

Eine neue Generation von kommerziellen Lidarsystemen zur operationellen Messung von vertikal hochaufgelösten Wind- und Feuchteprofilen in der atmosphärischen Grenzschicht – Ergebnisse aus der Erprobung

V. Lehmann

DWD, Met. Obs, Lindenberg, Tauche-Lindenberg, Germany (Volker.Lehmann@dwd.de)

Die numerische Wettervorhersage verfolgt derzeit das Ziel einer weiteren Verbesserung der objektiven Vorhersage von Wetterparametern in der bodennahen Grenzschicht, sowie von Bewölkung und Niederschlag. Insbesondere benötigt die Luftfahrt genauere Vorhersagen von Sichtweite, Nebel und tiefer Bewölkung, während im Rahmen des vermehrten Einsatzes von erneuerbaren Energien genauere Prognosen von Windgeschwindigkeit in Höhe der Windenergieanlagen sowie verbesserte Strahlungsvorhersagen erforderlich sind. Zu diesem Zweck kommt eine neue Generation von operationellen hochauflösenden numerischen Wettervorhersagemodellen mit Gitterweiten von O(1 km) zum Einsatz.

Diese Entwicklung erhöht naturgemäß den Bedarf an qualitativ hochwertigen Messdaten, insbesondere bezüglich der thermodynamischen Zustandsparameter der feuchten Luft: Temperatur, Wasserdampfgehalt und Wind (WMO, 2014). Im Rahmen des WMO Integrated Global Observing Systems (WIGOS) liefern derzeit sowohl in-situ Verfahren (Radiosonden, Flugzeuge), als auch boden- und satellitengestützte indirekte Methoden (Radiometer, Radar-Profiler) entsprechende Messwerte. Allerdings fehlen insbesondere im wichtigen Bereich der atmosphärischen Grenzschicht vertikal hoch aufgelöste Profile. Um die relevanten atmosphärischen Strukturen auf der Mesoskala besser erfassen zu können, wird daher eine Weiterentwicklung des operationellen Beobachtungssystems unvermeidlich sein. Ein Großteil dieser wachsenden Messanforderungen wird sich – zumindest für Messungen in der freien Atmosphäre - nur mit Fernmesssystemen gewinnen lassen. Ein qualitativer Ausbau des Beobachtungsmessnetzes muss dabei neben der Abschätzung des Kosten/Nutzen-Verhältnisses vor allem Aspekte der Praktikabilität beachten; von besonderem Stellenwert ist hierbei die Robustheit der verwendeten Messverfahren unter Beachtung der begrenzten Ressourcen für Betreuung und Wartung.

Die rapide steigende Nutzung der Windenergie hat in den letzten Jahren zur Entwicklung einer neuen Klasse von kostengünstigen Infrarot-Doppler-Lidarsystemen zur Messung von Windprofilen in der atmosphärischen Grenzschicht geführt. Diese Geräte zeichnen sich durch ein stabiles technisches Design aus, welches kommerzielle faseroptische Hardware-Komponenten und stabile Diodenlaser verwendet. Am Meteorologischen Observatorium Lindenberg wurde ein derartiges System in den letzten Jahren als „optischer Windprofiler“ unter quasi-operationellen Bedingungen getestet, die Ergebnisse werden im Vortrag dargestellt.

Eine weitere vielversprechende Entwicklung deutet sich auf dem Gebiet der aktiven Wasserdampfmessung mit dem DIAL(Differential Absorption Lidar)-Verfahren an. Hier sind weltweit Bestrebungen im Gange, robuste und augensichere Diodenlaser-basierte Geräte zu entwickeln, die für den operationellen Dauereinsatz geeignet sind. Am Observatorium Lindenberg wurde dazu vor kurzem der Prototyp eines kommerziellen Wasserdampf-DIAL der Fa. Vaisala über den Zeitraum von einem Monat getestet. Die Auslegung dieses Gerätes erfolgte auf der Basis eines existierenden Ceilometer-Designs mit dem Ziel eines vollautomatischen, weitgehend wartungsfreien Dauereinsatzes. Das Gerät verwendet Laserdioden im nahen Infrarotbereich, wobei eine schnelle Umschaltung zwischen online- und offline-Wellenlänge erfolgt. Die Messungen des DIAL wurden mit hochaufgelösten Messungen des Lindenberger Raman-Lidars RAMSES verglichen, um eine erste Einschätzung der Datenqualität zu erhalten.

Beide Messverfahren haben den Vorteil, dass sie keiner fehleranfälligen Kalibration bedürfen. Neben den primären Messparametern Wind und Wasserdampf-Mischungsverhältnis stehen darüber hinaus auch weitergehende Informationen über atmosphärische Partikel (Wolken, Aerosole) – analog zu Ceilometern - zur Verfügung.

