

**SONDERDRUCK AUS:**

**Deutscher Wetterdienst**



**Annalen der Meteorologie**

**37**

**Deutsche Meteorologen-Tagung  
14. - 18. September 1998 in Leipzig**

**Band 1**

**Offenbach am Main 1998**

**Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes**

# SODAR-Analyse von Turbulenz und Wind während sekundärer nächtlicher Ozonmaxima in einem Urbanen Park

Reitebuch, O.<sup>1</sup>, A. Straßburger<sup>2</sup>, S. Emeis<sup>1</sup> und W. Kuttler<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fraunhofer-Institut für Atmosphärische Umweltforschung  
Kreuzeckbahnstr. 19, D-82467 Garmisch-Partenkirchen  
[reitebuch@ifu.fhg.de](mailto:reitebuch@ifu.fhg.de), [emeis@ifu.fhg.de](mailto:emeis@ifu.fhg.de)

<sup>2</sup>Institut für Ökologie<sup>1</sup>, Abt. Landschaftsökologie, Universität-GH Essen, D-45117 Essen  
[a.strassburger@uni-essen.de](mailto:a.strassburger@uni-essen.de), [w.kuttler@uni-essen.de](mailto:w.kuttler@uni-essen.de)

Die Höhe troposphärischer Ozonkonzentrationen wird durch chemische Bildungs- und Abbaureaktionen, Advektion, turbulenten vertikalen Austausch und Deposition bestimmt. Das Hauptmaximum tritt in der Regel am Tag auf. Gelegentlich werden jedoch auch sekundäre nächtliche Maxima beobachtet, für deren Zustandekommen aufgrund der nachts fehlenden Bildungsprozesse nur vertikaler Austausch und Advektion in Frage kommen. Man beobachtet diese Maxima während advektionsarmer Verhältnisse im Flachland (WINKLER 1980, CORSMEIER et al. 1997, STRAßBURGER und KUTTNER 1998), in Tälern (LÖFFLER-MANG et al. 1997) und auf Berggipfeln (SAMSON 1978). Nächtliche Nebenmaxima können auch durch Frontdurchgänge verursacht sein (LÖFFLER-MANG et al. 1996).

Das Auftreten nächtlicher O<sub>3</sub>-Maxima im Flachland wurde in einer großen innerstädtischen Grünfläche, dem Grugapark Essen (70 ha), untersucht (KUTTNER und STRAßBURGER 1997). Dazu wurden im Zeitraum von Mai 1995 bis September 1997 während windschwacher, einstrahlungsreicher Witterungsbedingungen im Sommer bodennahe lufthygienische und meteorologische Messungen von insgesamt 725 h Dauer durchgeführt. 60 % der insgesamt 27 untersuchten Tagesgänge wiesen sekundäre nächtliche Maxima auf. Diese traten bei bodennahen Temperaturinversionen zeitgleich mit einer Erhöhung der Lufttemperatur auf, was auf einen Vertikaltransport hindeutet.

Die Ursache sekundärer Maxima wurde während einer Meßkampagne in der Zeit vom 24.-30. Mai 1997 analysiert. Ziel der Untersuchung war es, den Zusammenhang zwischen dem erhöhten vertikalen Austausch (beschrieben durch die Standardabweichung der vertikalen Windkomponente  $\sigma_w$ ) und nächtlichen Anstiegen der Ozonkonzentrationen zu dokumentieren. Die Untersuchung der bodennahen meteorologischen Größen und der lufthygienischen Komponenten O<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>, CO und NMHC erfolgte mit Hilfe eines Meßwagens. Die vertikale Struktur der unteren Troposphäre wurde durch ein hochreichendes SODAR (METEK DSDR3x7, REITEBUCH und EMEIS 1998) und zeitweise durch Fesselballonsondierungen erfaßt.

Die bodennahen Messungen zeigten in diesem Zeitraum mehrere Nächte mit sekundären Ozonmaxima. Ein derartiger Tagesgang ist in Abb. 1 für ausgewählte Komponenten exemplarisch dargestellt. Parallel zu dem zwischen 23 und 3:30 MEZ zu beobachtenden O<sub>3</sub>-Maximum, das 60 % des Tageshöchstwertes erreicht, ist eine Erhöhung der bodennah gemessenen Lufttemperatur (1 m ü. Gr.) um 2 K, eine Abnahme des bodennahen Temperaturgradienten von 0,25 K m<sup>-1</sup> auf 0,09 K m<sup>-1</sup>, ein Anstieg der horizontalen Windgeschwindigkeit von 0 auf 1,2 m s<sup>-1</sup> sowie eine Verringerung der CO- und NO<sub>x</sub>-Konzentrationen zu verzeichnen.

