

Vergleich der Ceilometer-Daten der Standorte Wien Hohe Warte und Wien Kenderlstrasse

Christoph Lotteraner, 18.1.2021

Das CL51-Ceilometer auf der Hohen Warte in Wien ist seit dem 20.6.2013 in Betrieb. Ein weiteres CL51-Ceilometer wurde am 28.11.2019 in Wien in der Kenderlstrasse aufgestellt und in Betrieb genommen.

Hier soll die Frage beantwortet werden, wie groß die Unterschiede zwischen den Messdaten der Ceilometer Wien Hohe Warte und Wien Kenderlstrasse sind. Zu beachten ist, dass die Datenübertragungswege unterschiedlich sind. Das heißt, die Ceilometerdaten von Wien Hohe Warte werden über Mobilfunknetz und als Backup über eine Leitung übertragen, die Ceilometerdaten von Wien Kenderlstrasse nur über das Mobilfunknetz. An beiden Geräten ist ein Datenspeicher angeschlossen, der bei Datenübertragungsproblemen sicherstellt, dass fehlende Daten nachträglich ausgelesen werden können.



Abbildung 1: Standorte der beiden Ceilometer und der TAWES-Station Wien Innere Stadt.

Die beiden Ceilometer-Standorte sind 6 km voneinander entfernt (Abbildung 1). Das Ceilometer Wien Hohe Warte liegt in 198m Seehöhe, das Ceilometer Wien Kenderlstrasse in 236m. Hier werden die Messergebnisse vom gemeinsamen Messzeitraum 28.11.2019 bis 13.12.2020 verglichen. Für die Mischungshöhen(MH)-Berechnung nach der ZAMG-Methode (Lotteraner und Piringer, 2016¹) wurden

¹ Lotteraner, C. & Piringer, M. (2016): Mixing-Height Time Series from Operational Ceilometer Aerosol-Layer Heights. *Boundary-Layer Meteorology*, 161, 265-287

die TAWES-Windmessstationen Wien Hohe Warte (für das Ceilometer Wien Hohe Warte) und Wien Innere Stadt (für das Ceilometer Wien Kenderlstrasse) verwendet. Die zur Berechnung der MH-Zeitreihen notwendigen Aerosolschicht- und Wolkenhöhenzeitreihen sowie die Rückstreuendiagramme bis 15 km und 4 km wurden mit einem an der ZAMG entwickelten Auswerteprogramm erzeugt.

Vergleich der Daten-Verfügbarkeiten

Die Verfügbarkeit der Daten der untersten Aerosolschichthöhe (ALH1) ist beim Ceilometer Wien Kenderlstrasse um wenige Prozent geringer als beim Ceilometer Wien Hohe Warte (Abbildung 2 links). Die Verfügbarkeit der Daten der untersten Wolkenhöhe (CLH1) ist beim Ceilometer Wien Kenderlstrasse geringfügig höher als beim Ceilometer Wien Hohe Warte (Abbildung 2 rechts).

