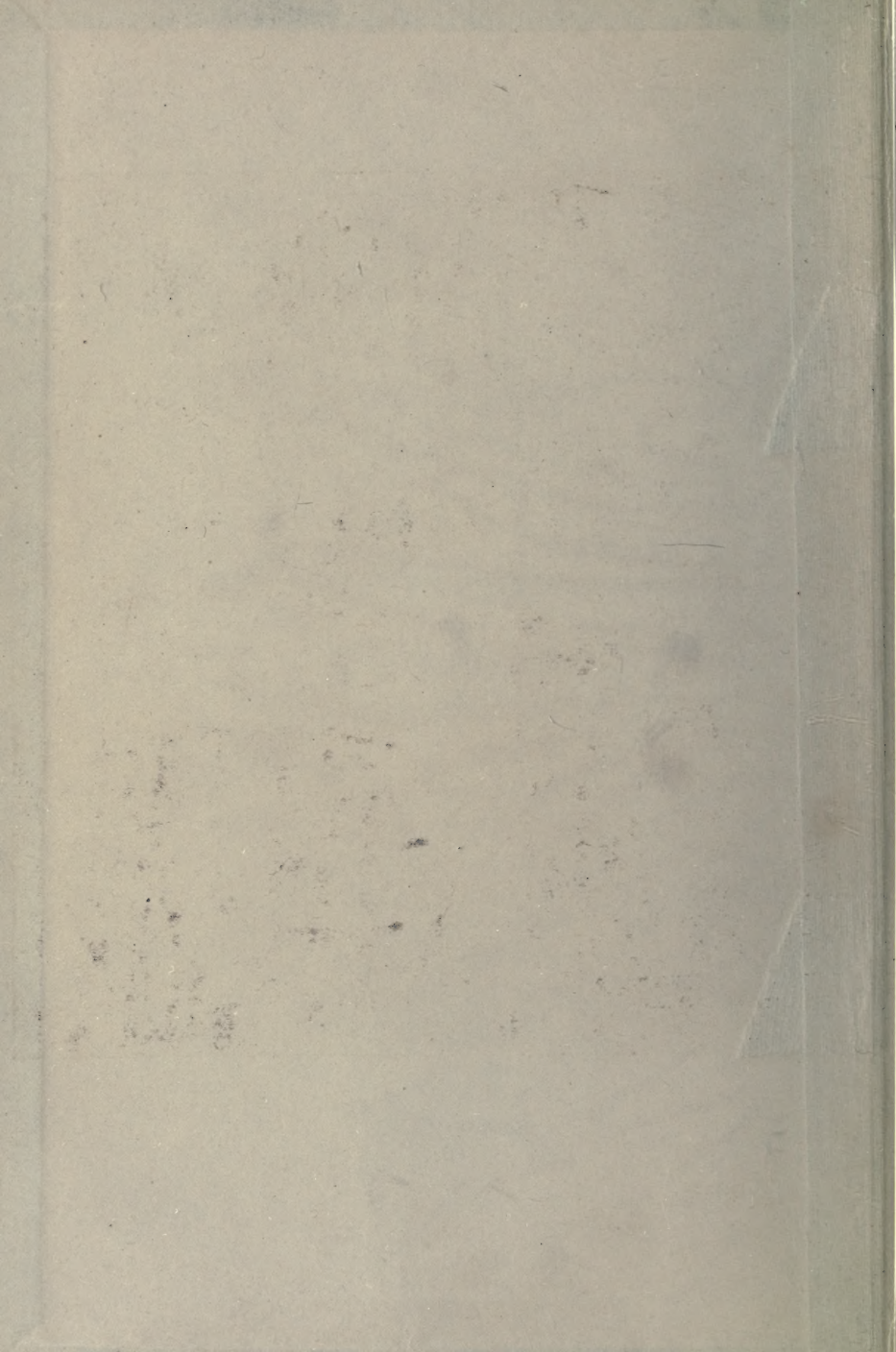


UNIVERSITY OF TORONTO



3 1761 01131136 2

QC  
995  
S62  
1910  
c.1  
PASC



J. Brown.  
22.4.1913.



↓ - T 330m per sec.



*Presented to the*  
LIBRARY *of the*  
UNIVERSITY OF TORONTO  
*by*  
Father J. C. E. Riotte

# Wetterbüchlein

**D**ie Gesellschaft Kosmos will die Kenntnis der Naturwissenschaften und damit die Freude an der Natur und das Verständnis ihrer Erscheinungen in den weitesten Kreisen unseres Volkes verbreiten. — Dieses Ziel glaubt die Gesellschaft durch Verbreitung guter naturwissenschaftlicher Literatur zu erreichen mittels des

### **Kosmos, Handweiser für Naturfreunde**

Jährlich 12 Hefte. Preis M 2.80;

ferner durch Herausgabe neuer, von ersten Autoren verfaßter, im guten Sinne gemeinverständlicher Werke naturwissenschaftlichen Inhalts. Es erscheinen im Vereinsjahr 1911:

#### **Koelsch, Durch Heide und Moor.**

Reich illustriert. Geheftet M 1.— = K 1.20 h ö. W.

#### **Weule, Kulturelemente der Menschheit.**

Reich illustriert. Geheftet M 1.— = K 1.20 h ö. W.

#### **Dekker, Sehen, Riechen und Schmecken.**

Reich illustriert. Geheftet M 1.— = K 1.20 h ö. W.

#### **Floerické, Vögel fremder Länder.**

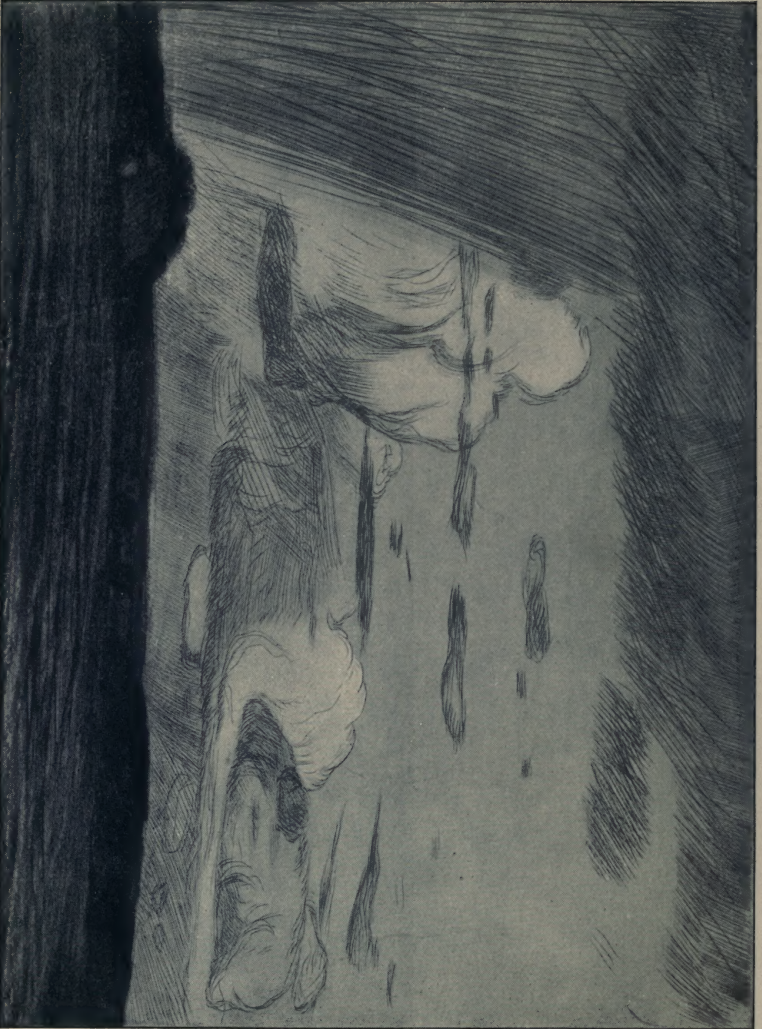
Reich illustriert. Geheftet M 1.— = K 1.20 h ö. W.

#### **Bölsche, Der Mensch der Pfahlbauzeit.**

Reich illustriert. Geheftet M 1.— = K 1.20 h ö. W.

Diese Veröffentlichungen sind durch alle Buchhandlungen zu beziehen; daselbst werden Beitrittserklärungen (Jahresbeitrag nur M 4.80) zum **Kosmos, Gesellschaft der Naturfreunde**, (auch nachträglich noch für die Jahre 1904/10 unter den gleichen günstigen Bedingungen) entgegengenommen. (Satzung, Bestellkarte, Verzeichnis der erschienenen Werke usw. siehe am Schlusse dieses Werkes.)





Altehenbes Gebitter

Nach einer Originalskizze von Felix Soltenberg



# Wetterbüchlein

---

Eine erste Einführung in die  
atmosphärischen Vorgänge

von

August Sieberg

Mit zahlreichen Abbildungen  
— und Karten —

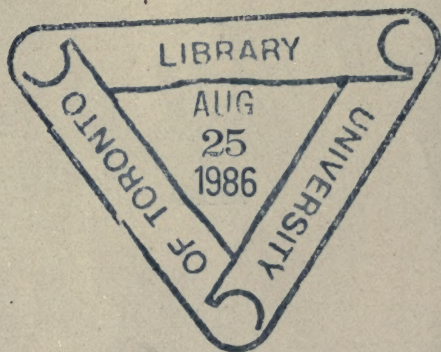


Kosmos, Gesellschaft der Naturfreunde  
Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart

---

Alle Rechte vorbehalten

---



**M**it diesem Büchlein hoffe ich weitesten Bevölkerungskreisen das Verständnis der atmosphärischen Vorgänge zu erschließen, die ja unser gesamtes Leben und Treiben in ausgedehntestem Maße beeinflussen. Gleichzeitig soll der Leser dazu angeleitet werden, auf Grund der täglich erscheinenden Wetterkarten und an der Hand einfacher eigener Beobachtungen den Verlauf der zu erwartenden Witterung selbst zu beurteilen. Besondere Rücksicht wurde bei der Bearbeitung auch auf die Bedürfnisse der Luftschiffahrt treibenden Kreise genommen. Demjenigen, der tiefer in dieses Wissensgebiet einzudringen strebt, wird der Literatur-Wegweiser ausreichende Winke geben hinsichtlich der Bücher, die für seine Weiterbildung in Frage kommen.

Straßburg, im Dezember 1910.

**A. Sieberg.**

# Inhaltsübersicht.

Seite

|   |            |
|---|------------|
| Einleitung . . . . .  | 7          |
| <b>Wolken, Wind und Wetter . . . . .</b>  | <b>11</b>  |
| Tau, Reif und Rauheis 12. Der Nebel 13. Die Wolken 14. Die Niederschläge 24. Die Wetterkarten 27. Die Entstehung des Windes 29. Der atmosphärische Luftaustausch 30. Das Wetter in einem Tiefdruckgebiete 31. Das Wetter in einem Hochdruckgebiete 32. Das Wetter in der Gegend zwischen einem Tief- und Hochdruckgebiete 34. Die Änderung des Wetters beim Vorübergange eines Tiefdruckgebietes 35. Isobarenformen 37. Das Wetter in einer Teildepression 37. Das Wetter in einer Zunge 38. Das Wetter in einem Keil 38. Das Wetter in einem Sattel 38. Die Wolken als Wetterzeichen 39. Die Stürme 41. Die Gewitter 43. |            |
| <b>Die Methode der Wettervorhersage . . . . .</b>   | <b>54</b>  |
| Die Wetterkarten 57. Die Wichtigkeit der Hoch- und Tiefdruckgebiete 61. Die Zugstraßen der Tiefdruckgebiete 61. Zugstraße I 63. Zugstraße II 63. Zugstraße III 64. Zugstraße IV 64. Zugstraße V 66. Die Wettertypen 68. Typus I 68. Typus II 70. Typus III 71. Typus IV 73. Typus V 73. Die Vorherbestimmung der Temperatur 75. Die Vorherbestimmung der Niederschläge 76. Die Vorherbestimmung des Windes 76. Die lokale Ausgestaltung der Wetterprognose 77. Die Gewitterprognose 80. Die Nachtfrostprognose 80. Die Fehlerquellen für Prognosen 84.  |            |
| <b>Der Einfluß von Wärme und Niederschlag auf die Lebewelt . . . . .</b>  | <b>85</b>  |
| Die Wärme 85. Die Niederschläge 86. Die Tropen 88. Die gemäßigten Zonen 88. Die Polarländer 89. Das Höhenklima 89. Das Klima und die Kultur 90.   |            |
| <b>Winke für Witterungsbeobachtungen . . . . .</b>  | <b>91</b>  |
| Windbeobachtungen 91. Wolkenbeobachtungen 92. Allgemeines über meteorologische Instrumente 94. Barometer 95. Thermometer 96. Feuchtigkeitsmesser 98. Niederschlagsmesser 99. Windregister 99. Winke für die instrumentelle Ausrüstung kleiner Beobachtungsstationen 100.  |            |
| <b>Bücher zum weiteren Studium . . . . .</b>  | <b>102</b> |
| <b>Bezugsquellen für meteorologische Instrumente . . . . .</b>  | <b>104</b> |



## Einleitung.

**K**aum haben wir uns morgens vom Lager erhoben, so öffnen wir die Läden unseres Fensters, um einen prüfenden Blick gen Himmel zu senden, und je nach seinem Aussehen wird vielleicht schon unsere Laune für den ganzen Tag auf Dur oder Moll gestimmt. Ist doch die Gunst oder Ungunst des Wetters ein Faktor, der für jeden Stand und Beruf mehr oder weniger schwer ins Gewicht fällt. Ja, man darf sogar, ohne sich einer Übertreibung schuldig zu machen, behaupten, daß kein anderer Naturvorgang auf unsere ganze Existenz einen so anhaltenden und so umfassenden Einfluß gewinnt. Allerdings gilt auch hier das bekannte Sprichwort: „Dem einen seine Nachtigall ist dem andern seine Eule“; denn während sich der eine des lachenden Sonnenscheins freut, lechzt vielleicht der andere nach Regen. Weil nun speziell die Art der Wolkenbedeckung jeglicher Witterung ihr charakteristisches Ge-

prägen verleiht und auch mit den atmosphärischen Niederschlägen (Regen, Schnee, Hagel) in engstem Zusammenhange steht, so sind uns allen wohlvertraut die „eilenden Wolken, die Segler der Lüfte“, jener herrliche Himmelschmuck, der in seiner wunderbaren Mannigfaltigkeit an Formen, Farben und Lichtwirkungen unwillkürlich jedes Auge bannt. Namentlich wenn sich die Ele-



Abb. 1. Gewittersturm in der Straße von Messina.  
Aufnahme von A. Sieberg.

mente in hellem Aufruhr befinden, wenn sich zum Tosen der Windsbraut das Grollen des Donners gesellt, und leuchtende Blitze die dunkeln Wolkengebirge durchzucken, dann wendet sich der Mensch von seinem alltäglichen Getriebe ab und bewundert, wenngleich unter Bangen und Zagen, das Walten der Naturkräfte. Es erheben denn auch selbst diejenigen Menschen, welche sonst wenig Sinn für die Natur haben, öfters ihren Blick zum Firmament, sei es auch lediglich zu dem Zwecke zu erfahren, ob das Wetter ihre Absichten begünstigt. Wer aber ein für die Naturschönheiten empfängliches Gemüt besitzt, der findet in der Betrachtung der wechselvollen Szenerien, die wie von gewaltiger Künstlerhand über unsern Häuptern hervorgezaubert erscheinen, eine Quelle reinsten Genusses und Anregungen zu mancherlei Betrachtungen. In erhöhtem Maße trifft dies für denjenigen zu, der diese Bilderschrift zu deuten, sie zu lesen vermag; denn dem mit ihrem Wesen Vertrauten bieten die reizvollen Luftgebilde mehr als eine Augenweide, ihm gewähren sie vor allem einen lehrreichen Einblick in das Walten der atmosphärischen Kräfte und erschließen ihm damit eine neue Welt.

Nach alledem kann es uns nicht weiter in Erstaunen setzen, daß man bereits in den ältesten Zeiten versucht hat, nicht allein die Ursachen der Witterungsvorgänge zu enthüllen, sondern auch das kommende Wetter vorherzusagen oder gar zu machen.

Noch heute erfreuen sich bei manchen afrikanischen, vielleicht auch noch anderen Volksstämmen die „Wettermacher“ einer ganz besonderen Wertschätzung. Allerdings ist deren „Kunst“ recht gefährlich, da bei Mißerfolgen zu kritischen Zeiten, wenn sich beispielsweise infolge lang anhaltender Dürre Hungersnot einstellt, selbst die geschicktesten Ausreden meist nicht verhindern können, daß die betrogene Bevölkerung am Wettermacher blutige Rache nimmt. Übrigens soll nicht unerwähnt bleiben, daß man auch in neuerer Zeit geglaubt hat, auf wissenschaftlicher Grundlage den Regen künstlich, also nach Belieben, erzeugen zu können; diese Experimente sind aber so gut wie negativ ausgefallen. Nicht besser ging es mit den Versuchen, durch Beschließen von Gewitterwolken mittels besonders konstruierter Böller die Hagelfälle zu vereiteln.

Dagegen haben die Versuche, das kommende Wetter vorherzubestimmen, allerdings auf mancherlei Irrwegen, heutzutage schon zu einem recht befriedigenden Ergebnisse geführt. So weit sind wir freilich noch nicht, daß wir mit absoluter Sicherheit und auf längere Zeit im voraus angeben könnten, wie sich der Verlauf der Witterungsvorgänge für einen bestimmten Ort

gestalten wird; vielmehr müssen wir uns zurzeit noch mit einer Treffsicherheit von ca. 80% bei etwa eintägiger Frist für die Gültigkeit der Prognose begnügen. Dies reicht aber auch für die meisten Fälle aus. Machen wir uns nur einmal klar, welcher großen Nutzen beispielsweise der Landwirt bei den Saat- und Erntegeschäften aus der Kenntnis des Witterungscharakters für den folgenden Tag zu ziehen vermag. Gesezt den Fall, bei dem Erntegeschäft seien für die nächste Zeit starke Regenfälle angekündigt worden; alsdann wird sich der Landmann auch dann zum sofortigen Einfahren entschließen, wenn das Getreide oder Heu noch nicht ganz den erforderlichen Trockenheitsgrad erreicht hat, und so unter Umständen einer schwereren materiellen Schädigung durch Verregnen vorbeugen. Die Nachtfrostprognose hat vor allem für den Garten-, Obst- und Weinbau dadurch ganz besondere Bedeutung erlangt, daß durch die sog. Frostwehren, die bereits in manchen Gegenden um die kritische Zeit alarmbereit gehalten werden, diesem schlimmen Feinde der jungen Pflanzen und Blüten erfolgreich entgegengetreten werden kann. Restaurateure auf dem Lande, Inhaber von Ausflugslokalen können vor Sonn- und Festtagen die Beschaffung von Vorräten nach dem für diesen Tag zu erwartenden Wetter einrichten, weshalb die Kenntnis eines verregneten Sonntags schon am Tage vorher solchen Wirten unter Umständen pekuniäre Schädigungen fernzuhalten vermag. Über die Wichtigkeit der Wetterprognose für den Touristen braucht man eigentlich kein Wort zu verlieren. Man wird sich höchstens darüber wundern, daß beispielsweise in der Schweiz, wo der Touristenverkehr mit die wichtigste Erwerbsquelle bildet, von seiten der Gasthofsbesitzer, Verkehrsvereine usw. in dieser Hinsicht nicht mehr getan wird. Manche Hochgebirgskatastrophe, die durch das oft überraschend schnelle Auftreten von Nebel und Schnee hervorgerufen wurde, hätte auf diese Weise vermieden werden können. Allerdings müßte man eigentlich von jedem Hochtouristen durchaus verlangen, daß er mit den wichtigsten Regeln der Witterungskunde, bzw. Vorherbestimmung eines Witterungsumschlages aus den Anzeichen in der Natur genau so vertraut wäre wie mit den Praktiken des Bergsteigens. Aus sämtlichen Gebieten des praktischen Lebens ließen sich zahlreiche Belege für die Abhängigkeit von der Witterung beibringen. Jedoch will ich mich hier damit begnügen, noch ganz kurz auf die außerordentliche Wichtigkeit des heutzutage an den Küsten sämtlicher Kulturländer bestehenden Sturmwarnungsdienstes hinzuweisen, durch dessen segensreiches Wirken alljährlich auf See zahllose Menschenleben und

materielle Güter im Werte von vielen Millionen vor dem Untergange bewahrt werden. Daß auch die Luftschiffahrt, die ja zurzeit in gewaltigem Aufschwunge begriffen ist, sich nicht allein den Wettervorhersagedienst, sondern überhaupt alle Fortschritte auf dem Gebiete der Witterungskunde in ausgiebigstem Maße nutzbar machen muß, beweisen die mannigfachen Unglücksfälle, die noch bei allen Lesern in frischer Erinnerung stehen dürften, unwiderleglich.

Es ist deshalb kein bloßer Zufall, wenn wir fast bei jedem Menschen einem ausgesprochenen, lebhaften Interesse für das Wesen der Witterungserscheinungen begegnen, und diesem berechtigten Wunsche nach Aufklärung soll hier in leicht verständlicher Form Rechnung getragen werden.







## Wolken, Wind und Wetter.

Die gesamten Witterungserscheinungen lassen sich in der Hauptsache auf den Wärmehaushalt in der Natur zurückführen. Unter dem erwärmenden Einfluß der Sonnenstrahlen findet einesteils eine gesteigerte Verdunstung der an der Erdoberfläche zirkulierenden Gewässer und andererseits das Aufsteigen der Luftmassen in die höheren Atmosphärenschichten statt, was, wie wir noch sehen werden, von größter Wichtigkeit ist. Dagegen leitet Abkühlung die Verdichtung (Kondensation) des Wasserdampfes zu Wassertropfchen ein.

Daß der atmosphärischen Luft, die sich im wesentlichen aus den beiden Gasen Stickstoff und Sauerstoff im Verhältnis von 79 zu 21 Raumteilen zusammensetzt, stets Wasserdampf in wechselnden Mengen beigemischt ist, ist allbekannt. Von den jeweiligen Temperaturverhältnissen hängt es nun ab, ob dieses Wasser in der Gasform des Wasserdampfes unsichtbar bleibt oder sich in tropfbar flüssiger, bzw. fest kristallisierter Form dem Auge zu erkennen gibt. Die Physik belehrt uns darüber, daß eine Luftmasse bei einer bestimmten Temperatur nur eine genau bestimmte Menge Wasserdampf im Höchsthalle enthalten kann. Ist der Höchsthalt erreicht, also die Luft mit Wasserdampf gesättigt, dann sagt man, die Luft sei auf ihrem Taupunkte angelangt. Wird nun gesättigter Luft bei gleichbleibender Luftwärme mehr Wasserdampf zugeführt, oder aber kühlt sich, wie es meistens der Fall ist, die Luft bei gleichbleibender Wassermenge ab (der Taupunkt wird überschritten), dann scheidet sich das jetzt überschüssige Wasser in Gestalt von Tröpfchen und Tropfen aus. Dieser Vorgang ist uns im täglichen Leben sehr vertraut; beruht darauf doch beispielsweise, daß wir im Winter den mit Wasserdampf beladenen Atem als feine Wolke dem Munde entströmen sehen, daß kalte Brillengläser beim Betreten der warmen Stube beschlagen u. a. m.

Dieser einfache Naturvorgang liegt auch der Entstehung der Wolken und Niederschläge zugrunde; die letzteren sind ja nichts weiter als ein fortgeschrittenerer Zustand der Verdichtung, bzw. Ausscheidung von Wasser.

**Tau, Reif und Rauhref.** In sternenhellen, windstillen Sommernächten kühlen sich die untersten Luftschichten gerne bis unter den Taupunkt ab, namentlich wenn Gewässer in der Nähe sind, oder der Boden an sich feucht, z. B. eine Wiese, ist. Alsdann scheidet sich an allen Gegenständen das Wasser in der Form der perlenden Tautropfen aus. Dieser Tau erweist sich für die Pflanzenwelt als von der größten Bedeutung. Denn bei Sonnenaufgang ist der Boden kalt und deshalb die Wurzeltätigkeit noch gering.



Abb. 2. Tannen im Rauhref.

Infolge ihrer Verdunstung würden alsdann die Blätter bald verwelken, wenn nicht die Verdunstung des Taus die Ausdünstung der Blätter so lange aufhielte, bis die Wurzeln wieder arbeiten, und ein reger Saftstrom entsteht.

Reif ist weiter nichts als gefrorener Tau, der sich dann bildet, wenn der Taupunkt der Luft unterhalb des Gefrierpunktes ( $0^{\circ}$ ) lag. Er ist ein Feind der empfindlichen Pflanzen und Pflanzenteile, z. B. der Blüten, und sogar aller Gewächse dann, wenn das Auftauen rasch erfolgt. Darauf beruht für den Landmann die Gefährlichkeit der Nachtfroste.

Der Raureif hingegen, der die winterkahlen Bäume mit einem zierlichen Besatz von fieder- und spießförmigen Eisgebilden schmückt (Abb. 2), kann nur bei nebligem Wetter entstehen. Auch bei starkem Frost besteht nämlich der Nebel noch aus feinen Tröpfchen flüssigen Wassers, das jedoch überkaltet ist und deshalb plötzlich zu Eis erstarren muß, sobald es, etwa durch den Wind, mit festen Gegenständen in Berührung gebracht wird. Auf diese Weise kommt dann ein rauher Beschlag aus Eis zustande, der namentlich an den dem Winde ausgesetzten Stellen das stärkste Wachstum zeigt.

In der freien Luft kann die Ausscheidung von Wasserdampf nur an den Staubteilchen erfolgen, die stets umherfliegen (Sonnenstäubchen); aber auch die körperlosen Träger der Luftpolektrizität, die sogenannten Ionen, geben gute Kondensationskerne ab.

**Der Nebel.** Unmittelbar dem Erdboden auflagernde Wolken bezeichnet man bekanntlich als Nebel (Abb. 3). Sie bilden sich, wenn feuchter Boden oder gar Wasserflächen durch die Sonnenstrahlen

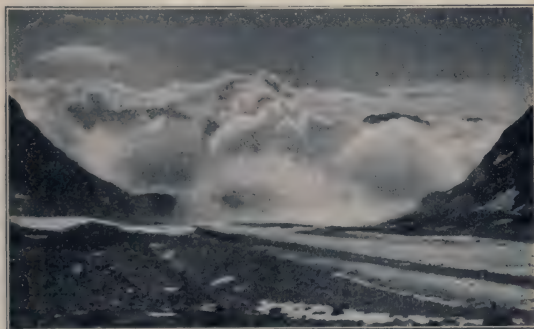


Abb. 3. Nebel, auf den Ober-Aletschgletscher eindringend.  
Aufnahme von A. Sieberg.

stärker erwärmt werden als die darüber befindliche Luft, indem die durch die Verdunstung des wärmeren Wassers entstehenden Dämpfe die kältere Luft sättigen und dann dem Auge als ein in den phantastischsten Formen wallender Schleier sichtbar werden. Namentlich in der Zeit kurz nach dem Auf- und Untergange der Sonne pflegen sie sich einzustellen. Während der Dämmerung steigen feine Dünste aus dem Wiesengrunde, vom Seespiegel und von jedem Firnifleck auf, die sich immer dichter und dichter ballen und schließlich die ganze Umgegend in ihre gespenstigen Schatten einhüllen. Im Gebirge und auf See sind die Nebel mit Recht gefürchtet. Wie manches Verirren und Abstürzen in den Felsen haben sie schon im Gefolge gehabt, wieviel Dampfer und Segelschiffe sind im Nebel zusammengestoßen, überrannt worden und untergegangen, allen Vorsichtsmaßregeln und dem Nebelhorn zum Trotz, dessen Töne

so schauerlich über das Wasser hallen. Es liegt etwas Unheimliches in dieser Erscheinung, und man braucht sich nicht zu wundern, daß die Dichter sie gerne in ihren Schilderungen verwerten.

**Die Wolken.** Bei der Bildung der eigentlichen Wolken, also von Nebeln in den höheren Luftschichten, können verschiedene Faktoren im Spiele sein. So entstehen Wolken an der Grenze von Luftschichten, die in bezug auf ihre Feuchtigkeits- und Wärmeverhältnisse verschieden geartet sind; denken wir beispielsweise an einen warmen Luftstrom, der sich über dem Meere oder einem großen See stark mit Wasserdampf beladen hat und nun landeinwärts zieht, wo er einen stärker abgekühlten Landstrich in gewisser Höhe überstreicht. Jedoch ist es eine physikalisch begründete Erfahrungstatsache, daß Luftmischung Bewölkung nur in ganz untergeordnetem Maße hervorrufft. Dagegen wird die Wolkenbildung in der Hauptsache durch das Aufsteigen von Luftmassen bedingt. Infolge der hervorragenden Bedeutung, die dieser Vorgang für die gesamten Witterungserrscheinungen gewinnt, ist es unerläßlich, ihn eingehend zu besprechen.

Beim Aufsteigen von Luftmassen in höhere Lagen der Atmosphäre nimmt selbstverständlich der auf ihnen lastende Luftdruck immer mehr ab; infolgedessen dehnen sie sich aus, leisten also eine Arbeit. Zu jeder Arbeitsleistung wird aber, wie uns die Physik lehrt, eine ganz bestimmte Wärmemenge verbraucht, die im vorliegenden Falle der Luft selbst entnommen werden muß, so daß sie sich abkühlt. In grober Verallgemeinerung darf man annehmen, daß der Betrag der Abkühlung rund  $1^{\circ}$  C für je 100 m Aufstieg ausmacht. Sobald nun der Taupunkt der Luft überschritten wird, setzt die Wolkenbildung ein, indem sich alsdann durch Kondensation des nunmehr überschüssigen Wasserdampfes um jedes Stäubchen als Kern ein winziges Wassertröpfchen bildet. Besonders gut können wir diesen Vorgang an heißen Sommertagen beobachten. Im Laufe des Vormittages erhitzt sich der Erdboden unter der Einwirkung der von keinerlei Wolken geschwächten Sonnenstrahlung ganz enorm. Diese Wärme teilt sich durch Leitung den zunächst befindlichen Luftschichten mit, die dadurch leichter werden als die oberen kalten und deshalb dichteren Luftmassen und so zum Emporsteigen gezwungen werden. Aber während des Aufsteigens müssen sie sich, wie vorher begründet wurde, wiederum abkühlen, und zwar häufig genug bis unter ihren Taupunkt. Infolgedessen erscheinen denn um die Mittagszeit herum mächtige weiße Wolkenballen am Himmel, die im

allgemeinen keinen Regen bringen, sondern als die eigentlichen Schönwetterwolken zu betrachten sind. Allerdings können sie sich unter Umständen zu Gewitterwolken weiterentwickeln, die dann Ströme erquickenden Regens auf die durstige Erde herniedersenden. Für den Hochgebirgswanderer ergibt sich daraus die Lehre, daß er möglichst die Vormittagsstunden ausnutzen soll, weil mittags die Berggipfel meistens in Wolken stecken, die einen Fernblick nur auf kurze Augenblicke gestatten.

Andererseits müssen, als Ersatz für die vom Boden aufsteigende Luft, aus den höheren Lagen kalte Luftmassen zur Erde heruntersinken. In diesen absteigenden Luftmassen spielt sich nun der gerade entgegengesetzte Vorgang ab. Denn in dem Maße, wie sie sich der Erdoberfläche nähern, nimmt selbstverständlich der Luftdruck zu, sie werden also verdichtet, wobei sie sich erwärmen. Es leuchtet nun ohne weiteres ein, daß absteigende Luftmassen sich immer weiter von ihrem Taupunkte entfernen, mithin immer trockener werden, was mit der Auflösung etwa vorhandener Wolkengebilde gleichbedeutend ist.

