



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Joh. Müller's Lehrbuch der kosmischen Physik

Müller, Johann Heinrich Jacob

Braunschweig, 1894

252. Nebel und Wolken

[urn:nbn:de:hbz:466:1-96939](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-96939)

Es ist eine bekannte Erfahrung, dass nach schneereichen Wintern die Quellen reichlicher fließen als nach regnerischen. Das Wasser, welches als Regen herabfällt, dringt nur theilweise in den Boden ein, ein grosser Theil desselben verdampft an der Oberfläche des feuchten Bodens. Das Wasser dagegen, welches in Form von Schnee herabfällt, bewirkt eine namhafte Condensation von Wasserdampf aus der Luft und die dadurch vermehrte Wassermenge kann bei allmählichem Wegschmelzen des Schnees viel vollständiger in den Boden eindringen als das rasch abfliessende Regenwasser.

Nebel und Wolken. Wenn die Wasserdämpfe, aus einem Topf 252 mit kochendem Wasser aufsteigend, sich in der kälteren Luft verbreiten, so werden sie alsbald verdichtet, es entsteht der Schwaden, welcher aus einer Menge kleiner hohler Wasserbläschen besteht, die in der Luft schweben. Man nennt diese Schwaden auch öfters Dampf, doch ist es kein eigentlicher Dampf mehr, wenigstens kein Dampf im physikalischen Sinne des Wortes; denn es ist ja ein verdichteter Dampf.

Wenn die Verdichtung der Wasserdämpfe nicht durch Berührung mit kalten festen Körpern, sondern durch die ganze Masse der Luft hindurch vor sich geht, so entstehen Nebel, welche im Grossen dasselbe sind wie der Schwaden, den wir über kochendem Wasser sehen.

Die Nebel entstehen häufig, wenn das Wasser der Seen und Flüsse oder der feuchte Boden wärmer sind als die schon mit Feuchtigkeit gesättigte Luft. Die Dämpfe, welche in Folge der höheren Temperatur des Wassers oder des feuchten Bodens gebildet werden, verdichten sich alsbald wieder, wenn sie sich in der kälteren, schon mit Wasserdämpfen gesättigten Luft verbreiten. Bei gleicher Temperaturdifferenz des Wassers und der Luft bilden sich keine Nebel, wenn die Luft trocken ist, so dass sich alle die Wasserdämpfe, welche am Boden aufsteigen, in ihr verbreiten können, ohne sie zu sättigen.

Nach dem, was soeben über die Bildung des Nebels gesagt wurde, erklärt sich leicht, dass sich die Nebel vorzugsweise im Herbst über Flüssen und Seen und über feuchten Wiesen bilden. In England sind die Nebel besonders häufig, weil es von einem warmen Meere umspült ist; ebenso sind die warmen Gewässer des Golfstromes, welcher theilweise bis nach Neufundland hinaufströmt, die Ursache der dort so häufigen dichten Nebel.

Manchmal beobachtet man Nebel unter scheinbar ganz verschiedenen Umständen; so sieht man dichte Nebel über den Flüssen, während die Luft wärmer ist als das Wasser oder das Eis. In diesem Falle ist die warme Luft mit Feuchtigkeit gesättigt, und wenn sie sich mit den Luftschichten mischt, welche durch die Berührung mit dem kalten Wasser oder dem Eise schon eine niedrigere Temperatur erlangt haben, so muss nothwendig eine Condensation des Wasserdampfes erfolgen.

Auf dieselbe Weise entstehen auch im Sommer nach Gewitterregen die Nebel über Flüssen und Seen. Die Luft ist wärmer als die Oberfläche des Wassers, aber sie ist mit Feuchtigkeit gesättigt, und sobald sie sich an Orte verbreitet, an welchen die Frische des Wassers fühlbar ist, wird durch die Erkaltung der Wasserdampf verdichtet.

Der Nebel bildet sich jedoch nicht allein über Flüssen und Seen, sondern auch mitten im Lande, sobald durch Luftströmungen wärmere feuchte Luftmassen mit kälteren gemischt und ihre Temperatur unter den Thaupunkt erniedrigt wird.

