

4. Übung zur Einführung in die Meteorologie

Thema: Vertikalprofile und Wolken

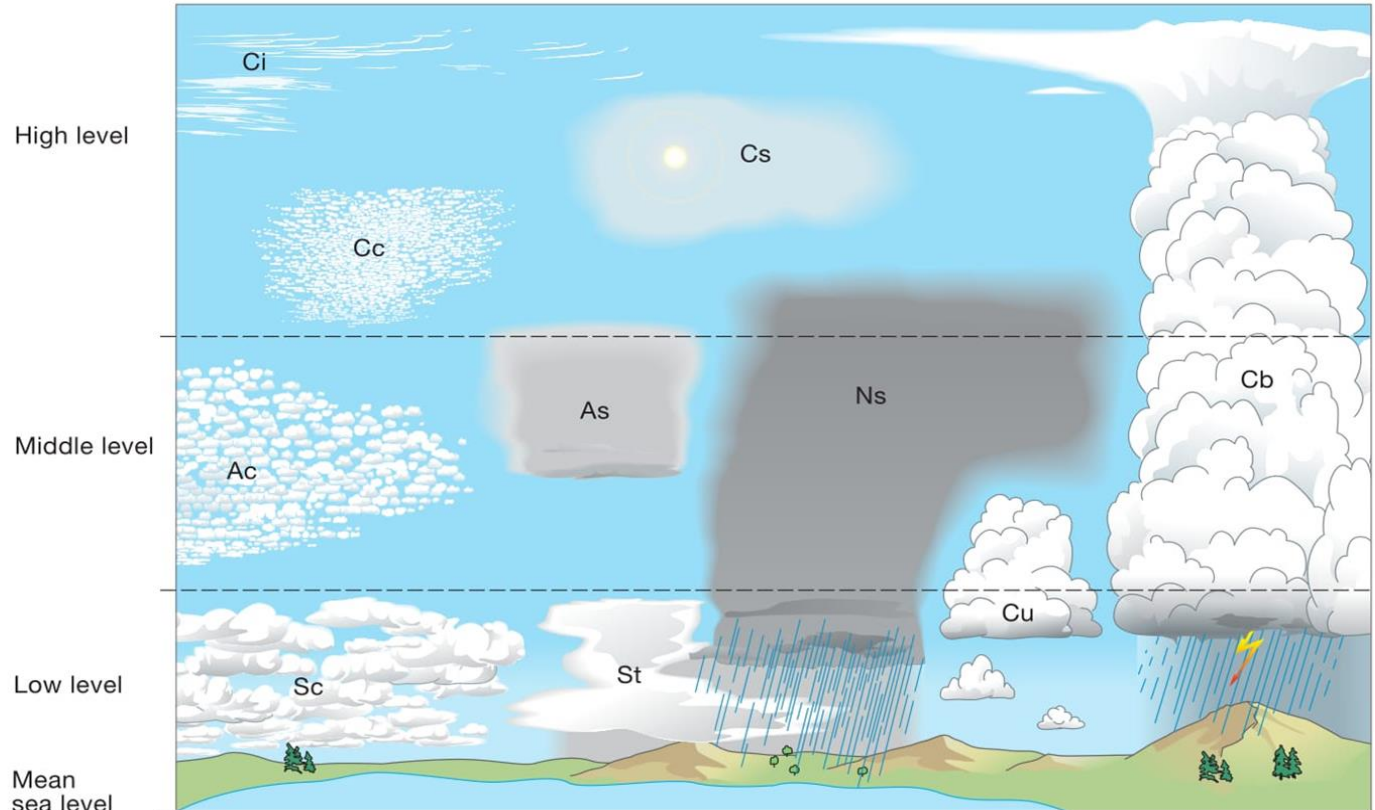
Überblick: troposphärische Wolken

Definitionen folgen denen in
<https://cloudatlas.wmo.int/>

3 Gruppen, Einteilung anhand
der Höhe der Wolkenunter-
grenze (Wolkenbasis) in tiefe,
mittelhohe und hohe Wolken

10 Wolkenarten, Namen
basieren auf der Kombination
der folgenden 5 lateinischen
Worte:

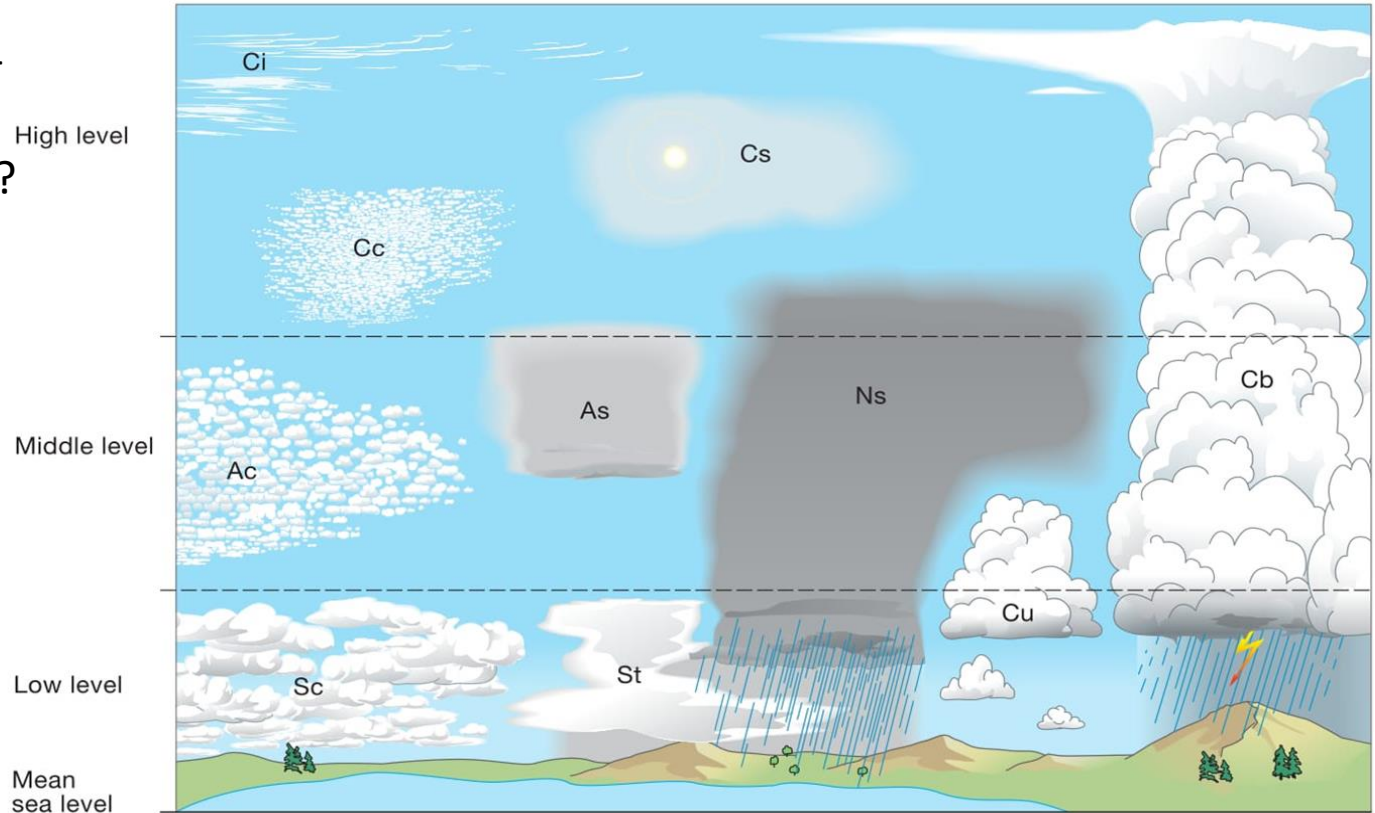
- Cirrus (Haarlocke)
- Cumulus (Haufen)
- Altum (Höhe)
- Stratus (flach/bedeckt)
- Nimbus (regnend)



Source: <https://cloudatlas.wmo.int/clouds-definitions.html>

Überblick: troposphärische Wolken


Erkennen Sie Unterschiede zwischen Wolkenarten die auf -cumulus (..c, Cu, Cb) oder -stratus (..s, St) enden?



