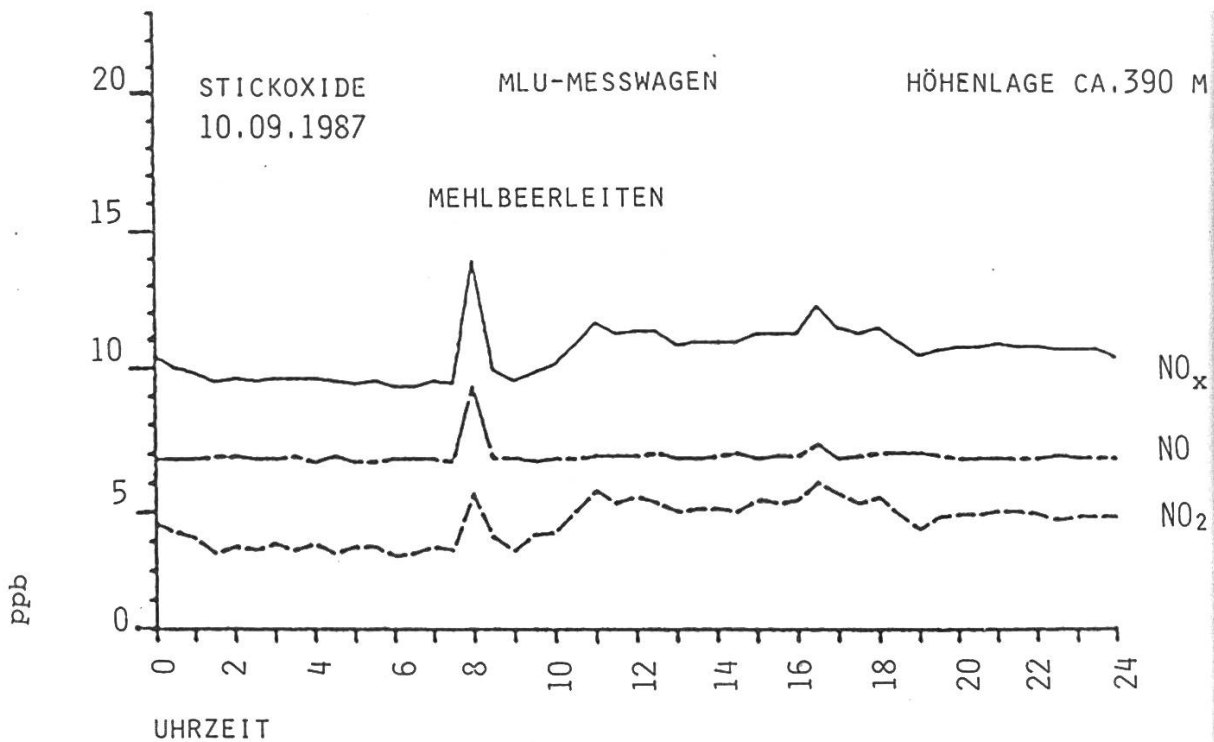


Abbildung 3. Die NO<sub>x</sub>-Messungen in Bodennähe, am 10. September 1987, in der Höhenlage von etwa 390 m, zeigen durchgehend einen höheren Gehalt an Stickstoffmonoxid (NO) gegenüber Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>).

### Versuche zur Stickstoffmonoxidausgasung aus Waldböden

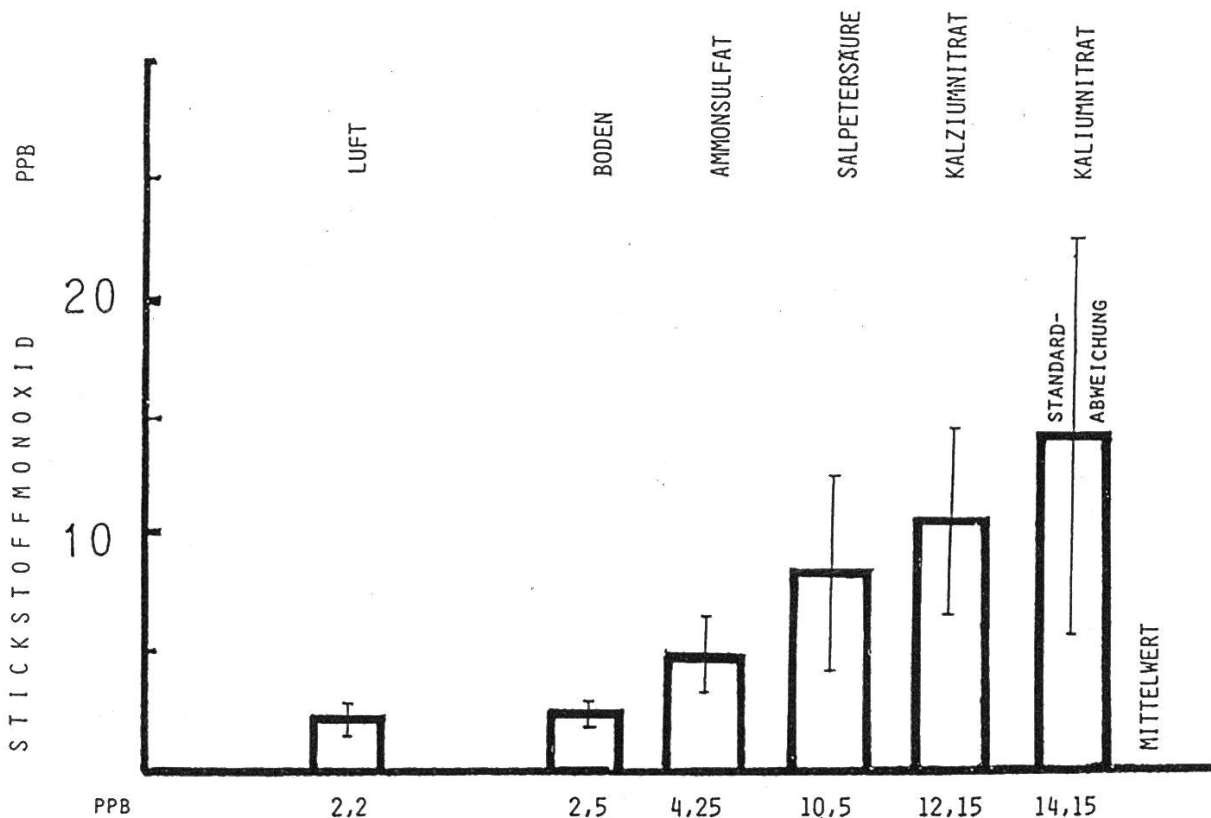
Es ist in Anbetracht der hohen Einträge von Stickstoffverbindungen in die Waldökosysteme über trockene und feuchte Depositionen (Niederschläge), besonders in Form von Nitraten, naheliegend, dass Ausgasungsprozesse aus den Böden eine zunehmende Rolle bei der Ozonbildung im ländlichen Raume spielen.

