

Das Wetter

von

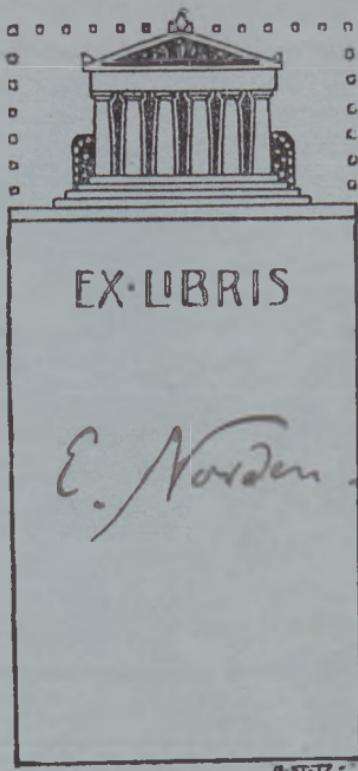
C. Kaßner

Zweite Auflage

Wissenschaft



und Bildung



Wissenschaft und Bildung

Einzeldarstellungen aus allen Gebieten des Wissens

Im Umfange von 150—180 Seiten

Geh. 1 M. · In Lederband 1.25 M.

Die Sammlung bringt aus der Feder unserer berufensten Gelehrten in anregender Darstellung und systematischer Vollständigkeit die Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung aus allen Wissensgebieten. :: :: :: Sie will den Leser schnell und mühelos, ohne Fachkenntnisse vorauszusezen, in das Verständnis aktueller wissenschaftlicher Fragen einführen, ihn in ständiger Fühlung mit den Fortschritten der Wissenschaft halten und ihm so ermöglichen, seinen Bildungskreis zu erweitern, vorhandene Kenntnisse zu vertiefen, sowie neue Anregungen für die berufliche Tätigkeit zu gewinnen. Die Sammlung „Wissenschaft und Bildung“ will nicht nur dem Laien eine belehrende und unterhaltende Lektüre, dem Fachmann eine bequeme Zusammenfassung, sondern auch dem Gelehrten ein geeignetes Orientierungsmittel sein, der gern zu einer gemeinverständlichen Darstellung greift, um sich in Kürze über ein seiner Forschung ferner liegendes Gebiet zu unterrichten.

Der weitere Ausbau der Sammlung wird planmäßig durchgeführt. Abbildungen werden den in sich abgeschlossenen und einzeln häufiglichen Bändchen nach Bedarf in sorgfältiger Auswahl beigegeben.



Über die bisher erschienenen Bändchen vergleiche den Anhang

Naturwissenschaftliche Bibliothek für Jugend und Volk

Geb. M. 1.80

Geb. M. 1.80

Herausgegeben von Konrad Höller und Dr. Georg Ulmer
Reich illustrierte Bändchen im Umfange von 140 bis 200 Seiten

Der deutsche Wald. Von Prof. Dr. M. Bueggen. 2. Aufl.

„Unter den zahlreichen, für ein größeres Publikum berechneten botanischen Werken, die in jüngster Zeit erschienen sind, beansprucht das vorliegende ganz besondere Beachtung. Es ist ebenso interessant wie belehrend.“

Naturwissenschaftliche Rundschau.

Die Heide. Von W. Wagner.

„Alles in allem — ein liebenswürdiges Büchlein, daß wir in die Schülerbibliotheken eingestellt wünschen möchten; denn es gehört zu jenen, welche darnach angetan sind, unserer Jugend in anregendster Weise Belehrung zu schaffen.“ Land- u. Forstwirtsch. Unterrichtszeitung.

Im Hochgebirge. Von Prof. C. Keller.

„Auf 141 Seiten entrollt der Verfasser ein so intimes, anschauliches Bild des Tierlebens in den Hochalpen, daß man schier mehr Belehrung als aus dicken Wälzern geschöpft zu haben glaubt. Ein treffliches Buch, das keiner ungelesen lassen sollte.“

Deutsche Tageszeitung.

Vulkan und Erdbeben. Von Prof. Dr. Brauns.

Es ist erfreulich, daß hier eine erste Autorität des Faches ihre Wissenschaft in den Dienst der Allgemeinheit gestellt hat. Der behandelnde Stoff ist von allgemeinem Interesse, besonders seit auch bei uns in Deutschland wiederholt größere Erderschütterungen sich einstellten und das Woher und Warum sich auf aller Lippen drängt.

Aus Deutschlands Urgeschichte. Von G. Schwantes. 2. Aufl.

„Eine klare und gemeinverständliche Arbeit, erfreulich durch die weise Beschränkung auf die gesicherten Ergebnisse der Wissenschaft; erfreulich auch durch den lebenswarmen Ton.“

Frankfurter Zeitung.

Aus der Vorgeschichte der Pflanzenwelt. Von Dr. W. Gothan.

Der Verfasser bespricht zunächst die geologischen Grundbegriffe, geht dann auf die Art der Erhaltung der fossilen Pflanzenreihe ein und schildert die Vorgeschichte der großen wichtigsten Gruppen des Pflanzentreiches der Tertiär- und Vorzeit.

Das Wetter

und seine Bedeutung für das
praktische Leben

Von

Prof. Dr. Karl Kaßner

Abteilungsvorsteher im Kgl. Preuß. Meteorologischen Institut
Privatdozenten an der Kgl. Technischen Hochschule Berlin

2. Auflage

Mit 27 Figuren und 6 Karten



1918

Verlag von Quelle & Meyer in Leipzig



Biblioteka
Uniwersytetu Gdańskiego



1100852825

Alle Rechte vorbehalten.



inv. 52473

948914



Ohlenroth'sche Buchdruckerei
Georg Richters
Erfurt

20,-

P 20/58

1350

Zur zweiten Auflage.

Alle in- und ausländischen Besprechungen der ersten Auflage stimmten erfreulicherweise in einem sehr günstigen Urteile überein und wiesen nur auf wenige zu bessernde Punkte hin. Diese sind ebenso wie einige mündliche Anregungen in der zweiten Auflage berücksichtigt.

Zulässige Kürzungen, namentlich im geschichtlichen Teile, gestatteten die Aufnahme neuerer Forschungsergebnisse im zweiten Teile. Fast völlig umgearbeitet und bereichert wurde vor allem der dritte Teil, wozu durch Ausscheidung alles dessen, was zum Klima, aber nicht zum Wetter gehört, Platz gewonnen wurde; ich erwähne als neu den Abschnitt Städtebau. Wert wurde auf ein möglichst reines Deutsch gelegt, wodurch vielfach ganz ersichtlich die Klarheit gesteigert wurde. Fachausdrücke wurden daneben soweit beibehalten, als zum Anschluß an strenge Fachbücher nötig erschien. Sprachlich ist die Mehrzahl: die Tiefs und die Hochs von „das Tief“ und „das Hoch“ vielleicht bedenklich, aber sie hat sich schon eingebürgert und ist eindeutig.

Eine russische Bearbeitung der ersten Auflage erschien 1913 von W. W. Schiptschinsky unter dem Titel Pogoda i eja predskasanije (Das Wetter und seine Vorhersage) in St. Petersburg.

Berlin, im Herbst 1917.

K. Kaßner.

Bücher zur Weiterbildung.

I. Zur Geschichte der Wettervorhersage.

- G. Hellmann. Neudrucke von Schriften und Karten über Meteorologie und Erdmagnetismus. Berlin, A. Asher & Co. 15 Bände. 1893 bis 1904. Enthalten eine Fülle von Geschichts- und Büchernachweisen.
- Meteorologische Volksbücher. 2. Aufl. Berlin, H. Paetel, 1895. Ergänzung zu den Neudrucken.
- Beiträge zur Geschichte der Meteorologie. Berlin, Behrend & Co., 1914 ff.
- W. J. van Bebber. Handbuch der ausübenden Witterungskunde. 1. Teil. Geschichte der Wetterprognose. Stuttgart, F. Enke, 1885. 10 Mf.
- H. Hildebrandsson et L. Teisserenc de Bort. Les bases de la météorologie dynamique historique — état de nos connaissances. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1907. Grundwerk für die geschichtliche Entwicklung der Meteorologie. 3 Bde., davon 2 erschienen.

II. Zu den Grundlagen der Wettervorhersage.

- J. Hann u. R. Süting. Lehrbuch der Meteorologie. 3. Aufl. Leipzig, C. H. Tauchnitz, 1915. 40 Mf. Standwerk der Meteorologie.
- K. Kaßner. Meteorologische Globen für Januar und Juli (34 cm Durchmesser). Berlin, D. Reimer, 1907. Übersichtliche, von den Projektionsfehlern freie Darstellung der Luftdruck-, Wärme- und Windverhältnisse der Erde.
- R. Abercromby. Das Wetter. Übersetzt von Perner. Freiburg i. Br., Herder, 1894. 7 Mf. Enthält viele Feinheiten der Wettervorzeichen.
- W. J. van Bebber. Die Wettervorhersage. 2. Aufl. Stuttgart, F. Enke, 1898. 6 Mf. Praktische Anleitung zur Wettervorhersage.
- R. Börnstein. Leitfaden der Wetterkunde. 3. Aufl. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1913. 8 Mf. Gibt auch eine allgemeine Übersicht über die Lehren der Meteorologie und die Einrichtungen zur Wettervorhersage in allen Ländern.
- H. Klein. Wettervorhersage für jedermann. Stuttgart, Strecker & Schröder, 1908. 2.30 Mf. Besonders für örtliche Vorhersagen beachtenswert.
- R. Hennig. Gut und schlecht Wetter. Leipzig, B. G. Teubner, 1911. 1.25 Mf. Gute Ergänzung zu meinem Buch wegen zahlreicher Wetterkarten und ihrer Besprechung.
- J. Bendel. Wetterpropheten. Regensburg, Manz, 1904. Hauptsächlich Schilderung des Verhaltens der Tiere und Pflanzen je nach dem Wetter.

Inhalt.

	Seite
Bücher zur Weiterbildung	4
Einleitung	7
I. Geschichtliche Entwicklung der Wettervorhersage	9
1. Die Zeit ohne planmäßige Beobachtungen	9
Altertum (5. 9); Bibel (11); Mittelalter (12); Astrometeorologie (13); Zwölf Nächte (14).	
2. Volkswetterbücher	12
Lucidarius (16); Buch der Natur (17); Bauernpraktik (18); Prognostiken (19); Wetterbüchlein (19); Kalender (20); Hundertjähriger Kalender (21).	
3. Bauernregeln	25
Siebenschläfer (24); Maifroste (24).	
4. Mond und Wetter	28
Toaldo (28); Falb (30).	
5. Anfänge planmäßiger Wetterbeobachtungen. Erfindung der Wettermesswerkzeuge	31
Altestes Wettertagebuch (32); Windfahne (33); Regenmesser (35); Barometer (36); Thermometer (37); Hygrometer (40); Accademia del Cimento (41); Societas Meteorologica Palatina (41); Anfänge der Wetterkarten (44) und der Wetterdrahtungen (44).	
II. Die Grundlagen der Wettervorhersage	45
1. Wetterbeobachtungen	45
Beobachtungsstationen (46); Erforschung der höheren Luftschichten (48); Schiffsbeobachtungen (50).	
2. Wettermeldewesen. Öffentlicher Wetterdienst im Deutschen Reich	51
Wetterdienststellen (51); Wetterdrahtungen (53).	
3. Wetterkarten	58
4. Luftdruck und Wind	59
Gradient (60); barometrische Höhenstufe (61); Ablenkung des Windes durch die Erddrehung (62).	
5. Hoch- und Tiefdruckgebiete im allgemeinen	64
Isobarenformen (64); Windbahnen (66); Regel von Buys Ballot (67); Dovesches Winddrehungsgesetz (68); Wind und Klima (69); Entstehungslehre (71).	
6. Tiefdruckgebiete und ihr Wetter	72
Windwege (72); Wetter (73); Zugstraßen (75); Hochwasser (77); Geschwindigkeit (80), Randtiefs (81); V-Tiefs (82).	

	Seite
7. Hochdruckgebiete und ihr Wetter.....	85
Ortsveränderung (85); Wetter im Winter (84) und im Sommer (85).	
8. Wettervorhersage für die nächste Zeit	86
Fall- und Steiggebiete (87); Wettergescheiden (87); eigene Beobachtungen (88); Nachtfrost (90).	
9. Erhaltungsstreben und Wetterfolge	95
10. Vorhersagen für längere Zeit	94
Aktionszentren der Atmosphäre (95); Wettertypen (98); Golfstrom (100); Sonnenflecken (102).	
11. Wetteranzeigen von Tieren und Pflanzen	104
III. Die Bedeutung des Wetters für das praktische Leben	106
Vorbemerkungen.....	106
1. Der Einfluß des Wetters auf den Menschen und das öffentliche Leben	107
Wetterempfindlichkeit (107); Wetterstrenge (108); Strahlung und Licht der Sonne (108); Luftwärme (108); Schwüle (110); Regen und Schnee (110); Wind (111); Luftdruck (111); Wetter als Ganzes (111); Kleidung (113); Nahrung (113); öffentliches Leben (114); Weltgeschichte (115).	
2. Städtebau	115
Zonen (116); Orte (116); Straßen (117); Zug nach dem Westen (117); Einfluß auf das Wetter (118).	
3. Land- und Forstwirtschaft.....	119
Düngung (119); Ent- und Bewässerung (119); Anbau und Ernte (120); Wälder (121).	
4. Industrie und Technik	122
Sonnenstrahlung (122); Rauch und Staub (122); Stadtnebel (123); Gewitter (124); Talsperren (125); Windkraft (125); Luftdruck (126); Feuchtigkeit (127); Nebel und Wolken (127); Niederschlag (128); Blitz (128).	
5. Verkehr und Handel	128
Landverkehr (129); Kraftwagen (130); Eisenbahn (131); Binnenschiffahrt (133); Seeschiffahrt (133); Leuchttürme (134); Luftverkehr (134); Meldewesen mit und ohne Draht (135); Handel (136); Börse (137).	
6. Gerichtliche Meteorologie	137
Vergehen und Verbrechen (139); Prozesse (139); Unfälle (140); Beförderungsschäden (141); Arbeitenverzögerung (142); höhere Gewalt (142).	
7. Der Einfluß des Menschen auf das Wetter	142
Entwaldung und Aufforstung (142); Ent- und Bewässerung (143); Blitzableiter (144); Nachtfrostabwehr (144); Regenerzeugung (144); Hagelableiter (145); Hagelschießen (145).	
Sachverzeichnis	148

Einleitung.

Die Meteorologie ist die Lehre von den Erscheinungsformen der meteorologischen Elemente, von ihren Veränderungen und wechselseitigen Beziehungen.

Der Name Meteorologie findet sich im Altertum schon bei Plato, Plutarch u. A., hat aber seinen besonderen Sinn erst seit Aristoteles. Das Wort ist gebildet aus *μετα* = mitten, *έωρα* = das Schweben und *λόγος* = die Lehre. Meteorologie ist also „die Lehre von dem, was mitten schwebt“, d. h. zwischen Himmel und Erde, also in der Luft. Deshalb rechnete man zu ihr auch die Meteore und die Sternschnuppen, besonders seit sie Aristoteles in seinen vier Büchern *Meteorologica* ausführlich behandelte; gemäß dem großen Einfluß von Aristoteles hielt man im ganzen Mittelalter bis in die neuere Zeit hinein an dieser Umgrenzung der Meteorologie fest. Jetzt gehören diese Himmelserscheinungen zur Astronomie.

Was sind nun meteorologische Elemente? Die Bestimmungsstücke des jeweiligen Zustandes der Luft, nämlich: Sonnenschein, Temperatur der Luft, des Erdbodens und des Wassers, Luftfeuchtigkeit, Bewölkung, Niederschläge, Gewitter, Luftdruck und Wind. Sie alle sind aber nicht beständig, sondern mehr oder weniger veränderlich, und diese Veränderungen von einem Zustand der Lufthülle zum anderen erzeugen das Wetter. Sobald es sich um solche Erscheinungen innerhalb kurzer Zeiträume, z. B. in einem oder einigen Tagen, handelt, sprechen wir vom Wetter, und bei einem etwas größeren Zeitraum, etwa einem Monat, von der Witterung. Die durchschnittliche Witterung eines größeren Zeitabschnittes (mindestens einiger Jahre) nennen wir Klima.

Damit gelangt man zur Einteilung der Meteorologie in die Meteorologie im engeren Sinne und in die Klimatologie. Jene bedient sich vorzugsweise physikalischer, zum Teil aber auch statistischer Verfahren, während die Klimatologie, die Lehre vom Klima, im wesentlichen statistische Verfahren auf erdkundlicher Grundlage verwendet.

Die Meteorologie im engeren Sinne gliedert sich wieder in die Lehre a) von den meteorologischen Elementen (wissenschaftlicher Teil), b) vom Wetter (praktischer Teil). Die eigentliche Wetterkunde ist also nur ein Teil der Meteorologie, während sie gewöhnlich für letztere selbst gehalten wird. Sie ist allerdings derjenige Teil, der in weiteren Kreisen fast ausschließlich gewürdigt wird und nicht mit Unrecht; doch darf dabei nicht übersehen werden, daß die Wetterkunde für sich allein gar nicht bestehen und sich allein auch nicht fortentwickeln kann, sondern durchaus der Hilfe der wissenschaftlichen Meteorologie bedarf.

Die Klimatologie andererseits umfaßt a) die allgemeine und b) die besondere Klimatologie. Erstere untersucht die klimatischen Unterschiede und Einflüsse von Land und Wasser, von Gebirge und Ebene usw., letztere das Klima der einzelnen Länder und Orte.

Wenn sich auch vorliegendes Buch lediglich mit dem Wetter beschäftigen wird, so muß gelegentlich doch auch auf andere Zweige der Meteorologie Rücksicht genommen werden.

I. Geschichtliche Entwicklung der Wettervorhersage.

1. Die Zeit ohne planmäßige Beobachtungen.

Auf allen Gebieten hat man die Wahrnehmung gemacht, daß gerade die alltäglichen Erscheinungen am spätesten erforscht wurden; denn zuerst hat immer nur das Wunderbare gefesselt. Nach den Ursachen irgendeines Vorkommnisses zu forschen, lag nicht im Sinn der alten Völker, und es war zudem viel bequemer, dafür irgendeine Gottheit anzunehmen. Dieser Glaube wurde dann von den Priestern aus Eigennutz noch geschürt, denn je gewaltiger ihre Gottheit erschien, um so wichtiger und einflußreicher wurde ihr Mittleramt zwischen der Gottheit und den Menschen. Statt das Volk aufzuklären, behielten sie Erfahrungstatsachen für sich und nutzten sie zu ihrem Vorteil aus, indem sie z. B. Blitz und Donner nachahmten oder die Gottheit geheimnisvoll in Dampfwolken gehüllt erscheinen ließen.

Daz gewisse Erfahrungstatsachen über das Wetter gewonnen wurden, ist ohne weiteres anzunehmen und verständlich, sobald man nur des Lebens der Völker in den ältesten Zeiten gedenkt. Jagd, Ackerbau und Viehzucht war ihre Hauptbeschäftigung und zwang sie zu fast ständigem Aufenthalt im Freien, wo sie allen Unbillen des Wetters ausgesetzt waren. Da erlangten sie manche Einblicke in das Wetter und in seine Veränderungen, die bei vielfältiger Wiederholung schließlich auch für das kommende Wetter Regeln abzuleiten gestatteten. Diese Regeln sind aller Wahrscheinlichkeit nach die Urfänge der Bauernregeln gewesen, denn viele finden sich ganz ähnlich bei den verschiedensten Völkern, zwischen denen niemals Verkehr bestand. Die Urvölker selbst waren gegen Wettereinflüsse sicherlich abgehärtet, so daß es ihnen anfangs wohl ziemlich gleichgültig war, welches Wetter bevorstand, nicht aber mehr, sobald sie zu Ackerbau und Viehzucht übergegangen waren; denn nun hing der Ertrag vom Wetter ab, und deshalb war es ihnen wichtig, Erfahrungen über die kommende Witterung zu sammeln. In ganz gleicher Weise ist ja auch der hundertjährige Kalender (S. 21) entstanden.

Außerdem ist es von jeher ein Zug menschlicher Eigenart gewesen, einen Blick in die Zukunft werfen zu wollen — ich erinnere nur an die Orakel, das Kartenlegen und den Spiritismus — warum also nicht auch beim Wetter? Beim Wetter, das täglich an uns herantritt und schon oftmals geradezu bestimmd nicht bloß in das Leben der Völker, sondern auch in unser eigenes eingriff?

Indessen blieb die Vorhersage Jahrtausende hindurch Stützwerk und mußte es auch so lange bleiben, als man noch nicht die Grundlagen des Wetters und seiner Veränderungen messend zu verfolgen gelernt und erforscht hatte. „Jahrtausende“ ist nicht zuviel gesagt, denn die ältesten bekannten Angaben über das Wetter sind Tontäfelchen im British Museum zu London, die der Urzeit Babyloniens entstammen, d. h. etwa dem Jahre 4000 v. Chr. Von dem Inhalt geben nachstehende Proben eine Vorstellung:

„Wenn ein Halo die Sonne umgibt (also ein Sonnenring), so wird Regen fallen.“

„Wenn ein Sturm über das Land kommt, wird die Ernte größer werden und der Markt fest.“

„Wenn es donnert im Monat Sebat, so werden Heuschrecken eindringen. Wenn es donnert im Sebat, so werden Steine (wohl Hagel) vom Himmel fallen.“

Solche Sätze kounnen nur auf Grund langjähriger Erfahrung aufgestellt werden, so daß man für den Anfang ein noch weit höheres Alter annehmen muß. Allerdings wurden diese Regeln zur Vorhersage des Wetters selbst kaum verwandt, wohl aber, wie später bei Griechen und Römern, und auch bei den Chinesen, zur Vorhersage günstiger oder ungünstiger Tage für irgendwelche Unternehmungen. Wir haben hier wohl auch die Anfänge der Sterndeuterei zu suchen; z. B. heißt es in einem jener Tontäfelchen von Spica, dem Hauptstern des Sternbildes der Jungfrau:

„Wenn Spica innerhalb des Mondrings steht, so werden gesetzlose Menschen wüten, und viel Räuberei wird im Lande sein.“

Manche der uralten babylonischen Wetterregeln lassen sich, wenn auch nicht in derselben Fassung, so doch mit gleichem Inhalt bis in unsere Zeit verfolgen. So war oben eine uralte Regel über die Bedeutung des Donners angeführt worden, und dieser

Gewitteraberglauben ist über Byzanz bis nach Nordeuropa vorgedrungen. Noch jetzt heißt es in der schwedischen „Bondepraktika“ (vgl. S. 19):

„Hört man Donner im Oktober, so bedeutet das Sturm, teures Horn und wenig Frucht.“

Indessen wird eine Behauptung dadurch noch nicht wahr, daß sie immer wieder und von Vielen nachgesprochen wird.

Wie bei den Babylonieren findet man auch bei den Israeliten mancherlei Kenntnisse vom Wetter, die uns zum Teil noch in der Bibel¹ überliefert sind; jedoch darf man nicht vergessen, daß die Bibel nur ein Religionsbuch ist und sein will. Bei der vielfachen kriegerischen Verührung der Israeliten und Babylonier kann man mit großer Wahrscheinlichkeit einen Einfluß dieser auf jene annehmen. Nur zwei Wetterregeln seien angeführt:

Matth. 16, 2—3: „Des Abends sprecht ihr: Es wird ein schöner Tag werden, denn der Himmel ist rot. Des Morgens sprecht ihr: Es wird heute Ungewitter sein, denn der Himmel ist rot und trübe.“

Luk. 12, 54: „Wenn ihr eine Wolke aufgehen sehet vom Abend, so sprecht ihr bald: Es kommt ein Regen; und es geschieht also.“

Aus Babylonien und Ägypten hatten die Israeliten auch die Wahrzagerei aus dem Wolfenzug und sonstigen Himmelszeichen mitgebracht, und es ist sehr bemerkenswert, daß die hebräischen Worte für Wolke (anán) und für Zeichendeuter (onéhn) denselben Stamm haben. Und wenn das Gewerbe der Zeichendeuter auch hauptsächlich dafür bestimmt war, den Menschen Glück und Unglück vorherzusagen, so hing doch beides, z. B. bei der Ernte, mit dem Wetter vielfach zusammen. Die Wetterregeln, die dabei benutzt wurden, brauchten sich freilich nicht immer zu bestätigen, denn damals galt in noch höherem Maße Kepplers Wort: „Das Treffen behält man nach der Weiber Art, das Fehlen aber vergisst man, weil es nicht Besonders ist, und damit bleibt der Astrologus in Ehren.“ Trotz dieser Zeichendeuterei, die mit wirklicher Wetterkunde so gut wie nichts gemeinsam hat, kennt man gerade aus Palästina fast die allerältesten Messungen, nämlich die des Regens, wie die zum Talmud gehörende Mischnah aus den ersten zwei christlichen Jahrhunderten mitteilt. Noch ältere

¹ Vgl. K. Hafner, Die Meteorologie der Bibel. (Das Wetter, Jahrgang 1892, S. 25—37.)

Messungen, nämlich aus dem 4. Jahrhundert v. Chr., sind neuerdings in Indien bekannt geworden. Seitdem mußten anderthalb Jahrtausende vergehen, bis man wieder in bewußter Absicht den Regen maß und dann bald auch besondere Geräte dazu herstellte. Jedenfalls läßt aber die Angabe der Mischnah voraussetzen, daß schon viele Jahre hindurch solche Messungen in Palästina angestellt sein müssen.

Die gleiche Voraussetzung ergibt sich auch für die Steinkalender (*παρατήρημα*) der Griechen. Auch dieses Volk hat seit den Urzeiten das Wetter beobachtet und Regeln darüber in vielen Schriften (Homer, Hesiod, Aratos usw.) niedergelegt. Besonders beachtenswert sind aber die genannten Kalender, die nicht astronomische, sondern klimatologische sind. Sie wurden seit Metons Zeiten (um 430 v. Chr.) auf Marktplätzen oder anderen öffentlichen Orten an Säulen befestigt. Nachdem man nämlich Jahre hindurch das Wetter Tag für Tag vermerkt hatte, konnte man daraus das durchschnittliche Wetter jedes Tages ableiten und es auf Steintafeln einmeißeln. Bei jeder Tageszeile war ein Loch, in das man zur Bezeichnung des jeweiligen Tages einen Holzpflock (*παράτηρημα* von *παρατήρω*, daneben stecken) steckte. Im Jahre 1903 grub man zu Milet zwei solcher Kalender aus, von denen einer für das Jahr 109 n. Chr. bestimmt war und die Tierkreisbilder, sowie die Namen der Sternendeuter Euktemon, Eudoxos, Philippus usw. meldete. Sie gaben wie gesagt den durchschnittlichen Wetterverlauf an, wie er aus mehreren Jahren abgeleitet wurde; sie hatten also klimatologische Bedeutung. Das wurde aber bald vergessen, und man sah darin Wettervorhersagen; daher war bei den Kalendern aus Milet angegeben, für welches Jahr sie gelten sollten. Man begnügte sich aber damit nicht, sondern begann schon frühzeitig, aus Auf- und Untergängen von Sternen, sowie anderen Himmelserscheinungen das Wetter vorherzusagen. Obwohl sich gegen diese Irrlehren einsichtsvolle Männer erhoben, vor allem Geminus in seinem Lehrbuch der Astronomie (um 70 v. Chr.), verbreiteten sie sich immer mehr und wurden durch den großen Astronomen Ptolemäus zu Alexandria in seinem *Tetocabiblos* in ein astrologisches System gebracht. In dieser Form erhielten sie sich mehr als anderthalb Jahrtausende und wurden seit dem 15. Jahrhundert gewöhnlich in Büchern mit dem Titel *Prognostikon* oder *Praktik* veröffentlicht (S. 18 ff.).

Besonders denkwürdig war die Vorhersage einer Sündflut für den Februar 1524 durch den Tübinger Astronomen Stöfler auf Grund besonderer Planetenstellungen; in ganz Europa erschienen 1517—24 mehr als 130 Schriften darüber.

Zu den letzten Vertretern dieser Gestirnswetterkunde oder Astrometeorologie gehörten Fr. Ad. Schneider und z. T. auch R. Falb (S. 30). Schneider (1787—1869) war im preußischen Kultusministerium Rechnungsrat. Als er einmal hörte, daß ein bestimmter Samen nur bei zunehmendem Monde gesät werden darf — ein auch heute noch verbreiteter Überglaube — schaffte er sich zur Prüfung astronomische und meteorologische Instrumente an und erbaute in der Potsdamerstraße ein Haus, das noch jetzt steht (Nr. 120); bis etwa 1884 stand auf himmelblauem Grunde mit goldenen Lettern daran

Astrometeorologisches Institut



Die Zeichen bedeuten: Uranus in Quadratur mit der Sonne (d. h. 90° von ihr entfernt). Um nach Schneider aus den Planetenstellungen Wärme, Luftdruck und Windrichtung bei Auf- und Untergang von Sonne und Mond nur für ein Jahr zu berechnen, waren 19728 Listen notwendig! Dabei kann aber durch noch andere Planetenstellungen die berechnete Temperatur um wenige Tage verfrüht oder verzögert werden. Er entwickelte auch eine Theorie der Wolken und Niederschläge auf Grund von „Nichtsen“ und „Riechsubstanzen“, wobei er die Erde von einer eisförmigen Glas- und einer blauen Lufthülle umgeben dachte. Zur Fortführung seiner Arbeiten hinterließ er dem König Geld, das aber auf ein Gutachten der Akademie der Wissenschaften hin abgelehnt wurde.

Während die bisher geschilderten Verfahren immerhin noch an tatsächliche Beobachtungen anknüpften und man zwischen diesen und den Schlüssen daraus meist auch einen ursächlichen Zusammenhang herstellen kann, so ist das bei der folgenden Art der Wettervorhersage nicht mehr der Fall, obwohl es sich gerade bei ihr mehr als bei der vorigen um eine Erforschung des kommenden Wetters handelt. Diese Art knüpft an die angeblichen Beziehungen des Wetters von Weihnachten und Neujahr zu dem im folgenden Jahre an. Eine solche Vorstellung ist uralt und läßt sich bei Indern und Chinesen Jahrtausende weit zurückverfolgen;

natürlich kam damals nicht das Weihnachtsfest, d. h. das Geburtsfest Christi, in Betracht, sondern die Zeit des tiefsten Standes der Sonne im Winter und damit die Hoffnung auf das Wiedererwachen der Natur.

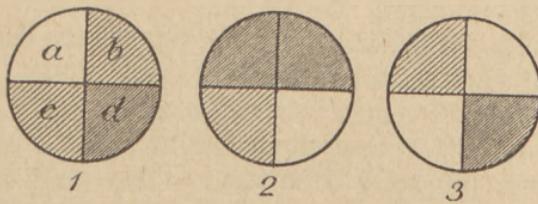
In der Regel geht man bei dieser Vorhersage von den „zwölf Nächten“, die mit der Wintersonnenwende beginnen, aus und nimmt an, daß, wie das Wetter in der ersten Nacht ist, es so auch im ersten Monat des neuen Jahres sein wird; wie in der zweiten Nacht, so auch im zweiten Monat usw. In China verfährt man so: „Sobald das Silvesterabendessen vorbei und Feuerwerk abgebrannt worden ist, zündet man etwas Opferpapier an, ersetzt die alten Lampen auf dem Hausaltar durch neue und wirft die Bambusfüße der alten ins Feuer. Dann holt man mit Zangen zwölf glimmende Bambusstücke heraus, legt sie rund herum auf den Boden und gibt ihnen in der Reihenfolge, wie man sie herausnahm, die Namen der Monate; dann paßt man genau auf, welche sogleich auslöschen und welche ihre Glut noch behalten. Die ersten sagen für ihren Monat Regen und trübes Wetter voraus, diejenigen, die nur etwas glimmen, heiteres, sonniges Wetter, und diejenigen, die noch weiter brennen, veränderliches Wetter.“

Während in China also nur eine Nacht eine wichtige Rolle spielt und bei dem Beharren des Volkes am Hergebrachten seit vielen Jahrhunderten schon gespielt hatte, sind es bei anderen Völkern, wie bereits erwähnt, meist zwölf Nächte, und alle liegen in der gleichen Jahreszeit. Jedoch besteht über den Beginn der Zählung dieser Nächte keine Einheitlichkeit. Die Mehrzahl der Völker fing mit Weihnachten zu zählen an und hörte zu Epiphanias (6. Januar), dem älteren Geburtsfest Christi, auf; einige beginnen am 1. Januar und manche, z. B. die Landleute in Oberitalien, nehmen sogar die doppelte Zahl solcher Lostage, nämlich den 1. und 24. Januar für den Januar, den 2. und 23. für den Februar usw.; dabei galt ihnen der 25. Januar (Pauli Befehlung) als besonders wichtig für die Aussicht auf das Wetter des ganzen Jahres. Außer den hier erwähnten Zählungsweisen gibt es noch verschiedene andere, z. B. in Sizilien vom 15. bis 24. Dezember, in Albanien vom 1. bis 12. August usw.

In Albanien schließt man von der Windrichtung in der Silvesternacht auf Wind (und Wetter) im kommenden Jahr; ähnlich beobachtete man in manchen Gegenden Deutschlands

den Wind am Gallustage (16. Oktober) von 6 Uhr früh bis 6 Uhr abends und schloß von der ersten Stunde (6—7 Uhr) auf den Wind im nächsten Januar, von der zweiten auf den im Februar usw. Noch bequemer ist das folgende, gleichfalls vielfach geübte und an das chinesische erinnernde Verfahren: am Christabend legt man in zwölf hohle Zwiebelschalen je etwas Salz, benennt sie der Reihe nach mit Monatsnamen und sieht am nächsten Morgen wieder nach; geschmolzenes Salz deutet auf Nässe, trockenes auf Schönwetter usw.

Unter obigen „zwölf Nächten“ sind nicht immer nur Nächte verstanden worden, sondern oft auch die ganzen Tage von 24 Stunden, doch fing jeder um 6 Uhr abends des bürgerlichen Vortages an und zwar der erste um 6 Uhr am Christabend. Dann entsprach das Wetter von 6—12 Uhr abends dem ersten Viertel des betreffenden Monats (am Christabend also des Januars), von 12—6 Uhr morgens dem zweiten Viertel usw. In einzelnen Gegenden Deutschlands zeichnen die Bauern hierbei mit Kreide zwölf Kreise an die Stubentür, beziffern sie mit 1, 2, 3 bis 12 und teilen sie in vier Viertelkreise.



War in den ersten sechs Stunden das Wetter schön, so bleibt das erste Viertel (a) frei, bei veränderlichem Wetter in den nächsten zwölf Stunden werden die nächsten Viertel (b, c) leicht gestrichelt, bei schlechtem Wetter dick mit Kreide zugedeckt (d). Daselbe Verfahren erwähnt eigenümlicherweise schon Claus Worm 1645 aus Dänemark, wo es „Julemerke“ heißt, weil man am Julfest (Weihnachten) beginnt.

2. Volkswetterbücher.

Die meisten der bisher geschilderten Gebräuche lassen sich bis in sehr frühe Zeiten verfolgen und sind zum Teil noch jetzt üblich; das spricht dafür, daß in der Zwischenzeit, also im Mittelalter, wenig Neues dazu gekommen ist. Schon bei den Römern war es so, die als Schüler der Griechen nur deren Lehren erläuterten.

Allein bei Lucretius Carus (96—55 v. Chr., er schrieb *De rerum natura*) und besonders bei Seneca (4 v. Chr.—65 n. Chr.) in seinen *Naturales quaestiones* finden wir schon merkliche Fortschritte in der Erkenntnis des Wetters und seiner Ursachen. Desgleichen geben Vergil (70—19 v. Chr.) in den „*Georgica*“ und Columella (um 60 v. Chr.) im *Landwirtschaftsbuch* *De re rustica* treffende Wetterzeichen. So sagt ersterer von der Sonne:

„Wird sie eben erwachend den Glanz mit flecken besprengeln,
„Eingehüllt in die Wolf“ und halb mit der Scheibe zurückfliehn,
„Sehr dann hab' auf Regen Verdacht.“

Zu erwähnen sind auch *Nigidius Figulus* (98—45 v. Chr.) und *Avienus* (4. Jahrh. n. Chr.). Dagegen hat *Plinius* der Ältere in seiner bekannten *Historia naturalis* alles ohne Prüfung aufgenommen und dadurch sicherlich manchmal eher geschadet als genutzt.

Diese und die griechischen Schriften waren es hauptsächlich, die im Mittelalter die Grundlage der Wetterkenntnis bildeten. Wesentliche Fortschritte verdanken wir aus dieser Zeit nur den Arabern und Juden Spaniens, die auch verdienstlicherweise die Schriften des Altertums übersetzten.

Erst im späteren Mittelalter beschäftigte man sich wieder mehr mit der Abfassung von Wetterbüchern, und zwar gab den Anstoß dazu der Wunsch Herzogs Heinrich des Löwen, Glauben und Wissen seiner Zeit so zusammengefaßt zu sehen, daß daraus der gemeine Mann sich belehren könne. Aus lateinischen Schriften frommen und naturkundlichen Inhalts, besonders aus dem *Elucidarium* und der *Imago mundi* von *Honorius Augustodunensis* und aus der *Philosophia mundi* von *Wilhelm von Conches*, übersetzten die Hofkapläne des Herzogs die ihnen geeignet erscheinenden Abschnitte; ein Bearbeiter (der „*Maister*“) stellte daraus ein Buch um 1190 in Braunschweig zusammen und nannte es „*Elucidarius*“, da es ein Erleuchter sein sollte. Später wurde hieraus „*Elucidarius*“ — in einer Ausgabe um 1550 heißt es deshalb:

„Diz Büchlin heißt *Elucidarius*, das ist im teutschen „*Erleuchter*. . . . was man in andern Büchern dundels „*vnd vnderständlichs* geschrieben findet, das erklärt vns „*M. Elucidarius* . . .“

Hier ist aus dem *Elucidarius* schon ein M. d. h. Magister *Elucidarius* geworden, indem man das Titelwort für den Ver-

fassernamen hieilt. Das Buch enthält je mehrere Abschnitte frommen, sowie erd-, stern-, wetter- und naturkundlichen Inhalts. Als Probe sei die Entstehung der Niederschläge mitgeteilt:

„Der junger fraget, wo von kompt der schnee? Der maister sprach, so der rauch anff geet in de lufft, so beleibet er in de lufft bisz er dick wirt vn mag doch nitt zu steinen gefriern wann da ist nit nebels vnder so er dann zu tal fellet so ist dye erd also kalt daz der schnee nit zergeen mag, also kompt es auch umb den regen, wann sich das tawe mischett vnder den nebel vnd vnder den rauch, das mag nymmer zesamen gefrieren.“

Dieses Buch ist von 1479—1500 etwa 30 mal gedruckt worden; außerdem erschienen Übersetzungen ins Dänische, Niederländische und Tschechische — in Dänemark sogar noch 1892!

