

## Untersuchungen zu Windböen auf dem GM Falkenberg

Alexander Jung<sup>\*)</sup>, Carola Detring und Frank Beyrich

<sup>\*)</sup> Institut für Meteorologie, Freie Universität Berlin

Unter einer Windböe versteht man eine kurzzeitige signifikante Zunahme der Windgeschwindigkeit. Gleichzeitig kann auch die Windrichtung markante Änderungen aufweisen. Windböen zählen wegen dieser Merkmale zu den warnwürdigen Wetterereignissen. Im DWD wird eine Windböe durch die Überschreitung des 10-Minuten-Mittelwertes der Windgeschwindigkeit (Umean) um mindestens 5 m/s für eine Dauer von mindestens 3 s und höchstens 20 s definiert. Im operationellen Messnetz basiert ihre Bestimmung auf der Ermittlung des Maximums der gleitend über 3 s gemittelten Momentanwerte der Windgeschwindigkeit (Umax) innerhalb eines 10-Minuten-Intervalls. Die für eine Böen-Definition festgelegten Schwellenwerte beziehen sich dabei im Allgemeinen auf die Standard-Messhöhe für den Wind von 10 m über Grund. Für praktische Anwendungen sind allerdings auch die Merkmale von Windböen in größeren Höhen von Interesse.

Im Rahmen einer Masterarbeit wurden am MOL-RAO aus den Messungen mit Ultraschallanemometern USA-1 (Metek GmbH) in drei verschiedenen Höhen (2.4 m, 50 m, 90 m) auf dem Grenzschichtmessfeld (GM) Falkenberg das Auftreten und die Eigenschaften von Windböen analysiert. Es wurden Messdaten aus dem Zeitraum 1.3.2019 bis 29.2.2020 analysiert. Die Aufzeichnung der Rohdaten erfolgte mit einer Frequenz von 20 Hz. Zum Vergleich wurden auch die Daten des an der AMDA auf dem GM Falkenberg in 10 m Höhe betriebenen 2D-Sonics (Thies Clima GmbH) betrachtet, hier erfolgt die Datenaufzeichnung mit einer Abtastrate von 4 Hz. Zur Identifikation einer Windböe wurde neben dem Differenzkriterium  $U_{max} - U_{mean} \geq 5 \text{ m/s}$  das Überschreiten des Schwellenwertes  $U_{max} \geq 12.5 \text{ m/s}$  gefordert. Für die Analyse wurde neben dem Maximalwert der Windgeschwindigkeit ( $U_{max}$ ) insbesondere der sogenannte Böenfaktor, d.h. der Quotient  $G = U_{max}/U_{mean}$ , betrachtet.

Messhöhe	2.3 m	10 m	50 m	90 m
Anzahl	357	502	618	717

Tabelle 1 gibt eine Übersicht zur Anzahl der identifizierten Böenereignisse in den einzelnen Messhöhen. Erwartungsgemäß nimmt die Häufigkeit mit der Höhe zu. Im betrachteten Zeitraum wurden in 1094 10-Minuten-Zeitintervallen Böen registriert, davon traten diese Böen in 175 Zeitintervallen in allen vier Höhen auf. An 96 Tagen trat in mindestens einer Messhöhe eine Windböe auf, an 46 Tagen wurde in allen vier Höhen ein entsprechendes Ereignis festgestellt. Für die 175 in allen Höhen parallel festgestellten Böenereignisse zeigt Abb. 1 die Profile von  $U_{mean}$ ,  $U_{max}$  und  $G$ . Im linken und im mittleren Diagramm wurden die Werte von  $U_{mean}$  und  $U_{max}$  auf den jeweils in der Messhöhe 10 m bestimmten Messwert normiert, außerdem ist die Höhenachse logarithmisch dargestellt. Die für die einzelnen Höhen ermittelten Datenpunkte liegen annähernd auf einer Geraden, d.h., dass die Höhenabhängigkeit der Windgeschwindigkeit in Verbindung mit Windböen durch ein logarithmisches Windprofil gut beschrieben werden kann. Entsprechend nehmen sowohl  $U_{mean}$  als auch  $U_{max}$  mit der Höhe zu, der Böenfaktor  $G$  hingegen zeigt tendenziell eher eine leichte Abnahme. In einem weiteren Analyseschritt wurden die Böenereignisse nach Wetterlagen klassifiziert (Gewitter, Kaltfront, Sturmlage, labile Kaltluft). Während die Profile für die drei letztgenannten Klassen weitgehend den in Abb. 1 gezeigten mittleren Profilen entsprechen, zeigen sich für die Gewitterfälle markante Abweichungen:

