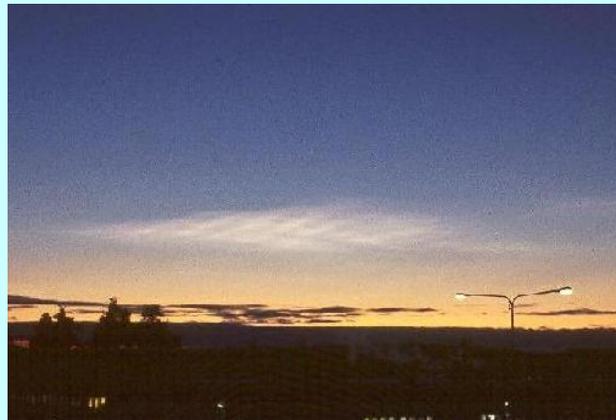


Wolken und Gewitter

- Besonders auffällig sind auf den Bildern von der Erde aus dem Weltraum die vielfältigen Bewölkungsmuster (in Form von Bändern, Wirbeln, Zellen usw.).
- Ungefähr die Hälfte der Erdoberfläche ist ständig mit Wolken bedeckt. Fast alle Wolken befinden sich unterhalb von 20 km Höhe.
- Nur zwei Wolkenarten, deren genaue Zusammensetzung jedoch unbekannt ist, kommen gelegentlich in größeren Höhen vor: Die **Perlmutterwolken** zwischen 20 km und 30 km Höhe und die **leuchtenden Nachtwolken** in etwa 80 km Höhe.

Perlmutterwolken und leuchtende Nachtwolken



- Die Perlmutterwolken und die leuchtenden Nachtwolken entstehen, wenn in der Stratosphäre bzw. Mesosphäre bei extrem tiefen Temperaturen der in geringen Konzentrationen vorhandene Wasserdampf auf Sublimationskernen gefriert.



Perlmutterwolken und leuchtende Nachtwolken



Perlmutterwolken und leuchtende Nachtwolken

Wolkenklassifikation

- Ich beginne mit einem Überblick über die Wolkenklassifikation und die wichtigsten Wolkenbildungsprozesse.
- Danach werde ich die **Konvektionswolken, Schichtwolken und orographischen Wolken** näher beschrieben.
- In Abhängigkeit von der atmosphärischen Schichtung können aus **Konvektionswolken** verschiedene Arten von **Gewittern** entstehen.
 - Ich werde zeigen, wie sich Luftmassengewitter, Frontgewitter und konvektive Systeme unterscheiden lassen.

Wolkenbildungsprozesse

- Wolken entstehen durch Kondensation oder Sublimation von Wasserdampf in gegenüber Wasser oder Eis übersättigter Luft.
- Alle sind Prozesse, die zu einer Übersättigung des Wasserdampfs führen, **Wolkenbildungsprozesse**:
 - Wolkenbildung durch **adiabatische Abkühlung bei Hebung (Konvektionswolken, Schichtwolken, Orographischewolken)**
 - Wolkenbildung durch **diabatische Abkühlung (Nebel)**
 - Wolkenbildung durch **Wasserdampfungnahme (Seerauch, Kondensstreifen)**
 - Wolkenbildung durch **adiabatische Abkühlung bei starkem Druckfall (Tornados, Wasserhosen)**

Wolkenbildung durch adiabatische Abkühlung bei Hebung

- Am häufigsten kommt es zur Wasserdampfübersättigung, wenn sich aufsteigende Luft ausdehnt und adiabatisch abkühlt.
- Es gibt drei Arten der Hebung, die zu verschiedenen Wolkenformen führen:
 - **Konvektionswolken**
 - **Schichtwolken**
 - **Orographischewolken**

Konvektionswolken

- bilden sich bei **feuchtlabiler** Schichtung durch kleinräumiges Aufsteigen von warmen Luftpaketen auf Grund deren Auftriebskraft.
- haben eine horizontale Ausdehnung zwischen 100 m und 10 km und die Vertikalgeschwindigkeit der Luft beträgt in ihnen einige m s^{-1} .
- haben eine Lebensdauer von Minuten bis Stunden.
- In vertikal mächtigen Konvektionswolken beobachtet man Vertikalgeschwindigkeiten bis über 30 m s^{-1} .
- Der Wassergehalt der Wolkenluft (flüssig oder fest), der durch die Aufwinde entsteht, liegt meist in der Größenordnung von 1 gm, in Wolken mit starken Aufwinden.
- Es können wesentlich größere Werte auftreten.



