

Zusammenhänge zwischen turbulenter Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion und Vertikalprofil von Skalaren während FLUXPAT

Graf, A., Herbst, M., Weihermüller, L., Huisman, S., Geiß, H., Rascher, U., Schickling, A., Knaps, A., Möllmann-Coers, M., Pütz, Th., Vereecken, H.
 Institut für Chemie und Dynamik der Geosphäre, Forschungszentrum Jülich, 52425 Jülich
 El-Madany, T., Institut für Landschaftsökologie, Universität Münster, 48149 Münster
 Crewell, S., Schween, J., Institut für Geophysik und Meteorologie, Universität zu Köln, 50937 Köln
 Schmidt, M., Schneider, K., Geographisches Institut der Universität zu Köln, 50674 Köln
 Schüttemeyer, D., Meteorologisches Institut der Universität Bonn, 53121 Bonn
 Neininger, B., Met-Air AG, Sonnenberg 27, 6313 Menzingen, Schweiz

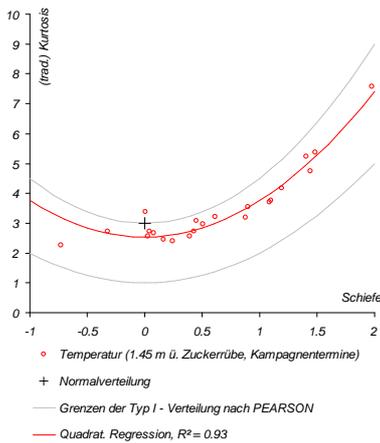


Hintergrund

Im Rahmen des Sonderforschungsbereichs TR32 wurde im Frühjahr und Sommer 2008 die Messkampagne FLUXPAT durchgeführt, die auf der im letzten Jahr vorgestellten COCA-IV-Kampagne aufbaut. Mit angepasstem und erweitertem Methodenspektrum wurden auf zwei Feldstandorten (50°50' N, 06°30' E) mit je einem Weizen- und einem Zuckerrübenfeld bodengebundene Messungen der Gesamtflüsse von fühlbarer Wärme, CO₂ und Wasserdampf (4 Eddy-Kovarianz-Stationen), der Bodenrespiration (2 Kammersysteme), der pflanzlichen Photosynthese (Gaswechsellüvetten und Chlorophyllfluoreszenz) und spektraler Eigenschaften der Pflanzendecke durchgeführt. Zugleich wurden diese Flüsse und die entsprechenden Skalare von einem in unterschiedlichen Höhen fliegenden Motorsegler (MetAir-Dimona) erfasst. In Höhen bis 120 m ü. Grund wird das Temperatur- und Feuchteprofil vom meteorologischen Turm des Forschungszentrums Jülich geschlossen.

Im Folgenden werden Eigenschaften der Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion (Pdf) turbulenzauflösend gemessener Skalare an den Eddy-Kovarianz-Stationen (EC) zu deren Vertikalprofil in der Grenzschicht in Beziehung gesetzt.

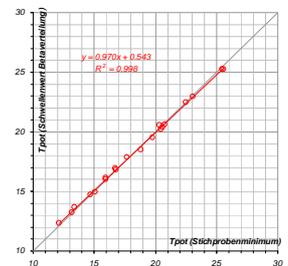
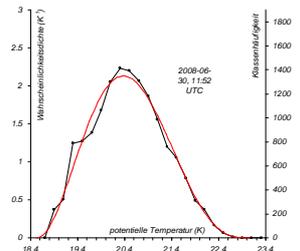
Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen (Pdf)



Annähernd GAUSSsche Normalverteilung ist bei turbulenten Fluktuationen bodennah gemessener Größen bekanntermaßen eher ein Sonderfall als die Regel (vgl. Moene et al. 2006). Eine Verortung von Schiefe und (traditioneller) Kurtosis im PEARSON-System zeigt, dass die Temperaturfluktuationen an den EC-Stationen allgemeingültiger durch die Betaverteilung beschrieben werden können (Abb. links). Diese wird bereits in der statistischen Analyse von Schadstoffen aus Punktquellen genutzt (Chatwin et al. 1995).