Daraus erklärt sich denn auch, daß die Wolken nicht etwa ein bestehendes, festgefügtes Gebilde, sondern ein ununterbrochen andauernder Vorgang sind, ein stetes Werden und Vergehen. Denn die Luftmassen sind ja unaufhörlich in Bewegung, teils in aufsteigender, teils in niedersinkender, und beim Passieren der von der Wolke eingenommenen Kondensationschicht bilden sie vorübergehend einen Bestandteil von ihr. Sobald die aufsteigende Luftmasse die untere Wolken-grenze überschreitet, beginnt in ihr die Kondensation; andererseits aber kommt jedes der Erde zustrebende feste Wolkentröpfchen an der Wolkenbasis in ungesättigte Luft, infolgedessen es verdampft und damit aufhört, sichtbar zu sein. Diese steten und sich bisweilen ungemein schnell vollziehenden Umformungen in den Wolken können einem aufmerksamen Beobachter nicht entgehen.

Der Umstand, daß sich das Wasser im allgemeinen nicht so schnell und so stark erwärmt wie der Erdboden, beeinflusst bisweilen die Wolkenbildung lokal. So hat man mehrfach bei Ballonfahrten beobachten können, daß sich Flußläufe mit all ihren Krümmungen als leichte Täler in geschlossenen Wolken-schichten deutlich abzeichnen. Dies kann eventuell dem Luftschiifer zur Orientierung dienen, wenn ihm eine Wolken-schicht den Anblick der Erde für längere Zeit entzieht.

Trotzdem die Wolken in ihrem Aussehen und in ihrer Form niemals miteinander übereinstimmen, lassen sie sich doch zu be-

stimmten Klassen gruppieren. Dies erkennt erfahrungsgemäß der Laie schon, der zwischen Regenwolken, Gewitterwolken, Schäfchen, Federwolken usw. genau unterscheidet. Die eingehende wissenschaftliche Untersuchung der Wolken, zu der anfangs des verfloffenen Jahrhunderts von dem englischen Physiker Luke Howard der Grundstein gelegt worden ist, hat gezeigt, daß die einzelnen Wolkenformen auch hinsichtlich ihrer Entstehung und ihrer inneren Beschaffenheit voneinander streng verschieden sind. Beispielsweise treten ausgebreitete und schleierförmige Wolken-



Abb. 4. Zirrus.

gebilde meist bei regnerischem, durchbrochene und kugelförmige aber vorwiegend bei trockenem Wetter auf, und die Zirruswolken bestehen aus feinen Eispadeln, während alle übrigen sich aus Wassertröpfchen aufbauen.

Da, wie weiterhin noch eingehend gezeigt werden soll, schon die aufmerksame Beobachtung der Wolken uns einen tiefen Einblick in die sich in der Atmosphäre abspielenden Vorgänge gewährt, so seien hier an der Hand von typischen Abbildungen die verschiedenen Wolkenformen in der Gruppierung besprochen, wie sie nach internationaler Übereinkunft festgesetzt ist.

## Oberer Wolken, mittlere Höhe 9000 m.

1. **Zirrus** (Federwolke, Abb. 4). Vereinzelt zarte Wolken von faserigem Gewebe und von langgestreckter band- oder federartiger Form; meist zeigen sie eine blendendweiße Farbe, erscheinen aber am Horizont oft in rötlichen Farbtönen. Bisweilen sind sie in Banden und Bogen größter Kreise am Himmel angeordnet und laufen nach zwei Gegenpunkten des Horizonts zusammen; alsdann führen sie die Bezeichnung Polarbanden.

2. **Zirro-Stratus** (Schleierwolke oder federige



Abb. 5. Zirro-Stratus.

Schichtwolke, Abb. 5). Feiner weißlicher Wolken Schleier von faseriger Struktur, der mehr oder weniger den ganzen Himmel überzieht. Zuweilen entsteht er geradezu durch Vermehrung und Verfilzung der Zirren.

Diese beiden Wolkenarten bauen sich, wie bereits gesagt, aus feinen Eissadeln auf; infolgedessen treten sie als Eiswolken zu den sonstigen Wolkenformen, den Wasserwolken, welche sich aus Wassertröpfchen zusammensetzen, durchaus in Gegensatz.

## Mittelhohe Wolken, mittlere Höhe 3000 bis 7000 m.

3. **Zirro-Kumulus** (Schäffchen, Abb. 6). Kleine geballte  
 Sieberg, Wetterbüchlein.

oder flockenförmige Wolkengebilde, welche in Gruppen, oft auch in Reihen angeordnet sind und keine oder höchstens ganz schwache Schatten an den Rändern aufweisen.

4. **Alto-Kumulus** (grobe Schäfchen, Abb. 7). Dicker weißer oder blaugrauer Wolkenballen, welche Schatten werfen. Bei

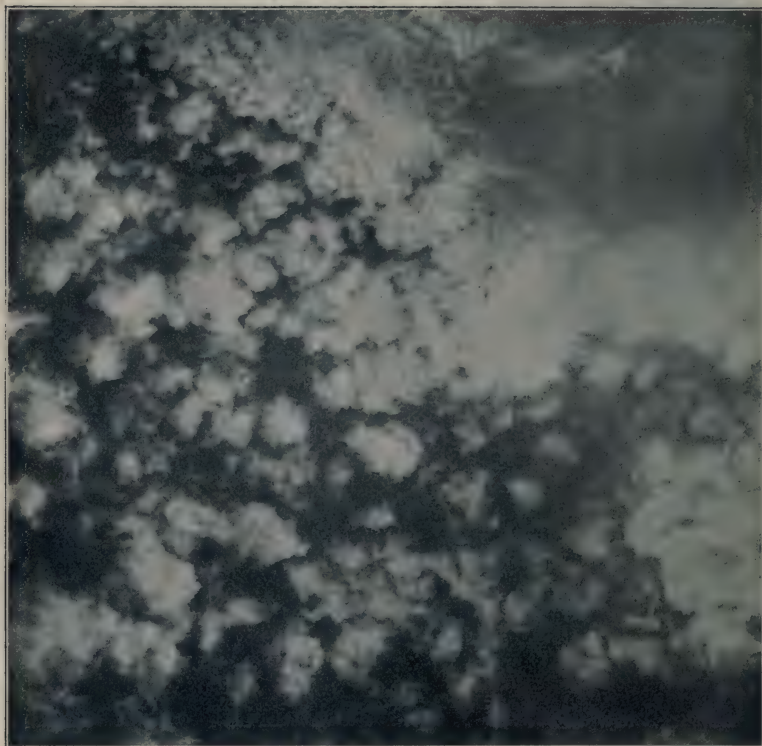


Abb. 6. Cirro-Kumulus. Aufnahme von Dr. S. v. Karvazn in Budapest.

gruppen- oder reihenförmiger Anordnung sind sie häufig so dicht aneinandergedrängt, daß sich ihre Ränder berühren.

5. **Alto-Stratus** (hohe Schichtwolke). Dichter Schleier von blaugrauer oder bräunlicher Farbe, der in der Nähe der Sonne oder des Mondes, welche häufiger von einem Hof umgeben erscheinen, stärker leuchtet. Diese Wolkenform zeigt alle Übergänge zum Cirro-Stratus, gehört aber tieferen Schichten an.



**Untere Wolken**, mittlere Höhe 1000 bis 2000 m und darüber.

6. **Strato-Kumulus** (ausgebreitete Haufenwolke oder Roll-Kumulus, Abb. 8). Dicke Wolkenballen oder dunkle Wolkenwülste, die, namentlich im Winter, den ganzen Himmel bedecken und ihm zuweilen ein wogenförmiges Aussehen geben. Die Mächtigkeit einer Strato-Kumulus-Schicht ist im allgemeinen



Abb. 7. Dichter Alto-Kumulus bei Abendbeleuchtung.  
Aufnahme von Dr. O. Höllerith in Straßburg.

nicht sehr beträchtlich, und es brechen häufig das Blau des Himmels oder divergierende Sonnenstrahlen (sog. Wasserziehen der Sonne Abb. 9) durch. Diese Wolkenart, die nicht flach genug ist, um reiner Stratus genannt zu werden, und doch mit zu unregelmäßigen und wenig emporragenden Erhöhungen versehen ist, um Kumulus genannt werden zu können, zeigt alle Übergänge zum Alto-Stratus; vom Nimbus unterscheidet sie sich durch das ballen- und walzenförmige Aussehen sowie durch das Fehlen des Regens.

7. **Nimbus** (Regenwolke, Abb. 10). Eine dicke Schicht dunkler formloser Wolken mit zerfetzten Rändern, aus denen zumeist Regen oder Schnee fällt. In den Lücken dieser Wolkendecke bemerkt man fast immer über ihr eine Schicht von Alto-Stratus oder Zirro-Stratus. Wenn diese Wolkenschicht in Fetzen zerreißt, oder unter ihr niedrige, lose, kleine Wolken dahineilen, bezeichnet man sie als Frakto-Nimbus.

**Wolken aus den untertags aufsteigenden Luftströmen.**

8. **Kumulus** (Haufenwolke, Abb. 11). Gipfel ca. 1800 m, Grundfläche 1400 m. Dicke, zuweilen sehr mächtige Wolken, die oben

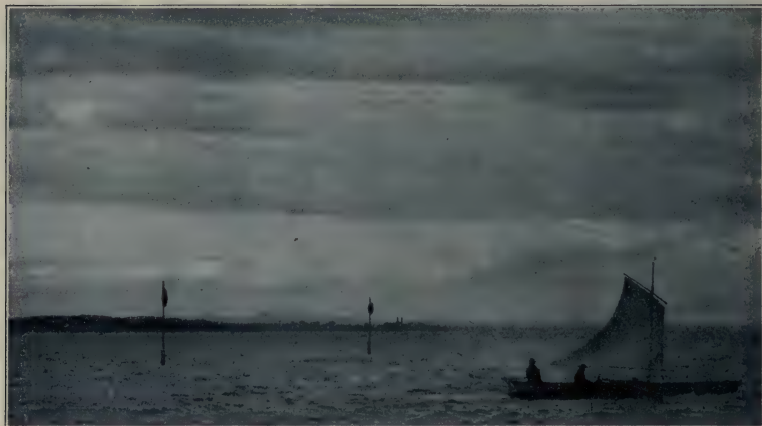


Abb. 8. Strato-Kumulus. Aufnahme von Dr. O. Hollerith.

gerundete Formen haben, vielfach in runden Kuppen turmartig emporquellen, unten aber horizontal begrenzt sind. Die von der Sonne beschienenen Flächen erscheinen weiß und von blendender Helle, die beschatteten Seiten und die Grundfläche nehmen meist eine dunkelblaue Farbe an. Die Kumuluswolken sind die eigentlichen Schönwetterwolken der warmen Jahreszeit.

Wird der Kumulus, der im normalen Zustande oben und unten scharf begrenzt ist, durch heftige Winde zerrissen, so geht er in den Frakto-Kumulus (Abb. 12) über.

Eine seltene Wolkenform ist der Mammato-Kumulus, bei welchem, umgekehrt wie beim Kumulus, die halbkugeligen Hervorragungen der Wolkendecke nach unten gekehrt sind. Meist wird diese Wolkenform als Begleiterscheinung von Gewittern beobachtet.

9. **Kumulo-Nimbus** (Gewitterwolke, Abb. 13). Gipfel 3000 bis 8000 m, Grundfläche 1400 m. Gewaltige Wolkenmassen, die, von der Kumulusform ausgehend, sich in Gestalt von Türmen oder Bergen, oft mächtige Schneegebirge vortäuschend, erheben und im allgemeinen in der Höhe sich mit einem Zirro-Stratus-Schirm bedecken, während sie nach unten in nimbusartige Wolkenmassen



Abb. 9. Wasserziehen der Sonne. Aufnahme von Dr. O. Hollerith.

übergehen. Aus ihrer unteren Schicht gehen gewöhnlich lokale Regen-, Hagel- und Graupelschauer nieder. Die oberen Ränder haben entweder kompakte Kumulusform und bilden mächtige Köpfe, oder sie gehen in zirrusartige Bildungen über. Der Kumulo-Nimbus steigt oft sehr rasch in die Höhe; Aufstiegeschwindigkeiten von 3—5 m pro Sekunde wurden schon im Freiballon festgestellt. Neben diesen starken vertikalen treten auch bedeutende horizontale

Bewegungen auf, sodaß sich die einzelnen Partien der Wolke meist nach den verschiedensten Richtungen und mit den verschiedensten Geschwindigkeiten verschieben. Trotzdem beobachtet man häufig, daß die Wolke als Ganzes nicht mit der allgemeinen Luftströmung zieht, sondern an der Stelle verharrt. Die Front weit ausgedehnter Gewitterwolken zieht nicht selten in Form eines weit ausgedehnten Bogens, Böenwolke (Abb. 23), vom Horizont herauf.

**Gehobene Nebel**, Höhe weniger als 1000 m.

10. **Stratus** (Abb. 14). Niedrige, weißgraue Wolken in



Abb. 10. Nimbus. Aufnahme von Dr. O. Hollerith.

wagerechter Schichtung, sonst ohne bestimmte Form, welche sich als gehobene Nebel zu erkennen geben.

In sämtlichen Wolken-schichten treten oftmals parallele Streifungen auf, die man als Wogenwolken (Abb. 15) bezeichnet. Sie entstehen durch Wellenbewegungen in den Luftschichten; beim Emporsteigen in den Wellenbergen kommt es zur Kondensation, wohingegen bei der Abwärtsbewegung im Wellental die Wassertröpfchen wieder verdampfen. Mitunter betragen die Wellenlängen, d. h. die Abstände zwischen den Kämmen der einzelnen Wellen, einige Kilometer, manchmal aber auch nur kurze Strecken. Gelegentlich

mehrerer Ballonfahrten konnten diese Luftwellen unmittelbar beobachtet werden, indem der Ballon von ihnen rhythmisch auf und ab bewegt wurde, wie ein Schiff auf bewegter See.

Die Wolken sind auch der Sitz mannigfaltiger atmosphärischer Lichterscheinungen, von denen neben dem bekannten Regenbogen die Halos um Sonne und Mond bemerkenswert erscheinen. Wenn die niederen Wasserwolken zwischen dem Beobachter und der Sonne oder dem Monde hindurchziehen und dabei



Abb. 11. Kumulus. Aufnahme von Dr. O. Hollerith.

dünn genug sind, um das Licht in hinlänglicher Stärke durchscheinen zu lassen, dann zeigt sich um das betreffende Gestirn herum ein diffuser Lichtsaum von nur wenigen Graden Halbmesser. Diesen Lichtsaum bezeichnet man als einen Hof. Bläulichweiß in der Nähe des Gestirns, geht er am Außenrande in eine auffällige und ausgesprochen rote Färbung über; an dieses Rot schließen sich, weniger deutlich, die Farben des Regenbogens an, mitunter sogar in zwei- bis dreifacher Wiederholung. Während

die Höfe durch Beugung des Lichtes in den kleinen Wassertropfchen entstehen, werden die Ringe durch Brechung und Spiegelung der Lichtstrahlen in den Eispnadelchen der Eiswolken hervorgerufen; deshalb sind sie in ihrem Auftreten ausschlieglich an die Zirrus- und Cirro-Stratus-Wolken gebunden. Die Ringe sind leuchtende, mit dem betreffenden Gestirn konzentrische Kreise mit Radien von  $22^{\circ}$ ,  $46^{\circ}$  oder  $90^{\circ}$  und zeigen gleichfalls die Regenbogenfarben. Hierzu gesellen sich mitunter noch mannigfaltige Berührungsbögen und Nebensonnen, so daß in solchen Fällen ein dem Beobachter unvergeßliches Bild entsteht.



Abb. 12. Frakto-Kumulus. Aufnahme von A. Sieberg.

In naher Verwandtschaft mit den Halos steht auch die den Luftschiffern wohlbekannte Wolkenareole, bei der der auf eine Wolkensicht geworfene Ballonschatten von Farbringen umgeben erscheint, und das sog. Brockengespenst.

#### Die Niederschläge.

Rasch fortschreitende Abkühlung in den Wolken führt zur Entstehung von Niederschlägen, von denen man bekanntlich mehrere Arten unterscheidet:

Regen, wenn sie als Wassertropfen, Schnee, wenn sie als Eiskristalle, Hagel und Graupeln, wenn sie als nichtkristallinische Eisklumpchen niedergehen. Damit das ausgeschiedene Wasser als Regen zu Boden fallen kann, ist es erforderlich, daß mehrere Wassertropfchen zusammenfließen und durch ihre Vereinigung so schwer werden, daß sie nicht mehr von dem aufsteigenden Luftstrom mitgerissen oder schwebend gehalten werden können.

Am ergiebigsten sind die Niederschläge überall dort, wo warme, wasserdampfreiche Luft zum Aufsteigen gezwungen wird.

Da nun selbst mäßige Bodenerhebungen Anlaß zur Erzeugung eines, wenn auch nur sehr geneigt, aufsteigenden Luftstromes geben, so müssen die Gebirge durch Niederschlagsreichtum vor



Abb. 13. Kumulo-Nimbus. Aufnahme von Dr. S. v. Karvazn.

den Ebenen bevorzugt sein. Im allgemeinen gehen die Niederschlagshöhe und die Seehöhe so ziemlich parallel; jedoch hält die Niederschlagszunahme nur bis zu einer gewissen Höhe an, dann

kehren sich die Verhältnisse wieder um. Wo diese Maximalzone liegt, hängt von den Temperaturverhältnissen ab, wozu noch kommt, daß der Luft in größeren Höhen keine oder höchstens sehr geringe Feuchtigkeit zugeführt wird. Im einzelnen gestaltet sich die Ausscheidung von Niederschlägen in den Gebirgen, wie folgt: Trifft ein feuchter, von der See herkommender Luftstrom einen Gebirgszug, so wird er, bis zu einer gewissen Grenze, um so mehr Niederschlag ausscheiden, je höher und je näher letzterer dem Meere gelegen ist. Die Ausscheidung ist dort am größten, wo die herrschende



Abb. 14. Stratus. Aufnahme von A. Sieberg.

Windrichtung den Gebirgszug trifft, also auf der Luvseite. Die entgegengesetzte Gebirgsabdachung, die Leeseite, an der die Luft heruntersinkt, wird daher wieder folgeweise trockener, und zwar sehr schnell, weil auf der Luvseite die größte Menge des Wasserdampfes bereits entzogen worden ist; die Orte auf der Leeseite liegen also gleichsam im „Regenschatten“ des Gebirges. In der Ebene aber nimmt die Niederschlagshöhe infolge von Stauwirkung schon zu, bevor der Fuß des Gebirges erreicht ist, da die an dem Gebirge gestaute Luft auch die hinter ihr gelegenen Partien in ihrer horizontalen Bewegung hemmt und damit zum Aufstiege zwingt.

Auch die Niederschläge spielen im Pflanzenleben eine



hervorragende Rolle, weshalb sie für die Landwirtschaft von größter Bedeutung sind. Denn sie liefern, wie wir noch sehen werden, nicht allein die für das Wachstum erforderliche Feuchtigkeit, sondern sie führen auch dem Boden eine beträchtliche Menge leicht aufnehmbarer Nährstoffe zu.

Wie bereits kurz angedeutet wurde, vermögen einfache Wolkenbeobachtungen dem Kundigen einen tiefen Einblick in die atmosphärischen Vorgänge zu gewähren, und das ist von größter Bedeutung für das praktische



Abb. 15. Wogenwolken, dichter Cirro-Stratus. Aufnahme von S. v. Karvazn.

Leben. Namentlich für die Wettervorhersage geben neben den Formen der Wolkenbedeckung vor allem auch die Bewegungsvorgänge die wichtigsten Aufschlüsse; denn da die Wolken mit dem Winde gleichsam schwimmen, zeigen uns die Ortsveränderungen der einzelnen übereinander sichtbaren Wolken-schichten an, in welcher Richtung und mit welcher Geschwindigkeit die Luftströmungen in den verschiedenen Höhenlagen der Atmosphäre ziehen. Um dies verständlich zu machen, muß ich etwas weiter ausholen.

**Die Wetterkarten.** Verbindet man in einer geographischen Karte (Abb. 16) die Orte mit gleich hohem Luftdrucke (die Barometerstände auf die Höhe der Meeresoberfläche umgerechnet) durch

Linien, Isobaren genannt, untereinander, dann findet man, daß über mehr oder minder kreisförmigen Gebieten der Erdoberfläche der Barometerstand ein ganz niedriger ist, wohingegen zur gleichen Zeit andere Stellen ein- oder mehrere ähnliche Gebiete hohen

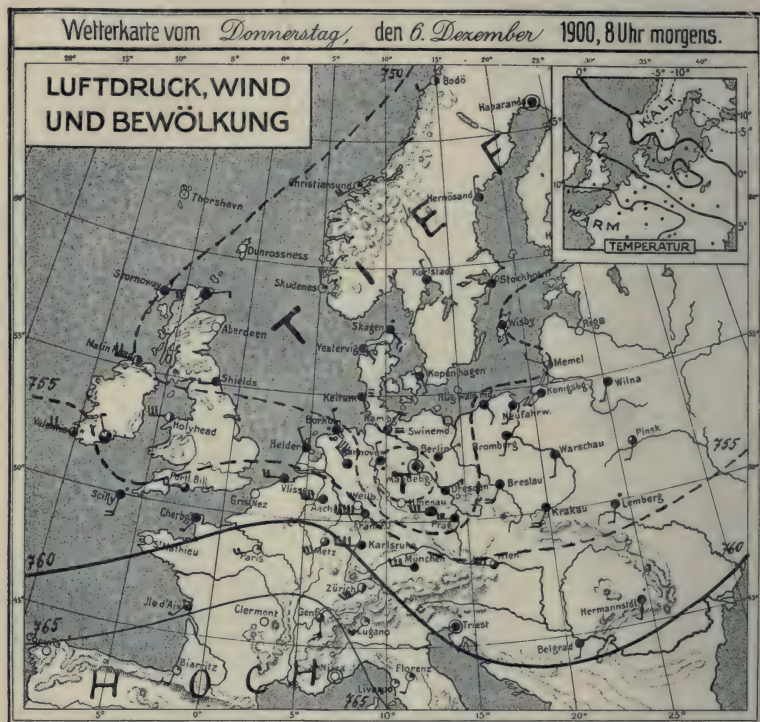


Abb. 16. Wetterkarte.

Luftdrucke aufweisen; dazwischen finden die mannigfachsten Übergänge statt. Man nennt die Gegend mit hohem oder dem höchsten Luftdrucke (in den Karten durch das Wort HOCH gekennzeichnet) Hochdruckgebiet oder barometrisches Maximum, diejenige

mit tiefem, bzw. dem allertiefsten Drucke (durch TIEF hervor-gehoben) Tiefdruckgebiet, Depression oder barometrisches Minimum.

**Die Entstehung des Windes.** Von der wechselseitigen Lage der Hoch- und Tiefdruckgebiete sowie von den Luftdruckunterschieden hängt der Wind in seiner Richtung und Stärke ab; denn der Wind ist ja bekanntlich nichts weiter als bewegte Luft, deren Bewegung hauptsächlich wagerecht zur Erdoberfläche vor sich geht. Wie das Wasser von einem Abhang herniederfließt, und zwar um so schneller, je steiler dieser ist, so muß auch die Luft stets von den Orten mit höherem zu denjenigen mit niedrigerem Luftdrucke hinströmen und mit um so größerer Geschwindigkeit, je rascher sich der Luftdruck von einem Orte zu einem benachbarten ändert, je stärker also das Gefälle ist. Gleichwohl besteht ein wesentlicher Unterschied zwischen den Wasser- und den Luftströmungen. Die letzteren weichen nämlich (vgl. die Wetterkarte, Abb. 16) von der genauen Richtung des Druckgefälles um ziemlich erhebliche Winkel ab. Diese Abweichungen, welche sich aus der Achsendrehung der Erde usw. erklären lassen, stimmen auf der nördlichen Halbkugel mit der Bewegung des Uhrzeigers überein (siehe Abb. 17 B); auf der südlichen Halbkugel haben sie den entgegengesetzten Sinn.

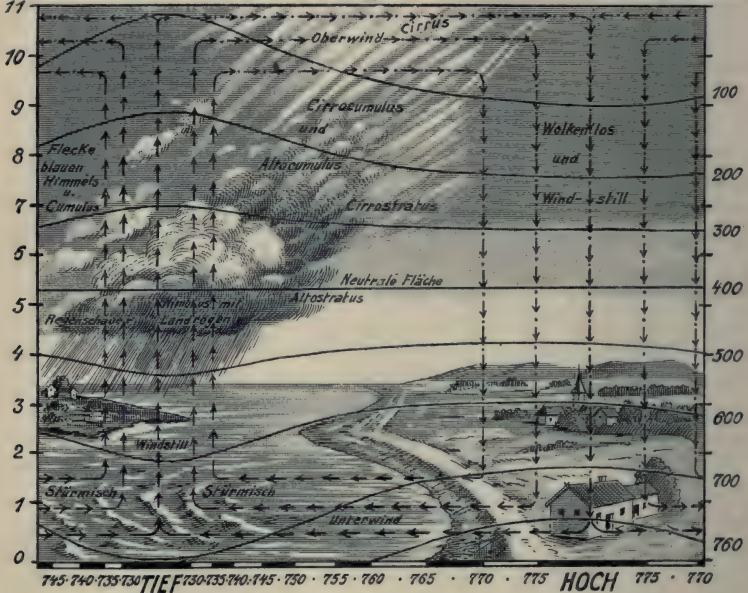
Die Bewegung der Luft um ein Minimum oder Maximum geht nach dem für die gesamte Witterungskunde so überaus wichtigen barischen Windgesetze (von dem Holländer Buys-Ballot im Jahre 1857 entdeckt) vor sich, vermöge dessen wir auch die Lage des niedrigsten und des höchsten Barometerstandes zu bestimmen vermögen. Es lautet:

1. Kehrt man dem Winde den Rücken zu, so hat man (auf der nördlichen Halbkugel) den niedrigsten Luftdruck links und etwas nach vorne, den höheren rechts und etwas nach hinten.

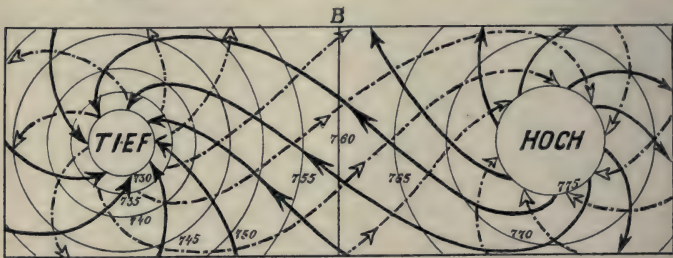
2. Die Windgeschwindigkeit ist um so stärker, je größer die Druckunterschiede sind, also je dichter die Isobaren beieinander liegen.

Als Maß für die Druckunterschiede oder das Gefälle dient der „barometrische Gradient“. Seine Größe wird in der Weise ausgedrückt, daß man angibt, um wieviel Millimeter der (auf den Meeresspiegel umgerechnete) Luftdruck zu- oder abnimmt, wenn man sich von einem Orte aus senkrecht zur Isobare, also in der Richtung des größten Gefälles, um einen Äquatorgrad = 111,3 km entfernt.

**Der atmosphärische Luftaustausch.** Nach dem Gesagten müßte man eigentlich annehmen, daß sich die Luftdruckunterschiede recht bald ausglich, derart, daß die Tiefdruckgebiete sich aus-



745 · 740 · 735 · 730 **TIEF** 730 · 735 · 740 · 745 · 750 · 755 · 760 · 765 · 770 · 775 **HOCH** 775 · 770



- Oberwind.
- Unterwind.
- Isobare.

Abb. 17. Schematische Darstellung des Luftaustausches zwischen einem barometrischen Hoch- und Tiefdruckgebiete. Nach A. Sieberg.

füllten, und der Luftdruck in den Hochdruckgebieten abnahme. Dies entspricht aber nicht den wirklich beobachteten Tatsachen, indem ein einen beliebigen Abschnitt umfassender Vergleich der täglichen

Wetterkarten durch den Augenschein lehrt, daß die Hoch- und Tiefdruckgebiete längere Zeit erhalten bleiben. Letztere Erscheinung findet ihre Erklärung darin, daß die zufließende Luft im Innern des Tiefdruckgebietes senkrecht nach oben aufsteigt, um dann in der Höhe wiederum zum Hochdruckgebiete zurückzuströmen, weshalb wir im Kerne des Hochdruckgebietes absteigenden Luftströmen begegnen. Es findet also zwischen beiden Luftdrucksystemen ein geschlossener Kreislauf (vgl. Abb. 17) statt: An der Erdoberfläche bewegt sich die Luft als Unterwind vom HOCH zum TIEF, und zwar mit Rechtsablenkung; im TIEF steigt sie empor und weht in den höheren Schichten als Oberwind wieder mit Rechtsablenkung vom TIEF zum HOCH, wo sie sich zu Boden senkt. Tatsächlich können wir stets beobachten, daß sich die niederen, dichten Unterwolken, welche mit dem Unterwinde fliegen, in fast entgegengesetzter Richtung bewegen wie die hohen, dünnen, vom Oberwinde getriebenen Zirkuswolken.

In Abb. 17 habe ich den Versuch gemacht, diese Verhältnisse einmal leicht verständlich in einem schematischen Bilde darzustellen. B zeigt uns die Isobaren an der Erdoberfläche (also in Horizontalprojektion nach Art der Wetterkarten) sowie die zugehörigen unteren und oberen Luftströmungen. A stellt einen durch den Kern sowohl des Tief- als auch des Hochdruckgebietes gelegten Vertikalschnitt dar, wobei aus technischen Rücksichten eine starke Überhöhung im senkrechten Sinne vorgenommen werden mußte. Zunächst erkennen wir daraus die bekannte Tatsache, daß der Luftdruck mit wachsender Erhebung über den Erdboden abnimmt. Nehmen wir nun an, das TIEF habe sich, wie es am häufigsten vorkommt, über einem heißen Oberflächengebiete entwickelt, indem die wärmere und leichtere Luft gezwungen ist emporzusteigen, so wie es die Säule von Pfeilen anzeigt. Die nach oben angehäuften Luft verursacht in den höheren Luftschichten eine nach oben gerichtete Krümmung der isobarischen Flächen (deren Durchschnitte in der Zeichnung Linien bilden); letztere sind also hier im umgekehrten Sinne gekrümmt wie an der Erdoberfläche. In einer mittleren Höhe befindet sich die ebene und unbewegte „neutrale Fläche“. Genau das Entgegengesetzte finden wir naturgemäß im HOCH. Nunmehr ist der durch die Pfeile angedeutete Luftaustausch zwischen den beiden Luftwirbeln ohne weiteres verständlich, da die Luftströme dem Gefälle der isobarischen Flächen folgen müssen.

