

Wolken als Wettervorboten

Autor(en): **Bodmer, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **52 (1994)**

Heft 262

PDF erstellt am: **18.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-898782>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.



Wolken als Wettervorboten

H. BODMER

Sicher haben Sie sich auch schon als Amateurastronom in den Abendstunden gefragt: Wie wird wohl das Wetter diese Nacht sein, lohnt es sich, die Sternwarte für das Publikum zu öffnen? Oder kann ich diese Nacht fotografieren? Was sind das für Wolken dort am Horizont? Was bedeuten sie – lösen sie sich auf oder vermehren sie sich und steht ein Wetterumschlag bevor? Im folgenden soll ein Hinweis gegeben werden, wie eine Wetterlage anhand von Wolken beurteilt werden kann.

1. Die Atmosphäre

Die Lufthülle der Erde wird nach oben immer dünner und geht allmählich – ohne scharfe Grenzen – in den luftleeren Weltraum über. Sie besteht aus mehreren Schichten, die durch sogenannte «Pausen» voneinander abgetrennt sind. Die unterste Schicht nennt man Troposphäre; sie wird von der Tropopause begrenzt. Darüber liegen die Stratosphäre, die Mesosphäre und schliesslich die Thermosphäre. Die Abb. 1 zeigt diesen Aufbau mit dem jeweiligen Verlauf der Temperatur.

Die Troposphäre

Die Troposphäre ist die eigentliche Heimat der Wolken und mit diesem Gebiet wollen wir uns jetzt etwas näher beschäftigen. Die Höhe der Troposphäre hängt von der geographischen

Breite ab. Über den Polen reicht sie etwa auf 6 km, über den Tropen bis 17 km hinauf. Da die Temperatur in der Troposphäre mit zunehmender Höhe abnimmt, ist es in den niedrigen Breiten an der Tropopause sehr viel kälter als in den höheren Breiten. Äquator: -80°C ; mittlere Breiten -60°C ; über den Polen ca. -40°C .

Nach unten hin steht die Troposphäre mit der Erdoberfläche in Verbindung, wo die Umsetzung von Sonnenstrahlung in Wärme erfolgt. Von der Erdoberfläche aus wird Wärme mit der aufsteigenden Luft in die Troposphäre getragen; es findet eine Konvektion statt. Aber auch der von den Wasser- und Landflächen der Erde sowie von der Vegetation in die Luft übergehende Wasserdampf bringt Wärme mit: die Wärme nämlich die zum Verdunsten des Wassers aufgewendet werden musste. Da diese Wärme gewissermassen im Wasserdampf versteckt ist, heisst sie «latente» Wärme. Wenn der Wasserdampf zu Wolken kondensiert, wird latente Wärme frei und steht zur Erwärmung der Umgebung wieder zur Verfügung.

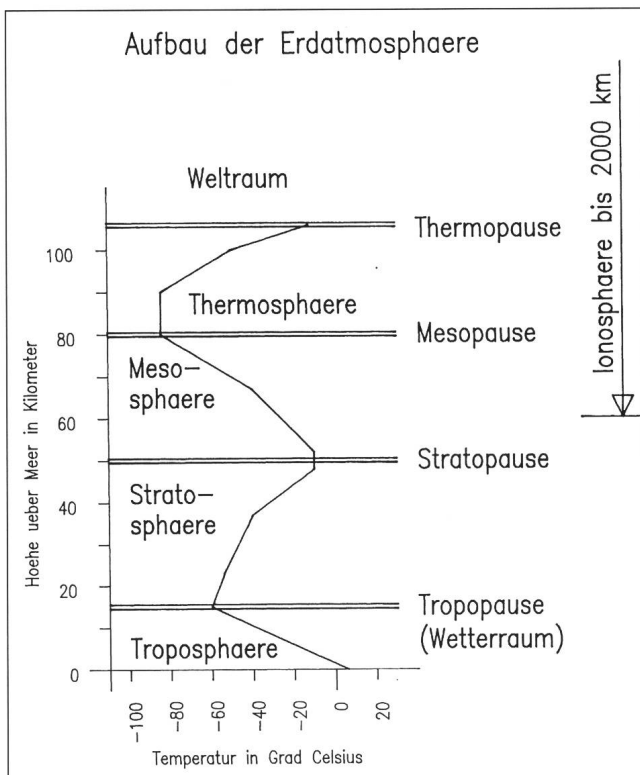
Die horizontalen Luftströmungen

Während die tropische Zone im Energieüberfluss schwelgt, werden die Polargebiete von der Sonne sehr benachteiligt. Daraus entsteht das globale Import-Export-Unternehmen Atmosphäre und bedient sich zweier Transportsysteme, den Meeresströmungen und den Luftströmungen. Der Energietransport zu den Polen ist mit einer Ofenheizung zu vergleichen. Über dem heissen Ofen steigt die erwärmte Luft zur Zimmerdecke und strömt zur gegenüberliegenden Wand, kühlt sich an den Fenstern ab, sinkt zu Boden und fliesst zum Ofen zurück wo sie sich wieder erwärmt. Auf unsere Erde übertragen, würde also die warme Luft über dem Äquator in die Höhe steigen, zu den Polen fließen, sich abkühlen und als kalte Luft an der Erdoberfläche wieder zum Äquator zurückfliessen. Da warme Luft leichter ist als kalte, steigende Luft am Boden zu einem Druckfall und sinkende Luft zu einem Druckanstieg führt, herrscht am Äquator tiefer, an den Polen hoher Druck. In der Wirklichkeit sieht es jedoch etwas anders aus, sonst würde die Luft am Boden ja ständig vom kalten Nordpol zum warmen Äquator strömen, das heisst, wir hätten immer einen kalten Nordwind. Dass dies nicht so ist, verdanken wir der Tatsache, dass die Erde sich einmal pro Tag um die eigene Achse dreht.