Anderthalb Jahrhunderte später (1550) schrieb Konrad von Megenberg, d. h. Mainberg (1309—1374) sein „Buch der Natur“, das die älteste in deutscher Sprache geschriebene Naturgeschichte ist, und zwar übersetzte er es aus einer lateinischen Handschrift „Liber de natura rerum“, deren Verfasser ihm unbekannt war. Er meinte, es sei von Albertus Magnus, dem seiner Zeit weit vorausilegenden hochgelehrten Bischof von Regensburg (1193—1280); indessen ergab sich viel später, daß der Verfasser Thomas Cantimpratensis (de Cantimpré) aus Belgien war. Von diesem Buch der Natur gibt es jetzt noch viele Handschriften (in München allein 17) und Drucke, so daß es damals zu den gelesensten deutschen Schriften gehört haben muß. Konrad hat sich aber nicht auf eine einfache Übersetzung beschränkt, sondern alles berichtigt, was nach seiner Meinung falsch war, oder wenigstens zweifelnde Zusätze gemacht, ein für die damalige Zeit seltenes und hochanzuerkennendes Vorgehen. Auch scheint er (oder schon Thomas) eine Schrift ähnlichen Inhalts des arabischen Ordens der Lauteren Brüder gekannt zu haben. Als Probe sei der Schluß des Abschnittes über „der sunnen hof“ mitgeteilt:

„Ist, daz der kraiz (Kreis) ie lenger ie dicker wird und ie swerzer, so bedäut er einen künftigen regen, dar umb, daz sich der dunst dicket und in wolken verkert, diu sich in regen entsliezent. ist aber, daz er ie länger ie liechter wirt und daz er sich tailt und lücken gewint oben oder beseits, so bedäut der hof wint.“

Das Buch handelt über Wind, Regen, Tau, Schnee, Reif, Hagel, Donner, Blitz, Nebel, Sonnenhof, Nebensonnen, Wasserziehen der Sonne und Regenbogen; auch findet sich darin die erste Erwähnung des Gebrauchs der Magnetnadel für die Schiffsfahrt.

Während die beiden eben besprochenen Bücher noch viele andere Dinge erwähnen und nicht die Vorhersage der Witterung, sondern die Erklärung der Wettererscheinungen bezwecken, sind die folgenden Bücher ausschließlich der Wettervorhersage gewidmet. Sie knüpfen z. T. an den alten Übergläuben von dem Einfluß der Gestirne auf das Wetter an, den wir schon im Altertum (S. 11) gefunden haben. In der Tat lassen sich viele Lehren dieser Bücher auf die Griechen zurückführen. Als Vermittler haben dabei zunächst *Isidorus Hispalensis* (570—636), Bischof von Sevilla, dann der englische Kirchenvater *Beda Venerabilis* (672—735) und *Rabanus Maurus* (784—856), Erzbischof von Mainz, gedient, denn in ihren Schriften *De natura rerum* und *De universo* findet man Sammlungen der Wetterkenntnisse der Alten, die an den alten Glauben von den „Zwölf Nächten“ (S. 14) anknüpfen. Bereits aus dem 12. Jahrhundert liegt eine Handschrift vor, noch mehrere aus späterer Zeit, worin der gleiche Inhalt, oft mit denselben Worten, zu finden ist.

Auf Grund solcher Schriften erschien 1508 von einem unbekannt gebliebenen Verfasser ein Buch mit dem Titel:

„In disem biechlein wirt gefunden der Pauren Practick
„vnd regel darauff sy das ganz iar ain auffmercken haben
„vnd halten.“

Diese Bauern-Praktik gibt Anweisung, wie man aus dem Verhalten des Christstags (d. h. auf welchen Wochentag er fällt) und der zwölf heiligen Tage bis Epiphanias das Wetter des ganzen kommenden Jahres erkennen kann. So heißt es vom Christtag:

„Gefelt (fällt) er an der mittwoch, So wirt der winter
„hart und sharpft vnd warm. Der glenz (Lenz) wirt
„stark vnd übel wetter. Der sommer vnd der herbst werden
„gut, vnd wirt das iar heuw (heu), weins vnd korns genug
„vnd gut. Das honig wirt theür das iar, äppfel werden
„wenig vnl zwysfel; bauwleüt vnd kauffleüt leiden grosse
„arbait. Jung leut vnd kinder sterben vil vnd ander sich
„(Vieh) stirbt auch vil.“

Bis jetzt sind von dieser Bauern-Praktik nicht weniger als 64 verschiedene Ausgaben bekannt, die sich allerdings teilweise nur sehr wenig unterscheiden; andere aber enthalten vielerlei Zusätze, die mit dem Wetter nichts zu tun haben, sondern mehr dem jetzt üblichen Kalenderinhalt entsprechen. Ferner gibt es Ausgaben, die nur Auszüge aus der Praktik darstellen. Diese ist in die meisten Sprachen Mittel- und Nordeuropas übersetzt worden und wird in einigen Ländern (z. B. Schweden, s. S. 11) noch jetzt gedruckt. Danach muß man also die Bauern-Praktik als das verbreitetste Wetterbuch ansehen; in Deutschland erschienen allein während des 16. Jahrhunderts nicht weniger als 500 (insgesamt etwa 750) verschiedene Praktiken, die meist nicht so allgemein gültig waren, wie obenstehende, sondern je für ein bestimmtes Jahr herausgegeben wurden — so hat der Pfarrer Cäsius von seinem 19. Lebensjahr an (d. h. 1561) vierzig Jahre hindurch jährlich eine Praktik veröffentlicht.

Wie in alten Zeiten neben dem Glauben an die „Zwölf Nächte“ die Meinung vom Einfluß der Gestirne auf das Wetter herging, so neben den Praktiken die auf letztere Lehre gegründeten Prognostiken. Anfangs (bald nach 1470) erschienen solche Prognostiken in lateinischer Sprache, doch schon kaum mehr als ein Jahrzehnt später in deutscher und zwar meist gleichfalls unter dem Titel Praktika. Auch diese Schriften erlangten eine ungeheure Verbreitung, wurden aber, da sie meist nur für ein Jahr galten, nachher gewöhnlich weggeworfen; trotzdem sind uns noch viele erhalten.

Ums Jahr 1505 erschien ferner ein Buch, das gleichfalls weit verbreitet wurde (denn in 34 Jahren erlebte es 17 Auflagen), jetzt aber selten geworden ist: vorhanden sind nur 38 Stück, davon 7 in München und 10 in Berlin. Zuerst begann der Titel so:

„Von warer erkantnus des wetters etc.“

doch wurde er von 1510 an durch den Vorsatz

„Wetterbiedlein“

vermehrt, weshalb es seitdem kurz das „Wetterbüchlein“ heißt. Es gibt knapp und allgemeinverständlich die Hauptregeln für die Vorhersage des Wetters. In dem gereimten Vorwort sagt der Verfasser:

„Auff vil gesinnen vnd begeren
„des wolgeborenen edlen herren“

„Herrn Wolfgang Graven zu öting
 „groß liebhabers künstlicher Ding
 „Hab ich Leonhardus Rynman
 „seiner genaden vnnderthan
 „Mit allem vleiß zusammenbracht
 „das die Sternmaister hond gemacht
 „Wie man an gar vil dingen mag
 „sehen vnd erkennen alle tag
 „Das wetter liecht schön oder naß
 „warlich gewisser vnd vil baß
 „Dann paurn nach des mons ließen etc.

Leonhard Reynmann erklärt sich hierin also gegen die Meinung der Bauern, das Wetter nach dem Mond vorhersagen zu können, und bekennt sich entschieden als Freund der Naturbeobachtung gegenüber dem sonst meist beliebten Tüfteln und Grübeln. So sagt er ganz richtig:

„Item wenn nebel von den pergen absteygen / Oder
 „von dem hymel fallen / Oder in den tälern ligen / bedeut
 „schön wetter.

Zum Schluß gibt er gereimte „Pauren regeln“ (S. 23).

Reynmann hat den größten Teil seiner Lehren dem Liber astronomicus des italienischen Astrologen Guido Bonatti (XIII. Jahrhundert, gedruckt 1491) und dem Opusculum repertorii pronosticon in mutationes aëris von Firmin de Belleval (gedruckt schon 1485 und daher das älteste meteorologische Druckwerk) entnommen und die Bauernregeln unter Benutzung alter Erfahrungssätze wohl selbst in Reime gebracht.

Dieses Wetterbüchlein hat nicht bloß eine große Reihe selbständiger Auflagen erlebt, sondern ist auch ganz oder stückweise Bauernpraktiken oder ähnlichen Werken beigedruckt worden (z. B. dem in England sehr verbreiteten Volksbuch The book of knowledge).

Obgleich im Wetterbüchlein schon recht vernünftige Ansichten vertreten werden, machte sich doch immer wieder der größte astrologische Übergläubigkeit geltend, vor allem durch die Prognostiken und Praktiken, aber auch durch die seit Erfindung der Buchdruckerkunst aufkommenden Kalender. Gewöhnlich bestanden sie anfangs nur aus einem einseitig bedruckten Blatt, das meist an der Tür befestigt wurde; die Tage der Heiligen waren rot, das übrige schwarz gedruckt. Später kamen noch allerlei Sinn-

bilder dazu, nämlich für Mondwechsel, Anderlaßtage, besondere Arten des Wetters (z. B. ☀ = warm, ☃ = kalt) usw. Teils weil man den Inhalt vermehren wollte, vielleicht auch um dem Kalender eine bequemere Form für Reisen usw. zu geben, wurden bald kleine Bücher daraus, die mit geringen Änderungen genau so noch jetzt (z. B. in Steiermark) erscheinen.

Jedoch nicht bloß in Deutschland, sondern auch in anderen Ländern wurden solche astrologischen Kalender gedruckt, von denen nur wenige erwähnt werden sollen. Zunächst ist da der Almanacco perpetuo von Rutilio Benincasa (1550—1625) aus dem Jahre 1593 zu nennen, ein Buch, das in Italien etwa 40 Auflagen erlebte und viele hundert Seiten stark war. In Frankreich erschien seit 1636 ein „Almanach pour l'an . . .“ von Mathieu Laensbergh (anfangs Lansbert), der auch jetzt noch in vielen Ausgaben gedruckt wird. Von dem unbekannten Verfasser wird folgende bezeichnende Geschichte erzählt: Als Laensbergh schon in höherem Alter stand, diktierte er meist seine Vorhersagen einer Enkelin; als sie nun einst mehrmals nach dem Wetter für einen bestimmten Tag fragte, rief er ganz ärgerlich: heftiger Wind, Unwetter, Donner. Aber lieber Großvater, das ist ja mein Geburtstag. Richtig, schreib also: schönes Wetter. Bei der großen Beliebtheit der Laensberghschen Kalender ist es begreiflich, daß ihm viele Mitbewerber erwachsen, vor allem in Mathieu de la Drôme seit 1864 und Raspail seit 1865. Auch England, Spanien (Lunario von Cortes seit 1594 bis jetzt), Nordamerika usw. haben ähnliche Machwerke hervorgebracht.

Sie alle aber können es hinsichtlich der Verbreitung in keiner Weise mit dem hundertjährigen Kalender aufnehmen. Wohl jeder kennt ihn, indessen ist das, was jetzt als hundertjähriger Kalender bezeichnet wird, gar nicht das Werk des ersten Verfassers, sondern röhrt von einem späteren Bearbeiter her, der noch dazu den Namen des Urhebers unterdrückt hat.

Der Abt des Klosters Langheim bei Kulmbach, Dr. Mauritius Knauer, ging als Freund der Astrologie von der Meinung aus, daß die sieben Planeten: Saturn, Jupiter, Mars, Sonne, Venus, Merkur und Mond das Wetter je eines Jahres regieren; so gilt Venus als „feucht und warm, doch minder dann Jupiter“, und Merkur als von „einer veränderlichen und unbeständigen Natur, kalt und trocken“, und entsprechend die Jahre, deren Regenten sie sind. Z. B. regiert Saturn das Jahr 1916,

Jupiter 1917, Mars 1918, Sonne 1919, Venus 1920, Merkur 1914 und der Mond 1915. Ähnlich beherrschen sie auch das Wetter der Wochentage und der Jahreszeiten usw. Im Jahre 1654 hatte Knauer seinen Entwurf vollendet; die Handschrift, die sich noch jetzt in der Bamberger Bücherei befindet, hat die Aufschrift:

„Calendarium Oeconomicum Practicum Perpetuum,
„daz ist Beständiger Haufkalender. Auf welchem jährlich
„die Witterung zu erkennen und nach dero gestalt der Wein
„und Veldtbau mit Frucht und nutzen anzuordnen, die Miß-
„jahr zu erkennen, und der bevorstehenden noth weiflich
„vorzukommen. Auf das Frankenland und sonderlich auf
„das Stift Bamberg gerichtet.

Beachtenswert sind hier die Schlussworte. Knauer will ausdrücklich sein Werk nur für eine bestimmte Gegend gelten lassen, da er es auf seine dortigen Beobachtungen über Witterung und Feldarbeiten gründete. Indessen wurde er bald von anderen, die den Nutzen dieser Aufzeichnungen erkannten, um Überlassung von Abschriften gebeten — selbst nach Gegend hin, die vom Frankenland ganz abweichende Witterungsverhältnisse hatten. So waren in kurzer Zeit gegen 1000 Abschriften zu hohen Preisen abgesetzt. Ein echtes Knauersches Kalendarium enthält: 1. die Vorrede, 2. die Planetentafel für 1600—1912, 3. die einzelnen Planetenwitterungen, 4. die Eigenschaften der zwölf Tierkreiszeichen, 5. die Länge jedes Tages. Man sieht also, daß das, was man jetzt unter dem hundertjährigen Kalender versteht, gar nicht in obigem enthalten war. Erst von 1704 stammt der älteste vorhandene Druck des Kalendariums; von ihm sind 90 Ausgaben nachweisbar.

Eine solche Knauer-Abschrift kam schon früh in die Hände des Arztes Christoph von Hellwig, der, ohne Knauer zu nennen, bereits 1701 eine Bearbeitung erscheinen ließ, die 40 Ausgaben erlebte. Nur auf einigen von ihnen ist der Verfasser durch die sechs Buchstaben D. M. K. A. K. L. angedeutet, die entstanden sind aus:

Dr. Mauritius Knauer, Abt des Klosters Langheim.

In sein Kalendarium hatte Knauer auch wirkliche Wetterbeobachtungen eingetragen, die Hellwig für Vorhersagen hielt und nun in seinen Kalender aufnahm. Gerade deswegen fand dieser so ungeheuren Anklang und findet ihn heute noch; was

also Nebensache war, wurde zur Hauptsache gemacht. Dazu kam, daß Hellwig den Kalender benannte:

„Curioser Calender, Welcher auf das jetzige Seculum, „nach Christi Gebuhrt, nemlich von 1701. bis 1801. gestellet.

Also der Kalender galt für hundert Jahre, mithin erschien er dem Kalenderbedürftigen Käufer sehr wohlfeil, da er ja fürs ganze Leben genügen würde. Später ist infolge Mißverständnisses noch der Überglaube aufgekommen, daß das Wetter sich nach 100 Jahren wiederhole, und daß daher der Kalender „hundertjähriger“ heiße.

Schon zu Hellwigs Zeiten ist gegen den hundertjährigen Kalender angekämpft worden, aber immer ohne nennwerten Erfolg. Selbst Friedrich der Große und die Berliner Akademie der Wissenschaften mußten der Unwissenheit der Menge und der Beliebtheit des „Hundertjährigen“ nachgeben. Die Akademie hatte nämlich das Vorrecht der Herausgabe von Kalendern in Preußen und war auf die Einnahmen daraus sehr angewiesen. Bis 1778 drückte sie die Vorhersagen des „Hundertjährigen“ auch ab, unterließ es aber auf Anregung des Königs, um nicht fernerhin, „den gemeinen, unwissenden Mann durch ungegründete Wetter-Profezeyungen usw. hinters Licht zu führen“, im folgenden Jahre. Der Absatz war aber so gering und die Empörung der Käufer, die sich benachteiligt fühlten, so groß, daß die Akademie, wollte sie nicht auf einen merklichen Teil ihrer Einnahmen verzichten, im Jahre 1780 notgedrungen die „ungegründeten Wetterprophezeiungen“ wieder abdrückte.

Daß die Vorhersagen des hundertjährigen Kalenders wertlos sind, davon kann sich jeder durch Vergleich mit der wirklichen Witterung leicht selbst überzeugen. Berthold fand aus 49 Jahren (nämlich für jeden Planeten 7 Jahre), daß die Vorhersagen nur in 39 v. H. aller Fälle zutrafen, in 44 v. H. aber fehlschlügen und in 17 v. H. unentschieden blieben! Nur allmähliche Aufklärung durch Schule, volkstümliche Schriften und immer bessere amtliche Wettervorhersagen wird hoffentlich den „Hundertjährigen“ doch noch besiegen.

3. Bauernregeln.

Schon oben (S. 9) und bei Reynmans Wetterbüchlein (S. 20) waren die Bauernregeln erwähnt worden, die sich zum ersten Male hier fürs leichtere Merken in gereimter Form finden. Sie ent-

halten eine allgemeine oder besondere Erfahrung über das Wetter. In der Regel entstanden sie aus einzelnen Beobachtungen an irgendeinem auffälligen Tage, z. B. im Altertum an dem eines Gottes, später an dem eines Heiligen. War dann zufällig ein oder doch nur wenige Jahre später wieder solches Wetter, so konnte in den damaligen unkritischen Zeiten leicht der Glaube auftreten, daß an diesem Tage immer derartiges Wetter herrsche, und damit war eine Bauernregel fertig. Von solchen an bestimmte Tage (Costage) anknüpfenden Regeln ist besonders die vom Siebenschläfer (27. Juni) bekannt, wonach es bei Regen an diesem Tage noch sieben Wochen lang regnen soll. Bei uns passt die Lehre insofern, als um den 1. Juli und 1. August Regenzeiten einzutreten pflegen, während es dazwischen allerdings häufig trocken ist. Nimmt man als Anfang der ersten Regenzeit den 25. Juni und als Ende der zweiten den 10. August, so hat man sieben Wochen Zwischenzeit. Nur in diesem Sinne also würde die Regel vom Siebenschläfer, die übrigens auch in anderen Ländern (z. B. in Nordrheinland) vorkommt, passen, nicht aber so wie sie meist verstanden wird, daß es nämlich sieben Wochen lang täglich regnen soll. Das wären 49 aufeinanderfolgende Tage mit Regen, während es z. B. in Berlin noch nie länger als an 18 Tagen hintereinander geregnet hat und auch dann nicht ununterbrochen. (Vgl. Käfner, Das Reich der Wolken und Niederschläge, S. 116.)

So wie bei dem Siebenschläfer geht es noch bei vielen anderen Tagen, denen man eine besondere Beziehung zum Wetter zuschreibt, vor allem bei den drei Eisheiligen oder Gestrengen Herren mit ihren Maifrosttagen. Fragt man zunächst: welche Tage sind die gefährlichen, so erhält man schon verschiedene Antwort, nämlich in

	Norddeutschland	Süddeutschland
11. Mai	Mamertus	—
12. "	Pankratius	Pankratius
13. "	Servatius	Servatius
14. "	—	Bonifatius

Also schon hierin herrscht keine Einigkeit. Ebenso wenig genau ist aber auch der Geltungsbereich der Gestrengen Herren, denn Abkühlung und Frost braucht nur ungefähr in dieser Zeit des Monats Mai einzutreten, um der Wirkung jener zugeschrieben zu werden; ist das nun gerade am 11. bis 14. Mai der Fall, so kann

nur ein Tor noch zweifeln — kommt die Kühle aber vor oder nach diesen Tagen, so ist sie eben voraus- oder nachgeliefert!

Betrachtet man den durchschnittlichen Jahresverlauf der Temperatur in den frühlings- und Sommermonaten, so findet man wohl einen vorübergehenden starken Rückgang (Kälterückfall) um den 20. Juni, nicht aber um den 12. Mai. Danach muß man also annehmen, daß ersterer nahezu regelmäßig wiederkehrt, denn sonst könnte er sich in der aus vieljährigen Beobachtungen gewonnenen mittleren Jahreslinie nicht ausprägen, wogegen die Maifroste viel seltener auftreten und sich daher im Mittel nicht bemerkbar machen. So ist es in der Tat, und doch kennt jeder die Maifroste, nicht aber den Kälterückfall im Juni — wie ist das zu erklären? Abkühlungen werden im allgemeinen nur dann beachtet, wenn sie irgendwie Schaden bringen, wenn also z. B. die Pflanzen erfrieren. Im Juni ist nun die Durchschnittswärme so hoch, daß ein Rückgang um mehrere Grade noch nicht bis zum Gefrierpunkt hinabreicht; nur die frischgeschorenen Schafe frieren dann (Schaffälte). Anders aber im Mai, wo noch das Tagesmittel um 5° tiefer liegt und daher leicht eine schadenbringende Temperatur eintreten kann. Hierbei sieht man die Wirkungen, und erlittener Schaden prägt sich dem Gärtner und Landwirt leicht ein. So kamen die Gestrengen Herren zu ihrem schlechten Ruf!

Trotz eingehender Untersuchungen kennt man aber die Ursache der Maifroste noch nicht. Wohl vermag man anzugeben, welche Wetterlage für sie notwendig ist, nämlich niedriger Druck über dem Südosten, hoher über dem Nordwesten von Europa und dadurch bedingte kalte nördliche Luftströmungen. Warum sich aber diese Wetterlage gerade im Mai ausbildet, vermögen wir noch nicht zu sagen; keine der vielen Erklärungen vermag zu befriedigen, vor allem aus dem Grunde nicht, weil man daraus nicht entnehmen kann, warum der Maifrost in einem Jahr einsetzt und im anderen ausbleibt. Vielleicht bringt uns die Erforschung der höheren Luftschichten Aufklärung. Ubrigens muß nochmals darauf hingewiesen werden, daß die Maifroste ganz unregelmäßig eintreten, jedoch haben es einige Untersuchungen wahrscheinlich gemacht, daß es Reihen von Jahren gibt, in denen sie besonders häufig, und solche, in denen sie selten sind — so waren diese Tage 1905—1912 gerade sehr warm!

Solcher Beispiele, wo der Wetteraberglaube an bestimmte

Tag anknüpft, kann man noch sehr viele anführen; sie lassen sich in ähnlicher Weise widerlegen. Vielfach lohnt es aber gar nicht; man darf sich z. B. bloß einmal genauer überlegen, wie sonderbar es wäre, wenn wirklich das Wetter an einem einzigen Tage maßgebend sein soll für die ganze folgende Zeit. Den Widersinn zeigt sofort nachstehendes Beispiel: regnet es nämlich am Siebenschläfer in einer Stadt nicht, wohl aber im Vorort, so müßte eigentlich der Vorort sieben Wochen hindurch Regenwetter haben, die Stadt aber nicht, und man könnte den Bewohnern des Vorortes nur raten, zur Sommerfrische in die Stadt zu ziehen.

Was hier von einzelnen Tagen gesagt war, gilt naturgemäß auch von Monaten und Jahreszeiten, indessen nicht in gleichem Maße, denn man kann z. B. von einem sehr nassen oder sehr trockenen Frühling mit ziemlicher Gewißheit auf eine schlechte oder gute Ernte schließen. Freilich gibt es auch hier merkwürdige Ausnahmen: der sehr trockene Sommer 1904 brachte eine vorzügliche Getreideernte.

Neben solchen Anknüpfungen an bestimmte Tage enthalten die Bauernregeln auch allgemeinere Sätze über das Wetter; besonders beliebt sind dabei solche Regeln, die gereimt sind, weil man sie dann leichter behalten kann. Freilich besteht dabei die Gefahr — und so ist wohl auch teilweise ihr falscher Inhalt zu erklären — daß jemand das Reimwort vergaß und selbst ein anderes nur dem Klange nach passendes anfügte. Manche Bauernregeln hat manstellenweise als falsch erkannt und dann umgereimt; so wurde aus

Mai kühl und naß füllt dem Bauern Scheun' und Fäß,
der selbstverständliche Spottvers:

Mai kühl und naß füllt dem Bauern das Regenfäß.

Auch hält es nicht schwer, einander widersprechende Bauernregeln zu finden. Solche Widersprüche sind nur dann verständlich, wenn die einzelnen Regeln in verschiedenen Gegenden gebraucht werden, nicht aber, wenn man sie in derselben Provinz antrifft, z. B. in Westfalen:

Trockner April Ist des Landmanns Will'.
und

Ein nasser April Verspricht der Früchte viel.

Die Bauernregeln sind z. T. schon uralt; die ersten in deutscher Sprache und zugleich die ersten gereimten gab, wie erwähnt,

Reynmann in seinem Wetterbüchlein heraus. Darin heißt es z. B.:

Wenn in der sonnen nydergeen (Untergang)
rot wolden an dem hymel steen
Der tag darnach wirt gewonlich schön.

Die alten Regeln haben sich nicht bloß von Geschlecht zu Geschlecht fortgeerbt, sondern sind auch in andere Provinzen und Länder übertragen worden, wo sie noch nicht erprobt sind, oder wo ein anderes zu den Bauernregeln gar nicht passendes Klima herrscht; besonders ist das durch Auswanderer geschehen. So kennt man z. B. an der Mittelmeerküste Frankreichs einen von Norden kommenden Wind, Mistral, der stürmisch, kalt und trocken auftritt; bei der Eroberung Algeriens haben die Südfranzosen den Namen Mistral auch dorthin verpflanzt und bezeichnen damit einen ebenfalls von Norden wehenden Wind, der hier aber ein regenbringender Seewind ist; mithin sind Regeln für ersten hier vollständig verkehrt. In Wettersprichwörtern der Vereinigten Staaten findet man deutsche, spanische, portugiesische und schottische Bauernregeln. Ähnliches geschieht, wenn Auswanderer nach Ländern der Südhalbkugel gehen, wo der Sommer unserem Winter entspricht und umgekehrt und wo auch die Windverhältnisse den unserigen entgegengesetzt sind; dann haben naturgemäß die meisten Regeln keinen Wert mehr, besonders diejenigen nicht, die zu einem bestimmten Tage gehören.

Sorgfältige Untersuchungen von 93 der verbreitetsten Bauernregeln haben ergeben: es waren

9 richtig	17 unsicher	44 wertlos
11 ziemlich richtig		12 falsch

Dabei befanden sich unter den richtigen noch solche, die eigentlich selbstverständlich sind, z. B. vom Medardustag (8. Juni):

Medard bringt keinen Frost mehr
Der dem Weinstock gefährlich wär'.

Die Mehrzahl der Bauernregeln ist also eher schädlich als nützlich. Bisweilen sind auch bei ihrer Aufstellung grobe Irrtümer vorgekommen, wie ein russisches Sprichwort vom 11. Mai beweist:

Um Tage des Kaisers Hagel arbeite nicht,
Damit der Hagel die Felder nicht vernichte.

Der 11. Mai ist in Russland der Gedenktag der Wiederherstellung von Konstantinopel oder russisch von Zaregrad

(*Зар* = Kaiser, *Град* = Stadt); nun heißtt aber *Град* meist Hagel und nur wenig gebräuchlich auch Stadt, und so entstand mit Rücksicht auf die große Gewalt des Hagels die Vorstellung vom „Kaiser“ Hagel. Zum Schluß mögen zwei andere russische Sprichwörter vom Wetter angeführt werden:

„Wer nach dem Kalender säet, der worfelt (Getreide bei der Ernte in die Luft werfen zum Spreuentfernen durch den Wind) selten, d. h. also: der erntet selten.“

und

„Von Kalenderhitze wird man nicht warm.“

4. Mond und Wetter.

„Der Mond ist des Bauern Kalender.

„Will das Wetter durchaus nicht stehen,

„Wird's am Neumond oder Vollmond geschehen.

Der Glaube dieses Einflusses ist uralt, schon in den früher (S. 10) erwähnten Tontäfelchen der Chaldäer (um 4000 v. Chr.) heißtt es:

„Wenn es donnert an dem Tage, wo der Mond verschwindet (Neumond), wird die Ernte gut und der Markt fest; wenn es regnet an diesem Tage, gedeiht die Ernte und der Markt wird fest.

Dieser Glaube hat sich dann fortgeerbt und schließlich ein scheinbar wissenschaftliches Gewand dadurch erhalten, daß man ihn mit der Lehre von Ebbe und Flut der Luft in Verbindung brachte. Das geschah durch den deutschen Physiker und Mathematiker J. A. v. Segner im Jahre 1733, indem er annahm, daß der Mond ebenso wie beim Wasser auch bei der Luft Ebbe und Flut erzeugen müsse, und als größtmöglichen Unterschied der Wirkung von Sonne und Mond auf das Luftmeer nicht weniger als 286 mm Quecksilberdruck berechnete. Da bereits in 20 km einer Luftdruckänderung von 1 mm eine Höhenänderung von mindestens 100 m entspricht, so würden diese 286 mm einer Schwankung in der 20 km-Schicht der Lufthülle von fast 30000 m oder von 30 km entsprechen! Nach Bernoulli (1700 bis 1782) betrug die Schwankung noch 167 mm, aber bei d'Alembert (1717—83) nur 6,8 mm, und Lambert (1728—77) kam schon zu keinem bestimmten Ergebnis.

Leider trat 1774 der Paduaner Professor Toaldo (1719—97) mit einer neuen Lehre vom Mondeinfluß hervor, die sich rasch

verbreitete und schwer bekämpft werden mußte. Als besonders wirksam nahm er in jedem Mondmonat von 29 und 30 Tagen 14 Mondpunkte (die vier Viertel, Erdnähe und -ferne usw.) an; auch konnten Verfrühungen und Verspätungen eintreten, so daß es in jedem Monat etwa 40 kritische Zeiten gab. Damit konnte man natürlich jeder Prüfung gerecht werden, denn mit Verfrühungen oder Verspätungen war man jeden Misserfolg zu beseitigen imstande. Durch dieses Verfahren empfahl sich aber die Lehre der damaligen Zeit gerade so, wie in der Gegenwart die „kritischen Tage“ von Falb. Immerhin hat Toaldo das eine Verdienst, daß er überall zu Prüfungen dieser Frage anregte. Erwähnung verdienen aber nur Laplace (1749—1827), der aus 4752 Beobachtungen entsprechend der Ebbe und Flut des Wassers eine Mondflut der Luft von $1/18$ mm errechnete, und A. Boudard, der aus noch mehr Messungen sogar nur 0,018 mm fand. In neuerer Zeit hat sich der Physiker Eisenlohr (1799—1873) durch sehr sorgfältige Untersuchungen Verdienste erworben; obgleich er jedoch außerordentlich viele Beobachtungen benutzt, kam er zu keinem entscheidenden Resultat. Lehrreich ist besonders seine Prüfung von 22jährigen Pariser Beobachtungen, bei denen schon ein durch ein zweites Verfahren bedingtes Auslassen von nur 2 v. H. aller Beobachtungen genügt, um den niedrigsten Luftdruck vom letzten Mondviertel auf den Neumond zu verschieben.

Untersuchungen von Börnstein im Jahre 1900 an Beobachtungen von elf Orten der nördlichen und von einem der südlichen Halbkugel (darunter 75 Jahre für Berlin) ergaben, daß „von einer dauernden und gleichmäßig auftretenden Beziehung zwischen Luftdruck und (siderischem) Mondumlauf nicht gesprochen werden kann“.

Vereinzelt ist allerdings ein Einfluß des Mondes auf Luftelektrizität (Gewitter), Niederschläge usw. gefunden worden, aber dieser Einfluß ist stets so klein, daß er für die Wettervorhersage nicht benutzt werden kann. Die Zahl der Forschungen in diesen Fragen ist bereits fast unübersehbar, aber ihre Ergebnisse widersprechen sich noch oft, oder sie lauten so, daß man nicht sagen kann, ob die aufgedeckten Schwankungen wirklich dem Mond oder vielleicht einer anderen Ursache zuzuschreiben sind. Außerdem muß man bei der Flutlehre bedenken, daß die Luft eine 770 mal kleinere Masse als das Wasser hat und daß ihre Teilchen gegen-

einander unendlich leichter verschiebbar sind als die des Wassers. Endlich kann sich der Mondeinfluß nicht gleichzeitig und nicht gleichartig auf der ganzen Erde geltend machen, und deshalb muß jede Wettervorhersage nach dem Monde versagen.

Der letzte namhafte Vertreter der Lehre vom Mondeinfluß auf das Wetter war, abgesehen vom Zarenfreunde Demtschinsky in Russland (1900), Rudolf Falb (1838—1903) mit seinen kritischen Tagen. Er liebte ganz besonders den Ausspruch des Physikers Lichtenberg (1742—99): „Der Mond soll zwar keinen Einfluß auf das Wetter haben, er hat ihn aber doch.“ Lichtenberg hat seinen Satz nicht bewiesen; trotzdem schrieb und sprach ihn Falb bei jeder Gelegenheit und mit solchem Ton, als habe er dadurch schon seine Gegner vernichtet. Selbst tausendfältiges Wiederholen macht aber allein den Satz noch nicht zur Wahrheit.

Nach Falb waren alle Tage mit Neu- und Vollmond „kritisch“, aber mit Abstufungen. Je nachdem nämlich Sonne und Mond der Erde näher oder ferner sind oder diese Gestirne in der Äquator-ebene der Erde stehen, wird die Luftmasse verschieden stark beeinflußt. Außerdem konnte das erwartete Wetter sich auch bis zu 2 Tagen verfrühen oder bis zu 3 Tagen verspäten. Da im Jahre rund 25 mal Neu- und Vollmond eintritt, so gab es samt diesen Verschiebungsmöglichkeiten nicht weniger als 150 kritische Tage, an denen irgendwo in Mitteleuropa (örtliche Vorhersagen lehnte Falb ab!) irgendeines der nachstehenden sechs Ereignisse eintreten konnte: 1. Häufung der Tiefdruckgebiete, Wirbelstürme, vermehrte Niederschläge; 2. Gewitter im Winter, nachts, morgens; 3. Schneefälle im Sommer im Hochgebirge oder in südlischen Gegenden; 4. Gewitter mit Schneegestöber; 5. die ersten Gewitter im Frühjahr, der erste Schnee im Herbst; 6. Einbruch eines mit Wasserdampf gesättigten Südstromes und Kampf mit dem Nordstrom (völlig veraltete Vorstellung), Regenbogen, Strichregen. Trotz so vieler Möglichkeiten erreichte Falb nicht mehr als 65 v. h. Treffer, während H. Klein nachwies, daß man mindestens 65 v. h. Treffer hat, wenn man einfach vorhersagt: morgen so wie heute! Hätte der Mond wirklich den von Falb angenommenen Einfluß auf die Tiefdruckgebiete, so müßten diese doch wie der Mond von Osten nach Westen ziehen; tatsächlich gehen sie aber von Westen nach Osten! Es lohnt nicht weiter darauf einzugehen, da, wie vorauszusehen war, mit seinem Tode auch derartige Vorhersagen aufhörten. Falb hatte ja nur

deshalb so große Erfolge, weil seine Lehre an den uralten, im Volke fest eingewurzelten Übergläubiken vom Einfluß des Mondes auf das Wetter anknüpfte, während die wissenschaftliche Vorhersage gründliche Vertiefung in die Wetterkunde erfordert, und weil er ferner dem Wunsche der Menge nach Vorhersagen auf lange Zeit entsprach, wogegen die Fachleute gewissenhaft sagen, daß man nach dem heutigen Stande der Wissenschaft das noch nicht leisten kann.

Der Übergläubike vom Mondeinfluß spricht sich noch besonders in zwei Behauptungen aus: „Der Mond vertreibt die Wolken“ oder: „Bei Mondwechsel tritt Wetterwechsel ein“ und „der Mond schadet den Pflanzen“. Beide Sätze sind das Ergebnis von Trugschlüssen. Wenn sich die Wolken infolge Änderung des Wetters auflösen, so kommt schließlich der Mond hervor und kann scheinen; besonders bemerkbar wird das natürlich beim Vollmond, und so glauben viele, er habe die Wolken vertrieben. Ebenso falsch ist, daß er den Pflanzen schadet, indem er sie durch Kälte tötet. Er sendet ja gar keine Kälte aus, sondern eher, wenn auch ganz geringe, Wärme. Der Trugschluß entstand so: sind keine Wolken da, so kann die Wärme der Erde in den Weltenraum ausstrahlen; die Luft fühlt sich ab und manchmal soweit, daß Frost und damit Pflanzenschädigung eintritt. Nur bei klarem Wetter aber kann der Mond scheinen und zusehen, wie die Pflanzen erfrieren, aber er selbst tut gar nichts dabei. Wie oft jedoch die Pflanzen erfroren sind, wenn Neumond war, das hat man nicht beachtet. Langjährige Beobachtungen lehrten überdies, daß es weder bei Voll- noch bei Neumond mehr oder weniger Wolken als sonst gibt.

5. Anfänge planmäßiger Wetterbeobachtungen. Erfindung der Wettermeßwerkzeuge.

In den ältesten Zeiten handelte es sich zunächst um Gelegenhetsbeobachtungen des Wetters, d. h. um Beobachtungen, die nicht regelmäßig angestellt wurden, sondern entweder ganz willkürlich oder nur vorübergehend zu einem bestimmten Zweck, wie zur Vorhersage glücklicher oder unglücklicher Tage. Erst bei den Griechen finden wir in den Stedkalendern (s. S. 12) Verwertung ausführlicher Beobachtungen, ohne daß wir aber auch bei ihnen Regelmäßigkeit annehmen müssen. Ebenso sind wir für die folgezeit nur auf die gelegentlichen Aufzeichnungen in den Annalen,

wie sie bei den Römern schon seit etwa dem 4. Jahrhundert v. Chr. gebräuchlich waren, angewiesen; dabei wurden naturgemäß nur gewöhnliche Ereignisse wie strenge Winter, heiße Sommer, Dürre, Überschwemmung, Stürme usw. aufgezeichnet, ganz ähnlich, wie es noch bis in die Neuzeit hinein die nordamerikanischen Indianer in ihren auf Häute gemalten Winterberichten (winter counts) machten. Während sich die Annalen auf die Aufzählung der Ereignisse je eines Jahres beschränkten, schilderten die später aufkommenden Chroniken alles, was innerhalb der Regierungszeit eines Fürsten, Bischofs usw. geschah.

In diesen Landes-, Stadt- und Klosterchroniken findet man noch sehr viel Stoff zur Witterungsgeschichte; nur ist oft schwer zu entscheiden, wo die betreffenden Witterungserscheinungen auftraten, da manche nur nach Hörensagen eingetragen wurde.

Auch in Familien- und Geschäftstagebüchern und später namentlich in Kalendern wurden derartige Eintragungen gemacht, ehe man daran ging, besondere Wettertagebücher zu führen, zumal der hohe Preis des Papiers Beschränkung gebot. Vereinzelt zog man wohl auch die Wettervermerke aus, um sie für praktische Zwecke übersichtlich zur Hand zu haben. So ist wahrscheinlich das älteste uns erhaltene Wettertagebuch entstanden, das in lateinischer Sprache Beobachtungen zu Oxford und Driby (Lincolnshire) von William Merle aus den Jahren 1337—1344 enthält. Es beginnt:

„Anno domini 1337 im Januar war Wärme mit mäßiger Trockenheit, auch war im vorhergehenden Winter weder bemerkenswerte Kälte noch Feuchtigkeit, sondern eher Trockenheit und Gelindigkeit.“

Später werden die Beobachtungen ausführlicher, und im Schlussjahr 1343 (sie enden im Januar 1344) finden sich meist schon für die einzelnen Tage Wetteraufzeichnungen.