**Das Wetter in einem Tiefdruckgebiete** muß nun (Abb. 17 A und 18), wie aus den bisherigen Erörterungen hervorgeht, trübe

und ruhig (weil die aufsteigende Luftbewegung nicht als „Wind“ empfunden wird) und mit länger dauerndem Regen, dem sog. Landregen, verbunden sein. Die Wolkendecke behindert bekanntlich die Sonnenstrahlung. Im Sommer werden deswegen die Sonnenstrahlen den Erdboden nicht erreichen können, wodurch Abkühlung eintritt, während im Winter die Ausstrahlung der Erdwärme in den kalten Weltenraum abgeschwächt wird, weswegen dann die

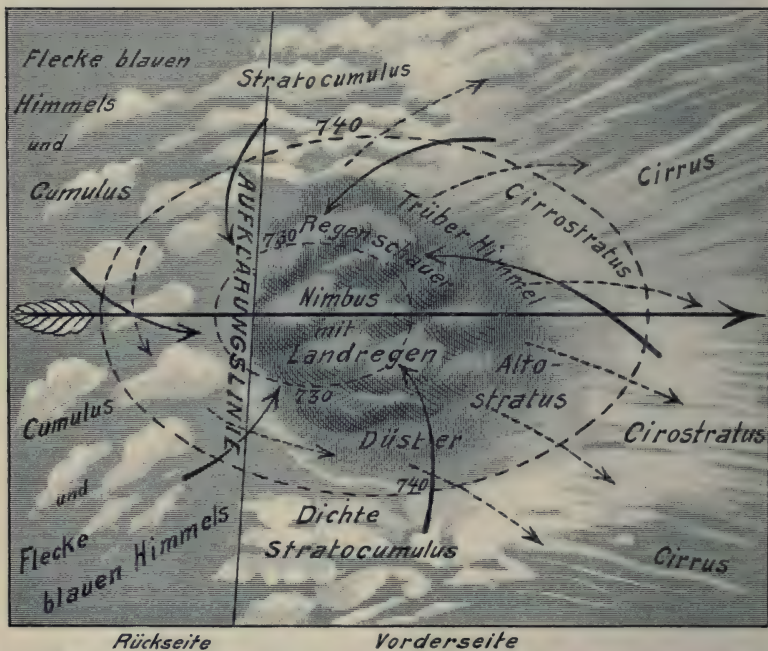


Abb. 18. Schematische Darstellung der Witterungsverhältnisse in einem Tiefdruckgebiete.

Tiefdruckgebiete wärmere Witterung verursachen. Da in der Umgebung des niedrigsten Luftdruckes die Isobaren meist nahe aneinandergedrängt sind, so werden dort in der Regel starke, oftmals sogar stürmische Winde wehen. Ausnahmsweise können unter gewissen, nicht näher zu erörternden Umständen in den Tiefdruckgebieten absteigende Luftströme entstehen, welche demgemäß Trockenheit im Gefolge haben.

Das Wetter in einem Hochdruckgebiete (Abb. 17 A und 19) ist meist ruhig, heiter und trocken. Im Sommer wird

der ungehinderten Sonneneinstrahlung wegen kräftige Erwärmung eintreten bei oftmals verhältnismäßig kühlen Nächten. Im Winter hingegen, wo bei der geringen Tageslänge die Wärmeausstrahlung von der Erde vorwiegt, bringen die Hochdruckgebiete Kälte, die sich bei Gegenwart einer geschlossenen Schneedecke zu strengem Froste steigern kann. Die Luftdruckunterschiede sind im Bereiche eines Hochdruckgebietes vorwiegend gering, so daß dort nur schwache



Abb. 19. Schematische Darstellung der Witterungsverhältnisse in einem Hochdruckgebiete.

Winde wehen. Etwa auftretende Niederschläge sind durchaus lokaler Natur, indem sie dadurch entstehen, daß die Luft an Gebirgszügen zum Aufsteigen und damit zur Kondensation ihres Wasserdampfes gezwungen wird.

Im Bereiche der Hochdruckgebiete stellt sich, namentlich zur Winterszeit (daher auch die Bezeichnung Hochdruckwinter), häufig ein für die Gebirge ganz charakteristischer Witterungszustand ein, nämlich die sogenannte Temperaturumkehr mit der Höhe.

Während dann in den Tälern nebeliges und kaltes Frostwetter herrscht, erfreuen sich schon wenig höhere Lagen, vor allem aber die Gipfel, einer mitunter um  $10^{\circ}$  bis  $20^{\circ}$  höheren Temperatur bei lachendem Sonnenschein; die Luftwärme nimmt also nicht, wie es in der Regel der Fall ist, mit steigender Erhebung über den Erdboden ab, sondern im Gegenteil zu. Diese Witterungserscheinung ist außer aus den Alpen namentlich auch aus den Vogesen und dem Schwarzwalde bekannt und wird demgemäß von den Bewohnern der benachbarten Städte in ausgiebigstem Maße zu winterlichen Gebirgstouren ausgenutzt. Alsdann kann man, was dem Flachlandbewohner unglaublich erscheinen mag, die Leute in der weißen Wunderwelt, hoch über den Nebeln des Tieflandes, im hellen Sonnenschein tagelang ohne besondere Winterkleidung, oft sogar hemdärmelig, wandern und der Arbeit nachgehen sehen. Aus diesem Grunde finden wir auch im Hochgebirge die menschlichen Ansiedelungen seltener in den Talsohlen, sondern an den Berglehnen. Die Ursache für die auf den ersten Blick befremdlich erscheinende Tatsache ist folgende. Unter dem Einflusse der unbehinderten nächtlichen Ausstrahlung kühlen sich während der Nacht die dicht über dem Erdboden lagernden Luftmassen stark ab, gleiten infolge ihres größeren spezifischen Gewichtes an den Berghängen hinab und bedecken die Talsohle; die Höhenlagen aber sind tagsüber der kräftigen Einstrahlung bei heiterem Himmel ausgesetzt, wobei die warmen und deshalb leichteren Luftmassen über dem Nebel wie Öl über Wasser schwimmen, ohne in diesen eindringen zu können. Diese Erscheinung ist der Hauptfaktor des Höhenklimas und von größter Bedeutung in hygienischer Beziehung, namentlich bei Erkrankungen an Lungentuberkulose und für Genesende; denn durch die vertikalen Luftströmungen wird die reine, staub- und bakterienfreie Luft der oberen Atmosphärenschichten den Menschen zugeführt und zugleich infolge der höheren Wärme der Aufenthalt im Freien ermöglicht, während die ungünstige Einwirkung der Nebel auf die Atmungsorgane in Wegfall kommt.

**Das Wetter in der Gegend zwischen einem Tief- und Hochdruckgebiete** hängt hauptsächlich von den dort wehenden Winden, bzw. dem Witterungszustande an deren Ursprungsorte ab. Deshalb läßt sich hierüber nichts Bestimmtes sagen, und jeder einzelne Fall ist anders.

Von ganz außerordentlicher Wichtigkeit ist nun, daß die Tief- und Hochdruckgebiete die Eigentümlichkeit besitzen, sich fortzubewegen, und zwar die ersteren in der Regel von Westen nach Osten; dadurch bringen sie



die ihnen eigentümliche Witterung in die von ihnen berührten Gegenden. Die Fortbewegung der Tiefdruckgebiete ist meist eine sehr rasche, etwa 600 bis 700 km innerhalb 24 Stunden, und erfolgt fast ausschließlich auf bestimmten Bahnen, den sog. „Zugtraßen“, welche freilich nach den Jahreszeiten und auch sonstigen begleitenden Umständen verschieden häufig eingeschlagen werden. Hingegen zeigen die Hochdruckgebiete im allgemeinen die Neigung, längere Zeit über derselben Gegend zu verweilen. Infolgedessen muß man

### **Die Änderung des Wetters beim Vorübergange eines Tiefdruckgebietes,**

welche einen ganz charakteristischen Verlauf nimmt, genau kennen (vgl. dazu Abb. 18). Zieht, wie es gewöhnlich der Fall ist, ein Tiefdruckgebiet nördlich an uns vorüber, und folgt ihm kein zweites auf dem Fuße nach, so erfolgen die Witterungsänderungen in mehr oder minder typischer Form etwa folgendermaßen: Bei Annäherung der Depression fängt mit nach Südost umgehendem und unter Auffrischen nach Süd, später nach Südwest drehendem Winde und heiterem oder aufklarendem Wetter in der Regel das Barometer an zu sinken; bald darauf erscheinen im Westen langgestreckte Fäden von Cirruswolken oder ein zarter Wolken Schleier, welcher langsam zum Zenit heraufzieht. Das sind die ersten Vorboten schlechten Wetters, welches im Westen bereits zur Herrschaft gelangt ist, und die mehr oder weniger massenhafte Entwicklung und die Geschwindigkeit dieser Wolkenart deutet in der Regel schon auf die geringere oder größere Intensität der heranahenden Depression. Die oberen Wolken haben in diesem Falle nicht dieselbe Zugrichtung wie der Unterwind, sondern beide Richtungen kreuzen sich, wie in der Abbildung angedeutet ist, fast unter einem rechten Winkel. Allmählich überzieht eine dichtere Schicht von Alto-Stratuswolken wie ein Teppich den ganzen sichtbaren Himmel, bald tauchen unter dieser Hülle dunkle Regenwolken auf, und nun beginnen ausgebreitete und anhaltende Niederschläge, meist von nicht sehr erheblicher Intensität, der sog. Land- oder Rieselregen, der erst nach Vorübergang der Depression sein Ende erreicht. Hat die Aufklärungslinie, welche die Depression in eine Vorder- und Rückseite scheidet, den Ort passiert, so dreht sich der Wind, welcher allmählich unter fortgesetztem Auffrischen nach West umgegangen war, entweder langsam oder plötzlich in einer mehr oder weniger heftigen Böe nach Nordwest; die Niederschläge haben jetzt ihre größte Stärke

erreicht und werden, indem die Wolkendecke zerreißt, plötzlich unterbrochen. Ein ganz neuer Witterungszustand ist mit einmal eingetreten: blauer Himmel wechselt jetzt rasch mit schwerem Kumulusgewölk, aus welchem bei böigem, rasch anschwellendem und plötzlich nach nördlicheren Richtungen umspringendem Winde und bei sprungweisem, oft rapidem Sinken des Thermometers heftige, aber meist nur kurze Zeit andauernde Regen-, Schnee- oder Hagelschauer herniederstürzen. Das Barometer, welches vorher seinen tiefsten Stand erreicht hatte, steigt oft mit außergewöhnlicher Geschwindigkeit. Allmählich werden die Böen seltener, die Winde schwächer, die Niederschläge fallen immer spärlicher und hören dann gänzlich auf; die Bewegungen des Barometers werden langsamer, und nach längerer oder kürzerer Zeit heiterer, ruhiger Witterung macht in der Regel eine im Westen erscheinende neue Depression ihren Einfluß geltend.

Dagegen sind die Witterungsvorgänge nicht so typisch, wenn die Depression südlich an dem Orte vorbeigeht, oder dieser auf der linken Seite der Bahn der Depression gelegen ist. Alsdann zeigen sich zuerst die Cirruswolken oder der Cirruschleier am südwestlichen Horizont. Während jene, aus Nordost kommend, den Himmel überziehen, dreht der Wind bei fallendem Barometer entgegengesetzt der Bewegung des Uhrzeigers. Unter der gleichmäßig aschgrauen Decke ist die Entwicklung schwerer Regenwolken viel seltener, und die Ausdehnung des Regengebietes ist viel beschränkter. Hört der Regen auf, so bleibt noch eine Zeitlang die aschgraue Decke, und das Aufklaren geht nur ganz allmählich vonstatten, nachdem die Depression sich entfernt, und das Barometer zu steigen begonnen hat.

Die Wärmeveränderungen beim Vorübergange einer Depression sind, insbesondere im Winter, sehr beträchtlich; auf der Vorderseite einer nördlich an uns vorüberziehenden Depression wehen südliche Winde, welche meistens warme, feuchte ozeanische Luft in unsere Gegenden herübertragen, und zudem hemmt die Wolkendecke die Ausstrahlung der Erde; auf der Rückseite dagegen wehen nördliche Winde, welche kalte Luft aus nördlichen Gegenden bringen, und außerdem ist der Wärmeausstrahlung in den Weltraum kein oder nur ein geringes Hindernis entgegengesetzt.

In kurzer Zusammenfassung ergibt sich für die Verteilung der Witterungselemente an der Vorder- und an der Rückseite eines Tiefdruckgebietes folgendes Schema:

## Vorderseite.

Wind von östlich bis südöstlich,  
südlich, südwestlich bis westlich;  
alle diese Winde kommen aus  
südlicheren Gegenden.

Temperatur steigend.

Dampfmenge zunehmend.

Bewölkung zunehmend und dicht.

Niederschlag zunehmend und  
stark.

Barometer fallend.

## Rückseite.

Wind von westlich bis nordwestlich,  
nördlich, nordöstlich bis östlich;  
alle diese Winde kommen aus  
nördlicheren Gegenden.

Temperatur fallend.

Dampfmenge abnehmend.

Bewölkung abnehmend.

Niederschlag in Schauern und  
abnehmend.

Barometer steigend.

**Isobarenformen.** Wie die Wetterkarte (Abb. 16) lehrt, können die Isobaren die verschiedensten Formen annehmen. Nahezu „kreisförmig“ ist die Isobare von 745 mm; hier schließt sie ein Tiefdruckgebiet ein, sie könnte aber auch ein Hochdruckgebiet umgrenzen. Die Isobare von 750 mm bildet über Mittel- und Nord-Deutschland eine halbkreisförmige Ausbuchtung, welche ein Gebiet etwas niederen Druckes begrenzt; man nennt dies eine „Teildepression“. Weiter rechts bei Memel biegt sich dieselbe Isobare zur Form eines V aus, innerhalb dessen ebenfalls tieferer Druck herrscht; in diesem Falle spricht man von einer „zungenförmigen Depression“. Ein „Keil“ würde dann vorhanden sein, wenn etwa die Isobare von 755 mm bei Vlissingen stärker in Form eines umgekehrten V, also  $\Delta$  eingeknickt wäre; solche Keile umschließen höheren Druck. Liegen zwei Hochdruckgebiete nahe nebeneinander, so befindet sich zwischen beiden eine Furche, ein Einschnitt oder ein „Sattel“ niederen Druckes, ähnlich einem Gebirgspasse, der zwischen zwei Berggipfeln liegt. Zuweilen verlaufen die Isobaren auch „geradlinig“, wie die Isobare von 750 mm zwischen Bodö und Stornoway, so daß sie kein Gebiet umgrenzen, sondern ein barometrisches Gefälle darstellen, ähnlich der Böschung eines langgestreckten Höhenzuges.

Selbstverständlich kommen auch diesen verschiedenen Isobarenformen ganz bestimmte Witterungserscheinungen zu, die hier kurz besprochen seien.

**Das Wetter in einer Teildepression** (Abb. 20). Eine Teildepression bedingt bei ihrem Vorüberzuge ähnliche Witterungsveränderungen wie ein gewöhnliches Tiefdruckgebiet. Die Fortbewegung geschieht meist in der Bahn der Hauptdepression, in seltenen Fällen erfolgt sie auch wohl um die Hauptdepression herum. Am Rande eines Hochdruckgebietes ist die Bewegung gewöhnlich sehr unbestimmt. Die Teildepressionen begünstigen im Sommer sehr die Gewitterbildung.

**Das Wetter in einer Zunge** (Abb. 21). Die Spitze einer zungenförmigen Depression ist auf der nördlichen Halbkugel gewöhnlich nach Süden gerichtet. Der Wind befolgt das allgemeine Gesetz des Gradienten und weht an der Vorderseite aus Süd und Südwest, an der Rückseite aus Nord und Nordwest. Die Fortbewegung geschieht fast immer von West nach Ost. Der Witterungswechsel beim Vorüberzuge kann auf zweierlei Weise vor sich gehen: Entweder folgen auf heiteren Himmel Wolken, später bei fallendem Barometer und Südwestwind Regen; hierauf setzen heftige

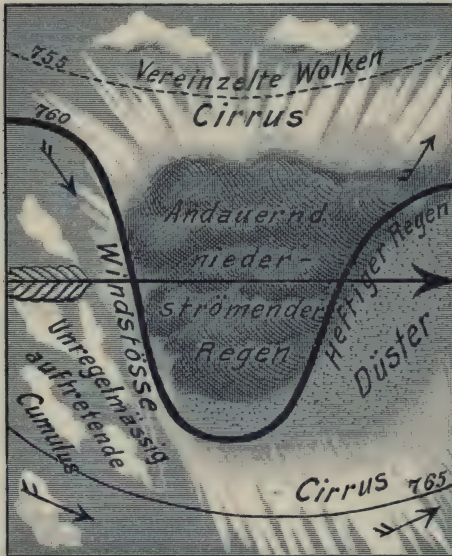


Abb. 20. Schematische Darstellung der Witterungsverhältnisse in einer Teildepression.

Windstöße ein, wobei der Wind direkt ohne allmählichen Übergang nach Nordwest umspringt. Bei steigendem Barometer klart dann der Himmel rasch auf. Oder aber bei wolkeigem Himmel und Südwestwind sinkt zunächst das Barometer; eine schwere Wolkenbank zieht alsdann aus Nordwest heran, und das Barometer beginnt wieder um zu steigen. Sobald der erste Anprall der Windstöße vorüber ist, hält für einige Zeit Regen und Wind an, welche allmählich nachlassen und bei aufklarendem Himmel aufhören.

**Das Wetter in einem Keil** (Abb. 22). Auch rings um einen Keil herum weht der Wind, dem Gradienten entsprechend. Auf der Vorderseite des Keiles finden wir heiteres, trockenes Wetter; näher der Spitze steht die Witterung vornehmlich unter dem Einflusse der Strahlungsverhältnisse, wohingegen an der Spitze selbst nicht selten Gewitter mit heftigem Regen auftreten. Nach dem Abzuge des Keiles finden wir den Regen des heraufziehenden Tiefdruckgebietes.

**Das Wetter in einem Sattel.** In der Mitte eines zwischen zwei benachbarten Hochdruckgebieten gelegenen Sattels herrscht

Windstille sowie im allgemeinen unstetes Wetter, im Sommer bei drückender und ermattender Schwüle. In der warmen Jahreszeit treten in verschiedenen Gebieten des Sattels häufig heftige Gewitterstürme auf.

**Die Wolken als Wetterzeichen.** Alles in allem genommen, wird man mir unbedingt darin recht geben müssen, daß schon die Beobachtung der Wolken nicht allein Auskunft über die atmosphärischen Bewegungsvorgänge, sondern auch in vielen Fällen wertvolle Fingerzeige für die Beurteilung der in den nächsten Stunden zu erwartenden Witterung zu geben vermag. Der bekannte Münchener Geophysiker Prof. Dr. S. Günther sagt in dieser Hinsicht mit Recht: „Wer sich ihr (nämlich der Beobachtung der Wolken) eine Reihe von Jahren hindurch mit hingebendem Eifer gewidmet hat, gewinnt Anhaltspunkte, welche ihm aus gewissen Bewölkungszuständen einen Schluß auf bevorstehenden Witterungsumschlag zu ziehen erlauben. Es muß unbedingt zugestanden werden, daß ein seiner Gegend kundiger und mit den allge-

meinen Gesetzen der Witterungskunde vertrauter Beobachter daraufhin nützliche und sogar selten versagende Anhaltspunkte für die Wettervorhersage aufzufinden vermag; aber freilich ist diese Errungenschaft an die Scholle geheftet, und wer seinen Wohnort in eine Gegend von klimatisch verschiedenem Charakter verlegt, wird sein auf Erfahrungsfäßen bestehendes System auch wieder ganz von neuem aufbauen müssen.“

Einige diesbezügliche Anhaltspunkte, soweit ihnen für unsere



Abb. 21. Schematische Darstellung der Witterungsverhältnisse in einer Zunge.

Gegenden allgemeinere Bedeutung zukommt, seien hier nochmals zusammenfassend hervorgehoben:

Besonderes Augenmerk ist zu richten auf die Ziruswolken. Aus westlicher Richtung herziehende Zirren sind die ersten Vorboten schlechter Witterung, da sie den Tiefdruckgebieten oft um mehrere hundert Kilometer voraneilen. Je schneller ihr Zug ist, um so schneller ist auch ein Witterungsumschlag zu erwarten; durchschnittlich beträgt die Zuggeschwindigkeit eines Tiefdruckgebietes etwa 30 km pro Stunde. Aus Osten ziehende



Abb. 22. Schematische Darstellung der Witterungsverhältnisse in einem Keil.

Ziruswolken (auf der Nordseite einer Depression) sind ein Zeichen dafür, daß sich das Tiefdruckgebiet entfernt, weshalb keine Verschlechterung des Wetters bevorsteht. Eine abziehende Depression hat beim Zuge nördlich vom Beobachter auf ihrer Rückseite Zirren aus West bis Nordwest, während zu gleicher Zeit aus Südwest heraufziehende Zirren auf die Annäherung eines neuen Tiefdruckgebietes hindeuten. Zirren aus Südwest deuten auf eine möglichst direkte Annäherung des Kernes eines Tiefdruckgebietes.

Ein Alto-Stratus-Schleier läßt schon bald (innerhalb weniger Stunden) eintretende Niederschläge erwarten.

Kumulo-Nimbus-Wolken sind die Anzeichen eines heraufziehenden Gewitters.

Wogenwolken aller Schichten sind nach den Untersuchungen von Prof. Dr. K a f n e r das untrügliche Anzeichen eines bevorstehenden Witterungsumschlages, bzw. des Eintretens von Niederschlägen, namentlich aber dann, wenn sich die Wogenbildung in der Alto-Kumulus-Schicht vollzieht. Die Durchschnittszeit, um welche die Wogenwolken dem Niederschlage vorangehen, schwankt um etwa

14 Stunden in der Zirruschicht, 9 Stunden in der Zirro-Kumuluschicht, 7 Stunden bei Alto-Kumulus und Kumulus und etwa 11 Stunden bei der Stratus-Schicht herum. Am häufigsten folgt Niederschlag im Frühling und Sommer nach 3—5 Stunden, im Herbst und Winter nach 10—11 Stunden.

Die bisher besprochenen Witterungserscheinungen machen in ihrer Gesamtheit, trotzdem sie in bunter Reihenfolge einander auflösen, gewissermaßen die normale Witterung aus. Hin und wieder schieben sich aber in diesen Verlauf besondere komplexe meteorologische Vorgänge ein, die nur unter ganz bestimmten, von den normalen abweichenden Verhältnissen zur Ausbildung gelangen können. Sie werden denn auch meist vom Menschen direkt als Störungen empfunden und bezeichnet, zumal sie in ihren Wirkungen oft recht schädlich sind, zum mindesten aber unangenehm bemerkt werden. Es liegt nun nach unseren bisherigen Ausführungen ganz in der Natur der Sache begründet, daß die atmosphärischen Störungen sich ganz besonders auch in den Windverhältnissen, namentlich in einer Steigerung der Windstärke, bemerkbar machen; und daß gerade dies für den Menschen von besonderer Wichtigkeit ist, bedarf eigentlich kaum der näheren Begründung.

**Die Stürme.** In der Begleitung tiefer barometrischer Depressionen, bei denen die Isobaren dicht beieinander geschart sind, und infolgedessen starke barometrische Gradienten herrschen, treten heftige Stürme auf. Vor allem in der kälteren Jahreszeit sind sie häufig (Herbst- und Winterstürme) und dauern dann durchweg 1—2 Tage an, wobei sie manchmal orkanartige Stärke erreichen. Während gerade sie für den Bewohner des Binnenlandes weniger gefährlich sind, erweisen sie sich als einen schlimmen Feind sowohl der See- als auch der Luftschiffahrt. Die Beziehungen zwischen der Windstärke und dem barometrischen Gradienten sind aus der nachstehenden kurzen Zusammenstellung ersichtlich:

|   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| Gradient in mm                          | 0,2 | 0,6 | 0,7 | 1,0 | 1,2 | 1,5 | 1,7 | 2,0 | 2,2 | 2,5 | 2,7 | 3,0  | 3,4  | 3,7  |
| Windgeschwindigkeit<br>in m pro Sekunde | 2,2 | 3,1 | 3,4 | 4,1 | 5,2 | 5,6 | 6,7 | 7,4 | 8,5 | 9,8 | 9,9 | 11,4 | 11,8 | 12,2 |

Um die Bedeutung dieser Tabelle richtig würdigen zu können, sei hier die zuerst vom englischen Admiral Beaufort aufgestellte und in der heutigen Form allenthalben gebräuchliche Skala mitgeteilt, nach der man die Windstärken abschätzt.

## Beaufort-Skala.

| Grad der<br>Windstärke | Bezeichnung    | Geschwindigk.<br>in Metern<br>pro Sekunde | Druck in<br>Kilogr. pro<br>Quadratmeter | Kennzeichen   |  |
|------------------------|----------------|---|---|---|--|
|                        |                |   |   | auf dem Lande   | auf See  |
| 0                      | Windstille     | —   | —                                       | Vollkomm. Windstille  | Keine Fahrt  |
| 1                      | Leiser Zug     | 1,5                                       | 0,26                                    | Der Rauch steigt fast gerade empor  | Hinreichend, damit das Schiff steuert  |
| 2                      | Leicht         | 3,7                                       | 1,17                                    | Für das Gefühl eben bemerkbar   | Ein Kriegsschiff mit allen Segeln, voll geschwellt, läuft 1—2 Knoten               |
| 3                      | Schwach        | 6,2                                       | 4,80                                    | Bewegt einen leichten Wimpel, auch die Blätter der Bäume                                    | Dto. 3—4 Knoten  |
| 4                      | Mäßig          | 8,8                                       | 9,68                                    | Streckt einen Wimpel, bewegt kleine Zweige der Bäume  | Dto. 5—6 Knoten  |
| 5                      | Frisch         | 11,8                                      | 17,40                                   | Bewegt größere Zweige der Bäume, wird für das Gefühl schon unangenehm                       | Das Schiff kann dicht beim Winde noch voll fahren, mit Oberbramsegel               |
| 6                      | Stark          | 15,0                                      | 28,12                                   | Wird an Häusern und an anderen festen Gegenständen hörbar, bewegt große Zweige der Bäume    | Dto. mit einfach gerefften Marssegeln und Bramsegeln                               |
| 7                      | Steif          | 18,8                                      | 40,50                                   | Bewegt schwächere Baumstämme, wirft auf stehend. Wasser Wellen auf, welche oben überstürzen | Dto. mit doppelt gerefften Marssegeln  |
| 8                      | Stürmisch      | 24,0                                      | 72,00                                   | Ganze Bäume werden bewegt; ein gegen den Wind schreitender Mensch wird merkl. aufgehalten   | Dto. mit dreifach gerefften Marssegeln   |
| 9                      | Sturm          | 32,8                                      | 134,48                                  | Leichtere Gegenstände, wie Dachziegel z., werden aus ihrer Lage gebracht                    | Dto. mit dicht gerefften Marssegeln und Großsegeln                                 |
| 10                     | Hoher Sturm    | 50,0                                      | 312,50                                  | Bäume werden umgeworfen   | Das Schiff kann d. dicht gerefft. Hauptmarssegel u. die ger. Vormarsj. kaum tragen |
| 11                     | Schwerer Sturm | —   | —                                       | Zerstörende Wirkungen jeder Art   | Das Schiff muß sich auf die Sturmstagesegel beschränken                            |
| 12                     | Orkan          | —   | —                                       | Verwüstende Wirkungen   | Kein Segel kann geführt werden.  |



Von sonstigen Besonderheiten in den Windverhältnissen, soweit sie für unsere Gegenden in Betracht kommen, seien die nachstehenden kurz besprochen.

Als Föhn ist in der Zentralschweiz ein heißer, austrocknender Wind mit gewaltigen Stößen bekannt, den man als Norm für alle ähnlichen Winde ausersehen hat. Der Alpenföhn macht sich in seinen Wirkungen bis weit in die oberrheinische Ebene hinein noch kräftig bemerkbar, wo er oft binnen wenigen Stunden eine ziemlich hohe Schneedecke zum Verschwinden bringt; spielt doch das bekannte Schweizer Sprichwort: „Föhn frißt Schnee“ gerade auf die hohe Wärme und Trockenheit dieses Fallwindes an. Übrigens sind in fast sämtlichen Bergländern, so unserem deutschen Mittelgebirge, föhnartige Winde, wenn auch in schwächerer Ausbildung, nicht gerade selten. Wird ein feuchter und kühler Luftstrom an der Vorderseite eines Höhenzugs zum Emporstiegen (Kondensationsstadium) gezwungen, dann scheidet er Niederschläge aus; mithin langt er auf dem Kamm als ein viel trockenerer an. Beim Herabstürzen auf der Rückseite (Trockenstadium) muß sich die Luft nunmehr in höherem Maße erwärmen, als sie sich vorher abkühlte. Kommt beispielsweise die Föhnluft von 2000 m Höhe herab, so erlangt sie im Sommer eine um etwa  $6^{\circ}$  C, im Winter um  $12^{\circ}$ — $14^{\circ}$  C höhere Temperatur, als sie vor dem Aufstiege besaß. Charakteristisch ist dabei ein häufig dem Gebirgskamm auflagernder Wolkenwulst, veranlaßt durch die Abkühlung des aufsteigenden Luftstroms unter den Taupunkt.

In den Küstenstrichen, namentlich der wärmeren Gegenden, kann durch den regelmäßigen täglichen Temperaturwechsel ein täglicher Wechsel der Windrichtung hervorgerufen werden: morgens, wenn sich das Land zu erwärmen beginnt, und infolgedessen der Luftdruck fällt, setzt der Wind von der See her ein, die Seebrise; abends kehrt sich durch die langsamere Abkühlung der ozeanischen Wassermassen die Windrichtung um, und die durchweg viel schwächere Landbrise gelangt zur Herrschaft. Gleichfalls auf periodischen Luftdruckverlagerungen beruhen die Berg- und Talwinde, welche bei sonst ruhiger Luft tagsüber talaufwärts, nachts talab wehen.

