

IM BLICKWINKEL

Wenn alles auf einen Punkt zuläuft

Häufig sieht man Kondensstreifen von Flugzeugen, die alle in dieselbe Himmelsrichtung verlaufen und am Horizont scheinbar zusammenkommen (Abbildung 1). Diese künstlichen Wolken geben einerseits Hinweise auf die meteorologischen Bedingungen in großen Höhen. Andererseits lässt sich einfach abschätzen, in welcher Höhe die Flugzeuge fliegen.

Kondensstreifen sind künstliche Wolken aus Eiskristallen in 10 bis 13 km Höhe. Sie entstehen durch den gefrierenden Wasserdampf, der ein wesentlicher Bestandteil der Abgase der in diesen Höhen verkehrenden Flugzeuge ist. Da der maximal mögliche Feuchtegehalt der

Strecken zu verfolgen. Dabei fällt auf, wie lange es dauert, bis das Flugzeug am vorderen Ende des Kondensstreifens den Horizont erreicht. Stoppt man die Zeit zwischen dem Auftauchen des Flugzeugs im Zenit und dem Erreichen des Horizonts, so erhält man beispielsweise einen Wert

vom Beobachterstandpunkt gerade noch zu sehen ist, befindet es sich in der Höhe h über dem Erdboden. Nimmt man an, dass s näherungsweise gerade ist, so gilt nach dem Satz des Pythagoras: $(r + h)^2 = r^2 + s^2$. Nun kann man weiter vereinfachend h^2 gegenüber r^2 vernachlässigen und erhält für die Höhe: $h = s^2/(2r) = 6,3 \text{ km}$.

In Wirklichkeit ist die Flughöhe meist größer. Der Grund ist, dass zum einen die Fluggeschwindigkeit größer sein kann und dass zum anderen der wahre Horizont durch die Silhouette von Bäumen und Bauwerken etwas verstellt wird. Daher ist die Zeitspanne bis zum



Abb. 1 Die Flugzeuge haben scheinbar dasselbe Ziel.



Abb. 3 Natürliche Wolkenstraßen laufen ebenfalls scheinbar aufeinander zu.

Atmosphäre mit abnehmender Temperatur abnimmt, steigt die Wahrscheinlichkeit, dass es zur Kondensation des Wasserdampfes und zur Bildung von Eiskristallen kommt, bei den in diesen Höhen herrschenden Temperaturen von -40°C bis -70°C sehr stark an.

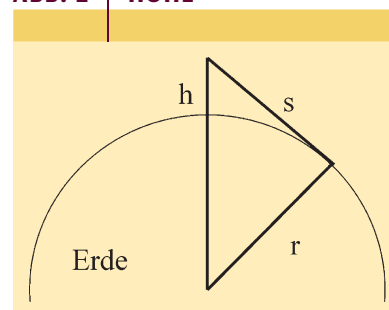
Je nach den optischen Eigenschaften der Kondensstreifen, die im Wesentlichen durch Anzahl, Größe und Form der Eisteilchen bestimmt werden, wird das Sonnenlichtes mehr oder weniger stark gestreut. Bei starker Streuung werden sie als Kondensstreifen unter günstigen Bedingungen über längere Zeiten sichtbar.

Die Langlebigkeit mancher Kondensstreifen ermöglicht es, die Spur von Flugzeugen über längere

von 20 Minuten. Nimmt man eine durchschnittliche Reisegeschwindigkeit von 850 km/h an, so hat das Flugzeug in dieser Zeitspanne immerhin 280 km zurückgelegt. Hiermit können wir die Flughöhe ausrechnen (Abbildung 2).

Wenn das Flugzeug nach einem Weg s den Horizont erreicht und

ABB. 2 | HÖHE



Erreichen des Horizonts größer als die angenommenen 20 Minuten und die Flughöhe entsprechend größer.

Die Konvergenz der Kondensstreifen suggeriert, dass sich die Flugzeuge alle auf einen Punkt auf der Erdoberfläche zu bewegen. Auf den Zielflughafen? Das ist natürlich etwas zu naiv gedacht. Erstens ist die Erde eine Kugel und daher sind die Kondensstreifen genau genommen Kreisabschnitte, die hinter dem Horizont verschwinden. Zweitens laufen die Kondensstreifen ebenso wenig aufeinander zu wie Eisenbahnschienen oder natürliche Wolkenstraßen (Abbildung 3). Die Konvergenz ist lediglich eine Folge der perspektivischen Verkürzung.

H. Joachim Schlichting, Uni Münster

Höhe h eines Flugzeugs, wenn es hinter dem Horizont verschwindet.