Abgesehen von gelegentlichen Randbemerkungen in einem Wolfsbütteler Kalender vom Jahre 1491 stammen die ältesten derartigen Aufzeichnungen in deutscher Sprache aus dem Jahre 1513 und zwar wahrscheinlich aus Mainz; sie geben täglich kurz das Wetter an, werden aber erst vom November 1517 an regelmäßig. Der Dezember 1517 beginnt:

„1. warm vnd drücken; „2. dunkel, die nacht regen; „3. Regen vnd neblicht; „4. dunkel neblicht; „5. id. (= idem, ebenso); „6. id., brach d' ryn (Eisgang des Rheins).“

Solche Aufzeichnungen sind uns aus späteren Jahren in zahlreichen Kalendern und astronomischen Ephemeriden (Jahrbüchern mit Vorausberechnungen der Sternstellungen) erhalten und haben auch jetzt noch Wert. Besonders bemerkenswert sind unter ihnen die Tagebücher der Familie Kirch von 1697—1774, die meist zu Berlin, vereinzelt auch in Guben oder Danzig geführt wurden; leider befinden sie sich jetzt auf nicht ganz aufgeklärte Weise auf der Sternwarte in Edinburg, wo nur die eingestreuten Angaben über Meteore usw. beachtet werden. Als Probe sei die Eintragung der Frau Kirch von dem denkwürdigen 18. Januar 1701 mitgeteilt:

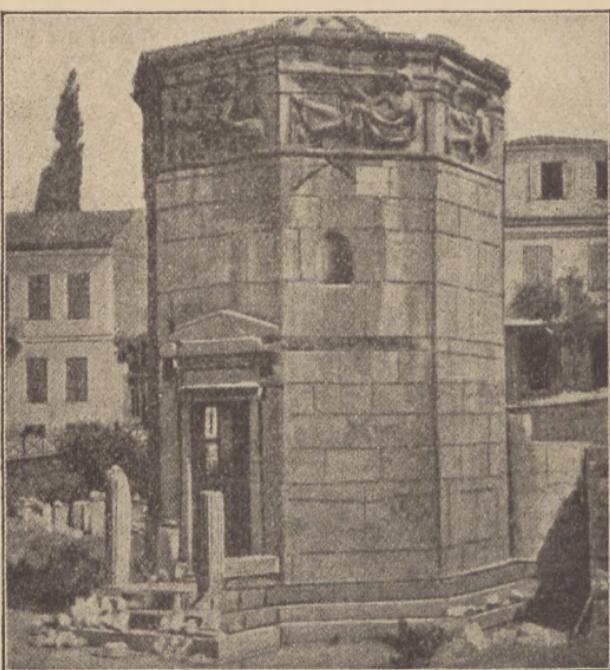
„Den 18. Januarii, war der Tag der Krönung, des „Thur-Fürstens zu Brandenburg, zum Könige in Preußen. „Welcher Tag mit großen Solennitäten ist gefeiert worden. „Vor Mittage war der Himmel noch trübe und der Frost beständig. Das Wetterglas hing in einer ziemlich offnen Kammer und zwar 16 und einhalb Grad (etwa — 7° C). Gegen „10 Uhr begunte das Gewölk etwas zu brechen, und wie die „Stücken auf den Wällen gelassen (d. h. die Kanonen abgeschossen) worden, teilten sich die Wolken ziemlich, also daß „die Sonne anfing zu scheinen. Um 2 Uhr nach Mittage hatte „sie einen schwachen Kreis. Des Abends war feiner Mond- „schein, und derselbe hatte gleichfalls einen Hof. Wetterglas „um 9 nach Mittage wieder 16½ Gr.

Wenn auch sonst die Aufzeichnungen meist kürzer waren, so lassen sie doch eine sehr hingebende Beobachtung erkennen. Sie zeigen aber auch die Benutzung der Instrumente.

Die Einführung der Meßwerkzeuge in die Wetterbeobachtungen ist der wichtigste Markstein in der Geschichte der Meteorologie, denn damit trat an die Stelle des bisherigen persönlichen Empfindens das sachliche Messen. Damit endete das meteorologische Mittelalter. Im Folgenden soll nun kurz eine Erfindungsgeschichte der Hauptinstrumente gegeben werden, ohne aber deren Verbesserungen zu verfolgen, da das von der Geschichte der Wetterkunde zu weit abführen würde.

Das älteste Wettergerät ist zweifellos die Windfahne, und das ist auch nicht verwunderlich, da ja jeder Rauch, jedes Band ein Vorbild dazu lieferte. Wann allerdings die erste Windfahne aufgestellt worden ist, werden wir nie erfahren, wohl aber wissen wir von einer sehr alten, die bereits künstlerischen Wert besaß

und schon darum eine längere Reihe von Vorgängern gehabt haben muß. Es ist die Windfahne auf dem vom Makedonier Andronikus Kyrrhestes ums Jahr 100 v. Chr. erbauten Turm der Winde zu Athen; der Turm steht heute noch, aber die ehemalige Windfahne ist längst verschwunden. Sie stellte einen Tritonen dar, d. h. einen Menschen mit schlangenartigen Beinen, der mit



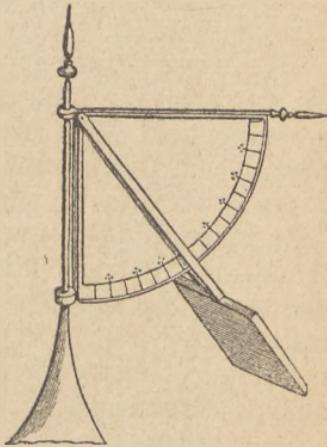
Turm der Winde zu Athen.

einem Stabe auf eine in Stein gehauene Darstellung des betreffenden Windes unter ihm zeigte; so war der Boreas, der Nordwind, ein alter bärtiger Mann in warmer Winterkleidung und Zephyros, der Westwind, ein schöner Jüngling in lockigem Haar mit reichem Blütenflor und wallendem Mantel. Die Windfahne wurde von der nahen Akropolis um 90 m überragt, so daß sie keineswegs die wahre Windrichtung angab.

Während anfangs die Gegend, aus der der Wind kam, nur nach einer von 4 Richtungen vermerkt wurde, nennt bereits Aristoteles (384—322 v. Chr.) deren acht als längst bekannt;

bei manchen griechischen und auch römischen Schriftstellern kommen auch 12 Winde vor, nämlich je 2 Nebenwinde zu den 4 Hauptwindrichtungen. Erst Karl dem Großen selbst, wenn nicht seinem Freunde Eginhart, verdankt man die sehr sinnreiche Bezeichnung der Zwischenrichtungen durch Zusammensetzung der vier Hauptrichtungsnamen.

Von Terentius Varro (116—27 v. Chr.) wissen wir, daß er auf seinem Landhaus eine Windfahne so anbrachte, daß man ihren Stand im Inneren des Hauses beobachten konnte. Dann herrscht völliges Dunkel über den weiteren Gebrauch von Windfahnen, bis, nach einem bald wieder vergessenen Entwurf von Leonardo da Vinci um 1500, erst der Bologneser Professor Egnatio Danti um 1578 eine von ihm erdachte Windfahne beschrieb, die gleichfalls im Inneren abzulesen war. Ein Apparat zur Messung der Windstärke wird zuerst 1667 in einer von dem englischen Physiker Robert Hooke verfaßten Seemannsanweisung der Royal Society zu London beschrieben und ist wahrscheinlich auch von Hooke erfunden. Er besteht (s. Figur) aus einer um eine wägerechte Achse drehbaren Tafel, die sich je nach der Windstärke mehr oder weniger hebt; ihre jeweilige Neigung liest man an einem Gradbogen ab.



Windmesser von Hooke.

Später hat man ihn in verschiedenen Ländern offenbar ohne Kenntnis der Vorgänger wieder erfunden, da der Grundgedanke sehr einfach ist und in der Natur viele Vorbilder findet (z. B. bei Wäsche, die im freien getrocknet wird).

Etwas älter als die erste uns bekannte Windbeobachtung ist allerdings die älteste Kunde von der Messung des Niederschlages, von der oben (S. 6) gesprochen wurde, nämlich die aus Indien. Aus den fast 600 Jahre späteren in Palästina können wir schließen, daß sich das Klima dort seit Christi Geburt nicht geändert hat. Den Anlaß zu den Messungen gab die Sorge um die Ernte, und aus gleichem Grunde wurden 1442 in Korea viele Regenmesser aufgestellt, über deren Ergebnisse stets dem Hofe zu berichten war.

Von Europa aber sind keine Messungen vor dem 17. Jahrhundert bekannt, und auch die vereinzelte von Castelli (1577 bis 1644) im Jahre 1639 geschah nicht für meteorologische, sondern für Wasserbauzwecke. Um so bemerkenswerter ist es darum, daß schon 1662 der berühmte englische Baumeister Wren (1632 bis 1723), der Erbauer der St. Pauls-Kathedrale in London, den Plan zu einem Gesamtwettermeßgerät entwarf, das Wind, Niederschlag und Temperatur selbsttätig aufzeichnen sollte. Ob es in Tätigkeit gewesen ist, wurde nicht bekannt, wohl aber kann man aus wiederholtem Umändern auf praktisches Erproben schließen. Die ältesten regelmäßigen Messungen der Niederschläge, die wir kennen, hat K. Townley 1678—92 zu Townley (Lancashire) ausgeführt.

Weit wichtiger war aber die Erfindung des Barometers, die durch Beobachtungen über die Saugwirkung von Pumpen veranlaßt sein soll. Seit Aristoteles nahm man an, daß das Wasser dem Pumpenkolben deshalb folge, weil der leere Raum darunter eine Anziehung auf das Wasser ausübe, denn die Natur habe einen Abscheu vor dem Leeren (horror vacui). Galilei (1564—1642) setzte ähnlich bei dem Stoff einen Widerstand gegen den leeren Raum voraus; deshalb steige das Wasser im Pumpenrohr. Indessen habe dieser Widerstand nur eine bestimmte Größe und könne daher auch nur eine bestimmte Wassersäule tragen; andernfalls reiße sie ab. Sein Schüler Torricelli (1608—47) ging indessen von der durch Baliani behaupteten und von Galilei bewiesenen Tatsache, daß die Luft eine gewisse Schwere hat, aus und meinte, daß die Wassersäule durch die auf dem Wasser im Brunnenkessel lastende Luft im Gleichgewicht gehalten werde; er empfahl 1643 seinem geschickten Freunde Viviani (1622—1703), den Versuch mit Quecksilber anzustellen, wozu wegen dessen $13\frac{1}{2}$ mal größerer Schwere nur ein ebensovielmal kürzeres Rohr (also nur rund 80 cm lang) erforderlich sei. Ein solches an einem Ende zugeschmolzenes Glasrohr solle mit Quecksilber gefüllt, mit dem Finger geschlossen, umgekehrt und nach Eintauchen dieses Endes in eine Quecksilberwanne wieder geöffnet werden; die Flüssigkeit werde dann soweit sinken, bis sie von dem Druck der Luft getragen werde. Der Versuch gelang schon am folgenden Tage, und der zum ersten Male erzeugte luftleere Raum heißt seitdem die Torricellische Leere. Zu einem Wettermeßgerät wurde der Apparat aber erst, als der Magdeburger

Bürgermeister Otto v. Guericke (1602—86) bei einem Wasserbarometer das Steigen und Fallen der Flüssigkeitssäule mit Änderungen des Wetters in Verbindung bringen konnte und für den 6. Dezember 1660 auf Grund sehr starken Fallens sogar einen Sturm vorhersagte. Das Wort „Barometer“ röhrt von dem englischen Physiker Robert Boyle her, der es zuerst kurz vor dem Februar 1663 brauchte.

Streng physikalisch war freilich durch Vivianis Versuch noch nicht bewiesen, daß der Druck der Luft die Flüssigkeitssäule im Gleichgewicht hält und nicht der Abscheu vor dem Leeren, aber Torricelli weist 1644 selbst schon darauf hin, daß die Luft „um so leichter werde, je mehr man sich auf die höchsten Spitzen der Berge erhebt“. Ein solcher Versuch mußte sofort die Streitfrage entscheiden, und deshalb beobachtete Perrier 1648 auf Anregung von Descartes den Barometerstand auf dem 1465 m hohen Puy-de-Dôme; er fand ihn oben 8 cm niedriger als unten in Clermont (470 m hoch) und hatte damit bewiesen, daß der Druck der Luft genüge, um eine entsprechende Quecksilbersäule im Gleichgewicht zu halten.

Das Barometer ist dann in den Grundzügen so geblieben, wie es erfunden wurde, dagegen hat sich das Thermometer erheblich umgewandelt, bis es die uns vertraute Form annahm. Im Werk „Pneumatika“ des Heron von Alexandrien (Ende des 2. Jahrhunderts v. Chr.) werden mancherlei Versuche über die Ausdehnung der Luft durch Wärme beschrieben, die von den Physikern des 16. Jahrhunderts häufig wiederholt wurden, so auch von Porta und Drebbel. Galilei aber war es vorbehalten, daraus die Anregung zu einem Wärmemesser zu schöpfen; Viviani hat Ende 1592 ein solches durch Galilei vorführen sehen. Es bestand aus einer Glaskugel mit einer langen feinen angeschmolzenen Glasröhre, die nach Erwärmung der Kugel in Wasser getaucht wurde; beim Zusammenziehen der sich abkühlenden Luft wurde Wasser eingesaugt. Je nach der Änderung der äußeren Wärme stieg und fiel die Wassersäule. Das Instrument hieß Thermoskop, hätte indessen Thermo-Baroskop oder Baro-Thermoskop genannt werden sollen, da ja auch der Luftdruck wirksam war; der Name Thermometer ist zwischen 1622 und 1624 in Gebrauch gekommen. Zu einem wirklichen Wärmemesser wurde es erst dadurch, daß der Meßstoff wegen der Verdunstung völlig von der äußeren Luft abgeschlossen wurde; diese notwendige Verbesserung ist spätestens

1641 vom Großherzog Ferdinand II. von Toskana selbst ausgeführt worden und zwar an einem mit Weingeist statt Luft gefüllten Thermometer. Athanasius Kircher benützte bereits vor 1641 ein Thermoskop mit einem Quecksilberpropfen, der die Luft im Instrument vom Wasser trennte und mit diesem stieg und fiel.

Aus der weiteren Entwicklung des Thermometers soll wenigstens derjenigen Männer gedacht werden, nach denen die verbreitetsten Gradteilungen (Skalen) benannt sind. Die älteste Teilung röhrt von dem Danziger Fahrenheit (1686—1736) her, der, meist in Amsterdam lebend, sehr genaue Thermometer herstellte und vor allem zwei feste Punkte der Gradteilung bestimmte; als solche nahm er anfangs die Wärme einer Mischung von Eis, Wasser und Salmiak (0° F), sowie die Blutwärme des Menschen (96°), später nach dem Vorschlag Ole Römers vom Jahre 1702 den Schmelzpunkt des Eises (32°) und den Siedepunkt des Wassers (212°). Diese Teilung hat sich in England deshalb noch erhalten, weil entsprechend dem dortigen Klima selten Temperaturen unter 0° F vorkommen, man also fast ausschließlich mit Graden ohne Kältezeichen zu tun hat; auch für die Mehrzahl der englischen Kolonien gilt das, weshalb die Beseitigung dieser Teilung und ihr Ersatz durch die sonst allgemein übliche hundertteilige bis jetzt auf den zähesten Widerstand stößt. Am ehesten ist noch die Befahrung der Vereinigten Staaten von Nordamerika zu erwarten, wo bereits öfter beide Teilungen zugleich gebraucht werden, und dann kann auch Großbritannien nicht zurückbleiben.

Zuerst benützte Fahrenheit noch Alkohol, von 1720 an aber Quecksilber, das er sehr rein herstellte. Demgegenüber bedienten die sogenannten Verbesserungen von Reaumur (1683—1757), abgesehen von der durch ihn eingeführten Kalibrierung (Prüfung der inneren Weite) des Rohres, einen erheblichen Rückschritt. Er verwandte 1733 statt Quecksilber eine Mischung von 4 Teilen Weingeist und 1 Teil Wasser. Da er gefunden zu haben glaubte, daß sich 1000 Teile Alkohol bei Erhitzung vom Gefrierpunkt bis zum Siedepunkt um 80 Teile ausdehnen, bezeichnete er ersten Punkt mit 1000, letzteren mit 1080, später mit 0 und 80. Er nahm auch statt des leicht zu bestimmenden Schmelzpunktes des Eises den schwierigeren Gefrierpunkt des Wassers als Nullpunkt und konnte auch den Siedepunkt, da Alkohol schon eher als Wasser siedet und verdampft, nur auf Umwegen festlegen, wobei er noch den schon durch Fahrenheit bekannten Einfluß des Luftdrucks

auf das Sieden außer acht ließ. Erst der Genfer Deluc (1727 bis 1817) führte 1772 bei den Reaumurschen Thermometern das Quecksilber ein und bestimmte den Siedepunkt richtig, so daß man mit Unrecht von Reaumurscher statt Delucscher Teilung spricht; von Reaumur stammt jetzt nichts weiter, als die Teilungsbegrenzung auf 80 Grade.

Fast gleichzeitig mit Reaumur, nämlich 1736, beschäftigte sich der Schwede Celsius (1701—44) mit dem Thermometer und benutzte dabei Quecksilber, er setzte aber zum Siedepunkt 0° , zum Eispunkt 100° . Wohl unter dem Einfluß Linnés, der 1733 in einem Briefe vorgeschlagen und 1745 praktisch ausgeführt hatte, den Eispunkt mit 0° und den Siedepunkt mit 100° zu bezeichnen, verwendete die schwedische Akademie seit 1750 Thermometer mit ebensolcher Teilung, vielleicht auf Veranlassung von Professor Strömer (1707—70). Demnach heißtt auch die hunderter Teilung mit Unrecht die Celsiusche, und es ist daher besser und zutreffender, Angaben wie 15°C nicht „ 15°Celsius “, sondern „ 15 Centigrade “ zu lesen. Ubrigens hatte auch Christin in Lyon seit 1743 Quecksilberthermometer mit der richtigen hunderter Teilung hergestellt.

Will man nun die verschiedenen Teilungen miteinander vergleichen, so muß man wissen, daß

$$180\text{ Grade F} = 80\text{ Grade R} = 100\text{ Grade C}$$

find und daß der Gefrierpunkt bei

$$32^{\circ}\text{F} = 0^{\circ}\text{R} = 0^{\circ}\text{C}$$

liegt. Die Umrechnung von Angaben nach der 80er Teilung in solche nach der 100er ist ja leicht im Kopfe auszuführen, jedoch auch die der Fahrenheitschen Grade in die anderen: Von den Graden F zieht man 32 ab, nimmt von dem Rest die Hälfte und fügt zu dieser Hälfte $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$ usw. ihres Wertes, um 100er, oder zieht ebensoviel ab, um 80er Grade zu erhalten, also 68°F :

mithin

$$68 - 32 = 36; \frac{1}{2}36 = 18,$$

$$\begin{array}{rcl} 18 & & 18 \\ + 1,8 & & - 1,8 \\ + 0,18 & & - 0,18 \\ \hline \dots & & \dots \end{array}$$

$$19,999^{\circ}\text{C}$$

$$16,000^{\circ}\text{R}$$

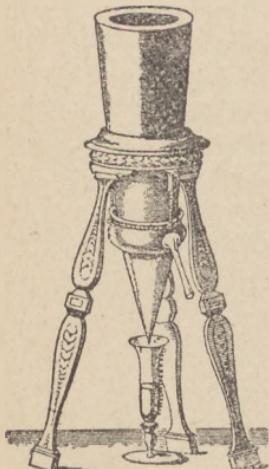
Nach Windfahne, Regenmesser, Barometer und Thermometer müssen wir noch eines Instrumentes gedenken, das schon zu Beginn der neueren Zeit erfunden wurde, nämlich des Hygro-

meters. In seinem *Dialogus de staticis experimentis* spricht der Kardinal Nicolaus de Cusa (1401—63) eingehend über die Verwendung der Wage und zeigt auch, wie man sie, wenn ein trockener Wollballen auf der einen Wagschale durch Gewichte auf der anderen ausgeglichen wird, zur Bestimmung der Luftfeuchtigkeit gebrauchen könne; da Wolle, wenn sie Feuchtigkeit aufnimmt, schwerer wird, so gibt das Gewicht, das man zur Wiederherstellung des Gleichgewichtes auflegen muß, ein Maß für die Zunahme der Feuchtigkeit der Luft. Der Kardinal meinte sogar, daß man aus solchen Wägungen auch „Vermutungen über die Änderung des Wetters“ gründen könne; das dürfte die erste Spur echt wissenschaftlicher Vorhersage auf Grund messender Beobachtung des Wetters sein, im Gegensatz zu den damals üblichen Prognostiken aus astrologischen und sonstigen Erwägungen. Vielleicht unabhängig davon verfertigte Battista (1404—72) eine ebensolche Feuchtigkeitswage, doch nahm er statt der Wolle einen Schwamm.

Von späteren Hygrometern kommt als erstes zu genaueren Messungen brauchbares nur das vom schon erwähnten Großherzog Ferdinand II. von Toskana vor 1654 erfundene Kondensationshygrometer (s. Figur) in Betracht. Ein Dreifuß trug ein nach unten sich verjüngendes Korkrohr, dessen untere

Öffnung durch einen an der Spitze zugeschmolzenen Glastrichter verschlossen war; tat man Eis in Korkrohr und Glastrichter, so verdichtete sich je nach dem Grade des Feuchtigkeitsgehalts der Luft mehr oder weniger Wasserdampf auf dem Glase und floß in ein Meßglas. Da das Instrument allerdings etwas schwierig zu bedienen war, so sind damit nur wenige regelmäßige Messungen ausgeführt worden.

Im 17. Jahrhundert waren somit schon die wichtigsten Geräte zur Beobachtung des Wetters und zur Messung seiner Änderungen vorhanden. Aber auch schon damals erkannte man, daß man nur dann einen Fortschritt erzielen würde, wenn die Geräte so vollkommen wie möglich hergestellt, untereinander verglichen würden und an mög-



Hygrometer des Großherzogs Ferdinand II. von Toskana.

lichst vielen Orten das Wetter regelmä^gig beobachtet würde. Diese durchaus neuzeitlichen Grundsätze nicht bloß erkannt, sondern auch angewandt zu haben ist das Verdienst der 1657 von Leopold, dem Bruder des Großherzogs Ferdinand II. von Toskana, zu Florenz gegründeten Accademia del Cimento (Akademie des Versuchs), die meist aus Schülern Galileis bestand. Sie gab die Saggi di naturali esperienze, die erste Instrumentenkunde, heraus. Obwohl die Akademie schon 1667 wieder einging, hat sie doch das wissenschaftliche Leben und Arbeiten in anderen Ländern stark beeinflusst. Auch dadurch hat sie sich große Verdienste erworben, daß sie gleichzeitige Beobachtungen an verschiedenen Orten anregte und dazu Instrumente abgab; von 1664 an beobachteten Mitarbeiter der Akademie an sechs italienischen Orten, sowie in Innsbrück, Osnabrück und Warschau, doch ist leider die Mehrzahl der meteorologischen Tagebücher noch nicht wieder aufgefunden.

Immerhin hat seitdem der Wunsch nach genaueren Wetterbeobachtungen nicht mehr nachgelassen, und aus vielen Orten liegen für die Folgezeit kürzere oder längere Beobachtungsreihen vor. Jedoch blieben alle diese Unternehmungen vereinzelt und genügten oft den Anforderungen der Forschung nicht. Gute Beobachtungen haben immer Wert, aber schlechte sind schlimmer als gar keine, da sie nur irreführen und schaden; fast wertlos sind auch Beobachtungen, die nicht täglich zu den gleichen Stunden, sondern zu wechselnden Zeiten angestellt werden.

Gerade letzteren Punkt gegenüber der Lässigkeit und Nachsichtigkeit der Zeitgenossen stark betont zu haben ist ein besonders wichtiges unter den vielen Verdiensten, die sich eine 1780 zu Mannheim gegründete pfälzische meteorologische Gesellschaft, die Societas Meteorologica Palatina, erworben hat. Sie rief der Kurfürst Karl Theodor von Bayern und der Pfalz auf Anregung seines physikalisch durchgebildeten und sehr umsichtigen Hofkaplans Johann Jakob Hemmer (1733—90) ins Leben, und er verfolgte ihre Bestrebungen lebhaft und mit stets offener Hand. Geprüfte Instrumente und eine eingehende Anweisung wurden an sorgfältig ausgewählte Stationen versandt. Die eingelaufenen Beobachtungsergebnisse wurden gesichtet und ausführlich veröffentlicht; es erschienen 15 Bände für 1780—92 von 39 Stationen, die sich wie folgt verteilten:

Deutschland	14	Stationen	Belgien u. Holland	4	Stationen
Österreich-Ungarn	2	"	Skandinavien	4	"
Schweiz	2	"	Rußland	5	"
Italien	4	"	Grönland	1	"
Frankreich	3	"	Nordamerika	2	"

Großbritannien ist auffälligerweise nicht vertreten. Immerhin zeigt diese Liste, wie Hemmer bemüht war, die ganze Welt zu Wetterbeobachtungen heranzuziehen. Der französischen Revolution musste freilich die Gesellschaft weichen, aber in ihren 15 Bänden hat sie sich ein unvergängliches Denkmal gesetzt, denn sie waren es, die Männern wie Alexander v. Humboldt, Brandes, Schön, Kämz, Lamont, Mahlmann und Dove die durchaus notwendigen Unterlagen zu hochwichtigen Arbeiten lieferten und damit eine neue Zeit in der Wetterkunde einleiteten. Auch Goethe wurde durch sie bei der Errichtung von Beobachtungsstationen in Thüringen 1822 beeinflußt.

Jetzt konnte Humboldt zu Forschungen über Pflanzenverbreitung 1817 die erste Karte der Wärmeverteilung auf der Erdoberfläche (*Des lignes isothermes et de la distribution de la chaleur sur le globe*, Paris 1817) entwerfen. Er berechnete für eine Anzahl von Orten vieljährige Mittelwerte der Luftwärme, trug sie in eine Karte ein und verband alle Orte mit gleichen Graden durch Linien, die er Isothermen (*ἴσος* = gleich, *θερμός* = warm) nannte. Solche Isothermenkarten, die zuerst Mahlmann verbesserte, gestatten auf den ersten Blick und besser als Tabellen oder Beschreibungen eine Übersicht über die Verteilung der Wärme auf der Erde.

Ganz entsprechend und unabhängig davon hat 1816—1820 der jetzt immer mehr geschätzte Breslauer Physiker Brandes (1777—1854) Karten gezeichnet, in denen er alle Orte, an denen der Barometerstand zu einer bestimmten Zeit um den gleichen Betrag von dem mittleren Barometerstande dieser Orte abwich, durch eine Linie verband und so einen Überblick über die Verteilung des Luftdrucks auf der Erdoberfläche gewann. Allerdings hat er diese Karten nicht veröffentlicht, wohl aber ihre Herstellung genau beschrieben und zur Witterungsgeschichte des Jahres 1783 auf Grund der Mannheimer Bände benutzt. Später hat man statt der Linien gleicher Abweichungen meist Linien gleicher Barometerstände gezeichnet und sie seit H. W. Berghaus 1838

Isobaren ($\iota\sigma\sigma\varsigma$ = gleich, $\beta\alpha\sigma\varsigma$ = Schwere) genannt. Auch die Linien gleicher Bewölkungsgröße findet man bei Brandes schon angedeutet. Ebenso war es Brandes, der, nach dem Versuch eines Unbekannten 1733, Monatskarten für 1725—26 zu entwerfen, die ersten synoptischen Karten ($\sigma\nu\sigma\pi\tau\varsigma$ = überschaubar, nämlich mit einem Blick) zeichnete, d. h. Karten, die die Witterungsverhältnisse zu einer bestimmten Stunde auf einem größeren Gebiet zu übersehen gestatteten. Er zog auch wichtige Schlüsse daraus, mit denen er seiner Zeit weit vorausseilte, doch wurden sie damals nicht genügend gewürdigt und gerieten später in Vergessenheit.

Im Jahre 1843 veröffentlichten die Amerikaner Loomis und Espy fast gleichzeitig anlässlich der Untersuchung von Stürmen Wetterkarten, von denen aber nur die Loomisschen einen Fortschritt zeigten.

Alle diese ersten Versuche hatten das gemein, daß ihnen Beobachtungen aus längst vergangenen Tagen zugrunde gelegt wurden. So wichtig auch solche Arbeiten für die Erforschung der Ursachen des Wetters waren, so erkannte man doch anderseits, wie nützlich Wetterkarten für die Gegenwart oder doch für eine nur wenige Stunden hinter uns liegende Vergangenheit sein würden. Nur so durfte man ja hoffen, eine Wettervorhersage geben zu können. So lange aber die Übermittelung der Nachrichten von Boten und Post abhing, war die Erfüllung dieser Hoffnung ausgeschlossen.

Kaum aber war der optische Zeigertelegraph von Chappe 1792 erfunden, so machte schon wenige Jahre nachher der französische Romme den Vorschlag, hiermit das Nahen von Stürmen den Häfen und den Landwirten anzukündigen. Dabei blieb es aber, und die Sache geriet ganz in Vergessenheit, zumal in den folgenden Kriegsjahren die langsam arbeitenden Zeigertelegraphen für Heereszwecke vollauf in Anspruch genommen wurden. Daher war es etwas ganz Neues, als im Jahre 1842 unabhängig voneinander Kreil (Prag), Piddington (Indien) und Mahlmann (Berlin) Vorschläge zur Benutzung des neuen elektrischen Telegraphen machten und zwar erstere nur zur Vorhersage von Stürmen, Mahlmann jedoch allgemein zu der des Wetters. Aber auch diese Vorschläge waren noch verfrüht, wie ein ähnlicher 1848 von John Ball (Swansea), Henry (Washington) erreichte durch Übereinkunft mit den Telegraphengesell-

schäften, daß jeder ersten Tagesdrähtung stets eine kurze Angabe über das Wetter beigefügt werde.

Es würde hier zu weit führen, die spätere Entwicklung der Wettertelegraphie eingehend zu erörtern, zumal sie in vielen neueren Lehrbüchern der Wetterkunde mitgeteilt ist; daher sollen hier nur einige besonders wichtige Merktage angegeben werden: 1848, 31. August. Erster Drahtwetterbericht, in der Zeitung *Daily News* zu London.

1851, 8. August. Erste Wetterkarte, auf Grund der Drahtberichte von 22 Stationen, von James Glaisher entworfen; erschien bis 11. Oktober täglich auf der Londoner Weltausstellung; Steindruckabzüge kosteten 1 Penny.

1854, 14. November. Sturm zu Balaklawa (Krim); der dabei erfolgende Untergang des französischen Kriegsschiffes *Henry IV.* gab Anlaß zur Einrichtung eines Wetterdienstes in Frankreich.

1855, 19. Februar. Erste und vorläufig einzige Wetterkarte für Frankreich, durch Le Verrier; stellte schon um 10 Uhr früh das Wetter vom Morgen in ganz Frankreich dar.

1860, 1. Juni. Erstes Sturmwarnungssystem, durch Buys Ballot in Holland eingeführt.

1863, 11. September. Erste Probe der neuen französischen Tageswetterkarten, die vom 16. September ab durch Marie-Davy (Paris) täglich herausgegeben wurden.

1872. Erste Änderungskarten des Luftdrucks vom Wetterbureau in Washington gezeichnet.

1873, 1. September. Erste Wetterkarten für das Gebiet von Nordamerika bis zum Ural von Hoffmeyer und Rung in Kopenhagen.

1875, 9. Januar. Errichtung der deutschen Seewarte.

1876, 16. Februar. Erste deutsche Wetterkarte, durch die Seewarte herausgegeben.

1900, 1. Juli. Erster internationaler Dekadenbericht, durch von Bezold und Neumayer angeregt.

1904, 6. August. Erste drahtlose Wetterdepesche, von einem Schiff aus an die Zeitung *Daily Telegraph*.

1906, 1. Juni. Beginn des öffentlichen Wetterdienstes im Deutschen Reich.

II. Die Grundlagen der Wettervorhersage.

1. Wetterbeobachtungen.

Das Wetter eines Ortes hat allgemeine und örtliche Ursachen, von denen letztere meist doch nur viel geringere Abänderungen der ersten bewirken, als man oft meint. Es ist daher vor allem wichtig, die allgemeinen Ursachen zu erforschen. Dazu brauchen wir Beobachtungen aus einem großen Gebiet, die möglichst zu gleicher Zeit (Simultanzeit) und an guten, geprüften Instrumenten ausgeführt sind. Das Wetter setzt sich aus einer ganzen Reihe von Elementen zusammen, was schon daraus hervorgeht, daß wir von trockenem und nassem Wetter sprechen, also vom Regen, oder von heiterem und trübem Wetter, d. h. von den Wolken usw. Will man also den augenblicklichen Zustand des Wetters genau schildern, so muß man angeben, wie hoch die Temperatur ist, wie groß der Niederschlag (Regen, Schnee, Hagel usw.), wie stark der Wind, wie ausgedehnt die Wolkendecke usw. Wir selbst können nur an unserem jeweiligen Aufenthaltsort beobachten, und das genügt keineswegs für eine Übersicht über den Witterungszustand, wie so häufig vermeint wird, denn daraus allein kann man nicht ersehen, warum z. B. der Westwind heute warm und morgen kühl ist. Uns darüber Aufklärung zu verschaffen, ist die Aufgabe des Wettermeldewesens.

Wie S. 41 gezeigt war, hatte die Accademia del Cimento bereits Instrumente an verschiedene Personen zu Wetterbeobachtungen verteilen lassen, ebenso später die Mannheimer Gesellschaft (S. 41); jedoch konnten diese und viele andere Versuche nicht von Dauer sein, weil sie nur freiwillige Unternehmungen und damit auf den guten Willen zahlreicher Personen angewiesen waren. Stets wiederkehrende Erfahrung lehrt aber, daß große Einrichtungen dieser Art nicht lediglich auf freiwillige Beobachter aufgebaut werden dürfen, weil an die Opferwilligkeit dieser Leute allzu große Anforderungen gestellt werden müssen, als daß sie nicht bald erlahmen sollen. Denn mit dem Beobachten allein ist es ja nicht getan; wer soll die Geräte bezahlen, wer die Vordrucke usw., wer die Beobachtungen sichten und wer die Druckkosten tragen? Beobachtungen nur sammeln und nicht veröffent-

lichen genügt allein schon, um viele Beobachter bald abtrünnig zu machen. Man ging daher im 19. Jahrhundert vielfach dazu über, das Wetterbeobachtungswesen zu einer staatlichen Einrichtung zu machen; besonders hat Alexander v. Humboldt in dieser Richtung mit großem Erfolge gewirkt, so in England, in Russland und in Preußen (1847). Um die innere Ausgestaltung dieser staatlichen Beobachtungsnetze haben sich besondere Verdienste erworben: in Deutschland Mahlmann, Dove, Lamont, Bruhns, Neumayer, v. Bezold, Hellmann; in Österreich-Ungarn Kreil, Jelinek und Hann; in Frankreich Le Verrier, Marié-Davy, Angot; in den Niederlanden Buys Ballot; in England Fitzroy, Scott, Symons; in Russland Kupffer, Kämz, Wild, Bronnow; in Dänemark Hoffmeyer; in Norwegen Mohn; in den Vereinigten Staaten Maury, Abbe, Hazen, Moore.

Außerdem wurden auf wiederholten „meteorologischen Konferenzen“ Grundsätze vereinbart, denen die meisten Staaten bis auf Großbritannien nachzukommen streben; denn da das Wetter keine politischen Grenzen achtet, können Fortschritte in der Erkenntnis nur durch Vereinheitlichung der Beobachtungsweisen erzielt werden.

Man unterscheidet danach:

a) Hauptanstalten oder Landeswetterwarten, die obersten, mit der Leitung, Sammlung und Veröffentlichung der Beobachtungen eines größeren Landes vom Staate beauftragten Instanzen (z. B. in Berlin, Hamburg, Wien).

b) Hauptstationen, ein Amt für die Leitung und Sammlung der Beobachtungen aus einem kleineren Lande oder einem Landesteil (z. B. in München, Stuttgart, Karlsruhe).

c) Stationen erster Ordnung, Observatorien, in denen Beobachtungen in größerem Umfange, d. h. entweder stündlich oder mit selbstschreibenden Apparaten angestellt werden (z. B. Potsdam, Schneekoppe, Zugspitze).

d) Stationen zweiter Ordnung, mit vollständigen und regelmäßigen Beobachtungen über die gewöhnlichen meteorologischen Elemente, nämlich Luftdruck, Temperatur und Feuchtigkeit der Luft, Wind, Bewölkung, Niederschläge usw. (z. B. Helgoland, Breslau, Klausthal).

e) Stationen dritter Ordnung, mit regelmäßigen Beobachtungen nur eines Teiles der meteorologischen Elemente, ge-

wöhnlich Temperatur, Wind, Bewölkung, Niederschläge (z. B. Graudenz, Schneegrubenbaude im Riesengebirge).

f) Stationen vierter Ordnung, Messung der Niederschläge, Aufzeichnung ihres Auftretens und der Gewittererscheinungen (z. B. Ortsburg, Muskau).

g) Stationen fünfter Ordnung, ohne Instrumente, Beobachtung der Gewittererscheinungen.

Die Beobachter der Stationen IV. und V. Ordnung bekommen meist keine Entschädigung, die anderen an Stationen II. und III. Ordnung zwar eine mit dem Umfang der Beobachtungen steigende, die aber keine volle Entschädigung für ihre Mühe ist, sondern Vorliebe für diese Tätigkeit und damit eine gewisse Opferwilligkeit voransetzt. Allerdings hat wohl die Mehrzahl dieser Beobachter durch Mitteilung ihrer Beobachtungsergebnisse an Behörden, Zeitungen usw. eine nicht zu unterschätzende Einnahme, neuerdings auch noch durch die Beteiligung am öffentlichen und Heereswetterdienst (s. u.). Außer in den Vereinigten Staaten von Nordamerika und in Japan haben diese Beobachter nicht Beamteneigenschaft, können daher z. B. vor Gericht nur als Zeugen, vereinzelt auch als Sachverständige gegen die üblichen Gebühren vernommen werden. Auf denjenigen Bergstationen, die nach ihren Beobachtungen den Umfang von Observatorien haben, werden die Beobachter zwar auskömmlich beeholt und widmen sich lediglich den Geschäften der Station, haben aber auch keine Beamteneigenschaft; nur die Angehörigen der Hauptanstalten und Hauptstationen sind Staatsbeamte.

Das Instrumentarium der Stationen IV. Ordnung besteht meist aus einem Regenmesser und einem Schneepiegel zur Messung der Höhe der Schneedecke; bisweilen gehört auch noch ein Schneeausstecher zur Feststellung des Wassergehalts der Schneedecke dazu. Bei den Stationen III. O. kommen hierzu noch ein Maximum- und ein Minimumthermometer, sowie ein Kontrollthermometer, oft auch noch eine Windfahne. Die Stationen II. O. haben außerdem ein Barometer und ein zu befeuchtendes Thermometer, das mit vorstehendem Kontrollthermometer ein Psychrometer zur Messung der Luftfeuchtigkeit bildet; mehrfach dient dazu, meist aber nur als Hilfsinstrument, auch ein Haarhygrometer. Die Stationen I. O. sind daneben noch mit Schreibinstrumenten ausgerüstet, die fortlaufend die Änderungen des Wetters aufzeichnen; solche Apparate gibt es

z. B. für Luftdruck (Barographen), Temperatur (Thermographen), Wind (Anemographen), Regen (Pluviographen oder Ombrographen), Verdunstung (Atnographen), Sonnenschein (Sonnen-schein-Autographen) usw., nicht aber für die Bewölkung, die deshalb noch Augenbeobachtung erfordert.

Die Instrumente werden zu bestimmten Beobachtungsstunden abgelesen, die so festgelegt wurden, daß die an ihnen erhaltenen Werte sowohl möglichst alle wichtigen Veränderungen der Elemente an normalen Tagen widerspiegeln, als auch einen Durchschnittswert ergeben, der dem aus 24 stündlichen Ablesungen berechneten wahren Tagesmittel möglichst gleicht. So ist man für Mitteleuropa zu den Beobachtungszeiten 7 Uhr früh, 2 Uhr und 9 Uhr nachmittags gekommen, während man in England entsprechend den Lebensgewohnheiten nur um 9 Uhr vor und nachmittags beobachtet, daraus aber keine guten Tagesdurchschnitte abzuleiten vermag.