**Die Gewitter.** Eine ganz besondere praktische Bedeutung kommt aber den Gewittern zu, weil sie infolge ihrer mannigfachen Begleiterscheinungen ein erbitterter Feind des Menschen und seiner Werke sind. Es sei nur erinnert an die Blizschläge, die auf ihrem ganz unberechenbaren Wege Menschen und Vieh töten oder lähmen und Hab und Gut einäschern, an die Sturm-

böen und Windhosen, die alles, was sich ihnen in den Weg stellt, über den Haufen werfen und zermahlen, an die Platzregen mit ihren Überflutungen, an die Hagelfälle, die oft in wenigen Augenblicken die Hoffnungen des Landmannes, des Winzers zerschanden machen und unter Umständen ganze Landstriche in materieller Hinsicht schwer schädigen usw. Sind die Gewitter schon für den Bewohner des festen Landes gefährlich, so erweisen sie sich geradezu als den schlimmsten Todfeind des Luftschiffers, dem auf jede nur irgend mögliche Weise aus dem Wege gegangen werden muß. Denn nicht nur die elektrischen Entladungen, sondern auch die in ihrem Gefolge auftretenden ganz lokalen und oft ungeheuer heftigen Luftwirbel, die den Ballon namentlich in vertikaler Richtung als willenloses Spielzeug herumschleudern, bilden die gefährlichsten Klippen der Luftschiffahrt; die lange Verlustliste der letzten beiden Jahre redet da eine eindringliche Sprache. Aus diesen rein praktischen Gründen soll hier näher auf das Wesen dieser Witterungserscheinung eingegangen werden, damit man ihr Auftreten tunlichst im voraus erkennt und dementsprechend rechtzeitig seine Maßnahmen ergreift, die speziell für den Luftschiffer in dem kurzen, aber inhaltsschweren Satze gipfeln: „Sofortiges Landen unter allen Umständen.“

Sämtliche Gewitter sind an einen aufsteigenden Luftstrom geknüpft und haben ihren Sitz in den bereits besprochenen Kumulo-Nimbus-Wolken. Über der vom Erdboden unsichtbar in die Höhe steigenden Luftsäule erscheint in einem Niveau, das von der anfänglichen Temperatur und Feuchtigkeit der Luft am Erdboden abhängig ist, zunächst eine Kumuluswolke, die bei genügendem Luftnachschiebe unter gewaltigem Arbeiten und Wallen hoch emporwächst. Solange die Kuppen noch runde, volle Formen besitzen, ist ihr Charakter ein gutartiger. Tausende von Metern hoch ragt bald der Gipfel, und die Temperatur der Wolken sinkt unter Null. Damit ändert sich im Augenblick das Bild und der Charakter: Die bisher scharfen, runden Umrisse der Kuppe verflachen sich und fasern in seitlich ausfließende, seidenglänzende Massen (Cirrusschirm) aus, die statt aus Wasser aus feinen Eisnadeln bestehen; der Kumulus ist zum Kumulo-Nimbus, zur Gewitterwolke, geworden. Bald zerreißt der erste Blitz unter dem Rollen des Donners das dunkle Wolkengebirge, und ein wolkenbruchartiger Regen, vermischt mit Hagelschloßen, stürzt zur Erde hernieder. Währenddessen kann die Wolke ins Maßlose zunehmen; aus ihrem Haupte wächst der Eisnadelschirm schnell hervor, meist in charakteristischer Amboßform, und der

Wolkenkörper selbst ist der Tummelplatz der wildesten Wirbelbewegungen geworden. Dabei zeigt die untere Wolkenfläche mitunter halbkugelig nach unten gerichtete Auswüchse, die sogenannten „Mammato-Kumuli“ (vgl. Abb. 23 und 24). Erschrocken sieht der Mensch vom Fenster aus dem Toben der Elemente zu, und gar bald heißt es für ihn dem Schaden wehren. Die Bauern eilen mit ihren Knechten hinaus, hängen Säcke über sich und versperren mit Schaufeln und Hacken dem Wasser den Weg, das in Höfe, Ställe, Keller und Scheunen dringt; sie tragen Mist vor das Tor und schaufeln aus den Hagelkörnern einen kleinen Wall. Das Wasser überflutet die Dorfstraße, reißt Gräben hinein, und der kleine Bach überschwemmt das Wiesental wie ein See. Aber schon nach kurzer Zeit, die trotzdem den meisten wie eine Ewigkeit dünkt,



Abb. 23. Die Gewitterböe zu Aachen am 26. Juli 1902.  
Nach der Natur gezeichnet von A. Sieberg.

fallen Schloßen und Regen dünner herab, und alles eilt hinaus, den angerichteten Schaden zu besehen. Die schmutzibraunen Fluten treiben abgeschlagene Zweige und Blätter, Hopfenranken und Trauben mit sich. Wie sich die Wolken vollends verzogen und lachendem Sonnenschein Platz gemacht haben, geht man hinaus auf die Felder. Das Heu ist fortgeschwemmt, das Getreide ausgedroschen, und das Gemüse durchlöchert. Zwar ist das Gewitter nur über die Hälfte des Bannes hinweggezogen; aber gerade unter dem Striche liegen die Hopfenfelder und die Reben. Der größte Teil der Hopfenernte ist dahin. Wie sehen die Reben aus! Die schönen Trauben hängen zerfetzt und zerschlagen an den Stöcken, als ob sie schon gekeltert wären. Für ein ganzes Jahr wieder war Mühe und Arbeit vergeblich. So ist das Bild, das sich leider allzuoft im Verlaufe der Gewitter zu entrollen pflegt.

Je nach der Art und Weise, wie der aufsteigende Luftstrom

zustande kommt, unterscheidet man zwischen Wärme- und Wirbelgewittern. Die ersteren bleiben auf den Sommer beschränkt, während die letzteren auch, wenn nicht gar vorzugsweise, im Winter auftreten.

Die Wärmegewitter sind für das Binnenland die wichtigsten, weil wir dort fast ausschließlich mit ihnen zu tun haben. In diesem Falle wird das Aufsteigen der Luft durch starke Erhitzung eines langgestreckten, schmalen Bodenstreifens hervorgerufen. Dadurch entsteht ein langer, schmaler Wolkenwulst, eine sogenannte Böenwolke, die mit ihrer Längsrichtung senkrecht zu dem Winde liegt, der sie fortführt. Das Wichtigste an dieser Böenwolke ist der Umstand, daß sie einen Luftwirbel darstellt, der

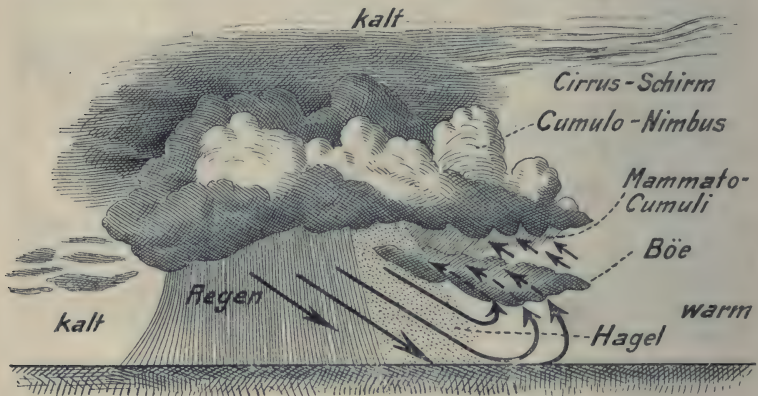


Abb. 24. Schematischer Querschnitt durch eine Gewitterböe. Nach Möller.

um eine horizontale, also der Erdoberfläche parallele, Achse rotiert. Hieraus erklärt sich die verderbliche Wirkung, die eine vorüberziehende Böenwolke ausüben vermag, falls sie nur genügend Stärke entwickelt. Abb. 24 gibt uns eine Vorstellung von den Bewegungen der Luftmassen im Bereiche einer Böenwolke, so wie sie Prof. Möller in Braunschweig festgestellt hat. Infolge der starken Erhitzung des Bodens und dadurch auch der unteren Luftschichten hat sich ein sogenannter labiler Gleichgewichtszustand in der Atmosphäre ausgebildet, d. h. es bedarf nur eines unbedeutenden Anstoßes, und plötzlich stürzen die kalten und deshalb schwereren oberen Luftschichten nach unten, und die unteren wärmeren und leichteren schießen nach oben. Der Böensturm erreicht schräg abwärts fallend die Vorgrenze der Erscheinung und wird dann durch den Reibungswiderstand an der Erdoberfläche gehemmt. Durch

die von obenher ununterbrochen nachdrängenden Massen kalter Luft wird die an der Vorderseite befindliche und zum Teil ihrer Bewegung beraubte Luft emporgehoben und dabei gleichzeitig von dem mit bedeutender Geschwindigkeit fortschreitenden Phänomen überholt. Infolgedessen gelangt die Luft wiederum an den Ausgangspunkt in der Höhe des fallenden Böenwindes und speist damit aufs neue den Sturm. Bei einem kräftig aufsteigenden Luftstrom mit reichlicher Kondensation, wie er bei den Gewittern vorhanden ist, tritt leicht Überkaltung ein, d. h. die Wolkentröpfchen bleiben trotz einer Temperatur von weniger als  $0^{\circ}$  flüssig. Wird nun durch irgendeinen Vorgang, etwa durch einen Blitz, diese Überkaltung ausgelöst, und die Wasserwolke ganz oder teilweise zum plötzlichen Gefrieren gebracht, so bilden sich kleine Schneebällchen, Graupel, oder durch Vereisen und Zusammenfrieren mehrerer Graupeln Hagelkörner oder Schloßen (Abb. 25), welche unter Umständen bis Hühnereidicke erreichen. Schmilzt der Hagel im Herabfallen, so kommt er unten in dicken und schweren Tropfen als Platzregen an. Die meteorologischen Vorgänge beim Vorüberzuge einer Böenwolke gehen am klarsten aus den Aufzeichnungen meteorologischer Registrierinstrumente hervor. Als Beispiel sei die vom Verfasser beobachtete und vom



Abb. 25. Hagelschloße. Nach der Natur gezeichnet von A. Sieberg.

Direktor des Aachener Meteorologischen Observatoriums, Dr. P. Polis, eingehend untersuchte Gewitterböe vom 26. Juli 1902 angeführt, die, von Holland herkommend, über Aachen und Tülich nach Köln zum Rhein hinzog und auf ihrem Wege Häuser abdeckte und umwarf, Kamine zu Boden legte, Bäume entwurzelte und knickte, die Saaten vernichtete, und der sogar mehrere Menschenleben zum Opfer fielen; allein die behördlich bekannt gewordenen Schäden beliefen sich auf 880 000 Mark. Die eigentliche Böenwolke (Abb. 23) war ein langgestreckter (3—4 km), mäßig hoher Wolkenstreifen, welcher um seine horizontale Achse rotierte. Mächtige Staubmassen wurden bei dem Fortschreiten des Gebildes, welches mit einer Geschwindigkeit von durchschnittlich 45—50 km pro Stunde erfolgte, emporgewirbelt; auch gingen aus ihm die orkanartigen Windstöße (25 m pro Sekunde) und der Platzregen hervor. Die um mehrere hundert Meter weiter rückwärts gelegene eigentliche Gewitterbank schlug ihren gesonderten Weg ein; bemerkt

sei noch, daß letzterer typische Mammato-Kumuli vorgelagert waren. Die Registrierinstrumente am Aachener Meteorologischen Observatorium zeigten folgendes Bild des Vorganges (vgl. Abb. 26):

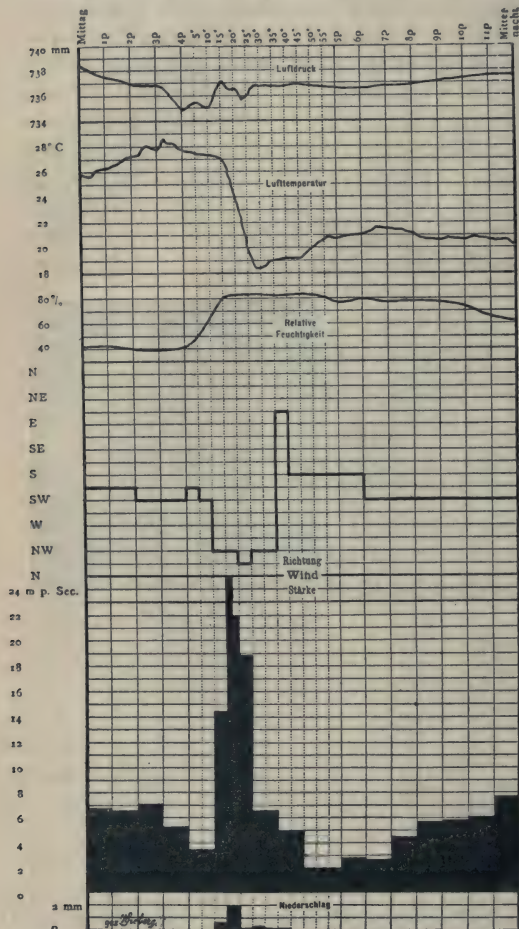


Abb. 26. Aufzeichnung des Vorüberzuges einer Gewitterböe (26. Juli 1902) durch die Registrierinstrumente am Meteorologischen Observatorium zu Aachen.

Die Temperatur erreichte vor dem Ausbruch des Unwetters kurz nach 3 p (p = post meridiem = Uhr nachmittags; dementsprechend a = ante meridiem = Uhr vormittags) ihren höchsten Stand mit  $28,6^{\circ}$ , während der Luftdruck, der allgemeinen Wetterlage, d. h. dem Herannahen eines großen Tiefdruckgebietes folgend, stetig abnahm; dementsprechend war auch die Richtung des Windes eine südliche bei einer Geschwindigkeit von 6–7 m pro Sekunde. Der Beginn des Unwetters, welcher auf 4<sup>10</sup> p fiel, machte sich an der Kurve des registrierenden Barometers durch eine deutliche Druckstufe (sog. „Gewitternase“) von 2,1 mm Luftdruckunterschied erkennbar, gleichzeitig begleitet von einem Temperatursturz von  $8,6^{\circ}$ , entsprechend dem Herunterstürzen der oberen kalten Luft-

massen an der Rückseite der Böe. Verbunden war dies mit einem starken Anwachsen der Windgeschwindigkeit, zunächst auf 14,5 m/sec., dann während 2,5 Minuten auf 25 m/sec., wo-

bei die Richtung innerhalb 5 Minuten von Süden nach Nordwesten drehte, entsprechend dem Vorüberzuge der Böe; einzelne Windstöße, welche aber für die Registrierung zeitlich zu kurz waren, erreichten unzweifelhaft noch höhere Geschwindigkeitswerte. Begleitet war das Einsetzen der Böe von stark ansteigender Feuchtigkeit und je einem 10 Minuten und 5 Minuten währenden Regengusse. Nach Abzug der Böe erfolgte bei sinkendem Luftdrucke (Aufsteigen der Luft an der Vorderseite des Wolkenwulstes) ein Zurückgehen der Windgeschwindigkeit zunächst auf 22 m/sec. und dann auf 19 m/sec. Sodann flaute der Wind unter Drehen von Nord-



Abb. 27. Wasserhosen in der Singapore-Straße am 6. Oktober 1909.  
Nach O. Hennig.

westen nach Nordosten ganz beträchtlich ab, nämlich auf 6 m/sec., wobei die niedrigste Temperatur von  $18,5^{\circ}$  erreicht wurde. Als nun endlich das Observatorium wieder außerhalb des Wirkungskreises der Erscheinung lag, von  $4^{30}$  p ab, folgten Windrichtung und -geschwindigkeit wiederum der allgemeinen Wetterlage.

Die Wirbelgewitter sind, im Gegensatz zu den vorher besprochenen, Begleiterscheinungen der barometrischen Tiefdruckgebiete und können infolgedessen auch im Winter auftreten, fehlen aber dem Binnenlande fast vollständig. Bei ihnen haben wir es also mit einem um eine vertikale Achse rotierenden Luftwirbel zu tun, der bei ganz enger Begrenzung zur Windhose oder Trombe wird. Bei einer Windhose krümmt und windet sich der aus den

dunkeln Wolken herabhängende schlauchförmige Wirbeltrichter von ca. 30—100 m Durchmesser und 100—300 m Höhe bei seinem Fortschreiten schlangenartig und übt auf scharf begrenzter Bahn seine Wirkungen aus, bestehend in Lockerung des Erdreichs, Knicken der Bäume, Abdecken und Zerstören von Häusern usw. Auf dem Meere oder sonst einem Gewässer redet man in einem solchen Falle von einer Wasserhose (Abb. 27), wobei dem Wolkentrichter



Abb. 28. Störung des elektrischen Potentialgefälles nahe der Erdoberfläche.

eine springbrunnenartig sprudelnde spitzige Wasser- und Schaummasse entgegenstrebt, um sich bisweilen mit ihm zu einer geschlossenen Säule zu vereinigen.

Für den Laien sind die elektrischen Entladungen in Gestalt von Blitzen, die meistens im Gefolge der Gewitter stattfinden, das charakteristische Merkmal. Die Frage nach ihrer Entstehung hat demnach ein besonderes Interesse, zumal deren Klärung auch Anhaltspunkte zu geben vermag, um den schädlichen Wirkungen der Blitzschläge vorzubeugen. Heutzutage

denkt man sich die Sache folgendermaßen: Unter dem Einfluß der Sonnenstrahlen werden die kleinsten Luftteilchen, die Luftmoleküle, mit Elektrizität geladen oder „ionisiert“, wie der Sachausdruck lautet, und zwar in den höchsten Luftschichten am stärksten. Also auch bei dem schönsten Wetter ist die Luft mit Elektrizität geladen, aber die Spannung zwischen den einzelnen Teilen ist gering und ziemlich gleichmäßig verteilt in Schichten, die der Erdoberfläche parallel verlaufen. Beispielsweise beträgt das elektrische Potentialgefälle, d. i. die Spannungsdifferenz zwischen zwei Punkten von 1 m Vertikalabstand, im normalen Zustande nahe der Erdoberfläche im Sommer 200—300 Volt, im Winter 300 bis 400 Volt. Dieses normale Potentialgefälle wird schon durch hervorragende Gegenstände, wie Bäume, Türme, Berge, merklich gestört (Abb. 28), aber in ganz bedeutendem Maße durch atmosphä-



rische Umwälzungen, besonders durch die mit dem aufsteigenden Luftstrom verbundenen energiereichen Bildung von hoch empordringenden Kumulo-Nimbus-Wolken, so daß es alsdann auf 10 000 Volt und selbst ein Mehrfaches davon steigen kann. Denn da sich, wie wir bereits sahen, der atmosphärische Wasserdampf an negativ elektrischen Teilchen, den sogenannten Elektronen, kondensiert, besitzen die Wolken ebenso wie die Erde, der der Regen die negativ geladenen Wassertropfen zuführt, negative Elektrizität, während in der übrigen Luft positive Elektrizität zurückbleibt. Ist nun die Spannung zwischen der negativ geladenen Erdoberfläche, bzw. tieferen Wolke und der positiven Ladung der oberen Wolken-schichten so stark geworden, daß sich der Ausgleich der beiden Elektrizitäten in der Form eines elektrischen Funkens durch die hemmenden Luftschichten hindurch vollziehen kann, so entsteht ein Blitz, der bekanntlich je nach seiner Erscheinungsform verschieden benannt wird. Die Entladungen zur Erde hin nehmen gewöhnlich die Gestalt vielfach verästelter



Abb. 29. Linienblitze. Aufnahme von A. Sieberg.

Schlangenlinien (niemals aber der häufig abgebildeten Zickzacklinien) an und werden dann als Linienblitze (Abb. 29) bezeichnet; bei Spannungsausgleich zwischen einzelnen Wolken erblicken wir meistens einen hellen, weithin reichenden Schein, den Flächenblitz; über die Natur der Kugelblitze, d. s. Feuerbälle, die oft mit sehr geringer Geschwindigkeit scheinbar regellos nahe der Erdoberfläche dahinziehen, wissen wir noch nichts Bestimmtes. Der Donner ist die beim Blitz verursachte Lufterschütterung und entspricht dem Geräusch, das wir beim Überspringen des Funkens an der Elektrifiziermaschine vernehmen. Da bekanntlich der Schall sich mit nur ca. 330 m Geschwindigkeit pro Sek. fortpflanzt, das Licht aber, soweit es für die Praxis in Betracht kommt, momentan, so bietet uns der Zeitunterschied zwischen einem Blitz und dem zugehörigen Donner die Möglichkeit, die Entfernung

der Gewitterwolken vom Beobachtungsort zu schätzen; denn jede Sekunde Zeitunterschied entspricht einem Abstand von 330 m. Oftmals sieht man von einem fernen, unterhalb des Horizontes befindlichen Gewitter den Widerschein der Blitze in den Wolken, ohne den Donner zu hören; in diesem Falle redet man von Wetterleuchten.

Bezüglich der Blitzgefahr ist zu bemerken, daß vereinzelte, über die Erdoberfläche emporragende Gegenstände, wie Gebäude, namentlich auch Bäume, Telegraphenstangen usw., dem Blitzschlag am meisten ausgesetzt sind; unter gleichartigen Gegenständen erscheinen die am höchsten emporragenden auch am stärksten gefährdet. Deshalb sollte man, wenn man im Freien von einem Gewitter überrascht wird, niemals unter einem Baume, Heuschaber usw. vor dem Regen Schutz suchen, sondern eher sich flach zu Boden legen. Selbstverständlich spielt auch dabei die Beschaffenheit des Gegenstandes eine wichtige Rolle. So ziehen namentlich Eisenkonstruktionen an Gebäuden den Blitz an, und bei Bäumen werden, wie statistisch nachgewiesen ist, einzelne Gattungen gegenüber anderen bevorzugt; namentlich die verschiedenen Pappelarten, die Eichen und die Nadelhölzer werden in unseren Gegenden am häufigsten vom Blitzschlage betroffen. Über die Ursache dieser Erscheinung ist man, trotz mannigfacher eingehender Untersuchungen, noch nicht im klaren. Nach Wöckert sollen Bäume mit behaarten Blättern, wenn alle übrigen Bedingungen gleich sind, dem Blitzschaden weniger ausgesetzt sein. Denn außer der größeren oder geringeren Leitungsfähigkeit des Stammes soll auch die Oberflächenbeschaffenheit des Laubes stark auf die den Blitz anziehende elektrische Spannung einwirken. Er glaubt, daß die Rotbuche dem Blitzschlage weniger ausgesetzt sei als die Eiche, weil ihre Blätter weichhaarig sind, und diese zahllosen Härchen durch fortwährende Spitzenausströmung der Elektrizität die Anhäufung größerer Elektrizitätsmengen verhindern. Der Weg, den der Blitz beim Einschlagen wählt, ist im allgemeinen dadurch bestimmt, daß er den besseren Leitern der Elektrizität folgt und bei gleich guten Leitern den kürzesten Weg einschlägt; infolgedessen sollte man von Metallgegenständen, z. B. Ofenröhren, Gas- und Wasserleitungen, Kronleuchtern etc., fernbleiben, ferner Dachrinnen, vorspringende Ecken, fließendes und herabfallendes Wasser meiden. Jedoch sind auch sehr viele Blitzschläge bekannt, deren Verlauf anscheinend ganz unabhängig von der leitenden Natur der von ihnen verfolgten Gegenstände ist. Als sprechendes Beispiel für die oft rätselhaften Launen des Blitzes sei das Nachstehende mitgeteilt. Im August

1904 wurde in Belgien ein Pächter im Bett vom Blitz getötet und die Leiche auf den Fußboden geschleudert; der Unglückliche war von Kopf bis Fuß verkohlt, aber sein Hemd zeigte nicht die geringsten Brandspuren. Eine wichtige Eigenschaft des Blitzes ist seine magnetische Wirkung, durch die oft Messer, Nadeln oder eiserne Geräte, die die vom Blitz Getroffenen bei sich tragen, magnetisch gemacht werden. Besonders wichtig ist dies bei eisernen Seeschiffen, deren Magnetismus mitunter für einige Zeit so stark geändert wird, daß die nach dem Kompaß gesteuerten Schiffe aus ihrem Kurs kommen. Auch zeigen sich bisweilen allerlei neckische Launen dieses gefährlichen Koboldes. So schmelzte z. B. der Blitz am 1. Juni 1809 in einem Mädchenpensionat in Bourdeaux eine goldene Kette ein, die eine der Damen des Pensionats am Halse trug; er hinterließ eine schwarze, gezahnte Linie, die sich aber bald verwischte. Die vom Blitz getroffene Dame erwachte nach sechs Stunden, ohne irgendwelche Schmerzen zu verspüren. In einem anderen Fall strickten zwei Damen ruhig; der Blitz nahm ihnen einfach die Stricknadeln fort. Bei einer Abendgesellschaft streckte eine Dame während des Gewitters den nackten Arm zum Fenster hinaus; ein leuchtender Blitz raubte ihr das Armband. Die Erschütterungen, die der Blitz im menschlichen Organismus hervorrufft, sind von furchtbarer Gewalt, und wenn nicht der sofortige Tod eintritt, so bleiben zumeist schwere Lähmungen zurück. Wie plötzlich der Schlag durch den Körper fährt, läßt sich daraus erkennen, daß die vom Blitz Getroffenen häufig unverändert in der Lage, die sie vor dem Tode hatten, und ohne irgendwelche Verletzungen aufgefunden werden. Nicht selten sind die Wirkungen des Blitzes leichter Art. Bisweilen verletzt er nur die Haut und ruft blutunterlaufene Flecke hervor; in anderen Fällen werden die Knochen selbst durch den Schlag zerbrochen. Oft fangen die Kleider der Getroffenen Feuer, dann wieder bleiben sie völlig unversehrt, während der Körper selbst ganz verkohlt ist. Gewöhnlich rufen Blitzschläge, die nicht den Tod herbeiführen, schwere nervöse Störungen, Lähmungen einzelner Körperteile und ganzer Körperhälften, Krämpfe, Neuralgien, Schwerhörigkeit oder Blindheit hervor. Als Schutzmittel gegen die zerstörenden Wirkungen der Blitzschläge wendet man bekanntlich den im Jahre 1752 von Benjamin Franklin erfundenen Blitzableiter an.

Schon mehrfach haben sich auch die Blitzschläge als ein gefährlicher Feind der Luftschiffahrt erwiesen. Wir haben bereits kurz erwähnt, daß hoch emporragende Gegenstände das elektrische

Potentialgefälle stören, infolgedessen wir beispielsweise an dem obersten Teile eines Fesselballons ein wesentlich höheres Gefälle messen als am Erdboden. Ein von Prof. Ebert in München angeführtes Beispiel zeigt am besten, mit welchen Spannungsdifferenzen wir dabei unter Umständen zu rechnen haben. Angenommen, ein Fesselballon sei bei 1000 Volt pro Meter Potentialgefälle, einem Wert, der durchaus noch nicht einer eigentlichen Gewitterstimmung entspricht, 300 m hoch gelassen worden. Durch das gut leitende Stahlkabel und die Winde ist er geerdet; infolgedessen besitzt er in seiner Umgebung von  $300 \times 1000 = 300\,000$  Volt selbst das Potential Null (Abb. 28), wie es ja der Erdoberfläche zukommt. Wir sind damit bereits an der Grenze der elektrischen Festigkeit der Luft angelangt, d. h. derartig hohen Spannungen vermag sie nicht zu widerstehen, und es kommt zum Ausgleich in der Form von leuchtenden Entladungen, mit denen jederzeit die Gefahr der Entzündung des Ballongases verbunden ist. Aber auch der Freiballon kann, trotzdem er nicht geerdet ist, in eine derartige kritische Lage kommen. Denn Höhendifferenzen von 300 m, wie wir sie vorher als Beispiel angeführt haben, werden im Freiballon häufig so schnell genommen, daß der ruhige Spannungsausgleich damit nicht Schritt zu halten vermag. Es kann sich dann der gleiche Vorgang wiederholen, den wir vorher erwähnt haben, falls nicht durch technische Hilfsmittel die Möglichkeit geboten wird, selbst den Spannungsausgleich gefahrlos vorzunehmen; jedoch sind wir in dieser Hinsicht bisher noch kaum über das erste Versuchsstadium hinausgekommen.



## Die Methode der Wettervorhersage.

Nachdem wir im vorstehenden die Ursachen und Wirkungen der verschiedenen Witterungsvorgänge in ihrer typischen Ausbildung kennen gelernt haben, können wir zur Besprechung der Mittel und Wege übergehen, die für die Aufstellung von Wettervorhersagen in Frage kommen.

Ohne weiteres dürfte sich auch dem Laien bei der Lektüre des vorigen Kapitels schon die Überzeugung aufgedrängt haben, daß nur die genaue Berücksichtigung der jeweils herrschenden Luftdruck- und daneben auch der Temperaturverhältnisse die Grundlage für eine Wetterprognose

geben kann. Damit wird dann Hand in Hand gehen, daß der treue alte Hausfreund Barometer, dessen Ruf als Wetterorakel vielleicht im Laufe der Zeit etwas gelitten hat, im Ansehen wieder steigt. Allein ich muß da vor einer übertriebenen Wertschätzung eindringlichst warnen; denn aus dem hohen oder tiefen Stande des Barometers allein läßt sich kein Schluß auf die zu erwartende Witterung ziehen. Weiß doch jeder aus Erfahrung genau, daß das Barometer häufig genug „falsch zeigt“, indem dann bei hohem Barometerstand andauerndes Regenwetter herrscht, oder umgekehrt bei niedrigem Stande der Himmel vielleicht vollkommen heiter ist. Die Witterung hängt eben nicht von dem lokalen Barometerstande ab, sondern von der Lage des Beobachtungsortes in bezug auf diejenige der Tief- und Hochdruckgebiete, so daß beispielsweise bei allgemein niederem Luftdrucke das Barometer etwa auf „Regen“ stehen kann, während sich der Beobachtungsort bereits im Kerne des Hochdruckgebietes mit „schönem“ Wetter befindet. Erst wenn der Stand des Barometers mit den täglichen Wetterkarten verglichen wird, vermag dieses Instrument ein wirksames Hilfsmittel für die Wettervorhersage abzugeben, indem sein Fallen das Heranrücken eines Tiefdruckgebietes, sein Steigen die Annäherung eines Hochdruckgebietes zu erkennen gibt. Mithin hat die Skala „beständig, schön, veränderlich, Regen, viel Regen, Sturm“, die sich auf den meisten zum Hausgebrauch dienenden Barometern vorfindet, keine Daseinsberechtigung.

Daß die Prophezeiungen des berühmten oder, besser gesagt, berühmtesten „Hundertjährigen Kalenders“ von Mauritius Knauer, Abt des Klosters Laugheim (1612—64), auf den auch heute leider noch manche Kreise schwören, absolut keinen Wert haben können, sollte eigentlich jedem Leser ohne weiteres einleuchten. Bezüglich der richtigen Beleuchtung des Unwertes von Wettervorhersagen auf Grund der Salbschen „kritischen Tage“ muß ich mich an dieser Stelle auf den kurzen, jedoch eigentlich alles besagenden Hinweis beschränken, daß nüchterne, aber einwandfreie statistische Untersuchungen sichergestellt haben, daß alle Witterungserscheinungen, die speziell an die kritischen Tage gebunden sein sollen, ebenso oft auch an den anderen Tagen auftreten. Damit soll allerdings nicht behauptet werden, der Mond oder die Sonnenflecken befäßen überhaupt keinen Einfluß auf die Witterung; er ist theoretisch wohl möglich, aber zweifellos praktisch so geringfügig, daß er bis jetzt noch nicht sicher erkannt werden konnte.

Besser ist es mit gewissen unter den sogenannten „Bauern-

regeln“ bestellt, sofern sie auf einem höheren Niveau stehen als die bekannte:

„Kräht der Hahn auf dem Mist,  
Ändert sich das Wetter oder es bleibt, wie es ist.“

Neben vielen Irrtümern finden wir unter ihnen doch manche auf richtiger und wissenschaftlich begründeter Wahrnehmung beruhende, z. B. die Furcht vor den „gestrengen Herren Mamertus, Pankrätius, Servatius und Bonifazius, den Eisheiligen des Monats Mai. Aber eine Verallgemeinerung der lokal oft recht zutreffenden Beobachtungen oder deren Einkleidung in ein praktisch verwendbares System erweist sich als völlig unmöglich.

Genau so verhält es sich auch mit den Wetterpropheten aus dem Tierreiche. Beispielsweise verdient der Laubfrosch seinen Ruhm nicht, den er genießt, weil er sich meist erst dann ins Wasser zurückzieht, wenn die feuchte Witterung bereits eingetreten ist. Dagegen liegt viel Wahrheit in dem Sprüchlein:

„Wenn die Schwalben niedrig fliegen,  
Werden wir bald Regen kriegen.“


















Denn die Fliegen lieben trockene Luft und halten sich deshalb vor Beginn des Regens, wenn die oberen Luftschichten bereits feucht sind, nahe dem Erdboden auf, wohin ihnen die Nahrung suchenden Schwalben folgen müssen. Aus dem gleichen Grunde springen auch die Fische vor dem Regen aus dem Wasser, um Fliegen zu schnappen. Von alters her als Wettertiere berühmt sind die Spinnen. So soll es auf ein schönes Wetter deuten, wenn sie die Beine weit ausstrecken und fleißig spinnen, während sie sich bei Regenwetter zusammenkauern usw. Viel Aufsehen erregte zu Ende des 18. Jahrhunderts die angebliche Entdeckung des französischen Offiziers Quatremere-Disjonval, der durch seine Spinnenbeobachtungen den Erfolg des Generals Pichegru in dessen niederländischem Feldzuge vorausgesagt haben wollte; der strenge Winter, den er ankündigte, sei wirklich eingetroffen, und das überschwemmte, aber in eine Eisfläche verwandelte Land sei leicht in Besitz zu nehmen gewesen. Zur Erklärung dieser Erscheinung sagt der Zoologe Voigt: „Die Spinnen sind gegen das Wetter sehr empfindlich, weil sie viel Feuchtigkeit aus der Luft einsaugen.“ Allein von dieser Erkenntnis ist, wie Prof. S. Günther treffend bemerkt, noch ein weiter Weg zur Wetterprognose.