Überblick: troposphärische Wolken

3 Wolkengruppen definiert
anhand der Höhe der
Wolkenbasis:
high, middle, low

10 Wolkenarten



<i>Level</i>	<i>Genera</i>	<i>Polar region</i>	<i>Temperate region</i>	<i>Tropical region</i>
High	Cirrus Cirrocumulus Cirrostratus	3 – 8 km (10 000 – 25 000 ft)	5 – 13 km (16 500 – 45 000 ft)	6 – 18 km (20 000 – 60 000 ft)
Middle	Alto cumulus Altostratus Nimbostratus	2 – 4 km (6 500 – 13 000 ft)	2 – 7 km (6 500 – 23 000 ft)	2 – 8 km (6 500 – 25 000 ft)
Low	Stratus Stratocumulus Cumulus Cumulonimbus	From the Earth's surface to 2 km (0 – 6 500 ft)	From the Earth's surface to 2 km (0 – 6 500 ft)	From the Earth's surface to 2 km (0 – 6 500 ft)

Table: Approx. heights of each level and the genera occurring in each

Source: <https://cloudatlas.wmo.int/clouds-definitions.html>

Überblick: troposphärische Wolken

Die folgenden Definitionen von tiefen, mittelhohen und hohen Wolken folgen den Definitionen in

<https://cloudatlas.wmo.int/>

Tiefe Wolken

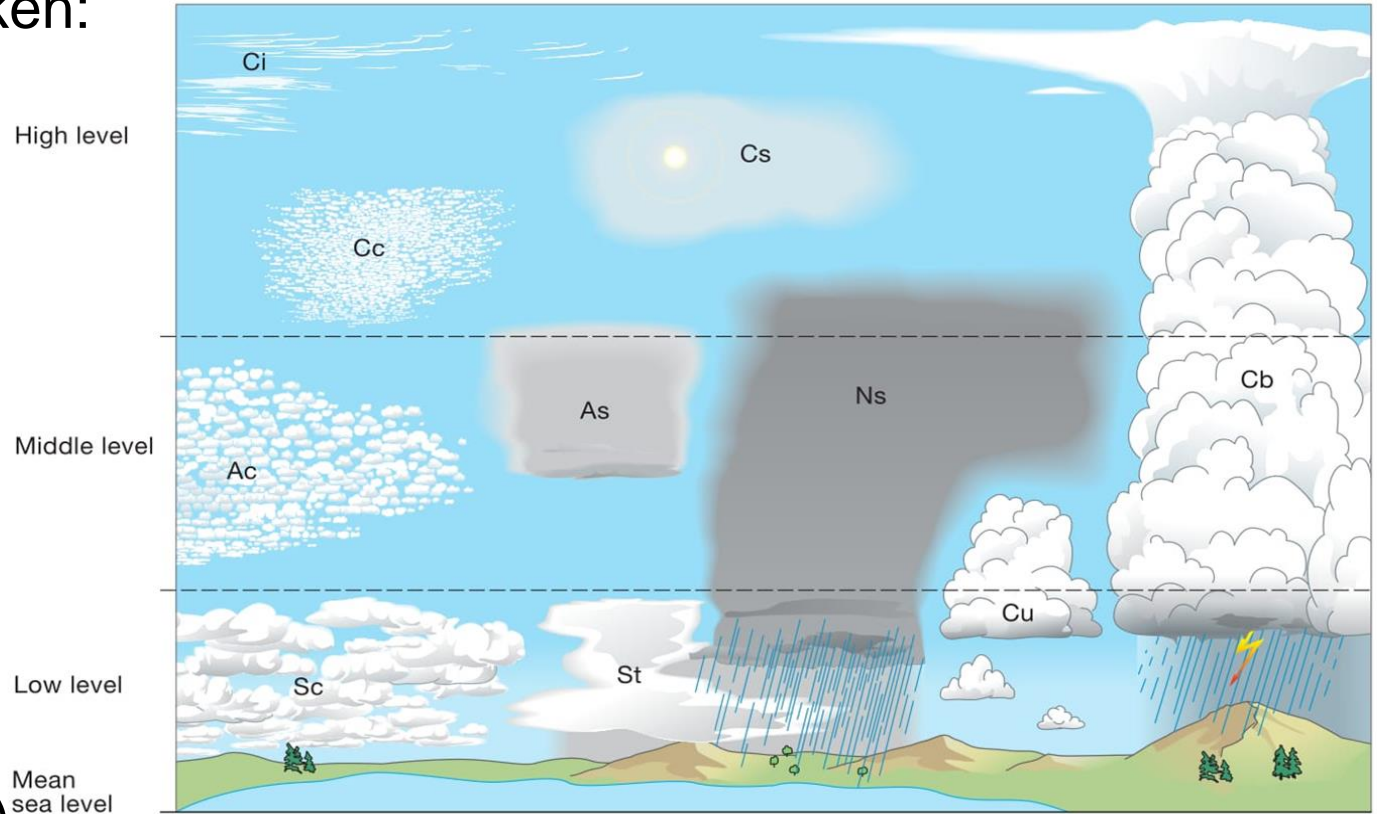
4 Arten von tiefen Wolken:

→ Stratus (St)

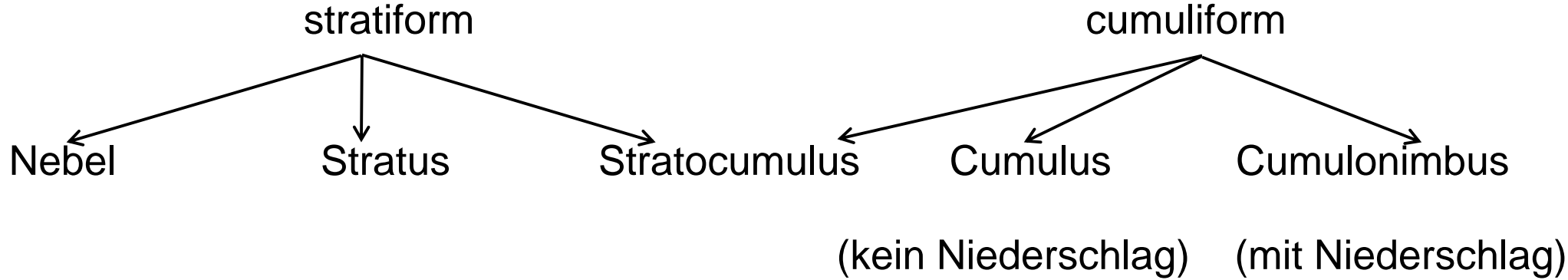
→ Stratocumulus (Sc)

