



Eine einfache Methode zur Berechnung von Mischungshöhen-Zeitreihen aus Ceilometer-Daten

Christoph Lotteraner, Martin Piringer

ZAMG, Fachabteilung Umweltmeteorologie, Hohe Warte 38, A 1190 Wien, Österreich

1. Einleitung

Ausbreitungsmodelle wie z.B. LASAT, die für umweltmeteorologische Gutachten eingesetzt werden, erfordern zu jedem Zeitschritt (z.B. halbstündig) eine Mischungshöhe (MH) als Eingangsparameter. Die MH ist besonders wichtig, um jenen vertikalen Bereich festzulegen, wo turbulente Durchmischung stattfindet. Bisher wurde im Ausbreitungsmodell LASAT die MH je nach Ausbreitungsklasse geschätzt und teilweise für einen Zeitraum von mehreren Stunden als konstant angenommen. Eine aus Ceilometerdaten abgeleitete und halbstündig zur Verfügung stehende anstatt grob geschätzte MH-Zeitreihe würde Ausbreitungsrechnungen präziser machen.

Seit 2012 besitzt die ZAMG zwei Vaisala Ceilometer CL51 (Bild rechts), die an verschiedenen Standorten (Wien Hohe Warte, Obersiebenbrunn, Nötsch im Gailtal) Messdaten in Form von Ceilometer-Rohdaten, Rückstreu-Diagrammen, bis zu drei Wolkenhöhen und bis zu drei sogenannte Aerosolschichthöhen speichern. Im Rahmen mehrerer Projekte wurde ein Postprocessing-Programm entwickelt, das aus den Aerosolschichthöhen eines Vaisala-Ceilometers CL51 eine für Ausbreitungsmodelle brauchbare, d.h. (nahezu) lückenlose MH-Zeitreihe berechnet.



2. Ansatz

Ein Ceilometer nutzt das LIDAR (Light Detection and Ranging) -Verfahren als Messprinzip. Dabei werden kurze LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) -Lichtimpulse senkrecht in die Atmosphäre emittiert und dort von Aerosolen zurückgestreut. Aus der Laufzeit und Intensität des rückgestreuten Lichtsignals kann auf Wolkenhöhen und sogenannte Aerosolschichthöhen geschlossen werden. Dem Verfahren zur Ermittlung der Aerosolschichthöhen liegt die Annahme zugrunde, dass eine gut durchmischte Schicht durch eine vertikal annähernd konstante Aerosolkonzentration gekennzeichnet ist, die an der oberen Schichtgrenze abfällt. Es wird daher vom Boden ausgehend nach Minima des vertikalen Gradienten des Rückstreusignals gesucht. Die zugehörigen Entfernungen werden als Aerosolschichthöhen ausgegeben.

Bei der Methode zur Bestimmung der MH wird von folgenden Annahmen ausgegangen:

- Die vertikale Ausbreitung von Aerosolen und Schadstoffen, die in Bodennähe emittiert werden, erfolgt vorwiegend bis zur untersten Aerosolschichthöhe.
- Die vertikale Aerosolverteilung passt sich relativ rasch (etwa innerhalb einer Stunde) der sich ständig wechselnden vertikalen Temperaturschichtung an.
- Die vertikale Aerosolverteilung ergibt sich hauptsächlich aus der vertikalen Temperaturschichtung und weniger durch advehierte Rest-Aerosolschichten (Residual Layers).

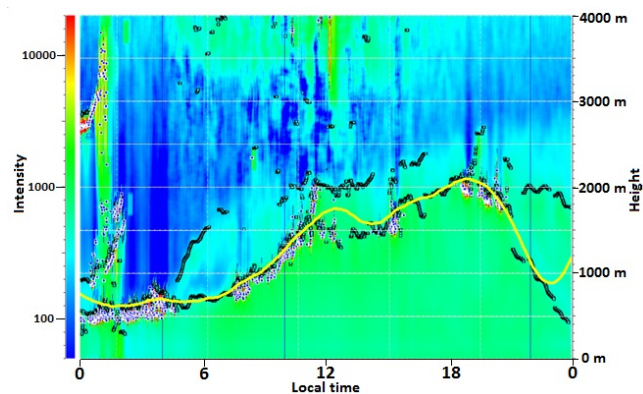
3. Numerische Berechnungsmethode

Die numerische Berechnung der MH-Zeitreihe aus Aerosolschichthöhendaten in dem Postprocessing-Programm erfolgt im Wesentlichen durch:

- Verwendung der untersten Aerosolschichthöhe
- Beseitigung von Ausreißern
- Vermeidung von Datenlücken durch lineare Interpolation
- Glättung der resultierenden Zeitreihe durch zeitliche Mittelung

4. Beispiel

Die folgende Abbildung zeigt das Rückstreu-Diagramm des Ceilometers am Standort Wien Hohe Warte vom 10. 8. 2013. Die Farbe gibt die Rückstreu-Intensität an, die im engen Zusammenhang mit der Aerosolkonzentration steht. Die schwarzen Punkte bzw. Linien sind die vom Ceilometer ausgegebenen bis zu drei Aerosolschichthöhen, die weißblauen Punkte sind Wolkenuntergrenzen. Der Verlauf der MH, berechnet aus dem Verlauf der untersten Aerosolschichthöhe, ist als gelbe Linie eingezeichnet.



Die resultierende lückenlose MH-Zeitreihe kann als Input für Ausbreitungsmodelle wie z.B. LASAT verwendet werden.

Literatur:

Lotteraner, C. und Piringer, M. (2015). Mixing height time series from operational Ceilometer aerosol layer heights. Eingereicht in: Boundary-Layer Meteorology