

Bedeutung und Ziele der Wolkenforschung.

Von Prof. Dr. R. Süring, Potsdam.

Unter den verschiedenen Zweigen der meteorologischen Wissenschaft ist die Wolkenforschung lange Zeit nahezu isoliert gewesen. Für die meisten Aufgaben genügte eine rohe Abschätzung der Wolkenmenge — nach Zehnteln des bedeckten Himmelsgewölbes — und allenfalls noch eine ungefähre Angabe der Wolkenart und ihrer Zugrichtung; was darüber hinausging, war gewissermaßen ein Studium für sich, das unabhängig von anderen meteorologischen Fragen und besonders häufig von Amateuren getrieben wurde. Dieser Zustand hat sich allmählich geändert, seitdem die Aerologie, das Studium der oberen Luftschichten mit aeronautischen Hilfsmitteln, neue Forschungswege gewiesen und neue Probleme gestellt hat. Seitdem man in der Lage ist, Thermodynamik der freien Atmosphäre auf Grund von zuverlässigen Messungen zu treiben, spielt der in den Wolken sichtbar werdende Kondensationsvorgang eine immer mehr an Bedeutung zunehmende Rolle.

Die Region, bis zu welcher sich Wolken bilden, ist verhältnismäßig niedrig; sie erstreckt sich in mittleren Breiten durchschnittlich bis zu 9 km Höhe, in den Tropen bis zu etwa 14 km, während in polaren Gegenden wohl selten 8 km erreicht werden. Abgesehen ist hierbei von gelegentlichen, von Vulkanausbrüchen herrührenden Staubaussammlungen, welche die sog. leuchtenden Nachtwolken bilden und von etwaigen Polarlichtwolken. In dieser schmalen Zone vollzieht sich auch fast der ganze vertikale Luftaustausch unserer Atmosphäre, denn nur wenig höher liegt die obere Grenze der Troposphäre, d. h. desjenigen Gebietes, wo unter dem Einflusse der Bodenerwärmung Luft nach oben gelangt und auf viel verschlungenen Pfaden nach einem Gleichgewichtszustand sucht, ohne je für längere Zeit Ruhe zu finden. Schon in rund 11 km Höhe hört bei uns die mit Expansionsarbeit der Luft Hand in Hand gehende Temperaturabnahme nach oben auf, und es bildet sich bei nahezu konstanter Temperatur von -60° die „Stratosphäre“ mit rein horizontalen Luftströmen aus. Bei dem minimalen Wasserdampfgehalt ist hier gar nicht oder höchst selten die Möglichkeit zur Wolkenbildung vorhanden.

Nachdem durch aeronautische Hilfsmittel die Bahnen der Luftteilchen in der Troposphäre besser erforscht sind, haben sich auch die auf ihrem Wege sich bildenden Wolken klarer deuten lassen, und dadurch hat umgekehrt der Wert der Wolken zur Erkennung des Luftaustausches zugenommen. So lehrt uns schon der bloße Anblick einer Decke von Schäfchenwolken, daß über ihnen eine Unstetigkeitszone, verbunden mit Temperatur- und Windsprung liegt; die Bildung hellglänzender, linsenförmiger Wolkenketten zeigt das föhnartige Herinbrechen einer warmen Luftströmung u. dergl. mehr. Der Vorgang, wie er sich beim Anblick des Wolkengebildes ableiten läßt, ist aber häufig zunächst nicht eindeutig erklärt, sondern die sorg-

fältige Beobachtung der Umwandlung des Gebildes gibt den vollen Aufschluß, wie er etwa für prognostische Zwecke gewünscht wird, und darin liegt die Hauptschwierigkeit für eine rationelle Ausnutzung. Ein großer Fortschritt ist erreicht, wenn solche Beobachtungen an Ballonaufstiege angeschlossen werden. Aufstiege mit Registrierinstrumenten sind jedoch kostspielig und in größerer Zahl nur an wenigen Observatorien möglich, dagegen ist die Verfolgung kleiner Pilotballone mit bekannter Steiggeschwindigkeit von einem Standpunkt aus leicht durchführbar. Durch sie erhält man Aufschluß über die Windänderungen mit der Höhe, und die Aufgabe einer in geringen Zeitintervallen vorgenommenen Wolkenbeobachtung ist es nun, dieses Bild der Windänderungen durch Feststellung der Kondensationsschichten und damit teilweise auch der Temperaturschichtungen zu ergänzen. Der erste Schritt zu gemeinsamer systematischer Arbeit ist 1912 auf der Tagung der internationalen aeronautischen Kommission getan worden durch den Beschluß, zur Zeit der monatlich einmal stattfindenden internationalen Ballonaufstiege zu bestimmten Stunden streng simultan Wolkenbeobachtungen anzustellen. Man hofft dadurch zunächst Aufschluß über Ausbreitung und Lage der Kondensationsschichten zu erhalten. Den Wert gleichzeitiger Beobachtungen hat neuerdings auch *Hesselberg-Kristiania* bewiesen, indem er zeigte, daß die Bewegungsrichtung der barometrischen Depressionen mit der Bewegungsrichtung der Cirren sehr nahe zusammenfällt. Von einem Netze telegraphisch meldender Wolkenstationen kann daher eine Verbesserung der Wetterprognose erwartet werden.