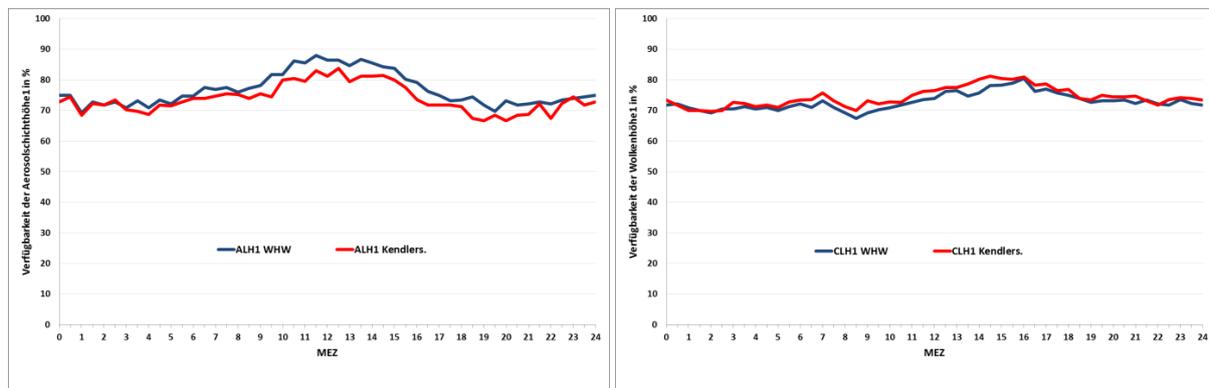


Abbildung 2: Mittlere Tagesgänge der Verfügbarkeiten der Daten der untersten Aerosolschichthöhen (ALH1, linkes Bild) und der untersten Wolkenhöhen (CLH1, rechtes Bild) der Ceilometer Wien Hohe Warte (WHW) und Wien Kenderlstrasse im Zeitraum 28.11.2019 bis 13.12.2020.

Die Verfügbarkeiten der Windgeschwindigkeitsdaten liegen an beiden Standorten im betrachteten Zeitraum zu jeder Tageszeit durchschnittlich über 99 Prozent (Abbildung 3, links) und unterscheiden sich nur wenig.

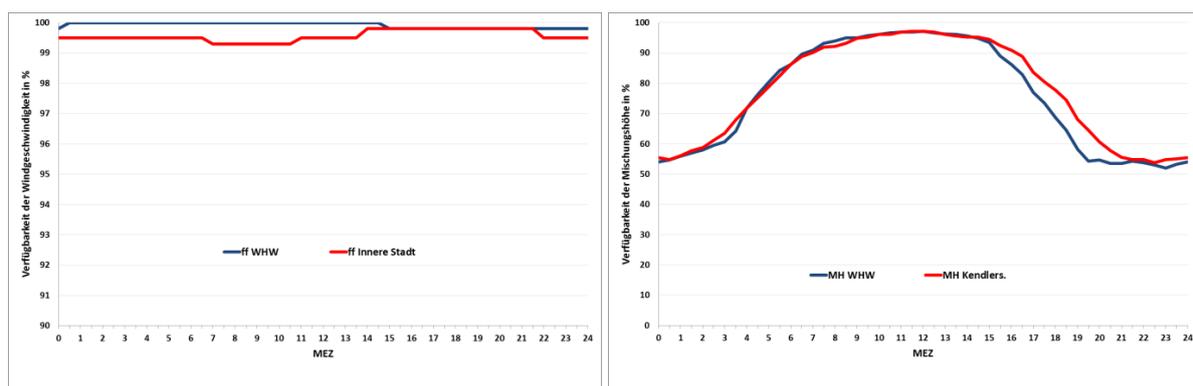


Abbildung 3: Mittlere Tagesgänge der Verfügbarkeiten der Daten der Windgeschwindigkeiten (ff, linkes Bild) und der berechneten Mischungshöhen (MH, rechtes Bild) der Ceilometer Wien Hohe Warte (WHW) und Wien Kenderlstrasse im Zeitraum 28.11.2019 bis 13.12.2020.

Abbildung 3 zeigt im rechten Bild den mittleren Tagesgang der Verfügbarkeiten der berechneten Mischungshöhen im betrachteten Vergleichszeitraum. Beim Ceilometer Wien Kenderlstrasse ist am Nachmittag ab ca. 15 Uhr MEZ die über den gesamten Vergleichszeitraum gemittelte Verfügbarkeit der Mischungshöhe um einige (bis zu 10) Prozente höher als beim Ceilometer Wien Hohe Warte. Die

