

## 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 **Wasserdampfzunahme (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  $\text{m s}^{-1}$ .
- haben eine Lebensdauer von Minuten bis Stunden.
- In vertikal mächtigen Konvektionswolken beobachtet man Vertikalgeschwindigkeiten bis über  $30 \text{ m s}^{-1}$ .
- 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**



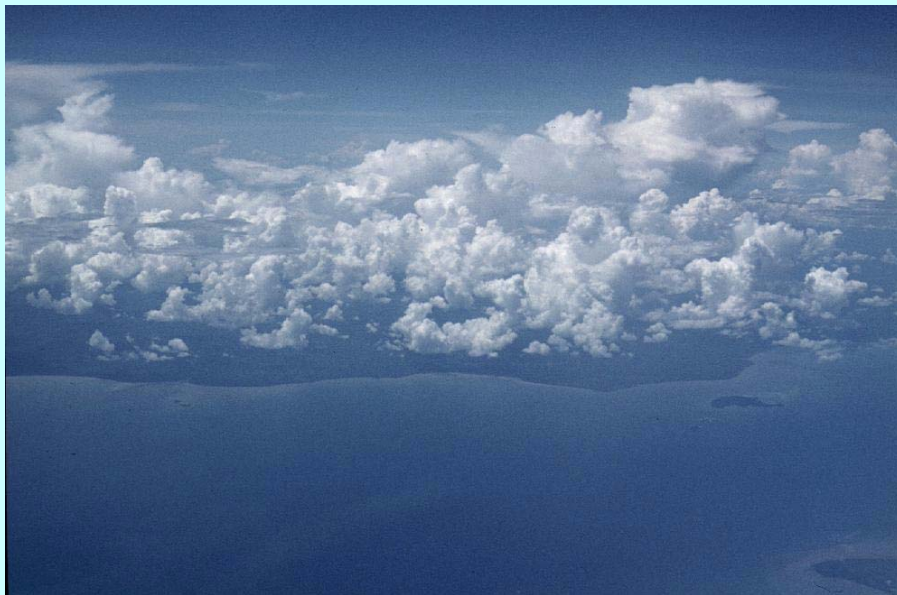
**Passatwind Cumulus**



**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  $10^5 \text{ km}^2$ .
- 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.



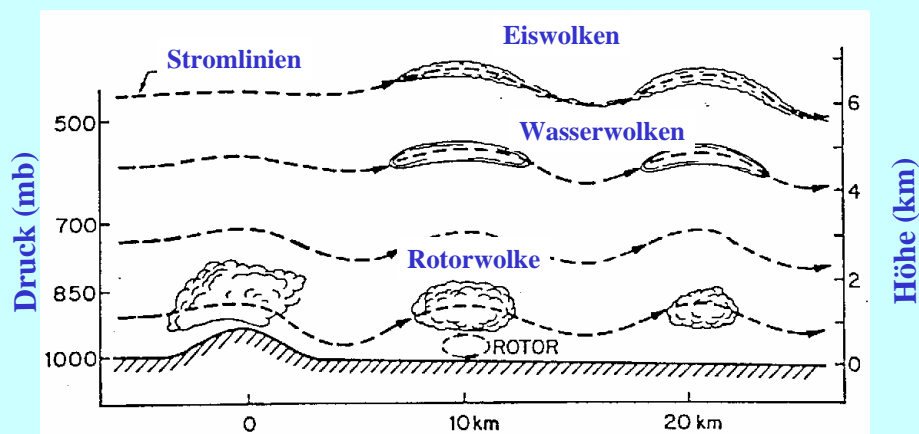
Altostratus und Altocumulus



## 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  $\text{ms}^{-1}$  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

