

Die Wolken.

Von

Prof. J. M. Pernter.

Vortrag, gehalten den 4. Januar 1893.

Mit 4 Abbildungen im Texte.

Alles, was über unseren Häuptern in unzugänglichen Höhen sich abspielt, hat von altersher das besondere Interesse und die staunende Bewunderung der Menschheit gefunden, ob es nun Erscheinungen in den himmlischen Sphären oder Vorgänge innerhalb unseres Luftkreises sind. Nicht nur die Pracht des Sternenhimmels, die Sonnen- und Mondesfinsternisse, das Erscheinen der Kometen und das Aufleuchten neuer Sterne, auch das Feuerspiel der Sternschnuppenfälle, das Nordlicht, der Zauber der Morgen- und Abendröthe, die furchtbare Großartigkeit der Blitze und viele andere Herrlichkeiten atmosphärischer Vorgänge fesseln unsere Aufmerksamkeit in ganz hervorragender Weise. Welches Vergnügen bereitet uns nur der Flug eines Falken, und mit welchem Entzücken verfolgen wir die majestätischen Kreise, die der Adler durch die Höhen der Lüfte beschreibt?

Mit stets wachsender Neugierde verfolgen wir den geräuschlosen Lauf des mit dem Winde segelnden Luftballons, ja selbst der fliegende Drache der Kinder macht auch den Erwachsenen gar manche stille Freude.

Dieser eigenartigen Veranlagung unseres Gemüthes ist es zweifellos zuzuschreiben, dass wir auch

an den Wolken, deren Heimat die luftigen Höhen sind, soviel Interesse finden. Es ist dieses Interesse ein Gemeingut der Menschheit ohne Unterschied der Sprache, des Ranges, des Bildungsgrades und des Alters.

In erster Linie zieht die unendliche Mannigfaltigkeit der Wolkenformen unsere Aufmerksamkeit auf sich, und schon frühzeitig hat man gewisse hervorstechende Arten derselben mit Namen belegt. Es herrscht schon einmal der eigenthümliche Drang in uns, möglichst alles mit Namen zu belegen, und so haben wir denn auch diese flüchtigen, in steter Wandlung begriffenen Gebilde der Wolken ebenfalls benamset, um ihnen womöglich dadurch wenigstens in unserer Vorstellung ein festeres Dasein zu bereiten. Die Namengebung ist stets der erste Schritt der Erkenntnis und Erforschung eines Gegenstandes, und obwohl wir deshalb, weil wir einer Sache einen Namen beilegen, noch nichts für die innere Erkenntnis derselben gewonnen haben — wie wir uns oft fälschlich einbilden —, so muss dieser erste Schritt dennoch geschehen, ehe an ein tieferes Eindringen in die Natur eines Dinges zu denken ist.

Wollten wir bei der Benennung der Wolken alle Formen mit eigenen Namen belegen, so würden wir ein ganzes Lexikon anlegen müssen; das Gedächtnis wäre zu schwach, alle zu behalten. Aber auch schon die wirklich benannten Wolkenformen erreichen eine sehr hohe Zahl, und da überdies verschiedene Gelehrte ein und dieselbe Form verschieden benannt hatten,

so war in der Nomenclatur der Wolken eine Verwirrung eingerissen, welche erst vor zwei Jahren durch ein internationales Übereinkommen behoben wurde. Dabei einigte man sich auf eine einheitliche Benennung von zehn Hauptformen, die man durch Photographie und nach letzterer entworfene Bilder festlegte, welche wir nun beschreiben wollen.

Ordnen wir die Namen dieser Wolkenformen nach der Höhe, in welcher sie vorkommen: Cirrus, Cirro-Stratus, Cirro-Cumulus, Alto-Cumulus, Alto-Stratus, Strato-Cumulus, Nimbus, Cumulus, Cumulo-Nimbus, Stratus.

Besehen wir uns diese Namen näher, so dürften wir auf den Gedanken kommen, dass eigentlich nicht zehn, sondern nur drei Grundformen vorhanden sind, und zwar: Cirrus, Cumulus und Stratus. Aus diesen drei Benennungen sind alle anderen abgeleitet. Denn die Bezeichnung Alto bezieht sich auf keine Form, ebenso wenig der Ausdruck Nimbus, welcher eben nur die Thatsache des Regens andeutet.

Hienach hätten wir drei Haupttypen, welche wir deutsch mit Feder-, Haufen- und Schichtenwolken bezeichnen.

Die Federwolke ist jenes feine, oft gefiederte, zarte, durchsichtige Gewebe, welches häufig in Streifen geordnet erscheint. Bei weitem der größte Theil der vielfachen Formen, welche die reine Federwolke aufweist, ist als ein Zeichen kommenden schlechten Wetters anzusehen. Man hat allen diesen Formen im

Volksmunde Namen gegeben, welche ihrem Anblicke entsprechen, als da sind: Rossschwanz, Katzenschweif, Ziegenhaar, Seegras, Windbäume. Es gibt auch Schönwetter-Federwolken, wozu besonders die reinen haarartigen Federwolken gehören. Allein es ist häufig selbst für den geübten Beobachter schwer, sich der Täuschung dabei zu entziehen.