Ursache dieser Unterschiede liegt darin, dass für den Ceilometer-Standort Wien Hohe Warte für den Sonnenuntergang (West-Horizont) eine Horizontüberhöhung von 15 Grad (Wienerwald) gegenüber 2 Grad für den Ceilometer-Standort Wien Kenderlstrasse angenommen wurde. Eine größere Horizontüberhöhung im Westen (bei Sonnenuntergang) führt dazu, dass vom Ceilometer-Standort aus gesehen die Sonne früher untergeht und daher früher (d.h. nach Sonnenuntergang) alle Aerosolschichthöhenwerte oberhalb eines Schwellwerts eliminiert werden und nicht mehr für die Berechnung der Mischungshöhen-Zeitreihe verwendet werden. Das erklärt auch die kleinen Unterschiede zwischen den Verfügbarkeiten der Mischungshöhen der beiden Ceilometer zwischen 2 und 4 Uhr MEZ in Abbildung 3 rechts: Während die Horizontüberhöhung bei Sonnenaufgang (Ost-Horizont) für den Ceilometer-Standort Wien Hohe Warte mit 1 Grad angenommen wurde, beträgt die Horizontüberhöhung bei Sonnenaufgang für den Ceilometer-Standort Wien Kenderlstrasse 0 Grad. Die Horizontüberhöhungen wurden mit Hilfe von Panoramabildern berechnet, die für jeden einzelnen Ceilometer-Standort erzeugt wurden.

Vergleich der mittleren Tagesgänge

Die mittleren Tagesgänge der Werte der untersten Aerosolschichthöhen (ALH1, Abbildung 4 links), der untersten Wolkenhöhen (CLH1, Abbildung 4 rechts) und der Windgeschwindigkeiten (ff, Abbildung 5) zeigen leichte Unterschiede zwischen den beiden Ceilometer-Standorten Wien Hohe Warte und Wien Kenderlstrasse. ALH1, CLH1 und ff sind zusammen mit den Standort-Koordinaten, sämtlichen Schwellwerten (die bei beiden Ceilometer-Standorten gleich sind) und Horizontüberhöhungen die Eingangsparameter für die Berechnung der Mischungshöhen-Zeitreihen der beiden Ceilometer-Standorte.

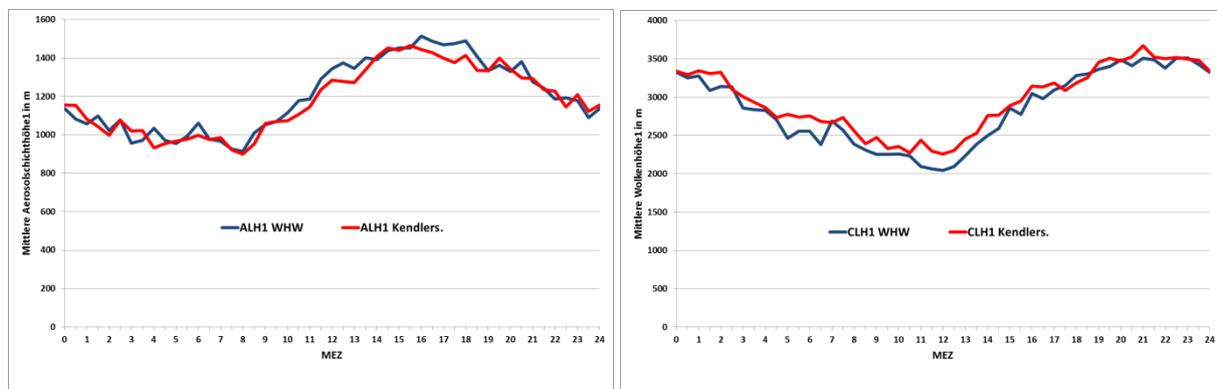


Abbildung 4: Mittlere Tagesgänge der untersten Aerosolschichthöhen (ALH1, linkes Bild) und der untersten Wolkenhöhen (CLH1, rechtes Bild) der Ceilometer Wien Hohe Warte (WHW) und Wien Kenderlstrasse im Zeitraum 28.11.2019 bis 13.12.2020.

Abbildung 5 zeigt im rechten Bild die mittleren Tagesgänge der berechneten Mischungshöhen-Zeitreihen der beiden Ceilometer im Zeitraum 28.11.2019 bis 13.12.2020.