**Cumulus-
Wolke**



Cumulus Congestus



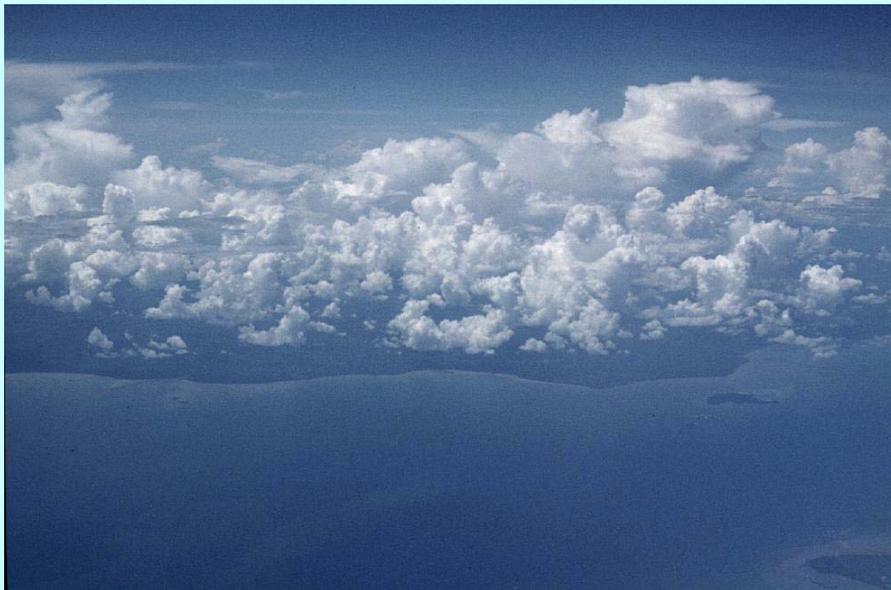
Passatwind Cumulus



Cumulus Congestus



Cumulonimbus



Konvektion über Land

Schichtwolken

- Ursache für die Bildung von **Schichtwolken** ist die Hebung von **stabil** geschichteter Luft.
- Schichtwolken kommen in allen Höhen zwischen der Erdoberfläche und der Tropopause vor und haben teilweise eine horizontale Ausdehnung von über 10^5 km^2 .
- Die Vertikalgeschwindigkeit der Luft ist mit 1 cm/s bis 10 cm/s wesentlich kleiner als in Konvektionswolken.
- Der Wassergehalt beträgt in allgemeinen nur 0,1 gm bis 0,5 gm.
- Schichtwolken bleiben meist einen Tag lang bestehen.

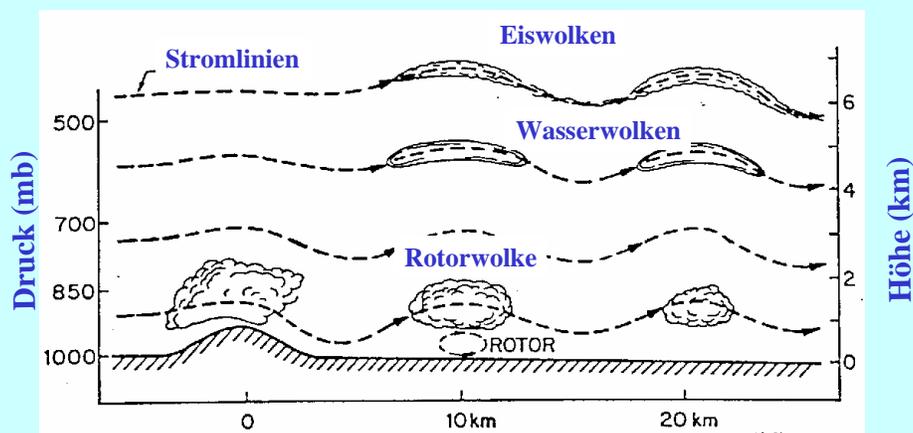


Altostratus und Altocumulus

Orographischewolken

- Die Stärke der erzeugten Vertikalgeschwindigkeit hängt von der Geschwindigkeit und Richtung der Strömung gegen das Hindernis ab, von der Höhe der Barriere und von der Stabilität der Luftschichtung; es können bis zu einigen ms^{-1} erreicht werden.

