

## **TurbEFA: Ein interdisziplinärer Ansatz zur Untersuchung der turbulenten Strömung an einer Waldlichtung**

Ronald Queck<sup>1)</sup>, Christian Bernhofer<sup>1)</sup>, Anne Bienert<sup>2)</sup>, Thomas Eipper<sup>3)</sup>, Valeri Goldberg<sup>1)</sup>, Stefan Harmansa<sup>1)</sup>, Veit Hildebrand<sup>3)</sup>, Hans-Gerd Maas<sup>2)</sup>, Fabian Schlegel<sup>4)</sup> und Jörg Stiller<sup>4)</sup>

Technische Universität Dresden

<sup>1)</sup> Professur für Meteorologie, <sup>2)</sup> Professur für Photogrammetrie, <sup>3)</sup> Institut für Luft- und Raumfahrttechnik, <sup>4)</sup> Professur für Strömungsmechanik

Waldökosysteme spielen eine bedeutende Rolle in der Interaktion zwischen Landoberfläche und Atmosphäre. Ein besseres Verständnis der Austauschprozesse ist unter anderem notwendig für eine Einschätzung der Absorption und Emission von Spurenstoffen (z.B. CO<sub>2</sub>) und der Risiken von Waldschäden durch Wind, Frost und Dürre.

Heutige Studien zur Rolle von terrestrischen Ökosystemen im Wasser- und Kohlenstoffkreislauf basieren auf langfristigen Messungen des Energie- und Massenaustausches zwischen Vegetation und Atmosphäre durch die Eddy-Kovarianz Methode (Goulden et al. 1996). Mehr als 500 Standorte weltweit sind derzeit in *FLUXNET* organisiert, einem internationalen Netzwerk (Baldocchi et al. 2001) zur kontinuierliche Messungen des Stoff- und Energieaustausches nach standardisierten Methoden (Aubinet et al. 2000). Der Austausch von Waldökosystemen wird dabei an einem Messturm durch eine Punktmessung über dem Bestand bestimmt, die eine bestimmte häufig komplexe Quellfläche repräsentiert.

Mehr als drei Dekaden der Forschung in Feldexperimenten und Modellierung haben gezeigt, dass verbleibende Unsicherheiten vor allem durch räumliche Inhomogenität des Austausches begründet sind. Insbesondere fehlen Ansätze für eine geeignete Parametrisierung dieser Inhomogenitäten in numerischen Modellen.

Im Projekt TurbEFA (Turbulent Exchange processes between Forested areas and the Atmosphere) untersuchten Photogrammeter, Meteorologen und Strömungsmechaniker gemeinsam die Strömung um eine Waldlichtung. Unter anderem wurden dabei die folgenden zwei Hypothesen untersucht.

H1: Inhomogenitäten haben einen relevanten Einfluss auf das Strömungsfeld und reduzieren möglicherweise die gemessenen turbulenten Energie- und Stoffflüsse an einem Messturm.

H2: Numerische Simulationen lassen sich durch hoch aufgelöste Vegetations- und Geländemodelle signifikant verbessern und zur Ergänzung von Flussmessungen nutzen.

Der untersuchte *FLUXNET*-Standort zeigt die Vegetationsstruktur eines in typischer Weise bewirtschafteten mitteleuropäischen Forstes. Im Projekt wurden innovative Methoden eingesetzt und weiterentwickelt, die dreidimensionale (3D) Vegetationsstrukturen zu erfassen und für numerische Strömungsmodelle anwendbar zu machen (Bienert and Maas 2009; Queck et al. 2012). Mithilfe eines terrestrischen Laserscanners erfolgte die Vermessung des

fichtendominierten Bestandes. Anschließend wurde aus der dichten 3D Punktwolke, passend für numerische Modelle, die Pflanzenoberflächendichte (PAD) mit der Auflösung von einem Kubikmeter bestimmt.

Neben anderen meteorologischen Messungen wurde die Windgeschwindigkeit an vier Messtürmen mithilfe von 27 Ultraschallanemometern über ein Jahr simultan gemessen. Der Einfluss des PAD auf diese Messungen wurde untersucht und eine Parametrisierung des Reibungskoeffizienten durch den PAD vorgeschlagen (Queck et al. 2012).

Das 3D-Vegetationsmodell wurde in einem Grenzschichtmodell (BLM) und einer Large-Eddy Simulation (LES) getestet (Schlegel et al. 2012; Schlegel et al. 2014; Queck et al. 2014). Weiterhin wurde die räumliche Entwicklung der Strömung über der Lichtung im Windkanal untersucht.

Das Projekt zeigt, dass durch realistische Vegetationsmodelle eine signifikante Verbesserung der Simulationsergebnisse erzielt werden kann. Während im Windkanal der genaueren Vegetationsmodellierung Grenzen gesetzt sind, besteht für die numerische Simulationen ein hohes Entwicklungspotential. Ablenkungen der Strömung im heterogenen Gelände sind dabei nur durch 3D-Modelle abbildbar. Die Feldmessungen und die LES ergaben neue Erkenntnisse zur turbulenten Strömung über einer Lichtung. Es wurde insbesondere gezeigt, dass die Zonen verstärkter Turbulenz in natürlichen Beständen nicht räumlich auf die für homogenere Bestände bekannten Bereiche festgelegt werden können.

Das TurbEFA Projekt wurde durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) Rahmen des Schwerpunktprogramms 1276 MetStröm: *Skalenübergreifende Modellierung in der Strömungsmechanik und Meteorologie* gefördert.

*Notizen*

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---