

# Turbulenzparametrisierung in einem mikroskaligen Modell der Gebäudeumströmung

S. Lopez, C. Lüpkes

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung  
27568 Bremerhaven, Deutschland

## 1 Einleitung

In Zusammenarbeit mit der Universität Hamburg, dem IfT Leipzig und dem IFU Garmisch-Partenkirchen wird ein mikroskaliges, dreidimensionales, hindernisauflösendes Transport- und Strömungsmodell (MITRAS) zur Berechnung des Schadstofftransportes in der städtischen Hindernisschicht entwickelt. Am AWI werden die Auswirkungen unterschiedlicher Parametrisierungen subskaliger Flüsse von Impuls, Wärme, Feuchte und von Schadstoffen im Modell untersucht. Die ersten bereits vorliegenden Ergebnisse mit verschiedenen Turbulenzschliessungen sollen hier vorgestellt werden.

## 2 Turbulenzschliessung

Das Modell wurde bisher mit einer horizontalen und vertikalen Gitterweite von 8 m betrieben. Zur Berücksichtigung der unterhalb dieser Gitterweite auftretenden Turbulenz wurden drei verschiedene, auf dem Gradientansatz basierende Turbulenzparametrisierungen benutzt. Die erste ist die sog. Smagorinsky-Schliessung, bei der die Diffusionskoeffizienten als Funktion der Mischungsweglänge und der Windscherung berechnet werden. Bei den beiden anderen ergeben sich die Diffusionskoeffizienten als Funktion der turbulenten kinetischen Energie (TKE), die über eine prognostische Gleichung bestimmt wird. Bei der TKE-1-Schliessung (Mellor-Yamada (1974), level 2.5) sind die Diffusionskoeffizienten ausserdem eine Funktion des Mischungsweg-

ges, während sie bei der ebenfalls benutzten TKE- $\epsilon$ -Schliessung (Prandtl-Kolmogorov-Ansatz) als Funktion der TKE und der Energiedissipationsrate  $\epsilon$  bestimmt werden. Für  $\epsilon$  wird ebenfalls eine prognostische Gleichung gelöst.

## 3 Ergebnisse

Schon die Ergebnisse eindimensionaler Modellrechnungen liefern stark unterschiedliche Ergebnisse, wenn die verschiedenen Turbulenzparametrisierungen benutzt werden. Als Beispiel zeigt Abb. 1 die mit den genannten Parametrisierungen bestimmten Windprofile für einen geostrophischen Wind von 3 m/s.

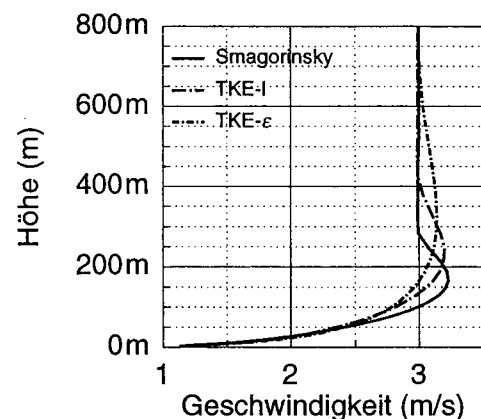


Abbildung 1: Betrag der Horizontalgeschwindigkeit für verschiedene Turbulenzparametrisierungen

Während mit der Smagorinsky-Schliessung die Grenzschichthöhe schon in 300 m

liegt, ist sie bei der TKE-1-Schliessung in 400 m, bei der TKE- $\epsilon$ -Schliessung bei ca. 600 m.

In dreidimensionalen Modellsimulationen wurde ein einzelnes, quer zur Windrichtung stehendes Gebäude von 50 m Höhe überströmt, das sich vom linken bis zum rechten Modellrand erstreckt. Da eine Umströmung nicht möglich ist, zeigt die stationäre Lösung, die in Abb. 2 als Vertikalschnitt für die verschiedenen Parametrisierungen dargestellt ist, eine quasi zweidimensionale Strömung. Das Strömungsfeld ist quer zum Wind homogen.

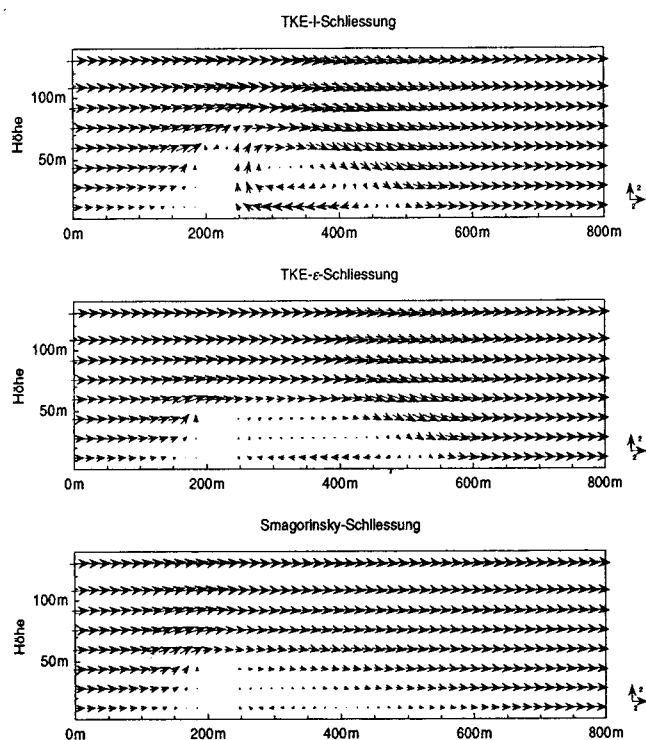


Abbildung 2: Vektordarstellung des Strömungsfeldes für verschiedene Schliessungen (Einheit: m/s)

Die Abbildung zeigt, dass das Modell mit allen Schliessungen einen schwach ausgebildeten Wirbel vor dem Haus sowie einen unterschiedlich stark ausgeprägten Leewirbel produziert. Die grösste Intensität besitzt der Leewirbel bei der Anwendung der TKE-1-Schliessung. Nur bei dieser Schliessung entsteht auch ein Dachwirbel, der auch häufig in Windkanalsimulationen beobachtet wird.

Die Ergebnisse der TKE-1-Schliessung und insbesondere das Auftreten des Dachwirbels hängen stark von der Wahl der Mischungswegparametrisierung ab. Die TKE- $\epsilon$ -Schliessung reagiert empfindlich auf die Wahl empirischer Konstanten, die in der prognostischen Gleichung für die Dissipationsrate auftreten. Ein erster Vergleich mit in Hamburg durchgeführten Windkanalmessungen zeigt, dass realistische Ergebnisse mit Konstanten nach Beljaars et al (1986) erzielt werden.

## 4 Literatur

Beljaars, A.C.M., Walmsley, J.L., Taylor, P.A. (1986): A mixed spectral finite-difference model for neutrally stratified boundary-layer flow over roughness changes and topography, *Boundary-Layer Meteorology* **38**, pp. 273-303

Mellor, G.L., Yamada, T. (1974): A Hierarchy of Turbulence Closure Models for Planetary Boundary Layers, *Journal of Atmospheric Science*, **31**, pp. 1791-1806