Der Umstand, daß es in bestimmten Höhen von rund 2 km Abstand Vorzugsgebiete für Wolken gibt, während andere Höschichten auffallend wolkenarm sind, ermöglicht die Lösung mancher Probleme auch ohne Anschluß an Ballonaufstiege. Der praktische Arzt *Dr. Vettin* hatte schon 1882 auf solche Wolkenetagen hingewiesen; doch hat man seine Arbeiten wenig beachtet, da er sich nur auf Höschätzungen stützen konnte. Genaue Messungen haben *Vettins* Ansichten im wesentlichen bestätigt und erweitert, so daß sogar schon der Vorschlag gemacht worden ist, diese Höhenstufen zur Grundlage einer neuen Wolkenklassifikation zu machen. Der Durchführbarkeit dieses Vorschlages stehen manche praktische Bedenken entgegen; auf Grund dieser Studien ist es aber in vielen Fällen möglich, die Beobachtungen zwar nicht der absoluten Höhe nach, wohl aber der „Höhenordnung“ nach zu sondern. Dies hat zu erfolgreichen Studien bestimmter Wolkengebilde und deren Bedeutung geführt.

Am günstigsten liegt der Fall bei den Eiswa-
 ken großer Höhe, den Cirren. Viele Cirren sind offenbar nur Randgebilde der großen, durch aufsteigende Luftströme genährten Depressionswolken; andere dagegen bilden sich neu einige Hektometer unterhalb der Stratosphäre und anscheinend unabhängig von ihr. Auch hierfür gibt es ein Vorzugsgebiet, und *Dr. Shaw*, der Direktor des eng-

lischen Meteorological Office, spricht in diesem Sinne direkt von einer „Substratosphäre“ in 9 km Höhe. In der neueren Meteorologie spielt die Frage, ob und — nachdem dies bestätigt ist — wie sich in diesen Höhen Depressionskerne entwickeln können, eine große Rolle, und hier tritt die Beobachtung der Wolken helfend hinzu. Durch Erniedrigung des Druckes in der Substratosphäre tritt Expansion und damit Temperaturerniedrigung ein, welche bei genügender Intensität zur Kondensation führt. Die Cirruswolke zeigt uns somit an, wo die Luftverdünnung zuerst eintritt und welche Ausdehnung sie annimmt. Viele Einzelheiten der weiteren Entwicklung, z. B. die blättrige Struktur der Cirren, die wellenförmige Anordnung an ausgesprochenen Schichtgrenzen, das schopfförmige Aufbiegen oder die allmähliche Neigung der Schichten bieten lehrreiche Einblicke in den Kondensationsvorgang. Es braucht nicht hervorgehoben zu werden, daß hierbei absolute Höhenbestimmungen die Aufschlüsse wesentlich erleichtern. Hierfür kommen besonders photogrammetrische Aufnahmen entweder nach trigonometrischen oder nach stereoskopischen Verfahren in Frage. Solche Höhenmessungen sind allerdings nicht häufig; in größerem Umfange werden sie zurzeit nur am Meteorologischen Observatorium zu Potsdam ausgeführt. In Batavia sind sie nach langer Pause im letzten Jahre wieder aufgenommen worden.

Die Verfolgung des Umbildens von Wolken durch photographische Serienaufnahmen ist vielfach angeregt, jedoch selten ausgeführt worden. Die ideale Lösung mittelst Kinematographie ist zuerst von *Dr. Shaw* in London versucht worden, wobei die Wolken in Abständen von 5 bis 10 Sekunden vom ersten Auftreten eines Cirrusfleckes bis zur Umwandlung in dichtes Alto-Cumulus-Gewölk photographiert wurden. Hier liegen noch weite Entwicklungsmöglichkeiten für die Forschung.