Die Wolken sind nichts anderes als Nebel, welche in den höheren Luftregionen schweben, sowie denn Nebel nichts sind als Wolken, welche auf dem Boden aufliegen. Oft sieht man die Gipfel der Berge in Wolken eingehüllt, während die Wanderer auf diesen Bergspitzen sich mitten im Nebel befinden.

Auf den ersten Anblick scheint es unbegreiflich, wie die Wolken in der Luft schweben können, da sie doch aus Bläschen bestehen, welche offenbar schwerer sind als die umgebende Luft. Da das Gewicht dieser kleinen Wasserbläschen im Vergleich zu ihrer Oberfläche sehr gering ist, so muss die Luft ihrem Fall einen bedeutenden Widerstand entgegenzusetzen, sie können sich also nur sehr langsam herabsenken, wie ja auch eine Seifenblase, welche überhaupt mit unseren Dunstbläschen eine grosse Aehnlichkeit hat, in ruhiger Luft nur langsam fällt. Demnach müssen aber doch die Dunstbläschen, wenn auch noch so langsam, sinken, und man sollte demnach meinen, dass bei ruhigem Wetter die Wolken doch endlich bis auf den Boden herabkommen müssten.

Die bei ruhigem Wetter allerdings herabsinkenden Dunstbläschen können aber den Boden nicht erreichen, weil sie bald in wärmere, nicht mit Dämpfen gesättigte Luftschichten gelangen, in welchen sie sich wieder in Dampf auflösen und dem Blicke verschwinden; während sich aber unten die Dunstbläschen auflösen, werden an der oberen Grenze neue gebildet, und so scheint die Wolke unbeweglich in der Luft zu schweben.

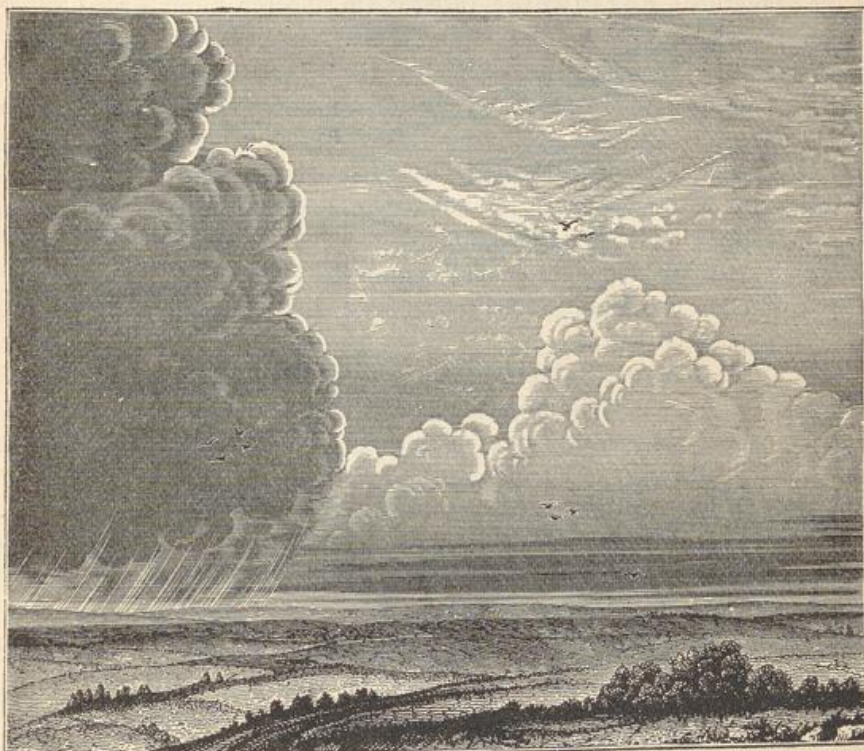
Wir haben eben die Dunstbläschen in ganz ruhiger Luft betrachtet; in bewegter Luft werden sie der Richtung der Luftströmung folgen müssen. Ein Wind, welcher sich in horizontaler Richtung fortbewegt, wird die Wolken auch in horizontaler Richtung fortführen, und ein aufsteigender Luftstrom wird sie mit in die Höhe nehmen, sobald seine Geschwindigkeit grösser ist als die Geschwindigkeit, mit welcher die Dampfbläschen in ruhiger Luft herabfallen würden. Sehen wir ja doch auch, wie die Seifenblasen durch den Wind fortgeführt und über Häuser hinweg getragen werden. So erklärt sich denn auch durch die aufsteigenden Luftströme das Steigen des Nebels.