Schließlich sei noch erwähnt, daß ältere, kränkliche, namentlich rheumatische Leute als Wetterpropheten gelten, weil sie infolge gesteigerter Empfindsamkeit ihrer Nerven bei jedem Witterungs-

wechsel, insbesondere vor Regenwetter, größere Schmerzen empfinden. Das bekannte Schmerzen der Hühneraugen rührt daher, daß bei hoher Luftfeuchtigkeit das Leder der Schuhe quillt und den Fuß drückt. Bei all diesen Wetterzeichen wird aber übersehen, daß sie sich mehr auf das vorhandene als auf das zu erwartende Wetter beziehen.

Wenn wir bei allen Methoden das Für und Wider kritisch und objektiv gegeneinander abwägen, dann bleibt uns tatsächlich nichts anderes übrig, als uns beim Aufstellen von Wetterprognosen an die Wetterkarten zu halten, die uns jeden Tag Aufschluß geben über die jeweilige Verteilung von Luftdruck und Temperatur. Welches Wetter alsdann dementsprechend an jedem Orte herrschen muß, läßt sich nach unseren bisherigen Darlegungen unschwer ableiten. Eine Beurteilung der zu erwartenden Witterung wird uns aber dadurch ermöglicht, daß die verschiedenen atmosphärischen Vorgänge die Neigung zeigen, sich in einer bestimmten Weise weiterzuentwickeln, wofür die augenblicklich herrschende Wetterlage die erforderlichen Anhaltspunkte gibt. Das Herausfinden dieser Gesetzmäßigkeiten und deren Ausarbeitung zu einem befriedigenden System verdanken wir in erster Linie den langjährigen Untersuchungen des französischen Meteorologen Teisserenc de Bort sowie der Professoren Köppen und van Bebbber an der Deutschen Seewarte in Hamburg. Vor allem der Name van Bebbbers bleibt mit der Entwicklung der Wettervorhersage auf immer untrennbar verknüpft. Dieser Gelehrte, den am 1. September 1909 der Tod aus seinem Arbeitsfeld herausriß, hat in erster Linie die Zugstraßen festgelegt, welche die barometrischen Depressionen je nach dem Ort ihres Erscheinens und je nach der Jahreszeit einzuschlagen pflegen, sowie eine Anzahl von Wettertypen aufgestellt, die trotz ihrer geringen Zahl und ihrer Einfachheit der Wettervorhersage vorzügliche Dienste leisten; ferner hat er, und das ist kaum minder wichtig, das heutige System der Wettertelegraphie, die die rechtzeitige Beschaffung des für die Abfassung der Wetterkarten notwendigen Beobachtungsmaterials erst ermöglicht, geschaffen und zu seiner heutigen Vollkommenheit ausgebaut.

**Die Wetterkarten.** Wie gesagt, die Grundlage für die Wettervorhersage geben die täglichen Wetterkarten ab, wie sie heutzutage für Deutschland nicht mehr allein von der Deutschen Seewarte in Hamburg, sondern auch von zahlreichen Wetterdienststellen in der Provinz herausgegeben und durch öffentlichen Anschlag an Bürgermeistereien, Schulen, Postanstalten

usw. dem großen Publikum zugänglich gemacht werden. Die Wetterkarten veranschaulichen die Wetterlage über Europa um 8 Uhr morgens am Tage der Ausgabe. Sie enthalten zunächst die Isobaren, also die Verbindungslinien aller Orte mit gleich hohem (auf den Meerespiegel umgerechneten) Barometerstande. Die Richtung der nach den Stationskreisen fliegenden Pfeile gibt die Windrichtung, ihre Befiederung die Windstärke nach der Beaufort-Skala in folgenden Abstufungen an:  leicht,  mäßig,  stark,  stürmisch,  voller Sturm,  Orkan; ein die Station umschließender Kreis  bedeutet Windstille. Für Bewölkung und Niederschlag gelten folgende international vereinbarte Zeichen:  wolkenlos,  heiter,  halbbedeckt,  wolkig,  bedeckt,  Regen,  Schnee,  Dunst,  Nebel,  Gewitter. Außerdem wird dem Kartenbilde eine Wettervorhersage für die nächsten 24 Stunden beigegeben. Selbstverständlich müssen die Prognosen der Wetterkarten wegen ihres weiten Verbreitungs- und Gültigkeitskreises mehr allgemein gehalten werden, insofern sie, um vollständig ausgenutzt werden zu können, für jeden Ort noch einer genaueren und weiter ins einzelne gehenden Fassung, unter Umständen sogar einer Umgestaltung bedürfen. Zur Erreichung dieses anzustrebenden Zieles ist es erforderlich, daß sich allerorts Personen finden mit der Befähigung, auf Grund eigener lokaler Beobachtungen und unter Berücksichtigung der klimatischen Eigentümlichkeiten ihrer Gegend an der Hand der Wetterkarten zu beurteilen, in welcher Weise sich gerade in ihrer näheren Umgegend das Wetter gestalten wird. Hierzu sollen eben die jetzt folgenden Darlegungen in leichtfaßlicher Form die erforderlichen Aufschlüsse und Anleitungen geben.

Wenn dieses Ziel erreicht ist, kann man auch die unvermeidlichen Fehlprognosen, die immerhin je nach den Umständen 10—20 % ausmachen, mit gerechtem Maße beurteilen, und das schon für sich allein wäre ein nicht zu unterschätzender Gewinn. Denn vor allem die Urteilslosigkeit und Voreingenommenheit des großen Publikums infolge seiner mangelnden Kenntnis der atmosphärischen Vorgänge ist es, die bisher der Nuzbarmachung der Wettervorhersagen für die billigen Anforderungen des praktischen Lebens sehr hemmend entgegenstand. Man muß sich doch stets vor Augen halten, daß derartige Wettervorhersagen keineswegs als Prophezeiungen oder Orakelsprüche angesehen werden dürfen und wollen. Vielmehr sind sie auf streng wissenschaftlicher



Grundlage aufgebaute Mutmaßungen, denen die bis jetzt überhaupt erreichbare größte Treffsicherheit zukommt, was jedoch nach der Lage der Dinge Fehlprognosen nicht völlig ausschließt. Leider vermag aber das Publikum meist die unvermeidlichen Mißerfolge nicht gerecht zu beurteilen. Ein einziger Mißerfolg ist imstande, das durch zahlreiche Treffer Erreichte gänzlich in Frage zu stellen. Denn wie überhaupt der Laie fremden Wettervoraussagen gegenüber gerne zu spöttischer Kritik geneigt ist, so übersieht er recht oft das wirklich Eingetrossene, wohingegen er das Nichtzutreffende, mitunter für das Gesamtbild der Witterung ganz Unwesentliche, bemerkt und im Gedächtnis behält. Infolgedessen gelangt er dann leicht zu der durchaus irrigen Ansicht, daß die Wettervorhersagen überhaupt keinen oder doch nur einen bedingten Wert hätten. Hier steht eine übertriebene Anerkennung einer ebenso übertriebenen Ablehnung gegenüber, und die Wahrheit liegt, wie überall, so auch im vorliegenden Falle in der Mitte.

Bevor ich auf die für die Prognosestellung in Betracht kommenden Regeln näher eingehe, möchte ich noch einen praktischen Wink erteilen, dessen Befolgung allein zu einer genügenden Sicherheit in der Beurteilung der Wetterlage führen kann: Jeder, der sich mit Wettervorhersage beschäftigen will, muß immer wieder frühere Wetterkarten im Zusammenhange studieren und sich durch deren Vergleich Klarheit darüber zu verschaffen suchen, weshalb sich in jedem einzelnen Falle das beobachtete aus dem vorhergegangenen Wetter entwickeln mußte.

Da sowohl in den Witterungsübersichten als auch in den Wettervorhersagen einzelne Ausdrücke vorkommen, welche, ob schon sie gemäß der Gebrauchsweise der meteorologischen Institute einheitlich geregelt sind, doch unter Umständen verschiedenartig aufgefaßt werden könnten, so sei hier, abgesehen von denjenigen, deren Erklärung selbstverständlich ist, die Bedeutung der übrigen festgelegt.

Bei den Temperaturangaben bedient man sich folgender Ausdrücke: Normale Temperatur: von dem vieljährigen Durchschnittswerte der betreffenden Jahres- und Tageszeit nicht mehr als  $2^{\circ}$  C abweichende Temperatur; kaltes Wetter: Temperatur  $5^{\circ}$ — $10^{\circ}$  C unter der normalen; kühles Wetter: Temperatur einige Grade unter der normalen, jedoch nicht unter dem Gefrierpunkte; warmes Wetter: Temperatur mindestens  $2^{\circ}$  C über der normalen; heißes Wetter: Temperatur über  $25^{\circ}$  C und beträchtlich über der normalen; leichter Frost: Temperatur vorübergehend zwischen  $0^{\circ}$  und  $-3^{\circ}$  C; mäßiger

Frost: Temperatur 3° bis 5° unter Null; strenger Frost: längere Zeit anhaltender Frost von mindestens 5° unter Null.

Bei der Windstärke versteht man unter: stillem Wetter eine Windstärke zwischen 0 und 3; windigem Wetter eine Windstärke zwischen 4 und 7; stürmischem Wetter eine Windstärke zwischen 7 und 12; Auffrischen ein Stärkerwerden des Windes; Abflauen dessen Schwächerwerden; böigem Winde ein zeitweilig stoßweise erfolgendes bedeutendes Anwachsen der Windstärke, die im Durchschnitt nicht unter 4 Grad der Beaufort-Skala beträgt.

Bezüglich der Bewölkung und Witterung ist folgendes zu bemerken: Es gilt als Aufklaren: Sichtbarwerden des blauen Himmels; heiteres Wetter: fast wolkenlos und sonnig; ziemlich heiteres Wetter: mehr bewölkt, jedoch sonnig und trocken; wolkiges Wetter: schwere Wolkenmassen, jedoch nicht vollkommen trübe; trübes Wetter: Beeinträchtigung der Tageshelle durch die Wolkendecke; beständiges Wetter: gleichmäßige Fortdauer einer ziemlich ruhigen, keine rasche Änderung in sich schließenden Witterung, jedoch ohne Rücksicht auf die Windstärke; unbeständiges Wetter: schneller Wechsel, zeitweise kurze Niederschläge; veränderliches Wetter: langsamer Wechsel zwischen entgegengesetzten Witterungscharakteren, etwa zwischen Niederschlag und trockener Witterung; veränderliche Bewölkung: trocken, jedoch langsamer Wechsel zwischen trübem und heiterem Himmel; wechselnde Bewölkung: trocken, jedoch schneller Wechsel.

Trockenes Wetter: Abwesenheit von Niederschlägen und starkem Nebel; feuchtes Wetter: sehr feuchte Luft, dabei anhaltender Nebel oder feiner Regen; regnerisches Wetter: anhaltende Neigung zum Regen und dessen oft wiederholtes Auftreten; Regenschauer: ziemlich starker Regen, der nur kurze Zeit anhält; Landregen: anhaltender, über großes Gebiet sich ausdehnender Regen von mäßiger Stärke bei Windstille oder schwacher Luftbewegung; Strichregen: über kleine Landstriche hinziehender Regen, der also an einem bestimmten Orte nur von geringer Dauer ist.

Unruhiges Wetter: Winde über 6 Grad Beaufort und stärkere Niederschläge (Regenschauer, Hagel, Gewitter, Böen); n a ß k a l t: feucht und kalt; s c h w ü l: für die Empfindung sehr warme und unbehagliche Atmosphäre; r a u h: windig und für die Empfindung sehr kalt, bei trockener Luft; m i l d: Temperatur gemäßigt und für die Empfindung angenehm, bei feuchter Luft.

**Die Wichtigkeit der Hoch- und Tiefdruckgebiete.** Wie bereits mehrfach betont und eingehend begründet wurde, ist für die Witterung, sowohl für die augenblicklich vorhandene als auch für die zu erwartende, nicht die absolute Größe, sondern die geographische Verteilung des Luftdruckes ausschlaggebend. Man muß also das Hauptaugenmerk auf die Isobarenformen richten und sich vergegenwärtigen, daß zum HOCH hin (antizyklonal) gekrümmte Isobaren die Zugehörigkeit des betreffenden Ortes zu einem Hochdruckgebiet, dagegen zum TIEF hin (zyklonal) gekrümmte Isobaren die Zugehörigkeit zu einem Tiefdruckgebiet zu erkennen geben. Hat man so einen Überblick über die herrschende allgemeine Wetterlage gewonnen, dann heißt es zu ermitteln, ob etwa ein Tiefdruckgebiet vom Ozean her im Herannahen begriffen ist, an welcher Stelle des Kartenrandes es auftaucht, ob im höheren Norden oder in den südlicheren Breiten. Das Erscheinen eines neuen Tiefdruckgebietes erkennt man, noch ehe es durch die Form der Isobaren Ausdruck findet, und lange bevor das Fallen des Barometers bei uns das Nahen eines Tiefdruckgebietes andeutet, an der Windrichtung der westlichen Stationen, weshalb man auf das Auftreten östlicher bis südlicher Winde an den Randstationen des Westens ganz besonders zu achten hat. Es zeigt nämlich an:

|                |                        |  |
|----------------|------------------------|--|
| Südwind im NWS | Scottlands u. Irlands, | daß ein TIEF nördl. davon auftritt;                          |
| Südost „ „     | W Irlands,             | „ „ „ westl. „ „   |
| Südost „ „     | W Frankreichs)         | „ „ „ über der Biskajasee                                    |
| Nordost „ „    | SO Englands )          | auftritt, welches von SW her unsere Gegenden erreichen kann. |

In den häufigsten Fällen, ja fast stets, entstehen die Tiefdruckgebiete auf dem Meere. Für unsere Gebiete kommt in dieser Hinsicht das gewaltige Wasserbecken des Atlantischen Ozeans in Betracht, das man deshalb mit vollem Rechte als die „Wiege der Witterung Europas“ bezeichnet hat. So zeigen sich denn auch die Depressionen vorwiegend zuerst an den Küsten Großbritanniens, seltener an den südlich oder nördlich davon gelegenen Küsten, und nur vereinzelt kommen sie vom Mittelländischen Meere her.

**Die Zugstraßen der Tiefdruckgebiete.** Wie Prof. Dr. van Beber nachgewiesen hat, halten die Depressionen bei ihrer Vorwärtsbewegung fünf verschiedene Zugstraßen (Abb. 30) ein, wobei sie im allgemeinen dorthin ziehen, wo ihnen keine hohe und ausgedehnte Gebirge entgentreten. Sie nehmen daher ihren Weg durch Lücken zwischen den Gebirgen und bevorzugen große Wasserflächen, wobei sie die Gebiete des

höchsten Luftdruckes und der höchsten Temperatur zu ihrer Rechten liegen lassen. Befinden sich der höchste Druck und die höchste Temperatur entweder gleichzeitig im Norden oder gleichzeitig im Süden einer Depression, so wird letztere sich rechtwinklig zu beiden fortbewegen. Wenn aber etwa der Druck im Norden und die Temperatur im Süden am höchsten ist, dann wird



Zugstrasse I Zugstrasse II Zugstrasse III Zugstrasse IV Zugstrasse V

Abb. 30. Die Zugstrahlen der barometrischen Tiefdruckgebiete.  
Nach J. van Bebber.

das Tiefdruckgebiet voraussichtlich auf seiner gewöhnlichen Bahn nach Osten aufgehalten werden. Die Fortbewegung der Tiefdruckgebiete ist eine sehr schnelle, indem in Europa durchschnittlich etwa 600 bis 700 km innerhalb 24 Stunden zurückgelegt werden.

Jede Zugstraße hat eine ganz charakteristische Witterung im Gefolge, deren Einwirkung auf Deutschland

sich im allgemeinen, wie folgt, kurz zusammenfassen läßt. Dabei muß jedoch genau in Rücksicht gezogen werden, daß die Witterungserscheinungen gewisse, jedoch nach den bisherigen allgemeinen Erörterungen leicht zu überschauende Modifikationen zeigen, je nachdem der Kern der Depression in größerer oder geringerer Entfernung beim Beobachtungs-, bzw. Prognosenorte vorüberzieht.

**Zugstraße I** beginnt im NW Schottlands, führt nordostwärts nach der Küste Norwegens und an dieser in einiger Entfernung entlang über den Polarkreis hinaus, um sich dann in vier Straßen zu teilen, von denen die eine zum Eismeer, die zweite zum Weißen Meer und die dritte und vierte südostwärts nach dem Innern Rußlands verläuft.

Diese Zugstraße bringt für unsere Gegenden meist trockene Witterung, besonders dann, wenn der Kern des Hochdruckgebietes südöstlich liegt. Im Winter bedingen die durch diese Luftdrucklage hervorgerufenen südwestlichen Winde eine milde Witterung, im Sommer jedoch meist nicht zu warmes, vorwiegend heiteres Wetter. Befindet sich aber der Kern des Hochdruckgebietes südlich von unseren Gebietsteilen, etwa über der Alpengegend, so dehnt sich der Einfluß des Tiefdruckgebietes weit mehr östlich aus; Trübung und Regenfälle, begleitet von meist starken Südwestwinden, stellen sich ein. Der dritte Fall ist der, daß der Kern des Hochdruckgebietes über Zentraleuropa selbst lagert; dann ist die ozeanische Luft von unseren Gegenden vollständig abgesperrt. Im Sommer pflegt sich bei dieser Luftdrucklage große Hitze einzustellen, während im Winter je nach dem Vorhandensein einer Schneedecke strenge Kälte damit verbunden ist.

**Zugstraße II** führt von dem zwischen den Faröerinseln und Schottland gelegenen Meere in fast rein östlicher Richtung über Skandinavien hinaus nach dem Finnischen Meerbusen, wo ein Teil nach NO umbiegt, ein anderer seine Wanderung nach dem Innern Rußlands fortsetzt.

Stärkere Luftbewegung und größere Regenwahrscheinlichkeit als bei I sind die Hauptcharakteristik dieser Zugstraße.

Die Wetterkarte (Abb. 31) gibt Auskunft über die Witterung, die im Gefolge einer tiefen, auf der Zugstraße II wandernden Depression auftrat. Der Kern der Depression, der sich am 20. Februar 1907 nördlich der Shetlandinseln befunden hatte, war am Morgen des 21. bis zu den Schwedischen Seen vorgedrungen. In Deutschland, wo überall Niederschläge gefallen waren, herrschte meist trübes und ziemlich mildes Wetter bei überwiegend starken

bis stürmischen Winden aus Süden und Westen, an der Nordseeküste bereits nordwestlichen Winden. Die Niederschläge waren durchweg reichlich; so meldete Karlsruhe 24 mm, Clermont 27 mm. — Die Prognose für den 22. lautete für das Nord- und Ostseegebiet: Etwas kälteres, veränderliches Wetter mit stark böigen Winden aus nördlichen Richtungen.

**Zugstraße III** verläuft von den Shetlandinseln südostwärts nach dem Skagerrak und Südschweden und biegt dann ostwärts

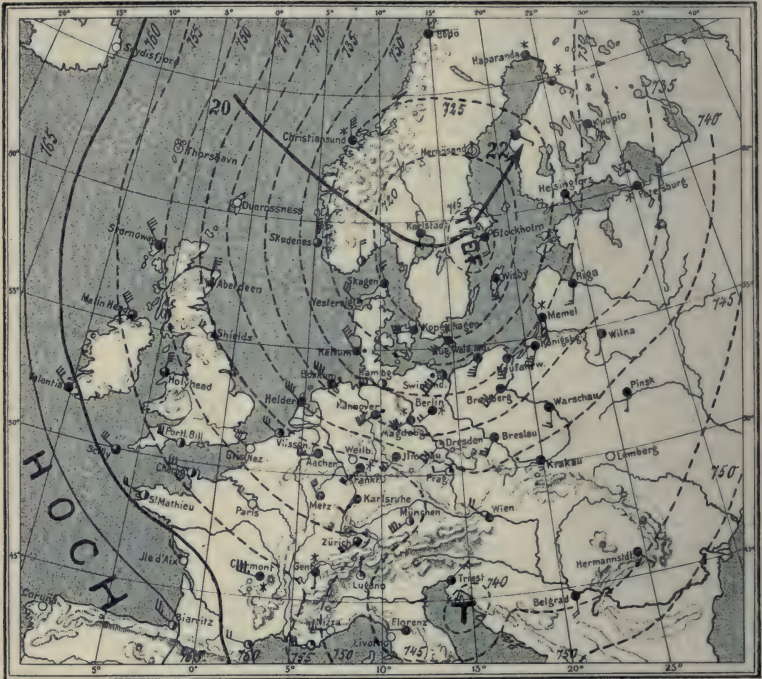


Abb. 31. Beispiel für Zugstraße II. Wetterkarte vom 21. Februar 1907.

ab oder setzt sich weiter südostwärts nach dem inneren und südlichen Rußland fort.

Viele Regenfälle und starke Bewölkung sowie böige Witterung im Westen begleiten die auf dieser Zugstraße ziehenden Tiefdruckgebiete.

**Zugstraße IV** beginnt im SW der Britischen Inseln und führt so nordostwärts über das Skagerrak oder die Helgoländer Bucht hinaus nach Finnland und dem Weißen Meere.

Sie ist mehr den Sommer- und Herbstmonaten eigen. Für Zentraleuropa bewirken die Tiefdruckgebiete, welche diese Zugstraße einschlagen, schnelle Witterungswechsel, in den Sommermonaten meist starke Erwärmung und Gewitter. Im Winterhalbjahr ist diese Zugstraße, die allerdings selten besucht wird, oft von sehr schweren West- und namentlich Nordweststürmen begleitet. Letztere geben dann für die Nordseeküste die Veranlassung zu schweren, verderbenbringenden Sturmfluten.



Abb. 32. Beispiel für Zugstraße IV. Wetterkarte vom 8. November 1906.

In der Wetterkarte (Abb. 32) sehen wir die der Zugstraße IV entsprechende Bahn der Depression während der Zeit vom 7. bis 10. November 1906 eingezeichnet. Der Vorüberzug dieses Tiefdruckgebietes, das am 8. gesonderte Kerne über Thüringen, den Niederlanden und der Südwestküste der Bretagne aufwies, brachte für Deutschland an diesem Tage mildes, trübes und an der Küste vielfach nebeliges Wetter bei schwachen, meist südlichen Winden im Norden und mäßigen westlichen Winden im Süden. Während an

der Nordseeküste und in Süddeutschland nur vereinzelt geringe Niederschläge gefallen sind, hatte Südeuropa ganz beträchtliche Regenfälle zu verzeichnen; so melden Clermont 35 mm, Nizza 59 mm und Lugano sogar 88 mm. — Die Prognose für den 9. November lautete: Trübes, mildes Wetter mit meist schwacher Luftbewegung und vielfach Regen an der Nordsee und dem westlichen Teile der Ostsee; im Osten des Ostseegebietes meist trübes, mildes Wetter mit schwachen südöstlichen Winden, stellenweise Regen.



Abb. 33. Beispiel für Zugstraße Vb. Wetterkarte vom 7. Dezember 1907.

Zugstraße V führt ungefähr parallel mit der Straße III von den Britischen Inseln südostwärts durch Frankreich nach dem Mittelmeer hin und teilt sich hier, die von Westen kommenden Minima aufnehmend, hauptsächlich in drei Arme, von denen der eine südostwärts nach Griechenland, der zweite ostwärts nach dem Nordufer des Schwarzen Meeres und der dritte, für unsere Gegenden wichtigste, nach dem Finnischen Meerbusen führt.

Deutschland liegt für diese Tiefdruckgebiete auf der Nordseite;



infolgedessen entstehen östliche Winde und damit im Winter kalte Witterung mit nicht selten ausgedehnten Schneefällen. Besonders wichtig ist der Teil Vb, der von dem Adriatischen Meere nach Polen führt, da er in unmittelbarer Beziehung zu den Überschwemmungen im Oderstromgebiet steht. Bei dieser Luftdrucklage entstehen nämlich sehr starke Regenfälle, die dadurch gefährlich werden, daß die Fortbewegung dieser Depression gewöhnlich sehr langsam und entlang dem Laufe von Elbe und Oder, bzw. deren linken Nebenflüssen erfolgt. Infolgedessen vermögen die Flußbetten schon bald die Wassermassen, die bei ihrem Abfließen durch die mit ihnen Schritt haltenden Niederschläge ununterbrochen neue Zufuhr erhalten, nicht mehr zu fassen, und es entstehen ausgedehnte Überschwemmungen.

Die Wetterkarte (Abb. 33) führt uns die Zugstraße Vb vor Augen, auf der das Tiefdruckgebiet in der Zeit vom 6. bis 9. Dezember 1907 wanderte. Während am 7. in Deutschland Abkühlung eintrat, so daß an der Nordseeküste und in Westfalen die Temperatur auf  $-1^{\circ}$  sank, fanden im Alpengebiet starke Regenfälle statt, weshalb Zürich 27 mm, Wien 25 mm und Triest 42 mm meldeten. — Die Prognose lautete: Wolkiges, vielfach nebeliges, trockenes Wetter mit schwachen südwestlichen Winden und wenig veränderter Temperatur im Nordseegebiet; wolkiges, kühleres Wetter mit umlaufenden Winden, stellenweise Niederschläge an der Ostsee.

Wie die Erfahrung lehrt, ist die Frequenz der einzelnen Zugstraßen in den verschiedenen Jahreszeiten eine wechselnde. In dieser Hinsicht läßt sich folgende Regel aufstellen:

Zugstraße I: Wird am häufigsten besucht im Herbst und Winter, selten im Frühjahr.

Zugstraße II und III: Werden am häufigsten in der kälteren Jahreszeit benutzt.

Zugstraße IV: Ihr folgen die Depressionen vorzugsweise im Sommer, in selteneren Fällen auch im Herbst.

Zugstraße V: Fast ausschließlich wird sie in der kälteren Jahreszeit eingeschlagen, während ihre Unterart Vb speziell im Frühjahr und Herbst zur Geltung kommt.

Die Ursache dieser Erscheinung beruht auf der ungleichen Verteilung der Luftdruck- und Temperaturverhältnisse während des Sommer- und des Winterhalbjahres. Infolgedessen müssen diese Verhältnisse sorgfältigst berücksichtigt werden. Ganz allgemein kann dabei folgendes zur Richtschnur dienen:

Zugstraße I, II und IV werden durch hohen Luftdruck und hohe Wärme im Südosten und Osten Europas bedingt.

Zugstraße III und Va werden eingeschlagen, wenn sich der höhere Luftdruck und die höhere Wärme im Westen und Südwesten befinden.

Zugstraße Vb setzt hohen Luftdruck im Südosten sowie abnehmende Temperatur im Südosten und Nordwesten voraus.

Es versteht sich nun eigentlich von selbst, daß man allen Details in dem Verlaufe der Isobaren besondere Aufmerksamkeit zuwenden muß, sofern der Sachlage nach zu erwarten steht, daß sie einen Einfluß auf die Witterung des Beobachtungsortes gewinnen werden, indem sie in genügende Nähe an ihn heranrücken. Die Art und Weise, wie die verschiedenen Isobarenformen die Witterung beeinflussen, wurde bereits S. 31 ff. besprochen, so daß hierauf nicht weiter eingegangen zu werden braucht.

**Die Wettertypen.** Die barometrischen Tiefdruckgebiete bilden das eigentlich bewegliche Element in der Atmosphäre, indem sie schnell ihren Ort verändern und damit oft tief einschneidenden Wechsel in der Witterung mit sich bringen. Dagegen zeigen die Hochdruckgebiete ausgesprochen die Neigung, längere Zeit über ein und demselben Gebiet zu verweilen, weswegen sie für die in ihren Wirkungsbereich entfallenden Länderstrecken meist eine gewisse Konstanz im Witterungscharakter bedingen. Es ist deshalb einleuchtend, daß eine auf die Hochdruckgebiete gestützte Wetterprognose im allgemeinen langfristiger und insofgedessen meist auch sicherer sein kann als diejenige, welche die Tiefdruckgebiete zum Ausgangspunkt nimmt. Daher hat denn van Bebbber im Laufe der Jahre mehr und mehr die Hochdruckgebiete seinen Zwecken dienstbar zu machen verstanden und gelangte damit zur Aufstellung der in nachstehendem eingehend zu besprechenden fünf Wettertypen.

**Typus I.** Hochdruckgebiet über Westeuropa, etwa den Britischen Inseln und deren Nachbarschaft;  
Tiefdruckgebiet im Osten.

Ausgesprochene Sommerhäufigkeit, besonders im Mai und Juni. Bringt feuchte und kalte nördliche und nordwestliche Winde. Bedingt im Sommer und Herbst starke Niederschläge und kühle Witterung bei raschen und beträchtlichen Temperaturwechseln, im Winter gewöhnlich eine reichliche Schneedecke und damit große Kälte; ist im Sommer die Ursache von Kälterückfällen. — Wird

abgelöst im Winter und Frühjahr meist durch Typus V, im Herbst und namentlich im Sommer durch Typus II, seltener durch Typus V.

Die Wetterkarte (Abb. 34) bildet ein Beispiel für diesen Wettertypus. In Deutschland war das Wetter am 23. März 1907 bis auf den Osten meist heiter, im Süden milder, dagegen im Nordwesten und Osten etwas kälter bei nordwestlichen, im Süden

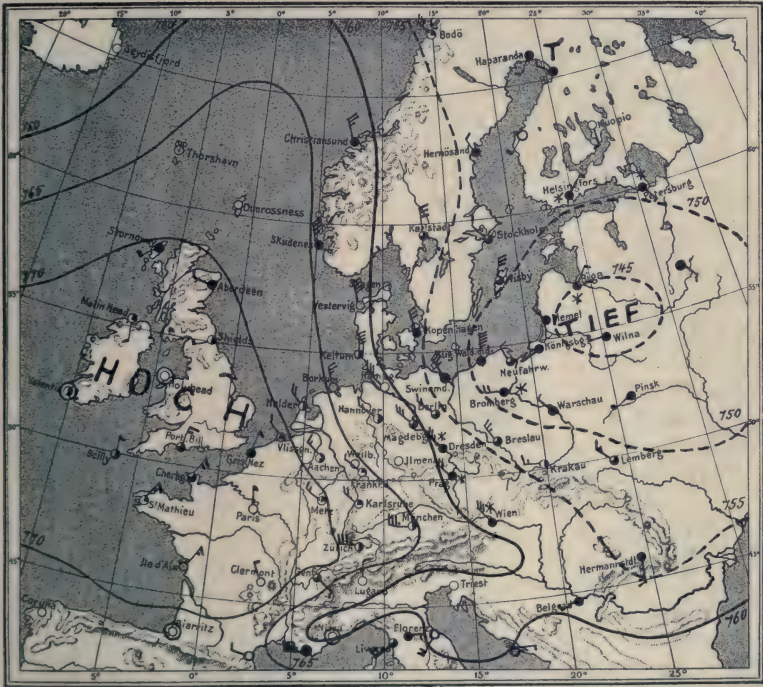


Abb. 34. Beispiel für Typus I. Wetterkarte vom 23. März 1907.

schwachen, im Norden noch vielfach starken und teilweise stürmischen Winden. Im Nordwesten und Osten haben weitverbreitet, im Süden vereinzelt Niederschläge stattgefunden. — Die Prognose lautete: Ziemlich kaltes Wetter mit schwächer werdenden nördlichen Winden, abnehmender Bewölkung und Nachlassen der Niederschläge für den östlichen Teil des Ostseegebietes. Dies ist eine Folge davon, daß das Hochdruckgebiet seinen Wirkungskreis bereits ziemlich weit nach Osten vorgeschoben hat. Deshalb hat auch die Nordsee sowohl wie der Westen des Ostseegebietes schon

vielfach heiteres, trockenes Wetter mit schwachen bis mäßigen nordwestlichen Winden ohne erhebliche Änderung der Temperatur zu erwarten.

