

# GAW Brief des DWD

Nr. 42, Januar 2008



Jens-C. Mayer<sup>1</sup>, Stefan Gilge<sup>2</sup>, Katharina Staudt<sup>3</sup>,  
Franz X. Meixner<sup>1</sup> und Thomas Foken<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Max-Planck-Institut für Chemie, Mainz,

<sup>2</sup>Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg,

<sup>3</sup>Universität Bayreuth, Abteilung Mikrometeorologie

## Freie Konvektion im Vorland des Hohen Peißenbergs – Einfluss auf Spurengasmessungen

Die isolierte Lage des Hohenpeißenbergs im Alpenvorland ermöglicht auf seinem Gipfel empfindliche Messungen von Spurengasen und meteorologischen Größen, die häufig weiträumig repräsentativ für die Verhältnisse in der Atmosphäre sind.

Im Rahmen eines DFG-Projektes wurde vom Max-Planck-Institut für Chemie, Mainz, dem Observatorium Hohenpeißenberg des DWD sowie den Universitäten Bayreuth und Cottbus im Spätsommer 2005 auf dem Gipfel und am Fuße des Hohen Peißenbergs das Feldexperiment SALSA durchgeführt. Durch intensive Messungen konnten die sporadisch auftretenden, ungewöhnlichen Tagesgänge der Ozonkonzentration im Gipfelbereich des Hohen Peißenbergs (Abb. 1) näher analysiert werden (Lit. 1): An klaren, sonnigen Tagen kann es zu deutlichen Einbrüchen der Ozonkonzentration in den frühen Vormittagsstunden kommen, deren Dauer von wenigen Minuten bis zu 3 Stunden reicht. Diese Einbrüche sind mit geringen Windgeschwindigkeiten verbunden.

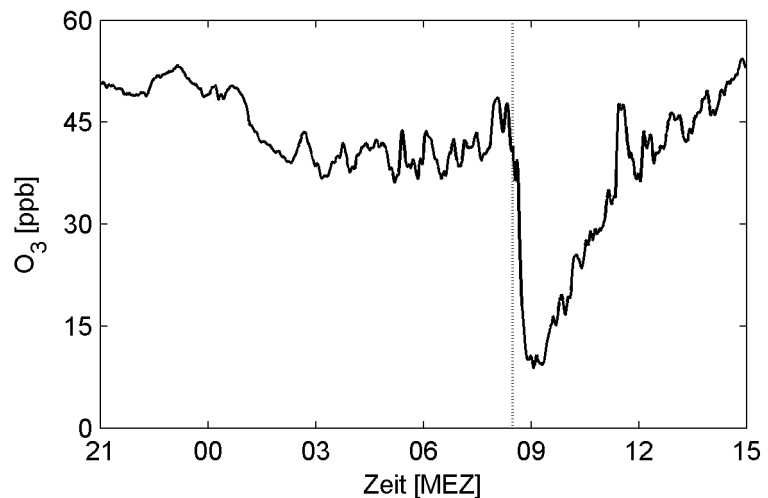


Abb. 1: Verlauf der Ozonkonzentration am MOHp am 5.9.2005 mit einem auffälligen, außergewöhnlichen Einbruch der Konzentration um 09:00 Uhr.

Aufgrund der simultanen Messungen am Gipfel und am Fuße des Hohen Peißenbergs ließ sich ein differenziertes Bild über die Prozesse gewinnen, die am Gipfel zu den beobachteten Einbrüchen der Ozonkonzentration führten. Dabei konnten lokale, gipfelnahe Senken ebenso ausgeschlossen werden wie ein Hangaufwindssystem. Aus Daten eines SODAR-RASS Systems und Messungen mittels Fesselballon ließ sich zum Zeitpunkt des Ozonminimums die Höhe der konvektiven Grenzschicht bestimmen. Sie lag rund 150 m unterhalb des Gipfels. Damit wurde deutlich, dass sich die Gipfelregion oberhalb der Grenzschicht, aber innerhalb der Residualschicht des vorangegangenen Tages befand, mithin abrupte Konzentrationsänderungen nicht zu erwarten waren.

Dass trotz der beobachteten Schichtung bodennahe Luftmassen in die Gipfelregion transportiert werden können hängt mit der Lage des Hohen Peißenbergs im Alpenvorland zusammen: Durch thermische Unterschiede zwischen den Alpen und dem Vorland kommt es in dieser Region in den Vormittagsstunden an Schönwettertagen zu einer Umkehr des Windfeldes von abfließenden, kalten Luftmassen aus den Bergen (nachts) hin zu einem Ansaugen zu und Aufsteigen über den Alpen am Tage (Lit. 2). Eine solche Umkehr bewirkt eine windschwache Episode. Intensive Sonneneinstrahlung führt bereits in den Vormittagsstunden zu einem deutlich ausgeprägten, fühlbaren vertikalen Wärmestrom. Dessen Kombination mit geringer Windgeschwindigkeit ist eine Bedingung für die Entstehung freier Konvektion. Bei dieser Art der Konvektion beginnt ein Luftpaket nur auf Grund des Dichteunterschiedes relativ zur umgebenden Luft aufzusteigen, eine mechanische