→ Cumulus (Cu)
(kann höher reichen)

→ Cumulonimbus (Cb)
(kann durch alle
höheren Schichten
reichen, ausregnend)



Tiefe Wolken (und Nebel)



- ausgedehnte Wolkendecke
- ruhigere Bedingungen
- sehr geringe oder keine Vertikalgeschwindigkeit

- schnell aufsteigende Luftpakete
- turbulente Bedingungen

Tiefe Wolken: Cumulus

Abgegrenzte Wolke, relative dicht und mit scharfem Kontrast zum blauen Himmel; Haufen bzw. Türmchen, die nach oben wachsen, oberer Teil der Wolke erinnert an Blumenkohl. Die sonnenbeschienenen Teile der Wolke erscheinen meist strahlend weiß; die Wolkenuntergrenzen (Basis) sind relative dunkel und annähernd horizontal; kann auch zerfetzt aussehen.



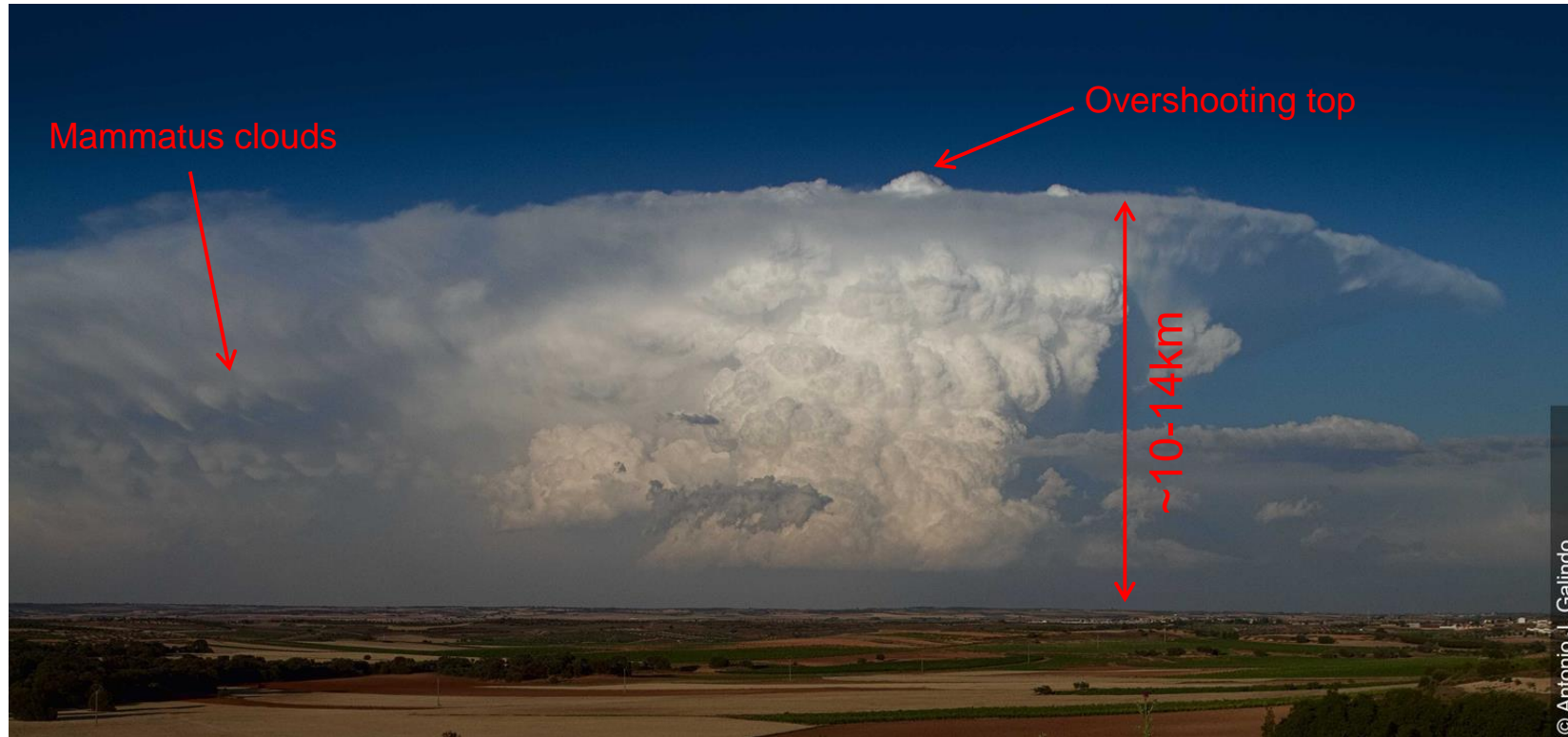
Cumulus humilis, USA (c) Lisa Schielicke