**Typus II.** Hochdruckgebiet über Zentraleuropa, besonders Deutschland; Tiefdruckgebiete in größerer Entfernung (Strahlungstypus).

Dieser Typus kommt am häufigsten im Sommer und Früh-



Abb. 35. Beispiel für Typus II. Wetterkarte vom 27. März 1907.

herbst, am wenigsten im Winter und Frühjahr vor. Er ist charakterisiert durch schwache und veränderliche Winde, mit teils heiterer, teils nebeliger, sonst aber trockener Witterung sowie durch Temperaturverhältnisse, die der Strahlung entsprechen, d. h. im Sommer bis zum September sonnige und warme Tage mit Trockenheit, ev. sogar Dürre, im Herbst und im Winter Nebel und strenge Kälte (namentlich bei Vorhandensein einer Schneedecke), im späteren Frühjahr und Frühherbst bei klaren Nächten

öfters Nachtfrost und Reif, besonders wenn Typus I in Typus II übergeht. — Meist folgt Typus IV, im Sommer Typus V; im Sommer Übergang zu Typus V sehr selten. Macht häufig einem Tiefdruckgebiet Platz.

Am 27. März 1907, dem in der Wetterkarte (Abb. 35) vorgeführten Beispiel dieses Typus, war das Wetter in Deutschland ruhig, frostfrei und meist heiter oder neblig, nur München

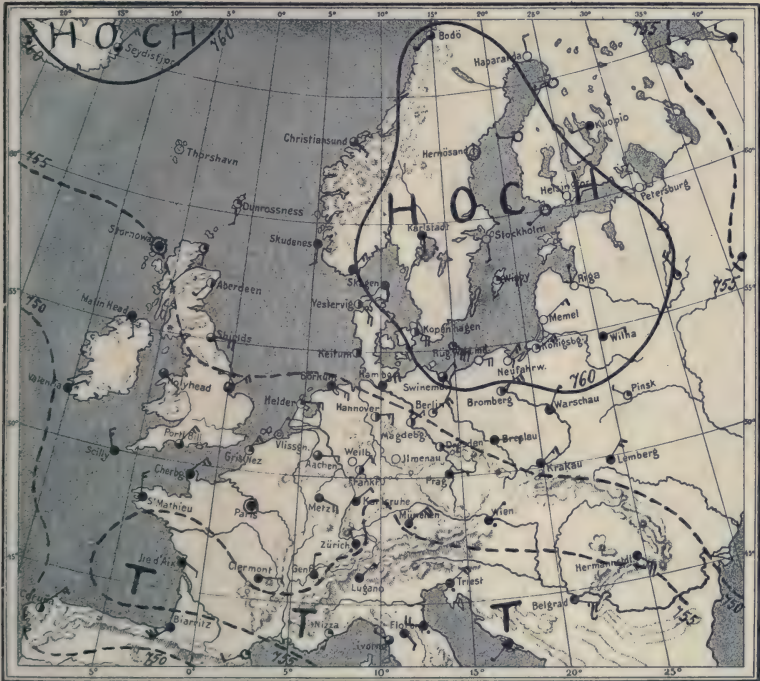


Abb. 36. Beispiel für Typus III. Wetterkarte vom 15. April 1907.

hatte Niederschlag. — Die Prognose für das deutsche Küstengebiet lautete: Ruhiges, trockenes, vielfach heiteres Wetter mit steigenden Nachmittagstemperaturen.

**Typus III.** Hochdruckgebiet über Nord- und Nordwesteuropa; Tiefdruckgebiete über Südeuropa, etwa dem Mittelmeer.

Am häufigsten im Winter und Frühjahr, am seltensten im Sommer. Dann wehen bei uns vorwiegend schwache östliche Winde.

Im Winter sind diese kalt; wir haben also dann strenge Kälte ohne nennenswerte Niederschläge zu erwarten. Im Sommer sind die Kontinentalwinde warm und trocken, weshalb wir dann bei heiterem Himmel trockene, sehr heiße Tage zu erwarten haben. Vom Mai bis September ziemlich bedeutende Niederschläge. — Geht über meist in Typus IV, nur im Sommer in Typus V. Macht häufig auch einem Tiefdruckgebiete Platz. Entwickelt sich



Abb. 37. Beispiel für Typus IV. Wetterkarte vom 31. Dezember 1907.

nicht selten an der Rückseite eines ostwärts fortschreitenden Tiefdruckgebietes.

Wie das Beispiel für diesen Typus, die Wetterkarte vom 15. April 1907 in Abb. 36, zeigt, war im Osten Deutschlands bei nordöstlichen, im Süden schwachen, im Norden vielfach frischen Winden das Wetter heiter und etwas kühl, in den übrigen Teilen Deutschlands ziemlich trübe und meist etwas wärmer. Unter dem Einflusse der Mittelmeerdepression ist im Süden vielfach Regen

gefallen. — Die Prognose lautete: Für die Küsten der Nordsee und der westlichen Ostsee etwas wärmeres Wetter mit wechselnder Bewölkung und schwachen Winden aus östlichen Richtungen, keine oder nur geringe Niederschläge; für die östlichen Teile des Ostseebereiches ziemlich kaltes, trockenes, vielfach heiteres Wetter mit mäßigen Winden aus östlichen Richtungen.

#### **Typus IV.** Hochdruckgebiet über Osteuropa; Tiefdruckgebiete im Westen des Erdteiles.

Ausgesprochener Wintertypus, am häufigsten im Oktober bis Februar. Lebhaft östliche bis südliche Landwinde, welche im allgemeinen trocken und warm und nur dann kalt sind, wenn in Südeuropa kaltes Wetter herrscht; daher sind die Verhältnisse im Süden und Südosten des Erdteiles genau zu beachten! In der warmen Jahreszeit bei schwacher Luftbewegung und hoher Temperatur fast wolkenloses Wetter, während nach dem Tiefdruckgebiete hin die Bewölkung allmählich zunimmt; jedoch große Gewitterhäufigkeit. — Meist folgt Typus V, nur im April Typus I, nicht selten auch ein die Witterung unserer Gegend beherrschendes Tiefdruckgebiet.

Wie die Wetterkarte (Abb. 37), die diesen Typus illustrieren soll, zeigt, war am 31. März 1907 in Deutschland das Wetter trocken und ruhig, an der Küste neblig, sonst fast überall heiter. Die Winde wehten durchweg aus östlichen Richtungen, nur in Mitteldeutschland trat unter dem Einflusse einer nach Osten vorgeschobenen Zunge tieferen Luftdruckes eine Umkehr in der Windrichtung sowie im Süden auch Bewölkung ein. — Für die deutschen Küstengebiete lautete die Prognose auf ruhiges, teils heiteres, teils nebeliges, sonst aber trockenes Wetter.

#### **Typus V.** Hochdruckgebiet in Südeuropa, Depressionen im Norden.

Häufigster Wintertypus, namentlich im Winter und Sommer. Bedingt in der kalten Jahreszeit Erwärmung und nicht selten stürmische westliche Winde, im Winter feuchtwarme, im Sommer naßkühle Witterung. Hat zudem noch die größte Niederschlagshäufigkeit; Gewitter seltener. Die Witterung ist am unruhigsten und drohendsten, wenn das Hochdruckgebiet über Frankreich liegt. — Es folgen am häufigsten Typus I und II, letzterer besonders im Sommer und namentlich auch im September.

Die Wetterkarte für den 4. Mai 1907 in Abb. 38, als Beispiel für diesen Wettertypus, zeigt, daß in Deutschland das Wetter bei südwestlichen, im Nordwesten vielfach stürmischen Winden ziemlich warm und trübe war. Fast überall war Regen gefallen, Hamburg hatte Gewitter. — Die Prognose lautete für die deutschen Küstengebiete: Vorwiegend trübes, etwas wärmeres Wetter mit Regenfällen und vielfach starken südwestlichen Winden.

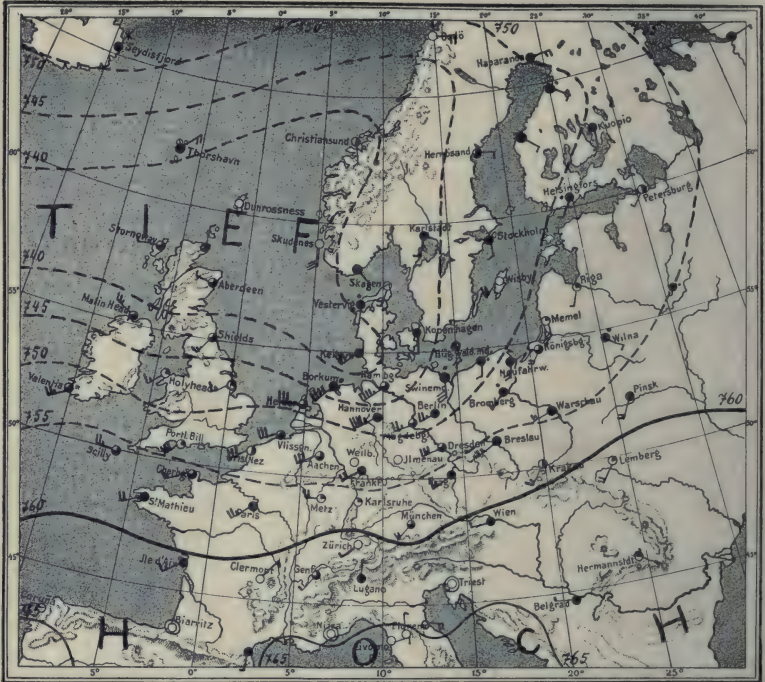


Abb. 38. Beispiel für Typus V. Wetterkarte vom 4. Mai 1907.

Die Dauer der Wettertypen ist großen Schwankungen unterworfen; manchmal dauern sie wochenlang unverändert an und bestimmen so den Witterungscharakter unserer Gegend während größerer Zeitabschnitte, zuweilen auch erreicht ihre Dauer kaum Tageslänge. Man hat deshalb auf alle Anzeichen genau zu achten, welche etwa eine Verschiebung der Wetterlage im Gefolge haben könnten. Daraus erhellt aber auch, daß die Berücksichtigung der Zugtrafen der Depressionen nach wie vor ein sehr wichtiges



Hilfsmittel ist, das über den Wittertypen nicht vernachlässigt werden darf. Im übrigen kann man immerhin mit nachstehender durchschnittlichen Dauer der Wittertypen rechnen:

|          | Typus I | II  | III | IV  | V   |      |
|----------|---------|-----|-----|-----|-----|------|
| Winter   | 2,7     | 2,2 | 3,9 | 3,1 | 3,7 | Tage |
| Frühling | 3,2     | 1,8 | 4,1 | 2,2 | 2,6 | "    |
| Sommer   | 3,6     | 2,2 | 2,5 | 1,7 | 2,9 | "    |
| Herbst   | 3,4     | 2,0 | 2,8 | 2,4 | 2,5 | "    |
| Jahr     | 3,3     | 2,1 | 3,4 | 2,4 | 2,9 | "    |

Es bleibt uns noch übrig, auf einige besondere Punkte etwas näher einzugehen, die wir bisher vorwiegend in ihrem Resultate kennen gelernt haben.

**Die Vorherbestimmung der Temperatur.** Aufschluß über die zu erwartende Temperatur geben uns zunächst die Bewölkungsverhältnisse. Denn eine Wolkendecke hindert sehr stark sowohl die Wärmezufuhr durch die tagsüber von der Sonne herkommenden Strahlen als auch die nächtliche Ausstrahlung der von der Erde aufgespeicherten Wärme in den eisigkalten Weltenraum. Infolgedessen bedingt heiterer Himmel warme Tage und kühle Nächte, während bei bedecktem Himmel die Tage kühler, die Nächte hingegen weniger kühl werden. Für die Strahlung ist auch die Natur und Bedeckung des Bodens von Bedeutung. Eine hervorragende Rolle spielen in dieser Hinsicht namentlich die großen ozeanischen Wasseransammlungen; denn Wasser nimmt zwar weniger schnell die Wärme an als der Erdboden, gibt sie darum aber auch viel langsamer ab. Deswegen kann man die Ozeane als die Wärmespeicher für den Winter ansehen. Wichtig ist in dieser Hinsicht auch die Gegenwart einer Schneedecke. Sie wirkt nämlich auf die Wärmeverhältnisse derart ein, daß sie den Einfluß der Bodentemperatur auf die Lufttemperatur abschneidet, die Sonnenstrahlen wegen ihrer rauhen Oberfläche stark zurückwirft und die nächtliche Wärmeausstrahlung verschärft, so daß sie also eine erhebliche Abkühlung der über ihr lagernden Luftschichten hervorruft. Daher sind länger andauernde Perioden strengen Frostes nur beim Vorhandensein einer geschlossenen Schneedecke möglich. Andererseits schützt die Schneedecke auch das unter ihr befindliche Erdreich vor zu starker Abkühlung, so daß sie dem Landwirt sehr erwünscht, wenn nicht unentbehrlich ist; weiß er doch aus Erfahrung genau, daß er selbst bei strengem Froste keinen Nachteil für seine Saaten zu befürchten hat, wenn diese mit einer Lage Schnee zugedeckt sind, während ohne diese viele Pflanzen im nackten Boden erfrieren

würden. Diese Wärmeverhältnisse besitzen aber, zumal wenn sie über einem größeren Gebiete gleichmäßig verteilt sind, nicht bloß lokale Bedeutung, sondern können auch die Wärmeverhältnisse recht weit entlegener Gebiete nachdrücklich beeinflussen. Die Rolle des Vermittlers übernimmt der Wind, der die Temperatur der Länderstrecke, die er überweht, annimmt und weithin transportiert. Daher müssen wir auch für die zu erwartenden Wärmeänderungen die am Ursprungsorte des Windes herrschenden Temperaturverhältnisse eingehend in Rechnung ziehen. Die Herkunft des Windes können wir aber, wie aus dem Seite 30 Gesagten und der Abbildung 17 ohne weiteres hervorgeht, nicht etwa aus der Windrichtung am Beobachtungsorte, sondern nur aus der Wetterkarte erkennen. Im allgemeinen sind Winde aus nördlichen Richtungen kühl, aus südlichen warm. Die westlichen Winde kommen vom Meere her, welches im Sommer kühler ist als das Festland; daher bringen sie im Sommer Kühle, im Winter Erwärmung und sind zudem als Seewinde stets feucht, also Regenbringer. Umgekehrt sind die östlichen Winde als Landwinde stets trocken. Weil das Innere der großen Festländer, hier Asien, sich im Sommer stark erwärmt, im Winter aber auch ebenso stark abkühlt, bringen sie im Sommer Hitze, im Winter Frost; am meisten trifft dies für den aus Ungarn und Südrußland herkommenden Südostwind zu, welcher infolge seiner Trockenheit stets heiteres Wetter verursacht.

**Die Vorherbestimmung der Niederschläge.** Bezüglich der Niederschläge ist folgendes zu beachten: Liegt ein Ort nicht auf der Bahn eines Depressionszentrums, so ist die Regenwahrscheinlichkeit um so geringer, je größer die Entfernung vom Wege des Minimums ist. Nach den Untersuchungen von Dr. Polis wird ein Depressionszentrum, für welches gegen Mittag die betreffende Station an der Südseite liegt, eine Vermehrung der Niederschläge im Laufe des Tages zur Folge haben, wenn das Tiefdruckgebiet vorüberzieht, und die Station so auf seine Rückseite gelangt. Liegt für die Station das Zentrum jedoch im Laufe der Nacht an der Vorderseite, so ist für die Mittagsstunden eine erhebliche Zunahme der Niederschläge zu erwarten, während umgekehrt, falls die Depression schon im Abziehen begriffen ist, sich um Mittag nur noch geringe Niederschläge einstellen werden.

**Die Vorherbestimmung des Windes.** Die Windstärke ist um so größer, je dichter die Isobaren aneinander gedrängt sind, und umgekehrt. Die Vorherbestimmung der Windrichtung ergibt

sich aus den bisherigen Darlegungen über den Verlauf des Luftaustausches zwischen Tief- und Hochdruckgebieten ohne weiteres.

**Die lokale Ausgestaltung der Wetterprognose.** Die eingehendste Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse und Beobachtungen ist, wie ich schon früher zeigte, zu einer für die Anforderungen des praktischen Lebens gedeihlichen Ausgestaltung und Präzisierung der allgemeinen, in der Wetterkarte enthaltenen Prognose unerlässlich. Hierbei ist folgendes zu berücksichtigen.

Jeder, der sich mit der Aufstellung örtlich begrenzter Wettervorhersagen befaßt, soll vor allem für seinen Bezirk festzustellen suchen:

Welcher Wind pflegt gutes und welcher schlechtes Wetter zu bringen?

Wie ist der örtliche Windwechsel und wie das ihm nachfolgende Wetter?

Welche Windrichtung herrscht gewöhnlich 24 Stunden vor einem herankommenden Sturme, und welche Änderungen pflegen dabei vornehmlich im Winter und Frühjahr einzutreten?

Man suche lokale Erfahrungsregeln aufzustellen, um den Betrag der Änderung beurteilen zu können, die bei dem Eintreten größerer Temperatursprünge zu erwarten ist; dabei ist die Gefährdung zu berücksichtigen, denen das fragliche Gebiet ausgesetzt ist.

Die hierfür in Betracht kommenden mannigfachen Einflüsse eingehend zu erörtern, ist nicht möglich, vielmehr muß die Erfahrung den Ausschlag geben. Im übrigen wird der aufmerksame Leser manche wichtige Hinweise nach dieser Richtung hin an mehreren Stellen des Wetterbüchleins finden. Jedoch sei auf die wichtigsten Punkte nachstehend noch einmal kurz aufmerksam gemacht:

An der dem Regenwinde zugewandten Seite eines Gebirges (Luvseite) sind die Niederschläge ergiebiger als an der ihm abgekehrten (Lee-) Seite, welche, wie man zu sagen pflegt, im Regenschatten liegt. Auch hemmen Gebirgszüge die Gewitter in ihrem Laufe und lenken sie oftmals in ganz neue Bahnen.

In einem Tale ist es, namentlich im Winter, bei hohem Luftdruck und Gegenwart von Nebel häufig erheblich kühler als auf benachbarten Höhen, wo dann zu gleicher Zeit sonniges und warmes Wetter herrscht (Temperaturumkehr mit der Höhe). Gewitter dringen nicht gerne in einen Talkessel ein, verweilen aber, wenn sie sich einmal dort befinden, längere Zeit und treten gewöhnlich mit gesteigerter Heftigkeit auf.

Ausgedehnte Wälder vermehren für ihre Umgebung die Beträge der Niederschläge, besonders in der warmen Jahreszeit, und verringern die Temperaturschwankungen, d. h. den Gegensatz zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Temperaturwerte.

Größere Wassermassen, Flüsse und Seen, wirken auf die benachbarten Landstriche im Sommer abkühlend, im Winter erwärmend und befördern die Nebelbildung usw. usw.

Außerdem bedarf man dringend örtlicher instrumenteller und sonstiger Beobachtungen.

Hierbei tritt nun zunächst das Barometer in sein Recht, weil sein Steigen, bzw. Sinken, verglichen mit der Wetterkarte, das Herannahen eines Hoch- oder Tiefdruckgebietes ankündigt. Besonders wertvoll ist zu diesem Zwecke ein selbsttätig registrierendes Barometer oder Barograph, weil dessen Registrierkurve alle Schwankungen des Luftdruckes getreu im Bilde festhält und somit eingehend zu untersuchen gestattet. Bei den Luftdruckbeobachtungen muß man noch folgendes beachten. Rasches Ansteigen deutet auf nur vorübergehend trockene Witterung (Keil), langsames hingegen auf anhaltend besseres Wetter. Eine kleine, abwärts gerichtete Bewegung des Barometers, eine sogenannte „Gewitternase“ (Abb. 26), zeigt das Vorhandensein einer Teildepression an. Wichtig ist es, ob die Barographenkurve beim An- oder Abstiege konvex oder konkav gebogen ist. Bei gleichmäßiger Luftdruckänderung würde nämlich die Kurve eine auf- oder absteigende gerade Linie sein. Verbiegungen in der Kurve zeigen aber Änderungen in dem Luftdruckgange an, und zwar ist die Kurve bei fallendem Barometer nach unten konvex, wenn die Luftdruckabnahme sich verstärkt, konkav aber, wenn sie abnimmt. Dagegen tritt bei steigendem Barometer gerade das Umgekehrte ein; das Herannahen steiler Gradienten macht die Kurve konkav, dasjenige flacher Gradienten konvex. Da nun bekanntlich die Windstärke der Steilheit des Gradienten proportional ist, so ergibt sich aus der Betrachtung der Krümmung eines Barogramms, ob ein Sturm heftiger wird oder nachläßt.

Beobachtungen der Änderungen der Windrichtung lassen uns erkennen, ob ein barometrisches Tief- oder Hochdruckgebiet im Anrücken oder Abziehen begriffen ist. Sehen wir beispielsweise den Fall, wir hätten uns bisher in dem Wirkungsbereiche eines Hochdruckgebietes befunden und daher Winde aus östlicher bis südöstlicher Richtung gehabt. Sobald wir nun beobachten, daß der Wind sich dreht und zwar zunächst aus Süden, dann aus Südwesten und Westen bläht, können wir sicher

sein, daß eine Depression im Anmarsche auf unseren Ort begriffen ist. Und zwar ist das Tiefdruckgebiet um so näher gekommen, je mehr die Windrichtung eine westliche ist. Nach einiger Zeit, während deren wir uns im oder dicht beim Depressionskerne befunden haben, stellen wir fest, daß die Windrichtung zunächst in eine nordwestliche und nördliche, dann in eine nordöstliche bis östliche umschlägt. In gleichem Maße entfernen wir uns dann von dem Kerne des Tiefdruckgebietes, kommen auf dessen Rückseite und bald wieder in den Wirkungskreis eines Hochdruckgebietes. Neben den einfachen Windbeobachtungen vermag in dieser Hinsicht ein mechanisch registrierender Windapparat System Sieberg-Suess schätzenswerte Dienste zu leisten, dessen Kurven uns über die Winddrehungen in einem Blicke alle erforderlichen Auskünfte erteilen.

Mit den wichtigen Aufschlüssen, die uns Wolkenbeobachtungen zu geben vermögen, haben wir uns bereits Seite 39 eingehend beschäftigt, so daß wir diesen Gegenstand hier unberücksichtigt lassen können.

Nicht zu verachtende Winke für die zu erwartende Witterung bieten aber auch die Halos (vgl. S. 23). Ringe mit ihren Nebenerscheinungen sind, weil an Cirruswolken gebunden, ein Vorbote schlechter, regnerischer Witterung. Scharf begrenzte Höfe mit deutlich ausgebildeten Spektralfarben deuten auf das Vorhandensein außerordentlich winziger Wassertröpfchen nahezu gleicher Größe hin, während kleine helle Flecken um die Gestirne mit verwaschenen Rändern solche mit größerem und verschiedenem Durchmesser zur Ursache haben. Da nun vor Regenwetter sich die Wassertropfen in den Wolken naturgemäß rasch vergrößern, so zeigen die zuletzt genannten Höfe baldigen Regenfall an, während gutes Wetter um so länger anhalten wird, je kleiner die Tröpfchen, also je schärfer in Form und Farbe die Höfe sind.

Abendrot und Morgengrau sind Anzeichen von schönem Wetter, dagegen deuten Abendgrau und Morgenrot auf Regen. Auch diese Erscheinung erklärt sich aus der Art der Lichtbrechung, bzw. der Farbenzerstreuung bei wechselndem Feuchtigkeitsgehalt der Luft. Desgleichen kündet fallender Nebel heiteres Wetter an, während Regen zu erwarten ist, wenn der Nebel durch aufsteigende Luftströme den höheren Regionen zugeführt wird, oder divergierende Sonnenstrahlen durch Klüfte in trüben Wolken brechen, beim sog. Wasserziehen der Sonne (Abb. 9). Auch wenn es abends im Gebirge kühl wird, und der Wind von den Höhen in die Täler hinabweht, oder die Wolken sich zerteilen, und auf den Höhen frischer Schnee gefallen ist, steht dauernde gute Witterung

bevor, schlechte jedoch, wenn entferntere Bergzüge dunkelblau erscheinen und sich scharf vom Horizonte abheben, wenn der Wind bergan steigt, und sich auf den Straßen Staubwirbel bilden.

Zum Schlusse bleibt uns noch übrig, einzelne Spezialfälle der Wetterprognose, an denen in erster Linie die Allgemeinheit aus rein praktischen Gründen ein besonderes Interesse nehmen muß, näher in Betracht zu ziehen.

**Die Gewitterprognose.** Wenden wir uns zunächst den Gewittern zu, deren tief einschneidenden Einfluß auf das wirtschaftliche Leben wir bereits kennen lernten. Wie gesagt, fast alle Bevölkerungskreise haben ein direktes Interesse daran, daß sie von den amtlichen Wetterdienststellen auf das Auftreten von Gewittern aufmerksam gemacht werden. Leider aber versagt gerade hier die angewandte Meteorologie noch fast vollständig. So wie die Verhältnisse heute noch liegen, läßt sich aus den Wetterkarten leider nur herauslesen und mithin in den ihnen beigefügten Prognosen nur angeben, daß Gewitterneigung vorhanden ist. Das heißt aber mit anderen Worten, daß möglicherweise oder voraussichtlich an einer oder mehreren Stellen des Prognosenbezirkes Gewitter auftreten werden. Genaueres kann man aber nicht sagen, da einerseits Gewitter nur höchst selten an allen Orten eines auch nur kleinen Prognosegebietes niedergehen, und andererseits man von einer Zentralstelle aus niemals anzugeben vermag, welche Bahnen sie einschlagen werden.

Gewitter entstehen gerne an der Vorderseite eines Tiefdruckgebietes, besonders wenn bei nahezu mittlerem Barometerstande die Mittagstemperaturen hohe sind, also etwa  $25^{\circ}$  erreichen oder gar überschreiten; im Innern von Hochdruckgebieten können Gewitter nie vorkommen. Bei Gewitterneigung zeigen die Isobaren der Wetterkarten wellenförmige Ausbuchtungen, die sogenannten „Gewittertäler“ (Abb. 39), welche das Vorhandensein der die Gewitterbildung begünstigenden Teildepressionen erkennen lassen. Hier müssen dann unbedingt direkte lokale Beobachtungen der Wolken ergänzend eintreten, wozu auf S. 44 die erforderlichen Anhaltspunkte gegeben sind.

**Die Nachtfrostprognose.** Weiterhin ist dem Auftreten von Nachtfrosten im Frühjahr ganz besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden, weil man sich gegen diesen gefährlichen Pflanzenfeind, der die ganze Ernte des Landmannes und Winzers in Frage stellen kann, durch rechtzeitige geeignete Maßnahmen zu schützen vermag. Bezüglich der Vorhersage von Nachtfrosten ist man glücklicher-

weise besser gestellt als hinsichtlich der Gewitter. Zwar vermag die Wetterdienststelle in ihrer Kartenprognose nur anzugeben, daß für diese oder jene Gegend die Gefahr des Auftretens von Nachfrösten besteht. Nachfröste im Frühjahr, namentlich am Erdboden und unter eventueller Reifbildung, stellen sich nämlich gern ein bei heiterem Himmel und trockener Luft, eine Wetterlage, die vor allem der Wettertypus II bringt; je trockener die Luft



Abb. 39. Beispiel für „Gewitterfäde“. Wetterkarte vom 22. Juni 1910.

ist, desto rascher sinkt nach Sonnenuntergang die Temperatur. Sobald die Nachtfrostgefahr erkannt ist, muß an den gefährdeten Orten die Lokalbeobachtung einsetzen, die mit einfachsten Mitteln mit voller Sicherheit durchgeführt werden kann. Die lokale Nachtfrostprognose nimmt man gegen 6 Uhr abends vor, indem man am besten mit einem Lambrechtschen Polymeter (Preis M 35.—, Gebrauchsanweisung wird beigegeben), das überhaupt in keinem größeren landwirtschaftlichen Betriebe fehlen sollte, den Taupunkt

der Luft bestimmt. Alsdann hat man nur folgendes zu berücksichtigen:

1. Kein Nachtfrost tritt ein, wenn der Taupunkt einige Grade über dem Gefrierpunkt liegt.

2. Zu erwarten ist Nachtfrost in dem Maße, wie der Taupunkt an  $0^{\circ}$  herandrückt.

3. Sicher ist Nachtfrost, wenn der Taupunkt  $0^{\circ}$  erreicht hat oder gar unter  $0^{\circ}$  gesunken ist.

Als wirksamstes Frostschutzmittel für die Pflanzen hat sich neben dem Zudecken mit Stoffhüllen (eine Methode, die für allgemeineren Gebrauch zu kostspielig ist) vor allem das Verbrennen stark qualmender nasser Substanzen erwiesen; bei der letzteren Methode ist jedoch darauf zu achten, daß bereits eine gewisse Rauchmenge vorhanden ist, ehe die Temperatur auf  $0^{\circ}$  gesunken ist. Besonders gute Resultate hat die Kgl. Lehranstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in Geisenheim mit Lemströmschen Torfzylindern oder Torffackeln erzielt, von denen jeder, wenn einmal entzündet, vier Stunden lang ohne Flamme unter Rauch- und Wärmeerzeugung fortglimmt. Die Rauchdecke schützt vor Frost, während die Wärme die Luft in Bewegung bringt und damit die bei Frost so gefährliche Windstille unterbricht, ohne aber so groß zu sein, daß benachbarte Pflanzen unter ihrer Einwirkung leiden. Auch lassen sich die Torfzylinder bei etwaigem Wechsel der Windrichtung so umstellen, daß sich der Rauch auf alle Fälle über der gefährdeten Fläche ausbreiten kann. Bei dem Verbrennen von mit Grünfutter bedecktem Stroh ist Vorsicht anzuwenden, weil der sich dabei reichlich entwickelnde Wasserdampf die Pflanzen in der Umgebung der Feuerstellen verbrüht.

**Föhnprognose.** Beim Herannahen des Föhns (vgl. S. 43), der als warmer Südwestwind mit größter Heftigkeit namentlich in der Ostschweiz, im oberen Tale des Rheins, der Linth, Reuß und Rhone wüthet und öfters plötzliche starke Schneeschmelzen im Gefolge hat, erscheint entweder die Atmosphäre wie verdichtet und das Gebirge wie in Nebel gehüllt, oder aber seine Formen treten sehr scharf hervor. Gleichzeitig fällt das Barometer stark bei steigender Temperatur, und Menschen und Tiere werden matt und hinfällig.

**Die Feststellung der Windverhältnisse in den höheren Luftschichten.** Speziell der Luftschiffer hat ein sehr großes Interesse daran, zu wissen, wie die Windverhältnisse bezüglich der Richtung und Geschwindigkeit sind und sich voraussichtlich verändern werden in denjenigen höheren Luftschichten, die er aufzusuchen beabsichtigt. Obwohl die Windverhältnisse in größeren



Höhen von den an der Erde herrschenden völlig abweichen, lassen sie sich in einer Weise feststellen, die den berechtigten Anforderungen genügt. Im allgemeinen kann man ja behaupten, daß sich in der freien Atmosphäre die Bewegung der Luftströmungen fast parallel den Isobaren vollzieht; aber von dieser Regel gibt es mannigfache Ausnahmen, die unter Umständen genau berücksichtigt werden müssen. In solchen Fällen gewährt die Beobachtung der oberen Luftströmungen mittels kleiner, mit Wasserstoff gefüllter Ballons, der sogenannten Pilotballons, die erforderlichen Aufschlüsse über die Bewegungsvorgänge in den verschiedenen Höhen. Auf die Details dieser Beobachtungen kann und braucht auch an dieser Stelle nicht eingegangen zu werden, da deren Durchführung dem darin geschulten Sachmann überlassen bleiben muß.