Die Beobachtungszeiten werden indessen nicht nach der seit dem 1. April 1893 im öffentlichen Leben geltenden mitteleuropäischen Einheitszeit, sondern nach der früher üblichen Ortszeit festgelegt, denn sie steht in enger Beziehung zum Sonnenlauf und zu diesem wieder der tägliche Gang der meteorologischen Elemente, zumal der besonders wichtigen Temperatur. Für Deutschland ist die Ortszeit der Einheitszeit in Ostpreußen um 30 Minuten voraus, an der belgischen Grenze aber um 36 Minuten nach, so daß der ostpreußische Beobachter eine Stunde früher zu den Instrumenten gehen muß, als der rheinische. Während der Sommerzeit ist auch noch die Verschiebung um eine Stunde zu beachten. So wird dann 7 Uhr früh Ortszeit in Koblenz zu 8 Uhr 30 Min. und in Lyck zu 7 Uhr 30 Min.

Da sich das Quecksilber im Barometer je nach der Wärme ausdehnt, so muß jede Ablesung, um sie mit anderen vergleichen zu können, auf die gleiche Temperatur, üblich ist 0° , umgerechnet werden (Reduktion auf 0°). Da ferner das Quecksilber je nach dem Abstande des Instrumentes vom Erdmittelpunkt durch die Erdmasse verschieden stark angezogen wird und deshalb verschieden hoch steht, so muß jede Ablesung durch Rechnung auf gleiche Anziehung (d. h. in 0 m Seehöhe unter 45° Breite) zurückgeführt werden (Reduktion auf Normalschwere).

Weiteres über die Einrichtung der meteorologischen Stationen und deren Wartung, sowie über die Verwertung der Beob-

achtungen enthalten die Anleitungen der verschiedenen Hauptanstalten. Um empfehlenswertesten dürfte die preußische, österreichische und französische Anleitung und für die Tropen die englische sein.

Während bisher fast nur von Stationen in der Ebene und in geringen Höhen die Rede war, also von der Flächenmeteorologie, ist diese in der letzten Zeit durch die Erforschung der höheren Luftschichten zur Raummeteorologie erweitert worden. Allerdings gab es ja schon seit vielen Jahrzehnten Bergstationen (die älteste seit 1781 auf dem Hohenpeissenberg in Bayern), die für die Erkenntnis der Vorgänge dort oben sehr wichtige Beiträge geliefert haben; indessen zeigte sich bald, daß sie die Verhältnisse der freien Luft nicht rein wiedergaben, sondern sie immer mehr oder weniger durch die Bergmasse gestört zeigten. Die Hilfsmittel, die man nun in den letzten drei Jahrzehnten anwandte, Ballone und Drachen, sind auch nicht neu, und selbst ihre Verwendung in der Meteorologie ist an sich gleichfalls nicht neu, denn schon drei Jahre bevor Franklin seine berühmten Drachenversuche über die elektrische Natur des Blitzes anstellte, hatte 1749 Dr. Wilson in Glasgow Thermometer mittels Drachen in die Luft geschickt und dabei schon ganz neuzeitlich zur Erhöhung der Tragfähigkeit mehrere Drachen an derselben Leine befestigt.

Indessen bedurfte es doch noch wesentlicher Verbesserungen, bis der Drachen aus dem früheren Spielzeug ein Hilfsmittel für gelehrte Forschung wurde, wozu ihn zuerst Lawrence Rotch, dann Teisserenc de Bort, Aßmann und Köppen machten. Jetzt sieht dieser Drachen gar nicht mehr wie ein Drachen aus, sondern wie ein flacher Kasten, dem mehrere Seitenwände ganz oder teilweise fehlen. Während das Spielzeug ein Mensch noch bändigen kann, selbst bei erheblicher Größe, bedarf man bei dem wissenschaftlichen Drachen der Maschinen zum Ab- und Aufwickeln des Haltedrahtes (Klaviersaitendraht). Die vollkommensten Einrichtungen dieser Art besitzt das preußische Aeronautische Observatorium zu Lindenbergs bei Beeskow. Dort wurde am 20. Februar 1913 eine Höhe von 7058 m erreicht. Da der Draht bekanntlich nicht senkrecht aufsteigt, sondern in einer nahe der Erdoberfläche ganz schwach gekrümmten Linie, so ist es verständlich, daß bei diesem Aufstieg etwa 15000 m Draht ausgegeben wurden. Bei zu schwachem Wind wird die Winde auf Kraftwagen oder Boot gefahren und so ein künstlicher Wind erzeugt.

Endlich ist für eine Reihe von Beobachtungen notwendig, daß sich auch Menschen mit Apparaten hinauf begeben, und das geschieht bekanntlich mittels des Luftballons. Schon ein Jahr nach der Erfindung des Luftballons unternahm Jeffries 1784 die erste wissenschaftliche Luftfahrt. Um die Vervollkommenung der Instrumente und der Verfahren haben sich Aßmann und Hergesell besondere Verdienste erworben. Von den wissenschaftlichen Luftfahrern sind vor allem aus früherer Zeit Glaisher und aus neuerer Person und Süring zu nennen, die am 31. Juli 1901 in die größte je von Menschen erreichte Höhe von ca. 10800 m vordrangen und bei 10225 m eine Temperatur von $-39,7^{\circ}$ feststellten. Übrigens ist das keineswegs die tiefste Temperatur, die man in größeren Höhen gefunden hat, denn gerade die Erforschung der oberen Luftschichten hat zu dem überraschenden Ergebnis geführt, daß auch dort oben große Temperaturschwankungen je nach der Wetterlage vorkommen: z. B. fand man in 8000 m Höhe am 2. März 1905 $-78,7^{\circ}$ und am 4. April $-48,9^{\circ}$, also innerhalb eines Monats 30° weniger!

Die überhaupt tiefsten Temperaturen in hohen Luftschichten hat man jedoch nicht durch die bisher erwähnten Hilfsmittel festgestellt, sondern mittels unbemannter Ballone, die mit Schreibinstrumenten aufgelassen werden und nach dem Platzen in der Höhe wieder herabkommen. Sie erreichen bisweilen außerordentlich große Höhen (in Omaha, Ver. St., 31,6 km 1914), wohin Menschen wegen der allzu dünnen Luft vielleicht niemals vordringen können. Auf diese Weise ist durch Teisserenc de Bort und Aßmann 1902 eine Schicht (Stratosphäre) in etwa 11—13 km Höhe festgestellt worden, in der die Temperatur nicht wie in der darunter liegenden Troposphäre abnimmt, sondern sich wenig oder gar nicht ändert; erst in größeren Höhen tritt wieder Abnahme ein. Als allertiefste Temperatur fand man am 5. Dezember 1913 über Batavia auf Java, also gerade in den Tropen, in 17 km Höhe $-91,9^{\circ}$, aber in 26 km nur $-57,1^{\circ}$.

Hierzu bilden die Schiffsbeobachtungen eine wichtige Ergänzung, deren Bedeutung der amerikanische Hydrograph Maury seit 1842 klarlegte. Die Seefahrt-Institute (Deutsche Seewarte in Hamburg, Hydrographic Office in London und Washington usw.) sammeln und bearbeiten sie nach einheitlichen Grundsätzen. Sie zur Wettervorhersage zu verwerten, wird aber erst dann möglich sein, wenn sie den Vorhersagestellen gleich

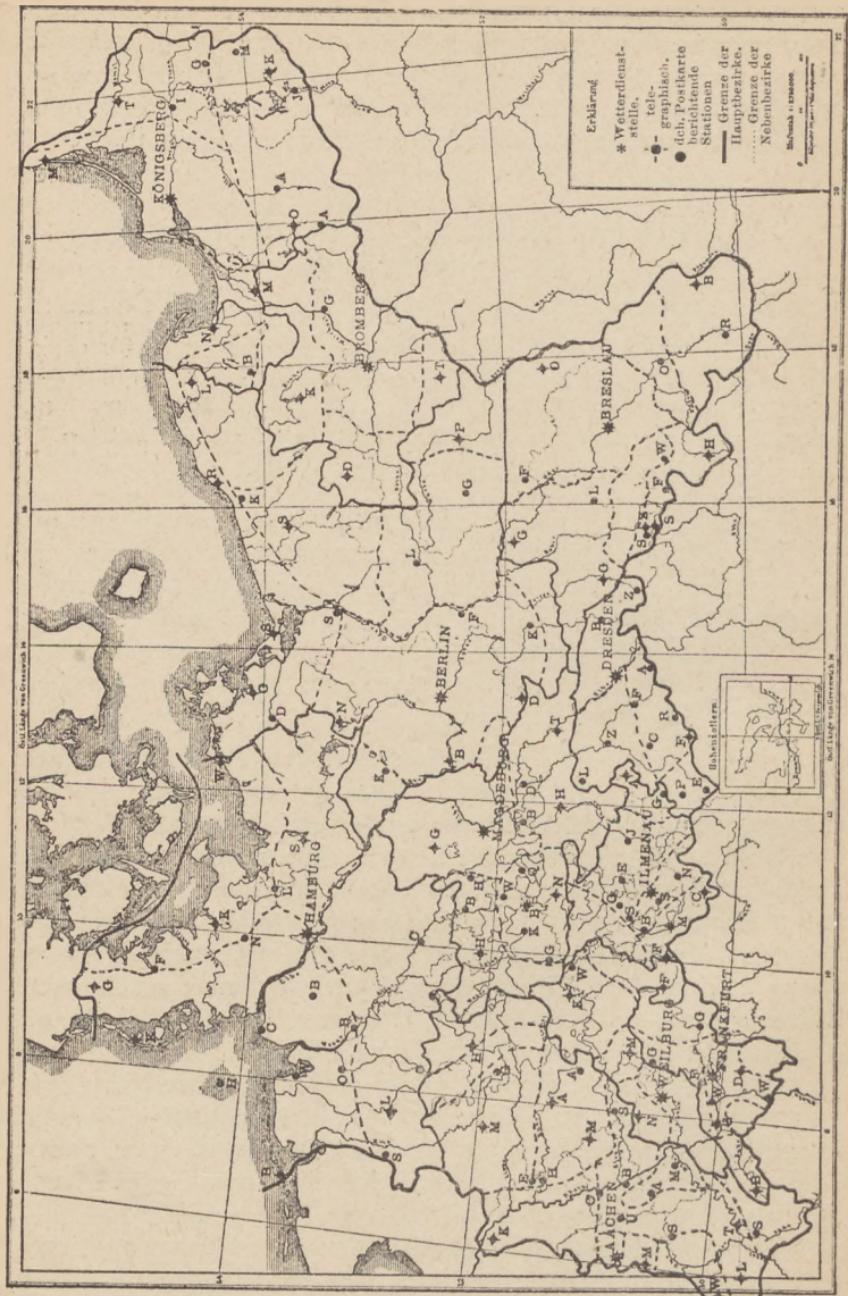
drahtlos übermittelt werden, und das wird bei der zunehmenden Stärke der Sendapparate auf Schiffen bald der Fall sein; bisher gelang es nur vereinzelt. Schon jetzt aber können Stürme an der amerikanischen Ostküste den Schiffen und Europa rechtzeitig gemeldet werden, wodurch viel Schaden zu verhüten ist.

2. Wettermeldewesen. Öffentlicher Wetterdienst im Deutschen Reich.

Innerhalb der einzelnen Länder werden die Beobachtungen, abweichend von den sonst allein üblichen Stunden nach Ortszeit, für die Zwecke der Wettervorhersage gleichzeitig (nach Simultanzeit) angestellt; ein einziger gemeinsamer Zeitpunkt für alle Länder hat sich bisher freilich nicht erreichen lassen, vor allem nicht wegen des Widerstandes von Großbritannien.

Da es hier an Platz fehlt, alle Einrichtungen zu schildern, die bei der Wettervorhersage in den einzelnen Ländern benutzt werden, soll hier nur der seit dem 1. Juni 1906 bestehende öffentliche Wetterdienst im Deutschen Reich genauer beschrieben werden, und zwar so, wie er im Frieden bestand, denn mit Kriegsbeginn hörten alle Wetterdrahtungen aus den feindlichen Ländern sofort auf.

Früher schon hatte die Deutsche Seewarte Wetterkarten und Vorhersagen für ganz Deutschland (S. 44) ausgegeben; ferner wurden solche amtlich verbreitet von Chemnitz aus für Sachsen, von München für Bayern usw. 1906 aber wurde das Deutsche Reich in 15 Vorhersagebezirke geteilt, von denen die norddeutschen, deren Grenzen sich mit den politischen meist nicht decken, in beifolgender Karte dargestellt sind. Die Öffentlichen Wetterdienststellen sind: Königsberg i. Pr., Bromberg, Breslau, Berlin, Ilmenau, Magdeburg, Hamburg, Lübeck, Weilburg, Frankfurt a. M., Dresden, Straßburg i. Els., Karlsruhe, Stuttgart, München; außerdem bestehen mehrere Nebenstellen, die aber nur die ihnen durch Fernruf übermittelten, nicht selbstständig aufgestellten Vorhersagen, sowie die von ihnen entworfenen Wetterkarten zu verbreiten haben. Von den ersten zehn Dienststellen unterstehen neun (Hamburg nicht) dem preußischen Landwirtschaftsministerium, die übrigen den betreffenden meteorologischen Hauptanstalten.



Karte 1. Haupt- und Unterbezirke des norddeutschen öffentlichen Wetterdienstes.

Alle Dienststellen beziehen einen Teil ihres wetterdrahtlichen Bedarfs aus Hamburg, den anderen aus ihrem Bezirk und aus Nachbarbezirken.

Die Drahtungen werden zur Ersparnis von Zeit und Geld in Europa nach folgendem Richtbild gegeben:

BBBWW SHTTT AAARRR MMmm (V, F, G) F'ZZZ'Z'.

Je nach dem Umfange der Beobachtungen einer Station oder nach der Wichtigkeit ihrer Lage usw. werden alle oder nur einige dieser fünf Gruppen benutzt; bei den Abendbeobachtungen genügen meist die beiden ersten Gruppen. Die letzte Gruppe gilt nur für die deutschen Stationen. Dieses Verfahren gestattet eine außerordentliche Fülle von Beobachtungsmaterial in knappster Form und unabhängig von der jeweiligen Landessprache zu übermitteln, wie nachstehende Erläuterung zeigt. Obige Buchstaben bedeuten meist Zahlen, vereinzelt auch Worte.

BBB gibt den Barometerstand, z. B. 372 = 737,2 mm.

WW bedeutet die Windrichtung, z. B. 16 = S, 18 = SSW.

S ist die Windstärke, z. B. 0 = still, 8 = stürmisch.

H = Hydrometeore, gibt den Himmelszustand und etwaige Niederschläge an, z. B. 4 = ganz bedeckt, 5 = Regen.

TTT bedeutet die Lufttemperatur, z. B. 123 = 12,3°, 023 = 2,3°, 623 = -12,3°.

AAA ist die Änderung des Schreibbarometers in den letzten 3 Stunden, z. B. 032 = um 3,2 mm gestiegen, 532 = um 3,2 mm gefallen.

RR ist die Höhe des in den letzten 24 Stunden gefallenen Niederschlags in ganzen Millimetern, z. B. 09 = 9 mm.

MM stellt die höchste, mm die tiefste Temperatur während der letzten 24 Stunden in ganzen Graden vor.

V ist der Witterungsverlauf der letzten 24 Stunden (wird nur früh und nur von deutschen Stationen gemeldet), z. B. 4 = hauptsächlich vormittags Regen ohne Gewitter.

F gilt nur für Stationen im Binnenland und bedeutet die einzelnen Wolkenarten (s. Käffner, Das Reich der Wolken, S. 31 ff.).

Stationen am Meere melden dafür G = Seegang.

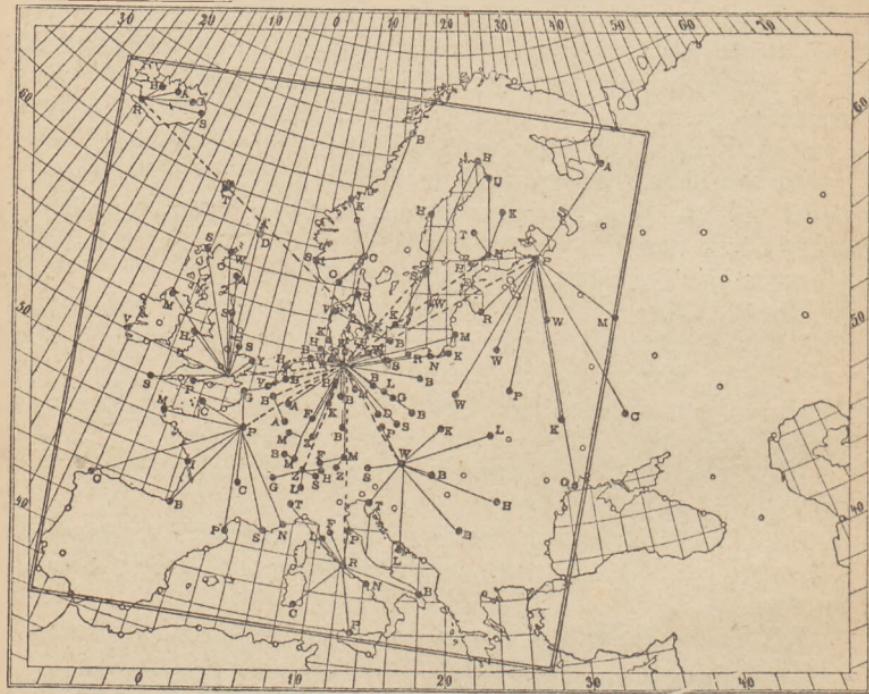
Die letzte Zahlengruppe ist die deutsche Cirrusgruppe, wenn obere Wolken sichtbar sind, wobei F' wie vorher deren Form bedeutet.

ZZ sagt aus über die Richtung, aus der die Wolken kommen, und Z'Z' über die Richtung, in der sie gestreift erscheinen.

Danach ist also das Telegramm:

63906 66672 51809 51737 11004
zunächst so zu zerlegen:

und lautet übersetzt:



Einzeldepeschen. --- Sammeldepeschen. — Grenze der deutschen Wetterkarte

Karte 2. Weg der Wetterdepeschen nach Hamburg.

Luftdruck 763.9 mm, starker Wind aus Ostnordost, Schneefall, Temperatur $-17,2^{\circ}$, Barometer um 1,8 mm gefallen, 9 mm Niederschlag, höchste Temperatur seit gestern morgen -1° , tiefste -23° , verschiedene Wolken schichten (bei einer Küstenstation: hohe See), federwolken ziehen aus Ost südost und sind von Nordost nach Südwest gestreift.

Drahtungen dieser Art aus Hamburg bilden die Grundlage für die Wetterkarten; sie übermitteln die Wetterbeobachtungen von rund 70 Orten aus den meisten europäischen Staaten (einschließlich Island), wie Karte 2 darstellt. Die erste umfangreichste

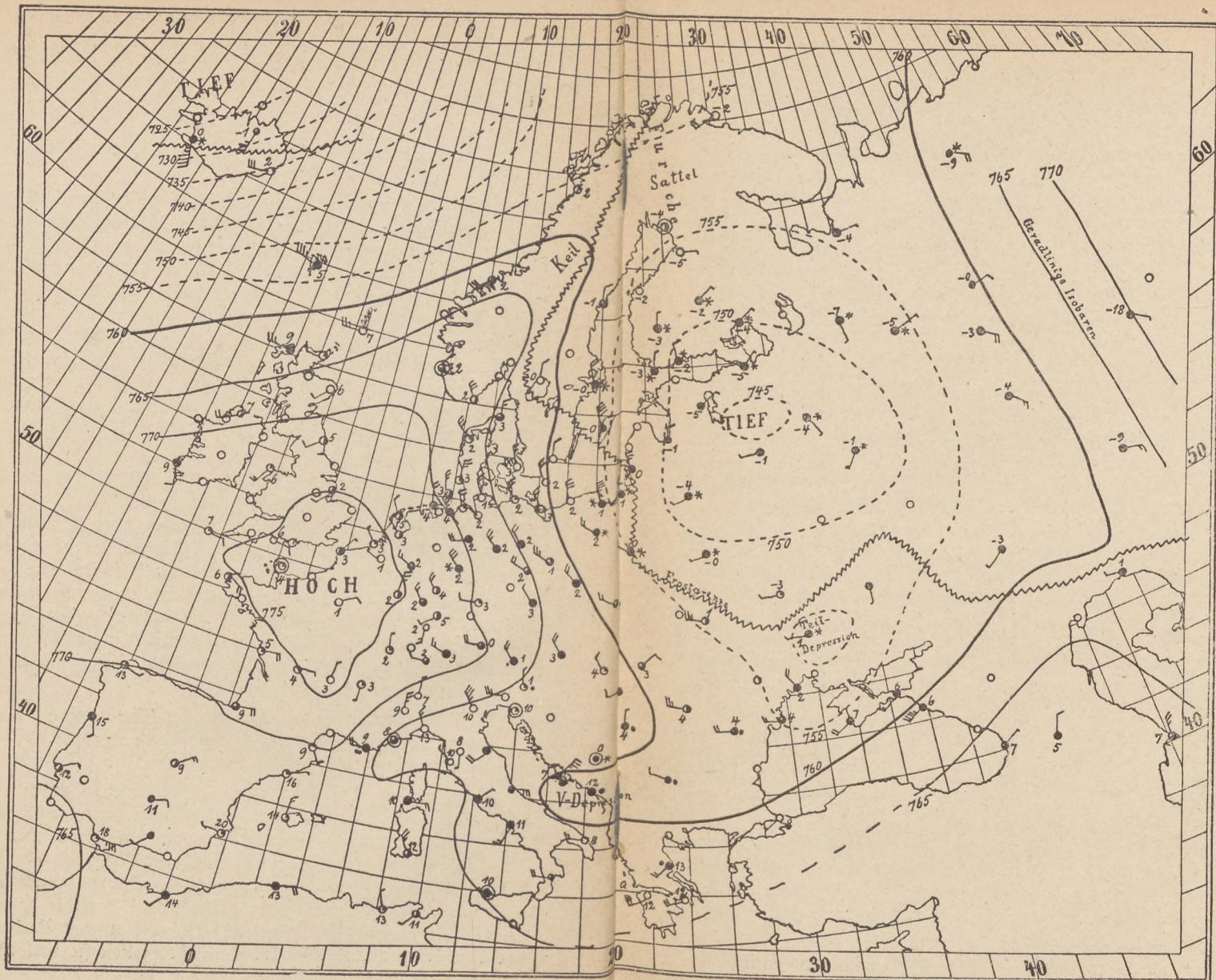
Meldung verläßt Hamburg um $9\frac{1}{4}$ Uhr früh; die zweite, die kurz die Veränderung der Witterung in Europa enthält, um $9\frac{3}{4}$ Uhr; die dritte mit Ergänzungen durch die Beobachtungen der ferner gelegenen Stationen ebenfalls um $9\frac{3}{4}$ Uhr; die vierte mit den 2 Uhr-Beobachtungen um 4 Uhr und die fünfte mit den Abendbeobachtungen um $8\frac{3}{4}$ Uhr abends.

Diese Drahtungen bekommen alle Dienststellen gleichmäßig; außerdem laufen dort aber noch etwas inhaltreichere aus dem eigenen Bezirk und von einigen Stationen benachbarter Bezirke ein. Auf der Karte 1 sind die drahtlich (oder durch Fernruf) berichtenden Orte durch ein stehendes Kreuz bezeichnet, durch einen schwarzen Ortspunkt dagegen diejenigen, welche ihre Beobachtungen täglich auf Postkarten so zeitig abschicken, daß sie am nächsten Morgen bei der Dienststelle eintreffen. Endlich bekommen noch einige Dienststellen Meldungen bei außerordentlichen Witterungsscheinungen, wie Frost, starken Regenfällen, Gewittern, Sturm usw., sowie über Wasser- und Eisstand der Gewässer ihres Bezirkes.

Da keiner der Bezirke eine klimatische Einheit ist, sondern in eine Reihe von Gebieten (Unterbezirken, siehe Karte 1) zerfällt, die öfter gleichzeitig verschiedenes Wetter haben, so kann dann keine einheitliche Vorhersage für den ganzen Bezirk aufgestellt werden, sondern jeder Unterbezirk erfordert eine Sondervorhersage. Dadurch erschwert sich sowohl die Aufgabe des Wetterdienstleiters, wie auch die des Postamtes. Die Vorhersage darf höchstens acht Worte umfassen, soll aber fünf möglichst nicht überschreiten. Jedes Postamt hat die Vorhersage sogleich, spätestens aber um 12 Uhr mittags öffentlich auszuhängen.

Die Wetterkarte, die den Zustand der Witterung am Morgen in Europa darstellt, muß so rasch angefertigt werden, daß sie um 11 Uhr vormittags versandt werden kann.

Zur Prüfung der Vorhersagen sind seitens der Landwirtschaftskammern oder der sonst zuständigen landwirtschaftlichen Vertretung Vertrauensmänner eingesetzt und zwar für jeden Kreis mindestens einer, die nach besonderer Vorschrift festzustellen haben, ob die Vorhersage vollkommen oder vorwiegend eintrat, oder ob sie vorwiegend oder vollkommen verfehlt war (vgl. S. 88). Auch sonst hervortretende Mängel in der Verbreitung der Vorhersagen und Wetterkarten usw. sollen sie melden.



Karte 3. Wetterkarte vom 21. März 1907.

5. Wetterkarten.

Die Eintragungen der durch Drahtungen und Postkarten übermittelten Wetterbeobachtungen in besondere Karten erfolgt teils in Ziffern, teils in Zeichen so, wie sie gleichfalls durch Weltübereinkunft festgesetzt sind (vgl. die Karte 3, S. 56/57).

Zunächst wird zu jedem Stationsort der Barometerstand in ganzen und zehntel Millimetern geschrieben, jedoch die 7 vorn wieder weggelassen, da sie nur die Übersichtlichkeit stören würde. Dann wird die Richtung und Stärke des Windes eingetragen und zwar erstere als Pfeil, der mit dem Winde fliegt und dem Stationspunkt so angesetzt wird, daß er an die Stelle der Pfeilspitze tritt; am anderen Pfeilende setzt man Fiedern an, die der Windstärke entsprechen, und zwar ganze Fiedern für gerade Stufen, halbe für ungerade Zahlen (0 = Windstille bis 12 = Orkan). Es bedeutet also

 Südwestwind, Stärke 4.  Nordwind, Stärke 7.

Bei Windstille kommt um den Ortspunkt ein Kreis 

ferner wird die Himmelsbedeckung so eingetragen, daß

 einen zu einem Viertel bedeckten Himmel,

 einen halb bedeckten Himmel,

 einen zu drei Vierteln bedeckten Himmel,

 einen ganz bedeckten Himmel

bedeutet. Außerdem setzt man, wenn es bei der Beobachtung regnete, schneite usw., eins der nachstehenden Zeichen neben den Ortspunkt:

● Regen	▲ Tau	⊟ Gewitter
★ Schnee	└ Reif	† Donner
▲ Hagel	▽ Rauhreif	↙ Wetterleuchten
△ Granpeln	∽ Glatteis	※ Nordlicht
≡ Nebel	∞ Dunst	

Wird neben der Luftdruckkarte eine besondere Temperaturkarte gezeichnet, wie bei der Deutschen Seewarte, so setzt man neben den Ortskreis einen oder mehrere Punkte, falls in den letzten 24 Stunden Niederschlag gefallen ist und zwar:

● = 1—5 mm

 = 11—20 mm

● = 6—10 mm

 = über 20 mm

Außerdem wird bei den Küstenstationen durch römische Ziffern (I bis IX) die Höhe des Seeganges ausgedrückt; bei schlichter, d. h. glatter, See tritt an deren Stelle ein S.

Endlich bedeutet ein gestrichelter Pfeil (---→) die Zugrichtung der oberen (Feder-) Wolken.

Dann verbindet man alle Orte mit gleich hohem Luftdruck (meist von 5 zu 5 mm fortschreitend) durch die Isobaren, wobei die Isobare 760 mm, als dem normalen Luftdruck im Meerespiegel nahezu entsprechend, stark gezeichnet wird; die Isobaren über 760 mm werden ganz ausgezogen, die unter 760 mm gestrichelt. Die Gegenden besonders hohen Druckes werden durch das Wort „HOCH“ oder nur „H“, die tiefen Druckes durch „TIEF“ oder „T“ hervorgehoben. In den veröffentlichten Karten lässt man zur besseren Übersicht die Luftdruckwerte fort und gibt nur die Isobaren mit Wertziffern an den Enden.

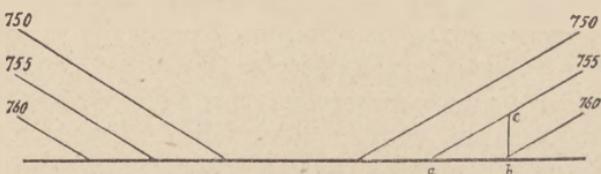
Ganz entsprechend zieht man die Verbindungslien aller Orte mit gleicher Temperatur (von 5 zu 5°), die Isothermen, macht die 0°-Isotherme als Frostgrenze besonders kenntlich und strichelt die Isothermen unter 0°.

Außerdem werden für die Wettervorhersage meist noch Karten der Änderung des Luftdruckes entworfen, in denen Linien gleicher Änderung (Isalobaren) gezogen und so Gebiete steigenden und fallenden Barometerstandes (Steig- und Fallgebiete) abgegrenzt werden. Ferner gibt es noch Änderungskarten der Temperatur mit den Isanomalen und Niederschlagskarten mit den Linien gleicher Niederschlagshöhe (Isohyeten).

4. Luftdruck und Wind.

Um eine bessere Vorstellung von der Bedeutung der Luftdruckkarten zu erhalten, denke man sich einmal auf dem ganzen Gebiet, das die Karte umfasst, lauter Barometer dicht nebeneinander stehen und lege in Gedanken durch die oberen Enden aller Quecksilbersäulen eine fläche, so erhält man da, wo TIEF steht, eine Einsenkung, bei HOCH einen Hügel. Denkt man sich nun die Isobaren von 5 zu 5 mm gezogen, so gleichen sie offenbar den Höhenschichtenlinien bei Gebirgskarten. Indem man so die Begriffe des Geländes auf die Druckfläche überträgt, spricht man von einem barometrischen Gefälle oder Luftdruckgefälle, das nach dem niedrigeren Druck hin gerichtet ist.

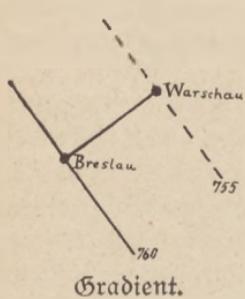
Die Figur stelle einen senkrechten Schnitt durch die Luft vor. Unten an der Erde im Meeresspiegel herrsche bei a der Druck von 755 mm, bei b der von 760 mm; also muß man sich in b, da



Querschnitt durch ein Tiefdruckgebiet.

der Druck nach oben hin abnimmt, bis c erheben, um den gleichen Druck wie in a anzutreffen. Somit hat die Fläche mit dem Druck von 755 mm eine Neigung von c nach a hin. Ein Luftteilchen in c wird also nach a hin abwärts gleiten. Es hat dorthin ein Gefälle, das man nach dem schottischen Ingenieur Stevenson (1867) den Gradienten (von gradii fortschreiten) nennt. Der Gradient wird so bestimmt, daß man den Abstand zweier benachbarter 5 mm-Isobaren rechtwinklig zu ihnen in km mißt und dann berechnet, wieviel Millimeter Druckunterschied bei gleichmäßigen Gefälle auf der Länge eines Meridiangrades, d. h. auf 111 km, vorhanden sein würde. Auf der Wetterkarte vom 21. März 1907 (§. S. 56/57) z. B. besteht (§. Figur) ein Gefälle von

5 mm von Breslau nach Warschau hin, d. h. auf 300 km, also auf 111 km ein Gradient von $\frac{5 \cdot 111}{300} = 1,8$ mm.



Je näher die Isobaren aneinander liegen, um so größer ist das Gefälle und der Gradient. Ein Gradient von 3 mm, wie er bei Stürmen vorkommt, gleicht einem Gefälle unserer Ströme in der Nähe der Mündung von 0,3 m auf 1 km, denn 3 mm Quecksilberdruck entsprechen 33 mm Luftdruck, und 33 m Gefälle auf 111 km ist gleich 0,3 m auf 1 km.

Da nämlich 1 Liter Luft (bei 0° und 760 mm Druck) 1,293 g und 1 Liter Quecksilber 13596 g wiegt, so muß eine Luftsäule 13596 oder 10515 mal so hoch sein, als eine Quecksilbersäule auf gleich großer Grundfläche, damit sie das gleiche Gewicht hat und

somit auf ihre Unterlage den gleichen Druck ausüben kann; also entspricht einem Quecksilberdruck von 1 mm Höhe eine Luftsäule von 10515 mm, gleich 10,5 m. Mit anderen Worten: damit der Luftdruck um 1 mm abnimmt, muß man sich um 10,5 m erheben. Diese Höhenstufe nennt man die barometrische Höhenstufe. Sie hängt von der Wärme und von der Höhe, in der man sich über dem Meeresspiegel befindet, ab, denn einerseits dehnt die Wärme die Luftmasse aus, anderseits ist mit wachsender Höhe die Luft immer weniger zusammengedrückt. So ergibt sich folgende kleine Tafel für diese Druckhöhenstufe:

Luftdruck	Seehöhe	Luftwärme			
		-20°	0°	+10°	+20°
760 mm	0 m	9,7 m	10,5 m	10,9 m	11,3 m
660 "	1200 "	11,2 "	12,1 "	12,6 "	13,0 "
250 "	9000 "	29,2 "	31,5 "	32,7 "	- "

Da in Deutschland die Luftwärme im Jahresmittel rund 10° beträgt, so nimmt man gewöhnlich rund 11 m als barometrische Höhenstufe an. Diesen Wert zu merken ist sehr nützlich, denn er kann in zwiefacher Weise benutzt werden, vor allem für die Wetterbeobachtung. Hat man nämlich an einem Orte das Barometer abgelesen und kennt dessen Höhe über dem Meeresspiegel, so teilt man mit 11 m diese Höhe und weiß dann: um soviel würde der Luftdruck im Meeresspiegel größer sein; ist z. B. 754,8 mm in 69,3 m Höhe abgelesen worden, so muß der Stand um $69,3 : 11 = 6,3$ mm, also auf 761,1 mm vergrößert werden, um ihn für den Meeresspiegel zu erhalten. Vergleicht man nun diesen Wert mit der Angabe der Wetterkarte für den Fußpunkt des Beobachtungsortes, so hat man darin eine Probe für den richtigen Stand seines Barometers. Kennt man anderseits die Höhe des Beobachtungsortes nicht (z. B. auf einer Reise), so sieht man in der Wetterkarte nach, um wieviel in ihr der Barometerstand an dem Beobachtungsort größer ist als der abgelesene und nimmt diesen Betrag elfmal, worauf man die Seehöhe erhält; z. B. abgelesen 730 mm, der Wetterkarte entnommen 757 mm, Unterschied 27, also ist $27 \times 11 = 297$ m die Seehöhe. Für genaue Ergebnisse braucht man zwar zahlreiche Beobachtungen von Druck, Wärme und Feuchtigkeit der Luft, doch genügt obiges Verfahren für die meisten praktischen Zwecke.

Der Gradient kann durch die Umrechnung von wenigen Kilometern auf 111 km unnatürlich groß werden. So war bei dem

Orkan zu Edinburg 1868 auf 32 km ein Gefälle von 6,9 mm vorhanden, also ein Gradient von 23,8 mm. Wollte man ihn für alle 111 km als ebenso groß annehmen, so würde man den gleichen Fehler begehen, als wenn man das Gefälle eines Wasserfalles auf den ganzen Fluß anwenden wollte; ein Fluß von 100 km Länge, der an einer Stelle auf 10 m ein Gefälle von 10 m hat, müßte danach seine Quelle in 100 km Höhe haben.

Wo ein Gefälle ist, findet auch Bewegung statt, da die Luftteilchen dem niedrigeren Drucke zustreben. Würde keine Reibung vorhanden sein, so würden die Luftteilchen folgende Geschwindigkeiten je nach dem Gefälle annehmen:

Gradient 1 2 3 4 9 16 25 mm

Geschwindigkeit 14 20 25 29 43 57 72 m in der Sekunde.

Nur bei ganz nahen Orten und auf engbegrenztem Gebiet würde diese Tafel anwendbar sein, z. B. bei den wasserfallartig herabstürzenden Fallwinden, wie bei der Bora. Für größere Gebiete kommt aber erstens die Reibung der bewegten Luft und zweitens die Ablenkung des Windes aus seiner Richtung durch die Erddrehung in Betracht.

Die Reibung wird im gleichen Sinne, wie die Geschwindigkeit zu- und abnimmt, größer und kleiner; sie ist über dem Land etwa viermal größer als über dem Meere und erreicht an der rauhen Erdoberfläche ihren größten Betrag. Ein Wind, der vom Meere her kommt, erfährt an der Küste durch Reibung Verlangsamung und somit auch Stauung, selbst wenn keine Steilküste vorhanden ist. Daher ist der Sturm auf dem Meere, auf Inseln und an der Küste heftiger als im Binnenlande, und schon die mittlere Windgeschwindigkeit ist dort größer als hier, z. B. in Schleswig-Holstein größer als in der Mark Brandenburg.

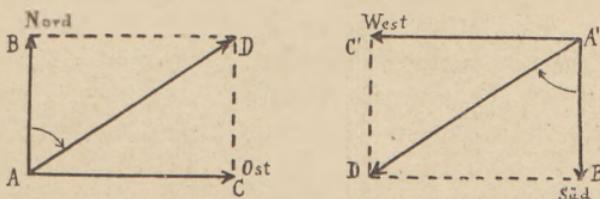
Die Ablenkung des Windes durch die Erddrehung bedarf einer genaueren Darlegung. Würde die Erde stillstehen, so würde an der von der Sonne beschienenen Seite die erwärmte Luft aufsteigen, oben nach den Seiten zu abfließen, allmählich erkalten, auf der Rückseite zur Erdoberfläche sinken und unten nach der Vorderseite als Ersatz für die dort aufgestiegene Luft hinströmen. Störungen würden nur dadurch eintreten, daß sich die Land- und Wasserflächen verschieden stark erwärmen. Tatsächlich dreht sich doch aber die Erde und noch dazu so, daß ihre Achse auf der Linie Erde-Sonne nicht senkrecht, sondern schräg steht, wodurch eine mit der Jahreszeit wechselnde Zufuhr von

Sonnenwärme bedingt ist. Daher sind die Windverhältnisse nicht so einfach wie bei einer ruhenden Erde.

Ein Punkt der Erdoberfläche hat eine um so größere Geschwindigkeit, je weiter er von der Drehachse entfernt ist, da jeder Punkt in 24 Stunden einen Umlauf vollendet. Es beträgt z. B. die Drehungsgeschwindigkeit eines Punktes der Erdoberfläche (von West nach Ost) ohne Reibung:

Breite	in der Sekunde	in der Stunde
0° (Äquator)	465 m	1674 km
30°	403 "	1451 "
60°	232 "	835 "
90° (Pol)	0 "	0 "

Wird nun auf der Nordhalbkugel ein Luftteilchen am Erdgleicher durch eine Kraft oder durch das Luftdruckgefälle nach dem Pol gebracht, so wird es, da es am Gleicher die größte westöstliche Geschwindigkeit hat, von Breitengrad zu Breitengrad in Gegenenden kommen, die immer langsamer von West nach Ost sich drehen als jenes Luftteilchen. Gelangt es z. B. vom Gleicher mit 465 m Geschwindigkeit nach dem 30. Breitengrad mit nur 403 m, so besitzt es dort noch einen Überschuss von 62 m an westöstlicher Geschwindigkeit. Dieser Überschuss strebt das Luftteilchen nach Osten, das Gefälle aber nach Norden zu treiben; da das Teilchen nicht zugleich nach Osten und nach Norden gehen kann, schlägt es eine mehr mittlere, aber nach der größeren Geschwindigkeit hingeneigte Bahn ein.