Cumulus congestus, Switzerland (c) Stephen Burt,

Tiefe Wolken: Cumulonimbus

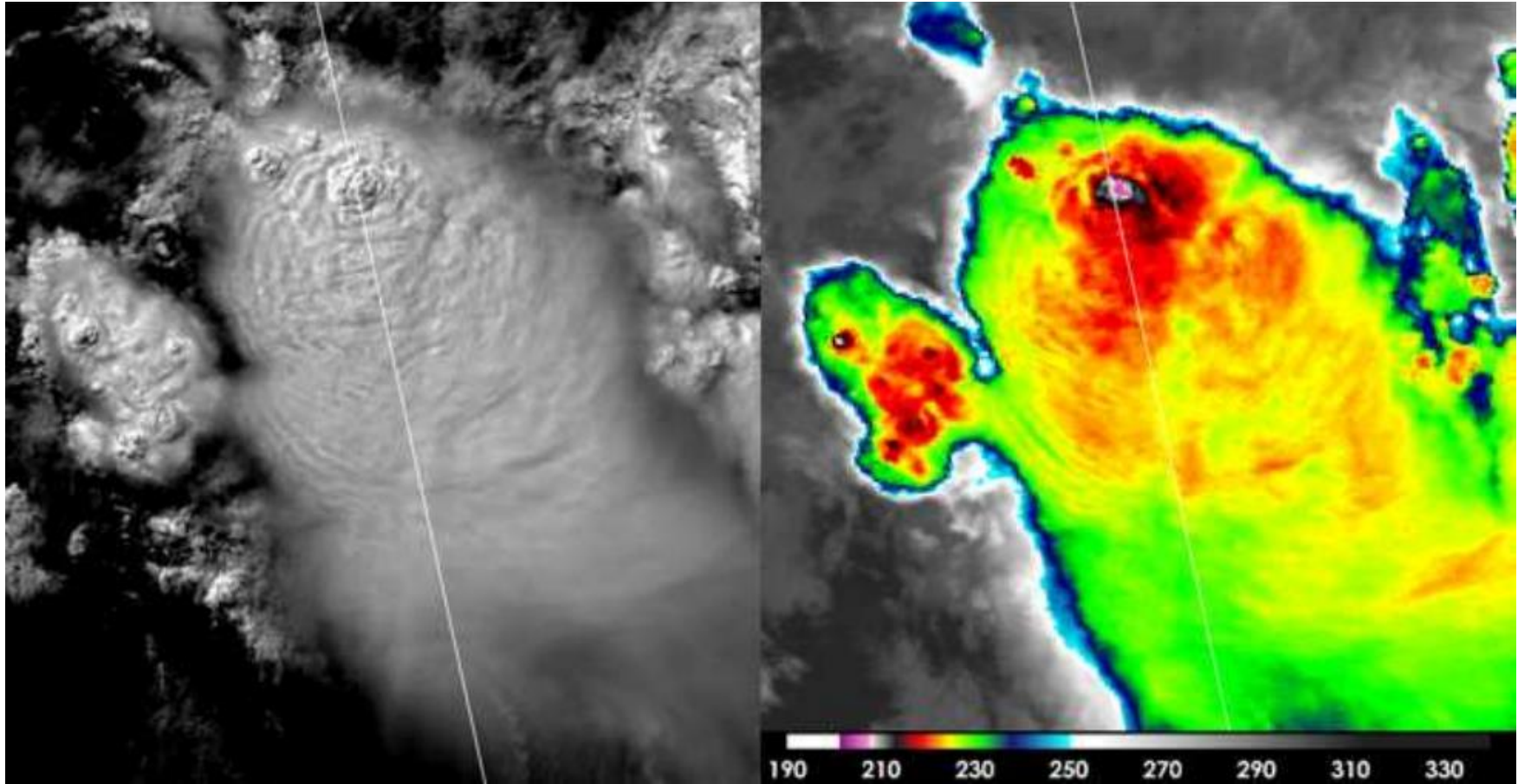
Massive Wolke mit hoher vertikaler Ausdehnung; sieht aus wie ein Berg oder ein hoher Turm. Im oberen Bereich teilweise glatt und flach in Form eines Ambosses (besteht aus Eispartikeln); Mischwolke aus Wassertröpfchen und Eispartikeln.



Cumulonimbus cap. praecip. Inc. mamma (c) Antonio J. Galindo, Spain, cloudatlas.wmo.int

Unterhalb der Wolkenbasis ist es häufig sehr dunkel, mit Wolkenfetzen und Niederschlag teilweise gut sichtbar in Form von Fallstreifen.

Tiefe Wolken: Cumulonimbus



NASA Cloudsat imagery - Visible (left) and Infrared (right) - of an anvil cloud over the South Pacific Ocean, May 9, 2008.

The grey line notes the path the satellite traced as it passed over the storm. Credit: NOAA/NASA

Source: <https://www.theweathernetwork.com/news/articles/to-pinpoint-risky-weather-nasa-scans-cloudtops-from-space/67289>

Tiefe Wolken: Stratus

Graue Wolkenschicht ohne Struktur mit einheitlicher Wolkenbasis; es kann Leichter Niederschlag (Nieselregen) oder Leichter Schneefall auftreten. Falls die Sonne durchscheint, erkennt man sehr gut ihre Umrisse; es treten keine Haloerscheinungen auf (außer bei sehr kalten Temperaturen).

Tritt manchmal in Form von "Fetzen" auf.



Stratus nebulosus opacus, Austria (c) Michael Bruhn, cloudatlas.wmo.int

Tiefe Wolken: Stratocumulus



Stratocumulus stratiformis translucidus perlucidus, Weimar, Germany; Source: Stefan Kämpfe, cloudatlas.wmo.int



Stratocumulus stratiformis opacus, Australia; Source: Michael Bruhn, cloudatlas.wmo.int



Stratocumulus stratiformis opacus undulatus radiatus with Cumulus, UK, Source: Matthew Clark, cloudatlas.wmo.int

Graue, weiße oder grau-weiße Schichtwolke; fast immer als helle und dunkle Wolkenteile, die sich abwechseln, zu erkennen. Die einzelnen Elemente haben in etwa die Faustgröße, wenn man den Arm ausstreckt.

Nebel

Fog is a “hydrometeor other than clouds” after the International Cloud Atlas. It is defined as:
“Fog: A suspension of very small, usually microscopic water droplets in the air, reducing visibility at the Earth’s surface.”

Nebelarten:

→ Verdunstungsnebel

Verdunstung von warmer Wasseroberfläche, wenn eine kalte, stabile Luftmasse darüber geführt wird und diese Sättigung erreicht.
(auch Dampfnebel)



Steam fog/evaporation fog, Tennessee, USA (c) Kristen Bobo, cloudatlas.wmo.int

Nebel

Fog is a “hydrometeor other than clouds”
“Fog: A suspension of very small, usually liquid water droplets or ice crystals in the air near the Earth’s surface.”

Nebelarten:

→ (Aus-)Strahlungsnebel

Abkühlen der Luft bis
Zum Taupunkt durch
Ausstrahlung



Radiation fog, Weimar, Germany (c) Stefan Kämpfe, cloudatlas.wmo.int

Nebel

Fog is a “hydrometeor other than rain or snow”
“Fog: A suspension of very small water droplets or ice crystals at the Earth’s surface.”

Nebelarten:

→ Advectionsnebel

Advection relativ warmer, feuchter Luft über eine kühlere Oberfläche und Abkühlung auf den Taupunkt.