Äquatoriale Zirkulation

Durch die Krümmung der Erdoberfläche ist die Geschwindigkeit der Umdrehung am Äquator am grössten, ungefähr 1670 km/h. Diese hohe Geschwindigkeit behält die warme am Äquator aufsteigende Luft bei, wenn sie sich in 12 – 16 km Höhe zu den Polen in Bewegung setzt und wird so der Erdoberfläche umso mehr vorausseilen, je weiter sie gegen Norden fliesst. Schliesslich strömt sie genau nach Osten und erreicht die Pole nie. Beim Blick vom Äquator aus gegen Norden scheint die Luft gegen rechts abgelenkt zu werden, beim Blick nach Süden nach links. In jeweils etwa 30° Nord und Süd ist aus der polwärts fliessenden Luft ein reiner Westwind

Abb. 1





geworden, welcher sich bandenförmig rund um die Erde zieht. Inzwischen hat sich die Luft soweit abgekühlt, dass sie zu Boden sinkt und wieder zum Äquator zurückfliesst. Wegen der Ablenkung durch die Erdrotation strömen die Winde auf der Nordhalbkugel aus Nordost und auf der Südhalbkugel aus Südost. Diese als Nordost- und Südostpassat bekannten Winde hatten wegen ihrer Beständigkeit eine grosse Bedeutung für die Segelschifffahrt.

2. Wolken

Eine Wolke ist eine Ansammlung von Wassertropfchen und Eiskristallen verschiedener Grösse. Der Durchmesser der flüssigen Tropfchen bewegt sich zwischen 4 und 20 µm; doch können in bestimmten Wolken noch grössere Tropfen vorkommen. Regentropfen haben Durchmesser bis zu 6 mm.

Wolken haben eine ausgeprägte Dynamik; während sie sich auf der einen Seite auflösen, entstehen sie auf der andern Seite ständig neu; eine Wolke ist kein Gegenstand, sondern ein Zustand. Wolken vermitteln nicht nur eine vielseitige Aesthetik, sondern sind auch Ausdruck und Folgeerscheinungen einer Vielzahl atmosphärischer Prozesse. Sie sind die offensichtlichen Zeichen von Wettervorgängen und aus ihrer Form kann der Schichtungszustand der Atmosphäre erkannt werden. Ausserdem geben die Wolken mit ihrem Zug Hinweise auf die herrschenden Windverhältnisse. Durch richtiges Deuten des Wolkenbildes kann man den amtlichen Wetterbericht auf lokale Verhältnisse modifizieren.

Wolkenbildung

Im wesentlichen können Wolken auf zweierlei Weisen entstehen:

1. ungeordnete Hebung von Luftpaketen, d.h. Wolken mit vertikaler Entwicklung
2. grossflächiges Aufgleiten von Luft; es entstehen sogenannte Schichtwolken

Zur ersten Gruppe gehören die Haufenwolken, die das Wort «cumulus» in ihrem Namen stehen haben. Zur zweiten Gruppe der schichtförmigen Wolken zählen die mit dem Wort «stratus» im Namen. Zu den Schichtwolken gehört auch der Nebel, eine Wolkendecke die auf der Erdoberfläche aufliegt.

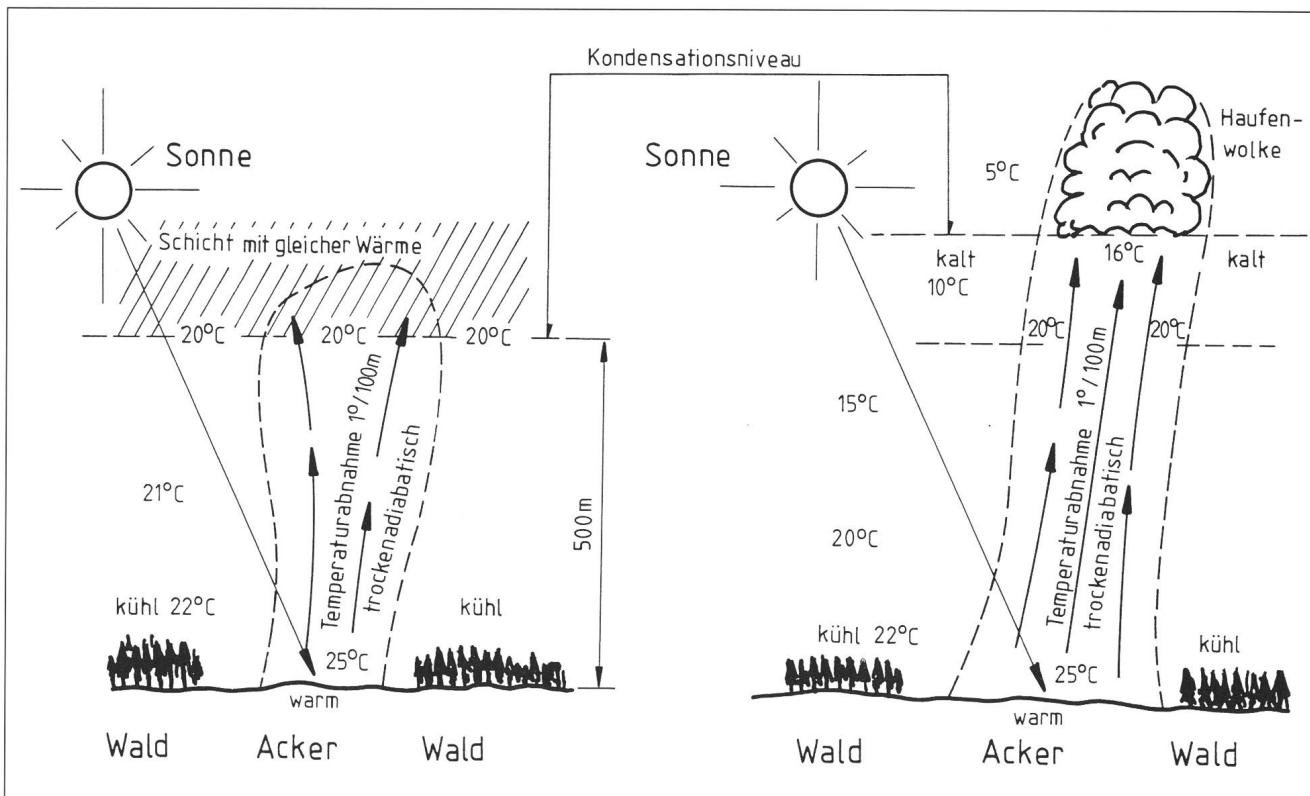
Thermik und Konvektion erzeugen Haufenwolken

