

Photo 1



Fig. 1

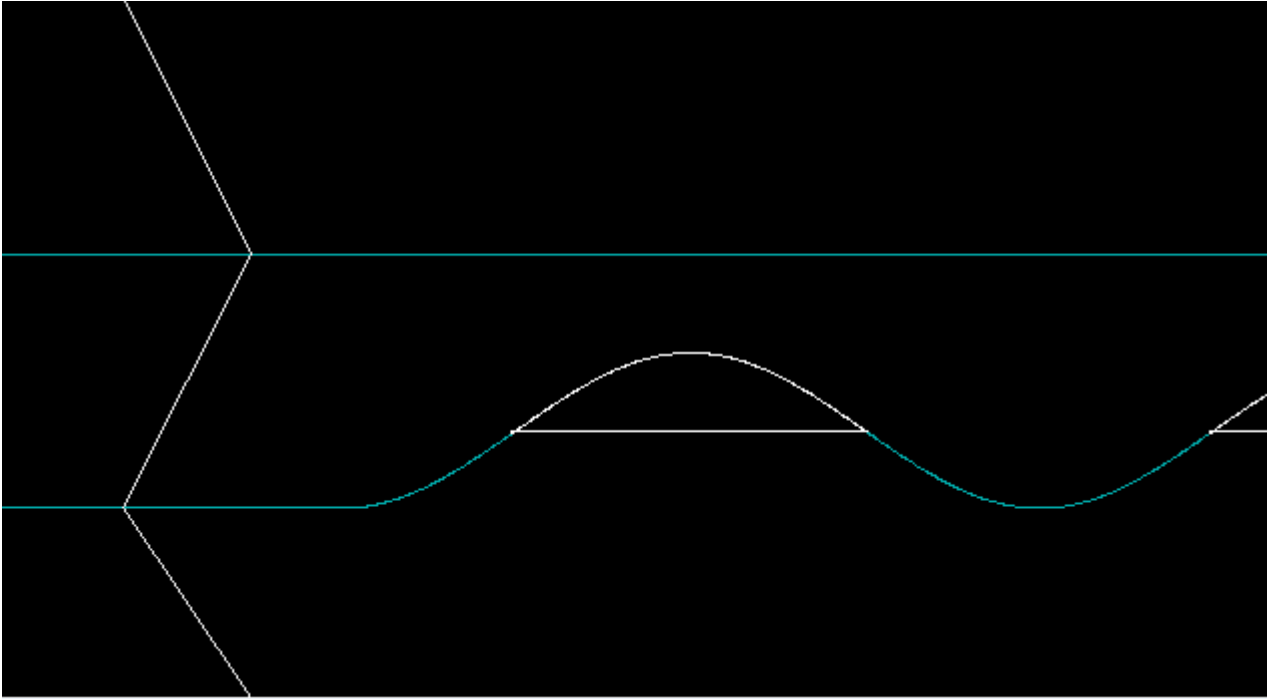


Fig. 2

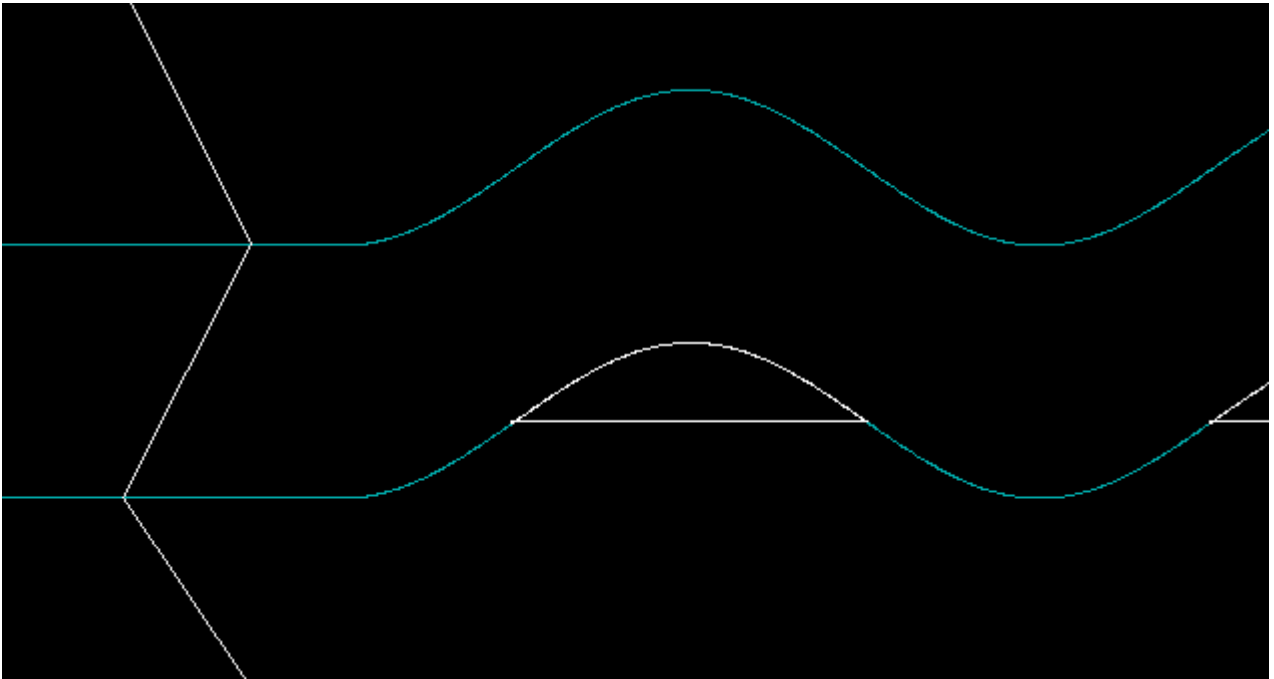


Photo 2



Photo 3



Photo 4



Photo 5



Fig. 3

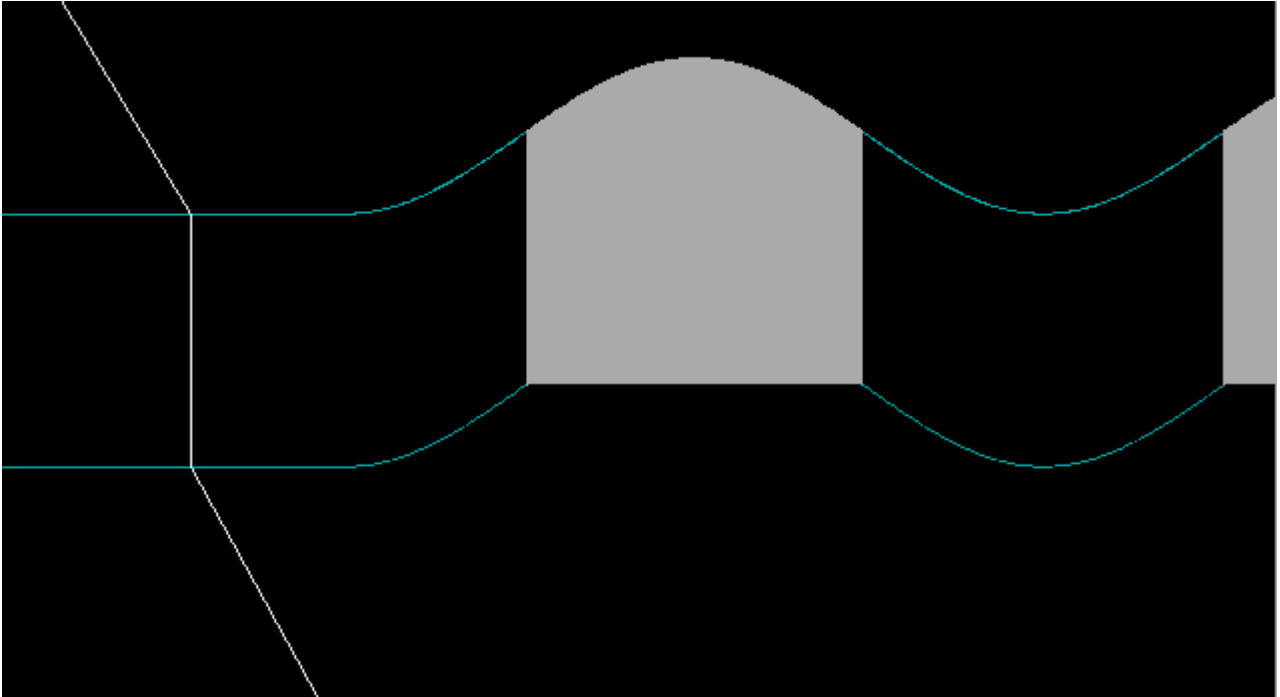


Photo 6



Photo 7



Photo 8



Photo 9



Photo 10



Photo 11



Photo 12



(Meine Hypothesen sind möglicherweise fragwürdig, und die Übersetzung kann immer Fehler enthalten.)