Verdichtet sich die Federwolke zu einem immer gleichmäßigeren Schleier, so erhalten wir den Cirro-Stratus, die Federschichtenwolke. Dieser Schleier, welcher anfänglich, solange er noch das Blau des Himmels nicht ganz verdeckt, die großen Sonnen- und Mondringe erzeugt, ist ein fast untrüglicher Vorläufer schlechten Wetters.

Bei weiterer Verdichtung dieses Schleiers erscheint uns der Himmel in bleigrauer Bedeckung und düster; diese Wolkenform bezeichnet man dann als Alto-Stratus, hohe Schichtenwolke.

Wenn dann diese Himmelsbedeckung noch düsterer und dunkler wird und es endlich aus der nun kräftigen Wolke zu regnen beginnt, so nennen wir sie Nimbus, d. h. Regenwolke.

Die Wolken sinken immer tiefer, und an den Berghängen lagern langgestreckte Nebelstreifen. Diese letzteren sind die eigentliche Schichtenwolke, der Stratus.

Wenn es nach einem andauernden Regenwetter (Landregen) licht zu werden beginnt und die Wolkendecke da und dort aufbricht, so zeigen sich lang-

gezogene Schichten mit Wölbungen oder Wülsten, und diese Form nennen wir den Strato-Cumulus, die Schichtenhaufenwolke.

Wenn ich diese Beschreibung einiger Wolkenformen in Zusammenhang mit der Ausbildung schlechten Wetters und beginnender Ausheiterung brachte, so könnte es den Anschein haben, als entstände da eine Wolkenform aus der anderen durch Umbildung. Das ist aber nicht wahrscheinlich; denn jede folgende Form vom reinen Cirrus zum Cirro-Stratus und von diesem zum Alto-Stratus schwebt bedeutend tiefer als die vorhergehende. Höchstens könnte sich der Nimbus aus dem Alto-Stratus und in der Rückbildung der Strato-Cumulus aus dem Alto-Stratus bilden; doch auch das ist nicht sicher. Ich wollte auch nur den Verlauf einer Schlechtwetterperiode dazu benützen, um einige markante Wolkenformen leichter Ihrem Gedächtnisse einprägen zu können.

Von den drei Haupttypen müssen wir uns nun noch den Cumulus, die Haufenwolke, näher ansehen. Am ausgeprägtesten und in ihrer vollen Reinheit erscheint diese Wolkenform bei uns an heißen Sommertagen. Da thürmen sich besonders an den Bergkämmen gewölbte gerundete Wolkenmassen, jede einem Berge gleich, auf. Sie erreichen oft gewaltige Dimensionen und bieten für das Auge des Beobachters ein prächtiges Schauspiel in der Mannigfaltigkeit, Großartigkeit und den oft bizarren Umrissen ihrer Formen.

Aus der Häufung der Haufenwolken entsteht an

schwülen Tagen öfters eine schwarze gewölbte, hochaufgethürmte, gewitterbringende Wolkenwand, aus der dann Blitze hervorbrechen und heftige Gewitterregen niederprasseln; wir nennen sie dann Cumulo-Nimbus.

Die reine Haufenwolke erscheint übrigens auch als rasch vorüberziehende, theils einzelne, theils in Gruppen geordnete, dahineilende Wolke. Dies ist besonders der Fall, wenn nach anhaltendem Regenwetter sich der Himmel aufklärt. Es bildet sich dann zuerst, wie wir oben zeigten, der Strato-Cumulus, die Schichtenhaufenwolke, und allmählich löst sich die letztere in zerstreute Haufenwolken auf, welche meist rasch über uns hinwegtreiben.

Geballte, gewölbte Wolkenbildungen gehören nach unserer Vorstellung der Formen zu den Haufenwolken. Allein solchen geballten Formen begegnen wir unter den verschiedensten atmosphärischen Verhältnissen.

So erscheint uns wiederholt der ganze Himmel von weißlichen geballten Wölkchen bedeckt, zwischen denen der Mond dahinzieht und deren Ränder er in den schönsten Farben erglänzen macht. Diese Wolkenform ist meist eine Schönwetterform. Zeigt sie größere Ballen, welche an der einen Seite die Dunkelheit des Schattens aufweisen, so heißt sie Alto-Cumulus; jene lieblichen zarten, ganz rein weißglänzenden, kleinen geballten Formen, welche gleich einer auf der Weide lagernden Lämmerherde in hohen Lüften schweben, und die die Poesie des Volkes „Schäfchen“ nennt, bezeichnen wir mit dem Namen Cirro-Cumulus, „Federhaufen“.

Damit haben wir die zehn international angenommenen Hauptformen der Wolken beschrieben und dargestellt. Aber wie schon die zehn Hauptformen als Combinationen der drei Haupttypen sich erweisen, so gibt es wieder mannigfaltige, man wäre versucht zu sagen unendlich vielfältige Abstufungen zwischen diesen zehn Haupttypen. Unter diesen unzähligen Formen gibt es vielleicht solche, von denen jeder eine andere als seine Lieblingswolke erklärt, und für welche er einen eigenen Namen wünscht. Das würde uns aber zu unzählig vielen Namen führen. Gerade um dieser unerträglichen Last der Namenszahl auszuweichen, hat man sich entschlossen, sich auf die obigen zehn Haupttypen zu beschränken und es der Phantasie und dem Geschmacke eines jeden zu überlassen, besondere Unterformen mit ihm zweckmäßig erscheinenden Namen zu belegen. Für wissenschaftliche Darstellungen muss aber jede solche Form unter die betreffende Hauptform eingereiht werden.

