

Partikel-Anzahl- und CO₂-Flüsse über dem Stadtgebiet von Münster, NW Deutschland

F. Dahlkötter (1), F. Grießbaum (1), A. Schmidt (2), and O. Klemm (1)

(1) AG Klimatologie, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Robert-Koch-Str. 26, 48149, Münster, Germany, (2) Department of Forest Ecosystems and Society, Oregon State University, 321 Richardson Hall, Corvallis, OR, 97331, USA

Vom 9. Juli bis zum 24. September 2009 wurden turbulente vertikale Partikel-Anzahl-Flüsse und CO₂-Flüsse in Münster, Nordwest-Deutschland, gemessen, um die jeweiligen vertikalen Flüsse in der urbanen Grenzschicht zu charakterisieren. Das Messsystem befand sich in einer Höhe von 65 m über Grund auf einem Funkturm. Die Messung der Partikel-Anzahl-Konzentration (Durchmesser > 11 nm) erfolgte durch einen Kondensations-Partikelzähler (CPC 3760A, TSI Incorporated) und die Messung der CO₂-Konzentrationen durch ein Infrarot-Hygrometer (Li-7500, LI-COR), jeweils mit einer zeitlichen Auflösung von 10 Hz. Die Berechnung der Flüsse erfolgte unter Anwendung der Eddy-Kovarianz-Methode. Um den Einfluss verkehrsbedingter Emissionen auf die Partikel-Anzahl-Flüsse und die CO₂-Flüsse zu bestimmen, wurden stündliche Verkehrsbelastungen für 45°-Sektoren, vom Messturm ausgehend, berechnet. Die gemittelten Flüsse sind im Tagesverlauf und innerhalb der Sektoren beständig aufwärts gerichtet, was bedeutet, dass das Stadtgebiet Münsters durchgehend als Partikel-Anzahl- und CO₂-Quelle in den betrachteten Größenklassen fungiert.

Die Verkehrsbelastungen variieren im Tagesverlauf und innerhalb der 45°-Sektoren. Weiteres ist Unterschieden in der Landnutzung zwischen den Sektoren zuzuordnen. Im Tagesverlauf sind zwei Maxima, während der morgendlichen und der abendlichen Hauptverkehrszeit, erkennbar.

Die stündlich gemittelten Partikel-Anzahl-Flüsse reichen werktags von 11 bis 151 * 10⁶ m⁻² s⁻¹ und am Wochenende von 14 bis 134 * 10⁶ m⁻² s⁻¹. Die Tagesgänge der gemittelten Partikelflüsse weisen ähnliche Verläufe wie die Tagesgänge der stündlichen Verkehrsbelastungen für werktags und für Wochenenden auf, was durch statistisch signifikante Korrelationen bestätigt wird ($R^2 = 0.57$ für werktags, $R^2 = 0.60$ für Wochenenden). Dementsprechend sind verkehrsbedingte Emissionen die Hauptquelle für den städtischen Partikel-Anzahl-Fluss. Ein mittlerer Anteil von 16 * 10⁶ m⁻² s⁻¹ an Werktagen und 27 * 10⁶ m⁻² s⁻¹ am Wochenende kann anderen urbanen Quellen, wie der Industrie oder Kleinfeuерungsanlagen zugeordnet werden.

Die sektorspezifisch gemittelten CO₂-Flüsse korrelieren ebenfalls sehr gut mit der jeweiligen Verkehrsbelastung. Neben dem Einfluss der Emissionen verschiedener urbaner Quellen ist auch die photosynthetische Aktivität eine entscheidende Einflussvariable für die Tagesverläufe des CO₂-Flusses. Die stündlich gemittelten CO₂-Flüsse liegen werktags in einem Bereich von 4 bis 11 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ und am Wochenende von 2 bis 8 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ mit den jeweils höheren Werten nachts bis zum Beginn des photosynthetischen Abbaus des CO₂. Der Einfluss der photosynthetisch aktiven Vegetation im Stadtgebiet auf den CO₂-Fluss wurde quantifiziert. Um den Anteil der Emissionen des Straßenverkehrs auf den CO₂-Fluss zu berechnen, wurden Emissionsfaktoren für CO₂ auf die Verkehrsbelastung angewendet. Der Anteil des Straßenverkehrs auf den CO₂-Fluss liegt tagsüber bei 40 bis 50 %, wohingegen der Anteil nachts minimal ist. Ein mittlerer Anteil von 5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ an Werktagen und ebenso am Wochenende kann anderen urbanen Quellen zugeordnet werden.

Unter Anwendung von Emissionsfaktoren anderer Studien für den Straßenverkehr wurden Partikel- und CO₂-Flüsse berechnet, um die vorliegenden Ergebnisse zu validieren. Der Vergleich zeigt, dass die gemessenen und berechneten Flüsse gut übereinstimmen, was die Qualität der Messung bestärkt.