Die Erdoberfläche nimmt innerhalb recht kleiner Areale ganz unterschiedliche Temperaturen an. Im allgemeinen werden feuchte Gebiete weniger warm als trockene, weil in den feuchten die Verdunstung viel Sonnenwärme aufzehrt. So bleiben offene Wasserflächen wie Seen oder Flüsse, aber auch Wiesen und Wälder relativ kühl, während sich Sand, Siedlungen, Ackerland stärker erwärmen.

Die auf der Erdoberfläche aufliegende Luft nimmt aber die Temperatur des Untergrundes an. Dadurch kommen wärmere und kühlere Luftvolumen nebeneinander zu liegen. Da die wärmere Luft leichter ist als die kühlere, beginnt diese, in Form von einzelnen Blasen wie Heissluftballone aufzusteigen. Während des Aufsteigens kühlen sich die Luftblasen allmählich ab. Solange keine Kondensation stattfindet, beträgt die Abkühlung genau 1°C pro 100 m Höhendifferenz.

Die Temperatur unserer Thermikblase darf während ihrer Reise nach oben nicht isoliert betrachtet werden, sondern immer im Vergleich mit der Temperatur der Umgebung. Geht die Temperatur der Umgebungsluft mit der Höhe langsamer zurück als die Luftblasen, dann werden diese bald kälter und damit schwerer als die Umgebung. Mit dem Auftrieb ist es

Abb. 2





damit schnell vorbei und die Blase sinkt wieder zum Boden zurück. (Abb. 2, links) Ist jedoch die Umgebungsluft in der Höhe kälter als die Luftblase selbst, so wächst deren Auftrieb weiter und sie sprudelt noch schneller in die Höhe. (Abb. 2, rechts)

Wir müssen uns jedoch bewusst sein, dass unsere Thermikblase auch Wasserdampf enthält. Kalte Luft kann nicht so viel Wasserdampf mit sich führen wie warme. Wegen der beim Aufsteigen erfolgenden Abkühlung wird irgendwo die Temperatur erreicht bei deren Unterschreiten das Wasserhaltevermögen der Luft überfordert wäre. Man sagt, die Luft sei jetzt «gesättigt». Bei noch weiterer Abkühlung muss dann ein Teil des Wasserdampfes in Form von Tröpfchen ausgeschieden werden; man nennt dies Kondensation. Die ausgeschiedenen Tröpfchen bilden nun unsere Wolke. Die Temperatur, bei der die Kondensation eintritt, nennt man **Taupunkt**. Da die Kondensation innerhalb der Blasen erfolgt, erscheinen die Wolken als isolierte Haufen; d.h. als sogenannte Cumuluswolken.

Solche Haufenwolken entwickeln sich bei Schönwetterlagen im Frühling und im Sommer meist in grosser Zahl, alle in gleicher Höhe entsprechend dem Kondensationsniveau. (Abb. 3) In den Nachmittagstunden, wenn die Sonneneinstrahlung am intensivsten ist, sind auch die Quellungen am stärksten. Abends wenn die Temperatur am Erdboden sinkt, hört die Thermik auf und die Wolken lösen sich wieder auf, d.h. es erfolgt eine klare Nacht.

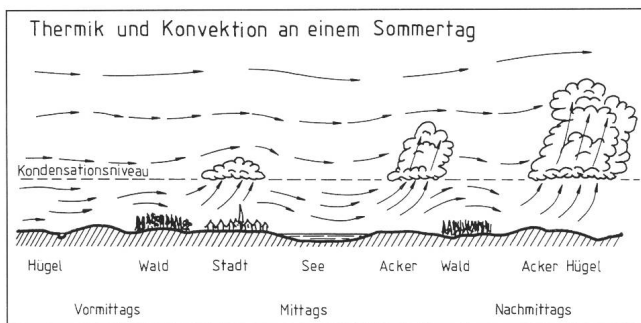


Abb. 3

Die vertikale Erstreckung der Thermik- und Konvektionswolken wird wesentlich durch die Schichtung der Luft bestimmt. Bei stabiler Schichtung reicht die Thermik meist nicht sehr hoch, sodass sich nur flache Schönwetterwolken bilden. Gibt es dagegen in den untern Lagen feuchtlabile Schichten, (schwüles Wetter) entstehen blumenkohlartig aufquellende Haufenwolken mit einer Mächtigkeit von mehreren Kilometern (Cumulus congestus). Schliesslich entwickeln sich bei noch stärkerer Konvektion Cumulonimbuswolken, (Gewitterwolken) welche bis zur Tropopause hinauf reichen können. In den Sommermonaten können solche Entwicklungen in den Nachmittagstunden sehr oft beobachtet werden, wenn ein Wärmegewitter entsteht. In der Regel sind solche Wärmegewitter harmlos und leiten keinen generellen Wetterumschlag ein. Nach dem Durchzug des Gewitters tritt meist eine angenehme Abkühlung ein, die Wolken lösen sich rasch wieder auf und in der folgenden Nacht ist die Luft wie eingewaschen, sehr klar und meist auch sehr ruhig, weil die Abkühlung schon erfolgt ist.