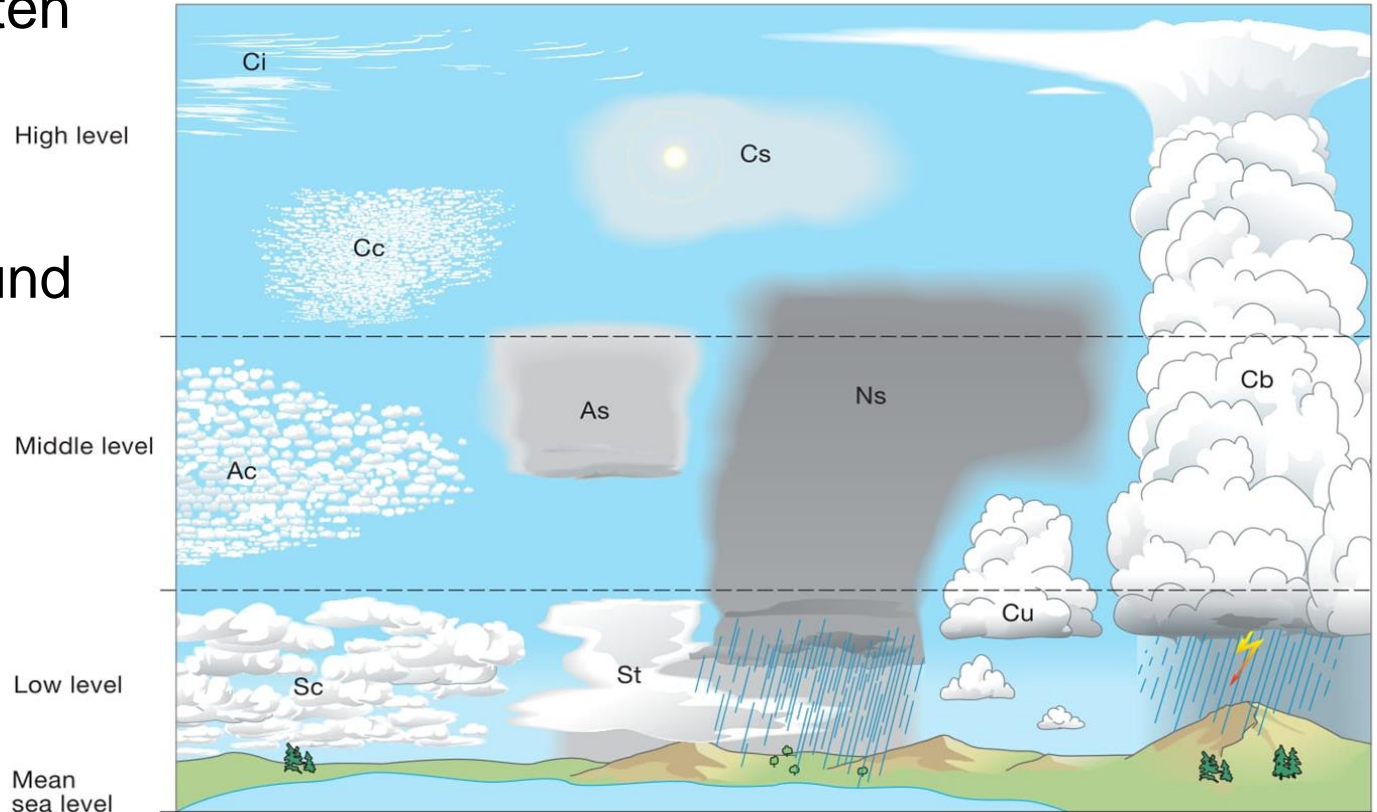


Advection fog/sea fog, UK (c) Matthew Clark, cloudatlas.wmo.int

Mittelhohe Wolken

3 Mittelhohe Wolkenarten

- Nimbostratus (Ns)
(mit Niederschlag)
(kann in das untere und
in das obere Niveau
ausgedehnt sein)
- Altostratus (As)
- Altocumulus (Ac)



Mittelhohe Wolken: Nimbostratus

Graue Schichtwolke, häufig sehr dunkel, mit mehr oder weniger kontinuierliche fallendem Niederschlag. Ist so dicht, dass die Sonne nicht durchscheint.

Tiefe, zerfetzte Wolken können unterhalb auftreten.



Nimbostratus praecipitatio and Stratus fractus, Bad Kreuznach, Germany
(c) Martin Gudd, cloudatlas.wmo.int

Mittelhohe Wolken: Altostratus

Graue, blau-graue Wolkendecke von einheitlichem Erscheinungsbild, das komplett oder teilweise den Himmel bedeckt; Sonne kann durchscheinen.

Üblicherweise keine Haloerscheinung



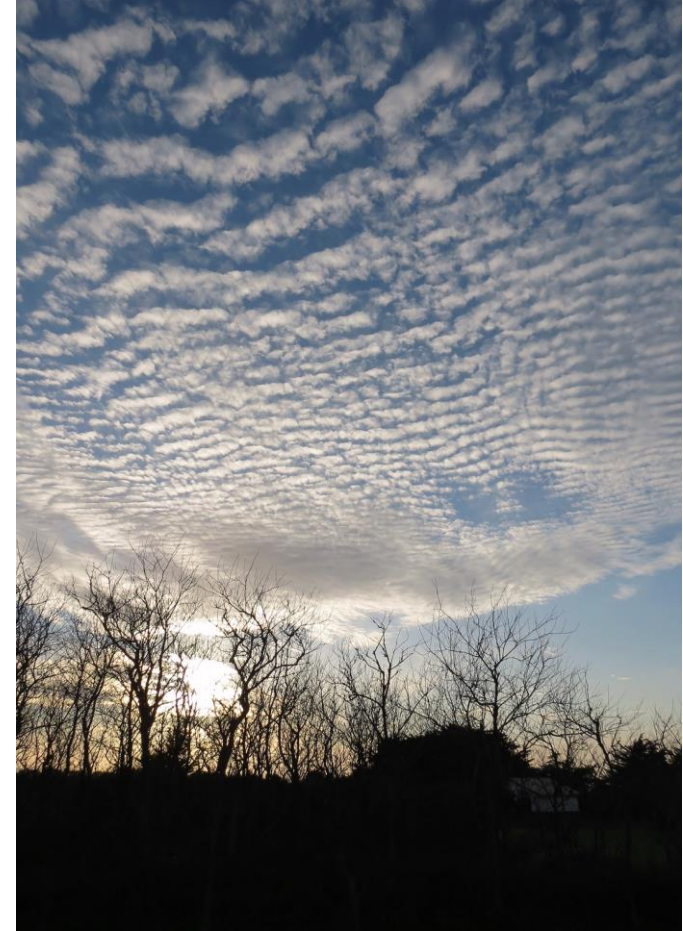
Altostratus translucidus, Jersey, UK, (c) Frank Le Blancq, cloudatlas.wmo.int

Mittelhohe Wolken: Altocumulus

Weißer, grauer oder grauweißer Schicht von Wolken-
elementen, bei der sich helle
und dunkle Elemente
abwechseln
(Schäfchenwolken);
einzelne Elemente sind in
etwa so groß wie der
Daumennagel der gen
Himmel ausgestreckten
Hand.