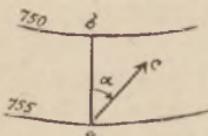
Ablenkung eines Südwindes Ablenkung eines Nordwindes
auf der nördlichen Halbkugel.

Ein Beispiel wird das verständlicher machen (s. Figur): ein Boot soll von A nach B fahren und wird in dieser Richtung durch Ruderschläge fortbewegt; herrscht aber ein starker nach C gerichteter Strom, so treibt er das Boot von seiner Richtung AB Richtung AD ab, also nach rechts.

Kommt umgekehrt der Wind von Norden ($A'B'$), so trifft er immer schneller umlaufende Gegenden, bleibt zurück und würde als Ostwind erscheinen, wenn ihm nicht das Gefälle gleichzeitig nach Süden triebe und er dadurch weder nach West (C'), noch nach Süd (B'), sondern nach einer mehr mittleren Richtung (D') gelangt, d. h. auch von seiner ursprünglichen Nordsüdrichtung nach rechts.

Entsprechend findet auf der südlichen Halbkugel die Ablenkung nach links statt.

Diese Lehre ist bereits 1735 von George Hadley aufgestellt, die Beweisführung jedoch später (zuerst durch Tracy 1843) noch dahin erweitert worden, daß die Ablenkung nicht nur in nord-südlicher und südnördlicher Richtung erfolgt, sondern in jeder beliebigen Richtung. Man kann sich das auf jeder Erdkugel oder Landkarte (die aber nicht parallele Meridiane haben darf) klar machen. Man beachte nur, daß jeder bewegte Körper seine Richtung beibehält, solange keine andere Kraft auf ihn einwirkt. Bewegt man statt des Windes ein entsprechend gerichtetes Lineal von West nach Ost über Erdkugel oder Karte oder hält das Lineal



still und dreht die Kugel oder Karte von Ost nach West, so sieht man, daß der Winkel zwischen Windrichtung (Lineal) und Meridian oder Breitenkreis wächst — also Ablenkung von der Urrichtung nach rechts. Hat man also (s. Figur) zwei Isobaren 750 und 755 mm, so verläuft der Gradient von a nach b; der Wind wird nach rechts abgelenkt und weht deshalb nicht von a nach b, sondern von a nach c. Den Winkel α nennt man den Ablenkungswinkel; wegen der Reibung ist er meist über dem Lande ($40-60^\circ$) kleiner als über dem Meere (80°).

Gradient und Ablenkungswinkel.

5. Hoch- und Tiefdruckgebiete im allgemeinen.

Bei genauerer Prüfung der Wetterkarten kann man sieben Formen der Isobaren oder der von ihnen umschlossenen Gebilde unterscheiden, deren jede zum Wetter eine besondere Beziehung hat, nämlich:

- | | |
|-----------------------|------------------------------|
| 1. Hochdruckgebiete, | 5. V=Depression, V=Tief, |
| 2. Tiefdruckgebiete, | 6. Teildepression, Randtief, |
| 3. Sattel und Furche, | 7. geradlinige Isobaren. |
| 4. Keil, | |

Die Wetterkarte vom 21. März 1907 ist (S. 56/57) beigegeben worden, weil sie alle Arten der Isobaren zeigt, die überdies durch Worte in ihr kenntlich gemacht sind.

Die Isobaren über 760 mm umschließen die Gebiete hohen, die unter 760 die niederen Drücke. Erstere nennt man auch Antizyklonen, letztere Zyklonen (von *κύκλος* = Kreis). Die Zyklone (Mehrzahl Zyklonen) ist zu unterscheiden von dem Zyklon (Mehrzahl Zyklone), dem Kreissturm oder Sturmwirbel der Tropen, denn eine Zyklone ist ein mehr oder weniger ausgedehntes Gebiet niedrigen Luftdrückes, ein Zyklon aber ein kleiner, sehr stürmischer und schadenbringender Wirbel. Wegen der Ähnlichkeit der Drehbewegung bei beiden führte Piddington für letzteren Wirbel den ähnlichen Namen Zyklon ein. Um die entgegengesetzte Drehung bei dem Hochdruckgebiet zu kennzeichnen, hat Fr. Galton 1863 dafür den Namen Antizyklone (άντι = gegen) vorgeschlagen.

Sind nun zwei Hochdruckgebiete einander benachbart, so wird an ihrer Grenzstelle eine Einsenkung vorhanden sein, von der rechts und links niedriger Druck liegt, als ob da zwei Täler heraufkommen und zwischen zwei Bergen (den Hochdruckgebieten) einen Passübergang haben; diese Passstelle heißt vom hohen Druck aus betrachtet eine „Furche niedrigen Drückes“ oder vom niedrigen Druck aus ein Sattel oder Rücken hohen Drückes. Schiebt das Hochdruckgebiet Isobaren halbinselartig vor, so spricht man von einem Keil hohen Drückes. Dringt von einem Tiefdruckgebiet eine Rinne talartig gegen den hohen Druck vor, so nennt man das wegen der dem Buchstaben V ähnelnden Form der Isobaren eine V-Depression oder V-Tief. Es gibt nämlich für das Tiefdruckgebiet noch die Bezeichnung Depression, und man versteht darunter ein Gebiet mit niedrigerem Luftdruck als in der Umgebung, so wie man auch erdkundlich eine ausgedehnte Einsenkung als eine Depression bezeichnet. Zeigt sich am Rande des großen Tiefdruckgebietes ein kleines ähnliches, tiefes Gebiet, so wird es Teildepression, Teiltief oder Randtief genannt. Die geradlinigen Isobaren endlich erlangen bei beständiger Witterung im Hochsommer oder im Hochwinter besondere Bedeutung.

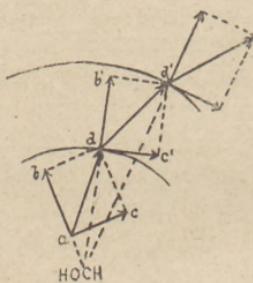
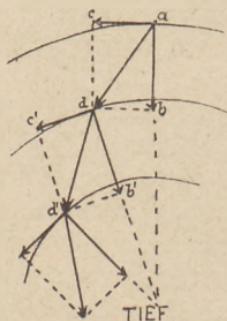
Die innersten, also höchsten und tiefsten Stellen der Hoch- und Tiefdruckgebiete sind die Maxima und Minima des Luftdrückes. Indessen ist es üblich geworden, auch die ganzen

Gebiete so zu benennen, und man gebraucht oft unterschiedslos die Worte:

Hochdruckgebiet, Hoch, Antizyklone, Maximum, ebenso

Tiefdruckgebiet, Tief, Zyklone, Minimum, Depression, obwohl das streng genommen nicht richtig ist und man auch in eine gewisse Schwierigkeit gerät, wenn man eindeutig eben von den höchsten und tiefsten Stellen sprechen will; in solchen Fällen verwendet man oft den Ausdruck: Kern des hohen oder tiefen Luftdruckes.

Nimmt man nun in einem Gebiet niedrigen Luftdruckes gleichmäßiges Gefälle nach innen an, so wird eine Luftmasse a

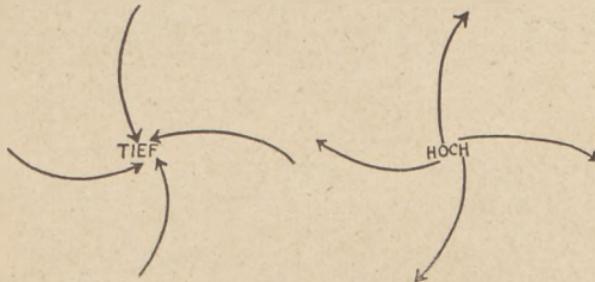


Bewegung eines Luftteilchens
im Tiefdruckgebiet. im Hochdruckgebiet.

am Rande (s. Figur links) bestrebt sein, unter der Einwirkung der Schwerkraft geraden Wegs nach dem Minimum, der Stelle niedrigsten Druckes, zu eilen, d. h. zunächst nach b; senkrecht zu a b wirkt aber die Ablenkungskraft der Erddrehung nach c, also hier nach Westen, da die Luftmasse a einen nach Süd (b) gerichteten Weg hat, dabei in immer schneller umlaufende Breiten kommt und zurückbleibend als Westwind auftritt. Deshalb gelangt die Luftmasse tatsächlich nach d, von dort ganz entsprechend nach d' usw.; die Bahn a d d' ist mithin nicht geradlinig, sondern nähert sich spiralförmig der Stelle des geringsten Druckes. Strömt dagegen Luft von der Stelle höchsten Druckes (s. Figur rechts) nach außen, so kommt sie nördlich von dieser Stelle in Breiten, die sich langsamer drehen, hat also einen nach Ost gerichteten Geschwindigkeitsüberschuss und bewirkt, daß die Luft-

masse a statt nach b nach d gelangt, ebenso nach d' usf.; demnach nimmt auch hier die Bahn a d d' Spiralform an, die aber nach außen gerichtet ist.

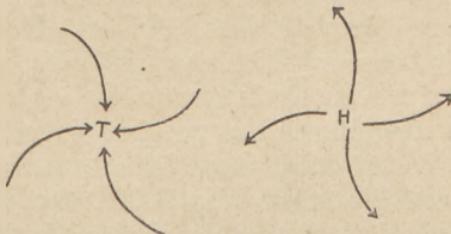
Was hier für eine Seite gezeigt ist, gilt naturgemäß rings um die Kerne hohen und niedrigen Luftdrucks herum, und man erhält folgendes Bild von den Luftströmungen in den Tiefs und Hochs auf der nördlichen Halbkugel.



Luftströmung in Tief- und Hochdruckgebieten (nördl. Halbkugel).

für die südliche Halbkugel ergibt sich unter Berücksichtigung der Vertauschung von Nord und Süd die Figur unten.

Bei dem Tief strömt also die Luft spiralförmig ein, bei dem Hoch spiralförmig aus. Stellt man sich so in den Wind, daß er in den Rücken bläst, so liegt auf der nördlichen Halbkugel das Tief links vorn, das Hoch rechts hinten. Diese einfache, aber wichtige Regel haben zwar schon Ferrel, Coffin und

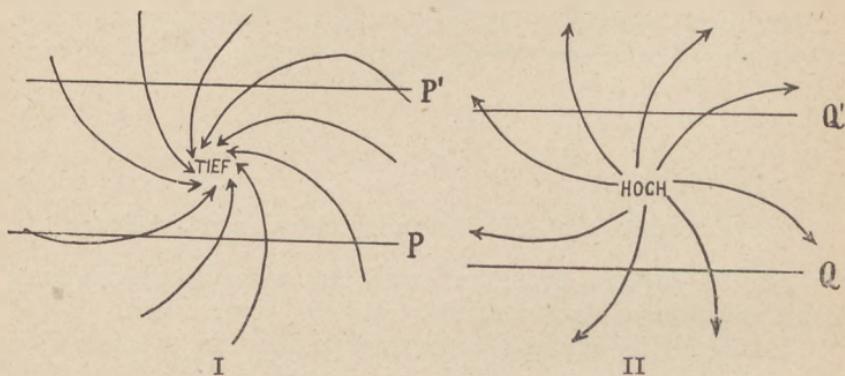


Luftströmung in Tief- und Hochdruckgebieten (südl. Halbkugel).

Lloyd gekannt, aber erst Buys Ballot hat sie 1860 in ihren wahren Werte erkannt, planmäßig geprüft und als Grundlage für weitere Forschungen benutzt; daher heißt es auch das Buys-Ballotsche Gesetz oder Merkregel. Die Wetterkarte S. 56/57 zeigt diese Windverhältnisse der Hoch- und Tiefdruckgebiete in ausgezeichneter Weise.

Da die Tiefe und Hochs wandern und zwar in Europa vorwiegend in westöstlicher Richtung, so wird ein Ort nach und nach in verschiedene Teile dieser Druckgebiete zu liegen kommen und demnach auch verschiedene Windrichtung haben. Da es nun für die Darstellung hier schwierig ist, sich ein Tief über einen bestimmten Ortspunkt ziehend zu denken, so soll angenommen werden, das Tief ruhe und der Ortspunkt P bewege sich.

Geht das Tief (Figur I) tatsächlich von links nach rechts, so muß P von rechts nach links wandernd gedacht werden. Zuerst



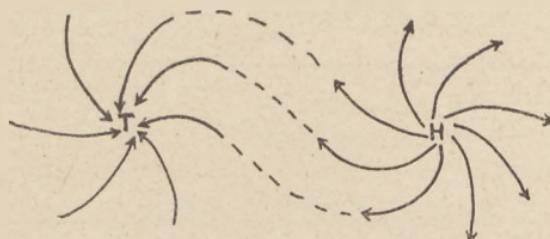
Winddrehung beim Vorübergang eines Tief- und Hochdruckgebietes.

trifft er Wind aus Süd, dann aus Südwest, West und schließlich aus Nordwest; d. h. der Wind dreht sich beim Vorübergang des Wirbels mit der Sonne. Das ist das Dovesche Winddrehungsgesetz, das indessen nur gültig ist, wenn die Mitte des niedrigen Druckes im Norden vom Beobachtungsort vorüberzieht. Geht sie aber im Süden vorüber, so verfolgt der Ortspunkt die Bahn P' und trifft zuerst Wind aus Südost, dann Ost, Nordost, Nord und Nordwest, also Wind, der sich entgegen der Sonne dreht. Entsprechend ist es bei Hochdruckgebieten (Figur II), wo die Drehung des Windes auf der Linie Q dem Gesetze Doves folgt, nicht aber bei Q'.

Da bei keiner Wetterlage nur Hochdruckgebiete oder nur Tiefdruckgebiete vorkommen, sondern stets beide Arten, so ergibt sich sofort die Vermutung, daß der dem Hoch entströmende Wind nach dem Tief geht, und das geschieht oft so, wie es die Figur andeutet. Hier wird auch das Gesetz von Buys Ballot über die

Beziehung des Windes zu den Hoch- und Tiefdruckgebieten noch verständlicher.

Man sieht aber auch aus den bisherigen Überlegungen, daß man einem Winde, wenn man ihn lediglich an einem Orte beobachtet, seinen Ursprungsort nicht anmerken kann, wie schon die Bibel sagt: „Du hörst sein Sausen wohl, aber du weißt nicht, von wannen er kommt und wohin er geht.“ Der Wind legt nur kurze Strecken in gleicher Richtung zurück, seine ganze Bahn aber ist gekrümmt, daher kann eine bei uns als Ostwind auftretende Luftströmung tatsächlich aus Nordost oder Südost, ein Westwind aus Nordwest oder Südwest stammen. Ein Ostwind, der in Südost entsprang, bringt im Sommer heiße, im Winter kalte Luft



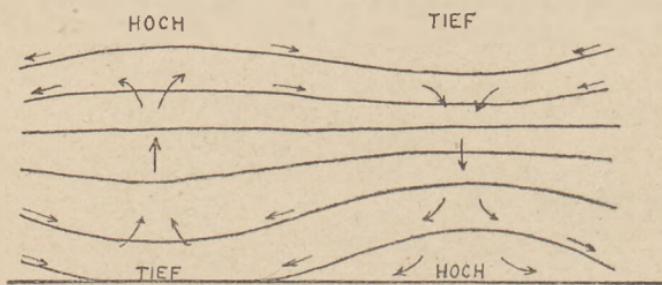
Luftströmung vom Hoch- zum Tiefdruckgebiet.

aus den südrussischen Steppen; ein Westwind aus Nordwest ist im Sommer kühl und regnerisch, im Winter mild und gleichfalls feucht. Man spricht da von einer klimatischen Bedeutung der Windrichtungen. Eine Entscheidung kann in solchen Fällen nur die Wetterkarte liefern, da sie die Bahnrichtung der Luftbewegung sofort zu entnehmen gestattet. Auch daraus folgt die Wichtigkeit, ja Unentbehrlichkeit der Wetterkarte für die Wettervorhersage.

Außer der eben erwähnten Beziehung der Hoch- und Tiefdruckgebiete zueinander durch den von dem einen zum anderen nahe der Erdoberfläche wehenden Wind besteht noch eine zweite in der Höhe, die Aufklärung darüber gibt, woher die Luft des Hochdruckgebietes kommt und wohin die des Tiefdruckgebietes geht.

Vollkommen ruhige Luft wird sich unter dem Einfluß der Schwere so lagern, daß sie wagerechte Schichten gleicher Dichte bildet, wobei die dichtesten, weil schwersten, unten liegen. Wird nun durch Sonnenstrahlung eine Stelle der Erdoberfläche stärker

erwärmte als ihre Umgebung, so dehnt sich dort die Luft stärker aus als rings umher; dadurch tritt eine Hebung der Luftschichten über der erwärmten Stelle ein (s. Figur) und somit nach außen hin ein Gefälle. Die Luft wird daher oben nach außen hin abströmen und durch an der erwärmten Stelle aufströmende ersetzt; als deren Ersatz wiederum muß unten allseitig Luft zufließen. Durch das Abströmen oben wird unten der Druck vermindert und außen ringsherum vermehrt, so daß allmählich ein Gefälle nach innen entsteht, jedoch nur in den unteren Schichten, da in einer gewissen Höhe der Druck innen und außen gleich bleibt. Schließ-



Querschnitt durch ein Tief- und Hochdruckgebiet.

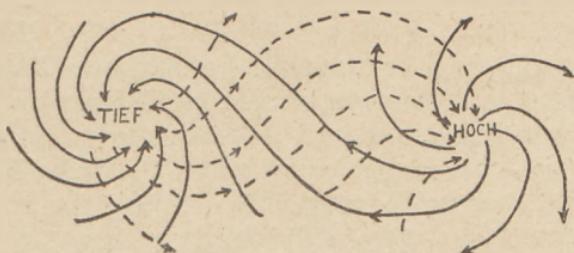
lich strömt also der erwärmten Stelle in den unteren Schichten Luft zu, die über ihr aufsteigt und oben nach außen abfließt; innen herrscht niedrigerer, außen höherer Druck. Es handelt sich sonach hier um ein Tiefdruckgebiet.

Tritt bei lagernden Luftschichten statt der zuerst angenommenen Erwärmung Erfaltung ein, so werden sie sich zusammenziehen und einsinken — am meisten oben als Wirkung des Zusammenziehens aller Schichten; hier wird sich ein Gefälle nach innen herausbilden und ein Einströmen der Luft stattfinden. Dadurch aber wird unten der Druck innen vergrößert, und es entsteht hier ein Gefälle nach außen; also oben strömt die Luft ein, unten aus, innen herrscht hoher, außen niedriger Druck. So kann ein Hoch entstehen.

Verbindet man beide Einzelbetrachtungen über die Entstehung von Tief- und Hochdruckgebieten, so erhält man folgendes Bild über die Bewegung der Luft im senkrechten Querschnitt, wobei die Linien die flächen gleichen Druckes, die Pfeile die Richtung der Luftbewegung bezeichnen. Die Luft steigt im Tiefdruckgebiet

auf, geht in der Höhe seitwärts zum Hochdruckgebiet, kommt in diesem herab und geht unten zum Tiefdruckgebiet.

Sieht man aber von oben auf die Erdoberfläche herab, so stellt sich diese Luftbewegung so dar:



Luftströmung vom Hoch- zum Tiefdruckgebiet.

wobei die ausgezogenen Linien die Strömungen an der Erdoberfläche, die gestrichelten diejenigen in der Höhe andeuten. Verfolgt man die Richtung des Windes von unten nach oben, so dreht sie mit zunehmender Höhe nach rechts. Weht der Wind am Erdboden in irgendeiner Richtung, so dreht er in Norddeutschland

in	200	500	1000	2000	3000	in Höhe
um	8	17	24	29	35°	nach rechts,

er wird also z. B. aus einem Westwind unten schon in 1000 m ein Westnordwestwind.

Diese Lehre der Entstehung der Hoch- und Tiefdruckgebiete nennt man Konvektionstheorie (convehere, einführen), weil nach ihr die aufsteigende Luft den oberen Schichten Wärme zuführt. Sie ist zwar sehr einleuchtend, vermag indessen nur das Entstehen, nicht aber das Weiterbestehen eines Tiefs und Hochs zu erklären; auch sonst ergeben sich manche Schwierigkeiten. Wenn sie hier trotzdem vorgeführt ist, so geschieht es einerseits, weil sie für eine Reihe von Fällen noch durchaus zutrifft, namentlich soweit es sich um geringere Höhen (wenige km) handelt, anderseits kommt sie der Vorstellung von Nichtfachmännern mehr entgegen als die neueste, durch Wolkbeobachtung gut gestützte Lehre. Zum Teil handelt es sich bei dieser Lehre übrigens auch nur um die Erklärung des oberen Teiles der Tiefs und Hochs, den man sich früher bei ersteren als ein Hoch, bei letzteren als ein Tief dachte; gerade diese angebliche Umkehrung haben die Beobach-

tungen, abgesehen von vereinzelten Fällen, nicht nachweisen können. Die Hauptursache der Entstehung von Hoch- und Tiefdruckgebieten sind Wärmeunterschiede oder Wärmegefälle, wodurch an der Erdoberfläche Luftdruckunterschiede oder Gradienten, nach oben hin aber Lufttriebskräfte entstehen. Beide erzeugen, wie wir sahen, die Tiefs, liefern die Kraft für die Bewegungen in ihnen und für ihr Fortschreiten. Je nach dem Wärmegefälle vom Erdgleicher zum Pole hin werden die Luftmassen, die in der Höhe nach dem Pole hinströmen und den großen, etwa bei den Subtropen ($30-40^{\circ}$ Breite) beginnenden Polwirbel bilden, entweder gestaut oder beschleunigt. So entsteht im ersten Fall Druckvermehrung, im letzteren Druckverminderung, die sich beide nach unten hin fortpflanzen und Anlaß zur Bildung von Hochs und Tiefs geben können. Da im Winter der Wärmegegensatz der Tropen und der Polgegenden etwa doppelt so groß als im Sommer ist, so wird es verständlich, daß es im Winter mehr und kräftigere Tiefs und Hochs gibt als im Sommer. Der Polwirbel läuft von West nach Ost um, daher ziehen auch die Hoch- und Tiefdruckgebiete ostwärts; in der Höhe öffnen sich ihre unten geschlossenen Isobaren und verlieren sich völlig in der großen westöstlichen Polströmung.

Weitere Ausführungen hierzu bieten die folgenden Abschnitte.

6. Tiefdruckgebiete und ihr Wetter.

Unter Tiefdruckgebieten oder Tiefs versteht man Gebiete mit geschlossenen Isobaren und mit niedrigerem Luftdruck als in der Umgebung; dabei kann er sehr wohl noch über 760 mm betragen, ebenso wie es Hochdruckgebiete mit einem Kern von weniger als 760 mm gibt. Es kommt eben nur darauf an, daß der Druck im Tief geringer und im Hoch höher als in der Umgebung ist.

Die Gestalt des Tiefs, nach der Form der Isobaren, ist meist elliptisch und zwar in der Gegend von Europa so, daß die große Achse nach Ostnordost oder Nordost gerichtet ist und mit der Hauptzugrichtung ganz oder nahezu zusammen fällt.

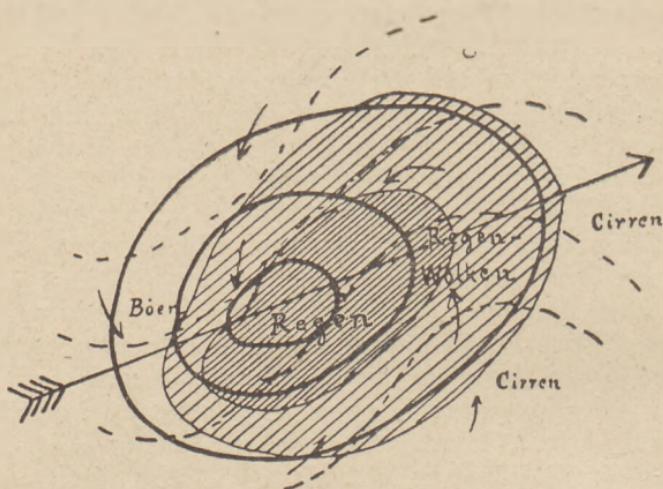
Bei den Tiefs der nördlichen Halbkugel herrschen an der Vorderseite, der östlichen Seite, Winde aus Südost bis Süd, die meist warme Luft herbeiführen, während auf der Rückseite vorwiegend Winde aus Nordwest bis Nord wehen und Abkühlung bringen; demzufolge wird zwischen Vorder- und Rückseite ein großer Wärmeunterschied sein, der sich in den Karten schon durch

die auf der Vorderseite viel weiter als auf der Rückseite nach Norden hinaufgehenden Isothermen sofort erkennen läßt. So ist auf der beifolgenden Wetterkarte (S. 56/57) die 0° -Isotherme, die als Frostgrenze durch eine Zickzacklinie gekennzeichnet ist, im Südosten durch milderere Winde merklich nach Norden hin ausgebogen.

Im Inneren des Tiefs muß die zuströmende Luft aufsteigen, und zwar geschieht das im großen Ganzen in schräg aufwärts gerichteter Bahn um die Mitte herum; jedoch darf man sich davon kein allzu regelstrenge Bild machen, da die Luft ein viel zu feiner und viel zu wenig zusammenhängender Stoff ist, als daß sie gleich einem Wasserstrom einen bestimmten Weg verfolgen könnte. Auch muß man bedenken, daß ein Tiefdruckgebiet in der Natur eine ganz flache Scheibe ist, deren Durchmesser im Mittel rund 2500 km und deren Dicke bis zu 10 km beträgt (also im Verhältnis von 250 : 1 steht). Zu beachten ist aber, daß die Luft im Inneren aufsteigt; dabei dehnt sie, die bisher durch die auf ihr lastende Luftsäule zusammengepreßt war, sich aus, weil sie ja unter immer geringeren Druck kommt und kühlst sich durch Wärmeverbrauch bei der Ausdehnung ab. Da sie bei jeder Temperatur nur eine begrenzte Menge Wasserdampf enthalten kann und zwar um so weniger, je niedriger die Temperatur ist, so wird sie bei Abkühlung schließlich zu der Temperatur gelangen, bei der sie nicht mehr den ganzen Wasserdampf zu fassen vermag; er scheidet sich in feinen Wassertropfchen aus, die als Wolken sichtbar werden und schließlich durch Zusammenfließen als Regen und Schnee herabfallen. Das Aufsteigen der Luft findet wegen des größeren Wärmeauftriebes am stärksten an der Vorderseite statt, und deshalb wird auch die wolkenreiche und regnende Fläche im Tiefdruckgebiet nicht gleichmäßig um die Mitte herum liegen, sondern etwas nach vorn verschoben sein. Und das läßt auch fast jede Wetterkarte deutlich erkennen; man braucht nur die Isobaren und die bedeckten Himmel darstellenden schwarzen Ortspunkte zu vergleichen.

Wir haben danach folgendes Bild (s. S. 74) von dem Witterungsverlauf in einem vorüberziehenden Tiefdruckgebiet. Zunächst erscheinen am Himmel feine Federwolken (Cirrus), die sich schleierartig ausbreiten und dann um die Sonne einen Ring in zarten Regenbogenfarben (Sonnentring) zeigen. Der Schleier wird dichter, so daß man ohne Blendung in die Sonne sehen

faum, und der Luftdruck beginnt zu fallen; der anfangs südöstliche schwache Wind dreht langsam nach Süd und Südwest und wird lebhafter. Bald ist der Himmel mit dicken bleigrauen Regenwolken (Nimbus) bezogen; die ersten Tropfen fallen und gehen in heftigen Regen über. Das Barometer erreicht seinen tiefsten Stand. Dann dreht der Wind nach West, wird böiger und der Regen ist zwar heftig, fällt aber nicht mehr gleichmäßig, sondern in wechselnder Stärke, da bereits einzelne absteigende Luftströme des nachfolgenden Hochdruckgebietes einsetzen. Dieses veränderliche Wetter nennt man, weil es an der Rückseite des Tiefs auf-



Wetter in Tiefdruckgebieten.

tritt, Rückseitenwetter. Die Wolken verlieren nun ihr gleichmäßig trübes Aussehen, sie „brechen“, wie der Volksmund sagt, und allmählich sieht man durch Lücken wieder den blauen Himmel; dabei weht ein frischer böiger Wind aus Nordwest.

So ist der Vorgang, wenn die Mitte des Tiefdruckgebietes gerade über uns oder etwas nördlich von uns vorüberzieht, wie die Zeichnung ohne weiteres erkennen lässt und wie auch den früheren Erörterungen im Abschnitt „Hoch- und Tiefdruckgebiete“ (S. 68) zu entnehmen ist.

In der Abbildung sind die Isobaren durch ausgezogene, die Isothermen durch gestrichelte Linien, die Regenwolken durch enge, die anderen Wolken durch weitere Strichelung angegeben. Die Fortbewegungsrichtung des Tiefs zeigt der große Pfeil.

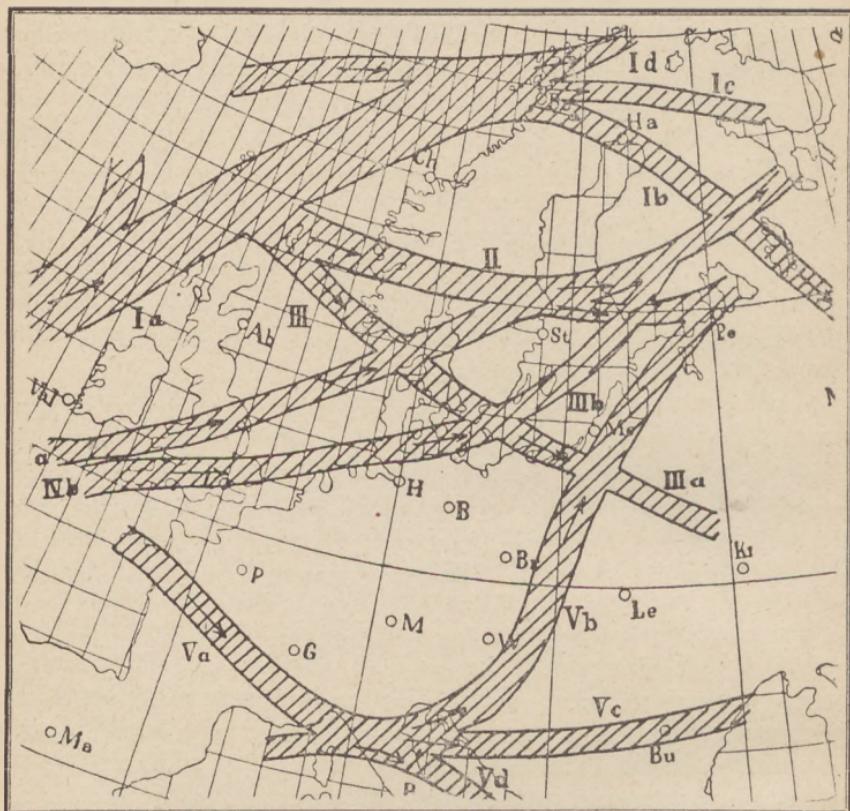
Geht die Mitte südlich von uns vorüber, so dreht der Wind von Ost über Nordost nach Nord und bringt auch kühles und trübes, aber meist weniger regnerisches Wetter. Indessen tritt dieser Fall für das norddeutsche Binnenland viel seltener als für die Küste ein, hier allerdings oft recht unangenehm, da der auf-landige Wind das Meerwasser in die Flüsse treibt, sie staut und Überschwemmung und Uferbeschädigungen verursacht.

Man versteht auch aus der Abbildung, daß es — norddeutsche Verhältnisse vorausgesetzt — durchaus noch nicht mit Regnen aufzuhören braucht, wenn das Barometer wieder zu steigen beginnt, denn die dann wehenden West- und Nordwestwinde bringen vom Meere her noch reichlich viel Feuchtigkeit, die bei der geringeren Wärme auf der Rückseite des Tiefs leicht zur Verdichtung und zur Ausscheidung als Regen gebracht wird. Auch ist zu bedenken, daß in der Höhe die Mitte des Tiefs gegen unten etwas zurückbleibt. Bei steigendem Barometer besteht also zunächst nur Aussicht auf Besserung des Wetters, nicht aber tritt das bessere Wetter sofort ein.

Die kurzen, heftigen Regengüsse werden durch kleinere tiefe, die ergiebigen Landregen durch große flache und langsame Tiefe verursacht. Folgendes Beispiel wird das erläutern. Sollen zwei Kompagnien Soldaten in der gleichen Zeit durch je ein Tor marschieren, die eine aber schneller als die andere, so braucht jene offenbar nur ein schmales Tor als diese. Sollen ebenso zwei gleiche Luftmengen mit verschiedener Geschwindigkeit eine bestimmte Stelle durchströmen, so muß bei der langsam fließenden Luft der Querschnitt größer sein, als bei der schnelleren, damit in gleichen Zeiten gleiche Mengen hindurchgehen; dasselbe sehen wir beim Fluß, wenn er Weiten und Engen durchströmt. Ihren Querschnitt kann die Luft nach unten gar nicht und seitwärts auch nur wenig vergrößern, wohl aber nach oben und dann erfolgt Ausdehnung, Abkühlung, Verdichtung des Wasserdampfes und Niederschlag.

Bei Untersuchungen über das Wandern der Tiefdruckgebiete fand zuerst Jackson 1874 für Nordamerika, daß von ihnen bestimmte Gegenden sehr bevorzugt werden, daß z. B. über die fünf großen Seen dreimal so viel ziehen als über andere Gegenden. Die Ursache dafür ist neben der Kraftzufuhr durch wärmere feuchtere Luft die viel geringere Reibung, die die Winde an der glatten Seeoberfläche erfahren gegenüber der rauhen Landfläche,

die verlangsamt wird. Aus gleichem Grunde wird auch öfter der Weg längs der Atlantischen Küste eingeschlagen. Ganz ebenso untersuchte 1879 Köppen in Hamburg die Wege der Tiefdruckgebiete auf dem Nordatlantischen Ozean und über Europa und zeigte in einer Karte, daß es erstens gewisse Zugstraßen gibt,



Karte 4. Zugstraßen der Tiefdruckgebiete.

die von den Tiefs besonders häufig verfolgt werden, daß zweitens eine Anzahl Tiefs ganz unregelmäßige Bahnen einschlagen, die er deshalb erratische Minima (abirrende) nannte, und daß es drittens gewisse Kreuzungsstellen der Zugstraßen gibt, wo die Tiefs länger zu verweilen pflegen oder selbst etwas zurückgehen, und wo sich auch manchmal neue Tiefs bilden (Strahlungsgebiete). van Bebber hat dann 1886 diese Untersuchungen

fortgesetzt und die Zugstrafen beziffert, weshalb sie oft, nicht ganz mit Recht, nach ihm benannt werden.

Diese Zugstrafen sind nun keineswegs feste Bahnlinien, die ein Tief innehalten muß, sobald es auf eine geraten ist, sondern es sind nur Gegenden, die von Tiefs besonders häufig aufgesucht werden, weil sie eben günstigere Bedingungen, d. h. weniger Reibung als benachbarte Gegenden bieten. Vorzugsweise gehören hierzu, wie beifolgende Karte erkennen läßt, große Wasserflächen oder ausgedehnte Ebenen.

Die verschiedene Breite der Bahnlinien in der Karte entspricht der Häufigkeit der Tiefs, so daß danach die Zugstraße I am meisten eingeschlagen wird. Diese Zugstraße I bringt für Deutschland gewöhnlich warmes, ziemlich heiteres und oft trockenes Wetter. Tiefs der Zugstraße II und III verursachen meist lebhaften bis stürmischen Wind, Trübung und Regen, die der Straße IV raschen Wechsel von warmem, heiterem Wetter mit Sturm, Abkühlung und Regen. Von der Zugstraße V kommen für Deutschland nur die Strecken Va und Vb in Betracht und zwar Va meist im Winter durch kalte, östliche Winde, Vb im Sommer durch Hochwasser, das auch durch ein Tief der Zugstraße IIIa hervorgerufen werden kann. Bei den großen Schädigungen, die solche Hochwasser oft verursachen, soll hier ein wenig darauf eingegangen werden.

Hochwasser entstehen einerseits bei plötzlicher Schneeschmelze im Frühling, besonders wenn ein warmer Südwind einsetzt, wie es Bürger in seinem „Lied vom braven Mann“ so äußerst treffend schildert. Man nennt sie auch Taufluten. Die zweite Ursache sind Regengüsse und zwar entweder sehr starke (Wolkenbrüche) oder lang anhaltende (Landregen), die schon nassen Boden vorfinden.

Die erste Ursache, die Schneeschmelze, kommt für Norddeutschland seltener in Betracht, da von den Gebirgen meist nur die dem Südwinde wenig zugängliche Nordseite hierher gehört. Wenig Schnee auf gefrorenem Boden gibt beim Tauen oft mehr Abflußwasser und eher Hochwasser, als mehr Schnee auf ungefrorenem Boden, in den das Schmelzwasser einsickern kann. Wichtig aber ist die zweite Ursache — ich erinnere nur an die Verheerungen des Hochwassers im Juli 1897, die mehr als 20 Millionen Mark Schaden allein in Norddeutschland anrichteten. Vergegenwärtigen wir uns die Windverteilung im Tiefdruckgebiet mit den spiraling nach innen gerichteten Bahnlinien, so verstehen wir

sofort, daß ein solches Tief auf der Zugstraße IIIa, solange sein Kern zwischen Elbe und Oder liegt, in den Sudeten zunächst südliche Winde hervorrufen wird. Je weiter es nach Osten rückt, um so mehr dreht der Wind nach Westen und schließlich nach Nordwesten; nun streicht er im größten Teil der Sudeten dem Kamme entlang und wird sich dort nicht sonderlich bemerkbar machen. Anders aber beim Isergebirge, wo der Wind nach dem Überwehen der ebenen Lausitz sich staut und zum Aufsteigen gezwungen wird; da sich jede aufsteigende Luftmasse oben ausdehnt, kühlst sie sich auch ab, bis Verdichtung des Wasser dampfes und Regen eintritt. Die Tiefe dieser Zugstraße IIIa haben, sobald sie nach Polen kommen, die Neigung, dort zu verweilen (stationär zu werden), weshalb dann die Regenfälle im Isergebirge lange andauern und Überschwemmungen verursachen.

Ganz entsprechend ist auch der Vorgang bei einem Tief der Zugstraße Vb. Hat eine solche die Donau überschritten und befindet sich über den Beskiden und der Tatra, so weht auf der schlesischen Seite der Sudeten Nordostwind, trifft also die Hauptstreichungsrichtung des Gebirges nahezu senkrecht. Auch hier wird der Luftstrom zum Aufsteigen gezwungen, und es kommt zu Niederschlägen, die, zumal wegen der gegenüber dem Isergebirge größeren Höhe des Gebirges und da sich hier die ganze Länge des Kamms dem Luftstrom entgegenstellt, viel reichlicher sein werden als im vorigen Fall. Am meisten leidet dabei stets das Hirschberger Tal, weil alle Wasser des Riesengebirges lediglich auf die schmale Ausgangspforte angewiesen sind, die sich der Bober unterhalb Hirschbergs durch das Bobergebirge genagt hat. Ist das Tief etwas weiter nordwärts gerückt, so wird der Wind zwar nach Norden drehen, jedoch immer noch, wenn auch allmählich abnehmend, Regen bringen. Nunmehr bekommen aber die Westkarpaten nordwestliche Winde, die wegen des Gebirgsverlaufs von WSW nach ONO gleichfalls Niederschläge bewirken und jetzt die rechten Quellflüsse der Oder (Olsa und Ostrawitza) anschwellen lassen.