Schichtwolken

Die Sättigung der Luft mit Wasserdampf kann ausser durch das Aufsteigen warmer Luftblasen auch noch auf eine andere Art erfolgen:

1. durch Abkühlen infolge langsamen Aufgleitens ausgedehnter Luftschichten auf kältere Luftmassen; sog. Warmfront
- 1a. erzwungene Hebung von Luftmassen über orographische Hindernisse; (Alpenkamm) Föhnlage
2. durch Abkühlung als Folge von Kontakt mit einer kalten Oberfläche;
3. durch Verdunstung aus einer Wasserfläche;
4. durch Mischung mit kühler Luft.

Der erste Prozess läuft bei der Entstehung frontaler Bewölkung ab. Der Vorgang kann tagelang andauern. Es ist wesentlich, dass für diese Vorgänge sogenannte Kondensationskerne notwendig sind. Die Luft, insbesondere verschmutzte Luft enthält eine Fülle solcher Kerne, welche überwiegend aus mikroskopisch kleinen Meersalzkriställchen besteht. Durch Stürme gelangen Meersalztröpfchen in die Luft, das Wasser verdunstet und die Salzkristalle bleiben zurück. Der Wind verteilt sie über die ganze Erde und ermöglicht dadurch überall eine Wolkenbildung. Kondensationskerne können auch industriellen Ursprungs sein. Oft bestehen diese Tröpfchen aus Säuren. In Industriegebieten enthält die Atmosphäre oft mehr künstliche als natürliche Kondensationskerne.

Eine Warmfront zieht vorüber

Beim Durchzug einer Warmfront gleitet warme Luft auf kalte, ein Vorgang welcher in unserer Wetterzone recht häufig vorkommt und jeweils mit einem Wetterumschlag in Schlechtwetter verbunden ist. (Abb. 4)

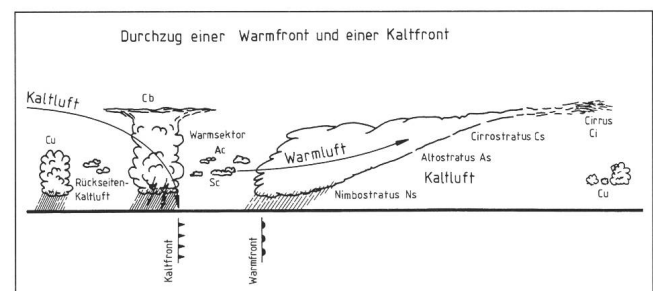


Abb. 4

Die wärmere Luft schiebt sich wegen ihres geringen Gewichtes auf einer schiefen Ebene über die kältere Luftmasse. Sie steigt dabei auf und kühlt sich dadurch ab, dass es grossflächig zu einer Wolkenbildung kommt. Es entstehen immer dichtere Wolkenschichten mit immer grösseren Temperaturunterschieden zwischen den unteren und oberen Schichten. So kann die Temperatur unten im Bereich des Gefrierpunktes liegen und gleichzeitig oben bei -20°C bis -30°C so kalt sein, dass sich Eiskristalle bilden. In den Wolken, in denen flüssige Tröpfchen und Eiskristalle nebeneinander vorkommen, setzt rasch Niederschlagsbildung ein. An einer Warmfront sind die Voraussetzungen dafür in einem sehr weitläufigen Gebiet erfüllt; die Folge ist, dass über weite Areale langanhaltende, gleichmässige Regenfälle stattfinden. (Landregen)

Wenn sich eine Warmfront nähert, kann man folgendes beobachten:

Es erscheint zunächst eine hohe Bewölkung; die noch vorhandenen Haufenwolken werden weniger und verschwinden allmählich ganz. In der hohen Bewölkung treten oft bei der Sonne sogenannte Haloerscheinungen auf. Das Licht der Sonne wird an den Eiskristallwolken gebrochen, sodass meist ein Kreis um die Sonne zu beobachten ist. Die Wolken,



welche hier mitspielen, sind die federartigen **Cirrus**-Wolken. Auf diese hohen Wolken folgt bald eine Schicht mittelhoher Bewölkung, durch die die Sonne nur noch verschwommen zu sehen ist. Es sind Wolken die der Meteorologe **Cirrostratus** nennt. Die Wolkenschicht wird immer grauer, die Sonne verschwindet schliesslich und aus tiefen Wolkenfetzen fällt langsam Regen oder Schnee. Die Bewölkung geht vom **Altostratus** in einen **Nimbostratus** über. Nach dem Durchzug einer Warmfront klart es nicht immer völlig auf, da die eingeströmte Meeresluft meist sehr feucht ist; es bleibt dunstig. Markant für einen Durchzug einer Warmfront ist, dass dieser Wetterumschlag nicht sehr spektakulär erfolgt. Stürmische Winde, Blitz und Donner sowie markante Temperaturunterschiede fehlen. Ganz anders ist es beim Durchzug einer Kaltfront, welche meist nach einer Warmfront nach einer kurzen Pause folgt. (Abb. 4)

Die Kaltfront

An einer Kaltfront treten wiederum ganz andere Wolkenformen auf als an einer Warmfront. Die Grenzfläche zwischen der Warmfront und der nachfolgenden Kaltluft verläuft viel steiler als bei der Warmfront. Die Kaltluft schiebt sich aufgrund ihres schwereren Gewichtes unter die leichtere Warmluft, sodass unmittelbar vor der Kaltfront kräftige Hebungsvorgänge ablaufen. Die Warmluft wird buchstäblich in die Höhe gewirbelt und das Herannahen einer Kaltfront ist recht spektakulär und unübersehbar. Sehr oft wälzt sie sich mit einer bedrohlich schwarzen Wolkenwand heran, welche von Gewittern begleitet ist (Böenwalze). Ein typisches Kennzeichen eines Kaltluftdurchganges sind Regen- Schnee oder Hagelschauer, oft begleitet von heftigen Sturmböen. Solche Kaltluftvorübergänge sind besonders im Frühling sehr markant, wenn vielfach mehrere solcher Schübe hinwegziehen und markante Temperaturstürze verursachen (Aprilwetter, sog. Rückseitenwetter).