Das Ansehen der Wolken ist, je nachdem sie höher oder tiefer schweben, je nachdem sie mehr oder weniger dicht, auf diese oder jene Weise beleuchtet sind u. s. w., gar mannigfaltig. Howard hat unter den verschiedenen Wolken folgende Hauptarten unterschieden:

1) Die Federwolke, *cirrus*, besteht aus sehr zarten, bald mehr streifigen, bald mehr locken- oder federartigen Fasern, welche nach schönem Wetter zuerst am Himmel erscheinen. In unserer Fig. 376 sieht man sie in der Ecke oben rechts bis herunter, wo die zwei Vögel schweben. Bei trockenem Wetter sind die Federwolken mehr streifig, bei feuchtem mehr verwaschen.

2) Die Haufenwolke, *cumulus*, welche in unserer Figur gerade unter der Federwolke gezeichnet ist, bildet grosse halbkugelförmige Massen, welche auf horizontaler Basis zu ruhen scheinen; diese Wolken

Fig. 376.



erscheinen vorzugsweise im Sommer; manchmal thürmen sich Haufenwolken zu malerischen Gruppen zusammen und bieten dann, von der Sonne beschienen, den Anblick ferner Schneegebirge.

3) Die Schichtwolken, *stratus*, sind horizontale Wolkenstreifen (in unserer Figur unter den *cumulus*), welche vorzugsweise bei Sonnenuntergang mit ausserordentlicher Farbenpracht erscheinen.

Diese Grundformen gehen auf mannigfaltige Weise in einander über; Howard hat diese Uebergangsformen durch die Namen *cirro-cumulus*, *cirro-stratus*, *cumulo-stratus* und *nimbus* bezeichnet.

Die fedrige Haufenwolke, *cirro-cumulus*, ist der Uebergang der Federwolke zur Haufenwolke; es sind die kleinen weissen,

runden Wölkchen, welche unter dem Namen Schäfchen allgemein bekannt sind.

Wenn die Federwolken nicht einzeln zerstreut, sondern zu Streifen von bedeutender Ausdehnung verbunden sind, so bilden sie die fedrige Schichtwolke, *cirro-stratus*, welche, wenn sie nahe am Horizonte stehen, den Anblick ausgedehnter Schichten bieten; oft überziehen die *cirro-stratus* den ganzen Himmel mit einem Schleier.

Wenn die Haufenwolken dichter werden, so gehen sie in die streifige Haufenwolke, *cumulo-stratus*, über, welche oft den ganzen Horizont mit einem blauschwarzen Farbentone überziehen und endlich in die eigentliche Regenwolke, *nimbus* (in unserer Figur links), übergehen.

In dem 1890 erschienenen Wolkenatlas von Hildebrandsson, Köppen und Neumayer sind die Wolkenformen folgendermaassen classificirt:

1) *Cirrus*, Federwolke. Federige, zarte, isolirte Wolken, gewöhnlich von weisser Farbe. Manchmal in Banden angeordnet, welche meridianartig einen Theil des Himmelsgewölbes überziehen und nach einem oder zwei entgegengesetzten Punkten des Horizontes perspectivisch convergiren (an der Bildung solcher Banden nehmen oft auch *cirro-stratus* und *cirro-cumulus* theil).

2) *Cirro-stratus*, Schleierwolke. Feiner, weisslicher Schleier, bald ganz diffus, dem Himmel nur ein weissliches Aussehen verleihend (von Manchem als *cirrus*-Dunst bezeichnet), bald mehr oder weniger deutliche Structur von in einander verworrenen Fasern erkennen lassend. Häufig zeigt der Schleier leuchtende Ringe um Sonne und Mond.