Morning Glory wave clouds

1). General features

Morning glory waves are usually created by the collision of two land breezes flowing away from the east and west coasts of over the Gulf of Carpentaria in Northern Australia. The humidity needed for cloud formation is provided by the sea itself or sea air flowing westwards over land on the previous day. Sea and land breezes form when the wind flows parallel to the coast. The wave clouds are in the form of bars, **photo 1**, that can be over 1,000 km long travelling in a transverse direction at 10-20 m/s. They also travel longitudinally in the direction of the coastal wind. In MG waves the air remains stationary and the waves travel through it, unlike lee waves where the air flows through stationary waves.

Waves travelling through stationary air would seem to provide a suitable subject for series of balloon soundings. With such soundings it would be possible to determine if the wave only propagated at the base of an inversion, as in **Fig 1**, or if the entire cloudless inversion oscillates, as shown in **Fig. 2**. As I haven't found any records of balloon soundings, perhaps a study of the various MG cloud forms will reveal some of this information.

2). Shallow wave cloud bars

In my opinion, MG waves can propagate virtually unattenuated within a stable layer, such as a ground inversion, as in **Fig. 2**. Above and below this layer these waves will progressively reduce in amplitude. As humid air is lighter than dry air, this will be at its highest just below an inversion. The most common wave cloud bars are quite shallow, and form beneath the crests travelling along the underside of this inversion. The primary wave may be cloudless, as shown in **Photo 2**, in which case first cloud bar is a false primary.

Although essentially stationary in a horizontal direction, the air is moved up and down differentially in a vertical direction by the waves. This creates turbulence within the air as the waves pass through, as shown by the cloud tops in **Photo 3**. This turbulence mixes the air and reduces its stability, whereby it becomes less and less stable as the waves pass through it. Consequently, when cloud bars form beneath a crest, the first bar can be stable and the second convective, as shown in **Photo 4**. Subsequent cloud bars can then become progressively more convective. If the ground inversion is burnt off by solar heating during the day, then the wave bars disappear and normal convective clouds can then form behind them as shown in **Photo 5**.

3). Vertical walls of ice-like clouds

If there is an isothermal layer with a uniform humidity, as shown in [Fig. 3](#), then when it is raised sufficiently by the wave then it will all condense at the same time to form a smooth vertical wall of stable cloud, [Photo 6](#). The height of this smooth wall indicates the depth of the isothermal layer. Any sections insufficiently humid to condense will create cavities in the wave clouds, [Photo 7](#).

4). Deep wave bar clouds

As Morning Glory occurs in the tropics, the stable layer might only be conditionally stable. If it is also sufficiently humid, then convective clouds can form throughout the depth of the layer, [Photo 8](#).

5). Castellatus clouds.

If the air above the stable layer is only conditionally stable, then the air condensing there will form convective clouds. With every passing wave this air will become less stable and more convective. This can result in altocumulus castellatus sprouting from the less stable rear of convective wave bar cloud crests, [Photo 9](#).

6). Rotor clouds

MG waves can create upper rotors behind the crests of the wave bars. These are revealed by circular cross section clouds extending above and behind the wave bar. Examples of MG of large and small diameter rotor clouds are shown in [Photos 10 and 11](#).

7). Arch clouds

An arch cloud indicates that the front of the wave has steepened sufficiently for a clear air rotor to form in the air ahead of a wave bar, [Photo 12](#). Arch clouds in lee waves are caused by a clear air rotor ahead of the primary wave bar.

[8). Cumulonimbus clouds

As subsequent wave bars become even more strongly convective, they can develop into a line of cumulonimbus ascending from the rear of the wave bar crest, [missing Photo 13](#).]