Es fällt mir nicht leicht, alle die erhebenden Gefühle und Gedanken zu übergehen, welche der Anblick der verschiedenen Wolkenformen und Gruppen der Formen in uns hervorzurufen geeignet sind, in denen die Poesie des Wolkenhimmels liegt; allein wir haben über die Wolken noch soviel zu sagen, dass die Kürze der Zeit, die mir gegönnt ist, mich zwingt, das thatsächliche und rein naturwissenschaftliche Moment ausschließlich zu berücksichtigen.

Man könnte da zunächst zweifeln, ob wohl diese

aufgestellten Hauptformen nicht eine Eigenthümlichkeit unserer gemäßigten Breiten sind und anderwärts vielleicht ganz andere Wolkenformen auftreten. Diesen Zweifel hat Abercromby bei seinen wiederholten Weltreisen beseitigt; er bestätigt, dass alle Formen unter allen Himmelsstrichen — wenn auch nicht alle überall gleich häufig — vorkommen. Auch bei uns sind im Sommer die Cumulus-Arten, im Winter die Stratus-Arten vorherrschend; dennoch kommen doch auch im Winter Haufenwolken vor. Ebenso sind in den Tropen (unserem Sommer entsprechend) die Haufenwolken vorherrschend, in der kalten Zone aber (unserem Winter entsprechend) die Schichtenformen und Nebel die Regel; dennoch kommt überall jede Form zuweilen vor.

Eine andere Frage bezieht sich auf die Höhe, in welcher die Wolken schweben. Wir wissen schon aus der unmittelbaren Erfahrung, dass diese Höhe sehr verschieden ist. Auch der in den Niederungen auf dem Boden aufliegende Nebel ist eine Wolke; weiter hinauf an den Bergabhängen lagern die Schichtenwolken, in welche wir gar häufig bei unseren Ausflügen auf Berge hineingerathen. Andere Wolken sehen wir die Berggipfel, niedrigere und hohe, einhüllen, wieder andere schweben über den höchsten Bergen; von den Federwolken urtheilen wir aber schon aus dem Anblicke, dass sie sehr hoch oben in den Lüften schweben. Bei einer näheren Erforschung dieser Höhenverhältnisse der Wolkenformen findet man bald einen Zusammenhang zwischen Form und Höhe heraus, ohne dass man eigent-

liche Höhenmessungen der Wolken vornimmt. Was uns schon der unmittelbare Anblick lehrt, bestätigt sich denn auch bei wirklichen Messungen der Höhe der verschiedenen Formen; nur gelingt es dabei, auch zu absoluten Zahlenangaben für die Höhe der verschiedenen Formen zu gelangen. Leider liegen uns solche Messungen nur aus den gemäßigten Breiten vor. Da aber die Verhältnisse in unserem Sommer denjenigen

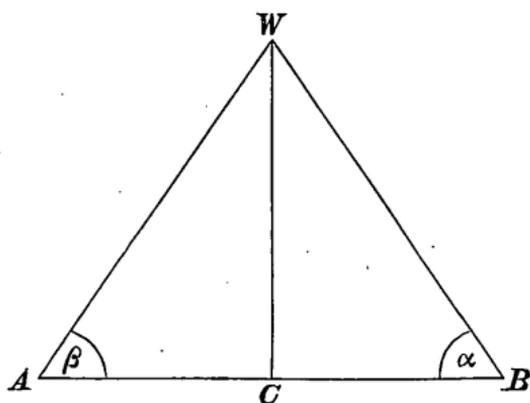


Fig. 1.

der Tropengegenden doch sehr nahe kommen und in unserem Winter die kalte Zone sich abspiegelt, so werden die Mittel- und Grenzwerte aus den in den gemäßigten Breiten ausgeführten Messungen ziemlich nahe die Verhältnisse der ganzen Erde wiedergeben.

Die Messungen der Wolkenhöhen kann man auf verschiedene Weise vornehmen; diejenige Methode, welche die vertrauenswürdigsten Resultate liefert, ist die trigonometrische, dieselbe, die auch zu anderen

Höhenmessungen verwendet wird. Ist in Fig. 1 W ein Punkt einer Wolke, der von A und B aus gesehen werden kann, kennt man die Entfernung von A und B (Orte auf der Erdoberfläche) und misst man die Winkel α und β , so lässt sich daraus die Entfernung