Unmittelbar hinter einer Kaltfront kommt es zu absinkenden Luftbewegungen, welche die Wolken auflösen. Dieses Aufklaren ist aber meist nur von kurzer Dauer. In den meisten Fällen ist die Kaltluft labil geschichtet. Besonders wenn der Erdboden noch warm ist, oder die Sonne durch die Wolkenlücken den Boden rasch aufheizt, sind beste Voraussetzungen für die Entwicklung einer konvektiven Bewölkung gegeben, die immer wieder zu Schauern führen.

Bildung und Auflösung von Wolken im Gebirge durch steigende und fallende Luftbewegungen

Die Mehrzahl aller Wolkenbildungen ist das Ergebnis einer adiabatischen Abkühlung durch Vertikalbewegungen. (Adiabatischer Prozess bedeutet: physikalischer Prozess, bei dem kein Wärmeaustausch mit der Umgebung stattfindet). Bei der thermischen Konvektion entstehen Cumuluswolken, beim Aufgleiten feuchtwarmer Luftmassen entsteht Frontbewölkung, bestehend vorwiegend aus Schichtwolken: Cirrostratus, Altostratus, Nimbostratus. Als dritte Möglichkeit ist nun diejenige noch zu beachten, wo Luftmassen gezwungen werden, an Bergketten aufzusteigen. Auch diese Wetterlage ist bei uns im Alpenraum eine recht häufig zu beobachtende Erscheinung. Bei einer **Föhnlage** (Abb. 5) werden Luftmassen von Süden her gegen die Alpen geführt und gezwungen, an der Alpensüdseite aufzusteigen. Dabei kühlt sich die Luft zunächst trockenadiabatisch bis zum Kondensationsniveau ab. Die Temperaturabnahme beträgt 1°C pro 100 m Höhendifferenz. Von hier aus geht die Abkühlung unter Bildung von Wolken

feuchtadiabatisch weiter. Die Temperaturabnahme ist nun geringer und beträgt nur noch $0,65^\circ\text{C}$ pro 100 m Höhendifferenz. Ab dieser Höhe setzt nun auch der Niederschlag ein, wo der Luft Wasser entzogen wird. So kommt es, dass auf der Alpensüdseite während ausgeprägter Föhnlagen tagelange und sehr ergiebige Niederschläge fallen. Nach dem Überschreiten des Alpenkammes beginnt die Luft auf der Nordseite wieder feuchtadiabatisch abzusinken, wobei die verbliebenen Wassertropfchen zu Wasserdampf verdunsten; die Wolken lösen sich rasch auf. Da durch den Regen die Luft aber trockener geworden ist, setzt die Erwärmung trockenadiabatisch schneller ein, sodass die Temperatur auf der Nordseite höher ist als die Ausgangstemperatur auf der Südseite. So erklärt es sich, dass bei Föhnlagen die Temperaturen auf der Alpennordseite in den Föhntälern bei stürmischen Winden manchmal fast sommerliche Werte annehmen, wobei die Luftfeuchtigkeit sehr niedrig ist. Bei Staulagen ist es manchmal aber auch umgekehrt; im Norden haben wir schlechtes Wetter und auf der Alpensüdseite ist der Himmel heiter und die Luft trocken und ausserordentlich klar. Man spricht dann vom «Nordföhn». Für astronomische Beobachtungen ist diese Wetterlage nur beschränkt geeignet; die Luft ist wohl klar, aber sehr unruhig.

Der Föhn zaubert uns aber auch noch ganz besondere Wolkenformen. Die typischen Föhnfische entstehen dadurch, dass die Luft nach dem Überqueren des Alpenkammes in eine wellenartige Bewegung gerät und so knapp um das Kondensationsniveau hin und her pendelt. Die Lenticularis-Wolken, wie der Wetterfachmann diese Föhnfische nennt, markieren damit die einzelnen Wellenberge der Föhnstömung

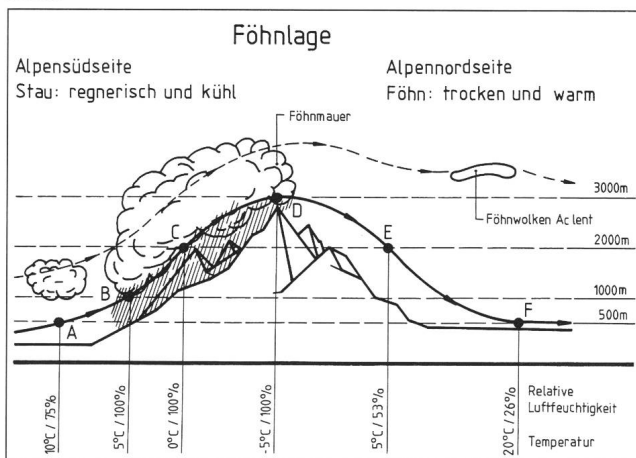
Die Auflösung von Wolken

Haufenwolken haben nur eine kurze Lebensdauer – je nach Grösse bis höchstens wenige Stunden. Frontale Bewölkung dagegen kann sich tagelang halten.

