

Sonderdruck aus:

Deutscher Wetterdienst



Annalen der Meteorologie

34

**4. Deutsche Klimatagung
vom 1. bis 3. Oktober 1997 in Frankfurt a. M.**

Effektivität und zeitliche Variation eines strahlungsnächtlichen Stadtbelüftungssystems in Köln

D. Düttemeyer und W. Kuttler

Institut für Ökologie, Abt. Landschaftsökologie, Universität-GH Essen

1. Einleitung

Die Eintrittsvorhersagbarkeit städtischer Flurwinde ist trotz detaillierter Kenntnisse (1) (2) in der konkreten Anwendung nach wie vor schwierig. Insbesondere bei Städten in ausgeprägtem Großrelief können neben dem Flurwind weitere strahlungsnächtliche Windsysteme wie lokale Hangab- und regionale Bergwinde eine effektive Innenstadtbelüftung bewirken. In dem hier untersuchten rechtsrheinischen Kölner Stadtgebiet können aufgrund der östlichen Talrandlage in der Kölner Bucht und der Freiflächenorientierung theoretisch alle drei Windsysteme gleichzeitig als südöstliche Winde auftreten, so daß eine zeitliche und räumliche Differenzierung zwischen diesen Luftströmungen problematisch ist. Die Ermittlung des hinsichtlich der Innenstadtbelüftung relevanten Windsystems ist für die städtebauliche Planung von Bedeutung (3) (4) und Ziel dieser Studie.

2. Methodik

Die Messungen erfolgten von Juli 1995 bis Juli 1996 durch kontinuierliche Erfassung von Dreiminutenmittelwerten der Lufttemperatur und -feuchtigkeit in 2 m ü. Gr. sowie der Windrichtung und -geschwindigkeit in 4 m ü. Gr. an neun Meßstationen (Abb. 1), ferner in ausgewählten Strahlungs Nächten durch SF₆-Ausbreitungsversuche (2 m ü. Gr.), vertikale Ballonsondierungen, Temperaturmeßfahrten sowie durch Thermalbildauswertungen. Als Ventilationsflächen wurden Flächen mit einer Rauigkeit $z_0 < 0,5$ m definiert (5), als Kaltluftproduktionsflächen unversiegelte Flächen (Landwirtschafts-, Brach-, Park-, Rasen- und Forstflächen). Die hier präsentierten Ergebnisse spiegeln die windklimatische Situation im rechtsrheinischen Stadtgebiet Kölns aus 25, hauptsächlich sommerlichen Strahlungs Nächten wider.

3. Ergebnisse

Die an den Stationen gemessen, strahlungsnächtlichen Hauptwindrichtungen (Abb. 1) scheinen auf einen gerichteten Kaltlufttransport von den Kaltluftproduktions- und Ventilationsflächen im östlichen Umland zur Innenstadt hinzuweisen, der durch kontinuierliche Hangabwinde unterstützt wird (Station FS). Dabei erreicht die mittlere Wärmeinselintensität $zT_{(s-u)}$ zwischen Innenstadt (St. CY) und Umland (St. FS) zwischen 22 und 5 Uhr MEZ mit 3,8 K ihr Maximum (Abb. 2), so daß die thermische Flurwindvoraussetzung gegeben ist. Aufgrund der innenstadtfernen Ventilationsflächenlage (Abb. 1) und deren Separation durch Autobahndämme und Industriegebiete ist jedoch ein Vordringen eines Flurwindes in die Innenstadt nicht möglich, wie Abb. 3 beweist. Stellvertretend für die anderen Umlandstationen herrscht an St. TC während der größten Wärmeinselintensität ein heterogenes nordöstliches Windfeld vor, das einen kontinuierlich in die Innenstadt gerichteten Kaltlufttransport ausschließt und auf mikroskalige Kaltluftbewegungen innerhalb der Ventilationsflächen hindeutet. Unterstützt wird diese Aussage durch die nachtsstundenabhängigen Windrichtungsisoplethen (Abb. 4). Das heterogene Windfeld an St. TC dauert während des Wärmeinselmaximums bis ca. 2 Uhr MEZ an, bevor sich bei gleichzeitigem Abklingen der Wärmeinselintensität (vergl. Abb. 2) eine konstantere SE-Strömung einstellt, die bis nach Sonnenaufgang andauert. Diese auch an den anderen Stationen gefundene SE-Strömung wird durch einen in der südlichen Kölner Bucht entstehenden Kaltluftstrom (6) verursacht, der als regionaler, südöstlicher Rheintalwind während der zweiten Nachthälfte das Kölner Stadtgebiet erreicht. Dieser

ca. 100 m mächtige Kaltluftstrom führt anstelle des Flurwindes zu einer tiefreichenden Innenstadtbelüftung, wie anhand des SF₆-Kaltluftausbreitungsversuches mit Quellpunkt am Bauungsrand (St. IE) in der Nacht vom 09.08.1995 nachgewiesen werden konnte (Abb. 1).

