

Die Ursache orographischer Bannerwolken: Eine Untersuchung mittels Grobstruktursimulationen

D. Reinert (1), V. Wirth (1), J. Schween (2)

(1) Institut für Physik der Atmosphäre, Johannes Gutenberg-Universität, Mainz, (2) Institut für Geophysik und Meteorologie, Universität Köln, (dreinert@uni-mainz.de)

Bannerwolken sind orographische Wolken, die bei der Überströmung steil emporragender Bergspitzen oder Bergrücken auftreten können. Die Wolke bildet sich ausschließlich im Lee des Hindernisses, während das Luv wolkenfrei bleibt. Bevorzugte Orte sind z.B. das Matterhorn in der Schweiz oder die Zugspitze in Deutschland. Die Wolke besitzt eine typische räumliche Skala von unter 1 km und kann aufgrund ihres quasistationären Charakters oftmals über mehrere Stunden beobachtet werden. Der zugrunde liegende Entstehungsmechanismus, die Dynamik, sowie der Einfluss der Thermodynamik auf die Entstehung und Aufrechterhaltung dieser Wolke sind bisher nicht geklärt. Zur Untersuchung dieses Phänomens wurde ein neues Grobstruktursimulationsmodell entwickelt, welches in der Lage ist atmosphärische Strömungen über komplexer Topographie zu simulieren. Das Modell wurde ausgiebig getestet und gegen Windkanalmessungen validiert.

In dieser Arbeit werden erste Simulationsergebnisse vorgestellt, welche den dominierenden Entstehungsmechanismus von Bannerwolken näher beleuchten. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Analyse der trockenen Dynamik unter Vernachlässigung der Feuchtephysik. Beobachtungen legen nahe, dass Bannerwolken bevorzugt hinter pyramidenförmigen Hindernissen auftreten (siehe Matterhorn). Die Strömung um ein solches Hindernis wurde in idealisierter Form mit Hilfe des neuen Grobstruktursimulationsmodells untersucht.

Die mittlere Strömung ist geprägt durch eine Strömungsablösung entlang der Flanken und der Spitze des Hindernisses, sowie einer Sekundärzirkulation im Lee. Ein wesentlicher Bestandteil dieser Sekundärzirkulation ist ein quasistationärer Leewirbel mit horizontaler Rotationsachse, dessen aufsteigender Ast sich über die gesamte Hin-

dernishöhe erstreckt. Das Strömungsbild ist stark asymmetrisch mit einer deutlich stärkeren Hebung der Luftmasse im Lee im Vergleich zum Luv. Diese Hebung im Lee kann die asymmetrische Wolkenverteilung erklären, sogar unter der Annahme horizontal homogener Temperatur und Feuchteverhältnisse. Solche Leewirbel sind ein häufig auftretendes Phänomen und nicht nur hinter pyramidenförmigen Hindernissen zu beobachten. Ein Vergleich mit der Überströmung eines quaderförmigen Hindernisses zeigt jedoch, dass der Leewirbel hinter einem pyramidenförmigen Hindernis einen gewissen Sonderfall darstellt. Er besitzt einen deutlich weniger intermittenten Charakter, als der Wirbel hinter einem Quader. Dies kann sowohl die Bevorzugung pyramidenförmiger Hindernisse, als auch den nur schwach intermittenten Charakter von Bannerwolken erklären. Als Ausblick auf die weitere Arbeit wird eine erste Simulation mit Berücksichtigung der Feuchtephysik vorgestellt. Sie zeigt erstmals die erfolgreiche Simulation einer realitätsnahen Bannerwolke mit Hilfe eines Grobstruktursimulationsmodells.

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass Bannerwolken durch Hebung im aufsteigenden Ast eines quasistationären Leewirbels entstehen. Weitere, in der Literatur anzutreffende Theorien, wie z.B. Bernoulli-Effekt, oder Mischungsnebel sind zur Erklärung des Bannerwolken-Phänomens nicht erforderlich oder schlichtweg falsch.