Initialisierung ist nicht erforderlich. Erreicht das aufsteigende Luftpaket schließlich seine Gleichgewichtshöhe, verbleibt es dort, und wird vom Wind verfrachtet. Eben dies passiert im Bereich des Hohen Peißenbergs. Durch die freie Konvektion steigen abgegrenzte Luftpakete aus Bodennähe in größere Höhe auf und werden dort u.U. in Richtung Gipfel verfrachtet (Abb. 2). Da in

den Vormittagsstunden die bodennahe Luft nur geringe Ozonkonzentrationen enthält, führt dieser Prozess in der Höhe zu einer dünnen Schicht relativ ozonarmer Luft, die in den Messreihen der Station als ein zeitlich begrenzter Einbruch der Ozonkonzentration erscheint. Die vertikale Mächtigkeit dieser Schicht konnte an einigen Tagen mittels Fesselballon beobachtet werden und betrug rund 20 m. Für das aufsteigende Luftpaket muss aus der Umgebung Luft nachtransportiert werden. Auch dieser Prozess war beobachtbar. Im Wald, nahe eines Messstandortes am Hangfuß, war die Luft im Stammraum kühler als die Luft auf der Freifläche. Während des Auftretens der freien Konvektion wurde am Rand der Freifläche eine plötzliche Temperaturabnahme beobachtet. Diese ist auf das Nachströmen der kühleren Waldluft auf die Freifläche zurückzuführen.

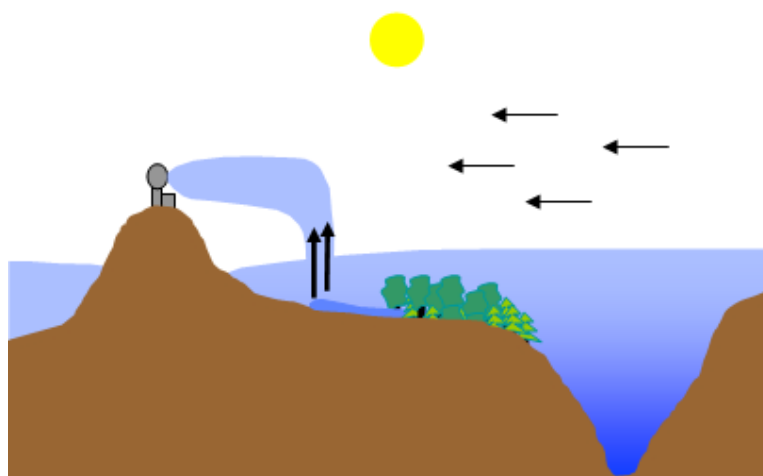


Abb. 2: Skizze des Hohen Peißenbergs und des südlichen Hangfußbereichs. Dargestellt ist der frei konvektive Aufstieg eines bodennahen Luftpaketes mit anschließendem Transport zum Observatorium.

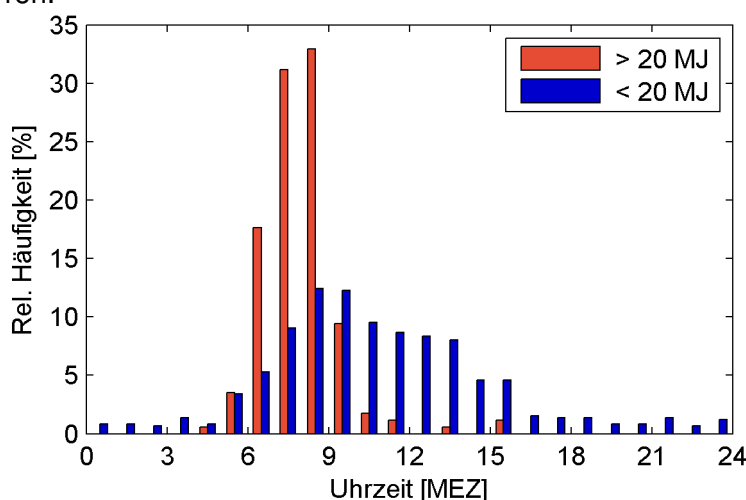


Abb. 3: Häufigkeit des Auftretens von Ozoneinbrüchen am MOHp für die Jahre 2001 – 2005 in Abhängigkeit von Tageszeit und Globalstrahlung für die Klassen > 20 MJ/m<sup>2</sup>/Tag (rot) und < 20 MJ/m<sup>2</sup>/Tag (blau).

Eine statistische Analyse der im Zeitraum von 2001 bis 2005 aufgetretenen Fälle von zeitlich begrenzten Einbrüchen der Ozonkonzentration mit steiler, abfallender Flanke ergab, dass für die Monate April bis September an ca. 18 % der Tage ein solcher Einbruch zusammen mit starker Sonneneinstrahlung zu beobachten war. Die größte Häufigkeit wurde dabei in der Zeit zwischen 06:00 und 09:00 beobachtet (Abb.3). Während sich an Tagen mit geringerer Sonneneinstrahlung eine flache Häufigkeitsverteilung mit weiteren ozonarmen Episoden auch in den Nachmittagsstunden ergibt, ist an Strahlungstagen nach Mittag typischerweise kein Ozoneinbruch mehr zu beobachten.

In den Wintermonaten (Oktober bis März) reicht die Einstrahlung nicht aus, um solche Effekte auszulösen.

Referenz: 1) Mayer, J.-C., Staudt, K., Gilge, S., Meixner, F. X., und Foken, T., 2008: The impact of free convection on late morning ozone decreases on an alpine foreland mountain summit. Atmospheric Chemistry and Physics Discussion, in press.  
 2) Lugauer, M. und Winkler, P., 2005: Thermal circulation in South Bavaria – climatology and synoptic aspects. Meteorologische Zeitschrift, 14: 15-30.