Als eines der Ergebnisse der photogrammetrischen Studien kann genannt werden, daß die meisten Cirren sich ganz ähnlich entwickeln, wie die wellenförmigen Schichtwolken in 3—4000 m, die sogen. Alto-Cumuli undulati, daß aber die feinen Eiskristalle der Cirren viel beständiger und daher zur weiteren Verfolgung der oberen Luftbahnen besser geeignet sind. Meist sind dabei zwei Richtungen zu unterscheiden, nämlich die Fortpflanzung des ganzen Wolkenfeldes und der Zug der durchschnittlich in höherem Niveau liegenden Wolken spitzen. Da auf einer Potsdamer Wolkenplatte bei 10 km Wolkenhöhe ein Gebiet von $6\frac{1}{2} \times 8$ km abgebildet wird, so lassen sich daraus viele Einzelheiten der hohen Luftströmungen entnehmen.

Je tiefer die Wolke liegt, desto vergänglicher und unbestimmter ist sie; es gibt jedoch auch hier eine Anzahl von Formen, die sich thermodynamisch definieren und somit als Anzeichen des Luftzustandes brauchen lassen. Hierher gehört die große Gruppe der zarten Wolkenstreifen in der Region der Wasserwolken, die man früher in der Regel unter dem wenig glücklichen Namen der „falschen

Cirren“ vereinigte. Sie treten im allgemeinen da auf, wo ein Luftstrom ein Hindernis — sei es ein Gebirge oder eine sich auftürmende Haufenwolke — übersteigen muß oder auch vom Hindernis selbst gehoben wird, bis Kondensation eintritt. Da es sich hier um sehr charakteristische und leicht zu beschreibende Kappen-, Kragen-, Fahnen- oder Linsenformen handelt, so ist dringend zu wünschen, daß diesen Wolken bald eine eingehende Berücksichtigung in der internationalen Wolkenklassifikation zuteil wird. Dieser Klassifikation bleibt für alle Zeiten das große Verdienst, Einigung in der Wolkenbezeichnung auf der ganzen Erde erzielt zu haben. Man rüttelt daher ungern an diesem ehrwürdigen System, um so mehr, da sich den ersten Versuchen zum Ausbau bald stark revolutionäre Vorschläge beigesellen werden, aber im Interesse eines gedeihlichen Fortschritts sollte doch möglichst bald zu einem physikalischen Ausbau der alten Wolkenbezeichnungen übergegangen werden.

Der Kautschuk vom kolloidchemischen Standpunkt.

Nach *Dr. R. Ditmar*, „Der Kautschuk. Eine kolloidchemische Monographie“ (Berlin 1912. Julius Springer) referiert.

Von *Dr. Rudolf Koetschau*, Hannover.

Den „Kautschuk, das typischste aller Kolloide“ behandelt *Dr. Rudolf Ditmar* in seinem Buche „Der Kautschuk. Eine kolloidchemische Monographie“, indem er versucht, die bisherigen Ergebnisse der Kautschukforschung unter einheitlichen physikalisch-chemischen Gesichtspunkten zu betrachten. Der Verfasser hat die nicht leichte Aufgabe mit Geschick gelöst, ein in in- und ausländischen Zeitschriften weitverstreutes Material zu sichten und seinen wesentlichen Ergebnissen nach wiederzugeben. An die Spitze der einzelnen Kapitel stellt er eine übersichtliche Zusammenstellung der einschlägigen Literatur. Wie bei früheren Büchern *Ditmars* fällt es jedoch auch hier dem Leser auf, daß von der wörtlichen Übernahme fremder Literaturstellen ein allzureicher Gebrauch gemacht wird. Die Fülle der experimentellen Einzelresultate und der sich bekämpfenden Theorien sind für die manchmal seitenlangen Zitate allerdings eine gewisse Entschuldigung. Ein Sach- und Personenregister würde einer künftigen Auflage nur zum Vorteil gereichen.

Einleitend weist der Verfasser darauf hin, daß viele auf kristalloidchemischer Grundlage nicht erklärbare Erscheinungen des Kautschuks in allen seinen Stadien sich bei kolloidchemischer Untersuchung enträtseln. Mit vollem Recht warnt er jedoch vor einer einseitig kolloidchemischen Kautschukforschung, da in der Natur neben kolloidchemischen Reaktionen stets rein chemische nebenherlaufen.

Im ersten Kapitel wird der Leser mit dem „Kautschukohlenwasserstoff im Lichte der Kolloidchemie“ bekannt gemacht, deren Grundbegriffe zu-