Das Verschwinden der Bewölkung kann drei Ursachen haben:

1. die Wolke entwickelt sich in eine Schicht mit trockener Luft hinein;
2. die Wolke geht in Niederschlag über;
3. die Wolke löst sich durch absinkende Luftbewegungen und daraus folgende Erwärmung auf.

Abb. 5





Diese Prozesse sind aber nur schwer voneinander zu trennen. Luftdruckanstieg verursacht absinkende Luftbewegung (Hochdruckgebiet). Dadurch wird die Luft wärmer und kann mehr Wasserdampf aufnehmen. Auch der Übergang der Wolkenelemente in Niederschlagsselemente kann meist nur teilweise vom Einfluss der abtrocknenden Luft getrennt werden. Eine Schauerwolke kann sich viel länger halten, wenn ihr vom Meer her kontinuierlich Wasserdampf zugeführt wird. Über kontinentalen Gebieten versiegt diese Quelle; die Wolke «regnet aus». Die Auflösung von Wolken durch absinkende Luftbewegung erlebt man häufig im Gebirge. Sie ist ein Begleitphänomen des Föhns, eines warmen Fallwindes.

3. Die Einteilung der Wolken und was sie für das bevorstehende Wetter bedeuten

Wegen der hohen Aussagekraft des Wolkenbildes hat man schon frühzeitig damit begonnen, die Vielseitigkeit der Wolken in ein einfaches Schema zu kleiden. 1896 kam so der erste Wolkenatlas durch HOWARD zustande.

Generell unterscheidet man zwischen tiefen, mittelhohen und hohen Wolken, je nach der Höhe der Untergrenze. Für unsere geographische Breite werden diese wie folgt definiert:

- hohe Wolken 7 bis 13 km
- mittelhohe Wolken 2 bis 7 km
- tiefe Wolken 0 bis 2 km

Bezüglich des allgemeinen Aussehens unterscheidet man drei Hauptformen: schleierförmig, schichtförmig und haufenförmig (siehe Tabelle).

Diese Klassifikation ist gegenüber dem offiziellen Wolkenatlas vereinfacht und soll das Verständnis erleichtern. (Abb. 6)

Wolkenfamilien

Von den hohen Wolken sind die **Cirruswolken** die eindrucksvollsten. Sie haben ein schleier- oder federartiges, oft auch krallenförmiges Aussehen und bestehen aus Eiskristallen. Cirren vereinzelt und unregelmässig am Himmel verteilt und aus östlicher Richtung ziehend, bedeuten noch keine wesentliche Änderung der Wetterlage. Der **Cirrocumulus** kann oft nur schwer vom **Alto cumulus** unterschieden werden. Er besteht aus Flocken, Bällen, Bauschen oder parallelen Wolkenbändern. Diese Wolken treten oft zusammen mit den Cirruswolken auf. Der **Cirrostratus** ist eine dünne Schleierwolke, durch die die Sonne ungehindert durchscheinen kann. Dabei entstehen oft

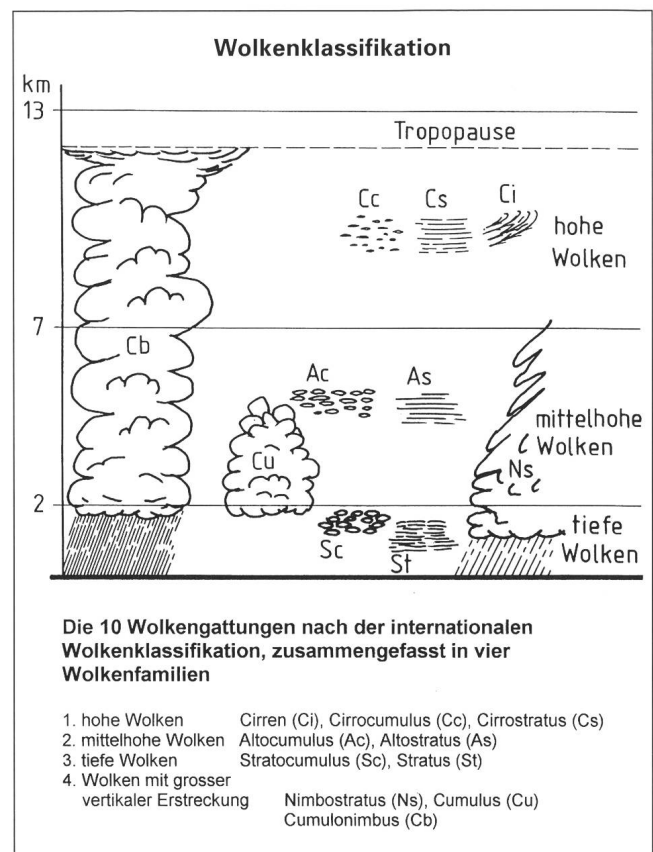


Abb. 6

eindrucksvolle Haloerscheinungen: Ringe, Lichtsäulen, Nebensonnen, welche auf das Vorhandensein von Eiskristallen schliessen lassen. Die Cirrostratusschicht kann den ganzen Himmel bedecken. Langsam geht diese in einen tieferliegenden Altostratus über, besonders bei einem Warmfrontaufzug.