Altocumulus floccus, Japan,
(c) Kwong Hung Tam ← cloudatlas.wmo.int →



Altocumulus stratiformis translucidus,
Jersey, UK, (c) Frank Le Blancq

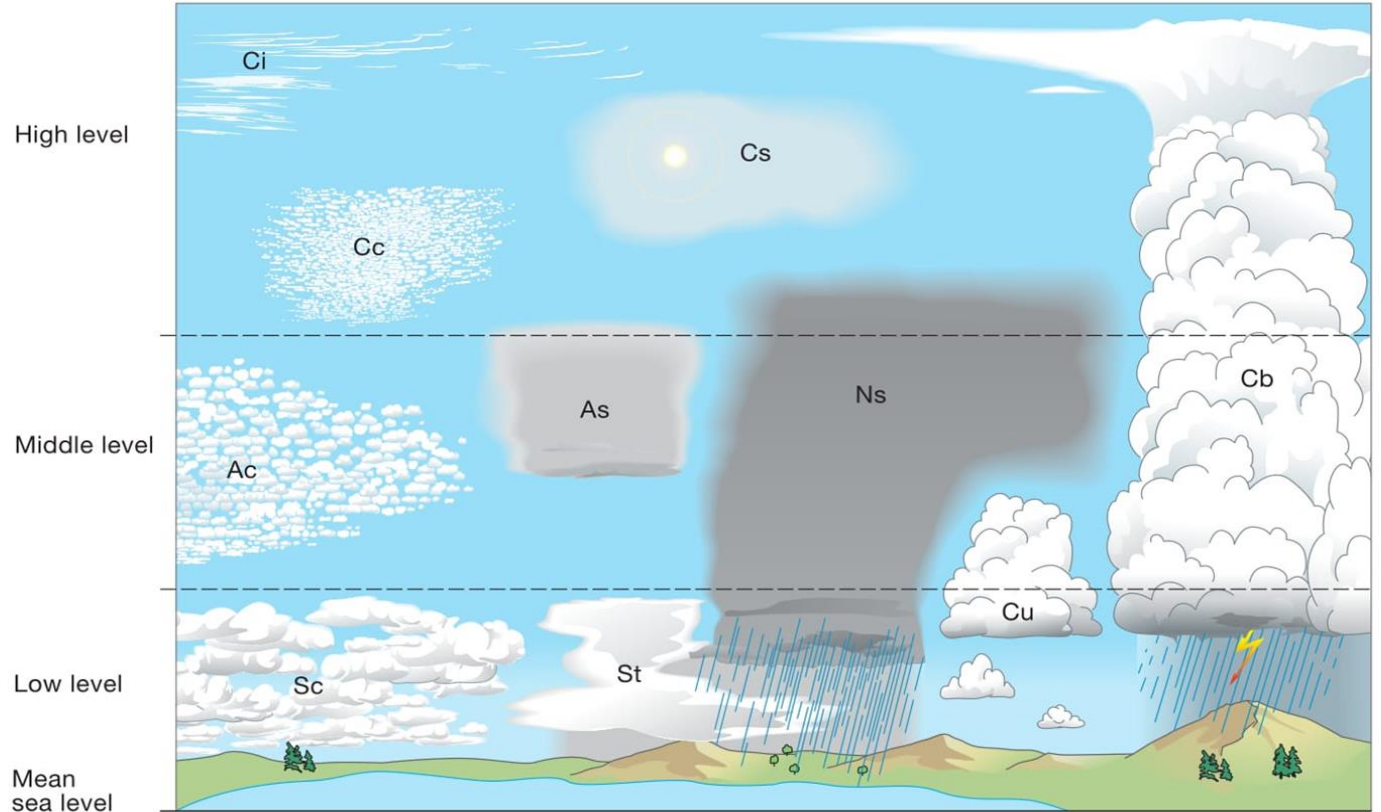
Hohe Wolken

3 Wolkenarten:

→ Cirrus (Ci)

→ Cirrostratus (Cs)

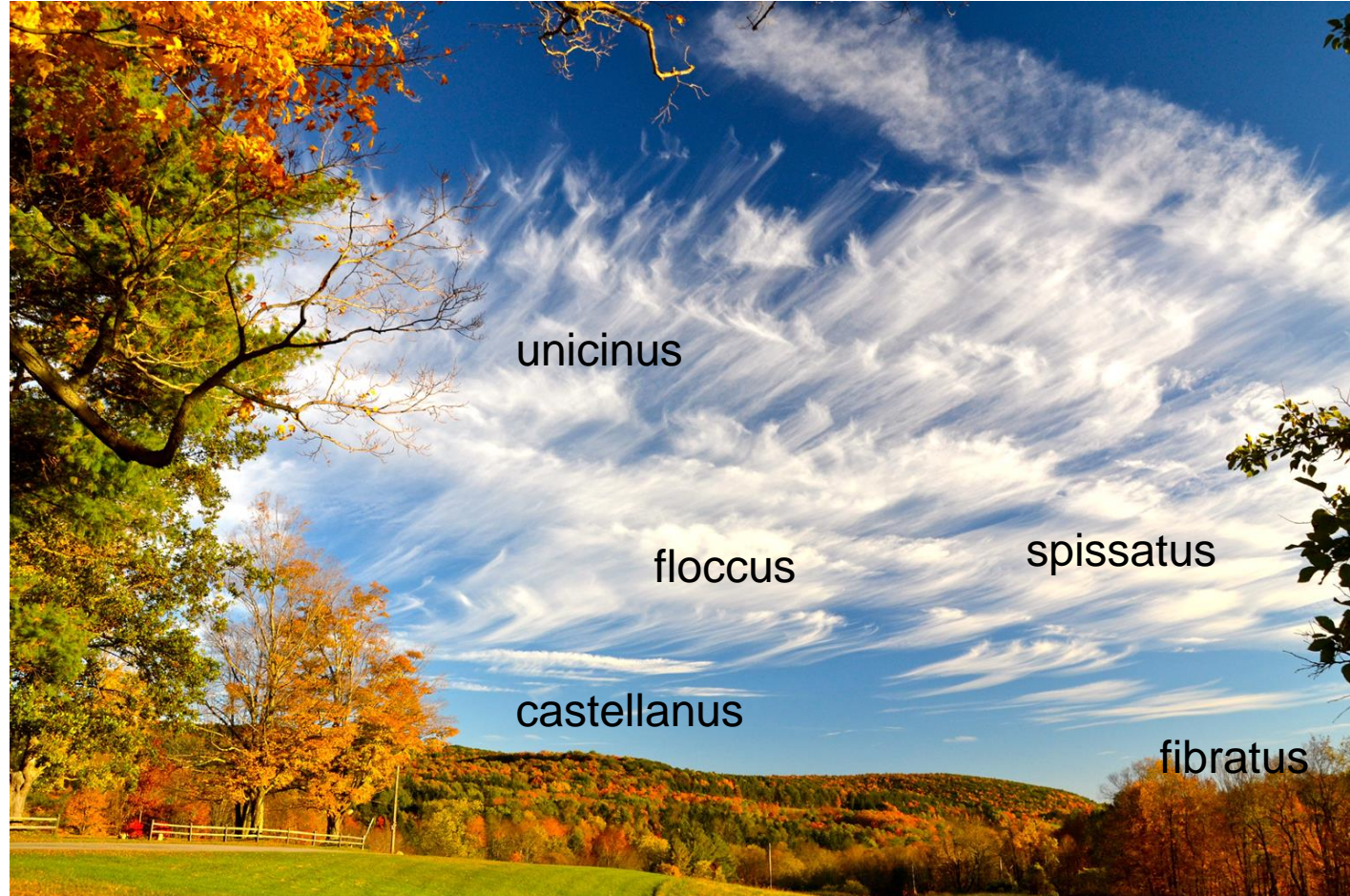
→ Cirrocumulus (Cc)



Source: <https://cloudatlas.wmo.int/clouds-definitions.html>

Hohe Wolken: Cirrus

Vom hintergrund abgesetzte Wolke in Form von weißen, feinen Filamenten (wie feine Haare)



Cirrus uncinus, floccus, castellanus, fibratus and spissatus
USA, (c) Michael C. Hanna, cloudatlas.wmo.int

Hohe Wolken: Cirrostratus

Transparent, weißliche Wolkendecke, erscheint glatt, kann auch wie feine Häarchen aussehen (mehr schichtmäßig als Cirrus); bedeckt teilweise oder ganz den Himmel und erzeugt häufig Haloerscheinungen, da das Licht an den Eispartikeln bricht.



Cirrostratus fibratus with halo phenomena, UK (c) Stephen Burt, cloudatlas.wmo.int



Halo phenomena in Cirrostratus nebulosus, Russia; Source: Usynina Luybov, cloudatlas.wmo.int

Hohe Wolken: Cirrocumulus

Dünne, weiße Flecken oder Schicht aus cumuliformen Flecken von sehr kleinen Wolkenelementen (deutlich kleiner als der Daumnagel).