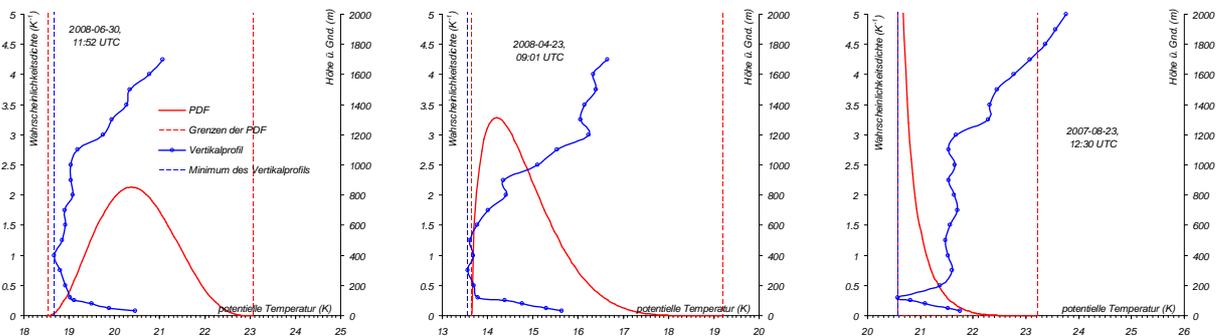
$$p(T) = \frac{\Gamma(p)\Gamma(q)}{\Gamma(p+q)} (T_{max} - T_{min})^{p+q-1} (T - T_{min})^{p-1} (T_{max} - T)^{q-1}$$

mit T Temperatur, p und q Formparameter, $T_{min/max}$ Schwellenwerte, Γ Gammafunktion. Werden die vier Parameter der Funktion aus den (modifizierten) Momenten Mittelwert, Varianz, Schiefe und Kurtosis der Turbulenzmessungen geschätzt (Johnson et al. 1995), so gibt der untere Schwellenwertparameter das tatsächliche Temperaturminimum der Messung mit einer Genauigkeit von 0.19 K (RMSE) wieder (Abb. rechts). Dies legt die Vermutung nahe, dass turbulente Fluktuationen einer Variablen durch ihre in der Grenzschicht verfügbaren Größen limitiert sind.



Vergleich mit Vertikalprofilen

Aus den Flugzeug- und Turmmessungen stehen zu einzelnen Terminen (überwiegend sommerliche Strahlungstage) Vertikalprofile der Temperatur und Feuchte von der Oberfläche bis mindestens 900 m (bis zu 2100 m) ü. Grund zur Verfügung. Werden sowohl die turbulenten Schwankungen an den EC-Stationen als auch die Vertikalprofile als potentielle Temperatur miteinander verglichen, so entspricht der untere Schwellenwert der Pdf meist dem Minimum des Vertikalprofils (mitt. quad. Fehler RMSE = 0.34 K), also dem Wert an der Inversionsuntergrenze. Deren Höhe und Ausprägtheit bestimmt somit entscheidend die Form der Pdf.



Ausblick

Andere turbulente, konservative Skalare (spezifische Feuchte, CO₂) zeigen weiter streuende Schiefe-Kurtosis-Beziehungen, so dass eine Schwellenwertschätzung über die Betaverteilung oft nicht möglich ist. Eine mögliche Ursache ist die räumliche Heterogenität der zugrundeliegenden Flüsse. Hier müssen andere Methoden zur Überprüfung der Beschränktheit gefunden werden.

Im Falle der Temperatur bietet sich als weiterer Überprüfungsschritt die Untersuchung turbulenter Pdf aus anderen Messhöhen an.

Literatur

Chatwin, P.C.; Lewis, D.M.; Sullivan, P.J. (1995): Turbulent dispersion and the beta distribution. *Environmetrics* 6: 395-402.
 Johnson, N.L.; Kotz, S.; Balakrishnan, N. (1995): *Continuous univariate distributions* Bd. 2, 2. Aufl. Wiley, New York, 719 S.
 Moene, A.F.; Schüttemeyer, D.; Hartogensis, O.K. (2007): *Scalar similarity functions: The influence of surface heterogeneity and entrainment*. 22-25. Mai 2006, San Diego. - Boston : American Meteorological Society, S. 5.1.

Danksagung

Das Projekt wurde finanziell unterstützt durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), Sonderforschungsbereich Transregio 32 "Patterns in Soil-Vegetation-Atmosphere Systems: Monitoring, Modelling, and Data Assimilation".

Kontakt

a.graf@fz-juelich.de