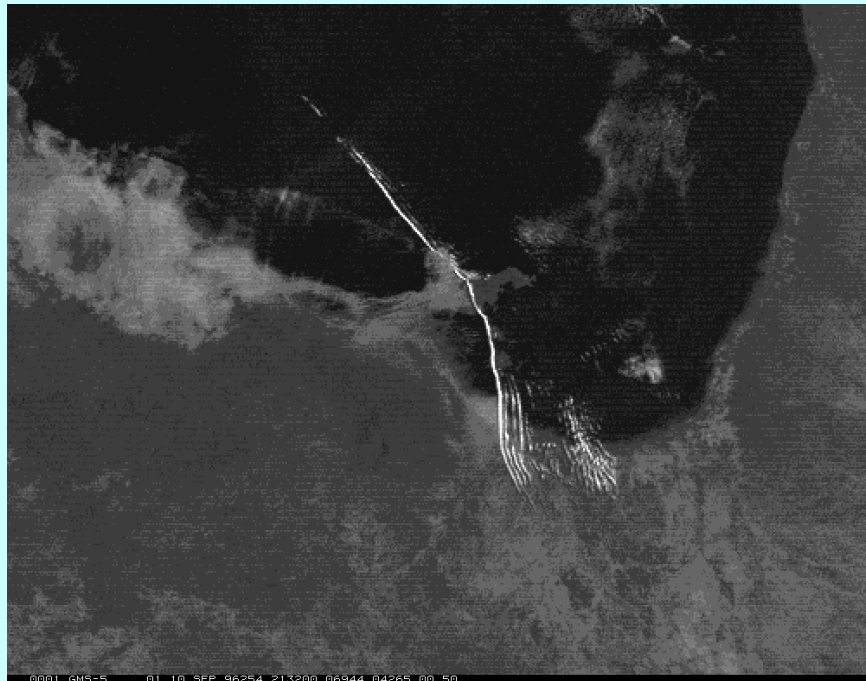


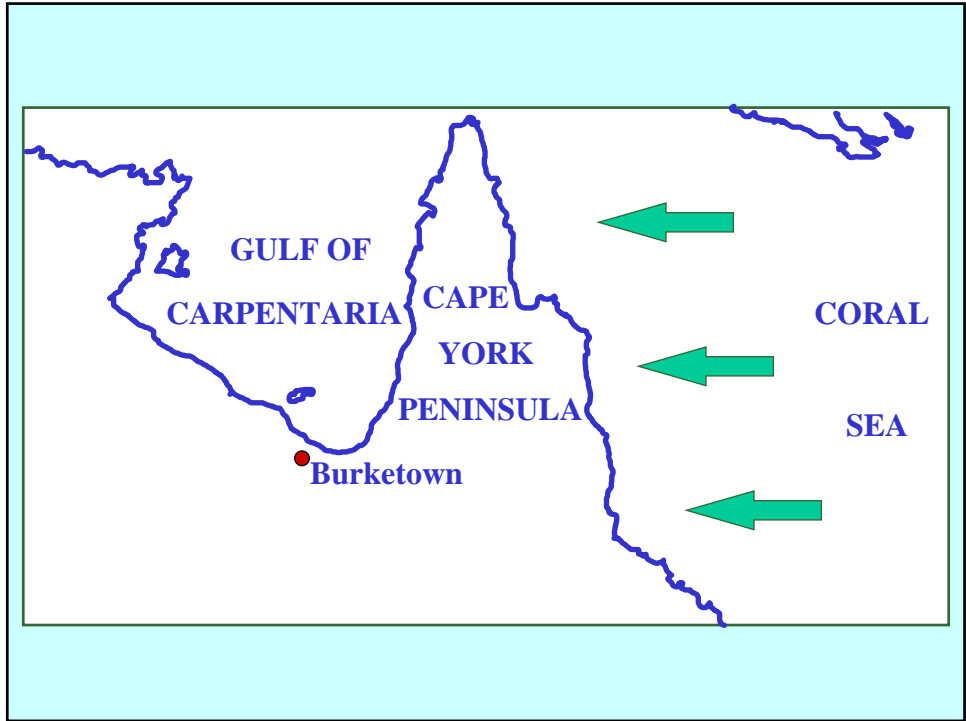
**Orographische Wolken**

- **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  $\text{m s}^{-1}$  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.**

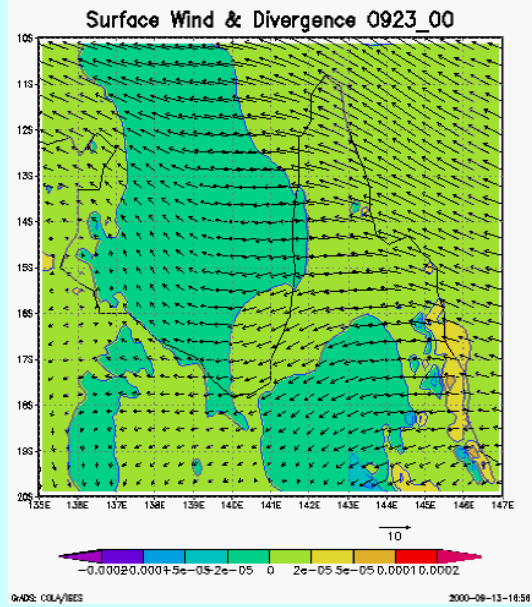


Die "Morning Glory"





## Konvergenzlinien ueber Nordostaustralien





**Ende**