Die Unterschiede der mittleren MH-Zeitreihen zwischen den beiden Ceilometern am Nachmittag und in den Abendstunden sind auf die unterschiedlichen Horizontüberhöhungen im Westen zurückzuführen. Durch den vom Standort Wien Hohe Warte aus in Richtung Westhorizont liegendem Wienerwald wurde die Horizontüberhöhung mit 15 Grad bei Sonnenuntergang angenommen. Im Vergleich dazu wurde die Horizontüberhöhung im Westen am Standort Wien Kenderlstrasse mit nur 1 Grad angenommen. Die Folge dieser Unterschiede ist ein durchschnittlich ca. eineinhalb Stunden früherer Sonnenuntergang am Standort Wien Hohe Warte im Vergleich zum Standort Wien Kenderlstrasse, wodurch am Standort

Wien Hohe Warte die über den Schwellwerten von 500m (bei $ff < 3\text{m/s}$) bzw. 800m (bei $ff > 3\text{m/s}$) liegenden Werte der untersten Aerosolschichthöhenwerte um ca. eineinhalb Stunden früher verworfen werden und mit unter diesen Schwellwerten liegenden Aerosolschichthöhen ersetzt werden.

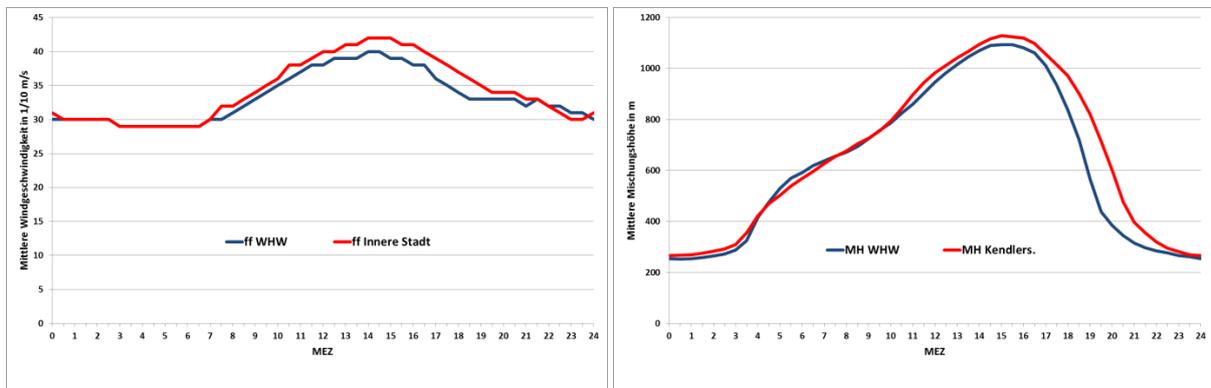


Abbildung 5: Mittlere Tagesgänge der Windgeschwindigkeiten (ff, linkes Bild) und der berechneten Mischungshöhen (MH, rechtes Bild) der Ceilometer Wien Hohe Warte (WHW) und Wien Kenderlstrasse im Zeitraum 28.11.2019 bis 13.12.2020.

Abbildung 6 zeigt einen Vergleich der mittleren Tagesgänge der berechneten Mischungshöhen zwischen dem Standort Wien Hohe Warte (WHW, linkes Bild) und Wien Kenderlstrasse (rechtes Bild), aufgeteilt in Sommerhalbjahr, Winterhalbjahr und Gesamtzeitraum 28.11.2019 bis 13.12.2020. Auch hier sind die meisten Unterschiede auf die unterschiedlichen Horizontüberhöhungen zurückzuführen.