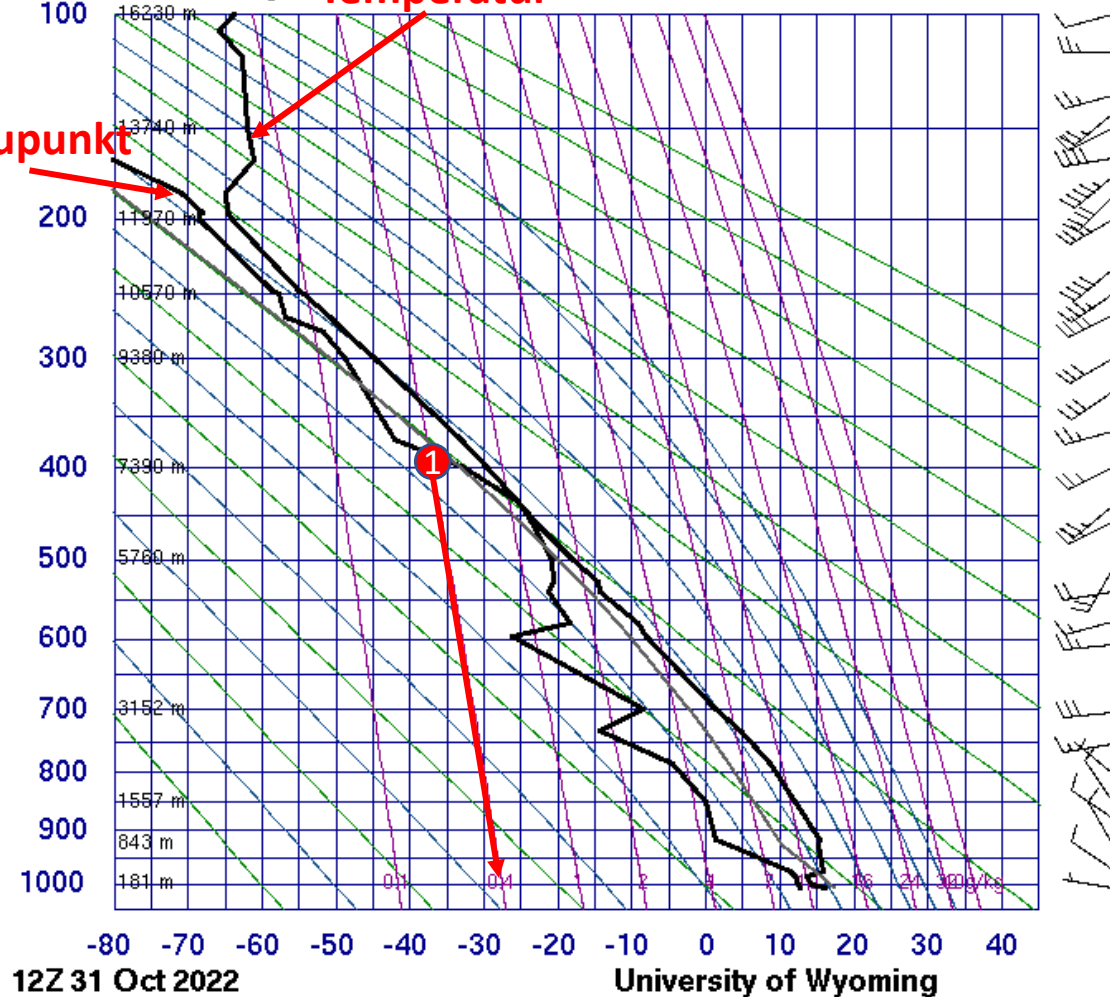


Reale Vertikalprofile

(Messungen der Umgebungsluft mittels
Radiosonden)

Taupunkt

10393 Lindenberg Temperatur



SLAT 52.21
SLON 14.12
SELV 112.0
SHOW 2.94
LIFT 2.03
LFTV 2.01
SWET 42.74
KINX 19.90
CTOT 17.90
VTOT 29.90
TOTL 47.80
CAPE 0.00
CAPV 0.00
CINS 0.00
CINV 0.00
EQLV -9999
EQTV -9999
LFCT -9999
LFCV -9999
BRCH 0.00
BRCV 0.00
LCLT 283.1
LCLP 920.9
LCLE 313.9
MLTH 289.9
MLMR 8.49
THCK 5579.
PWAT 19.64

Mit Hilfe der Taupunktkurve lässt sich auch die Feuchte in der Höhe ablesen (z.B. an Punkt 1, beträgt das Mischungsverhältnis 0,4 g/kg).

Welche Wolkenart in diesem Sounding?

-> etw. Cc oberhalb 6500 m
+ etw. Ci oberhalb 9000 m

Wie hoch ist die bodennahe Feuchte, und wie hoch in 900 hPa?

-> ca. 9 g/kg, ca. 4-5 g/kg

Wo liegt das LCL für Luft, die vom Boden aufsteigt?