3) *Cirro-cumulus*, Schäfchen, Lämmergewölk. Kleine, weisse Bällchen und Flocken, ohne Schatten, welche in Heerden und manchmal in Reihen angeordnet sind.

4) *Alto-cumulus* oder *cumulo-cirrus*, grobe Schäfchen. Grössere weissgraue Bällchen mit schattigen Theilen, in Heerden gruppirt, häufig so dicht, dass ihre Ränder zusammenfliessen. Die einzelnen Bällchen sind in der Regel nach der Mitte zu grösser und derber (in *strato-cumulus* übergehend), nach den Rändern derselben hin feiner flockig (in *cirro-cumulus* übergehend). Sehr häufig sind sie in Reihen nach einer oder zwei Richtungen angeordnet.

5) *Alto-stratus* oder *strato-cirrus*. Dichter Schleier von grauer oder bläulicher Farbe, welcher in der Gegend der Sonne und des Mondes einen helleren Fleck, aber keine Lichtringe darbietet. Diese Form zeigt allmähliche Uebergänge zum *cirro-stratus*, hat aber nach den Messungen in Upsala nur die halbe Höhe.

6) *Strato-cumulus*. Grosse Ballen oder Wülste dunkler Wolken, welche den Himmel häufig, besonders im Winter, ganz bedecken und ihm bisweilen ein gewelltes Aussehen verleihen. Die Schicht der *strato-cumuli* ist gewöhnlich nicht sehr dick, in den Lücken erscheint oft blauer

Himmel. Zwischen dieser Form und den *alto-cumuli* finden sich alle möglichen Zwischenglieder. Vom *nimbus* unterscheiden sie sich durch die geballte oder gerollte Form und die mangelnde Neigung zu Niederschlägen.

7) *Nimbus*, Regenwolke. Dichte Lage von dunkeln, formlosen Wolken mit zerrissenen Rändern, aus welchen gewöhnlich anhaltender Regen oder Schnee fällt. In gelegentlichen Lücken zeigt sich fast stets eine gleichförmige *alto-stratus*-Decke. Zerreisst die *Nimbus*lage ganz in kleinere Fetzen oder schweben unter dem grossen *nimbus* tiefhängende kleine Wolkenstückchen einher, so können diese als *fracto-nimbus* unterschieden werden.

8) *Cumulus*, Haufenwolke. Dichte, im beständigen Emporwachsen begriffene Wolke, deren Gipfel kuppelförmig und mit Zapfen besetzt, deren Basis dagegen horizontal ist. Bei seitlicher Beleuchtung zeigt diese Wolke kräftige, wirkliche Schatten, auf der Sonnenseite des Himmels erscheint sie dagegen finster mit hellen Säumen. Der echte *cumulus* zeigt oben und unten scharfe Begrenzung. Stets, und besonders bei windigem Wetter, unterliegen jedoch seine Theile fortwährender Auflösung.

9) *Cumulo-nimbus*, Gewitterwolke, Schauerwolke. Mächtige Wolkenmassen, die sich wie Berge aufthürmen, gewöhnlich oben mit Schleier oder Schirm von faseriger Textur („falsche Cirren“) und unten mit *nimbus*-ähnlichen Wolkenmassen („Wolkenkragen“) umgeben, aus deren Mitte gewöhnlich Schauer von Platzregen oder Hagel (bezw. Graupeln) fallen. Die Ränder sind entweder von festeren *cumulus*-artigen Umrissen und bilden gewaltige *cumulus*-Gipfel von zarten „falschen Cirren“ umschwebt, oder die Ränder fliessen selbst in eine zarte, *cirrus*-artige Zerfaserung aus. Die letzte Form ist besonders beim „Aprilwetter“ gewöhnlich. Howard hat den regnenden *cumulo-nimbus* und unseren *nimbus* zusammen als *nimbus* bezeichnet, den nichtregnenden *cumulo-nimbus* aber als *cumulo-stratus*. Die Bezeichnung *cumulo-nimbus* ist zuerst von Weilbach angewandt worden.