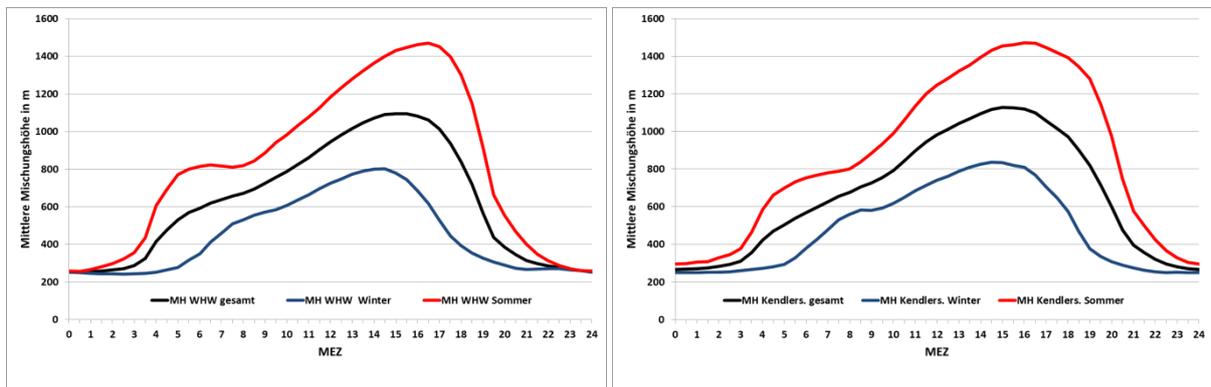


Abbildung 6: Mittlere Tagesgänge der berechneten Mischungshöhen der Ceilometer Wien Hohe Warte (WHW, linkes Bild) und Wien Kenderlstrasse (rechtes Bild) im Sommerhalbjahr, Winterhalbjahr und Gesamtzeitraum 28.11.2019 bis 13.12.2020.

Vergleich der Rückstreuadiagramme

Im Folgenden werden die an den beiden Wiener Standorten gemessenen Rückstreuadiagramme verglichen (Abbildung 7 bis Abbildung 10). Stellvertretend für die vier Jahreszeiten wurde jeweils der 1. Tag der Monate Jänner, April, Juli und Oktober 2020 betrachtet. Jeweils auf der linken Seite der Abbildung 7 bis Abbildung 10 sind die Rückstreuadiagramme der Ceilometer-Station Wien Hohe Warte zu sehen, auf der rechten Seite die Rückstreuadiagramme der Ceilometer-Station Wien Kenderlstrasse. Die oberen Bilder zeigen die Rückstreuadiagramme bis 15 km Höhe mit eingezeichneten Wolkenhöhen (schwarze Punkte oder Linien). Die unteren Bilder zeigen die Rückstreuadiagramme bis 4 km Höhe mit eingezeichneten Aerosolschichthöhen (weiße Punkte oder Linien) und Wolkenhöhen (schwarze Punkte oder Linien).

Die Vergleiche der Rückstreudiagramme zeigen insgesamt nur geringe Unterschiede. Die Rückstreuintensitäten sind an beiden Ceilometer-Standorten (auch bei Regen) sehr ähnlich. Die kleinen Unterschiede lassen sich durch den horizontalen Abstand von 6 km zwischen den beiden Ceilometer-Standorten erklären, da eine Ceilometer-Messung annähernd vertikal erfolgt und Wolken, Virga (Fallstreifen, fallender Niederschlag) oder sonstige vom Ceilometer detektierte Strukturen mit einer zeitlichen Verzögerung zuerst vom einen und dann vom anderen Ceilometer detektiert werden.