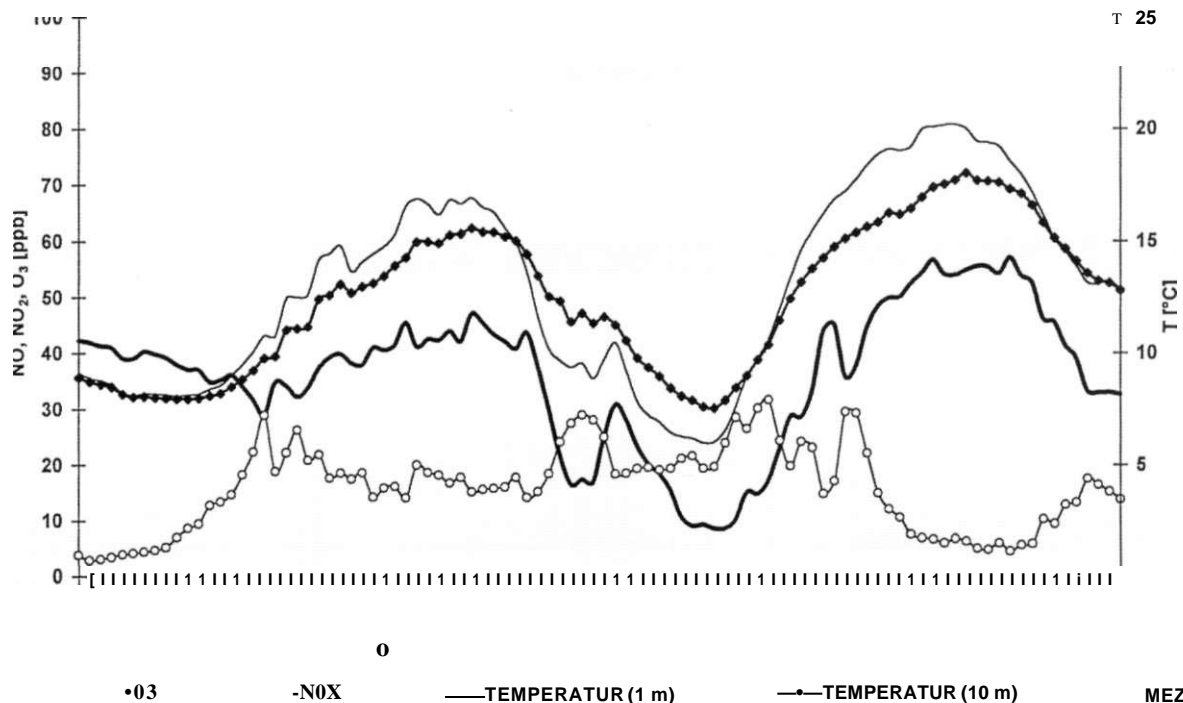


Abb. 1: Tagesgang der O<sub>3</sub>- und NO<sub>x</sub>-Konzentrationen, der Lufttemperatur (1 und 10 m Höhe ü. Gr.) am 28./29.05.1997 im Grugapark der Stadt Essen (30-min-Mittelwerte, Datenbasis: 10-s-Werte)

Durch die SODAR-Messungen konnte zeitgleich zum Auftreten der nächtlichen O<sub>3</sub>-Maxima eine Erhöhung der Turbulenz in Bereichen erhöhter Windscherung nachgewiesen werden. Als Auslöser für die Turbulenzzunahme konnten sowohl nächtliche niedertroposphärische Windmaxima (LLJs) als auch Frontdurchgänge festgestellt werden. Die nächtlichen LLJs werden lückenlos durch die Ableitung der mittleren dreidimensionalen Windgeschwindigkeit aus den SODAR-Messungen dokumentiert. Der hier vorgestellte gleichzeitige Einsatz von bodennahen Messungen und Vertikalsondierungen erlaubt eine weitgehende Erklärung für die beobachteten nächtlichen Anstiege der O<sub>3</sub>-Konzentrationen in einer bisher noch nicht da gewesenen Form.

Corsmeier, U., N. Kalthoff, O.Kolle, M. Kotzian and F. Fiedler, 1997: Ozone concentration jump in the stable nocturnal boundary layer during a LLJ-event. *Atmos. Environ.*, **31**, 1977-1989.

Kuttler, W. und A. Straßburger, 1997: Analyse Kfz-relevanter Immissionen in innerstädtischen Verkehrs- und Grünflächen. Schriftenreihe der Forschungsvereinigung Automobiltechnik e. V., 131, 1-102.

Löffler-Mang, M., M. Kunz and M. Kossmann, 1996: A nocturnal cold front over complex terrain and its influence on the ozone concentrations at the ground. *Meteorol. Z., N. F.*, **5**, 308-317.

Löffler-Mang, M., M. Kossmann, R. Vögtlin and F. Fiedler, 1997: Valley wind Systems and their influence on nocturnal ozone concentrations. *Beitr. Phys. Atmosph.*, **70**, 1-14.

Reitebuch, O. und S. Emeis, 1998: SODAR measurements for atmospheric research and environmental monitoring. *Meteorol. Z., N.F.* **7**, 11-14.

Samson, P.J., 1978: Nocturnal ozone maxima. *Atmos. Environ.*, **12**, 951-955.

Strassburger, A. und W. Kuttler, 1998: Diurnal courses of ozone in an inner urban park. *Meteorol. Z., N.F.* **7**, 15-18.

Winkler, P., 1980: Störungen der nächtlichen Grenzschicht. *Meteorol. Rdsch.*, **33**, 90-94.