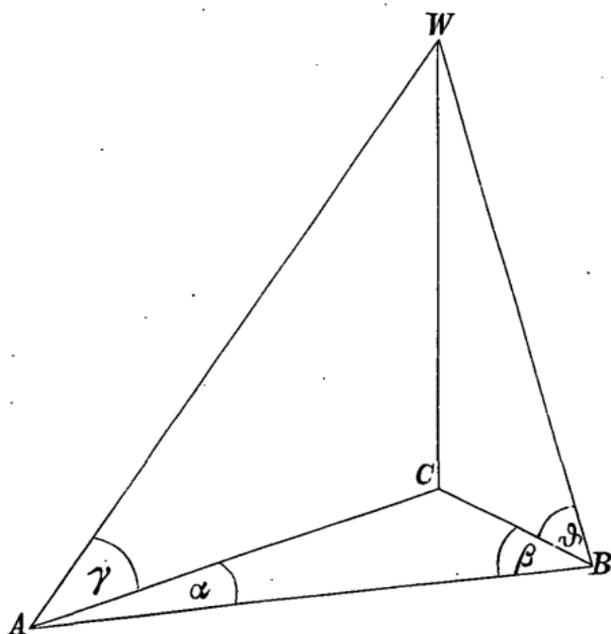


Fig. 2.

der Wolke von B oder A berechnen. Hat man so z. B. WB berechnet und kennt dann alle Winkel des rechtwinkligen Dreieckes WBC , so kann man hinwieder WC , d. h. die Wolkenhöhe berechnen, falls der Fußpunkt C der Wolke in die Linie AB fällt. Ist letzteres nicht der Fall, sondern liegt der Fußpunkt der Wolke außerhalb dieser Linie, z. B. rückwärts, so ist noch

eine weitere Winkelmessung nöthig. Man kann dann (Fig. 2) zuerst aus AB und α und β , AC oder CB berechnen und dann aus einem der rechtwinkligen Dreiecke AWC oder BWC die Wolkenhöhe WC erhalten.

Eine andere Methode ist anwendbar, wenn man sich an einem höhergelegenen Orte A (Fig. 3) befindet,

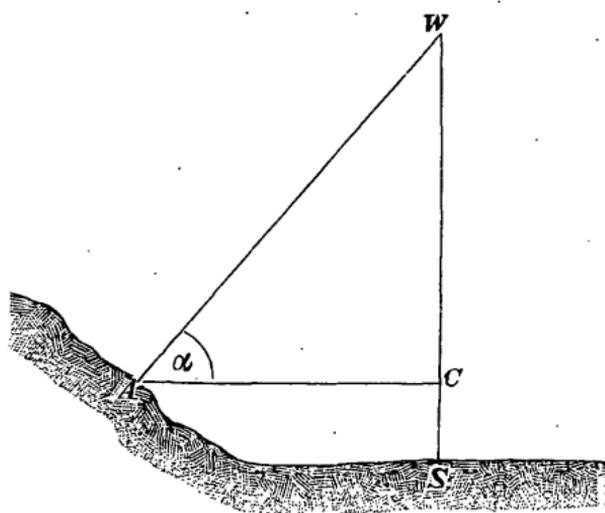


Fig. 3.

von dem aus man sowohl die Wolke W als den Schatten derselben S sehen kann. Kennt man die Horizontal-distanz vom Orte des Schattens, welche gleich AC ist, und misst den Winkel α , so erhält man aus dem rechtwinkligen Dreiecke AWC die Seite WC , und es ist dann $WC + CS =$ der Wolkenhöhe. Dies gilt freilich nur für den Fall, dass der Schatten der Wolke senkrecht unterhalb der Wolke liegt.

Auch aus der Beleuchtungsdauer einzelner Wolken nach Sonnenuntergang kann man ganz nach demselben Principe, wie man aus der Dauer der Dämmerung die „Höhe der Atmosphäre“ (d. h. der höchsten wahrnehmbares Licht bis zu uns reflectierenden Schicht) berechnet, die Höhe dieser Wolken berechnen. Noch andere Methoden sind zur Bestimmung der Höhe der Wolken angewendet worden, doch würde es den Rahmen dieses Vortrages überschreiten, wollten wir uns hiebei länger aufhalten.

Es liegen Messungen der Wolkenhöhen besonders von Ekholm und Hagström, sowie von Vettin, die ersteren in Schweden, die letzteren in Berlin ausgeführt, vor. Die aus den Messungen erhaltenen Resultate zeigen, dass die Wolken in fünf Höhenstufen liegen, vor der mittleren Höhe von:

Obere Cirrus	Untere Cirrus	Wölkchen	Wolken	Unt. Gewölk
8200	4894	2451	1456	623 m.
Vettin fand:				
7900	4520	2400	1310	540 m.

Die mittleren Höhen der einzelnen Wolkenformen sind:

Cirrus und Cirro-Stratus etwa	8000—10.000 m
Cirro-Cumulus etwa	6500 m
Alto-Stratus etwa	4000—5200 m
Alto-Cumulus etwa	3000—4000 m
Strato-Cumulus etwa	2300 m

Nimbus etwa	1500 m
Cumulus. (Mitte der Höhe) etwa . .	1500 m
Cumulo-Nimbus (Basishöhe) etwa .	1400 m
Stratus etwa	500—600 m.