Höhere Stickstoffmonoxid- und Stickstoffdioxid-Konzentrationen im Bestandesinneren als über den Baumkronen wurden zum Beispiel auch von *G. Baumbach et al.* (1987) gemessen. Aus den Ergebnissen wurde auch auf eine Ausgasung von Stickoxiden aus den Waldböden geschlossen.

Der Sachverhalt wurde im August 1988 überprüft. Nach der Aufbringung bescheidener Mengen von Salpetersäure, Nitraten und Ammonsulfat auf Probeflächen (4mal wiederholt) wurde die Ausgasung von Stickstoffmonoxid nachgewiesen. Unter den reduzierenden Bedingungen in den schwachsauren bis sauren humosen Oberböden erfolgte offenbar eine relativ rasche Reduktion des Nitrations zu Stickstoffmonoxid. Die ersten Versuche zur Stickstoffmonoxid-Ausgasung wurden Mitte August in einem Buchenbestand mit eingesprengter Fichte in der Tallage des Lehrforstes durchgeführt.

Auf den ersten Erfahrungen fussend, wurden Anfang Oktober 1988, bei relativ kaltem Wetter, in der Kammlage des Rosaliengebirges in einem Fichtenbestand die Versuche wiederholt. Unmittelbar nach dem Auftragen der Stickstoffverbindungen konnten auf den Flächen mit der Nitratbehandlung hohe Stickstoffmonoxid-Ausgasungen festgestellt werden (*Abbildung 4*). Aber auch aus den Flächen mit Ammonsulfatzusatz und den Nullflächen gaste Stickstoffmonoxid aus. Zum Vergleich ist auch in der Bestandesluft, in etwa 4 m Höhe über dem Boden, die Konzentration an Stickstoffmonoxid fest-

gestellt worden. Die Abnahme des Stickstoffmonoxidgehaltes mit zunehmender Höhe über dem Boden resultiert aus dem Vermischungsprozess der bodennahen Luftschichten mit der Bestandesluft. Aus den Versuchen kann gefolgert werden, dass Waldböden Stickstoffmonoxid abgeben. An windstillen und sonnigen Tagen steigen die Stickstoffmonoxid-Konzentrationen besonders an (*Abbildung 3*).



*Abbildung 4.* NO-Ausgasung aus unbehandelten und behandelten Böden im Vergleich zu NO-Gehalten in der Luft, 4 m über dem Boden.

### Schlussfolgerungen

Aus den Ozonmessergebnissen im Wipfelbereich und den bisherigen Anhaltspunkten über die Ausgasung von Stickstoffmonoxid resultiert, dass im Wald selbst beachtliche Mengen von Vorstufen (Kohlenwasserstoffe aus den Blattorganen, verstärkt durch den Schadstoffstress, Stickstoffoxide durch die Ausgasung von Stickstoffmonoxid aus dem Boden nach der Deposition) für die Ozon-(Oxidantien)bildung entstehen.

#### Literatur

- Baumbach, G., Baumann, K., Dröscher, F. (1987): Luftverunreinigung in Wäldern. Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen der Universität Stuttgart; Abteilung Reinhaltung der Luft, Bericht Nr. 5.
- Grennfelt, P., Samuelsson, U., Nielsen, T., Thomson, El. (1982): The presence of PAN in long-range transported polluted air masses. See Versino, B., Ott, H. (eds), pp. 619–624.
- Krapfenbauer, A. (1987): Messergebnisse von der NÖ Luftgütemessstelle Rosalia, den Messtürmen und dem MLU-Luftgütemesswagen. Forschungsbericht – Selbstverlag.