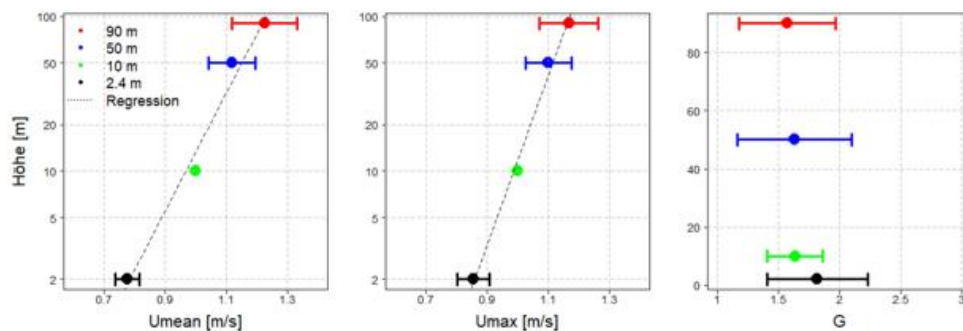


Abb. 1 – Mittlere Profile von  $U_{mean}$ ,  $U_{max}$  und  $G$  für 175 in allen vier Messhöhen parallel registrierte Windböen

$U_{mean}$  ist tendenziell etwas kleiner,  $U_{max}$  hingegen liegt in derselben Größenordnung wie für die anderen Fälle. Folglich ist der Böenfaktor  $G$  größer, er liegt in allen Höhen im Mittel zwischen 2 und 3, während sonst  $G_{mean} < 2$  gilt. Außerdem ist die Streuung der Einzelfälle um ein Vielfaches höher als für die anderen Kategorien.

Für Einzelfälle wurde die Feinstruktur von Windböen auf der Basis der Sonic-Rohdaten betrachtet. Abb. 2 zeigt hierfür ein Beispiel während einer Sturmlage. Dargestellt sind die gleitend über jeweils 3 Sekunden gemittelten Werte der Windgeschwindigkeit in einem 10-Minuten-Intervall. Farblich markiert sind diejenigen Zeitabschnitte, während der die Messwerte den Böenkriterien entsprechen. Erkennbar ist ein tendenziell paralleler Verlauf der Windgeschwindigkeit in den drei Höhen, die Ähnlichkeit ist zwischen 50 m und 90 m deutlicher ausgeprägt als im Vergleich zur Messhöhe 2,4 m. Aber auch zwischen den beiden größeren Höhen gibt es Unterschiede sowohl in Bezug auf die Anzahl der Böenereignisse als auch hinsichtlich des Auftretens und der Ausprägung der stärksten Böe. Das Beispiel illustriert darüber hinaus, dass die Routine-Beobachtungspraxis nur jeweils die markantesten und damit eine Untermenge der wirklich aufgetretenen Böen zu erfassen vermag, da bei den entsprechenden Wetterlagen oft mehrere Böen innerhalb eines 10-Minuten-Intervalls zu beobachten sind.

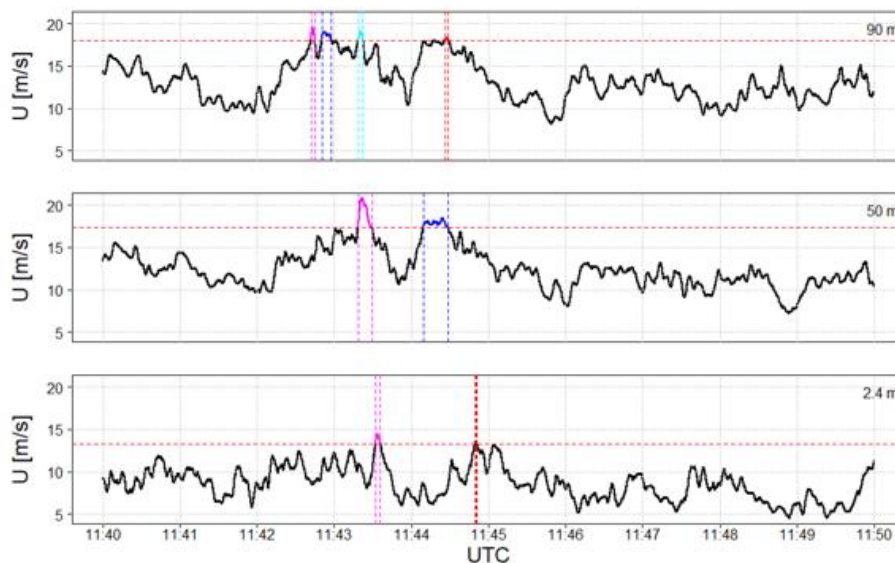


Abb. 2 – Zeitreihen der über 3 s gleitend gemittelten Momentanwerte der Windgeschwindigkeit in drei Messhöhen während eines Böenereignisses am 8.3.2019, 1140 – 1150 UTC (die rot gestrichelte Linie markiert das Kriterium für die Böen-Identifikation:  $U_{max} \geq U_{mean} + 5 \text{ m/s}$ )