Man sieht daraus, welche Bedeutung die Zugstraße Vb für Schlesien hat, da ihre Tiefe für das Quellgebiet der Oder und ihre Nebenflüsse Hochwasser zu bringen pflegen. Weil es aber nicht immer geschieht, so kann man vorläufig noch keine sichere Vorhersage auf Hochwasser stellen, wenn ein Tief auf dieser Zugstraße naht; jedoch werden nach den Vorarbeiten von

Hellmann, Käzner und v. Elsner schon gute Warnungen ausgegeben.

Für die Alpen haben die bisherigen Forschungen etwas anderes Verhältnisse insofern ergeben, als hier nicht bloß Tiefs, sondern auch Hochdruckgebiete eine wichtige Rolle spielen, und zwar so, daß von ihnen ein „Keil hohen Druckes“ in das Tiefdruckgebiet eindringt und dabei die Witterung sehr stark und sehr ungünstig beeinflußt, besonders in der Gegend des Salzkammergutes.

Dass die Tiefs die Zugstraßen besonders gern einschlagen, hat, wie schon erwähnt, seine Ursache darin, daß ihnen hier zum Fortschreiten die günstigsten Bedingungen, vor allem geringe Reibung, geboten werden. Es hat sich ferner ergeben, daß die Zugstraßen II, III und Va im Winter, die anderen im Sommer häufiger begangen werden. Vergegenwärtigt man sich die Luftdruck- und Wärmeverhältnisse in den beiden Jahreshälften, so gelangt man zu dem Satz, daß die Tiefs beim Fortschreiten gewöhnlich hohen Druck und hohe Wärme rechts liegen lassen. Es haben sich ferner folgende Regeln ergeben:

1. Liegen hoher Druck und hohe Wärme in gleicher Richtung von dem Tief, so geht dieses nahezu senkrecht zu dieser Richtung weiter.

2. Liegen jene entgegengesetzt und sind ziemlich gleichwertig, so wird die Bewegung des Tiefs gehemmt oder ganz aufgehoben (stationäre Depression).

3. Überwiegt entweder der Druck oder die Wärme, so bestimmt das Mächtigere von beiden die Fortbewegung im Sinne der ersten Regel. Z. B. schreitet ein Tief auf der Zugstraße Vb weiter, wenn hoher Druck im Westen, aber sehr hohe Wärme im Osten herrscht.

Da hoher Druck und auch hohe Wärme meist (S. 84 f.) sehr lange anhalten, so bestehen auch für die Tiefs die gleichen Bedingungen ebenso lange fort, und sie werden deshalb in dieser Zeit meist dieselbe Zugstraße einschlagen; so erklärt es sich, daß manchmal das gleiche schlechte Wetter lange Zeit hindurch herrscht.

Guilbert stellte 1909 Regeln auf, die öfter nützlich sind. Er geht davon aus, daß bei den Gradienten 1, 2, 3, 4 mm die Windstärke 2, 4, 6, 8 normal sei. Ist sie bei einem Tief auf einer Seite übernormal, so wird hier das Tief ausgefüllt; es selbst wandert nach der unternormalen Seite. Häufig verlagert sich ein Tief in 24 Stunden an die Stelle eines benachbarten Keils hohen Druckes.

Die Geschwindigkeit der Tiefs ist sehr verschieden. Im Mittel beträgt die Geschwindigkeit in einer Stunde für

	Jahr	Sommer	Winter
die Vereinigten Staaten.....	46 km	39 km	56 km
den Nordatlantischen Ozean .	29 "	27 "	30 "
Westeuropa	27 "	24 "	29 "
das Europäische Russland ...	34 "	29 "	39 "
Japan	38 "	28 "	45 "

Die größten bekannten Geschwindigkeiten erreichte ein Tief am 13. März 1876 bei Hamburg mit 120—125 km und ein nordamerikanisches Tief am 8. bis 9. Februar 1884 mit 130 km, also weit über Schnellzugsgeschwindigkeit. Bei ersterem wehte sogar der Wind in der Nähe der Mitte nicht so stark als die gesamte Fortbewegung war, ein Beweis dafür, daß es sich bei den Tiefs nicht um ein Wirbeln oder Kreisen derselben Luftmasse handelt, sondern um ein immer neues Einströmen von Luft an der Vorderseite und ein Zurückbleiben an der Rückseite.

Bei dem Fortschreiten behalten die Tiefs mitten nicht den gleichen niedrigen Luftdruck, sondern verflachen oder füllen sich aus oder vertiefen sich; im ersten Fall wird die Zuggeschwindigkeit meist langsamer, im letzteren schneller. Tritt ein Tief vom Meere auf das Land über, so verliert es infolge größerer Reibung gewöhnlich an Geschwindigkeit, wie auch an Tiefe. So ergab sich für Tiefs über Russland die Geschwindigkeit am ersten Tage zu 39, am zweiten zu 32, am dritten zu 29 und am vierten zu 24 km in der Stunde. Daher kommt es auch, daß die Bahnen meist nicht allzu lang sind, obwohl man in einzelnen Fällen Tiefs von den südöstlichen Antillen an längs der nordamerikanischen Küste und über den Atlantischen Ozean hinweg bis ins Innere Russlands verfolgen konnte.

Während ferner die heftigen Wirbel Japans bei 2000 m hohen Gebirgen zerfallen, überschreiten andere die westamerikanischen Gebirgsketten und Hochflächen ohne Verzögerung; erstere sind offenbar nur Gebilde der unteren Schichten, während letztere über 3 km hoch hinaufreichen müssen und dort den Sitz ihrer Kraft haben — möglicherweise gehören sie dem früher erwähnten großen Polwirbel an, wogegen jene ihre Kraft aus unteren heißen feuchten Schichten schöpfen. Auch in Europa gibt es Tiefs, die die Alpen überschreiten, während andere durch sie aufgehalten werden, und auch hier gelten die gleichen Ursachen.

Bisweilen entstehen Tiefs aber noch auf andere als auf die jetzt und früher (S. 69f.) erwähnten Weisen. Liegt z. B. ein ausgedehntes Tief mit seinem Kern etwa in der Gegend von England und erstreckt seinen Einfluß bis zu den Alpen, so wird die Luft über dem Gebirge angesaugt und dort ein südlicher Wind erzeugt; dieser wieder bedingt über Oberitalien oder auch über dem ligurischen Meerbusen (Riviera) Druckverminderung und Aufsteigen der Luft. Dieser Vorgang macht sich in den Wetterkarten dort durch ein örtliches Tief kenntlich; oft ist es dann vorgekommen, daß dieses Tief selbständig auf der Zugstraße V fortwanderte und nicht selten als Tief der gefürchteten Zugstraße Vb mit starken Regengüssen in Schlesien und Galizien erschien.

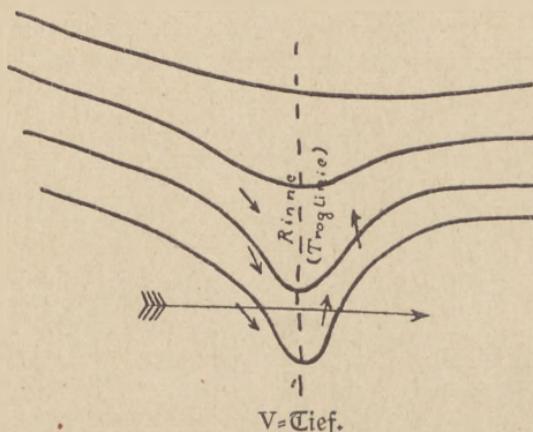
Derartig entstandene Tiefs und alle sonstigen Nebenbildungen kleiner Tiefs am Rande größerer nennt man deshalb Randtiefs oder Teiltiefs oder Teildepressionen. Sie zeigen sich bei den europäischen und nordamerikanischen Tiefs nicht auf deren Nordseite, sondern auf der Südost- und Südwest- bis Westseite, und zwar hat jede dieser beiden Randbildungen ihre besondere Bedeutung. Treten sie nämlich an der Südwest- oder Westseite auf, so werden sie sehr häufig selbständig und gehen parallel ihrem Muttertief weiter oder umkreisen es an seiner rechten Seite. Sie bringen das unbeständige und regenreiche Wetter, das sich oft viele Tage hindurch in unangenehmster Weise wiederholt, und sind fast stets auf die unteren Schichten der Lufthülle beschränkt. Entstehen die Randtiefs dagegen auf der warmen Südostseite des Haupttiefs, so haben sie im Winter zwar nicht viel zu bedeuten, wogegen sie im Sommer der Sitz von Gewittern sind, in Nordamerika von Tornados (kleinen heftigen schadenbringenden Wirbeln); sie haben meist nur 1–2 km Höhe. Die Erfahrung hat gezeigt, daß ein solches kleines Teiltief über dem Kanal zwischen England und Frankreich ein meist zutreffendes Vorzeichen für Gewitter in Norddeutschland ist.

Alle Randtiefs verraten sich auf den Wetterkarten aufangs fast nur durch eine Ausbauchung einzelner Isobaren, die man in Norddeutschland, wenn sie sich an der Südostseite der Haupttiefs zeigt, aus vorstehendem Grunde einen „Gewittersack“ nennt.

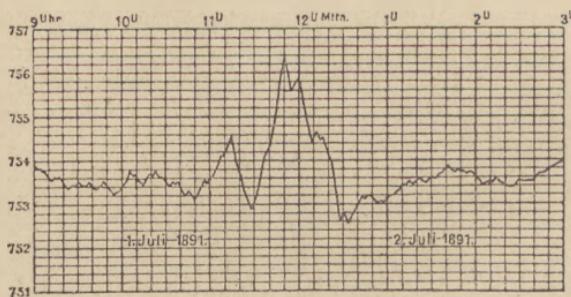
Die Tiefs, die Europa überziehen, sind eigentlich auch nur, wenn auch recht bedeutende, Randtiefs, nämlich vom großen

isländischen Tief (S. 95); sie reichen oft bis zu 10 km Höhe und beeinflussen das Wetter stark.

Etwas verschieden von diesen Gebilden sind die V=Depressionen oder V=Tiefs (S. 65), die sich zungenförmig



zwischen zwei Hochdruckgebiete einschieben und zwar vorwiegend mit der Spitze nach Süden, also auch wie die Randtiefs nach der wärmeren Seite. Bezeichnend ist der sehr starke Wetterwechsel beim Vorübergang einer solchen V=Depression: auf der Vorder-



sondern in engeren Zwischenräumen etwa von 2 zu 2 mm oder 1 zu 1 mm zieht, häufig als eine ziemlich ausgedehnte Luftdruckrinne, deren tiefsten Teil man auch Troglinie nennt. Eilt eine solche Rinne über einen Ort hinweg (wiederholt sind Geschwindigkeiten von 90 km in der Stunde festgestellt worden), so sinkt das Barometer erst langsam und dann schneller, um nach dem Vorübergang der Troglinie infolge des hereinbrechens der kalten, schweren Luft und der Regenmassen plötzlich emporzuschossen (nicht selten um mehrere Millimeter) und dann wieder etwas zu fallen. Bei selbstschreibenden Barometern (den Barographen) erhält man dann eine Linie, wie sie das vorstehende Beispiel zeigt. Nach ihrer Form heißtt eine solche Druckstufe eine Gewitternase. Ein besonderes Kennzeichen für die Gewitter der V-Tiefs, die auch Böengewitter heißen, ist das Heraufziehen einer bogen- oder wulstförmigen schwarzblauen Wolke (Gewitterkragen), die auf den Beschauer meist einen unheimlichen, beängstigenden Eindruck macht; unter ihr weg sieht man dahinter meist die nachfolgende hellere Regenwolke.

7. Hochdruckgebiete und ihr Wetter.

Die Untersuchung der Hochdruckgebiete oder Antizyklonen ist im allgemeinen schwieriger als die der Tiefe, da sie als Auströmungsgebiete nicht so geschlossene Formen zeigen; oft ist es auch kaum möglich zu sagen, wo der Kern des Hochs liegt, zumal es nicht selten statt einer Stelle höchsten Druckes deren mehrere gibt. Ferner ist der Gradient meist kleiner und dementsprechend die Windgeschwindigkeit geringer, als bei den Tiefe. Dadurch wird es erklärlich, daß letztere ungleich häufiger untersucht wurden und man ihr Wesen besser kennt, als das der Hochs. Da endlich die Hochs gewöhnlich sonniges ruhiges Wetter bringen und selten — höchstens durch übergroße Hitze oder Kälte — Schaden verursachen, so hat man ihnen auch aus diesem Grunde weniger Aufmerksamkeit geschenkt als den unangenehmen Tiefe.

So hat man für die Hochs bei uns noch keine Zugstrafen feststellen können, denn vielfach ist es gar nicht möglich, ein Fortschreiten wahrzunehmen, da durch ein Verlageren des Kerns nach irgendeiner Seite oder, bei mehreren Kernen, durch das Mächtigerwerden eines der Kerne ein für uns noch regelloses Verschieben eintritt. Anderseits haben die Hochdruckgebiete als Ganzes genommen eine viel größere Neigung zum Lagern über derselben

Gegend als zum Wandern, und daher besitzen viele von ihnen einen länger dauernden Einfluß auf das Wetter als die eiligen Tiefs.

Soweit danach überhaupt von einem Wandern der Hochdruckgebiete gesprochen werden kann, geschieht es langsamer als das der Tiefs, nämlich in Europa (meist nach Ost und Südost) durchschnittlich 26 km in der Stunde und in den Vereinigten Staaten, wo überhaupt die Witterung unbeständiger ist, 41 km; die größte dort bekannt gewordene Schnelligkeit betrug 107 km.

Die Hochs haben im Winter und Sommer nur das miteinander gemein, daß in beiden Fällen heiteres Wetter herrscht; dagegen ist die Wirkung davon durchaus verschieden. Betrachten wir zuerst ein Hochdruckgebiet im Winter. Wird die Luft über einer großen Landfläche aus irgendeinem Grunde, z. B. durch eine Schneedecke, stark abgekühlt, so ziehen sich die Lufschichten zusammen und zeigen in der Höhe eine Einsenkung, in welche die umgebende Luft gemäß des nach innen gerichteten Gefälles allseitig einströmt und nach unten hin einen belastenden Druck ausübt, der sich im Ansteigen des Barometers kundgibt (S. 70). Beim Abwärtsinken erwärmt sich die Luft durch Zusammenpressen etwas, da sie ja nach unten hin unter immer wachsenden Druck gerät, und entfernt sich von der Sättigungsgrenze (Taupunkt); damit ist Wolkenbildung nicht möglich, und es wird klar. An den kurzen Wintertagen kann die Sonne, noch dazu bei ihrem Tiefstande, nicht sehr wirksam werden und die Tag und Nacht tätige Ausstrahlung in den Weltenraum nicht aufwiegen. In den langen klaren Winternächten geht dann sehr viel Wärme verloren, so daß die Temperatur andauernd sinkt und zwar am stärksten nahe dem gleichfalls erkaltenden Erdboden, über dem sich die eisige schwere Luft sammelt. Anfangs, wo noch mehr Feuchtigkeit in der Luft vorhanden ist, kann durch Abkühlung Bodennebel und Frostnebel entstehen, später aber bleibt es bei Windstille meist klar. Da bei dieser Wetterlage die schwere Luft unten und die oft sehr milde leichtere darüber ruht, so kann sich dieser Zustand lange erhalten. Besonders andauernd ist er über einer dichten Schneedecke oder über Eisboden, z. B. in Sibirien; deshalb liegt auch hier im Winter ein ausgedehntes Hoch mit mehr als 780 mm im Kern (sibirisches Maximum). Diese Witterungsform nennt man aus vorstehenden Gründen den Strahlungstypus.

Durchaus anders gestaltet sich aber das Wetter eines Hochdruckgebietes im Sommer. Auch hier gehen wir von heiterem Himmel aus. Die langen Tage sind der Einstrahlung der Sonnenwärme sehr günstig, und die Luft wird sich stark erwärmen. Das geschieht so, daß die leuchtenden Wärmestrahlen der Sonne durch die Luft wie durch das Glasdach eines Gewächshauses zum größten Teil hindurchgehen, sie also nicht erwärmen — nur ein kleiner Teil von dieser Strahlenart wird behalten oder an der oberen Grenze zurückgeworfen — und den Erdboden erhitzen; dieser sendet als nichtleuchtender Körper dunkle Wärmestrahlen aus, die von der Luft fast völlig aufgenommen werden. So erwärmen sich die Luftschichten von unten her, obwohl die Sonne von oben scheint. Unten wird es also immer wärmer, während oben kalte schwerere Luft lagert: ein Zustand, der nichts Dauerdes hat.

Damit aber die leichtere erhitzte Luft bei ruhiger Lagerung emporströmen kann, muß die Wärmeabnahme mindestens $3,4^0$ auf 100 m betragen; sonst vermag jene den Druck der über ihr lastenden Luft nicht zu überwinden, denn die erhitzte Luft ist so zusammengepreßt, daß dann erst ihr spezifisches Gewicht geringer wird als das der überlagernden Luftmasse. Hat die warme Luft aber den Druck überwunden, so kommt sie in jeder Schicht wärmer an, als diese selbst ist, hat also überall Auftrieb und kann somit in sehr große Höhen gelangen, wie man das an dem gewaltigen Emporquellen der Türme der Haufen- und Gewitterwolken beobachtet. Gewöhnlich sind mit diesem Umsturz gewaltige Verdichtungen von Wasserdampf, Wolkenbrüche, Gewitter und Hagel verbunden. Infolge der plötzlichen Abnahme des Druckes und der darauf durch die herabstürzenden Wassermassen erneuten Zunahme entsteht die „Gewitternase“ (S. 83). Dabei werden in der Umgebung immer neue überhitzte Luftmassen mit emporgerissen, und so schreitet das Gewitter fort.

Aus dieser Darstellung über das Wesen der winterlichen und sommerlichen Hochdruckgebiete ergiebt sich, daß es davon zwei Arten geben muß, denn die winterlichen sind durch sich selbst (schwere Luft unten, leichtere oben) kippfischer und können sich lange erhalten, wogegen die sommerlichen gewöhnlich mit dem eben geschilderten Umsturz enden, bisweilen aber doch, trotz mehrmaliger Gewitter, weiter bestehen bleiben. Auch im Winter kommt es vor, daß ein Hoch nicht über dem kalten, schneedeckten,

also günstigen Festlande, sondern über dem wärmeren Meere lagert. In dem einen Fall handelt es sich nämlich um thermische Hochdruckgebiete, d. h. solche, die durch die Temperatur (Kälte) hervorgerufen sind, im anderen um dynamische, d. h. solche, die ihren Ursprung in der allgemeinen Bewegung der Lufthülle haben. Während z. B. das erwähnte sibirische Maximum zur erstenen Gattung gehört, muß man die Hochdruckgebiete in den Subtropen (über den Azoren usw. s. S. 95) zur zweitenen zählen.

Bei letzteren kennt man die Ursache seit langem sehr gut. In den Tropen steigt die Luft infolge der Sonnenwirkung auf und fließt in der Höhe als Antipassat (S. 63 Figur links) nach den Polen hin ab; in dieser Richtung wird aber wegen der Kugelgestalt der Erde die Bahn immer schmäler, so daß Stauwirkungen und zwar in etwa 35° Breite eintreten, die sich an der Erdoberfläche in hohen Barometerständen, also in einem Gürtel hohen Drudes in den Subtropen, manifestieren. Man nimmt sogar an, daß die Hochdruckgebiete vor den Tiefdruckgebieten entstehen und diese erst hervorrufen. Hat sich nämlich aus den geschilderten Wärme- oder Bewegungsursachen ein Hochdruckgebiet gebildet, so wird ihm oben die Luft zuströmen und daher ringsum der Druck abnehmen, das Barometer sinken und die Luft aufsteigen; auf diese Weise entstehen am Rande Tiefe, die jenes Hoch streckenweise so umkreisen, daß es zur Rechten bleibt, und dann selbständig weiter wandern.

Zieht ein Hochdruckgebiet über den Beobachtungsort, so wird das Barometer steigen, der Wind nachlassen und der Himmel aufklaren; ob es nun warm oder kalt wird, hängt von der Jahreszeit ab. Liegt aber der Ort etwas weiter vom Kern ab, so muß man für die Vorhersage die zu erwartende Windrichtung beachten, da sie entweder Kälte oder Wärme oder aber Herannahen eines Tiefs anzeigen.

8. Wettervorhersage für die nächste Zeit.

Wer bis hierher aufmerksam gelesen hat, kann sich an der Hand der Wetterkarten leicht ein Bild von der augenblicklichen Wetterlage machen und daraus in Verbindung mit der Karte des Vortages, sowie der Änderungen von Luftdruck und Wind Schlüsse auf das kommende Wetter ziehen. Denn die Wetterkarten zeigen die Entwicklung der augenblicklichen Luftdruck- und Windverteilung und vor allem den bisherigen Weg der vor-

handenen Hoch- und Tiefdruckgebiete; hieraus wieder entnimmt man die Richtung, die sie in der nächsten Zeit vermutlich einschlagen werden. Das Nächstliegende ist die gerade Fortsetzung des früheren Weges, doch ist dabei zu beachten, ob dieser etwa vom Meere aufs Land hinüberführt, wofür oben (S. 80) schon Erläuterungen gegeben wurden, oder ob die Luftdruck-, Temperatur- und Windverhältnisse der Umgebung von Einfluß sein können (S. 79 und 83).

Aus der einzuschlagenden Richtung ersieht man dann, auf welche Seite des Hoch- oder Tiefdruckgebietes der Beobachtungs-ort zu liegen kommt, weil ja davon die Änderung des Windes und davon wieder die Zufuhr warmer oder kalter, trockener oder feuchter Luft, ebenso Wolken oder Niederschläge abhängen. Anderseits gibt das Steigen und Fallen des Barometers, wie auch die Änderung des Windes wertvolle Fingerzeige für den Weg, den die Hochs oder Tiefs seit der Stunde, für die die Wetterkarte gilt, bis zum Augenblick der Beobachtung verfolgt haben. Dabei ist auch auf das Vorhandensein oder die Bildung von Randtiefs zu achten, da sie (S. 81) sehr störend in den Wetterverlauf eingreifen können.

Sehr nützlich ist auch die Verfolgung der Fall- und Steig-gebiete (S. 59), die sich oft von den Tiefs und Hochs trennen und in selbständigen Wegen schnell ziehen; bei Fallgebieten treten öfter stärkere Winde auf, als den Gradienten entspricht, und Niederschläge, während Steiggebiete heiteres, trockenes Wetter bringen.

Genauere Anweisungen für Einzelfälle¹ zu geben, würde weit mehr Raum erfordern, als hier zur Verfügung steht und auch nicht allzu viel nützen, da allein die Übung in der Vorhersage Lehren kann, wie das Wetter am nächsten Tage sein wird. Auch erleidet es durch örtliche Verhältnisse mancherlei Veränderungen, die gleichfalls nur die Erfahrung feststellen und verwerten kann. Allerdings darf man den Einfluß der Lage und Umgebung des Ortes nicht überschätzen, wie es vielfach geschieht.

Besonders gilt das von den sogenannten Witterscheiden. Fast in jedem Ort kann man hören, daß es dort eine Witterscheide gibt. Namentlich wird das vom Zuge der Gewitter behauptet, die angeblich entweder um den Ort herumgehen, oder

¹ Ich verweise dafür auf das Buch von R. Hennig (s. Anhang).

sich bei irgendeinem Walde, Hügel oder See usw. teilen. Es hat sich aber bei strengeren Untersuchungen gezeigt, daß nur bedeutende Eigenheiten der Umgebung eines Ortes, wie Gebirge oder doch größere Berge und lange Höhenrücken, Meere und Meerbusen, sehr große Seen und Sumpfe, sowie sehr ausgedehnte Waldungen die allgemeine Witterung örtlich in merkbarer Weise beeinflussen können und zwar namentlich Wärme und Niederschläge¹. Seen, Wälder und Hügel der gewöhnlichen Größe dagegen zeigen nur in den seltensten Fällen und nur in der allernächsten Umgebung eine geringe Einwirkung. Den Wind freilich kann auf kurze Strecken hin jeder Baum und jedes Haus etwas ablenken. Bei dem Zug der Wolken und Gewitter handelt es sich oft um Augentäuschungen. Die preußische „Anleitung zur Beobachtung und Meldung der Gewitter-Erscheinungen“ sagt hierüber sehr klar: „Da namentlich die sommerlichen Gewitter meist in mehrfach unterbrochener breiter Front mit getrennten kleinen Herden elektrischer Entladung auftreten, so gewinnt man nicht selten den Eindruck, daß ein Gewitter sich vor der Station teilt und nun zu beiden Seiten vorüberzieht. Dieses zerstreute Auftreten der Entladungen in der eigentlichen Gewittermasse erklärt auch die Täuschung, daß ein Gewitter wieder zurückkommt oder gar, daß zwei Gewitter in entgegengesetzter Richtung übereinander hinwegziehen.“

Trotzdem sind eigene Beobachtungen für die Wettervorhersage von Bedeutung, denn wenn die amtliche Vorhersage uns um Mittag erreicht, sind seit ihrer Aufstellung schon Stunden vergangen, Stunden, in denen wichtige Änderungen im Wetter eingetreten sein können. In der Tat geschieht das häufig in den Mittagsstunden. Wenn nun auch viele Seelente und manche Landwirte ein gutes Wettergefühl haben, das ihnen gestattet, oft mit großer Sicherheit ohne Instrumente und Wetterkarten das Wetter vorher zu erkennen, so darf doch nicht übersehen werden, daß es sich dabei um die im allgemeinen viel leichtere Vorhersage schlechten, als guten Wetters handelt. Ersterem gehen soviel Anzeichen und schon so geraume Zeit voraus, daß bereits dadurch die Wahrscheinlichkeit des Treffens viel größer ist als bei gutem Wetter. Wie oft sich aber die See-

¹ Vgl. den Abschnitt über die Ursachen der Verteilung der Niederschläge auf der Erdoberfläche in Käffner, Das Reich der Wolken und Niederschläge (diese Sammlung Bd. 68).

und Landleute dabei geirrt haben, ist noch niemals zahlenmäßig festgestellt worden und ich glaube, sie erzielen sicherlich nicht 80 bis 90 % Treffer wie die amtlichen Vorhersager. Ferner haben jene Leute den großen Vorteil des ständigen Aufenthaltes in freier Luft und des ungehinderten Ausblicks in die Runde gegenüber dem meist an die Stadt gefesselten amtlichen Propheten. Endlich darf nicht übersehen werden, daß die See- und Landleute in der überwiegenden Mehrzahl aller Fälle ihre Vorhersagen nur für den nächsten viertel oder halben Tag geben, nicht aber, wie es amtlich geschieht, für die nächsten anderthalb Tage; würden sie auch das einmal regelmäßig versuchen, so würden ihnen doch wohl ernsthafte Zweifel an ihrer Unfehlbarkeit auffstoßen.

Zu den örtlichen Beobachtungen benutzt man zum Teil Instrumente, zum Teil nicht. Von den Instrumenten kommt zuerst das Barometer in Betracht, das deshalb auch Wetterglas genannt wird. Hier muß aber der landläufigen Unschauung widersprochen werden, daß das Barometer das kommende Wetter anzeigen. Kein Instrument kann etwas vorher angeben, da es stets nur durch den gegenwärtigen Zustand der Luft eingestellt wird, häufig sogar auch nachhinkt; erst wenn man seine augenblicklichen Angaben mit früheren vergleicht, kann man auf Grund gewisser Erfahrungssätze einen Schluß auf bevorstehende Anderungen machen. Es muß daher als durchaus falsch und unberechtigt bezeichnet werden, wenn Fabrikanten behaupten, daß ihr Instrument das Wetter vorher anzeigen; solche Unpreisung soll nur das Publikum täuschen und ist daher zurückzuweisen.

Wohl vermag man aus den Änderungen des Barometerstandes (S. 73 f.), besonders ob sie schnell oder langsam eintreten, einen Rückschluß auf die Umgestaltung der Luftdruckverteilung zu ziehen, nicht aber, wenn man nur den augenblicklichen Stand kennt. Ob das Barometer hoch oder tief steht, besagt nichts für das kommende Wetter (S. 72 f.); es kann bei hohem und bei tiefem Druck regnen oder kalt oder warm sein, da hierbei ja noch die Windrichtung von Bedeutung ist. Deshalb sind die vielfach noch angebrachten Worte: Schön, Veränderlich, Regen, Sturm usw. ganz wertlos und sollten überhaupt weggelassen werden. Wer das Barometer benutzen will, muß vor allem wissen, in welcher Höhe es über dem Meeresspiegel hängt (S. 61), danach den durchschnittlichen Luftdruck bestimmen und ihn an der Millimeterteilung durch einen Strich kenntlich machen. Erst dann kann man

die Barometerstände in hohe und tiefe unterscheiden und deren Beziehung zur Wetterlage feststellen. Das vielfach beliebte Klopfen am Aneroidbarometer, um zu sehen ob es steigt oder fällt, und das dadurch meist veranlaßte Springen des Zeigers ist für die Vorhersage nicht verwertbar, da durch das Klopfen nur innere Reibungswiderstände ausgelöst und überwunden werden, so daß z. B. das bereits steigende Barometer noch zu fallen scheint.

Die chemischen Barometer (erst Pa=, dann Baroskope), die man gelegentlich noch sieht, haben gar keinen Wert, da sie nur aus einer geschlossenen Glaskugel mit einer Lösung von Salmiak, Salpeter und Kampfer in Alkohol bestehen, auf die also der Luftdruck nicht einwirken kann; die Lösung trübt sich bei Änderungen der Luftwärme durch Kristallisation und natürlich nicht vorher, sondern erst etwas nachher!

Dagegen läßt das Thermometer aus seinem Steigen und Fallen in Verbindung mit der Änderung des Windes einen guten Schluß auf das bevorstehende Wetter zu, wobei noch auf die klimatische Bedeutung des Windes (S. 69) zu verweisen ist. Eine andere wichtige Frage ist die, wann Nachtfrost zu befürchten ist, denn dadurch können Nutzpflanzen Schaden erleiden (S. 144). Der Nachtfrost kann auf zweierlei Weise entstehen: durch Ausstrahlung (Strahlfrost) und durch kalten Wind (Windfrost). Herrscht heiterer Himmel bei windstillem Wetter, so kann die der Erde und Luft zugeführte Wärme in den kalten Weltenraum ausstrahlen, und zwar (S. 84) so, daß zunächst der Erdboden erkaltet; er wieder entzieht der auflagernden Luft die Wärme, wodurch sich Temperaturumkehr — unten kalte, oben wärmere Luft — einstellt. Diese Umkehr vermag je nach den mehr oder weniger günstigen Bedingungen größere und kleinere Höhen zu erreichen. Ist das Gelände uneben, so sammelt sich die kalte schwerere Luft in den Niederungen, wohin sie auch von den Hängen fließt, seenartig an.

So wurde am 19. Januar 1893 in Potsdam beobachtet:

Stadt	Meteorologisches Observatorium		
27 m	58 m	90 m	95 m Seehöhe
—29.0°	—23.6°	—18.4°	—17.4°

also 11,6° Unterschied auf nur 68 m Erhebung. So kann in tiefen Gebirgstälern Frost herrschen, während am sonnigen Hange Blumen blühen.

Da kalte Luft nicht soviel Wasserdampf halten kann wie warme, so scheidet sich bei der Abkühlung ein Teil der Feuchtigkeit der unteren Luftschichten als Tau oder Reif aus.

Herrscht dagegen trübes oder windiges Wetter, so kann die Ausstrahlung und Taubildung nicht eintreten, denn die Wolken- schicht schützt die Erde gegen einen Wärmeausgleich mit dem Weltentraum (S. 51), und Wind verhindert das Lagern kalter Luft am Erdboden. Eine Ausnahme bildet nur der Windfrost, wenn nämlich der Wind selbst so kalt ist, daß er Frostschaden anrichtet, ein Fall, der im Frühling hin und wieder vorkommt. Dann erfrieren die Pflanzen auf Hügeln leichter als in Mulden, umgekehrt bei Strahlfrost. Nur dieser kann durch Rauch bekämpft werden.

Für den Gärtner und manche andere Berufe ist es äußerst wichtig zu wissen, ob Nachtfrost eintreten wird. Die Luft kann sich zunächst nur bis zum Taupunkt abkühlen, d. h. bis zu derjenigen Temperatur, bei der der Wasserdampf der Luft sich als Wassertropfchen auszuscheiden beginnt, bei der es also zu tauen anfängt. Durch die Verwandlung des Wassers in Wasserdampf war Wärme verbraucht worden, die bei dem umgekehrten Vorgang wieder frei wird; kühlt sich also Luft bis zum Taupunkt ab und geht der Wasserdampf in Wasser über, z. B. wenn es taut, so wird Wärme frei und erhöht die Temperatur. Liegt der Taupunkt nicht unter dem Gefrierpunkt, so tritt infolge der freiwerdenden Wärme weitere Abkühlung oder Frost kaum ein. Mithin ist bei Windstille Nachtfrost meist nur dann zu befürchten, wenn der Taupunkt unter 0° sinkt. Demnach kommt es darauf an, den jeweiligen Taupunkt am Abend zu bestimmen, wofür es vielerlei Verfahren gibt; am bequemsten sind Haarhygrometer (nur ein solches ist auch das Polymer) und Psychrometer, d. h. ein Paar Thermometer, deren eines eine blanke, das andere eine in Mull gehüllte und befeuchtete Kugel hat. Nähere Gebrauchsanweisung geben die von verschiedenen Landeswetterwarten, besonders von denen zu Berlin und Wien, herausgegebenen Anleitungen für meteorologische Beobachtungen. Für Bayern fand Lang, daß das befeuchtete Thermometer bei einer Lufttemperatur

von 14°	um mindestens	$5,8^{\circ}$
" 10°	"	$4,0^{\circ}$
" 6°	"	$2,3^{\circ}$
" 2°	"	$0,7^{\circ}$

tiefer stehen müsse als das trockene, wenn Nachtfrost zu befürchten wäre, und daß nur in 3 v. H. aller Fälle dieses Verfahren versagt hätte. Solche Werte sollten für jede Gegend berechnet werden.

Das Psychrometer und Hygrometer lehren uns ferner durch Anzeige starker Zunahme der Feuchtigkeit der Luft in Verbindung mit der Temperatur und der Windrichtung, ob Regen oder selbst Gewitter bevorsteht; letzteres ist um so wahrscheinlicher, je höher gleichzeitig Temperatur und Luftfeuchtigkeit sind.

Sehr wichtig ist für die örtliche Vorhersage von Regen und schönem Wetter auch die Windrichtung. Im allgemeinen sind in Mitteleuropa Winde aus Südwest bis Nordwest feucht und daher Regenbringer, aus Nordost bis Südost trocken. Gleiches gilt für die meisten Westküsten (vgl. Bibelstelle S. 7). Nicht jeder vom Meere herwehende Wind ist aber ein Regenbringer, denn das Küstenland kann im Sommer so stark erwärmt werden, daß der feuchte Wind beim Darüberhinstreichen auch erwärmt und damit trockener wird. Wind nach dem Gebirge hin gibt meist Regen, vom Gebirge her aber schönes Wetter. Regnets im Sommer ganz früh, so hört der Regen gewöhnlich schon vormittags (gegen 9 bis 10 Uhr) auf; denn mit steigender Sonne steigt die Wärme, die Luft vermag dann mehr Feuchtigkeit aufzunehmen, wird also trockener und entfernt sich vom Sättigungspunkt, wodurch die Verdichtung aufhört. Kleine Tiefe mit starkem Gefälle bringen in der Regel kurzdauernde Regenfälle, große flache aber Landregen (S. 75).

Auch die Wolken¹ können uns über das kommende Wetter vielfach belehren, doch darf ihre Wichtigkeit nicht überschätzt werden, wie es seitens der Landwirte häufiger als seitens der Seeleute geschieht; letztere wissen, daß sie nicht bloß die Wolken und den Wind, sondern auch den Zustand der Luft, ihre größere oder geringere Sichtigkeit, beachten müssen. Rasch aus Süd- bis Nordwest kommende Cirren — das sind die hochschwebenden feinen Federwolken — lassen Regen binnen 24 Stunden erwarten; Cirren aus Südost bis Nordost bringen schönes Wetter. Cirren, die mit dem Winde ziehen, zeigen steigenden Luftdruck an. Sind am Himmel Cirren, die sich verschleieren oder ein verwischtes Aussehen annehmen und große Ringe um Sonne oder

¹ Vgl. Käffner, Das Reich der Wolken und Niederschläge (S. 35 ff. mit Abbildungen). Wissenschaft und Bildung Nr. 68.

Mond zeigen, so ist Regen zu vermuten, im Sommer auch Gewitter. Parallelle Wolkenstreifen wie die Schaumkämme der Wogen (deshalb Wogenwolken genannt) sind Anzeichen von Regen, wenn sie die scharfe Trennung verlieren und ineinander übergehen; werden sie aber noch ungefähr senkrecht zu ihrer Streichungsrichtung geteilt, so entstehen die Schäfchen- oder Lämmerwolken — Vorboten schönen Wetters. Wolken, die weit nach rechts vom Winde abweichen, zeigen ein Tief an. Endlich ist noch einer Wolke zu gedenken, auf die als ein gutes Vorzeichen von Gewittern Ley zuerst aufmerksam machte. Man sieht bisweilen früh morgens oder spät abends, seltener um die Mittagszeit, eine kleine feine Schichtwolke, die mit zierlichen Türmchen besetzt ist; gewöhnlich zeigt sie sich nur kurze Zeit und verschwindet bald wieder. Aber selbst, wenn dann der ganze Himmel wolkenlos wird, kann man mit großer Sicherheit binnen wenigen Stunden ein Gewitter erwarten. Auch Altocumulus und Altostratus zeigen bisweilen diese Gewitterköpfchen.



Vorzeichen von Gewittern.

9. Erhaltungsstreben und Wetterfolge.

Die geringe Fortbewegung und der häufige Stillstand der Hochdruckgebiete (S. 84) führt zu der Frage, wie lange wohl ein bestimmtes Wetter anhalten kann; denn die Beständigkeit der Witterung oder ihre Erhaltungstendenz kann ein Hilfsmittel für die Wettervorhersage sein. In der Tat ist, wenn ein bestimmtes Wetter schon mehrere Tage hindurch geherrscht hat, eine große Wahrscheinlichkeit dafür vorhanden, daß dieses Wetter noch einige Zeit andauern wird (S. 30).

Hochdruckgebiete erhalten einer Gegend, über der sie lange lagern, schönes Wetter; sie können dabei aber bewirken, daß Tiefs wiederholt hintereinander an ihrem Rande entlang ziehen und dort ebenso lange schlechtes Wetter bringen.