Die mittelhohen Wolken der Familie **Altostratus** bilden häufig eine durchgehende, gleichmässige strukturlose Schicht. Anfangs scheint die Sonne noch mit einem unscharfen Rand durch die Schicht hindurch; mit zunehmender Dicke verschwindet sie allerdings. Bei Mondschein bildet sich ein sogenannter Hof. Der Altostratus enthält Wassertropfen und

Mit Hilfe dieser Unterscheidungsmerkmale lassen sich folgende Wolkenfamilien festlegen:

Höhe	Form	Namen der Wolkenfamilie	Bezeichnung
hoch	schleierförmig	Cirrus (Ci)	Federwolken
hoch	schichtförmig	Cirrostratus (Cs)	Schleierwolken
hoch	haufenförmig	Cirrocumulus (Cc)	zarte Schäfchen
mittelhoch	schichtförmig	Altostratus (As)	Warmluftbewölkung
mittelhoch	haufenförmig	Alto cumulus (Ac)	grobe Schäfchen
tief	schichtförmig	Stratus (St)	strukturlose graue Wolken
	haufenförmig	Stratocumulus (Sc)	Schönwetterwolken
		Cumulus (Cu)	Schönwetterwolken
tiefe Untergrenze, jedoch grosse Höhe:			
	schichtförmig	Nimbostratus (Ns)	Regenwolken
	haufenförmig	Cumulonimbus (Cb)	Gewitterwolken



Eiskristalle nebeneinander und es ist mit baldigem Regen zu rechnen. Cirruswolken, Cirrocumuluswolken, Cirrostratus und Altostratus sind also Hinweise auf eine Wetterverschlechterung. Besonders wenn diese Wolken aus Südwesten heranziehen und sich verdichten, erfolgt ein Warmluftaufzug, welcher Regen in den nächsten Stunden bringt. Eine Wetterbesserung ist nicht allzu schnell zu erwarten. Der **Nimbostratus** ist die eigentliche Regenwolke aus der anhaltender Niederschlag fällt.

Die Haufenform der mittelhohen Wolken heisst **Alto-cumulus**. Diese Familie tritt uns in der Form von Ballen, Bauschen, Schollen, Bänken oder Wogen entgegen. Manchmal bilden sich mehr oder weniger strukturierte Schichten oder parallele Bänder. Auch diese Wolkenform kündigt uns veränderliches Wetter an, besonders dann, wenn sie aus Südwesten heranzieht. Beim Alto-cumulus gibt es noch zwei bedeutsame Sonderformen. Die eine ist die typische Föhnwolke mit ihrem langen zeppelinförmigen Aussehen der der Wolke den Namen **Alto-cumulus lenticularis** verhalf. Diese Föhnwolken bedeuten eine Wetterverschlechterung auf der Alpennordseite, sobald der Föhn zusammenbricht. Gelegentlich kann man aus einer Alto-cumulus-Bank kleine Auswüchse emporschiessen sehen. Meist sind sie regelmässig nebeneinander angeordnet und geben der Wolke das Aussehen einer zinnenbewehrten Burg. Es sind die **Alto-cumulus-Castellanus** welche sich zu selbständigen Ballen, die sich von der Wolkenbank lösen und allmählich nach oben verschwinden. Das Bedeutsame an dieser Wolkenform ist, dass sie meist ein verlässliches Gewittervorzeichen darstellt, besonders dann, wenn sie schon in den Morgenstunden am Himmel zu sehen ist. Man kann bereits in einigen Stunden mit grosser Wahrscheinlichkeit Gewitter erwarten.

Stratus ist die tiefe Schichtwolke, welche landläufig als Hochnebel bezeichnet wird. Bleibt die Obergrenze des Hochnebels auf gleicher Höhe oder sinkt sie sogar ab, so bleibt das hochdruckbeeinflusste Wetter weiter bestehen. Löst sich der Nebel in den Niederungen zu ungewohnten Tageszeiten auf, so ist eine Wetterverschlechterung im Anzug. Die Haufenwolken des unteren Niveaus heissen **Stratocumulus** und **Cumulus**. Die Stratocumuluswolke schaut aus wie Wattebauschen, keine scharfe Grenze, kein deutliches Kondensationsniveau, keine feste Form und ist nur wenig mächtig. Sie

ist die typische Schönwetterwolke und löst sich nach Sonnenuntergang auf – eine klare Nacht folgt meistens. Der **Cumulus** unterscheidet sich von ihr durch eine glatte, scharfe Untergrenze und bildet sich an Blumenkohl erinnernde Form aus. Je nach Höhenentwicklung unterscheidet man drei Arten Cumuluswolken. Es ist die flache Cumulus humilis, die Cumulus mediocris und die Cumulus congestus. Die beiden letztgenannten Cumulusarten sind die typischen Wolken einer labil geschichteten Atmosphäre. Cumulus congestus leitet über zu den sich über mehrere Atmosphärenetagen erstreckenden Wolken; die Haufenform ist die Gewitterwolke, der **Cumulonimbus**. Sind Quellwolken schon in den Morgenstunden am Himmel und nimmt ihre vertikale Erstreckung zu, so sind Schauer oder Gewitter bald möglich.

Abend- und Morgenrot

Wenn die Sonne hinter den westlichen Höhenzügen verschwunden ist, leuchten die Wolkenresten noch in wundervollen Farben; Abendrot. Haben Sie sich schon einmal überlegt, warum diese Wetterregel meistens richtig ist, welche lautet «Abendrot Schönwetterbot». Damit die Sonne die hohen Wolken noch lange nach dem Untergang beleuchten kann, muss im Westen bis auf mehrere hundert Kilometer Distanz der Himmel heiter oder doch mindestens wolkenarm sein. Da besonders im Sommerhalbjahr das schlechte Wetter fast ausschliesslich von Westen oder Nordwesten herannaht, kann sich also nicht in unmittelbarer Nähe eine Schlechtwetterzone befinden.