Wir müssen aber zu diesen Höhenangaben bemerken, dass dieselben allerdings im allgemeinen nur als Näherungswerte anzusehen sind. Manche Wolkenformen haben überdies eine bedeutende Mächtigkeit, und für diese ist dann die oben angegebene Höhe für die uns zugewendete Basis zu verstehen, falls nichts anderes angemerkt ist. Bei der Haufenwolke (Cumulus) ist es die Regel, dass sie eine große Mächtigkeit erlangt. Im Durchschnitte ist die Höhe der Basis eines Cumulus etwa 1400 m und die Höhe des Gipfels derselben Wolke etwa 1900 m, also eine durchschnittliche Mächtigkeit von 500 m. Der Cumulo-Nimbus erreicht eine noch viel bedeutendere Durchschnittsmächtigkeit. Seine Basis hat etwa die Höhe von 1400 m, während sein Gipfel bis zu 2800 m hinaufragt; er erreicht also die gewaltige Mächtigkeit von 1400 m. In einzelnen Fällen wächst dieselbe bis mehr als zum Doppelten an.

Zur Bestimmung der Geschwindigkeit des Wolkenzuges ist die Kenntnis der Höhe der Wolken nothwendig. Es ist von hoher Wichtigkeit für die Wetterkunde, die Geschwindigkeit des Windes in den verschiedenen Höhen, welche uns der Wolkenzug erkennen lässt, zu erfahren. Man wird nun den Vorgang leicht verstehen, durch welchen wir zu dieser

Kenntnis gelangen. Die Höhe der Wolken kann man nach Obigem angenähert aus der Wolkenform entnehmen und abschätzen. Um dann aus dem Wolkenzuge die Geschwindigkeit zu bestimmen, bedient man sich eines einfachen Instrumentes, des Nephoskopes. Man hat mehrere Formen des letzteren erdacht, von welchen das Finemann'sche Nephoskop wohl die bequemste ist. Im Wesen kommen sie alle in folgendem überein.

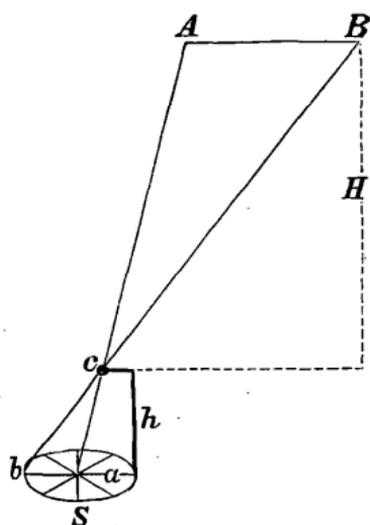


Fig. 4.

Auf einem Spiegel *S* sind nach den acht Himmelsrichtungen Durchmesser gezogen. Am Ende eines dieser Durchmesser erhebt sich ein Träger, welcher am oberen Ende eine horizontal verschiebbare Stange trägt, die in einen Knopf *c* endet. Während die Wolke den Weg *AB* zurücklegt, verfolgt man ununter-

brochen das Spiegelbild derselben so, dass man im Spiegel stets denselben Punkt der Wolke mit dem Spiegelbilde des Knopfes *c* zusammenfallen sieht. Man kann leicht bewirken, dass der Weg des Spiegelbildes der Wolke durch das Centrum *a* des Spiegels gehe; die Zeit, welche das Spiegelbild der Wolke zum Marsche von *a* bis zum Rande des Spiegels, z. B. bis *b* braucht, bestimmt man mittels einer Secundenuhr. Es ist dann,

wenn t die Zeit in Secunden bedeutet, welche hiezu nöthig war, die relative Geschwindigkeit der Wolke, d. h. die Geschwindigkeit des Spiegelbildes $v = ab : t$. Will man nun die wirkliche Geschwindigkeit der Wolke in ihrem Wege AB erfahren, so weiß man, dass $ab : AB = h : H$ ist, d. h. $AB = H \cdot \frac{ab}{h}$; es ist dann die wirkliche Geschwindigkeit, nämlich $AB : t$, leicht zu berechnen, indem man für AB den eben gefundenen Wert einsetzt. Man findet dann $V = \frac{H}{t} \cdot \frac{ab}{h}$. Sind die Dimensionen des Instrumentes so gewählt, das ab halb so groß ist wie h , dass also $\frac{ab}{h} = \frac{1}{2}$ ist, so findet man die Geschwindigkeit der Wolken stets in sehr einfacher Weise; denn sie ist dann $V = \frac{H}{2t}$. Den Wert von H liefert uns, allerdings nur angenähert, die Beobachtung der Wolkenform, t gibt uns die Beobachtung der Uhr. Erhält man so auch nur angenäherte Werte für V , so müssen wir doch auch damit schon zufrieden sein und sie als einen Gewinn für die Wissenschaft erklären, weil wir ja nicht stets in der Lage sind, die Höhe durch exacte Messungen zu ermitteln, und bei der Unkenntnis, in der wir über die Vorgänge in den höheren Luftschichten uns befinden, eine angenäherte Kenntnis der Geschwindigkeit der Wolken und damit der Luftbewegungen als ein wichtiger wissenschaftlicher Fortschritt erscheint.