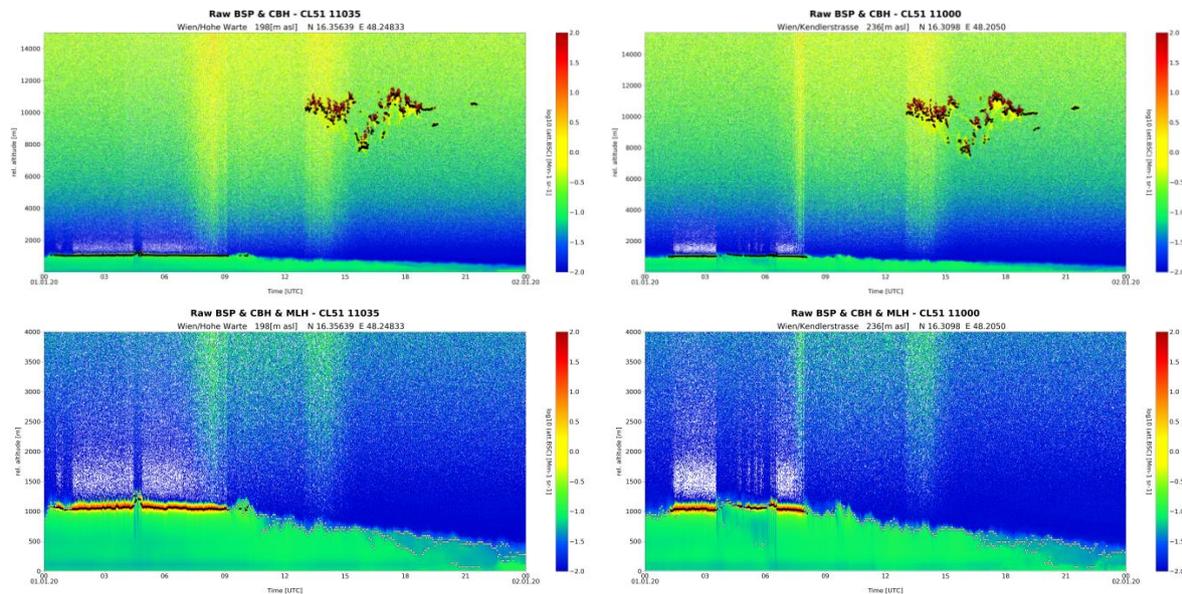


Abbildung 7: Rückstreudiagramme bis 15 km Höhe (obere Bilder) und bis 4 km Höhe (untere Bilder) der Ceilometer-Standorte Wien Hohe Warte (links) und Wien Kenderlstrasse (rechts) vom 1.1.2020.

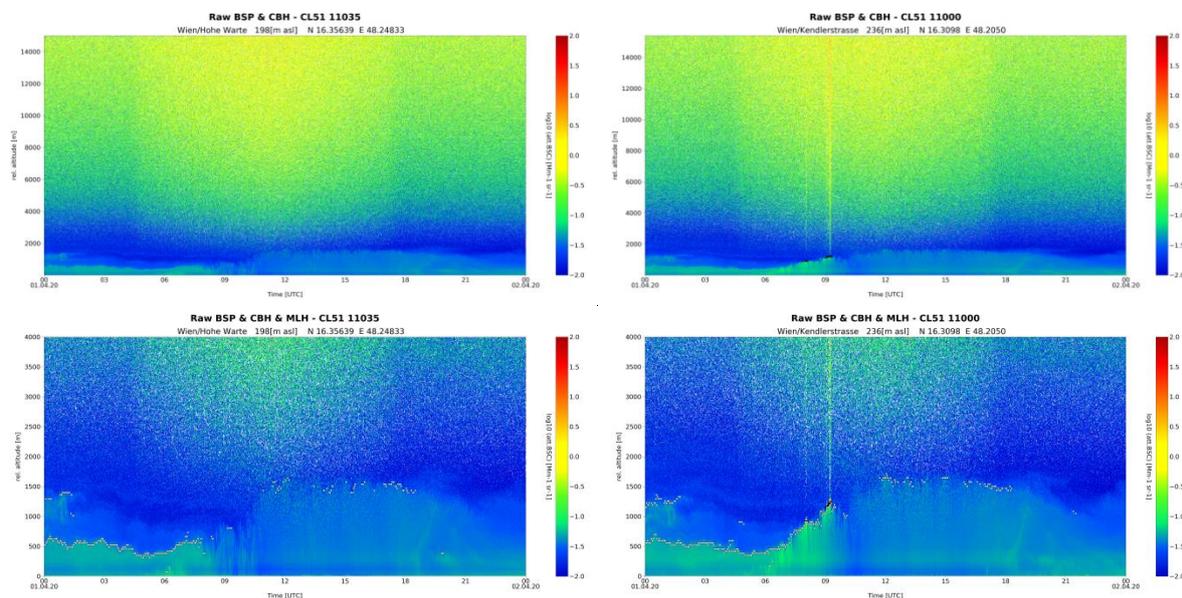


Abbildung 8: Rückstreudiagramme bis 15 km Höhe (obere Bilder) und bis 4 km Höhe (untere Bilder) der Ceilometer-Standorte Wien Hohe Warte (links) und Wien Kenderlstrasse (rechts) vom 1.4.2020.