Das Erhaltungsstreben des Wetters bildet den Übergang zu Vorhersagen auf längere Zeit, denn man kann ja aus einer Folge gleichen Wetters auf die nächsten Tage, wenn auch freilich mit abnehmender Wahrscheinlichkeit, schließen. Zunächst untersuchte man aber die Beziehungen zwischen der Witterung aufeinander folgender Monate und Jahreszeiten.

für 28 Orte Europas berechnete Köppen (1871) die Wahrscheinlichkeit eines Wärmewechsels von einem Monat zum folgenden. Er fand, daß im allgemeinen die Monatspaare März-April und Juli-August (Ferienwetter) am häufigsten gleichzeitig zu warm oder gleichzeitig zu kalt sind. Am unbeständigsten ist diese Temperaturbeziehung vom Januar zum Februar, vom April zum Mai und besonders vom Oktober zum November; hier würde also eine Vorhersage von einem Monat für den nächsten ziemlich schlecht ausfallen. In Berlin waren in 70 Jahren (1848—1917) der Juli 30, der August 28 und davon beide zugleich nur neunmal zu naß. Bei den Jahreszeiten ergab sich, daß man am ehesten von einem zu warmen (fühlen) Sommer auf einen zu warmen (fühlen) Herbst und am unsichersten vom Herbst und Winter auf den Frühling schließen kann. Vom Sommer aus kann man so gut wie nichts über den kommenden Winter aussagen, viel eher noch vom Winter her etwas über den Sommer.

Gerade die letzte Möglichkeit hat Hellmann (1885) eingehend untersucht und zwar an der Hand der Temperaturbeobachtungen zu Berlin von 1719—1884; danach folgt am wahrscheinlichsten einem

sehr milden Winter	ein warmer Sommer
mäßig milden Winter	„ kühler Sommer
mäßig kalten Winter	„ kühler Sommer
sehr kalten Winter	„ sehr kühler Sommer
mäßig warmen Sommer	„ mäßig milder Winter
sehr warmen Sommer	„ kalter Winter.

Zunächst überrascht dieses Ergebnis, da nach der landläufigen Meinung einem strengen Winter ein heißer Sommer oder umgekehrt folgen soll. War indessen der Winter sehr streng, so ist Erde und Wasser so stark abgekühlt, daß es im Sommer großer Wärmemengen bedarf, um einen Ausgleich zu schaffen: der Sommer wird also kühl sein; ebenso begreiflich wird es danach, daß einem sehr milden Winter ein warmer Sommer folgen kann.

Alle diese Untersuchungen sind Wahrscheinlichkeitsschlüsse und wollen auch nichts anderes sein, vor allem keine sicheren Vorhersagen, zumal die wirkenden Ursachen uns meist noch verbüllt sind.

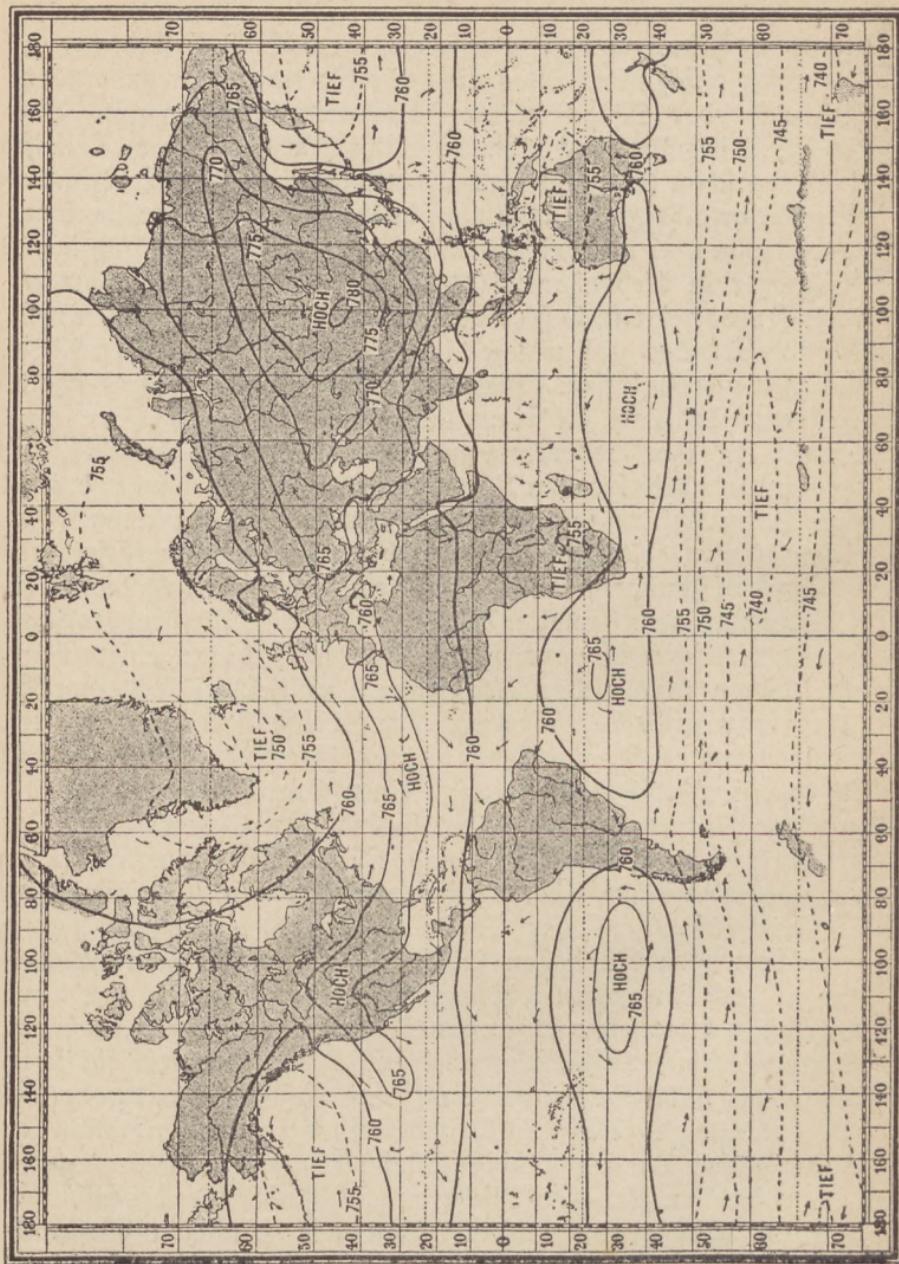
10. Vorhersagen für längere Zeit.

Wie vorstehend gezeigt wurde, hängt das Wetter eines Ortes in erster Linie von den Hoch- und Tiefdruckgebieten ab, während

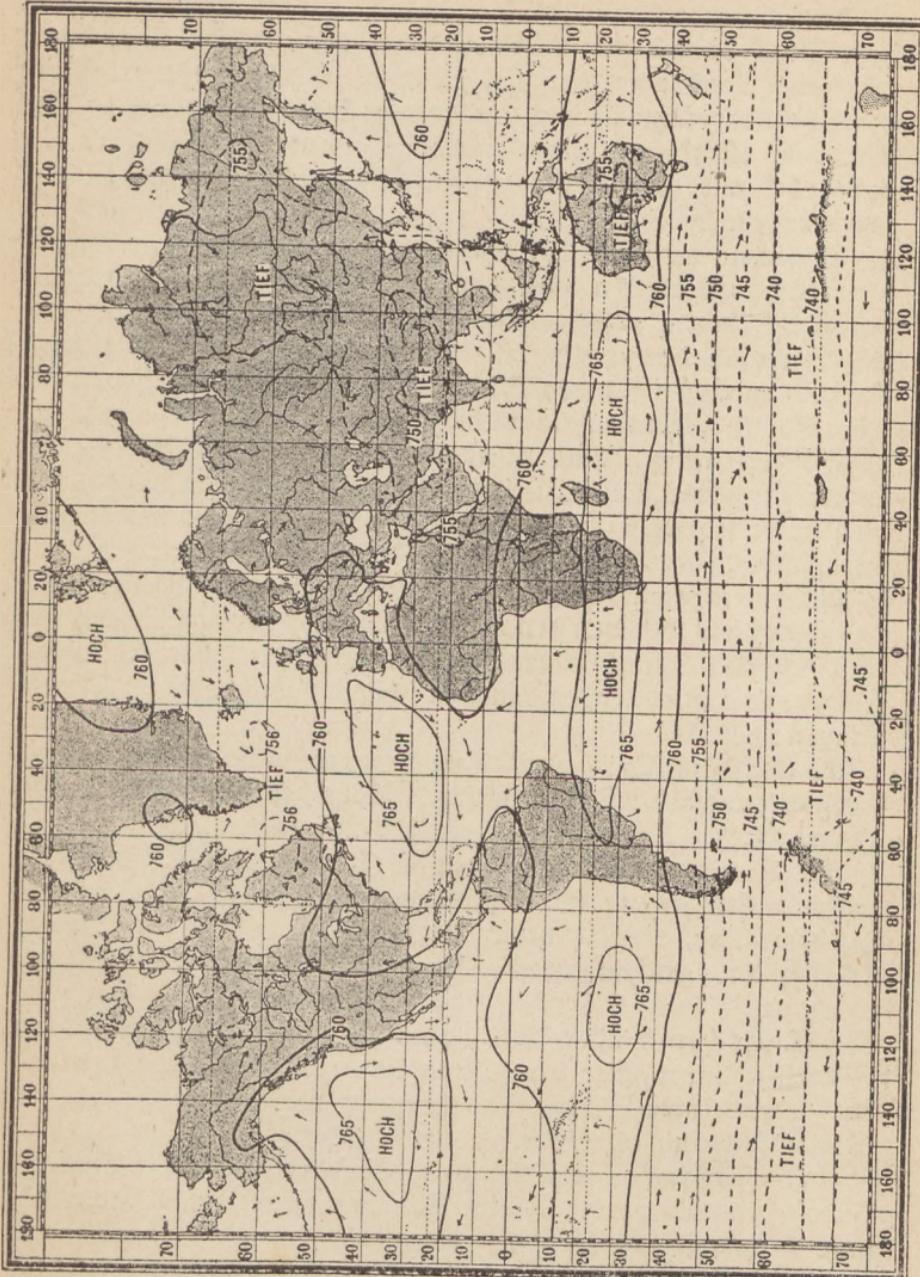
örtliche Verhältnisse (allgemeine Lage, Wälder und Seen der Umgebung usw.) meist nur von geringem Einfluß sind.

Es fragt sich nun, ob es nicht für die trotz der wandernden Tiefdruck- oder Schlechtwettergebiete vielfach beobachtete Beständigkeit des Wetters bestimmte Ursachen gibt. Zum Teil ist die Frage schon (S. 83 und 93) beantwortet worden, jedoch nur für mehr örtliche Fälle. Will man in der Erkenntnis forschreiten, so muß man auch die weitere Umgebung Europas berücksichtigen. Hoffmeyer in Kopenhagen (1878) und Teisserenc de Bort in Paris (1883) zeigten, daß es mehrere Gebiete ständig hohen und tiefen Luftdruckes gibt, welche die Bahnen der wandernden Tiefs und Hochs beeinflussen. Diese beständigen Gebiete hat deshalb Teisserenc de Bort Aktionszentren der Atmosphäre benannt. Um ihre Bedeutung zu verstehen, ist es notwendig, an der Hand der beifolgenden Karten eine Vorstellung von der durchschnittlichen Luftdruckverteilung auf der Erde zu gewinnen. In diesen Karten gelten die Luftdruckwerte für den Meeresspiegel.

Auf der Januarkarte fällt vor allem das Hochdruckgebiet über Sibirien und dem Inneren Asiens (sibirisches Maximum) auf (S. 84); viel schwächer ausgeprägt sind die Hochdruckgebiete über den Azoren (azorisches Maximum) und über Nordamerika (amerikanisches Maximum). Die südliche Halbkugel hat viel weniger Landmassen und daher gleichmäßiger Verhältnisse, nämlich drei Hochdruckgebiete, die fast einen Gürtel bilden: das südindische Maximum über dem südindischen Ozean, das südatlantische zwischen Afrika und Südamerika und das südpazifische zwischen Südamerika und Australien. Die ständigen Tiefdruckgebiete auf der Südhalbkugel sind noch sehr wenig erforscht wegen der hohen südlichen Breite, in denen sie auftreten; doch kann man jetzt auf Grund der Beobachtungen bei den Südpolarreisen mit großer Sicherheit annehmen, daß ein Gürtel niedrigen Luftdruckes etwa zwischen 60 und 70° südlicher Breite die Erde rings umschlingt, und daß der Druck polwärts wieder ansteigt. Diese Luftdruckverteilung bedingt nördlich der Rinne tiefen Druckes ständige Westwinde, die den Seglern in diesen Breiten ($40-60^{\circ}$) sehr nützlich sind und deshalb die braven Westwinde heißen. Von den ständigen Tiefdruckgebieten der nördlichen Halbkugel sind zwei wichtig: das eine bei Island (isländisches Minimum), das andere im Winter zwischen Asien und Nordamerika (nordpazifisches Minimum).



Karte 5. Luftdruck und Winde im Januar.



Karte 6. Gustorff und Winde im Villi.

Im Sommer der nördlichen Halbkugel (Julikarte) liegt der hohe Druck über dem kühleren Meere, der niedrige über dem wärmeren Lande; auf der Südhalbkugel ist es umgekehrt. Das azorische Maximum ist jetzt stark ausgebildet; an der Stelle des sibirischen Maximums liegt nun das asiatische Minimum; umgekehrt wird das nordpazifische Minimum durch ein Maximum ersetzt.

Teisserenc de Bort hat eingehend die Beziehung zwischen den Hochdruckgebieten und dem Wetter im Winter Europas untersucht, indem er davon ausging, daß diese Gebiete als die trägeren auch länger Einfluß haben werden. Er stellte fünf Hauptwetterlagen für den Winter auf. Im Sommer haben sie keine Geltung, denn dann sind die Luftdruckverhältnisse, wie schon gezeigt, wesentlich verändert, und auch die Hochdruckgebiete ganz anders aufgebaut, soweit sie thermischen Ursprung (S. 86) haben: im Winter sehr kalt und beständig, im Sommer sehr warm und unbeständig.

Allgemeiner untersuchte 1899 van Bebber die Wetterlagen und zwar gleichfalls von den beständigeren Hochdruckgebieten aus. Auch er stellte fünf Wettertypen auf, die aber für alle Jahreszeiten gelten, und in Deutschland das beigefügte Wetter bringen:

I. Hochdruck über dem Westen Europas (etwa in der Gegend Großbritanniens), Tiefs im Osten. Böige, feuchte, kalte Winde aus nördlicher Richtung; verregneter Sommer.

II. Hochdruck über Mitteleuropa (Deutschland), Tiefs erst in größerer Entfernung (Strahlungstypus, S. 84). Schwache Luftbewegung, vielfach heiter, im Sommer warm, im Winter nebelig, im Frühling und Herbst Nachtfröste; Altweibersommer.

III. Hochdruck über Nord- oder Nordosteuropa, Tiefs über dem Mittelmeer oder dem Vizcayischen Meerbusen. Trockene Ost- oder Nordostwinde, im Sommer warm und heiter, im Winter kalt und oft trübe.

IV. Hochdruck über Osteuropa, Tiefs im Westen. Trockene Südost- bis Südwinde, die im Sommer warm, im Winter kalt sind.

V. Hochdruck über Südeuropa, Tiefs im Norden. Feuchte, südliche bis westliche Winde, die öfter stürmisch werden und im Winter mild, im Sommer kühl sind.

Die letzte Wetterlage kommt am häufigsten vor. Im allgemeinen sind die Formen mit dem Hoch im Süden bis Nordwesten häufiger, namentlich im Sommer, als die mit östlichem Hochdruck. Im Durchschnitt bleibt eine Wetterlage drei Tage bestehen, selten zwei Wochen, ganz vereinzelt einen Monat hindurch (z. B. I vom 30. April bis 31. Mai 1896).

Man hat ferner untersucht, ob Beziehungen zwischen den Aktionszentren untereinander bestehen und ist dabei zu einer Reihe ganz merkwürdiger Ergebnisse gekommen, von denen hier nur einige erwähnt werden können, zumal manche noch der Nachprüfung bedürfen. Auch hat sich schon mehrfach gezeigt, daß, wenn auch eine Beziehung zwischen Witterungselementen eine längere Reihe von Jahren hindurch immer wieder zutage trat, sich doch in einem anderen, voraufgehenden oder folgenden Zeitraum diese Beziehung nicht erkennen ließ oder gar ins Gegenteil umschlug (wie beim Maifrost, S. 24).

Um nächsten liegt es wohl, den Luftdruck in dieser Richtung zu untersuchen, denn da die Lufthülle im ganzen immer den gleichen Druck ausüben muß, so ist zu erwarten, daß geringer Druck über einer Stelle der Erdoberfläche durch größeren an einer anderen Stelle ausgeglichen wird. In der Tat fand Blanford solche Ausgleichung zwischen dem Luftdruck über Indien und Sibirien. Ferner wurde festgestellt, daß einer Zunahme des azorischen Maximums eine Zunahme über Sibirien und eine Abnahme bei Island entsprach. Sodann deckte Hildebrandsson (1898) viele gleichsinnige oder entgegengesetzte Schwankungen des Luftdruckes zwischen den Aktionszentren der ganzen Erde auf. So hat sich auch gezeigt, daß die Niederschläge im Sommer auf Neufundland den gleichen Charakter tragen wie die des folgenden Winters auf den Färöer und des dann kommenden Sommers zu Berlin. Von dem Verhalten des Luftdruckes über dem südlichen Indischen Ozean hängt es ab, ob später der Monsunregen in Indien erwünscht reichlich sein wird. Schwächer Regenzeit an der deutsch-ostafrikanischen Küste folgt starke Nilflut und umgekehrt. Rätselhaft ist aber, daß die Luftdruckabweichung im Herbst (März, April, Mai) in Argentinien dem Sinne nach mit der Abweichung des Regenfalles über Indien übereinstimmt; z. B. ging dem besten Regenjahr in Indien ein hoher, dem schlechtesten Jahr ein tiefer mittlerer Barometerstand in Argentinien voran!

Die Tatsache, daß in 70—80 v. H. aller Fälle sehr hohem Druck über den Azoren tiefer bei Island entspricht, läßt einen ursächlichen Zusammenhang vermuten. „Wenn der Nordostpassat,“ sagt Hann, „viel kräftiger weht als durchschnittlich, so wird er das (azorische) Maximum stärker aufstauen. Dadurch wird aber auch der Luftwirbel über dem nordatlantischen Ozean verstärkt und damit auch in seinem Zentrum (bei Island) das Luftdruckminimum vertieft.“

Auf einer Karte der Temperaturverteilung auf der Erde fällt besonders die verhältnismäßig hohe Wärme der norwegischen Küste auf, und man bringt sie unwillkürlich mit dem hier fließenden warmen Golfstrom in Verbindung. Früher nahm man an, daß die dem Wasser entströmende Wärme in den Küstengegenden Norwegens der Luft eine höhere Temperatur (die übrigens nur wenige hundert Meter hinaufreicht) erteile, und nannte daher den Golfstrom die Warmwasserheizung Norwegens. Tatsächlich wirkt aber der Golfstrom nur mittelbar ein. Im Winter ist das Meer infolge der langsamem Abgabe der im Sommer eingestrahlten Wärmemenge wärmer als das zwar im Sommer sich schnell erhitzende, aber im Winter rascher erkaltende Festland; daher wird zu dieser Jahreszeit (im Sommer treten diese Gegenfälle nicht so schroff hervor) im nordatlantischen Ozean ständig ein Tiefdruckgebiet vorhanden sein, eben das isländische Minimum. Es zeigt zwar äußerlich eine einheitliche Gestalt, hat aber im Innern mehrere Vertiefungen, so daß man drei Teiltiefs unterscheiden kann: eins nordöstlich von Island, das zweite südwestlich davon und das dritte über der Davisstraße zwischen Südgeorgien und Labrador. Diesem großen Tiefdruckgebiet wird nun vom Golfstrom zeitweise Wärme, also Bewegungskraft, zugeführt, so daß der aufsteigende Luftstrom Verstärkungen erfährt. Als Ersatz strömt unten die Luft herbei und zwar (S. 72) an der Ost- und Südostseite aus Südwest, an der West- und Nordseite aus Nordwest bis Nordost. Die Südwestwinde beschleunigen, da sie in gleicher Richtung wehen, den Golfstrom und befördern sein warmes Wasser noch weiter nach Nordosten, wodurch das Tief sich dorthin ausdehnt und infolge der zugeführten Wärme stärkt, d. h. tiefer wird. In gleicher Weise werden aber auch die Nordwestwinde an der Westseite lebhafter; sie treiben das kalte Wasser aus der Davisstraße mit Eisbergen, die selbst kalte Luft bringen. Diese kalte Luft und das an der Oberfläche schwimmende, süße

Schmelzwässer vermindern zum Teil die Wärme des Golfstromes, schwächen hierdurch seine Einwirkung auf das Tief und damit dieses selbst; außerdem drängt die kalte Strömung den Golfstrom etwas nach Süden, so daß er weniger weit nach Norden gelangt. Dann werden durch die Schwächung des Tiefs die Südwestwinde in Mitleidenschaft gezogen und verlieren an Kraft und an Wirkung auf den Golfstrom; zur selben Zeit fangen die Nordwestwinde an abzuflauen, wodurch die Eisströmung aus der Davisstraße gleichfalls nachläßt. Jetzt kann wieder der Golfstrom mehr zur Geltung kommen und das Spiel der geschilderten Wechselwirkungen von Golfstrom, Tiefs und Winden beginnt von neuem.

Was hier für das ganze Tiefdruckgebiet gezeigt ist, gilt auch für die drei Teiltiefs, von denen bald das eine bald das andere gestärkt oder geschwächt wird, und danach ändern sich die Eisverhältnisse in den verschiedenen Teilen des nordatlantischen Ozeans. Da durch Eisberge und Eisfelder die Schiffahrt namentlich bei Neufundland sehr gefährdet oder zum mindesten sehr gestört werden kann, so ist das Erforschen der dargelegten Verhältnisse von großer praktischer Wichtigkeit.

Es fragt sich nun, ob nicht diese Wechselwirkungen von Golfstrom, Tiefs und Winden einen Einfluß auf das Wetter in Europa haben und ob man bejahendenfalls daraus etwa Schlüsse auf die kommende Witterung der nächsten Monate ziehen kann. Es ist bei der Betrachtung der beigegebenen Luftdruck- und Windkarten (Karte 5 und 6) ohne weiteres klar, daß tatsächlich die Veränderungen des isländischen Minimums und seiner Luftströmungen sich auch in Nordeuropa sehr geltend machen müssen; denn wenn der Südwestwind stärker wird, so führt er für Nordeuropa milde, aber auch feuchte Luft herbei, und die Folge wird trübes, regnerisches Wetter sein. Andernfalls kann, wenn der Südwestwind nachläßt oder ganz aufhört, bei klarerem Himmel durch Ausstrahlung die Luft sich stark abkühlen und das sibirische Maximum nach Westen vordringen; dann gibt es schönes, aber strenges Winterwetter.

Pettersson gelang es 1896 zu zeigen, daß die Luftwärme über der skandinavischen Halbinsel ebenso schwankt, wie die Wärme des Golfstroms an der norwegischen Küste, und zwar besonders im Januar und Februar, nicht aber im Oktober bis Dezember, sowie im Mai und Juni. Ebenso fand er, daß sich die Dauer der Schneedecke in Upsala umgekehrt wie die Golfstrom-

wärme im Februar verhält, und daß dort entsprechend die Arbeit früher oder später im April begonnen wird. Da sich naturgemäß die Wärmeschwankungen des Golfstroms erst später bei der Luftwärme zeigen können, so liegt in diesem Pettersson'schen Ergebnisse ein verheizungsvoller Ausblick für Wettervorhersagen auf längere Zeit, wenigstens soweit es sich nur um Angabe des allgemeinen Witterungsgepräges für die nächste Zeit handelt. Diese Hoffnungen haben sich allerdings für Mitteleuropa noch nicht verwirklichen lassen, und es war nicht möglich, eine Vorhersage aufzubauen.

Wiederholt wollte man auch aus den Berichten der Schiffe über große oder geringe Eismassen, die sie auf der Überfahrt nach Amerika (vor allem östlich von Neufundland) getroffen haben, auf die Wärme in Mitteleuropa schließen, und man kann oft in den Zeitungen lesen, daß wegen großer Eisberge ein kühler Sommer bevorstehe. Allerdings wird dann das Oberflächenwasser des Golfstroms durch das Abschmelzen der Eismassen stark abgekühlt (S. 100), aber es braucht bis an die britischen Küsten gewöhnlich sechs, von Florida bis Irland zwölf Monate; mithin wäre meist schon der Sommer vergangen, ehe Eisberge, die im Frühling gesehen wurden, das Wetter in Europa zu beeinflussen imstande wären. Dagegen fand Galle (1916) aus Vergleichungen der Stärke des Nordostpassatwindes bei den Kap-Verde-Inseln mit der Luftwärme in Europa, daß, wenn dieser Wind im Mittel von Juni bis November stärker ist, die Winterwärme (Dezember bis Februar) des größten Teils von Europa (besonders Ostdeutschland) höher, in Nordeuropa, Island und Grönland aber niedriger als sonst ist.

Neuerdings hat man Untersuchungen wieder aufgenommen, die z. T. an die ältesten Versuche zur Vorhersage des Wetters anknüpfen, nämlich die Frage nach vieljährigen Witterungsfolgen (S. 94) in ihrem ursächlichen Zusammenhang mit dem Einfluß der Himmelskörper. Dabei suchen die meisten Arbeiten die Beziehungen der Wettererscheinungen zu den Sonnenflecken zu ermitteln. Daß man gerade die Sonnenflecken heranzieht, hat seinen Grund darin, daß man bei ihnen eine elfjährige Schwankung sicher feststellte und sie der einzige bis jetzt ziffernmäßig verfolgbare Ausdruck der Sonnentätigkeit sind. Wenn man aber auch oft glaubte, für die Sonnenfleckenzahl und ein meteorologisches Element, und zwar öfter für recht lange Zeiträume,

einen Gleichlauf gefunden zu haben, so kamen doch immer wieder Jahre, von denen ab plötzlich die Übereinstimmung versagte. Sicher ermittelt wurden gleichsinnige Änderungen der Sonnenfleckenzahl und der Sonnenstrahlung, also auch der Wärmezufuhr; je größer aber letztere ist, um so kleiner wird die Mitteltemperatur der Erde und umgekehrt. Da nämlich die Tropenzone die Hälfte der Erdoberfläche umfaßt, so muß sich hier die Einstrahlung weit stärker äußern als in den anderen Zonen. Vermehrte Wärmezufuhr fördert den hier stets aufsteigenden Luftstrom, die Verdunstung und damit die Wolken- und Regenbildung. Dadurch aber wird weitere Erwärmung abgeschnitten; die Temperatur sinkt. In dem heiteren Subtropengürtel kann zwar Luft und Wasser stark erwärmt werden; aber diese Zone ist zu schmal, um die Abkühlung der Tropen auszugleichen, und so wird die Mitteltemperatur der Erde niedriger als zur Zeit der geringsten Sonnentätigkeit. Luft- und Meeresströmungen übertragen die Wärmezustände der Tropen in höhere Breiten, aber dazu gehören viele Monate, und dann herrschen dort schon andere Jahreszeiten, so daß es sich um äußerst verwickelte Vorgänge handelt. Deshalb fand man bei diesen Untersuchungen so widersprechende Ergebnisse, daß man hierauf noch keine Vorhersage stützen kann. Hill fand z. B. für Indien, daß die Sommermonsunregen nach dem Höchstjahr der Sonnenfleckenhäufigkeit am reichlichsten sind, die Wintermonsunregen aber vor dem Niedrigstjahr. Käzner zeigte, daß in den Jahren um das Höchstjahr die Tiefs der gefürchteten Zugstrafe Vb seltener, aber niederschlagsreicher als die um das Niedrigstjahr sind, daß aber insgesamt (d. h. im ganzen Jahre, nicht bloß bei solchen Tiefs) die Jahre um das Höchstjahr weniger Niederschlag haben, als die um das Niedrigstjahr, was Hellmann später für ein größeres Gebiet bestätigte.

Außerdem hat man Schwankungen der Wärme, des Niederschlages usw. von der Hälfte und vom Vielfachen (drei- und fünffachen) jener elfjährigen Schwankung nachgewiesen. Endlich ist noch die etwa 35jährige Schwankung des Niederschlages zu erwähnen, die Brückner fand. Danach waren

naß	die Jahre um	1843	1878	(1913)
trocken	" "	"	1859	1893 (1928)

Aber alle derartigen Ergebnisse gestatten noch keine Vorhersage.

II. Wetteranzeigen von Tieren und Pflanzen.

Weit verbreitet ist der Glaube, daß viele Tiere und Pflanzen das Wetter vorher erkennen und anzeigen. Neuerdings stellte man aber für sehr viele Tiere fest, daß ihr scheinbar ungewöhnliches Verhalten bei Witterungsänderungen nicht auf das Wetter, sondern auf den Hunger als unmittelbare Ursache zurückzuführen ist. So klettert der Laubfrosch, wenn er Hunger hat, die Treppenstufen in seinem gläsernen Gefängnis nach oben, wo sich die zu seiner Nahrung bestimmten Insekten aufhalten; so fliegen die Schwalben bei schönem Wetter oft hoch und bei schlechtem oft niedrig, weil sich jeweils in diesen Schichten die ihnen zur Beute werdenden Insekten aufhalten; so springen die Fische bei schlechtem Wetter aus dem Wasser, weil sie nach den dann dicht über dem Wasser schwirrenden Insekten schnappen; so wirft der Maulwurf bei schlechtem Wetter hohe Haufen auf, weil sich dann die Herbtiere, die er braucht, von der Erdoberfläche in den Boden flüchten; so ruht die Spinnne bei schlechtem Wetter, weil ihr dann kein Wild ins Netz gehen will. Es sind also gar nicht diese Tiere die Wetterpropheten, sondern die Insekten. Da sich Regenwetter gewöhnlich durch Zunahme der Feuchtigkeit in der Höhe ankündigt, was wohl die Insekten an dem ihnen unangenehmen Feuchtwerden der Härchen merken, so gehen sie dann in die noch trockenen unteren Luftschichten hinab, wo sie auch Schutzhorte finden können. Schäfer fassen wohl zur Wettervorhersage den Schafen ins wollige Fell, denn Haare sind hygroskopisch, d. h. saugen die Feuchtigkeit auf und werden weich; deshalb hält sich auch die Barttracht „Es ist Ferreidt“ bei feuchtem Wetter sehr schlecht. Fühlt sich das Schaffell feucht an, so spricht das für Abkühlung und Zunahme der Luftfeuchtigkeit, woraus in Verbindung mit Windbeobachtungen Schlüsse auf das kommende Wetter nahe liegen.

Es ist nicht unmöglich, daß außer der Feuchtigkeit auch starke Schwankungen anderer Elemente, besonders des Luftdruckes und der Elektrizität auf die Tiere einwirken, wodurch man ihre Unruhe vor Gewittern zu erklären sucht.

Die Wanderungen der Vögel im Frühjahr und Herbst will man mit der dann herrschenden Luftdruckverteilung und der dadurch bedingten, ihrem Fluge günstigen Windrichtung in der Höhe in Beziehung bringen.

Ähnlich verhält es sich mit den Wetterpropheten in der Pflanzenwelt, denn auch bei ihnen handelt es sich meist um die Wirkung der Feuchtigkeit, häufig auch der Temperatur und des Sonnenscheins. Durch größere Feuchtigkeit schwellen die feinen Zellen an, dehnen sich und bewirken so Bewegungen von Blättern, Grannen usw., die man als Vorboten schlechten Wetters aufzufassen pflegt; jedoch vergeht meist geraume Zeit, bis die Pflanze die Einwirkung der Feuchtigkeit zeigt. Hierher gehören Strohfäden, die Grannen der Gerste und des Hafers, Storchschnabel, Rose von Jericho (*Anastatica hierochontica*), *Mirabilis Jalapa*, Tannenzapfen usw. Verschiedene dieser Pflanzen werden deshalb als Feuchtigkeitsmesser verwandt, ohne aber auf genaue Angaben Anspruch erheben zu können. Auch das Länger- und Kürzerwerden der Seile ist hier zu nennen, denn bei feuchtem Wetter quellen die Hanfzellen, wodurch die einzelnen Fäden des Seiles flachere Windungen erhalten, das ganze Seil sich aufdreht und verkürzt; diese Eigenschaft hat man bei der Wetterjungfrau in Rotenburg o. T. benutzt: an einem Seil hängt eine geschnitzte Jungfrau so, daß bei schönem Wetter ihr Gesicht dem Fenster zugewendet, bei schlechtem durch Drehung des Seiles aber abgewendet ist. Auf gleicher Ursache beruht auch das Wetterhäuschen, bei dem an einer gleichfalls hygroskopischen Darmsaite Figuren (Mann und Frau) so hängen, daß bei trockener Luft die Frau, bei feuchter der Mann herauskommt.

Endlich muß noch einer Pflanze gedacht werden, die in den Zeitungen seit 1880 alljährlich wenigstens einmal erwähnt wird: J. f. Nowack's Wetterpflanze. Es handelt sich dabei um die sogenannte „Paternostererbse“ (*Abrus precatorius*), die ihren Namen davon hat, daß ihr sehr giftiger Samen zu Kugeln für Rosenkränze verwendet wird. Die Blattstellung soll Bewölkung, Regen, Nebel, Wind, Gewitter, schlagende Wetter, Erdbeben, Vulkanausbrüche usw. im Umkreise bis zu 115 Kilometern und bis zu 28 Tagen vorhersagen. Die Blattstellungen werden aber nur durch augenblicklich herrschende Feuchtigkeit und Sonnenschein bewirkt. Die Pflanze ist als Wetterprophet werflos und der hohe Preis (einem regierenden Fürsten rettete Verfasser 20000 frcs.) vollkommen unberechtigt; wegen der Giftigkeit des Samens ist sogar davor zu warnen.

III. Die Bedeutung des Wetters für das praktische Leben.

Vorbemerkungen.

Wenn über die Bedeutung des Wetters für das praktische Leben gesprochen werden soll, so denken die meisten nur an den Nutzen der Vorhersage. In der Tat sind wir durch sie imstande, unser Leben danach einzurichten und können uns Ärger und Schaden ersparen. Indessen gibt es noch viele andere Fragen, die alle Gebiete des öffentlichen Lebens berühren und dabei der Wetterangaben bedürfen, aber nicht für die Zukunft, sondern aus der Vergangenheit. Gerade hierbei zeigt sich der Nutzen der Wetterkunde in bedeutend höherem Maße, als bei der Wettervorhersage, denn er lässt sich häufig nicht bloß in Geldwert ausdrücken, sondern kommt sogar manchem zugute für Gesundheit, Ehre und Freiheit.

Für diese Zwecke genügen aber die noch recht weitmaschigen Beobachtungsnetze für die Wettervorhersage keineswegs; vielmehr sind noch mehr als zweimal soviel Stationen tätig, um für die anderen Zwecke der Wetterkunde hinreichende Unterlagen zu liefern.

Braucht jemand eine Witterungsangabe aus vergangener Zeit, so frage er niemals allgemein, was für Wetter gewesen sei, sondern gebe kurz den Sachverhalt an. Es ist nämlich manchmal nicht leicht, die Frage kurz zu stellen; kommt es doch selbst vor, dass Rechtsanwälte derartige Fragen in gerichtlich nicht brauchbarer Form vorlegen. Andererseits darf den Amtsstellen nicht zugemutet werden, sich die zu beantwortenden Fragen aus dickeren Prozeßakten selbst herauszusuchen.

Handelt es sich um das Wetter der letzten Jahre und um einen engeren Bezirk, so wird im Deutschen Reich meist die betreffende Wetterdienststelle (S. 51) die Auskunft geben können. In allen anderen Fällen wende man sich an das eigene Landeswetteramt, also für Norddeutschland an das Kgl. Preußische Meteorologische Institut in Berlin oder an die Landeswetterwarte in Dresden, für Süddeutschland an die meteorologischen Zentral-

stationen in München, Stuttgart, Karlsruhe, Straßburg i. Els. oder Darmstadt; für Österreich an die k. k. Zentralstation für Meteorologie und für Ungarn an die kgl. Reichsanstalt für Meteorologie.

Bei der Frage des Einflusses des Wetters auf das praktische Leben ist es schwierig, die Grenze zwischen Klima und Wetter zu ziehen. Über beides in Beziehung zum Leben des Einzelnen und der Völker, sowie der Tiere und Pflanzen zu schreiben, ist hier nicht möglich. Es wird daher möglichst alles, was dem Klima zugehört, ausgeschieden. Hierüber findet man vieles in dem Handbuch der Klimatologie von Hann, in „Klima und Leben“ von Eckardt (Sammlung Göschens), und in Climate von Rob. De C. Ward.

1. Der Einfluß des Wetters auf den Menschen und das öffentliche Leben.

Dass das Wetter — vom Klima soll hier wie eben erwähnt möglichst nicht gesprochen werden — einen Einfluß auf den Menschen hat, wird jetzt zwar allgemein anerkannt, aber wie groß er ist und wie er sich erlärt, ist noch keineswegs einwandfrei festgestellt. Denn da das Wetter durch das Zusammenwirken verschiedener Ursachen entsteht, so ist auch seine Einwirkung auf den menschlichen Körper selten derartig, daß man dabei die einzelnen Ursachen erkennen und bestimmen kann, und schon hieraus erklären sich die großen und oft gegensätzlichen Unterschiede, die man bisher gefunden zu haben glaubt. Es ist überdies festgestellt worden, daß das bekannte Wetterfühlen der an Gicht, Rheumatismus, Schwindfucht und Nerven Leidenden durchaus nicht bei allen Kranken und nicht zu allen Zeiten vorkommt. Eigentümlicherweise werden Bein- und Armtümpfe, sowie Narben, aber nur wenn sie mit der Knochenhaut verwachsen sind, wetterempfindlich und zwar besonders bei Regen, Schnee, Föhn und Schirokko. Man hat nun mehr und mehr versucht, die Wetterempfindlichkeit zahlenmäßig festzulegen, da sie anderenfalls von gar zu vielen Nebenumständen (Übergang aus kalten in warme Räume und umgekehrt; vor und nach dem Bade; Gehen mit und gegen den Wind; Kleidung usw.) abhängt. So fand Rubner, daß bei niedriger Luftwärme Zunahme der Feuchtigkeit um 25 v. H. so wirkt, wie eine Abnahme der Wärme um 2° (feuchte Luft leitet die Wärme besser und entzieht sie daher dem Körper mehr), daß wir aber von 12° Wärme aufwärts feuchte

Luft wärmer als trockene empfinden; bei 20° wirkt die Feuchtigkeit schon unangenehm, noch höher (25° und 60% Feuchtigkeit) sogar drückend und die Arbeitslust hemmend. Schwüle tritt ein, wenn bei schwachem Winde das befeuchtete Thermometer des Psychrometers mindestens 20° zeigt, weil dann die Verdunstung durch die Haut fast aufhört; dadurch wird der Hitzschlag begünstigt. Um das Wohlbehagen in den Räumen des amerikanischen Gesundheitsamtes zu erhalten, ist dort ein Comfortimeter aufgestellt, der selbst Wärme, Feuchtigkeit usw. der Räume regelt und aufzeichnet.

Während hier das Empfinden des Menschen benutzt ist, um die Einwirkung des Wetters zu kennzeichnen, hat Bodman statt des Menschen ein Gefäß mit hautwarmem Wasser ($+ 30^{\circ}$) dem Wetter ausgesetzt; er fand so für die Wetterstrenge, daß z. B. bei 0° ein Wind von 15 m in der Sekunde fünfmal strenger empfunden wird als Windstille.

