

Korrektur von Eddy-Kovarianz-Messungen zur Schließung der Energiebilanz basierend auf Large-Eddy-Simulationen

Matthias Mauder, Frederik De Roo, Sha Zhang, and Sadiq Huq

Karlsruhe Institute of Technology KIT/IMK-IFU, Institute for Meteorology and Climatology - Atmospheric Environmental Research, Garmisch-Partenkirchen, Germany (matthias.mauder@kit.edu)

Das Problem der Energiebilanzschließung ist ein seit Langem bekanntes weltweites Phänomen, welches auf eine Unterschätzung der turbulenten Flüsse um 10 bis 30% durch die Eddy-Kovarianz-Methode zurückzuführen ist. Ein wichtiger Grund dafür liegt in der Vernachlässigung meso-skaliger Flussbeiträge, welche durch die typischen Punktmessungen an mikrometeorologischen Masten nicht erfasst werden können. Allerdings ist unter anderem für die Validierung von hydro-meteorologischen Modellen eine Korrektur der gemessenen fühlbaren und latenten Wärmeströme unerlässlich. Zu diesem Zweck werden in der Literatur verschiedene Methoden vorgeschlagen, wie das Energiebilanzresiduum zwischen dem fühlbaren und dem latenten Wärmestrom aufzuteilen ist. Wir vergleichen diese Ansätze an zwei Grünlandstandorten mit Evapotranspirationsdaten von nahegelegenen Lysimetern. Zudem schlagen wir eine neue Methode vor, die auf Large-Eddy-Simulationen beruht. Mit Hilfe dieser unter homogenen Bedingungen durchgeführten Simulationen untersuchen wir, wie die systematische Unterschätzung der Energieflüsse von der Schichtung der Atmosphärischen Grenzschicht, der Messhöhe und dem Bowen-Verhältnis abhängt. Aus den erhaltenen Daten für die Bodenschicht geht hervor, dass der fühlbarere Wärmestrom generell stärker unterschätzt wird als der latente Wärmestrom. Eine häufig angewendete Korrekturmethode, die das Bowen-Verhältnis beibehält, ist daher nicht zu rechtfertigen, wie auch andere Validierungsexperimente zeigen. Stattdessen leiten wir aus den Simulationsergebnissen eine nicht-lokale stabilitäts- und höhenabhängige Parametrisierung zur Bestimmung des systematischen Fehlers getrennt für den fühlbaren und den latenten Wärmestrom ab. Da deren Gültigkeit allerdings auf den Bereich simulierten Bedingungen begrenzt ist, ist diese Parametrisierung nur unter Einschränkungen hinsichtlich der Messhöhe ($z > 10$ m), labile Schichtung und unter der Annahme einer homogenen Oberfläche anwendbar. Wir schlagen daher außerdem eine Möglichkeit vor, wie Energieflüsse in der Realität dennoch auch für geringere Messhöhen und in heterogenem Gelände korrigiert werden können. Voraussetzung dafür sind unabhängige Messungen der Energieflüsse an der Oberfläche von hoher Qualität und möglichst gute Daten für die Höhe der Atmosphärischen Grenzschicht am Messstandort.