Überhaupt ist man wohl zu sagen berechtigt: „Die Zukunft der Wettervorhersage liegt in den höheren Luftschichten“, und man wird nicht fehlgehen, wenn man sich gerade von deren Erforschung mittels bemannter oder unbemannter Ballons und mittels Drachen bedeutende Erfolge auf diesem Gebiete verspricht, bedeutendere, als die in den letzten Jahrzehnten auf zahlreichen Berggipfeln errichteten meteorologischen Höhenstationen, trotz ihrer unbestrittenen Wichtigkeit, zu bringen vermögen.

Es kann natürlich nicht die Aufgabe dieser Schlußbetrachtung sein, näher auf diese höchst interessante Forschungsmethode einzugehen, welche, zwar schon frühzeitig, aber mit unzulänglichen instrumentellen Hilfsmitteln begonnen, in jüngster Zeit vor allem deutscher Gelehrsamkeit und deutschem Wagemute nicht allein hochbedeutsame Fortschritte, sondern eine völlige Umgestaltung verdankt. Zumal die Arbeiten des Kgl. Preussischen Aeronautischen Observatoriums zu Lindenberg bei Beeskow, welche sich an die Namen der Professoren Aßmann, Berson, Sühling u. a. m. knüpfen, und der Geheimrat Prof. Dr. Hergesell unterstellten Meteorolog. Landesanstalt für Elsaß-Lothringen in Straßburg i. E. haben nicht allein der reinen Wissenschaft, sondern auch deren praktischer Verwertung reiche Früchte eingetragen, wobei aber nicht die Erfolge der Ausländer, namentlich der Franzosen unter Teisserenc de Bort, übergangen werden sollen.

An dieser Stelle interessiert uns nur, daß die Kenntnis gerade der Vorgänge in den obersten Schichten unserer Atmosphäre neue Stützpunkte für eine ausgiebige Wettervorhersage erhoffen läßt. Es ist ja direkt einleuchtend, daß die barometrischen Hoch- und Tiefdruckgebiete in größerer Höhe über dem Erdboden reiner

und ungestörter auftreten werden als am Grunde des Luftmeeres, wo sie durch örtliche Einflüsse Änderungen erleiden müssen. Von besonderer Tragweite dürfte sich wohl noch die Entdeckung von Prof. Berson erweisen, daß in der Atmosphäre deutlich ausgesprochene Schichtungen bestehen, welche den wichtigsten meteorologischen Elementen, der Temperatur, dem Wasserdampfgehalte und dem Winde, horizontale Grenzen ziehen.

**Die Fehlerquellen für Prognosen.** Zu guter Letzt dürften noch einige Worte über die Fehlerquellen bei den Wettervorhersagen am Platze sein, welche auch das große Publikum in den Stand setzen, den Wert einer aufgestellten Prognose, bzw. den Grund ihres Nichteintreffens an Hand der Wetterkarten mit gerechtem Maße zu beurteilen.

Wenn man von der Unsicherheit des Regenfalles absieht, welche durch das Auftreten von Teildepressionen hervorgerufen wird, dann kann man noch folgende vier Hauptfehlerquellen unterscheiden:

Die plötzliche Bildung einer tiefen Depression. Hierdurch wird natürlich die ganze Prognose umgestoßen, und das nun eintretende Wetter wird schlechter, als vorausgesehen werden konnte.

Das plötzliche Erlöschen eines bestehenden Tiefdruckgebietes. In diesem Falle wird das Wetter besser als das vorhergesagte, bleibt aber dennoch unruhig.

Die Bewegung eines Tiefdruckgebietes auf einer unerwarteten Bahn. Zwar wird der allgemeine Witterungscharakter schlecht bleiben, aber die Vorhersage wird fehlerhaft sein in bezug auf den Wind und manche Einzelheiten für verschiedene Gegenden. Leicht kommt z. B. vor, daß eine Depression des Atlantischen Ozeans nahezu aus Westen herkommt; nachdem sie aber bis England gelangt ist, bewegt sie sich rückwärts in nordwestlicher Richtung; vollführt ein Hochdruckgebiet dieselbe Bewegung, während etwa ein Tiefdruckgebiet über Norwegen lagert, so rückt letzteres südwestlich gegen unser Gebiet vor. Oder aber ein Tiefdruckgebiet kommt von Nordwesten nach England herab, um dann nordwestlich gegen Norwegen weiterzuziehen.

Ein Irrtum im Urteile des Prognoseaufstellers. In allen denjenigen Fällen, wo es sich um ein schlechtbegrenztes Tiefdruckgebiet handelt, oder wo eine Depression in ein Hochdruckgebiet eindringen kann, muß sich der Prognose-

auffsteller ausschließlich auf seine eigene Meinung und Erfahrung verlassen. Daß hierbei zuweilen Fehlgriffe vorkommen werden und müssen, ist wohl ohne weiteres direkt einleuchtend. Jedenfalls aber wird in solchen Fällen derjenige zu besseren Ergebnissen gelangen, welcher auf seine eigne persönliche Geschicklichkeit vertraut, als derjenige, welcher versucht, nach irgendwelchen mechanischen Regeln oder Grundsätzen vorzugehen.



## Der Einfluß von Wärme und Niederschlag auf die Lebewelt.

Die Art und Weise, wie sich im Verlaufe des Jahres die Gesamtheit der Witterungsvorgänge abzuwickeln pflegt, ist für die Entwicklung eines Landstriches von tief einschneidender, ja grundlegender Bedeutung. Hängt doch der Wohlstand, ja die ganze Kultur der Völker und ihr Gesundheitszustand von dem Klima ab. Speziell die Wärme- und Niederschlagsverhältnisse erweisen sich dabei als das eigentlich den Ausschlag gebende Element. Ein flüchtiger Rund- und Rückblick genügt schon, um dies zu beweisen.

**Die Wärme** ist der Urquell alles organischen Lebens. Es ist eine allbekannte Tatsache, daß die Tierwelt in ihrer Entwicklungsfähigkeit in hohem Maße von den Wärmeverhältnissen abhängt. So begegnen wir beispielsweise in heißen Gegenden ganz anderen Tieren als in kalten, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, daß sich viele Tiere während der ihnen ungünstigen Jahreszeit in günstigere Gebiete zurückziehen können. Im allgemeinen ist in den heißen Ländern der Artenreichtum erheblich größer als in den kalten. Außerdem steigert sich gewöhnlich mit der Wärme die Geschlechtstätigkeit, und bestimmte Entwicklungsstadien, beispielsweise die Metamorphose bei Insekten, sind an bestimmte Jahreszeiten geknüpft. Dies kommt bei der Geflügel- und Bienenzucht ja praktisch zur Geltung. Ganz erheblich größer und mehr in die Augen springend ist die Bedeutung der Wärme für die **Pflanzenwelt**. Jede Art ist nicht nur an eine obere und eine untere Temperaturgrenze und eine ihrer Entwicklung am besten zusagende Temperatur gebunden, sondern auch an die Dauer gewisser Temperaturgrade. Letzteres gewinnt z. B. eine eminente Bedeutung für den **Landwirtschafts-**

lichen Betrieb. Dort kommen hauptsächlich die Temperaturen in Frage, die während der Zeit des Aufkeimens der Pflanze bis zur Ernte, also etwa vom Mai bis Oktober, herrschen. Das Keimen der Samen kann nur innerhalb bestimmter Temperaturgrenzen vor sich gehen. Nicht nur von der Zeit, in der eine bestimmte niedrigste Temperatur (z. B. der letzte Frost) erreicht oder überschritten wird, hängt die üppigkeit des Pflanzenwuchses ab, sondern auch von der Temperatur selber; so bedürfen beispielsweise die Weinreben einer mittleren Sommerwärme von  $18,7^{\circ}$ , die Obstbäume und der Weizen einer solchen von ca.  $14^{\circ}$ , die Gerste einer solchen von  $12,5^{\circ}$  usw. Ferner sind zur Entwicklung von Blüten gewisse Wärmemengen erforderlich, die man durch Summieren der mittleren Tagestemperaturen während ihrer Entwicklungszeit erhält; so hat die Haselnuß  $73^{\circ}$ , der Kirschbaum  $291^{\circ}$  und der Apfelbaum  $536^{\circ}$  nötig, um die ersten Blüten zum Öffnen zu bringen. In hygienischer Beziehung spielen namentlich starke und plötzliche Temperaturschwankungen eine wichtige Rolle, weil sie die Ursache von Erkältungen sind und damit auch den Boden vorbereiten für die Infektion durch Einwanderung von Bakterien. Daher konnte Prof. Dr. V. Kremser in Berlin den Nachweis erbringen, daß allenthalben die Sterblichkeit mit der Größe der täglichen Temperaturschwankungen zunimmt, und zwar korrespondiert bei den Monatswerten die Sterblichkeitsziffer mit der um zwei Monate zurückliegenden Ziffer für die Temperaturveränderlichkeit; dies heißt aber nichts anderes, als daß die durch starke Wärmeschwankungen hervorgerufenen Erkrankungen etwa zwei Monate bedürfen, um zu einem tödlichen Ausgang zu führen. Hohe Wärme begünstigt das Auftreten von Brechdurchfall bei Kindern, Ruhr und Darmkatarrh sowie namentlich auch des Sonnenstichs, der häufig genug zum Tode führt. Dagegen wiegen in der kalten Jahreszeit die Erkrankungen der Atmungsorgane vor mit ihren Folgeerscheinungen, wie Lungenentzündung, Influenza und Diphtheritis.

**Die Niederschläge** kommen in erster Linie wieder für die Pflanzendecke der Erde in Betracht. Die Pflanze ist nämlich gegen Feuchtigkeit in hohem Grade empfindlich und paßt sich den gegebenen Bedingungen durch weitgehende Veränderungen an. In feuchten Gebieten haben die Pflanzen beispielsweise schwache Wurzeln und große, dünne Laubflächen, während sie in trockenen Gebieten lange Wurzeln bis in die Grundwasserzone hinabsenken und durch verschiedene Vorrichtungen (Korkmantel, kleine, aber dicke lederartige oder fleischige Blätter, Haarbedeckung usw.) die Verdunstung

verlangsamten. Speziell für die Landwirtschaft sind deshalb die Niederschlagsverhältnisse von ausschlaggebender Bedeutung. Zunächst ist es eine wohl verhältnismäßig noch wenig bekannte Tatsache, daß die Niederschläge dem Erdboden direkt eine gar nicht unbeträchtliche Menge von Nährstoffen, namentlich Stickstoffverbindungen, zuführen und daher düngend wirken; beispielsweise beträgt für Deutschland bei einer jährlichen Regenhöhe von nur 600 mm die damit in den Boden gelangende Stickstoffmenge ca. 8—12 kg pro Hektar. Allgemein bekannt ist dagegen die Rolle, welche die Bodenfeuchtigkeit bezüglich des Wachstums der Pflanzen spielt. Durchweg ist die Üppigkeit der Vegetation um so größer, je reichlicher die Niederschläge sind. Sehr wichtig ist ferner, daß die Pflanzen in gewissen Entwicklungsstadien, z. B. zur Zeit des stärksten Wachstums oder der Samenbildung, besonders erhebliche Wassermengen zur Aufrechterhaltung der normalen Tätigkeit ihrer Organe bedürfen; die schädlichen Folgen von Durstperioden in dieser Zeit können selbst durch noch so reichliche Niederschläge, die nachher erfolgen, nicht wettgemacht werden. Starke Sommerregen bringen die Getreideernte leicht in Gefahr und machen das Korn minderwertig, jedoch fördern sie den Stoppelfruchtbau. Andererseits blüht der Obst- und namentlich Weinbau in trockenen, sonnigen Gegenden. Auf die Wichtigkeit der Schneebedeckung für die Landwirtschaft sind wir bereits an früherer Stelle näher eingegangen. Hand in Hand geht damit die Belichtung durch den Sonnenschein, an die die Entwicklung des Blattgrüns (Chlorophyll) gebunden ist; deshalb ist bei gleichen Wärme- und Regenmengen der Blüten- und Fruchtreichtum um so größer, je stärker die Belichtung, bzw. je geringer die Bewölkung ist. Auf die Viehzucht gewinnen die Niederschlagsverhältnisse insofern Einfluß, als die Wiesen und Weiden sich in regenreichen Gebieten am besten entwickeln, so daß wir dort in erster Linie Rinderzucht und damit die Bereitung von Butter und Käse antreffen; auch die Gänsezucht ist an wasserreiche Gegenden gebunden. In hygienischer Beziehung machen sich, wenigstens in unseren Gegenden, die Niederschläge durchweg günstig bemerkbar, indem sie die in der Luft schwebenden Krankheitskeime auf den Erdboden niederschlagen und dort festhalten; gefährlich werden sie nur bei Durchnässung der Kleider, die leicht Erkältungskrankheiten nach sich ziehen kann. Für die Industrie kommen die Niederschläge nur insofern in Betracht, als sie die Flußläufe als billiges Beförderungsmittel und Kraftquelle zu benutzen und zu schätzen weiß. Aus diesem Grunde feiert denn auch der Ingenieur in derartigen Gebieten seine

Triumphe durch die Schaffung von großen Sammelbecken (Talsperren). Denn selbst wenn Sammelbecken zunächst zur Abwehr drohender Hochwassergefahr angelegt werden müssen, läßt sich doch die darin aufgespeicherte Energie mit Leichtigkeit in lebendige Kraft umsetzen, die industrielle Werke treibt und elektrischen Strom oft auf meilenweite Entfernungen den Konsumenten zuführt. Aber auch die Schneedecke ist ein Faktor, welcher bei allen wasserbautechnischen Fragen, wie Flußkorrekturen, Kanalisationen, Anlage von Staubecken usw., die eingehendste Berücksichtigung erheischt. Bekanntlich ist vor allem der Gebirgsschnee geradezu der Wasserspender für die Bäche und Flüsse; zudem sammelt die Schneedecke bedeutende Wassermassen in fester Form an, welche bei eintretendem Tauwetter in kurzer Zeit abgeführt werden müssen, wenn sie nicht Überschwemmungen hervorrufen sollen. Beispielsweise waren am 25. Februar 1901 in dem etwa 49 Quadratkilometer umfassenden Aachener Talbecken annähernd 2729 300 Kubikmeter Wasser als Schnee aufgespeichert, eine Menge (ungefähr das Doppelte des Inhaltes der Remscheidertalsperre), welche bei plötzlicher Schneeschmelze unbedingt eine starke Überschwemmung der Niederung des Wurmbaches zur Folge gehabt haben würde.

Wenn wir alle diese Momente berücksichtigen, so verstehen wir ohne weiteres, daß sich das ganze Leben und die Kultur in den verschiedenen Teilen des Erdballs verschiedenartig, aber nach bestimmten Gesetzen entwickeln muß. Werfen wir einen kurzen Blick auf die wichtigsten Klimazonen.

**Die Tropen.** In den heißen Tropenländern entwickelt sich überall dort, wo reichlich Regen fällt, das üppigste Pflanzenleben, das dem Menschen mühelos, fast ohne Arbeit, die ganzen Lebensbedürfnisse in den Schoß wirft; hingegen bilden die niederschlagsarmen Gebiete ausgedehnte Steppen und Wüsten. Schwer ins Gewicht fällt aber die bekannte Tatsache, daß die hohe Wärme den Tropenbewohner körperlich und geistig sehr schwächt und ihn energielos macht. Zudem haben fast alle Tropenländer ihnen eigentümliche gefährliche Krankheiten, wie Malaria, Dysenterie, Beri-Beri, Lepra u. a., aufzuweisen.

**Die gemäßigten Zonen.** In den sogenannten gemäßigten Zonen sind zunächst noch, nahe den Wendekreisen, die Sommer sehr heiß, dagegen die Winter gemäßigt und frostfrei. Immergrüne Gebüsche mit lederartigen, der Sommerdürre standhaltenden Blättern sind für sie charakteristisch; bei Niederschlagsmangel kommt es auch hier zur Steppen- und selbst Wüstenbildung.

Hingegen werden etwa vom 40. Breitengrade an die Winterfröste stark, während die Sommerhitze nie besonders groß zu werden pflegt. Hier treffen wir denn Laubwälder mit jährlichem Blätterwechsel, Grasfluren und auf die warme Jahreszeit beschränkten Getreideanbau an.

**Die Polarländer.** In den kalten Polarländern schließlich reicht schon bei den Polarkreisen die Sonnenwärme nicht mehr zur Erhaltung kräftiger Holzgewächse aus, so daß wir etwa hier die Grenze des Baumwuchses antreffen, und selbst anspruchslose Feldfrüchte gedeihen nicht mehr. Jedoch bedeckt sich im Sommer der oberflächlich aufgetaute Eisboden mit Moosen und Flechten (Tundra), und an den kräftiger durchwärmten Berghängen entwickelt sich sogar eine reichere Vegetation mit vielen Blüten, aber ohne reife Samen. Deshalb ist der Polarbewohner für seine Ernährung fast ausschließlich auf das Meer angewiesen, und nur das Renntier gestattet einigen Hirtenstämmen eine dürftige Existenz.

**Das Höhenklima.** Da im allgemeinen die Wärme mit wechselnder Erhebung über den Erdboden abnimmt, so finden wir an den Hängen hoher Berge und Gebirge dieselben Verhältnisse wieder wie auf dem Wege vom Äquator zu den Polen. Am klarsten kommt dies wieder bei der Pflanzenwelt zum Ausdruck. So reicht beispielsweise in den Alpen der Getreidebau im Mittel bis zu 1300 m Seehöhe; der Wald geht bis über 2000 m Höhe hinauf, wobei zuunterst die Laubwälder (Eiche, Buche, Ahorn, Birke usw.), nach oben hin Tannen, Fichten und zum Schluß die vom Sturm zerzausten Formen, meist Arven und Lärchen, vorherrschen; daran schließt sich die Zone der Alpenmatten und blumenreichen Triften und weiterhin die Zone mit alpinem Geröll und lockerem Pflanzenwuchs von polarem Charakter, der sich gegen die in rund 2500 m Höhe beginnende Zone des ewigen Schnees mehr und mehr verliert. Als Beispiel eines Berges, wo in verhältnismäßig engem Raum alle Klimate der Erde, von dem der Polarländer bis zu dem der Tropen, vertreten sind, habe ich den sizilianischen Vulkan Ätna kennen gelernt, der sich vom Meerespiegel bis zu 3729 m Höhe erhebt. In der bis 1000 m Höhe reichenden kultivierten Region wachsen der Ölbaum, die Zitrone, die Orange, der Weinstock, Äpfel-, Birnen- und Kirschenbäume, Feigen, Mandeln und reiche Kornfelder. Zwischen 1000 und 2000 m findet sich die Waldregion mit folgeweise Kastanien, Eichen, Buchen und Fichten, in deren Schatten Adlersfarne und der baumhohe Ätnaginster blühen. Weiter oben, wo den größten Teil des Jahres der Schnee die Gefilde eindeckt, hält sich nur noch eine spärliche Vegetation, deren

bezeichnendster Vertreter neben dem Ätnakreuzkraut (*Senecio etnensis*) eine Tragantart (*Astragalus siculus*) ist, deren Blätter über und über mit Dornen bedeckt sind.

Da nach obenhin auch der Luftdruck stetig abnimmt, womit ein Mangel an Sauerstoff Hand in Hand geht, so befällt in größeren Höhen den Menschen eine Übelkeit, die unter dem Namen Bergkrankheit bekannt und gefürchtet ist. Das Niveau, bei dem sie auftritt, ist individuell recht verschieden, kann jedoch im Mittel auf 3500 m angesetzt werden, während sie sich beispielsweise bei mir selbst von etwa 3800 m ab einzustellen pflegt.

**Das Klima und die Kultur.** Im allgemeinen gleicht, wie Prof. Köppen treffend hervorhebt, der Tropenbewohner dem im Reichtum Geborenen, der nicht arbeiten lernt, weil er es nicht braucht, und der Polarmensch dem Proletarier, der keine lohnende Arbeit finden kann, da kein Acker da ist, seinen Schweiß zu lohnen. Der Bewohner der Mittelzone aber ist der arbeitgewohnte und unternehmungslustige Mittelstand, der ohne Arbeit Not leidet, mit der Arbeit aber immer neue, steigende Bedürfnisse befriedigt. Der Wechsel der Jahreszeiten, der da nötigt, vorzusorgen und nicht auf morgen zu verschieben, die Notwendigkeit, für einen Teil des Jahres sich mit Nahrung, Wohnung und Kleidung zu versehen, ist eine mächtige Anregung zur Tätigkeit. Lohnende Arbeit reizt, und zwar weit über das unmittelbare Bedürfnis hinaus. Allerdings zeigt uns die Geschichte, daß die Gunst des Klimas für die Kultur auch von der Höhe der letzteren selbst abhängt. Denn die Brennpunkte der Kultur sind deutlich polwärts gewandert. Aus dem den Tropen zunächst gelegenen Gürtel der gemäßigten Zone, wo sie bis ins 6. Jahrhundert v. Chr. lagen, haben sie sich in den Gürtel mit zwar heißen Sommern, aber kühlen Wintern und weiter in jene mit gemäßigten Sommern und die mit kalten Wintern verlegt. Im ganzen ist die Wanderung von den produktenreichen nach den für den großen Verkehr begünstigten und an geistiger und materieller Energie (Unternehmungssinn und Kohle) reichen Ländern gegangen. Denn die Produkte der heißen Länder kann der unternehmende Nordländer sich zwar holen, seine Energie kann er aber dorthin auf die Dauer nicht verpflanzen. Von Natur arme Randgebiete der Festländer, die auf früheren Entwicklungsstufen der Menschheit weit im Rückstande bleiben, gewinnen im Zeitalter des Weltverkehrs dominierende Stellung; man vergleiche Nordwesteuropa, Japan und andererseits Feuerland, dessen Häfen vielleicht auch einst von stolzen Schiffen wimmeln, und dessen Wasserfülle eine reiche Industrie mit



Kraft versehen wird. Für eine auf Despotie und Sklaverei gegründete Kultur, wie die des alten Orients, liegen auch die Bedingungen wohl anders; dort kommt es hauptsächlich auf die Energie der Herren an, und diese scheint manchmal aus kühleren Nachbarländern importiert gewesen zu sein. Die Kulturen von Peru und Mexiko gehörten kühlen Hochländern an. Die Art der Kultur wird neben der Temperatur besonders durch die Niederschläge bedingt. Feuchte Waldgebiete bringen Jägervölker hervor, die viel Raum brauchen, um ein ärmliches, unsicheres Dasein zu fristen; auf derselben Stufe stehen die Polarvölker, die auf Jagd im Meere angewiesen sind. Trockene Steppengebiete erzeugen Nomaden, bei denen Arbeit Aufgabe des Weibes ist, die des Mannes aber Krieg und Raub. In Mischgebieten entstand der Ackerbauer, der, von Natur friedlich, nur durch die Kultur zum Großstaat geführt wird. Ohne Bewässerung ist er Hungersnöten ausgesetzt, mit solcher führt er ein gesichertes, aber arbeitsreiches Dasein, und hier ist wohl die Quelle der menschlichen Kultur zu suchen.



## Winke für Witterungsbeobachtungen.

Nur wenige Witterungsvorgänge lassen sich ohne besondere instrumentelle Hilfsmittel beobachten; aber gerade diejenigen, die die Möglichkeit dazu bieten, spielen in der lokalen Ausgestaltung der Wetterprognose eine bedeutungsvolle Rolle. Es sind dies nämlich der Wind und die Bewölkung.

**Windbeobachtungen.** Die Beobachtung der Windrichtung erfolgt am besten an einem auf einem Turme oder hohen Maste befindlichen leichten Wimpel oder an dem Rauche, der aus einem möglichst freistehenden Kamin aufsteigt. Die bekannten Windfahnen eignen sich durchweg zu derartigen Beobachtungen nur dann, wenn sie aus einer Spezialfabrik für meteorologische Instrumente stammen, während die auf öffentlichen Gebäuden, namentlich Kirchtürmen, angebrachten Windfahnen erfahrungsgemäß für unsere Zwecke absolut unbrauchbar sind. Daß uns der Wolkenzug über die Windrichtung keinen Aufschluß zu geben vermag, bedarf für den aufmerksamen Leser keiner besonderen Hervorhebung mehr. Die Windstärke wird nach der auf Seite 42 mitgeteilten Beaufort-Skala geschätzt.

**Wolkenbeobachtungen.** Die Richtung, aus der die Wolken ziehen, läßt sich derart feststellen, daß man bei ganz ruhiger Haltung des Kopfes über einen festen, hervorragenden Gegenstand, beispielsweise eine Dachecke, Spitze einer Fahnenstange usw., nach einem markanten Punkte in der Wolke hinvisiert, bis man die Fortbewegung sicher wahrgenommen hat. Bequemer und zuverlässiger wird die Beobachtung bei der Benutzung eines Wolken-

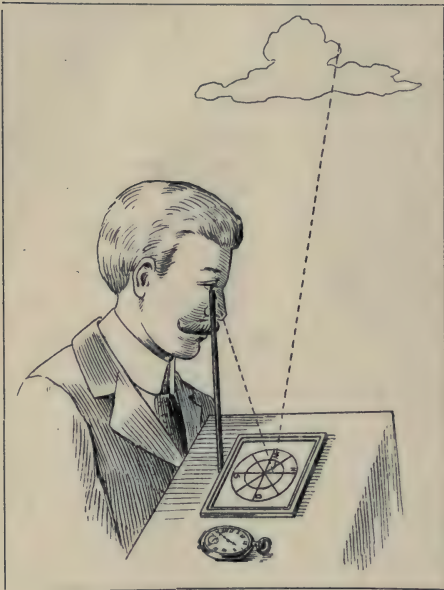


Abb. 40. Wolkenbeobachtung mittels des Wolken spiegels.

spiegels (Abb. 40); alsdann kann man auch einen Anhalt über die Geschwindigkeit des Wolkenzuges gewinnen, was, wie wir sahen, namentlich bei dem Herannahen eines Tiefdruckgebietes von großer Wichtigkeit ist. Einen solchen Wolken Spiegel kann man sich leicht, wie folgt, selbst anfertigen: Man nimmt einen kleinen Spiegel, dessen Seitenlängen etwa 9–10 cm betragen. Auf diesen malt man mit Ölfarbe eine Windrose derart auf, daß sich die Linien im Mittelpunkte des Spiegels schneiden; es genügt dabei, sich auf die Himmelsrichtungen Nord (N), Nordwest (NW), West (W), Südwest (SW), Süd (S), Südost (SO), Ost (O) und Nordost (NO) zu beschränken. Um den Schnitt-

punkt dieser Linien malt man zwei konzentrische Kreise, deren Radius 2, bzw. 4 cm ist. Zweckmäßig fertigt man sich zwei derartige Wolken Spiegel an, von denen der eine, aus einem gewöhnlichen Spiegel bestehende, bei trübem Wetter benutzt wird, während der andere, der auf eine an der Unterseite schwarz lackierte Glasplatte aufgemalt ist, bei Sonnenschein zur Verwendung gelangt; es empfiehlt sich, beide Spiegel mit der Rückseite aufeinander zu befestigen. Legt man nun einen derartigen Spiegel horizontal in die Nord-Süd-Richtung (mittels eines Kompasses) und blickt von der Seite her darauf, dann sieht man die Wolken darüber eilen, und

man kann die Zugrichtung einfach von der Windrose ablesen. Im allgemeinen wird man sich selbstverständlich auf die Beobachtung derjenigen Wolken beschränken, die sich in nicht zu großem Abstände vom Zenit befinden.

Die Feststellung der Geschwindigkeit des Wolkenzuges nimmt man folgendermaßen vor: Man stellt sich ein Lineal her, dessen Länge gleich 25 cm + Dicke des Wolkenspiegels ist. Dieses Lineal stellt man senkrecht dicht neben den Wolkenspiegel und bringt an das obere Ende das Auge, so daß sich also letzteres 25 cm hoch über der Spiegelfläche befindet. Alsdann beobachtet man die Zahl von Sekunden (an einer danebengelegten Taschenuhr), die das Spiegelbild der Wolke nötig hat, um vom Zentrum des Spiegels den 2 cm langen Weg bis zum inneren Kreise zurückzulegen. Für diese Sekundenzahl findet man dann in der nachstehenden Tabelle die zugehörige Zahl der Geschwindigkeit.

### Tabelle zur Entnahme der scheinbaren Geschwindigkeit des Wolkenzuges, bezogen auf die Höhe von 1000 m.

(Weg im Wolken Spiegel = 2 cm, Augenhöhe 25 cm über dem Spiegel.)

|      | 0 sec. | 1 sec. | 2 sec. | 3 sec. | 4 sec. | 5 sec. | 6 sec. | 7 sec. | 8 sec. | 9 sec. |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| sec. | m      | m      | m      | m      | m      | m      | m      | m      | m      | m      |
| 0    |        | 80     | 40     | 27     | 20     | 16     | 13     | 11     | 10     | 9      |
| 10   | 8,0    | 7,3    | 6,7    | 6,2    | 5,7    | 5,3    | 5,0    | 4,7    | 4,4    | 4,2    |
| 20   | 4,0    | 3,9    | 3,6    | 3,5    | 3,3    | 3,2    | 3,1    | 3,0    | 2,9    | 2,8    |
| 30   | 2,7    | 2,6    | 2,5    | 2,4    | 2,4    | 2,3    | 2,2    | 2,2    | 2,1    | 2,1    |
| 40   | 2,0    | 2,0    | 1,9    | 1,9    | 1,8    | 1,8    | 1,7    | 1,7    | 1,7    | 1,6    |
| 50   | 1,6    | 1,6    | 1,5    | 1,5    | 1,5    | 1,5    | 1,4    | 1,4    | 1,4    | 1,4    |
| 60   | 1,3    | 1,3    | 1,3    | 1,3    | 1,3    | 1,2    | 1,2    | 1,2    | 1,2    | 1,2    |
| 70   | 1,1    | 1,1    | 1,1    | 1,1    | 1,1    | 1,1    | 1,0    | 1,0    | 1,0    | 1,0    |

Allerdings ist diese Zahl (die scheinbare oder Winkelgeschwindigkeit) für unsere Zwecke nicht ohne weiteres zu gebrauchen, denn sie gibt uns nur die Geschwindigkeit an, welche die Wolke unter den obwaltenden Verhältnissen besitzen würde, wenn sie sich in 1 km Höhe über dem Spiegel befände. Um die wahre Geschwindigkeit zu finden, muß man diese Zahl noch mit der Meterzahl der Wolkenhöhe multiplizieren. Für unsere Zwecke genügt es, wenn man die Multiplikation mit den auf Seite 17—22 angegebenen Mittelwerten für die Höhe der betreffenden Wolkenart vornimmt. Beispielsweise möge eine aus NW heranziehende Zirruswolke den Weg 2 cm im Wolken Spiegel in 42 Sekunden zurückgelegt haben; dann erhielte man nach der Tabelle als scheinbare Geschwindigkeit

1,9 m pro Sekunde oder aber, entsprechend der mittleren Höhe der Zirruswolken von 9000 m, die wahre Geschwindigkeit von  $1,9 \times 9 = 17,1 \text{ m} = \text{rund } 17 \text{ m pro Sekunde}$ . Im allgemeinen, namentlich aber bei allen in schneller Umformung begriffenen oder sehr langsam ziehenden Wolken, soll man sämtliche Messungen mit dem Wolken Spiegel mehrere Male wiederholen und dann aus den Einzelmessungen das Mittel ziehen.