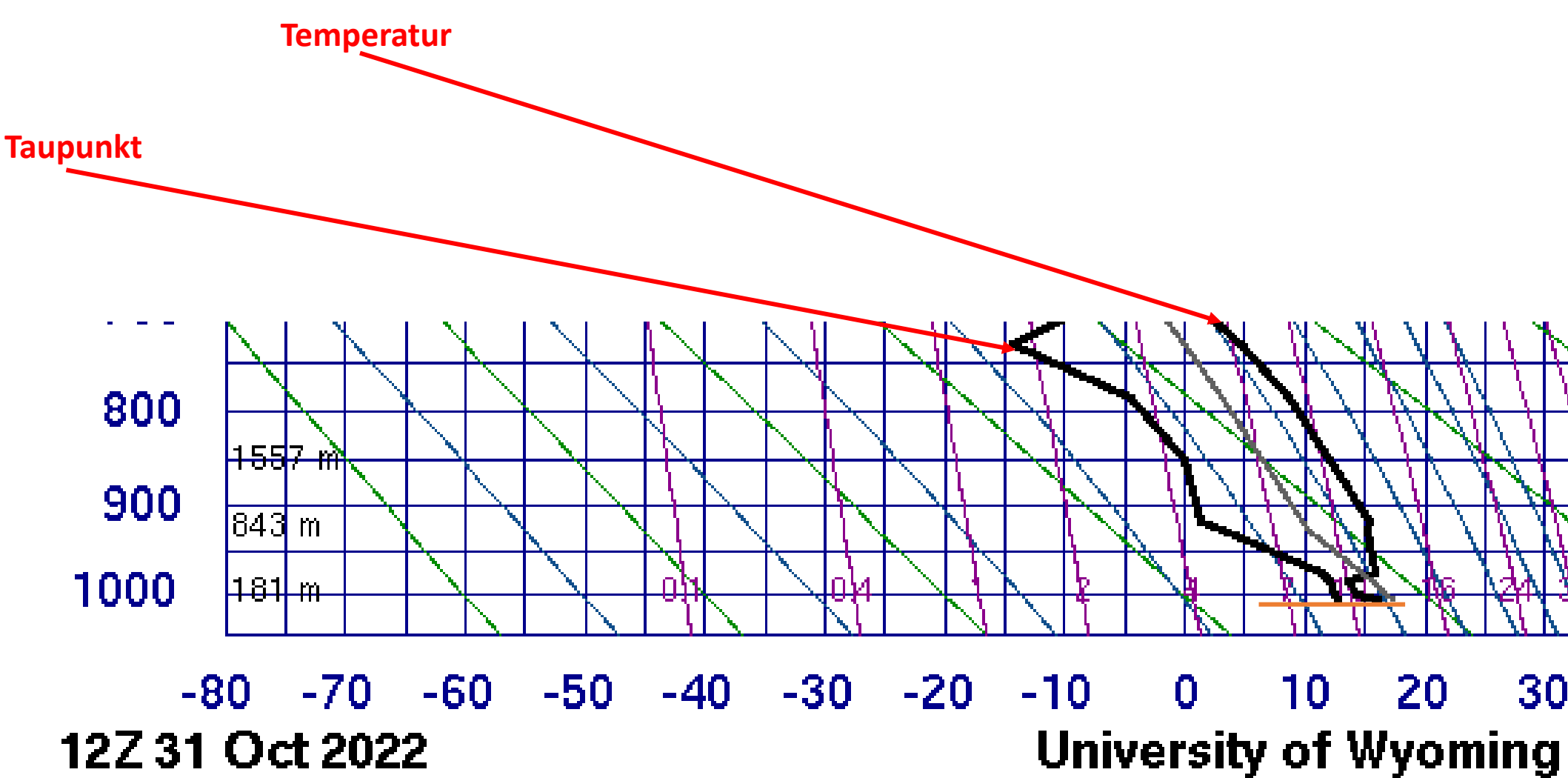
-> 975 hPa, ca. 300 m

Erwarten Sie Nebel?

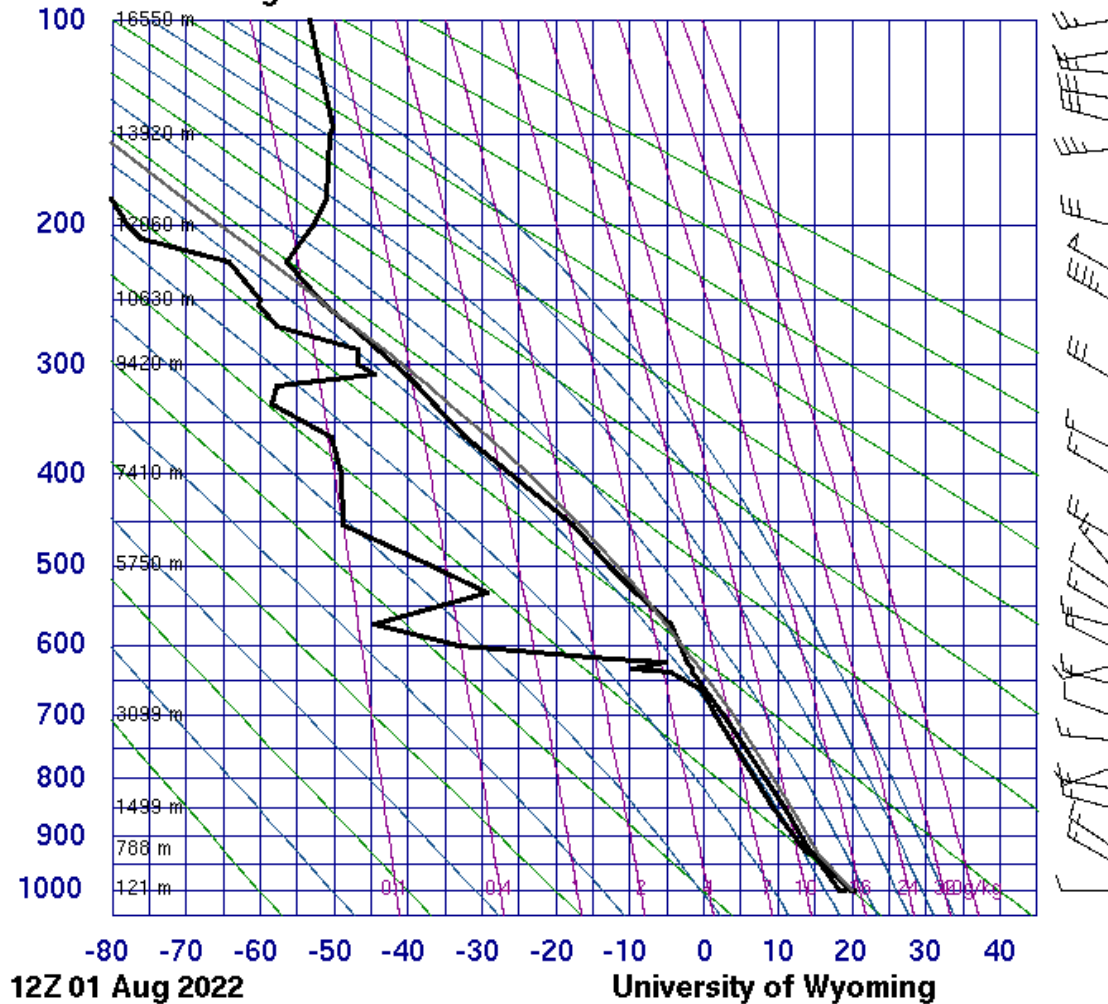
-> ja: Sehr feucht, kaum Wolken, fortgeschrittene Jahreszeit.

31/10/2022
12:00

10381 02965 73002 10180 20126 30114 40209 58002 60001 80001
333 31/// 55310 60007 81174 87080==



10393 Lindenberg



SLAT 52.21
SLON 14.12
SELV 112.0
SHOW 1.98
LIFT -0.98
LFTV -1.43
SWET 158.2
KINX 31.90
CTOT 22.00
VTOT 23.70
TOTL 45.70
CAPE 461.8
CAPV 550.9
CINS 0.00
CINV 0.00
EQLV 251.7
EQTV 251.5
LFCT 956.5
LFCV 958.1
BRCH 326.6
BRCV 389.7
LCLT 269.8
LCLP 960.4
LCLE 329.1
MLTH 293.2
MLMR 12.61
THCK 5629.
PWAT 33.49

Welche Wolkenart /
Bedeckungsgrad in diesem
Sounding?

-> 8/8 Sc / Cu Untergrenze
700 m

Wie hoch ist die bodennahe
Feuchte, und wie hoch in
900 hPa?

-> ca. 14 g/kg, ca. 10 g/kg

Welches Wetter?

-> Regen / Schauer

Erwarten Sie Gewitter?

-> Kaum, da

Wolkenobergrenze
wahrscheinlich recht warm
(um -4°C; darüber trocken
und kaum CAPE).

01/08/2022
12:00

10381 01584 83004 10210 20159 30054 40147 52012 69901 72586 878//
333 30/// 55300 69907 82822 87650==

Bedeutung von Wolken im Klimasystem

Interessante Links zum Thema:

<https://earthobservatory.nasa.gov/images/44250/clouds-and-global-warming>

<https://phys.org/news/2020-09-clouds-piece-climate-puzzle.html>