Doch ganz anders beim Morgenrot – ein Zeichen, dass wahrscheinlich eine Störung naht. Auf alle Fälle zeigt es uns, dass im Osten noch heiteres, im Westen aber bewölkt Wetter herrscht. Cirren leuchten im Morgenrot sehr intensiv und täuschen uns zum Teil eine recht dichte Bewölkung vor. Im normalen Tageslicht aber werden sie zu dünnen, weissglänzenden Feldern, welche die Sonnenstrahlen nur wenig dämpfen. Gegen Westen wird die Decke jedoch dichter, deutliche Zeichen für einen Warmfrontaufzug, welcher in den nächsten 8 Stunden Regen bringt.

HANS BODMER

Schlottenbüelstrasse 9b, CH 8625 Gossau / ZH

Gewitter: Deutlich sichtbar sind die Aufwinde, welche in einer sich entwickelnden Gewitterwolke vorhanden sind. Diese mächtige Gewitterwolke war über dem Monte Generoso/Tessin am Abend des 21. Juli 1993 zu beobachten. (Siehe auch Titelbild) Aufnahme: Hans Bodmer, Gossau/ZH



Bald donnert's: Aufzug eines Gewitters an einem Sommerabend. Die Sonnenstrahlen scheinen durch ein paar Wolkenlöcher und zeigen an, dass die Luft schon sehr feucht ist.

Aufnahme: Hans Bodmer, Gossau/ZH





Föhnmauer über den Alpen: Am 24. September 1993 war eine ausgesprochene Föhnlage. Das Bild wurde vom Bachtelturm im Zürcher Oberland in Blickrichtung Linthebene aufgenommen. Vier Stunden später war der Föhn bereits zusammengebrochen und sechs Stunden später fielen schon die ersten Regentropfen.

Aufnahme: Hans Bodmer, Gossau/ZH



Haufenwolken über dem Glattal. Diese Wolkenart des Typs Cumulus bildet sich sehr oft, wenn Kaltluft in den oberen Schichten liegt. Das Wetter bleibt eher unsicher und es ist nicht ausgeschlossen, dass aus diesen Wolken Niederschlag fallen kann. Aufnahme:

Hans Bodmer, Gossau/ZH



Föhnfenster und Morgenröte über den Alpen. Noch ist es trocken. Dieses prächtige Farbenspiel hält jedoch nicht lange und ist ein sicheres Zeichen für Föhnzusammenbruch und baldigen Regen.

Aufnahme: H. U. Keller, Zürich



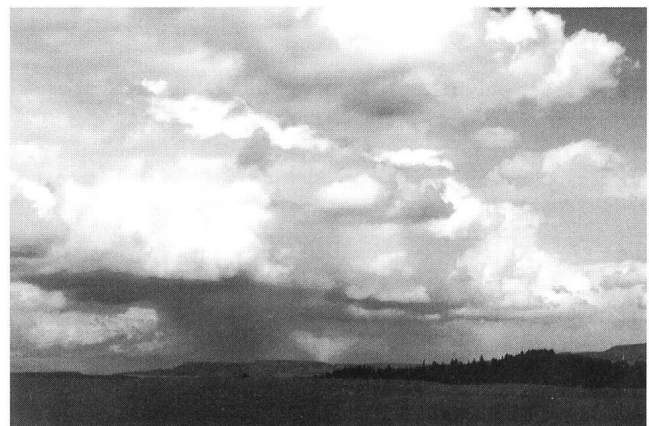
Cirren, so nennen sich diese Wolken, welche zu den hohen Wolken gehören und aus Eiskristallen bestehen. Einzelne solche Wolken sind meist bedeutungslos, wenn sie jedoch aus Südwesten her immer dichter werden, steht ein Warmluftaufzug mit Regen bevor.

Aufnahme: Hans Bodmer, Gossau/ZH



Schönwettercumuli über dem Greifensee. Das Wetter bleibt schön, die Wolken lösen sich am Abend auf und es kann eine klare Sternennacht erwartet werden.

Aufnahme: Hans Bodmer, Gossau/ZH



Schauerwolken über dem Schwarzwald, typisches Aprilwetter. Die Aufnahme entstand am 14. April 1993 vom Hallauerberg aus in Richtung Norden.

Aufnahme: Hans Bodmer, Gossau/ZH



Cirrocumulus: Der Aufzug solcher Wolken ist ein schlechtes Wetterzeichen. In spätestens 36-48 Stunden wird es regnen.

Aufnahme: Hans Bodmer, Gossau/ZH



Warmluftaufzug: Die Wolken Cirrocumulus / Cirrostratus werden immer dichter, die Sonne scheint nur noch blass durch die Wolken, bald regnet's!

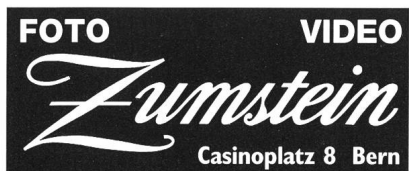
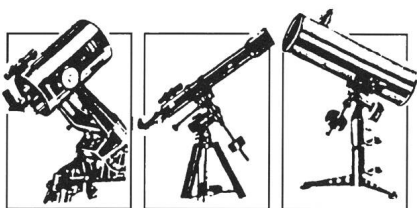
Aufnahme: Hans Bodmer, Gossau/ZH



Aufzug eines Cirrostratus von Südwesten her – ein schlechtes Wetterzeichen, in den nächsten Stunden fallen die ersten Regentropfen.

Aufnahme: Hans Bodmer, Gossau/ZH

TIEFPREISE für alle Teleskope und Zubehör / TIEFPREISE für alle Teleskope



In Zusammenarbeit mit

E. Christener

Tel. 031/311 21 13

Fax. 031/312 27 14

Grosse Auswahl
aller Marken

Jegliches Zubehör
Okulare, Filter

Telradsucher

Sternatlanten
Astronomische
Literatur

Kompetente
Beratung!

Volle Garantie

PARKS

Tele Vue

Meade

Vixen

Celestron

TAKAHASHI

Carl Zeiss