Sehr deutlich fallen aber die gelben Bereiche ab ca. 2 km Höhe in den Rückstreudiagrammen bis 15 km Höhe bei beiden Ceilometer-Standorten auf. Diese gelben Bereiche haben jedoch nichts mit einer hohen Rückstreuintensität oder großen Aerosolkonzentration zu tun, sondern sind offensichtlich

Messartefakte. Ein weiteres Herausfiltern dieser Messartefakte ist zu empfehlen, um Missinterpretationen zu vermeiden.

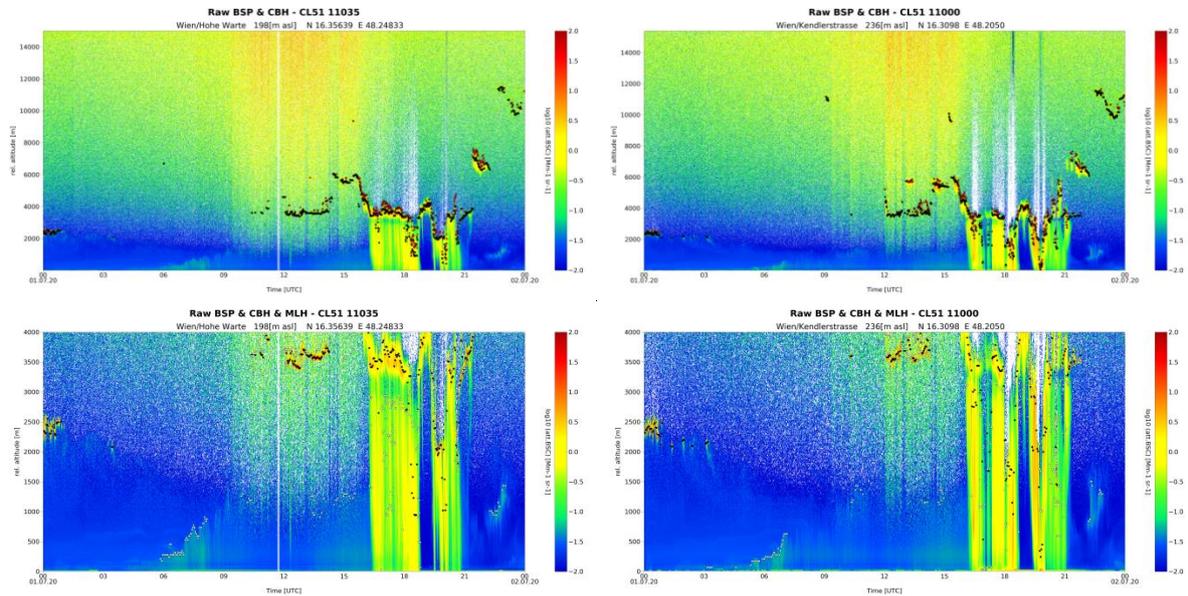


Abbildung 9: Rückstreudiagramme bis 15 km Höhe (obere Bilder) und bis 4 km Höhe (untere Bilder) der Ceilometer-Standorte Wien Hohe Warte (links) und Wien Kenderlstrasse (rechts) vom 1.7.2020