Morning Glory-Wellenwolken

1). Allgemeine Merkmale

MG-wellen entstehen normalerweise durch die Kollision zweier Landbrise, die von der Ost- und Westküste über dem Golf von Carpentaria in Nordaustralien wegströmen. Die für die Wolkenbildung erforderliche Luftfeuchtigkeit wird entweder vom Meer oder einer am Vortag westwärts über Land strömenden Meeresbrise bereitgestellt. Meeres- und Landbrisen entstehen, wenn der Wind parallel zur Küste weht. Die Wellenwolken haben die Form von Balken, Foto 1, die über 1.000 km lang sein können und sich in Querrichtung mit einer Geschwindigkeit von 10–20 m/s bewegen. Sie bewegen sich auch in Längsrichtung in Richtung des Küstenwinds. Bei MG-Wellen bleibt die Luft stationär und die Wellen breiten sich durch sie aus, im Gegensatz zu Lee-Wellen, bei denen die Luft durch stationäre Wellen strömt.

Wellen, die sich durch stationäre Luft bewegen, scheinen ein geeignetes Motiv für eine Reihe von Ballonsondierungen zu sein. Ich habe keine Sondierungen darüber gefunden, dass dies tatsächlich durchgeführt wurde. Vielleicht könnte uns eine Untersuchung der verschiedenen MG-Wolkenformen die Informationen geben, die solche Sondierungen offenbaren würden.

2). Wolkenbalken mit flachen Wolken

MG-Wellen können sich innerhalb einer stabilen Schicht, beispielsweise einer Bodeninversion, praktisch ungedämpft ausbreiten. Oberhalb und unterhalb dieser Schicht nimmt die Amplitude dieser Wellen zunehmend ab. Feuchte Luft ist leichter als trockene Luft und liegt knapp unterhalb einer Inversion am höchsten. Die Wellenwolkenbalken sind normalerweise recht flach und bilden sich unter den Kämmen, die sich entlang der Unterseite dieser Inversion bewegen. Wenn die Primärwelle wolkenlos ist, Foto 2, wird der erste Wellenbalken als falsche Primärwelle bezeichnet. Obwohl die Luft horizontal stationär ist, wird sie durch die Wellen vertikal unterschiedlich auf und ab bewegt, wodurch beim Durchgang der Wellen Turbulenzen entstehen, Foto 3. Diese Vermischung der Luft verringert ihre Stabilität und sie wird immer weniger stabil, je mehr Wellen sie durchqueren. Wenn sich folglich unter einem Kamm Wolkenbalken bilden, kann der erste Balken stabil und der zweite konvektiv sein, wie in Foto 4 gezeigt. Nachfolgende Wolkenbalken können dann zunehmend konvektiver werden. Wenn die Bodeninversion abgebrannt ist durch Sonnenerwärmung tagsüber verschwinden die Wellenbalken und es können sich dahinter normale Konvektionswolken bilden, wie in Foto 5 gezeigt.

3). Vertikale Wände aus eisähnlichen Wolken

Durch die Vermischung der Inversionsluft durch unterschiedliche vertikale Luftbewegungen kann eine stabile isotherme Schicht mit gleichmäßiger Luftfeuchtigkeit entstehen. Wenn

die Luft dieser stabilen Schicht durch die Welle ausreichend angehoben wird, kondensiert alles gleichzeitig und bildet eine glatte vertikale Wand aus stabiler Wolke, Foto 6. Abschnitte, die nicht ausreichend feucht sind, um zu kondensieren, erzeugen Hohlräume in der Wolkenwand, Foto 7.

4). Tiefe Wellenbalkenwolken

Wenn die stabile Schicht bedingt stabil wird und ausreichend feucht ist, können sich in der gesamten Tiefe der Schicht konvektive Wolken bilden, Foto 8.

5). Castellatus-Wolken

Wenn die Luft über der stabilen Schicht nur bedingt stabil ist, dann bildet die dort kondensierende Luft Konvektionswolken. Mit jeder vorbeiziehenden Welle wird diese Luft instabiler und konvektiver. Dies kann dazu führen, dass *Altostratus castellatus* aus der weniger stabilen Rückseite konvektiver Wellenbalkenwolkenkämme sprießt, Foto 9.

7). Rotorwolken

MG-Wellen können hinter den Wellenkämmen Wellenbalken erzeugen. Diese werden durch Wolken mit kreisförmigem Querschnitt sichtbar, die sich über und hinter dem Wellenbalken erstrecken. Zwei Beispiele für MG-Rotorwolken sind in den Fotos 10 und 11 dargestellt.

8). Bogenwolken

Eine Bogenwolke zeigt an, dass die Vorderseite der Welle so steil ist, dass sich in der Luft vor einem Wellenbalken ein klarer Luftrotor bilden kann, Foto 12. Bogenwolken in Leewellen werden auf die gleiche Weise gebildet, Abb. 2.