Vettin hat nun folgende Geschwindigkeiten der Wolken im Jahresmittel über Berlin ermittelt:

Obere Cirri	18·7 <i>m</i> per Secunde
Untere Cirri	16·2 " " "
Wölkchen	11·0 " " "
Wolken	9·5 " " "
Unteres Gewölk	11·7 " " "
Wind an der Erdoberfläche	6·2 " " "

Man sieht, dass die größten Geschwindigkeiten den höchsten Wolken zukommen, und dass die geringste Windgeschwindigkeit an der Erdoberfläche herrscht. Ich kann aber nicht umhin, darauf hinzuweisen, dass die Zunahme von der Erde aufwärts keine constante ist. Vielmehr ist dieselbe anfänglich in den ersten 500—600 *m* bis zum unteren Gewölke eine enorme zu nennen, auf 500 *m* 5·5 *m* per Secunde, eine solche, wie sie höher hinauf nirgends wieder vorkommt. Vom unteren Gewölke bis zu den Wolken, also von 500 bis 600 *m* bis zu 1500 *m* circa, nimmt die Geschwindigkeit sogar wieder ab, und selbst in der Höhe der Wölkchen, in circa 2500 *m* Höhe, ist sie noch nicht so groß wie in 500—600 *m* Höhe. Allerdings nimmt sie von der Höhe der Wolken aufwärts continuierlich zu bis zu den höchsten Cirri. Ich mache auf diese durch eine Abnahme unterbrochene Zunahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhe besonders deshalb aufmerksam, weil ich auch aus den Beobachtungen der Windgeschwindigkeit auf Berggipfeln zu dem gleichen Resultate

gekommen bin, mehr aus theoretischen Betrachtungen, die aber in den Messungen Vettins eine beobachtungsmäßige Grundlage finden.

Nachdem wir so die Wolken, ich möchte sagen, mehr äußerlich kennen gelernt haben, wollen wir versuchen, tiefer in die inneren Verhältnisse derselben einzudringen.

Unsere Wolken, die Wolken der Erde, bestehen aus Wasser. Es ist dies für uns so selbstverständlich, dass man es fast lächerlich finden wird, dass wir es besonders hervorheben. Allein, wenn schon die Thatsache festgestellt und allgemein bekannt ist, so dürfen wir uns doch nicht verhehlen, dass es nicht immer so gewesen sein dürfte auf unserem Planeten. In jenen Zeiten, da auf unserer Erde noch eine Temperatur von mehreren hundert Graden geherrscht hat — wo allerdings noch keine Lebewesen darauf vorkamen —, waren in unserer Atmosphäre gewiss auch Wolken aus anderen Substanzen vorhanden. Zinnwolken, Bleiwolken u. s. w. wären ja die nothwendige Folge einer Temperatur, bei welcher nicht nur das Wasser, sondern auch diese Metalle verdampfen. Die dichten Atmosphären des Jupiter und Saturn bestehen wohl sicher nicht nur aus Wasserwolken, und selbst die dichten Wolkenmassen der Venus dürften kaum durch Wasserwolken allein erklärbar sein. Die Wolken aber, welche die leuchtende Oberfläche der Sonne bilden, bestehen zweifellos aus condensierten Dämpfen von Metallen und Metalloiden. Auf der Erde ist allerdings alle

Gefahr ausgeschlossen, dass sich Dämpfe dieser Stoffe noch bilden könnten, und so haben wir die Unannehmlichkeiten, die uns etwa ein Bleiregen bringen würde, nicht zu besorgen; bei unseren gegenwärtigen Temperaturen gibt es nur mehr Wasserwolken und Wasser-, beziehungsweise Eisregen oder Schneefall.

Ist dies ganz allgemein bekannt, so sind hinwieder die Anschauungen über die Bildung der Wolken vielfach irrig. Man findet die Meinung weit verbreitet, dass die Wolken infolge von Mischung warmer und kalter wasserdampfhaltiger Luft entstehen. Es liegt ein Körnchen Wahrheit darin; doch sehen wir uns die Wolkenbildung näher an. Wir sehen Federwolken allmählich am Himmel erscheinen, zarte weiße Striche im Himmelsblau; ein andermal überzieht allmählich eine dichte graue Wolkenschichte den ganzen Himmel, um immer dunkler und dunkler zu werden und endlich strömenden Regen über die Erde zu ergießen; wieder ein anderesmal sehen wir meist an Sommertagen vereinzelte Wolken besonders an den Bergen sich aufbauen und aufthürmen und zu gewaltigen Haufenwolken sich entwickeln. An kalten ruhigen Wintertagen entstehen am Boden dichtere oder dünnere Nebel, welche nur die Niederungen bedecken, während in geringer Höhe klarer, heller Sonnenschein herrscht.

Doch diese verschiedenen Bildungsarten der Wolken lassen sich durchaus nicht alle auf dieselbe Weise erklären, am allerwenigsten aber lassen sie sich alle auf die Mischung kalter und warmer feuchter Luft-

massen zurückführen. Es lässt sich durch Rechnung zeigen, dass die Bildung von Wassertröpfchen infolge solcher Mischungen derart gering ist, dass dabei keine dichten oder gar regenbringende Wolken entstehen können. Vielleicht könnten die feinsten Federwolken oder zuweilen sehr leichte Nebel aus solchen Mischungen erklärt werden.