Entstehung von Orographischewolken



- Die erzwungene Hebung von stabil geschichteter (feuchter) Luft führt beim Überqueren von Hindernissen zur Entstehung von **orographischen Wolken**.
- Die Wolken machen die Wellenbewegung sichtbar



Orographischewolken



Orographischewolken

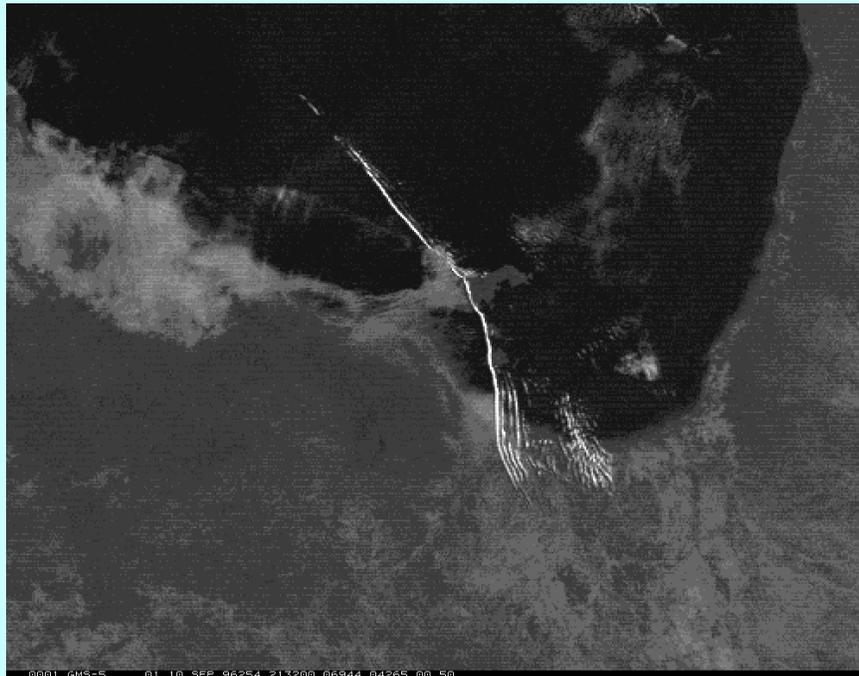


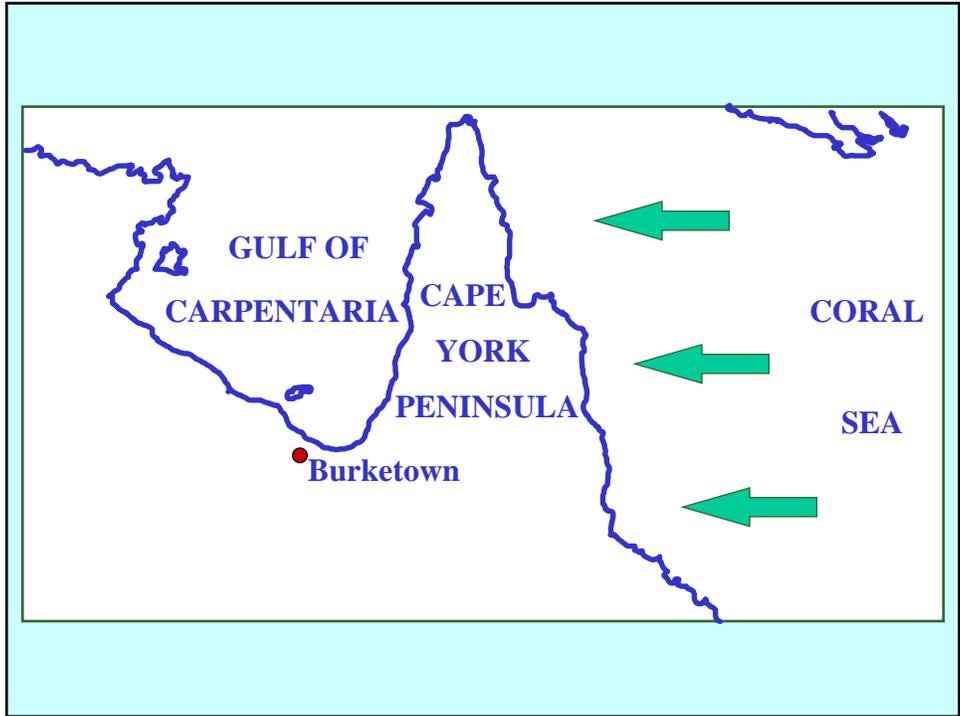
Orographischewolken

- **Die Stärke der erzeugten Vertikalgeschwindigkeit hängt**
 - von der Geschwindigkeit und Richtung der Strömung gegen das Hindernis ab,
 - von der Höhe der Barriere, und
