

Ozonbulletin des DWD

Nr. 136, 24. April 2019

Ulf Köhler, Wolfgang Steinbrecht
Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg
ulf.koehler@dwd.de; wolfgang.steinbrecht@dwd.de



Messungen von extremen Ozonschwankungen in der unteren Stratosphäre am MOHp

Ozonsondierungen am Meteorologischen Observatorium Hohenpeißenberg (MOHp) werden im Winterhalbjahr (November bis April) dreimal in der Woche durchgeführt, da in dieser Jahreszeit im Gegensatz zum Sommerhalbjahr (2 Aufstiege) die Variabilität des Ozons in der unteren Stratosphäre sehr groß ist. Ursache dafür sind große und schnelle dynamische Änderungen der Zirkulation in dieser Jahreszeit. So kommt es zum Beispiel in Mitteleuropa oft zur Ausprägung von sogenannten Sekundärmaxima, wenn sich unter die „normale“ Ozonschicht der mittleren Breiten (Ozonmaximum in ca. 20 - 21 km Höhe) polare Luftmassen schieben (Ozonmaximum in ca. 15 - 17 km Höhe). Diese Sekundärmaxima können sogar höhere Werte als die normale mitteleuropäische Ozonschicht erreichen und führen im Gesamtozonwert zu überdurchschnittlich hohen Werten. Da die „winterlichen“ dynamischen Transportvorgänge meist sehr schnell ablaufen, können im Gesamtozon nicht selten große, schnelle Veränderungen von bis zu 100 DU in wenigen Stunden festgestellt werden.

Ein klassisches Beispiel für ein solches Sekundärmaximum zeigen die Messungen mit Ozonsonde, Lidar und Spektrometern Mitte April 2019. Aufgefallen ist dieses Ereignis zuallererst bei dem Vergleich der Gesamtozon-Tagesmittel vom 15. April 2019, gemessen mit dem Dobson Nr. 104 (rote Kreuze) und den beiden Brewer Spektrometern Nr. 10 und 226 (grüne und blaue Kreise). Der Dobson-Mittelwert lag mit 427 DU um ca. 20 DU ungewöhnlich höher als die beiden Brewer-Mittelwerte, die mit 407 und 405 DU wie gewohnt sehr nahe beieinander waren. Der Blick auf den Tagesgang zeigt anschaulich, warum der Dobson-Mittelwert viel höher als die Brewer-Mittelwerte ausfiel (Abb. 1).



Abbildung 1: Tagesverlauf des Gesamtozons am 15. April 2019. Die Kreise stehen für die Brewer Nr. 10 (grün) und Nr. 226 (blau), die rote Kreuze für die regulären Dobson Nr. 104 Messungen (AD)

Die automatischen Brewer-Spektrometer messen den kompletten Tagesgang mit dem starken Rückgang von 450 DU auf 370 DU zum Nachmittag hin, während die Dobson-Werte nur bis 13:30 MESZ (= 11:30 UTC) manuell gemessen wurden, so dass der größere Teil des Ozonrückganges nicht mehr erfasst wird. Mit Hilfe der Gesamtozonmessun-

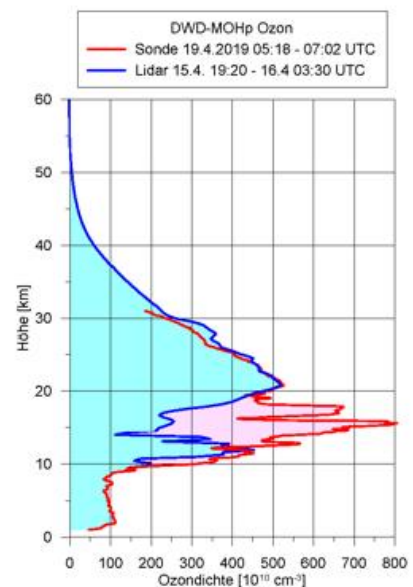


Abbildung 2: Vertikalprofile des Ozons am 15.4. morgens mit Ozonsonde (rot) und in der Nacht vom 15. auf 16.4. mit dem Ozon-Lidar (blau). Die schattierten Flächen zeigen die jeweiligen Gesamtozonsäulen.

gen kann man jedoch nicht feststellen, in welchen Höhenbereichen die „Ozon-Musik“ spielt. Glücklicherweise wurden am 15.4. morgens eine Ozonsonde gestartet sowie in der folgenden Nacht vom 15. auf den 16.4. Lidarmessungen durchgeführt. Abbildung 2 belegt sehr deutlich die Veränderungen im Ozonprofil in der unteren Stratosphäre. Am Morgen des 15. Aprils zeigt das Profil der Ozonsonde ein sehr ausgeprägtes Sekundärmaximum unterhalb von 20 km Höhe. Dieses ist in der Lidarmessung in der Folgenacht wieder fast vollständig verschwunden.