10) *Stratus*, gehobener Nebel. Condensationen in den untersten Schichten, welche nicht direct bei Regenwetter auftreten und nicht direct dem Boden aufliegen; denn im ersteren Falle sind sie als *nimbus* oder *fracto-nimbus*, im letzteren als Nebel schlechtweg zu bezeichnen.

Die horizontalen gleichmässigen Wolkenlager von geringer Dicke in der Atmosphäre oberhalb 1000 m, welche häufig als *stratus* bezeichnet werden, sind nach der Classification von Abercromby und Hildebrandsson theils mit *alto-stratus*, theils mit *strato-cumulus* zu bezeichnen.

Wenn man bedenkt, wie ausserordentlich mannigfaltig an Gestalt sowohl als auch an Farbe die verschiedenen Wolken sein können, so begreift man wohl, dass es oft schwierig ist, zu entscheiden, ob das Ansehen einer Wolke sich mehr dem einen oder dem anderen Typus nähert.

Unter allen bisher genannten Wolkenarten sind die Federwolken die höchsten, denn auf hohen Bergen bieten sie noch denselben Anblick

wie im Thale, und erreichen nach Ekholm und Hagström die Höhe von etwa 13 km. Es ist höchst wahrscheinlich, dass die *cirri* nicht aus Nebelbläschen, sondern aus Eisnadelchen bestehen.

Die Haufenwolken bilden sich gewöhnlich, wenn durch den aufsteigenden Luftstrom die Wasserdämpfe in die Höhe geführt, und dort, wegen der geringeren Temperatur verdichtet werden. Daher kommt es, dass sich oft gegen Mittag Wolken bilden, während die Sonne am heiteren Himmel aufgegangen ist. Gegen Abend wird der Himmel wieder heiter, weil die Wolken sich wieder senken, wenn der aufsteigende Strom aufhört; in tieferen, wärmeren Regionen angekommen, lösen sich dann die Wolken wieder auf, wenn die Luft nicht mit Dämpfen gesättigt ist. Wenn aber der Südwestwind mehr und mehr Wasserdämpfe herbeiführt, während die Luft schon mit Dämpfen gesättigt ist, so können die sich senkenden Wolken nicht wieder aufgelöst werden, sie werden dichter und dunkler, während oft hoch über den unteren Wolken eine Schicht von Federwolken schwebt. Die unteren Haufenwolken gehen dann mehr und mehr in *strato-cumuli* über, und man hat alsdann Regen zu erwarten.

Wenn durch fortwährende Condensation von Wasserdämpfen die einzelnen Dunstbläschen grösser und schwerer werden, wenn endlich einzelne Bläschen sich nähern und zusammenfliessen, so bilden sich förmliche Wassertropfen, welche nun als Regen herabfallen. In grosser Höhe sind die Regentropfen vermuthlich noch sehr klein, sie werden aber während des Fallens grösser, weil sie wegen ihrer geringeren Temperatur die Wasserdämpfe der Luftschichten verdichten, durch welche sie herabfallen.

Ein besonderes Interesse haben seit dem Jahre 1885 die leuchtenden Nachtwolken erregt, welche in den Sommermonaten Mai bis Juli theilweise am nördlichen Himmel sichtbar waren. Sie unterscheiden sich wesentlich von allen anderen uns bekannten Wolkenarten durch ihre grosse Höhe über dem Erdboden, und die Geschwindigkeit, mit der sie sich in horizontaler Richtung bewegen. Die Beobachtungsmethode, welche zu der Bestimmung ihrer Positionen benutzt ist, beruht auf der Anwendung der Photographie, indem gleichzeitig von verschiedenen, weit unter einander entfernten Standorten photographische Aufnahmen von ihnen nebst den in der Nähe befindlichen Fixsternen ausgeführt werden. Mit der Untersuchung der leuchtenden Nachtwolken hat sich namentlich O. Jesse in Steglitz beschäftigt, der sie regelmässig und in Gemeinschaft mit dem Uhrmacher Bäker in Nauen photographirt. Auch werden solche Photographien in Rathenow, der Urania-Sternwarte in Berlin und Moskau ausgeführt.