Die Hauptursache der Wolkenbildung sind die aufsteigenden Luftströme. Wenn nämlich feuchte Luft in die Höhe steigt, so kühlt sie sich auf je 100 m Erhebung um $\frac{1}{2}^{\circ}$ C. ab; infolge dieser Abkühlung sinkt ihre Temperatur über eine gewisse bald größere, bald geringere Höhe hinaus unter den Thaupunkt, wodurch der Wasserdampf gezwungen wird, sich zu Wassertröpfchen zu condensieren, und das geht so lange fort, als die Abkühlung andauert. Hat sich dann so eine Wolke gebildet, so hängt es von der Raschheit und Dauer der fort sich noch condensierenden Mengen in der aufströmenden Luft enthaltenen Wasserdampfes ab, wie dicht die Wolke wird, und ob sie zur Regenwolke wird.

Solche aufsteigende Luftströme treten auf:

1. Im Vordertheile der Cyklonen, wo die um das Sturmcentrum fließende Luft eine nach oben gerichtete Componente besitzt, die im allgemeinen um so größer ist, je näher man am Sturmcentrum sich befindet.

2. An den Lehnen der Gebirgszüge, an welche der Wind anprallt. Wenn nämlich infolge der Luftdruckvertheilung die Winde so wehen müssen, dass sie

ein Gebirge zu übersetzen genöthigt sind, so steigt an der Seite der Berge, wo der Wind anprallt, die Luft in die Höhe, und das, je nach der Windgeschwindigkeit, beziehungsweise des Luftdruckgefälles, mit größerer oder geringerer Geschwindigkeit. Dabei bilden sich Wolken und Niederschläge in großer Menge, und wir wissen aus Erfahrung, dass solche Gebirge in allen Theilen der Erde sich durch große Niederschlagsmengen auszeichnen.

3. An heißen Sommertagen infolge der Erwärmung des Bodens und der Berglehnen entstehen aufsteigende Luftströme, welche in einer gewissen Höhe dann infolge der Abkühlung ihren Wasserdampf condensieren und dadurch die uns wohlbekannten Formen der Haufenwolken bilden.

Die dritte Art der Wolken- oder vielmehr Nebelbildung vollzieht sich durch Abkühlung ruhender, stagnierender Luftmassen infolge der Ausstrahlung und der Berührung mit dem kalten Erdboden. Schreitet die Abkühlung in dieser Weise so weit fort, dass sich die Luft unter den Thaupunkt abkühlt, so bilden sich die Bodennebel.

Es sind natürlich gerade die umgekehrten Vorgänge, welche die Auflösung der Wolken bewirken.

Wenn trockene warme Luft sich mit solcher mischt, welche leichte, schwache Wolken enthält, so werden sich dieselben auflösen.

Wenn Wolken von niedersinkender Luft getroffen und selbst mit in die abwärtsgerichtete Strömung ge-

zogen werden, so werden sie sich ziemlich rasch auflösen, da sich die niedersinkende Luft für je 100 m Senkung um einen ganzen Grad Celsius erwärmt.

Wenn in den Bodennebeln durch Einstrahlung die Temperatur erhöht wird, so lösen sie sich auf und bieten dabei die prächtigsten Bilder, die wir gewohnt sind, mit Interesse und Freude zu verfolgen.

Haben wir so in das innere Getriebe und die Ursachen der Bildung und Auflösung der Wolken geblickt, so wollen wir nun noch näher die Constitution der Wolken kennen zu lernen suchen.

Man hat früher die Wolken, falls sie nicht Schneewolken sind, aus Wasserbläschen bestehen lassen, und heute noch ist diese Meinung vielfach verbreitet. Es ist merkwürdig, wie zähe dergleichen Auffassungen festgehalten werden, wenn sie einmal in Lehrbücher übergegangen sind. Eine oder zwei Generationen haben es so gelernt, und zwar aus einem Buche, und daran wird festgehalten, dass man fast verzweifeln möchte, die richtige Ansicht zur Geltung zu bringen. Die Wolken bestehen entweder aus Eiskryställchen — Schneewolken — oder aus Wassertröpfchen, nie aber aus Wasserbläschen.

Dies ist auf verschiedene Weise nachgewiesen worden, der schlagendste Beweis liegt aber darin, dass man die Wassertröpfchen unter dem Mikroskope sehen kann, wobei man mit aller Deutlichkeit erkennt, dass es keine Bläschen sind. Aitken hat durch Versuche nachgewiesen, dass sich in der Luft der Wasserdampf

nur dann condensieren kann, wenn ein Staubkörnchen als Condensationskern dient, an welches sich das Wasser niederschlagen kann. In vollkommen staubloser Luft gibt es keine Wolkenbildung. Schon daraus muss man ohne weiteres mit Nothwendigkeit folgen, dass sich nur Tröpfchen oder Eiskrystalle, nie aber Bläschen bilden können.