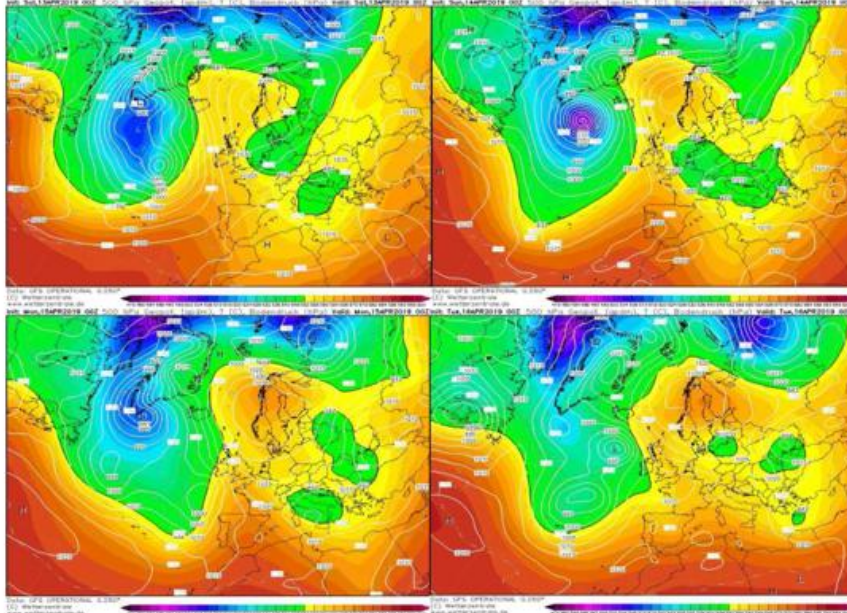


Abbildung 3: 500 hPa-Wetterkarten vom 13.4. (links oben), 14.4. (rechts oben), 15.4. (links unten) und 16.4. (rechts unten) mit dem Abtropfprozess eines Höhentiefs (grüne Fläche über Südschweden), Quelle: GFS – Karten im Archiv auf Wetterzentral.de

Anhand von Höhenwetterkarten (500 hPa) kann dieses Ereignis eindeutig mit einem Kaltlufttropfen in Verbindung gebracht (siehe Abbildung 3). Dieser löste sich von einem kleinen Trog über Skandinavien (links oben) am 14.4. (rechts oben) ab und überquerte als kaltes Höhentief (normalerweise nicht im Bodendruck sichtbar) sehr schnell entlang der Ostseite eines umfangreichen Hochdruckgebietes über Skandinavien Mitteleuropa (untere Grafiken). Dieser Kaltlufttropfen hatte die polare Ozonschicht in ca.17 km Höhe im Gepäck und sorgte somit am 15.4. kurzzeitig für deutlich erhöhte Gesamt Ozonwerte.

Dieses Muster findet sich, wenn auch in abgeschwächter Form, in den Gesamt Ozonkarten, die bei Environment Canada in Toronto aus Boden- und Satellitendaten für die Nordhalbkugel erstellt werden (Abbildung 4). Am 14. April meldeten vier Stationen in Mitteleuropa Tagesmittelwerte beim Gesamt ozon von über 400 DU. Die höchsten Werte im Tagesgang von bis zu 450 DU können aber durch diese Mittelwerte nicht aufgelöst werden.

Dieses Ereignis belegt eindrucksvoll, wie nur durch die Zusammenschau der Ergebnisse verschiedener Messsysteme mit hoher Messfrequenz (Spektrometermessungen) bzw. guter Höhenauflösung (Ozonsonde und Lidar) der genaue räumliche (horizontal wie vertikal) und zeitliche Ablauf von sehr großen Ozon-Variationen rekonstruiert und erklärt werden kann. Nur Messstationen, wie zum Beispiel das Ozonzentrum am MOHp mit seinem umfangreichen Ozonmessprogramm, sind in der Lage, solche Extremereignisse zu erfassen und zu beschreiben.

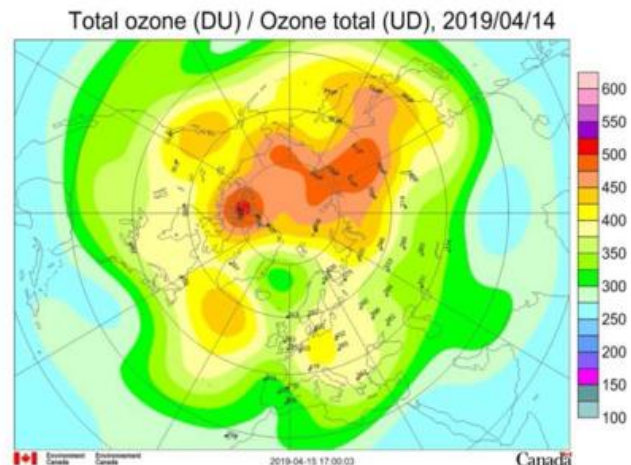


Abbildung 4: Nordhemisphärische Verteilung des Gesamt ozons am 14.4.2019 (Quelle: WOUDC beim Environment Canada, Toronto)