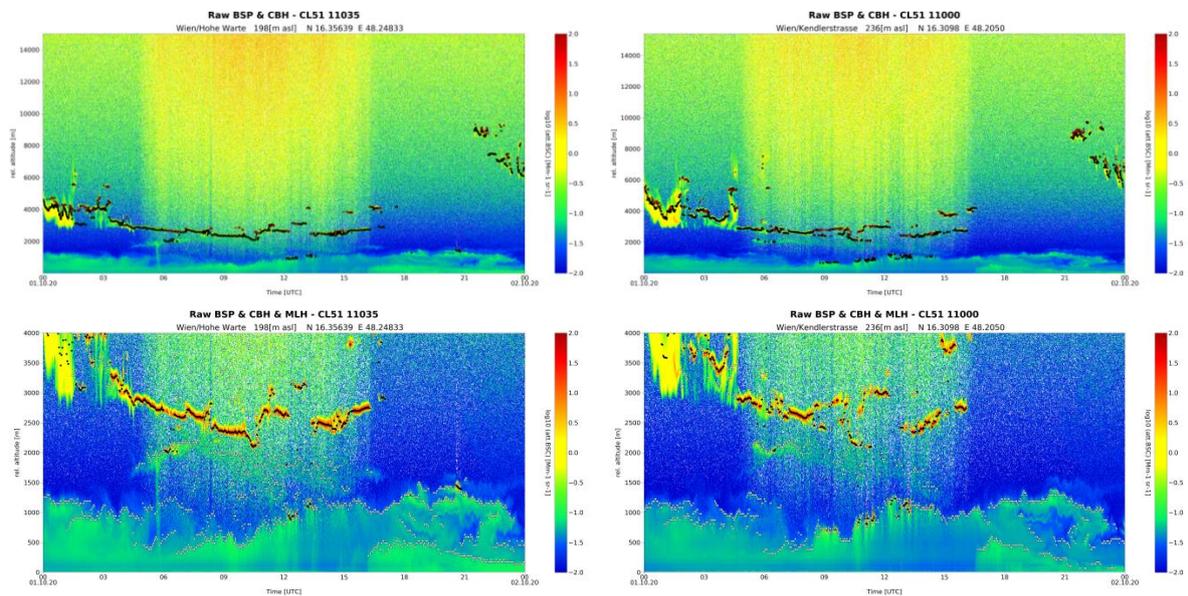


Abbildung 10: Rückstreudiagramme bis 15 km Höhe (obere Bilder) und bis 4 km Höhe (untere Bilder) der Ceilometer-Standorte Wien Hohe Warte (links) und Wien Kenderlstrasse (rechts) vom 1.10.2020

Zusammenfassung

- Für den gemeinsamen Messzeitraum 28.11.2019 bis 13.12.2020 wurden die Ergebnisse der Ceilometer Wien Hohe Warte und Wien Kandlerstrasse verglichen.
- Die Ceilometer liegen 6 km voneinander entfernt. Für die Berechnung der Mischungshöhe (MH) wurden für beide Ceilometer-Standorte gleiche Schwellwerte verwendet, nur die Horizontüberhöhungen, Standort-Koordinaten und Windmessstationen unterschieden sich.
- Die Verfügbarkeiten und mittleren Tagesgänge der untersten Aerosolhöhe (ALH1), der untersten Wolkenuntergrenze (CLH1) und der Windgeschwindigkeit (ff) unterschieden sich nur geringfügig zwischen den beiden Standorten.
- Die größten Unterschiede der mittleren Tagesgänge der MH sind auf unterschiedliche Horizontüberhöhungen auf der Hohen Warte und in der Kandlerstrasse zurückzuführen.
- Die geringen Unterschiede in den Rückstreudiagrammen zwischen beiden Ceilometer-Standorten sind durch die horizontale Entfernung von 6 km zwischen den Ceilometer-Standorten erklärbar.
- Sehr auffällig sind die gelben Bereiche ab ca. 2 km Höhe in den Rückstreudiagrammen bis 15 km Höhe. Diese gelben Bereiche sind Messartefakte und keine hohen Rückstreuintensitäten bzw. hohe Aerosolkonzentrationen und sollten herausgefiltert werden, um Missinterpretationen zu vermeiden.