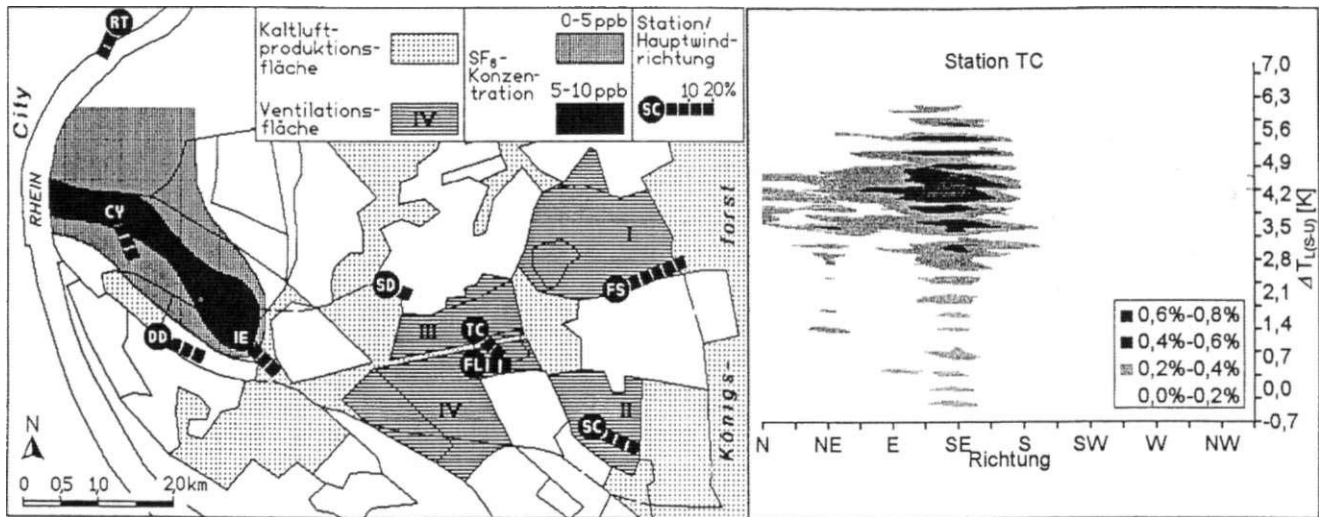


Abb. 1: Untersuchungsgebiet Köln-Ost inklusive Kaltluftproduktions- und Ventilationsflächen und Hauptwindrichtungen an den Meßstationen für 25 Strahlungsnächte. SF₆-Verteilung für Strahlungsnacht vom 9.-10.08.1995.

Abb. 3: Windrichtungsverteilung in Abhängigkeit der Wärmeinselintensität an Ventilationsflächenstation TC für 25 Strahlungsnächte,

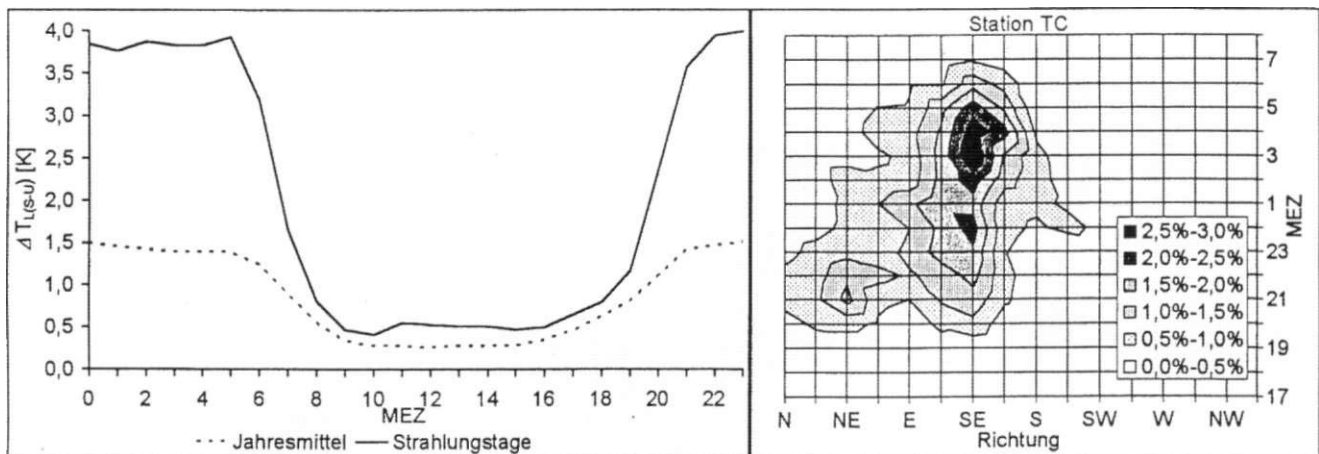


Abb. 2: Mittlerer Tagesgang der Kölner Wärmeinselintensität für die Meßperiode 7.6.1995 bis 6.6.1996 und für 25 Strahlungstage derselben Periode.

Abb. 4: Nachtstundenabhängige Windrichtungsverteilung an Ventilationsflächenstation TC für 25 Strahlungsnächte.

Literatur

- (1) W. Kuttler: Spatial and Temporal Structures of the Urban Climate - A Survey. In: K. Grefen und J. Löbel (Hrsg.): Environmental Meteorology. 305-333. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 1988.
- (2) J. E. Cermak, A. G. Davenport, E. J. Plate, D. X. Viegas (Hrsg.): Wind Climate in Cities. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 1995.
- (3) W. Kuttler: Aspekte der angewandten Stadtklimatologie. Geowissenschaften 14 (1996), 221-228.
- (4) A.-B. Barlag, W. Kuttler: The Significance of Country Breezes for Urban Planning. Energy and Buildings, Lausanne 15 (1991), 291-297.
- (5) A. Matzarakis, H. Mayer: Mapping of urban air paths for planning in Munich. - In: Wiss. Ber. Inst. Meteor. Klimaforsch. Univ. Karlsruhe 16 (1992), 13-22.
- (6) R. Luft: Das Klima von Bonn-Beuel. Mit besonderer Berücksichtigung des Siebengebirgswindes. Ztschr. f. angew. Meteorologie. Das Wetter. 55 (1938), 155-158, 191-197, 234-239.