

SQuAD – eine liniengemittelte Messmethode für die Advektion von Treibhausgasen

Astrid Ziemann (1), Claudia Schütze (2), and Manuela Starke (1)

(1) TU Dresden, Professur Meteorologie, Tharandt, Germany (astrid.ziemann@tu-dresden.de), (2) Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH, Abteilung Hydrosystemmodellierung, Leipzig, Germany (claudia.schuetze@ufz.de)

Eine Schließungslücke der Energiebilanz wird an allen Stationen in globalen Messnetzwerken beobachtet, trotz der Anwendung notwendiger Korrekturen und Umrechnungen von Messdaten. Mit dieser ungeschlossenen Energiebilanz sind auch signifikante Konsequenzen für die Unsicherheit von Stoffbilanzmessungen wichtiger Treibhausgase (THG's), z.B. von CO₂, verbunden. In diesem Zusammenhang wird die Advektion mit ihren Auswirkungen auf CO₂-Bilanzmessungen als bedeutsamer Prozess insbesondere für den nächtlichen Austausch diskutiert. Die Entwicklung geeigneter und validierter Messmethoden zur Bestimmung der Advektion ist nach wie vor ein aktuelles Untersuchungsthema in der Grenzschichtforschung.

Bodengebundene Fernmessverfahren eignen sich besonders für räumlich repräsentative Messungen der CO₂-Konzentration und der Windkomponenten innerhalb ein- und desselben Luftvolumens. Zu diesem Zweck wurde das Messkonzept SQuAd (Spatially resolved Quantification of the Advection influence on the balance closure of greenhouse gases) als eine integrierte Kombination akustischer und optischer Messungen entwickelt. Diese innovative Verknüpfung bodengebundener Fernmessverfahren der akustischen Tomografie (A-TOM) und Open-Path-Fourier-Transformations-Infrarot-Spektroskopie (OP-FTIR) ermöglicht eine Erweiterung von Eddy-Kovarianz Messungen. Das SQuAd-Konzept wurde mit einem ca. 100x100 m² großen Messaufbau im Sommer 2016 auf einer ausgedehnten Wiesenfläche des FLUXNET-Messgeländes Grillenburg getestet.

Ergebnisse dieser Messkampagne zeigen besonders hohe Advektionswerte während stark stabiler Schichtung sowie eine mittlere nächtliche CO₂-Horizontaladvektion von ca. 10 μmol/(m² s). Dieser Wert bezieht sich auf die liniengemittelten Messungen der Windgeschwindigkeit bzw. CO₂-Konzentration mit den Verfahren A-TOM bzw. OP-FTIR. Unsicherheiten dieser Messungen wurden systematisch untersucht und quantifiziert. Die maximale Unsicherheit für die CO₂-Konzentration wurde in Abhängigkeit von den Umgebungsparametern, Geräte- und Sensoreigenschaften sowie des Analysealgorithmus zu 30% des Einzelmesswertes bestimmt. Für die momentanen Messwerte der Windkomponenten wurde eine maximale Unsicherheit von 0,3 m/s berechnet. Dieser Wert wird maßgeblich durch das Sampling der akustischen Signale, die Signalanalyse sowie verschiedene Umgebungseinflüsse bei der Schallausbreitung beeinflusst. Infolge Mittelung der Einzelmessungen über den standardmäßig angewendeten Zeitraum für turbulente Flussmessungen von 30 min verringert sich der Standardfehler für den Mittelwert um einen Faktor von mindestens 0,5 für die OP-FTIR- bzw. 0,1 für die A-TOM-Messungen. Diese Validierung der unabhängigen, räumlich mittlenden Messverfahren unterstreicht die Eignung des SQuAd-Messkonzeptes für die Quantifizierung advektiver Flüsse von THG's.