**Allgemeines über meteorologische Instrumente.** Für alle sonstigen Witterungsbeobachtungen ist man auf die Benutzung von Instrumenten angewiesen, die uns in den Stand setzen, die atmosphärischen Zustände mit möglichster Schärfe durch Zahlenwerte zu kennzeichnen. Die wichtigsten unter diesen Instrumenten, wenigstens die Barometer und Thermometer, sind ja auch dem Laien vertraut, so daß man eigentlich meinen könnte, es brauchte hier nicht näher darauf eingegangen zu werden. Aber diese Ansicht ist, wie wir sehen werden, durchaus irrig. An die Instrumente, die zu brauchbaren Witterungsbeobachtungen und nicht etwa zu Spielereien dienen sollen, müssen gewisse Anforderungen gestellt werden, welche die einfach vom Optiker bezogenen nicht ohne weiteres erfüllen; außerdem müssen bei der Aufstellung der Instrumente sowohl wie bei ihrem Gebrauche eine Reihe von Gesichtspunkten in Rücksicht gezogen werden. Selbstverständlich ist nicht daran zu denken, hier eine ausführliche Darlegung und Begründung der dabei in Betracht kommenden Fragen sowie eine ausführliche Anleitung zum Anstellen der Beobachtungen zu geben; jedoch sollen immerhin die wichtigsten Punkte hier zur Sprache kommen, um demjenigen Leser, der etwa zu eigenen Beobachtungen angeregt wird, den Weg zu weisen und ihn vor entmutigenden Mißerfolgen zu bewahren.

Für den Ankauf von meteorologischen Instrumenten, gleichviel, ob es sich um ein einfaches Thermometer, Barometer, Hygrometer oder aber um Instrumente für Spezialuntersuchungen oder um Registrierinstrumente handelt, soll man sich ausschließlich an eine der bekannten Spezialfirmen halten, die diese Instrumente in tadelloser Güte herstellen und dabei zu durchaus angemessenen Preisen verkaufen. Will man jedoch die Apparate bei seinem Optiker beziehen, so muß man unbedingt verlangen, daß er diese von einer solchen Firma besorgt. Einige Bezugsquellen, für deren Zuverlässigkeit ich infolge langjähriger amtlicher Erfahrung bürgen kann, werde ich nachher namhaft machen. Es bedarf wohl keiner besonderen Begründung, daß gute Instrumente nicht sonderlich wohlfeil sein können; aber es ist leider

auch eine Erfahrungstatsache, daß viele Laien sich durch marktchreierische Reklame meteorologische Apparate zu hohen Preisen aufschwätzen lassen, deren Wert, wenn überhaupt von einem solchen die Rede sein kann, zu dem Preise in keinem Verhältnis steht; denn eine in die Augen stechende geschmackvolle Ausstattung macht den Wert der Instrumente nicht aus. Möglichst soll auch den Instrumenten, namentlich den Thermometern, ein amtlicher Prüfungsschein über die stets vorhandenen instrumentellen Fehler beigelegt sein, der von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Charlottenburg oder einem meteorologischen Institut ausgestellt ist.

**Barometer.** Ein gutes Quecksilberbarometer muß mit einer Millimeteerteilung versehen sein, welche die direkte Ableseung des Luftdrucks gestattet; die bekannte Skala „beständig, schön, veränderlich, Regen, viel Regen, Sturm“ hat, wie bereits gezeigt wurde, keinen Sinn. Außerdem sind die besseren Instrumente, wie sie speziell für den Hausgebrauch die Firma W. Lambrecht in Göttingen in vorzüglicher Qualität und vornehm-einfacher Ausstattung anfertigt (Abb. 41), mit einer Reihe von Vorrichtungen ausgestattet, die eine möglichst genaue und fehlerfreie Ableseung ermöglichen. Von solchen wären zu erwähnen der „Nonius“, welcher die Entnahme von Bruchteilen ( $\frac{1}{10}$  bis  $\frac{1}{100}$ ) eines Millimeters erlaubt, ferner eine Vorrichtung zum richtigen Einstellen des Auges beim Ablesen sowie endlich eine solche zur Einstellung der Quecksilberoberfläche im unteren Gefäße auf den „Nullpunkt“ der Barometerskala. Auch soll am Barometerrohre ein Thermometer für die Vornahme der „Temperaturkorrektur“ angebracht sein. Nur solche Instrumente sind zu wirklich wissenschaftlichen Beobachtungen verwendbar.

In allen Fällen, wo es nicht auf große Genauigkeit ankommt, leisten die sogenannten Aneroid- oder Metallbarometer gute Dienste. Sie haben den Vorteil, keine zerbrechlichen Bestandteile zu besitzen, und können daher bei entsprechender Form ungefährdet sogar in der Tasche nachgetragen werden. Um sichere Ableseungen von einem solchen Instrumente zu erlangen, ist es unerläßlich, dieses tunlichst häufig durch Vergleich mit einem einwandfreien Quecksilberbarometer zu kontrollieren.



Abb. 41. Quecksilberbarometer.

Die Aneroide Lambrechtscher Konstruktion ermöglichen durch eine einfache Vorrichtung eine wenigstens näherungsweise Zurückführung des Barometerstandes auf den Meeresspiegel. Recht wohl geeignet sind die Aneroide zur Feststellung der Luftdruckschwankungen (d. h. ob das Barometer im Steigen oder Fallen begriffen ist), welche zu kennen bei der Aufstellung von örtlichen Wettervorhersagen von Wichtigkeit ist.

Von den mehrfach genannten Barographen, d. s. selbsttätig registrierende Barometer, zeigt uns Abb. 42 ein von der Firma Richard in Paris verfertigtes Instrument. Der wirkliche Bestandteil ist eine Säule von luftleer gemachten Metallböden, deren elastische Wellblechdeckel durch Luftdruckzunahme zusammengepreßt, durch -abnahme hingegen gehoben werden. Diese Bewegungen der Wellblechdeckel werden durch ein geeignetes Hebelwerk, das an seinem einen Ende eine mit Tinte gefüllte Schreibfeder trägt, in Form einer Kurve auf einen Papierstreifen aufgezeichnet; letzterer ist auf einer durch ein Uhrwerk gedrehten Trommel befestigt und besitzt ein Netz sich schneidender Linien, von denen die wagerechten geraden die Millimeter Quecksilberhöhe, die aufrechten gebogenen die Tage und Stunden bezeichnen. Aus der Re-

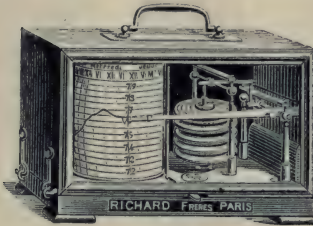


Abb 42.

Barograph von Richard in Paris.

gistrierkurve kann man demzufolge den jedesmaligen Barometerstand zu irgendeiner beliebigen Stunde des Tages oder der Nacht ablesen. Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß bei allen Apparaten dieser Konstruktion (Thermographen und Hygrographen) zur Gewinnung absoluter, genauer Werte noch jedesmal eine vorerst zu ermittelnde Korrektur anzubringen ist, was aber für den vorliegenden Fall nicht in Betracht kommt und daher nicht näher erörtert werden soll.

**Thermometer.** Die Temperatur wird mittels des bekannten Thermometers gemessen, dessen Grade in  $\frac{1}{2}^{\circ}$  oder  $\frac{1}{5}^{\circ}$  der hundertteiligen Celsiuskala ( $0^{\circ}$  = Gefrierpunkt,  $100^{\circ}$  = Siedepunkt des Wassers) eingeteilt sind, so daß man  $\frac{1}{10}^{\circ}$  mit Sicherheit schätzen kann. Zur Bestimmung der höchsten und niedrigsten Tagestemperatur bedient man sich der sogenannten Maximum- und Minimumthermometer, die in der Konstruktion auf mehreren Prinzipien beruhen können. Selbsttätig ununterbrochen die Temperatur aufzeichnende Instrumente nennt man Thermo-

graphen. Abb. 43 veranschaulicht einen Thermograph von Bofsch in Straßburg. Seine Wirkungsweise ist ganz ähnlich derjenigen der beschriebenen Barographen, nur daß hier der wirksame Bestandteil anders beschaffen ist. Den temperaturmessenden Teil bildet nämlich eine flache, gebogene, allseitig geschlossene Röhre aus elastischem Blech, welche mit Alkohol gefüllt ist. Dehnt sich der Alkohol bei Erwärmung aus, so muß die Röhre, seinem Drucke nachgebend, jene Form annehmen, bei der sie dem Alkohol mehr Raum gewährt, d. h. sie streckt sich; bei Abkühlung hingegen krümmt sie sich. Diese Bewegungen werden durch ein Hebelwerk auf den Schreibstift vergrößert übertragen. Da ein frei der

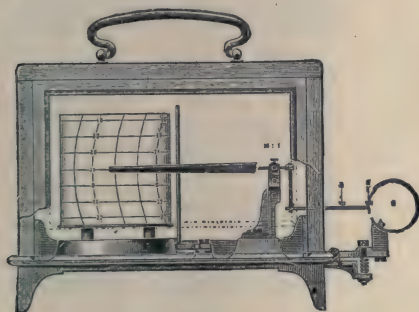


Abb. 43.

Thermograph von J. u. A. Bofsch in Straßburg i. E.

Luft ausgesetztes Thermometer infolge der Strahlungsverhältnisse fehlerhafte (am Tage zu hohe, in der Nacht zu niedrige) Werte anzeigen würde, so umgibt man es zur Beseitigung dieser Fehlerquelle mit geeigneten Schutzgehäusen, welche die direkten Strahlen und auch Nässe und Schmutz möglichst fernhalten und doch der Luft genügenden Zutritt gestatten. Derartige Vorrichtungen, wie die auf freien Wiesen aufzustellenden „Englischen Hütten“ oder die vor den Fenstern anzubringenden „Fenstergehäuse“, sind allerdings recht kostspielig. Für ein einzelnes Thermometer genügt jedoch schon ein Strahlungsschutz nach Abb. 44; ein derartiges wohlfeiles Fensterthermometer sollte eigentlich jeder an Stelle der gebräuchlichen unbeschränkten mit ihren oft um viele Grade falschen Angaben besitzen.

Sieberg, Wetterbüchlein.



Abb. 44. Fensterthermometer mit Hellmann'schem Strahlungsschutz. Von R. Sueß in Steglitz-Berlin.

**Feuchtigkeitsmesser.** Für die Messung der Feuchtigkeit der Luft genügt vollständig ein Hygrometer. Bei diesen Instrumenten ist der wirksame Bestandteil ein Strähnchen sorgfältig entfetteter blonder Frauenhaare, welche bekanntlich die Eigenschaft besitzen, sich bei zunehmender Feuchtigkeit zu verlängern, bei abnehmender zu verkürzen; diese Bewegungen werden durch einen Zeiger auf einer Skala sichtbar gemacht und in Zahlengrößen (Prozenten der bei der augenblicklichen Temperatur im Maximum möglichen

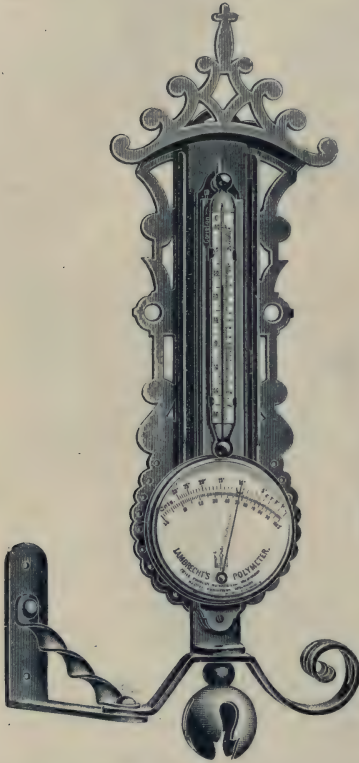


Abb. 45.

Lambrechtsches Polymeter mit Fensterwinkel und Schutzhäuschen.

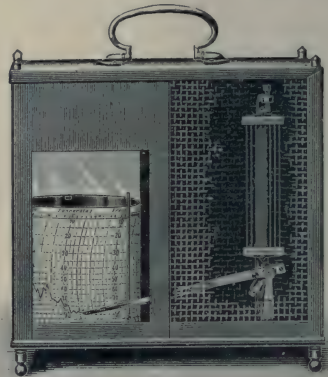


Abb. 46. Lambrechtscher Hygrograph.

Feuchtigkeit) ausgedrückt. Wohl die besten Hygrometer liefert die Firma W. Lambrecht in Göttingen. Das Lambrechtsche Polymeter (Abb. 45) gestattet auch noch die für die Nachtfrostprognosen so wichtige Bestimmung des Taupunktes der Luft. Die

selbstregistrierenden Feuchtigkeitsmesser nennt man Hygrographen. Abb. 46 zeigt ein solches Instrument von großer Empfindlichkeit, gleichfalls Lambrechtscher Konstruktion, bei welchem acht Haarseilchen ihre Bewegungen auf den Schreibhebel und somit auf die Registriertrommel übertragen. Es bedarf wohl eigentlich kaum der Erwähnung, daß auch die Feuchtigkeits-



messer durch Schutzgehäuse vor der direkten Bestrahlung durch die Sonne zu bewahren sind. Schließlich findet man noch beim Publikum vielfach die sog. „Wetterhäuschen“, welche zur Anzeige des Wetters dienen sollen. Diese zeigen allerdings an, ob die Luft feucht oder trocken ist, geben aber keine Zahlenwerte. Für die Feuchtigkeitsbestimmung kommen sie also nur so weit in Betracht, und zwar auch nur dann, wenn sie in freier Luft angebracht sind. Ähnlich wie sie können auch die bekannten Tannenzapfen („Wettermännchen“) und die Grannen des Reiherschnabels (der Pflanze *Erodium gruinum*) verwendet werden.

**Niederschlagsmesser.** Die Höhe des gefallenen Niederschlages mißt man mittels des Regenmessers. Als Regenhöhe bezeichnet man die Höhe, welche das Regenwasser oder das durch das Schmelzen des Schnees entstehende Wasser auf dem Erdboden einnehmen würde, wenn durch Verdunsten, Abfluß oder Einsickern in den Erdboden nichts verloren ginge. Sie wird gewöhnlich in Millimetern ausgedrückt, wobei 1 mm gleich 1 Liter pro Quadratmeter ist. Der Regen oder Schnee wird in einem Blechgefäß (Abb. 47) mit trichterförmigem Boden, der in eine Sammelflasche führt, aufgefangen; morgens um sieben Uhr läßt man das Wasser (Schnee wird vorher geschmolzt) in ein Meßglas abfließen, an welchem man die Regenhöhe unmittelbar ablesen kann. Auch besitzt man sogenannte Pluviographen, welche den Regen fortwährend selbsttätig aufzeichnen.



Abb. 47. Kleiner Regenmesser von R. Suez in Steglitz-Berlin.

**Windregistrator.** Schließlich sei noch des neuerdings von mir konstruierten und von der Firma R. Suez in Steglitz-Berlin vertriebenen mechanisch registrierenden Windapparats, System Sieberg-Suez (Abb. 48), gedacht, weil er nur den Bruchteil des Preises der sonstigen Windregistrierapparate kostet und trotzdem bei einfachster Handhabung den strengsten wissenschaftlichen Anforderungen Genüge leistet. Bei dem für die Windrichtung dienenden Teile überträgt sich die Drehung der Windfahne auf einen Exzenter, der dementsprechend die Schreibfeder hebt oder senkt; eine zweite Schreibfeder gibt zu erkennen, ob das betreffende Kurvenstück von einem östlichen oder westlichen Winde herrührt. Hiermit wird auf Wunsch noch eine Vorrichtung zur Aufzeichnung der Windgeschwindigkeit verbunden.

**Winke für die instrumentelle Ausrüstung kleiner Beobachtungsstationen.** Bei der großen Bedeutung, welche den Witterungsbeobachtungen schon in landwirtschaftlichen Kreisen zukommt, sei es zur Ausgestaltung der Prognose, sei es zur Feststellung der klimatologischen Eigentümlichkeiten des betreffenden Ortes, die namentlich in gebirgigen Gegenden schon in kurzen Abständen erheblich wechseln, sollte an jedem größeren Orte eine kleine Beobachtungsstation eingerichtet werden. Die

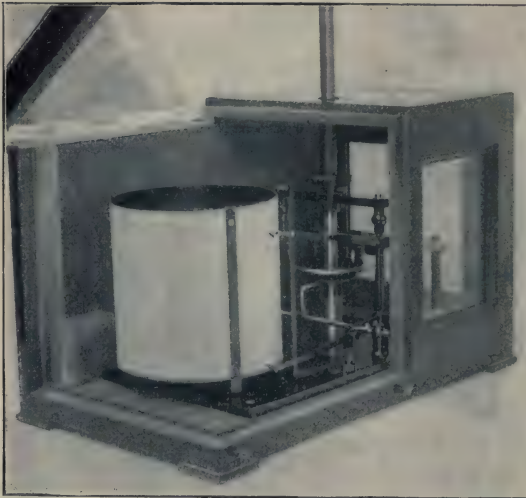


Abb. 48. Mechanisch registrierender Windapparat, System Sieberg-Sueß.  
Von R. Sueß in Steglitz-Berlin.

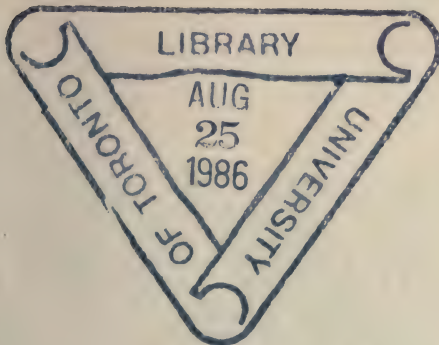
hierfür geleisteten Ausgaben würden sich schon bald bezahlt machen, und Pfarrer sowie namentlich Lehrer würden sich wohl leicht bereitfinden, die ebenso interessante wie mühevolle Arbeit zu übernehmen. Namentlich aber Luftschiffvereine, die ihren Sitz in Städten ohne meteorologische Station haben, können einer kleinen privaten Beobachtungsstation absolut nicht ent-

raten. In solchen Fällen ist es aber unumgänglich notwendig, sich genau an die vom königlich Preussischen Meteorologischen Institut in Berlin herausgegebene „Anleitung zur Anstellung und Berechnung meteorologischer Beobachtungen. I. Teil: Beobachtungen der Stationen zweiter und dritter Ordnung. II. Teil: Besondere Beobachtungen und Instrumente“ (Berlin, A. Asher & Co., zweite Auflage, 1904 und 1905, Preis je M 2.—) zu halten. Nachstehend seien einige Winke für die Auswahl der Instrumente gegeben.

Für die Aufstellung von Wettervorhersagen auf Grund der täglich zugehenden Wetterkarten, also auch für eine Luftschifferstation, ist erforderlich: ein Barometer oder,

besser noch, ein Barograph, ein Wolken Spiegel, ein Lambrecht-  
sches Polymeter und eventuell ein Windregistrator nach Sie-  
berg-Sueß. Klimatologische Untersuchungsstationen be-  
dürfen in erster Linie der Thermometer, wobei sich zweck-  
mäßig zu denen für die Messung der Luftwärme noch solche  
für die Feststellung der Bodenwärme in verschiedenen Tiefen  
gefallen, ferner der Feuchtigkeits- und Regenmesser; inwieweit  
Registrierinstrumente herangezogen werden, hängt von dem Um-  
fange der beabsichtigten Untersuchungen ab.

□



## Bücher zum weiteren Studium.

### A. Lehrbücher der Witterungskunde.

- W. Trabert: „Meteorologie“. Nr. 54 der „Sammlung Goeschen“. Leipzig, G. J. Goeschen'sche Verlagshandlung, 1909. Preis M —.80.  
Zur ersten Einführung in die Meteorologie.
- A. Sieberg: „Witterungskunde unter besonderer Berücksichtigung der Praxis“. Im 6. Bande der „Bibliothek des allgemeinen und praktischen Wissens“, herausgegeben von Emanuel Müller-Baden. Berlin, Deutsches Verlagshaus Bong & Co., 1909. Preis M 12.—. Kürzer dargestellt in dem Kapitel „Die Atmosphäre“ in A. Sieberg: „Der Erdball, seine Entwicklung und seine Kräfte“. Eßlingen a. N., J. F. Schreiber, 1908. Preis M 18.—.  
Zur Einführung in die Witterungskunde, Witterungsbeobachtung und Wettervorhersage.
- £. Weber: „Wind und Wetter“. 55. Bändchen der Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt“. Leipzig, B. G. Teubner, 1904. Preis M 1.—.  
Fünf Vorträge über die Grundlagen und wichtigeren Aufgaben der Meteorologie, leicht verständlich.
- h. J. Klein: „Allgemeine Witterungskunde mit besonderer Berücksichtigung der Wettervorhersage“. 2. Band von „Das Wissen der Gegenwart, Deutsche Universalbibliothek für Gebildete“. Wien und Leipzig, F. Tempsky, 1905. Preis M 4.—.
- h. J. Klein: „Wettervorhersage für jedermann“. Stuttgart, Strecker u. Schröder. Preis M 1.50.  
Allgemein verständliche Anleitungen.
- £. Kaffner: „Das Wetter und sein Einfluß auf das praktische Leben“. In der Sammlung „Wissenschaft und Bildung“. Leipzig, Quelle u. Meyer. Preis M 1.—.  
Leicht verständliche Einführung.
- h. Mohr: „Grundzüge der Meteorologie“. Die Lehre von Wind und Wetter nach den neuesten Forschungen gemeinfaßlich dargestellt. Berlin, Dietrich Reimer, 1898. Preis M 6.—.  
Ausführliches Lehrbuch, das nur geringe Vorkenntnisse bedarf.
- R. Börnstein: „Leitfaden der Wetterkunde“. Braunschweig, Friedr. Vieweg u. Sohn, 1906. Preis M 6.80.  
Gleichfalls ausführliches, aber gemeinverständlich bearbeitetes Lehrbuch.
- J. Hann: „Lehrbuch der Meteorologie“. Leipzig, H. Lauchnitz, 1906. Preis M 26.50.  
Vollständiges, für das spezielle Fachstudium bestimmtes Lehrbuch.
- A. Sprung: „Lehrbuch der Meteorologie“. Hamburg, Hoffmann u. Campe, 1885. Preis M 10.—  
In diesem nur für den Sachmann bestimmten Buche werden die einzelnen Probleme streng mathematisch behandelt.

R. Abercromby: „Das Wetter. Eine populäre Darstellung der Wetterfolge“. Aus dem Englischen übersetzt von J. M. Pernter. Freiburg i. Br., Herdersche Verlagshandlung, 1894. Preis M 7.—.

Ausführliches, gemeinverständlich geschriebenes Lehrbuch der Wettervorhersage.

W. Köppen: „Grundlinien der maritimen Meteorologie“. Hamburg, G. W. Niemeyer Nachfolger (G. Wolfhagen), 1899. Preis M 3.20.

Leichtverständlich, vorzugsweise für Seelente bestimmt.

J. van Bebbber: „Handbuch der ausübenden Witterungskunde“. 2. Bände. Stuttgart, F. Enke, 1885. Preis M 19.—. Vollständiges Lehrbuch für die Aufstellung der Wettervorhersage auf Grund der Zugstraßen der Depressionen, für das Fachstudium bestimmt.

J. van Bebbber: „Anleitung zur Aufstellung von Wettervorhersagen, für alle Berufsklassen, insbesondere für Schule und Landwirtschaft, gemeinverständlich bearbeitet“. Braunschweig, Friedr. Vieweg u. Sohn, 1902. Preis M 0.60.

Behandelt hauptsächlich die Witterungstypen.

### B. Lehrbücher der Klimakunde.

W. Köppen: „Klimalehre“. Bd. 114 der „Sammlung Goeßchen“. Leipzig, G. J. Goeßchen'sche Verlagshandlung, 1899. Preis M —.80. Gute, erste Einführung.

J. Hann: „Handbuch der Klimatologie“. 3 Bände. Stuttgart. Engelhorn (neue Auflage im Erscheinen begriffen). Preis M 36.—.

A. Woeikof: „Die Klimate der Erde“. Jena, Costenoble, 1887. Preis M 22.—.

Ausführliche Handbücher für den Gebrauch des Sachmannes.

J. van Bebbber: „Handbuch der hygienischen Klimatologie“. Stuttgart, Enke, 1895. Preis M 8.—.

Ausführliches Sachwerk, namentlich für Ärzte bestimmt.

### C. Anleitung zu Witterungsbeobachtungen.

Kgl. Preussisches Meteorologisches Institut: „Anleitung zur Anstellung und Berechnung meteorologischer Beobachtungen“. I. Teil: Beobachtungen der Stationen zweiter und dritter Ordnung. II. Teil: Besondere Beobachtungen und Instrumente. Berlin, A. Asher u. Co., 1904/05. Preis je M 2.—.

Jelinka-Hann: „Anleitung zur Ausführung meteorologischer Beobachtungen“. Leipzig, W. Engelmann, 1893. Preis M 3.60.

Enthält im II. Teile eine reiche Sammlung meteorologischer Hilfstafeln.

Jelinka-Hann: „Psychrometertafeln für das hundertteilige Thermometer“. Leipzig, W. Engelmann, 1894. Preis M 3.—.

## D. Kartenwerke.

- J. Hann: „Atlas der Meteorologie“. Gotha, Justus Perthes, 1887. Preis M 16.—
- C. Kaßner: „Meteorologische Erdgloben für Januar und Juli“. Berlin, Dietrich Reimer (E. Vohsen).
- „Atlas international des nuages.“ Internationaler Wolkenatlas. Herausgegeben im Auftrag des Komitees von H. Hildebrands-son, A. Riggensbach und L. Teisserenc de Bort. Paris, Gauthier-Villars, 1896.  
18 farbige Ansichten typischer Wolkenformen mit erläuterndem Text in deutscher, französischer und englischer Sprache.

## E. Zeitschriften.

- Meteorologische Zeitschrift. Herausgegeben von der Deutschen meteorologischen Gesellschaft und der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie. Redigiert von J. Hann und G. Hellmann. Braunschweig, Friedr. Vieweg u. Sohn. Preis M 24.— pro Jahrg. Das führende, streng wissenschaftliche Fachorgan, erscheint monatlich.
- Das Wetter. Meteorologische Monatschrift für Gebildete aller Stände. Herausgegeben von R. Ahmann. Berlin, O. Salle. Preis M 6.— pro Jahrgang.  
Populäre Zeitschrift.

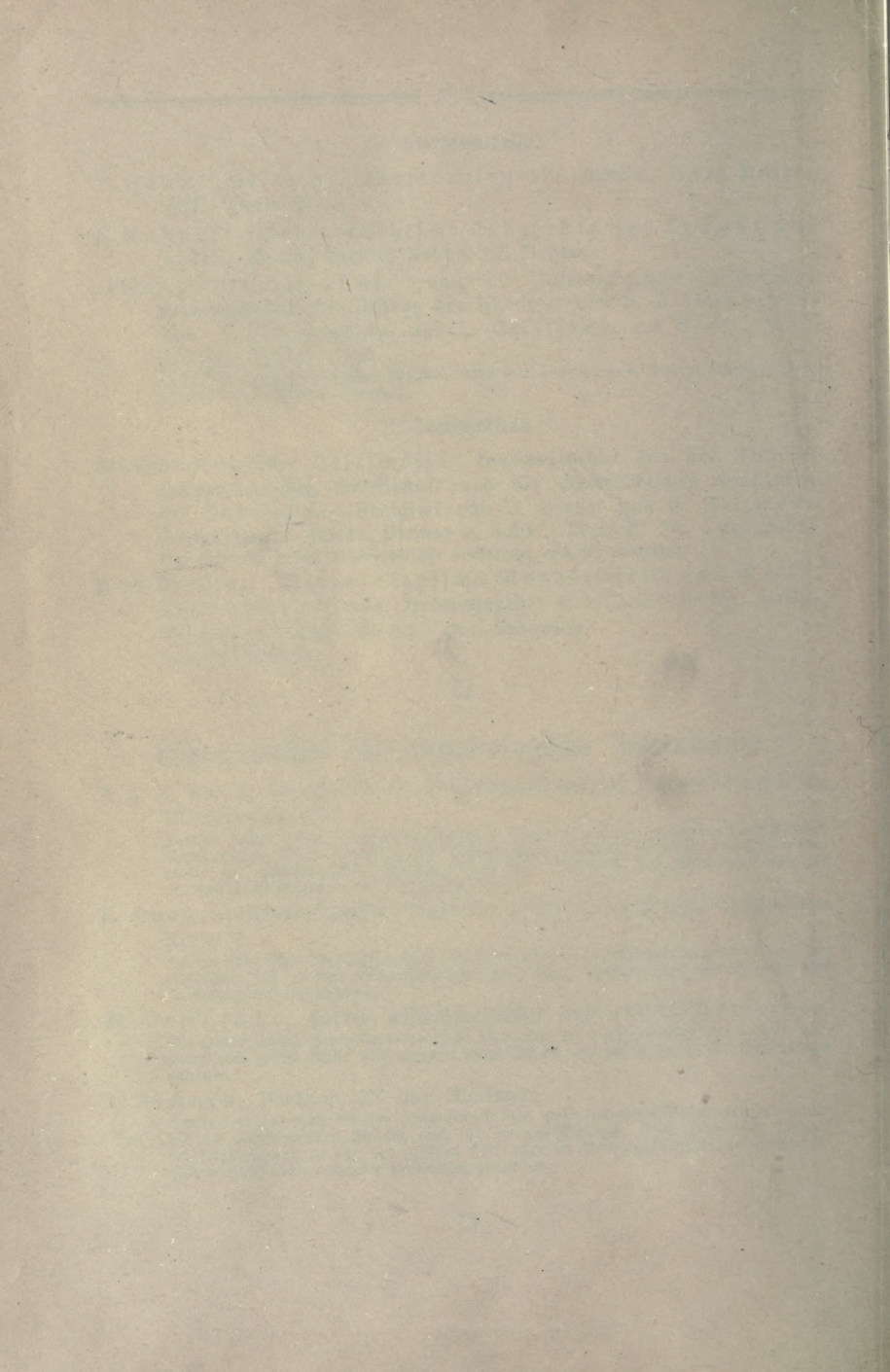


## Bezugsquellen für meteorologische Instrumente.

- J. u. A. Bosch, Werkstätte für Präzisions-Mechanik, Straßburg i. E., Münstergasse 15.  
Fertigt neben guten Aneroidbarometern verschiedener Form, auch für Luftschiffahrt, Barographen, Thermographen und Hygrographen an sowie sämtliche Registrierinstrumente für wissenschaftliche Ballonaufstiege und Theodolite für die Beobachtung der obersten Luftströmungen mittels Pilotballons.
- R. S u e ß, optisch-mechanische Werkstätte in Steglitz-Berlin, Düntherstraße 8.  
Fabrik sämtlicher meteorologischer Beobachtungs- und Registrierinstrumente von den einfachsten bis zu den kompliziertesten sowie aller Hilfsapparate zur Prüfung und Justierung der Instrumente.
- W. L a m b r e c h t, Fabrik wissenschaftlicher Instrumente, Göttingen.  
Aus dieser Fabrik gehen meteorologische Apparate der verschiedensten Art hervor, darunter eine ganze Reihe von eigenen Spezialitäten, die sich einer weiten Verbreitung erfreuen.
- J. R i c h a r d, Paris, 25 Rue Mélingue.  
Konstruiert und vertreibt eine ganze Anzahl von meteorologischen Registrierinstrumenten für die verschiedensten Zwecke, auch für die Luftschiffahrt. Das Richardsche Prinzip der Registrierung ist für den größten Teil aller im Gebrauch befindlichen meteorologischen Registrierinstrumente vorbildlich geworden.









**PLEASE DO NOT REMOVE  
CARDS OR SLIPS FROM THIS POCKET**

---

**UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY**

---

QC  
995  
S62  
1910  
C.1  
PASC

