

Geheimnisse der Wolken...

Die Entstehung von Schwerewellen kann man an den Wolken erkennen

Orkanartige Windgeschwindigkeiten in der Atmosphäre / Von Peter Preuße

Vor einigen Jahren, als ich gerade meine Diplomarbeit in der CRISTA-Arbeitsgruppe begonnen hatte, konnte ich eine faszinierende Naturerscheinung beobachten: Am nahezu wolkenlosen Himmel war ein dünnes Wolkenband zu sehen. Dieses stand aber nicht still, sondern zeigte eine langsame Schlangenbewegung nach unten bzw. oben, ähnlich einem lose gespannten Seil, das man an einer Seite bewegt. Die Periodendauer, das heißt die Zeit, nach der der Ausgangszustand wieder erreicht war, betrug etwa eine viertel Stunde.



Dipl.-Phys. Peter Preuße,
Mitarbeiter in der Arbeitsgruppe
von Professor Dr. Dirk Offermann
im Fachbereich Physik

Wie kommt eine solche Wellenbewegung zustande ?

Wird Luft in größere Höhen transportiert, nimmt durch den geringeren Druck die Temperatur in diesem „Luftpaket“ ab. Dabei kann das Luftpaket kälter werden als die umgebende Luft. In diesem Fall fällt die Luft wieder nach unten und zwar „über die Gleichgewichtslage hinaus. Die Luft führt daher eine Schwingung aus (wie ein Gewicht an einer Feder oder ein Bungeespringer), denn für Lufttransporte nach unten gilt genau die Umkehrung: Sie werden wärmer und steigen wieder auf. Da es sich um eine Aufstiegs- bzw. Fallbewegung leichter oder schwerer Luft handelt, die wirkende Kraft also die Schwerkraft ist, heißen diese Wellen Schwerewellen.

So eindrucksvoll wie oben beschrieben kann man Schwerewellen nur selten beobachten. Häufiger zeigen sie sich gleichsam als Ribbelmarken in Wolkenfeldern, so wie z.B. im Photo zu diesem Artikel. Mit einem Instrument wie CRISTA lassen sie sich vor allem durch den Wechsel zwischen kälterer und wärmerer Luft erkennen. Erzeugt werden diese Wellen unter anderem durch Wind, der über Berge streicht, und durch Gewittersysteme.

Beispielhaft für die Bedeutung der Schwerewellen in der Atmosphärenphysik wird im folgenden ihre Funktion als „fernwirkende Windbremse“ dargestellt:

In der mittleren und oberen Atmosphäre (höher als 20 km) sind orkanartige Winde mit Windgeschwindigkeiten von mehr als 100 km/h keine Seltenheit. Nach theoretischen Überlegungen müssten sie aber mehr als doppelt so schnell sein. Dieser Unterschied läßt sich zu einem großen Teil durch Schwerewellen erklären. Meist werden Schwerewellen in niedrigeren Höhen erzeugt und breiten sich von dort in die höhere Atmosphäre aus. Dabei wachsen sie und die Höhe, über die die Luft schwingt, wird immer größer, je höher die Welle in die Atmosphäre hinaufwandert. Luft kann so

innerhalb der Welle über mehrere Kilometer rauf- und runterschwingen. Wird die Schwingung zu groß, bricht die Welle und bremst den Wind ab. Da die Bremswirkung aber erst mit dem Brechen der Welle einsetzt, bleibt der Wind zwischen der Quelle (in unserem Beispiel dem Berg) und der Höhe, in der die Welle bricht (z.B. 70 km Höhe), unbeeinflusst. Somit unterscheidet sich dieser Mechanismus grundsätzlich von einer Abbremsung durch Reibung.

Um die Stärke der Bremswirkung berechnen zu können, benötigt man die Häufigkeit der Wellen in der gesamten Atmosphäre. Globale Messungen von Schwerewellen lassen sich nur aus Satellitendaten gewinnen. Die beiden ersten Beobachtungen durch zwei amerikanische Satelliten schienen sich zu widersprechen. Theoretiker haben vermutet, daß es sich dabei um zwei Facetten eines Problems handelt, die erst durch die unterschiedlichen Meßverfahren der beiden Satelliten entstehen. Die CRISTA Werte enthalten beide Facetten, und diese Theorie läßt sich erstmals in den CRISTA Werten experimentell bestätigen.

Unsere Daten sind wegen des engmaschigen CRISTA-Meßnetzes besonders geeignet, die Anregungsquellen von Schwerewellen zu identifizieren. So können langgestreckte Gebirgsketten wie die Anden oder der Ural in den von CRISTA gemessenen Schwerewellen erkannt werden. Besonders viele Schwerewellen finden sich auch über dem Äquator, weil dort besonders viele Gewitter entstehen. Daß es sich bei diesen Vorgängen um Schwerewellenquellen handelt, ist bekannt -die Stärke der Anregung ist aber ein Schwerpunkt der Forschung, zu dem CRISTA wertvolle Beiträge liefern kann.



Wolkenfelder - hier vom Flugzeug aus fotografiert - zeigen häufig Strukturen, die an Wasserwellen oder „Ribbelmarken“ erinnern (rechte Bildhälfte). Sie können durch Schwerewellen entstehen.