Die Größe der Wassertröpfchen lässt sich sowohl unter dem Mikroskope messen, als aus den Sonnen- und Mondhöfen berechnen. Palagi hat unter dem Mikroskope Tröpfchen von $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{20}$ mm Durchmesser, sowie Eisnadeln von $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{4}$ mm gemessen; Assmanns Messungen ergaben die Durchmesser der Tröpfchen von 0·0059—0·0169 mm. Die Größe der Tröpfchen in den Wolken und des Durchmessers der Sonnen- und Mondhöfe stehen in einem ganz bestimmten Zusammenhange, so dass man nur die Durchmesser der rothen Ringe (die äußere Grenze derselben) der Höfe zu messen braucht, um daraus den Durchmesser der Tröpfchen zu berechnen.¹⁾ Auf diese Weise hat man ermittelt, dass die Durchmesser der Wassertröpfchen in den Wolken zwischen etwa ein Hundertel und einigen Hunderteln Millimeter schwanken; natürlich gilt dies als durchschnittlicher Wert. Es ist nicht zu bezweifeln, dass auch noch viel, viel kleinere Wassertröpfchen in der Luft vorkommen; diese sind dann wohl, wenn

¹⁾ Siehe meinen Vortrag über Höfe und Ringe u. s. w. in diesen Vereinsschriften, Jahrg. 1890/91, Band XXXI, S. 208.

sie nicht besonders dicht beisammen sind, die Elemente der sogenannten unsichtbaren Wolken, über deren Existenz uns zwar nicht das Auge, aber manche meteorologisch-physikalische Untersuchungen Gewissheit verschaffen. Dass ferner die Tropfen auch bedeutend, sehr bedeutend größer werden können, infolge der Vereinigung mehrerer Wolkenelemente untereinander, besonders in Regenwolken während des Falles der Tropfen durch die Wolken, das wissen wir aus eigener Anschauung und unmittelbarer Erfahrung.

Wie sieht es also im Innern einer Wolke aus? Vor allem wäre es unrichtig, wenn wir uns durch den Anblick der Wolken täuschen ließen und dieselben als zusammenhängende einheitliche Gebilde ansehen würden. Jede Wolke besitzt nur eine zufällige äußere scheinbare Einheitlichkeit; in Wirklichkeit besteht sie aus lauter einzelnen Tröpfchen (Eiskristalle), welche, jedes vom anderen ganz isoliert, in einer Entfernung von einander sich befinden, welche den eigenen Durchmesser vielmal übertrifft. Gelänge es, nachdem man den Durchmesser der Tröpfchen gemessen hat, auch noch zu bestimmen, wie viel Wasser überhaupt im Cubikmeter einer Wolke enthalten ist, so wären wir in der Lage, die Abstände der Tröpfchen voneinander anzugeben. Allein bisher haben die Methoden, diese Wassermenge zu bestimmen, zu keinem Resultate geführt. Soviel geht aber aus den Versuchen, welche das eigenthümliche Resultat ergaben, dass in der Wolke nicht mehr Wasser enthalten zu sein scheint als in

mit Wasserdampf gesättigter Luft, hervor, dass sehr wenig Tröpfchen im Cubikmeter sich vorfinden, dass daher die Tröpfchen sehr weit voneinander abstehen. Diese Tröpfchen (Eisnadeln) fallen aber vermöge ihres Gewichtes fortwährend abwärts und verdampfen entweder an der unteren Grenze der Wolke, wenn sie durch Vereinigung mit anderen im Fallen nicht groß genug geworden, oder sie fallen tiefer hinab durch die Luft, wo sie dann wieder, je nach den Trockenheitsverhältnissen der Luft, durch die sie fallen, verdunsten oder als Regen zum Boden gelangen. Die Wolke ist also eine gewaltige Colonie von Tröpfchen (Eisnadeln), in der es keine Ruhe gibt, wo im Gegentheile jeder einzelne Bestandtheil, jedes Tröpfchen (Eisnadel) fortwährend abwärts fällt. Nur bei aufwärts gerichteten Winden werden dieselben am Falle eine Zeitlang gehindert. In den Schneewolken bauen sich bei der Vereinigung, beim Zusammenstoßen der Schneekristalle die verschiedenen schönen Figuren der Schneeflocken auf.

Mit der Einsicht in die Art und Weise der Entstehung und Bildung der Wolken und der Kenntnis ihrer inneren Constitution haben wir in das Wesen dieser luftigen Gebilde Einblick gewonnen, nachdem wir zuerst uns mit der Verschiedenartigkeit und Schönheit ihrer Formen bekannt gemacht hatten und die Frage beantworten lernten, in welchen Höhen die verschiedenen Wolkenformen schweben. Fügen wir noch bei, dass die Wolken die Ursache einer bedeuten-

den Anzahl der schönsten Lichterscheinungen der Atmosphäre, z. B. der farbenprächtigen Höfe, der großen Sonnen- und Mondringe, mittelbar auch des Regenbogens u. s. w. sind, so haben wir unser Thema bis auf einen Punkt erschöpft. Dieser Punkt ist aber von so großer Wichtigkeit, dass er nicht nebenbei behandelt werden kann; es ist die Eigenschaft der Wolken, die Träger der herrlichen und großartigen elektrischen Erscheinungen zu sein, worüber Ihnen wohl ein Berufenerer Aufklärung bringen wird.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: [33](#)

Autor(en)/Author(s): Pernter Josef Maria

Artikel/Article: [Die Wolken. 353-379](#)