 - von der Stabilität der Luftschichtung;
- **Es können bis zu einigen m s^{-1} erreicht werden.**
- **Der Wassergehalt in orographischen Wolken ist vergleichbar mit dem in Schichtwolken (0,1 gm bis 0,5 gm).**
- **Orographische Wolken lösen sich oft recht schnell wieder auf.**
- **Wenn die Luftströmung gegen ein Hindernis jedoch konstant ist, bleiben sie über längere Zeit bestehen.**

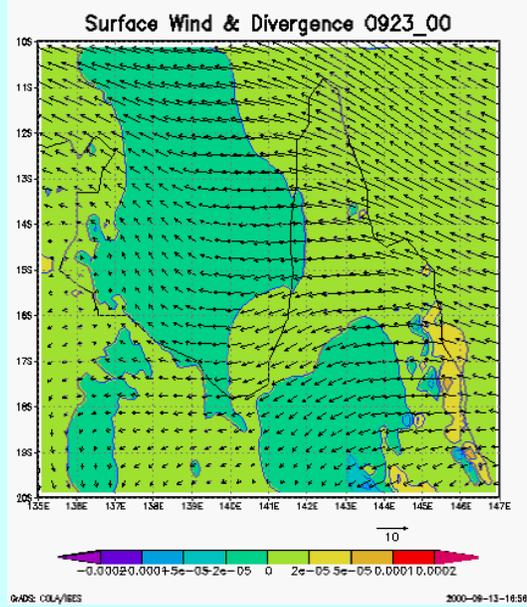


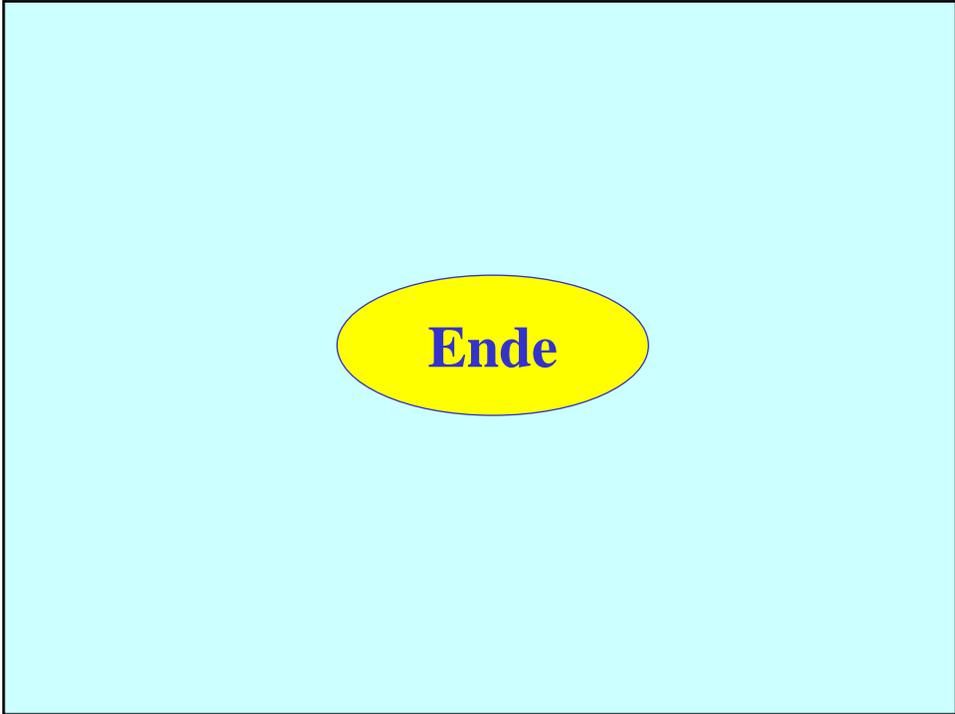
Die "Morning Glory"





Konvergenzlinien ueber Nordostaustralien





Ende