Die Ausmessungen der gewonnenen Bilder haben nun Herrn O. Jesse zu dem überraschenden Resultate geführt, dass die leuchtenden Wolken sich durchschnittlich in einer Höhe von 83 km über der Erdoberfläche befinden, während bei den *cirrus*-Wolken bisher noch keine grössere Höhe als 13 km nachgewiesen worden ist. Die Geschwindigkeit, mit der sie sich

horizontal fortbewegen, übertrifft die der stärksten Orkane um mehr als das Doppelte; sie beträgt etwa 100 m in der Secunde, ist der Hauptsache nach immer von Osten nach Westen gerichtet, mit einer kleinen nach Süden gerichteten Componente.

Während kein Zweifel darüber ist, dass die Erleuchtung dieser Wolken durch die Sonne geschieht, welche sich in gemässigten Breiten während der Sommermonate verhältnissmässig wenig tief unter dem Horizonte befindet, so besteht doch die Eigenthümlichkeit, dass nicht etwa um Mitternacht, also während der grössten Dunkelheit, ihre Leuchtkraft die intensivste ist, sondern während der frühen Morgenstunden. Es liegt hier der Gedanke nahe, dass dieser Erscheinung eine ähnliche Ursache zu Grunde liegt, wie dem stärkeren Auftreten der Meteoriten in den Morgenstunden, von welchen früher (§. 100) die Rede war, dass also die Stoffe, welche die leuchtenden Wolken bilden, ähnlich wie die Sternschnuppen, kosmischer Natur seien. Vor dem Auftreten der leuchtenden Nachtwolken, d. h. vom August 1883 bis etwa zum Jahre 1885, erregte ein anderes eigenthümliches Phänomen die allgemeinste Aufmerksamkeit, nämlich sehr lebhaft rothe Dämmerungserscheinungen. Man hat diese mit den leuchtenden Nachtwolken, sowie beide mit dem Krakatoa-Ausbruche des Jahres 1883 in Verbindung bringen wollen, bei welchem feine Staub- und Gastheile in enorme Höhen der Atmosphäre geschleudert worden seien, doch lassen sich hiergegen manche Einwendungen erheben, die nicht völlig haben widerlegt werden können. Jedenfalls bilden die leuchtenden Wolken ein höchst interessantes Phänomen, welches die genaueste Untersuchung verdient. Es sei noch kurz bemerkt, dass ähnliche Erscheinungen während der letzten Jahre auch auf der südlichen Halbkugel während der Sommermonate beobachtet sind.

Regenmenge. Die Menge des Regens, welcher an irgend einem 253 Orte der Erde im Laufe eines Jahres fällt, ist für die Meteorologie ein höchst wichtiges Element. Die Instrumente, deren man sich zu diesem Zwecke bedient, werden Regenmesser, Ombrometer, Udometer oder auch Hyetometer genannt. Fig. 377 (a. f. S.) stellt einen Regenmesser dar, wie dieselben auf den deutschen meteorologischen Stationen in Anwendung sind. Der Regen fällt in ein Blechgefäss *A*, dessen obere freie Oeffnung einen Flächeninhalt von 500 qcm hat. Aus *A* fällt das Wasser durch eine Oeffnung von 1 cm Durchmesser in das Reservoir *B*, auf welches das Gefäss *A* so aufgesetzt ist, dass es leicht abgenommen werden kann. Das in *B* gesammelte Wasser wird jeden Tag um acht Uhr Morgens durch den Hahn *h* abgelassen und in einem graduirten Glascylinder (Fig. 378) aufgefangen, der so getheilt ist, dass das Wasser, welches den Zwischenraum zwischen zwei auf einander folgenden Theilstriichen ausfüllt, auf einer Fläche von 500 qcm ausgebreitet, dieselbe mit einer $\frac{1}{10}$ mm hohen Wasserschicht bedecken würde. Wenn also die in einer bestimmten Zeit gefallene Regenmenge den Cylinder bis zum *n*ten