Von besonderer Bedeutung für das Befinden des Menschen sind Strahlung und Licht der Sonne. Trübes Wetter steigert z. B. nicht nur Rechenfehler bei Kassenbeamten usw., sondern wirkt auch auf die Stimmung ein und kann seelisch empfindliche Leute ganz unleidlich machen, während Sonnenschein (und dadurch heitere Landschaft) sie in fröhliche Gesellschafter verwandelt. In der Sonnenstrahlung sind chemische, leuchtende und wärmende Strahlen enthalten, von denen die ersten für den menschlichen Körper noch wichtiger als die letzten sind. Je mehr die Luft durch Staub und Rauch getrübt ist, um so weniger werden die chemischen Strahlen hindurchgelassen, so daß schon hierdurch Städte mit starker Industrie und Rauchentwicklung, wie Essen und Manchester, weniger gesund sind, besonders bei Atemungskrankheiten. Rauch verursacht auch starken Hustenreiz. Während der dichten Nebel von 1880 in London stieg die Sterblichkeitsziffer von 2,7 v. H. in der Woche vom 17. bis 24. Januar auf 4,8 v. H. vom 1. bis 7. Februar, während sie gleichzeitig in der Provinz nur 2,6 betrug. In der ersten Februarwoche starben allein an Keuchhusten 248 und an Bronchitis 1223 Menschen. Trübe Zeiten sind auch stets der Influenza günstig, während Sonnenschein durch Tötung der Bakterien sofort ein Abschwellen der Krankheitsfälle bewirkt.

Der Sonnenstrahlung und dem Sonnenschein verläuft die Luftwärme zwar gleichsinnig, aber sie wirkt doch anders auf den Menschen ein, vor allem weniger auf die Stimmung als auf

das körperliche Befinden. Daß dieses mit den Jahreszeiten im allgemeinen schwankt, ist hinreichend bekannt, und da in den verschiedenen Klimaten der Erde nicht nur die Luftwärme sehr verschieden ist, sondern auch die Länge der Jahreszeiten, so eignet sich naturgemäß nicht jedes Klima für jeden Menschen, ganz besonders, wenn Frühling und Herbst kurz, und deshalb die Übergänge der gegensätzlichen Jahreszeiten Sommer und Winter schroff sind. Aber auch bei uns ist es schon für Kranke gefährlich, wenn z. B. der Winter erst gegen Ende hart und dann plötzlich vom warmen Frühling abgelöst wird. Neben solchen Wechseln von längerer Dauer spielen im Wetter aber eine große Rolle die Veränderungen von Tag zu Tage, d. h. die Veränderlichkeit. Genauer versteht man darunter die Zu- oder Abnahme der Lufttemperatur von einer bestimmten Beobachtungsstunde eines Tages bis zu derselben des nächsten Tages oder aber die Zu- oder Abnahme des Temperaturmittels eines Tages gegenüber dem vorhergehenden. Bei der Berechnung nach letzterer Art ergab sich für Preußen, daß diese Veränderlichkeit der Temperatur der Sterblichkeit parallel ging, wofern man die Sterblichkeitsziffern um zwei Monate verschob, weil sich die Temperaturveränderlichkeit nicht sofort, sondern erst nach einer gewissen Krankheitsdauer in den Sterbefällen bemerkbar machen kann. Die zwei Monate sind natürlich nur eine Durchschnittsdauer verschieden langer Erkrankungen, aber sie zeigen doch, wie lange nachher noch schnelle und häufige Veränderungen der Luftwärme wirksam sein können oder wie langanhaltende, schwere Erkrankungen sie verursachen können. Besonders leiden darunter im Sommer die Kinder und im Winter die Greise, denn bei jenen wirken namentlich plötzliche Darmkrankheiten durch Obstessen, unvorsichtiges Trinken, Eisessen, Sitzen auf kalten Steinen usw., bei diesen Erkältungen, zumal bei rauhem Nordost- und Ostwind töglich. Im Sommer sind Entzündungen aller Art, auch fiebrige Krankheiten und Darmleiden schwerer zu heilen und darum langwieriger als im Winter. Ebenso ist die Schlaflosigkeit im Sommer schwerer zu ertragen als im Winter, da die Hitze schon bei gesunden Menschen den Schlaf unruhiger und weniger erquickend macht als Kälte, die an sich etwas Einschläferndes hat; man denke nur an die vielen auf Landstraßen Erfrorenen, die von Müdigkeit überwältigt, sich niedersetzen und nicht wieder erwachten. Wie innig die Beziehung zwischen Schlaf und Luft-

wärme ist, lehren auch so manche „klimatische“ Luftkurorte im Gebirge, die außer der reinen Luft umgebender Wälder ihren Ruf oft vornehmlich den kühlen und daher schlafruhigen Nächten verdanken. Diese kühlen Nächte aber bringt ihnen der Bergwind, der abends von den Hängen herabzusinken beginnt, während der heiße Talwind oder mangelnde Luftbewegung den Aufenthalt am Tage weniger gemütlich macht.

Tritt zu der Hitze noch feuchte Luft, so entsteht die Schwüle, die den meisten Menschen lästig und bei höheren Graden gefährlich wird. Gerade das Zusammenwirken von Hitze und Feuchtigkeit ist die Hauptursache für den Hitzschlag. In dem heißen Sommer 1911 starben in London nach amtlicher Angabe nicht weniger als 9555 Menschen infolge der Hitze; daß auch das Baden in den dann ebenfalls warmen Flüssen nicht abkühlte, lehrt die Tatsache, daß im heißen Juli 1912 im Niederrheingebiet mehr als 30 Menschen beim Baden am Hitzschlag starben. Hitzschlag ist ferner eine recht häufige Ursache der Erkrankungen von Arbeitern und Handwerkern. Wenn dann die Berufsgenossenschaften und Krankenkassen vor Zahlung der Rente und Krankengelder den Fall untersuchen, so genügt es keineswegs, lediglich nach der Luftwärme zu fragen, sondern es muß stets auch der Wasserdampfgehalt der Luft, die Feuchtigkeit, berücksichtigt werden. Anderseits ergaben gute Beobachtungen über Arbeiten im Hause (Kontor, Bureau), daß sie von der Schwüle bis zu einem gewissen Grade eher günstig beeinflußt werden.

Liegt schon bei großer Feuchtigkeit die Gefahr vor, sich wegen dann verhinderter Verdunstung am Leibe genügend trocken halten zu können und so der Erkältung ausgesetzt zu sein, so noch mehr, wenn Regen die Kleidung durchnäht. Die Erkrankungen hierdurch treten in den Rentenansprüchen an die Berufsgenossenschaften noch häufiger hervor als bei Hitzschlag, zumal die Möglichkeit dazu in unserem Klima ja reichlich gegeben ist. Namentlich erfolgen solche Erkrankungen bei denjenigen Niederschlägen, die plötzlich und stark kommen und merkliche Abkühlung bringen, wie bei einer gewissen Art von Gewittern, den sogenannten Wirbelgewittern, die meist mit Teiltiefs verbunden sind und in langer Front dahinziehen, während nach den örtlich begrenzten Wärmegewittern die Luftwärme kaum nachläßt und Erkältungen weniger zu fürchten sind.

Regen und Wärme begünstigen auch eine andere Bedrohung

des Menschen, das Sumpfieber (Malaria), durch die Unterhaltung der Sumpfe und das Ausbrüten der die Malariaparasiten übertragenden Stechmücken; deshalb ist je weiter tropenwärts die Malaria, wie das Gelbfieber, um so verbreiteter und gefährlicher. In Indien fand man, daß dort Malariaepidemien besonders in solchen nassen Jahren auftreten, die trockenen folgen; da trockene Jahre dort zugleich heiße sind, so zeigt sich auch hierin die Wirkung von Wärme und Regen.

Aber auch der winterliche Niederschlag, der Schnee, hat Einfluß auf das Befinden gar mancher Menschen mit Neuralgie, denn vor ergiebigen Schneefällen werden sie unruhig und leiden oft sogar Schmerzen, ebenso bei heftigen Winden. Zwei besondere Arten Wind sind es namentlich, für die schwache Menschen, zumal Nervenleidende, besonders empfindlich sind, das ist der warme, trockene und stürmische Föhn und der heiße, schwüle Schirocco. Der Föhn bewirkt schon stundenlang vorher bei geringerem Blutdruck plötzliche Verstimmung, Unruhe, Arbeitsunlust, Appetitlosigkeit — in der Föhnstadt Innsbruck wird an Föhntagen mehr Bromsalz zur Beruhigung der Nerven verkauft als sonst —, während der Schirocco in Italien und Dalmatien teils ermattend, teils so erregend (auch geschlechtlich) auftritt, daß italienische Richter diesen Einfluß als Milderungsgrund bei Verbrechen aus Leidenschaft gelten lassen.

Hinsichtlich des Luftdruckes endlich hat sich neuerdings ergeben, daß die meisten Sterbefälle an Alterschwäche, sowie bei Geisteskranken und die Steigerung der Anfälle bei Epileptikern in den Monaten mit besonders häufigen Luftdruckschwankungen von Tag zu Tage, die mindestens 5 mm betragen müssen, vorkommen; es tritt dann durch Erschlaffung der überanstrengten Herzmuskeln Überfüllung der linken Herzklammer ein. Solche Monate sind bei uns vor allem die Wintermonate an der Küste und weiter nordwärts, während sie nach Süden zu, sowie mit der Höhe und nach dem Sommer hin immer seltener werden.

Während bisher an Beispielen dargelegt wurde, wie die einzelnen Wetterelemente den Menschen in seinem Fühlen und Tun beeinflussen, soll nun kurz erörtert werden, wie das Wetter als Ganzes wirkt oder als solches zu wirken scheint, da man die besondere Ursache noch nicht erkannt hat. Der Mensch lebt ja unter den größten Verschiedenheiten der Wettereinflüsse, aber nicht jeder gleich gut, und er kann die Ursache oft nicht angeben.

Bald ist es die starke Wirkung eines bestimmten Wetterelementes, z. B. dauernd hohe oder tiefe Temperatur, bald seine großen Schwankungen, bald aber das Zusammenwirken mit anderen Elementen. Solange man darüber unklar ist oder überhaupt nicht nachgeforscht hat — auch ein Beitrag zu „Erkenne dich selbst“ — spricht man kurz vom Wetter. So schreibt Schiller an Goethe, daß „dank dem schönen Wetter er sich wohl befindet, daß die lyrische Begeisterung, die weniger als jedes andere Gefühl sich dem Willen unterwirft, auch wiedergekehrt sei“. Überhaupt ist vielen bedeutenden Männern aus den verschiedensten Berufskreisen der Sommer die anregendste Jahreszeit zum Arbeiten; schon der stumme Blick durchs Fenster in die abgestorbene Natur hinaus muß im Winter die Schöpfungskraft von Wort- und Ton-dichtern lähmen.

Lehrreiche Ergebnisse erhielten 1907 Lehmann und Pedersen in Kopenhagen über den Einfluß des Wetters auf die Arbeitsfähigkeit. Im Januar beginnt die Muskelkraft, trotz der niedrigen Temperatur, mit der Stärke der chemisch wirksamen Strahlen des Sonnenlichtes zu steigen, bis die hohe Wärme der Sommermonate einen Stillstand verursacht. Mit der Wärmeabnahme im September fängt das Steigen der Muskelkraft wieder an; Anfang November tritt dann, wegen der geringen Lichtstärke und Wärme, Stillstand oder Abnahme ein. Für Christiania fanden die beiden Forscher, daß die Sterblichkeit bei Scharlach im Sommer um so größer ist, je milder die vorangehenden Winter waren.

Im Jahre 1908 fand Trabert bei 12—17 Innsbrucker Volks-schulklassen, daß Tage mit fallendem und tiefem Luftdruck schlecht, solche mit steigendem und hohem Druck gut empfunden wurden.

Neuerdings (1914) stellten E. Brezina und W. Schmidt eingehende Untersuchungen über Beziehungen zwischen der Witterung und dem Befinden des Menschen an und zwar an 60 weiblichen Hilfskräften der Wiener Volkszählung, an fünf Schulen und an den Insassen der Niederösterreichischen Landesirrenanstalt. „Im allgemeinen erwies sich diejenige Witterung für die Leistungen von Bureauarbeitern und Schülern am ungünstigsten, die bei Fallgebiet an Ort und Stelle und bei Steiggebiet im Westen herrscht. Bei Epileptikern ist genau das Entgegengesetzte der Fall.“ Da bei solcher Wetterlage meist ein Wetterumschlag erfolgt, so erklärt sich hieraus sein Vorausfühlen durch manche Wetterleidende (Klimatopathen). Ungünstig für geistige Arbeit

find starke Luftdruckschwankungen, besonders nach unten, und hohe Temperaturen; deshalb fällt auch in den Schulen der Nachmittagsunterricht aus, wenn schon um 10 Uhr (= 11 Uhr Sommerzeit) früh 25° Hitze sind.

Wichtig für die Frage der Einwirkung des Wetters auf den Menschen ist seine Kleidung. Sie soll schützen erstens gegen Wärme und Kälte, und zweitens gegen Nässe und Trockenheit. Je nach der Farbe nimmt Kleidung zugestrahlte Wärme verschieden stark auf; setzt man diese Aufnahme für weiß gleich 100, so beträgt sie für hellgelb 102, dunkelgelb 140, hellgrün 155, türkischrot 165, dunkelgrün 169 und schwarz 208. Wieviel davon der Haut zugeführt wird, hängt von der Stoffart, seinem Luftgehalt und seiner Feuchtigkeit ab; je mehr Luft- und je weniger Feuchtigkeitsgehalt, um so weniger leitet der Stoff die Wärme. Er kann sich außen in der Sonne auf über 50° erhitzen. Durch Nässe kann wollene Kleidung das doppelte Gewicht erhalten. Da die Kleidung auch plötzliche Änderungen der Witterung dem Körper möglichst fernhalten soll, so wird sie in den meisten Klimaten mit Vorteil nicht zu dick, aber auch nicht zu dünn gewählt; im allgemeinen schadet eine zu dünne Kleidung mehr als eine zu dicke. Durch zu leichte Kleidung in den Tropen kann die Sonne hindurchwirken und selbst die Haut verbrennen. Selbst in unserem Klima gehört schon bei Kahlköpfen ein sehr dicker Schädel dazu, wenn gewisse schädliche Sonnenstrahlen ihn nicht durchdringen sollen — Sonnenbäder sind eben nicht für jedermann gesund. Unter Mützen ist die Luft durchschnittlich $5-10^{\circ}$ wärmer als unter Hüten, weil diese mehr Luftraum haben.

Mittelbar wird das Befinden des Menschen durch das Wetter in dessen Einwirkung auf die Nahrungsmittel beeinflußt. Die größten Schädigungen treten hier durch die Hitze und besonders in Verbindung mit hoher Luftfeuchtigkeit ein: Fleisch, alle Fette (besonders Butter), Milch, Eier, Obst (vor allem Pflaumen), Brot usw. verderben in jedem schwülen Sommer, während Hülsenfrüchten allzu große Trockenheit schadet und deshalb in ihren Lagerräumen für gewisse Feuchtigkeit gesorgt werden muß. Kälte erhält Fleisch, Butter, Milch usw. sehr lange in genießbarem Zustand, während Kartoffeln und andere Feldfrüchte darunter leiden. Gefrorene Feldfrüchte, die schnell auftauen, werden meist unbrauchbar, während langsames Auftauen (z. B. gefrorene Kartoffeln in kaltem Wasser) noch manchen Verlust verhüten.

kann. Aber selbst gute Nahrungsmittel können bei plötzlicher großer Hitze oder wenn sie zu kalt (Eiskaffee, Bier mit Eisstücken) genommen werden, Krankheit hervorrufen. Besonders gilt das für Säuglinge, von denen der Sommerhitze gerade diejenigen leicht erliegen, die statt mit Muttermilch künstlich aufgepäppelt werden.

Wie auf das innere Leben des Menschen wirkt das Wetter auch auf das äußere, das öffentliche Leben. Man vergleiche nur die Bewegung in den Straßen bei schönem und bei schlechtem Wetter. Je heißer und je kälter es ist, um so größer hat sich der Besuch der Museen gezeigt, weil es dort im Sommer angenehm kühl und im Winter warm ist. Paraden, Festaufzüge, Ausstellungen, Pferderennen usw. locken bei schönem Wetter die Menschen in unzähligen Scharen an. Englische Cricketgesellschaften versichern sich sogar an Spieltagen gegen Regen wegen sonstigen großen Einnahmeverlustes. Schönes Wetter macht viele Menschen nicht bloß vergnügt, sondern übermütig, und infolge stärkeren Alkoholgenusses oft auch radaulustig, während bei schlechtem Wetter leicht Ordnung zu halten ist. Deswegen wünscht die Polizei bei drohenden Streiks oder anderen Unruhen gern Regen; sind doch manche Unbotmäßigkeiten und selbst manche revolutionären Bestrebungen durch einen Regenschauer schon im Keime erstickt worden oder viel harmloser verlaufen. So bewies Lafayette (nach Hennig) einen feinen psychologischen Scharffinn, als er am Abend des 5. November 1789 nach wüsten Pöbelauftritten vor dem Versailler Schloß dem König zurief: „Sire, gehen Sie jetzt getrost schlafen; heute gibts keine Unruhen mehr, es regnet.“ So trieb bei dem großen Streik in Moskau 1905 ein Schneesturm die meisten Streikenden nach Hause. Dass auch das höhere politische Leben vom Wetter beeinflusst werden kann, haben wir erst kürzlich noch bei der Wiederwahl Wilsons erlebt, denn das heitere kalte Winterwetter hatte zur Folge, dass auch die einsam wohnenden Farmer in weit größerer Zahl zur Wahlurne gingen, als früher, wo tiefer Schnee sie fernhielt. Anderseits kann Regenwetter von weitgehendsten Folgen sein, wie der Regen am 27. September 1883, der kurz vor der Enthüllung des Niederwalddenkmals die Zündschnur löschte und damit das verruchte Attentat auf Kaiser Wilhelm, der von den hervorragendsten deutschen Männern umgeben war, vereitelte.

Von ganz besonderer Wirkung war aber oftmals der Ein-

griff des Wetters in den Gang der Weltgeschichte. Strömen der Regen und Hochwasser, durch ein Tief der Zugstraße Vb verursacht, halfen Blücher die Franzosen an der Kahlbach schlagen. Den Russen ward der grimmige Winter 1812 zum Verbündeten, während er ihnen 1877/78 am Schipkapaß nicht half, sondern Hunderte im weichen Schnee für immer bettete. Frost hat auch eine seltsame Kriegstat ermöglicht: die Eroberung der holländischen Flotte 1795 durch französische Reiter, die den im Eise vor der Küste liegenden Schiffen zu Pferde nahen konnten. Wieviel Seekriege haben schon durch Stürme eine unerwartete Wendung genommen; man denke nur an den Untergang der Flotte des Darius am Athosberge, an den der spanischen Armada (1588), an das verzögerte Anlaufen der französischen Flotte 1805 gegen England und an die Schäden der Flotte vor Sebastopol (1854). Letzteres Ereignis war allerdings insofern segensvoll, als es, wie oben (S. 44) geschildert, den Anstoß zur neuzeitlichen Wettervorhersage gab. Bei der englischen Tibetexpedition 1904 fror in 5—5000 m Höhe das Öl in den Rücklaufbremsen der Geschütze und die Maximgeschütze bekamen Sprünge. Solche Beispiele vom Einfluß des Wetters auf die Geschichte lassen sich fast aus jedem Kriege anführen, so besonders aus dem jetzigen Weltkriege: erinnert sei nur an die Winterschlacht in Masuren (8. bis 16. Februar 1915) und an die Cadornaschen Heeresberichte, die wegen des immer wiederholten Versuches, Misserfolge durch schlechtes Wetter zu erklären, einen humoristischen Ruf erlangt haben. Endlich sei die steigende Bedeutung der Wettervorhersage im gegenwärtigen Kriege hervorgehoben, nämlich einerseits für Luftschiffe und Flieger und anderseits für Gasangriffe; das Netz der Feldwetterstationen überzieht das ganze Gebiet zwischen allen Fronten, und wenn auch die Nachrichten aus den feindlichen und z. T. auch aus den neutralen Staaten fehlen, so hat die Treffsicherheit der Vorhersagen kaum gelitten.

2. Städtebau¹.

Da die Kleidung zum Schutze gegen das Wetter allein nicht genügt, so baute sich der Mensch, besonders im höhlenarmen Flachlande, Häuser, die bei gruppenweiser Anhäufung Dörfer und

¹ Zu diesem Abschnitt vgl. Kähner, Die meteorologischen Grundlagen des Städtebaus; Berlin, W. Ernst & Sohn, 1910, 1.40 M., und den unten folgenden Abschnitt „Industrie und Technik“.

Städte bilden. Je nach der Art des Wetters, gegen das sich der Mensch schützen mußte, fiel auch die Hausform anders aus, wobei freilich noch andere Gründe, wie Baustoffe, Erdbebengefahr, Wohlhabenheit oder Macht des Bauenden, leichter Auf- und Abbau bei Hirtenvölkern usw. mitsprachen. Dazu kommt noch die sich mit der geographischen Breite ändernde Höhe der Sonne über dem Horizont und die Richtung des hauptsächlichen Schlechtwetterwindes.

In den Tropen gilt es allgemein, die gefährliche Sonnenstrahlung, die große Schwüle und die gewaltigen Regengüsse abzuwehren; man erreicht das durch weitausladende, steile Dächer, luftige Wände und weite Tür- und Fensteröffnungen, während Schornsteine, da nicht geheizt wird, meist fehlen. Die Häuser stehen weit voneinander, um jeden kühlenden Lufthauch ungehindert heranzulassen; sie werden auch vorteilhaft so gestellt, daß die in der heißen Zeit herrschende Brise den an der Hauptfront liegenden wichtigsten Räumen ständig und ungeschwächt zugeführt wird. Dagegen werden in den von Tornados und Hurrikänen, den zerstörenden Tropenwirbeln, heimgesuchten Gegenden entweder sturmsichere Tornadokeller, wie auf den Antillen, oder eiserne Hurrikänaläden zum Schutze der Türen und Fenster, wie auf Mauritius, vorgesehen.

In den Subtropen dagegen mit dem blendenden Sonnenschein baut man hohe Häuser mit engen Straßen und Zwischenräumen, um die Wände möglichst zu beschatten, oder man spannt Tücher oder Weinreben über Straßen und Höfe.

In der gemäßigten Zone besteht schon ein größeres Licht- und Wärmebedürfnis, besonders im langen strengen Winter; deshalb werden nach Norden hin die Straßen breiter, die Häuser fester und die Fenster gegen den Wärmeverlust immer kleiner. Gegen Regen und Schnee dienen Steildächer, die sie beide schnell abführen und so die große Schneelast verhüten.

Wenn nun auch einzelne Häuser, freilich mit verhältnismäßig hohen Kosten, so gebaut werden können, daß sie den Wetterumhilden (Sonne, Wind und Regen) möglichst entgegenwirken, so ist das bei Dörfern und Städten sehr selten der Fall, weil hier meist andere Ursachen für die besondere Anlage maßgebend waren. Nur von einer, allerdings kleinen Stadt ist ihre Verlegung aus Rücksichten auf das Wetter bekannt: Plutarch berichtet von seiner Vaterstadt Chaeronea, daß sie ursprünglich auf der West-

seite des Stadthügels gelegen, aber dort nachmittags vom Parnasß her die lästige Rückstrahlung der Sonnenstrahlen erhalten habe; deshalb sei sie von Chaeron auf die Ostseite verlegt. Sonst aber haben sich die meisten Städte ohne Rücksicht auf das vorherrschende Wetter entwickelt, wenigstens in früheren Jahrhunderten. Nur darauf nahm man bedacht, daß die Straßen nicht so langweilig gerade waren, wie infolge übertriebener Rücksicht auf Licht und durchgehenden Verkehr in den neueren Stadtteilen, sondern durch Kürze und Biegung einerseits Schutz gegen Wind, Staubauftrieben und Schlagregen, anderseits wechselnde Schattenseite boten.

Schutz gegen den Wind gewährt aber nicht nur die Gestalt der Straße, sondern vor allem ihre Richtung zum vorherrschenden starken Winde. Ungünstig sind bei uns namentlich solche Straßen, die von SW nach NO oder von NW nach SO gerichtet sind, da aus SW viel Wind und oft mit Regen, aus NW aber unangenehme Regenschauer kommen. Anderseits sind breite Ostweststraßen, wie Unter den Linden in Berlin, geschäftlich nicht günstig, da deren Nordseite keinen Schatten hat und daher nur die Südseite die Verkehrs- und Kauflädenseite ist. Straßen und Plätze, die sich in der Hauptwindrichtung verengern, sind arge Zuglöcher, ebenso runde Plätze, da sie für jede Richtung Windfänger sind.

Der Wind ist nicht bloß für die Durchlüftung der Stadt wegen der Ausdünstungen von Mensch und Tier, von Waren und deren Verkaufs- und Verarbeitungsstätten, sowie wegen des Rauches der Haus- und Fabrikfeuerungen (vgl. S. 122) nützlich — freilich tritt er mit wachsender Stadt im Inneren immer schwächer auf —, sondern er beeinflußt dadurch auch die Stadterweiterung. Da nämlich in Mittel- und Nordeuropa westliche Winde (Südwest bis Nordwest) vorherrschen, so haben naturgemäß die westlichen Stadtteile reinere Luft als die östlichen; darum werden Fabriken möglichst nach dem Osten des Weichbildes gelegt und darum sind die westlichen Gegenden zum Wohnen gesuchter und demgemäß teurer. Dieser Zug nach dem Westen hat mithin seine Ursache in der Hauptwindrichtung und ist ein Zug nach der reineren Luft; daher wachsen die Städte in dieser Richtung räumlich schneller, zumal landhausartige Bebauung mit Gärten im Westen mehr Platz braucht als die hohen Miethäuser für die Arbeiter im Osten. Gärten entwickeln sich überdies im Osten durch die Rauchwirkung auf Pflanzen, besonders Nadelhölzer,

nicht so gut als im Westen, denn Schwefelsäure und schweflige Säure, die durch den Rauch in die Luft gelangen, werden von da durch Regen und Schnee in die Spaltöffnungen der Nadeln der Tannen usw. gebracht und töten das Protoplasma. Wenn man aber die Staub- und Rauchzuführung auch für die vermehrte Sterblichkeit in den östlichen Stadtteilen verantwortlich machen will, so ist das nur zum kleineren Teile richtig, denn die größere Kinderzahl, die schlechtere Lebenshaltung und das geringere Verständnis für Gesundheitspflege (Kurpfuscherei, Vermeiden des Arztes) liefern dem Tode viel mehr Opfer als die weniger gute Luft. Dass diese z. B. wohl einzelnen Pflanzenarten schädlich ist, nicht aber allen, zeigen am besten die Balkone der Arbeiterwohnungen im Osten, auf denen es mehr grünt und blüht als im reichen Westen. In Berlin kann man anderseits im Winter bei mäßigem Ostförderrwind beobachten, wie er den Rauch der zahlreichen Fabriken langsam über Berlin nach dem Westen trägt und hier mittags fast völlige Dunkelheit erzeugt, so dass überall Licht angezündet werden muss.

Gegenüber dem Einfluss des Wetters auf die Stadt kann man bei sehr ausgedehnten Städten oder Ortsgruppen auch von ihrem Einfluss auf das Wetter sprechen, freilich nicht auf das Wetter auch nur einer Provinz oder eines Kreises, sondern nur des Stadtinneren und der nächsten Umgebung. Dass der Wind im Inneren infolge Reibung an den Häusermassen schwächer weht als draußen, ward schon erwähnt. In Berlin ist die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit wegen des wachsenden Häusermeeres und des Höherwerdens der einzelnen Häuser in 20 Jahren fast um ein Drittel kleiner geworden, nämlich von 5,4 auf 3,8 m in der Sekunde; etwa die gleiche Abnahme kann man für die mittlere Geschwindigkeit jedes Windes von außen nach innen annehmen. Dadurch wird naturgemäß weniger Außenluft ins Innere geführt und kann hier weniger abkühlend wirken. Deshalb bildet sich, zumal bei überhaupt ruhigerer Luft, ein großer Wärmegegensatz zwischen innen und außen heraus, besonders des Abends im Sommer und des Morgens im Winter (einmal außen 8° kälter). Selbst die Niederschläge können merkliche Unterschiede aufweisen: im Westen Berlins fallen im Jahre 6—8 v. H. mehr als im Osten, besonders infolge von Gewittern, die von Westen kommend sich vor der Stadt schwer entladen. Wegen der Stadtwärme schneit es innen etwas seltener als draußen.

5. Land- und Forstwirtschaft.

Rechtzeitige Kenntnis des Wetters vom nächsten Tage setzt den Landwirt in den Stand, seine Arbeiten danach einzuteilen und z. B. bei angekündigtem Regen rasch noch das Heu in Sicherheit zu bringen. Indessen gilt das doch nur in beschränktem Maße, denn wenn z. B. dem Regen mehrtägiges Schönwetter folgt, so ist es oft besser, das Heu ruhig liegen und gründlich abtrocknen zu lassen, als es vielleicht halbfeucht einzufahren. Eine Vorhersage für mehrere Tage würde daher einen ungleich höheren Wert besitzen, und deshalb schätzt man in Landwirtschaftskreisen die eintägigen nicht so hoch ein, als man zunächst erwarten sollte.

Großer Wert wird aber auf Vorhersagen für längere Zeit gelegt, selbst wenn z. B. nur gesagt werde, es stehe ein trockener oder nasser Sommer bevor. Danach könnte man dann die Düngung und Bestellung der Acker einrichten, denn bei trockener Wachszeit wird der Nährstoff im Dünger nur zum Teil ausgelaugt und den Pflanzenwurzeln zugeführt. So sagt F. Arndt (1896): „Ich habe den Wert der in Deutschland jährlich verbrauchten künstlichen Düngemittel zu ungefähr 170 Millionen Mark ermittelt. Nehmen wir nun einmal schätzungsweise ganz niedrig an, daß davon 1893 (mit dem sehr trockenen Frühjahr) nur 20 v. H. nicht zur Wirkung gekommen ist, so gibt dies die Riesensumme von 34 Millionen Mark, die wir uns mehr oder weniger hätten ersparen können.“ Auch die Art der Pflanzen, die jeweils anzubauen wären, könnte man so feststellen und sich, falls Futtermangel zu gewärtigen wäre, rechtzeitig vorsehen, um Viehverluste zu vermeiden.

Über den Nachtfrost vgl. S. 90 und S. 144. Frost im allgemeinen schadet, wenn er 1. streng ist und lang anhält, 2. plötzlich und streng nach mildem Wetter eintritt und 3. keine Schneedecke vorfindet.

Neuerdings ist die Ent- und Bewässerung der Acker Gegenstand zahlreicher Erörterungen geworden. Regnet es in einem Jahre zuviel, so wird frisch darauf los dräniert, um in trockenen Jahren Klagelieder anzustimmen. Ebenso lobt man bald die Dränage, bald die künstliche Bewässerung, wobei man für letztere namentlich auf die Erfolge im Westen der Vereinigten Staaten hinweist. Dort ist aber die Verteilung der Niederschläge über das Jahr viel ungleichmäßiger als bei uns, und die Berechnung kann daher dort wohl einträglich sein, bei uns aber nur stellenweise.

Übrigens hat man in Amerika viele Gelände wieder aufgeben müssen, da durch zu starke Verieselung der Boden zuviel alkalische Salze erhielt. Für Zeiten der Not sollten Stauteiche angelegt werden, die zur Verieselung dienen und das Grundwasser vermehren.

Langjährige Beobachtungen des Wetters in Beziehung zu dem Anbau und Ertrag der Feldfrüchte zu stellen, ist eine noch fast gar nicht in Angriff genommene und doch sehr wichtige Aufgabe. Da sie aber ins Gebiet der Klimakunde gehört, so muß sie hier wie viele andere wichtige Fragen unbeachtet bleiben. Nur einiges sei erwähnt.

In den Vereinigten Staaten stellte man fest, daß die Weizenernte zwar vom Regen abhängt, aber nur in einer kurzen Zeit; besonders erwünscht ist Regen von Mitte Juli bis Mitte August. Regen ist in den zehn Tagen nach der Blüte wichtig, je später er da eintritt, um so größer wird die Ernte, während dann wenig Regen und hohe Wärme schadet. Feuchtes, trübes Wetter im Frühjahr läßt Lager des Getreides erwarten. Auch bei anderen Handelspflanzen hat man eine Abhängigkeit des Ertrages vom Wetter festgestellt, so beim Zuckerrohr auf der Insel Mauritius, wo es weniger auf die Menge, als auf die Häufigkeit des Regens ankommt. Eine Monatsmenge von 5 mm, die sich auf 20 Tage verteilt, ist 20 mal wertvoller als wenn sie an nur einem Tage fällt; ähnlich verhält es sich auch mit der Zuckerrübe bei uns, die im September sehr wenig Regen braucht. Bei dem Wein fand man in Frankreich, daß bei langer Dürre die Beeren inhaltlich zweimal bis dreimal kleiner sind als sonst; der Saftertrag ist dann natürlich noch viel kleiner. Für das Gedeihen des Kaffees in Brasilien ergab sich, daß reichlicher Regen von Oktober bis März bei warmem Wetter die Blüte für das nächste und den Fruchtaufschuß für das übernächste Jahr begünstigt. Bei dem Tabak in Sumatra bemerkte man, daß Trockenheit gleich nach der Auspflanzung zur Entwicklung der bodennahen Wurzeln zwingt; Regen einen Monat später kann dann die Pflanze gut aufnehmen und sich kräftig entwickeln; bei so günstigem Wetter brachte im Jahre 1911 1 kg 4,86 Mark, 1909 bei schlechtem Wetter aber nur 2,76 Mark.

In Indien hängen die Erträge der Landwirtschaft und damit die Frage, ob Hungersnot entstehen wird oder nicht, wesentlich von dem Regen ab, den der Monsunwind bringt. Das dortige

Landeswetteramt gibt seit Jahren dafür Vorhersagen und zwar nach dem Verhalten des Luftdruckes über Südamerika und dem Indischen Ozean, sowie nach dem Schneefall im Himalaya, dem Regen bei Mauritius und der Wasserführung des Nils (vgl. S. 99). Ähnlich folgen den Regenzeiten in Sansibar bei zu geringer Ergiebigkeit oder ungünstiger zeitlicher Verteilung der Regenfälle Hungersnöte an der deutsch-ostafrikanischen Küste.

Wie der Anbau der Ackerpflanzen hängt auch das Gedeihen der Bäume und Wälder sehr wesentlich vom Wetter ab. Herrscht z. B. in einer Gegend eine Windrichtung ganz besonders vor, so kann man sie an der Neigung der Bäume sofort erkennen; bei uns in Norddeutschland sind deshalb die Bäume gewöhnlich nach Osten geneigt. An Berghängen sowie in Tälern mit stark ausgeprägtem Bergwind neigen sich die Bäume immer dem Tieflande zu. Durch einseitige Wirkung des Windes auf die Tanne entsteht als Druckholz das sogenannte Rotholz. Anderseits hat man zum Windschutz an Küsten die Häuser mit Bäumen und die Wiesen mit Hecken (Knick in Holstein) umgeben. In Rumänien werden die Garben so aufgeschichtet, daß der ganze Haufen nach Osten hin schräg ansteigt, damit der Westwind möglichst wenige Angriffsflächen findet.

Hat ein Baum eine ungleich entwickelte Krone, so kann ihn der Wind an den längeren Ästen packen und abdrehen; daher findet man nach heftigen Stürmen die Bäume nach verschiedenen Richtungen hin liegen und hat vielfach gemeint, darin die Wirkung von Wirbelwinden zu sehen. Solche Wirbel mit verheerender Kraft treten aber bei uns selten auf; in der Regel handelt es sich bei Windbruch um heftige Böen. In den Hannoverschen Harzwäldern werden jährlich gegen 20000 Stämme durch Windbruch zerstört. Sehr schadet auch der Schneebrech, d. h. der Bruch der durch Schnee überlasteten Zweige, und der Eisbruch, bei dem Glatteis statt Schnee tätig ist¹. In Gebirgsdörfern rettet man die Obstbäume vor Schneebrech durch Abklopfen und Schütteln.

Bei großer Dürre kann in Wäldern durch unvorsichtiges Umgehen mit Feuer und durch Lokomotivfunkens Waldbrand entstehen. So verursachte ein einziger Lokomotivfunk am 15. August 1904 bei Primkenau in der Lausitz einen Waldbrand, für den die

¹ Ausführlicher in meinem Buch „Das Reich der Wolken und Niederschläge“ S. 71 (diese Sammlung Bd. 68).

Eisenbahnverwaltung 290000 Mark Schadenersatz zahlen mußte. In solchen Fällen wurde zur Entscheidung der Ersatzpflicht meist ein Wettergutachten über die Windrichtung eingeholt.

4. Industrie und Technik.

Industrie und Technik brauchen Kraft, die teils durch Holz und Kohle, teils durch Wasser und teils durch Wind geliefert wird, denn die Versuche, Ebbe und Flut als Kraftquelle zu benutzen, haben keinen praktischen Erfolg gehabt. Auch die Wärme der Sonnenstrahlung zur Heizung von Dampfkesseln zu verwenden, ist nur wenig einträglich. Es ist zwar berechnet worden, daß die auf 370 qkm Fläche eingestrahlte Sonnenkraft genügt, um die 270 Millionen Pferdekkräfte zu leisten, die Öl- und Kohleheizung jetzt liefern, aber die Bewölkung und die Tageslänge sind von zu großem Einfluß, als daß in den meisten Gegenden ein gleichmäßiger Betrieb möglich wäre. Kleine Anlagen, die 5—10 Pferdekkräfte leisten, arbeiten recht befriedigend bei Kairo und in Südkalifornien — beides Gegenden mit meist heiterem Himmel.

Wo Kohle brennt, gibt es Rauch, und daher sind Industriegegenden und große Städte mit vielen Heizstellen (Hausöfen) schon von weitem an trüber, rauchiger Luft kenntlich. Durch Wind wird der Rauch oft meilenweit fortgetragen; bei einer Ballonfahrt konnte die Berliner Rauchwolke 50 km weit beobachtet werden. Der Wunsch nach einem Gesetz über das Luftrecht ist daher begreiflich. Rauchluft läßt wenig blaue Strahlen durch; sie absorbiert Wärmestrahlen und ist daher etwas wärmer als die Luft darunter.

In London ist die verhältnismäßig reinste Luft in 9—12 m Höhe anzutreffen, also in der Höhe des dritten bis vierten Stocks; die tenersten Wohnungen, die im Erdgeschoß und im ersten und zweiten Stock sind danach die schlechtesten. Nach oben zu wird die Luft durch Rauch, nach unten zu durch Staub verunreinigt. Der Staub in der Stadt ist zumeist auf die Zerkleinerung des Pflasters und seine Aufwirbelung durch den Verkehr zurückzuführen; besonders wirken in beiderlei Beziehung die Kraftwagen. Im Durchschnitt kann man in einem Kubikmeter Stadtluft 5 mg Staub (davon 0,14 mg Ruß) annehmen, d. h. eine 1 m dicke Luftschicht über Groß-Berlin enthält über 1550 kg Staub. In Glasgow fallen im Jahre auf 1 qkm 316000 kg Ruß

und in Pittsburgh sogar 755000 kg. Das erscheint vielleicht viel, ist aber noch verschwindend wenig gegen den großen Staubfall vom 9. bis 12. März 1901; damals fielen auf Europa rund 1800000 Tonnen (zu je 1000 kg) und auf Afrika 150000000 Tonnen eines oderfarbenen Lateritpulvers, das aufsteigende Luftwirbel aus dem Sudan und der Wüste Sahara emporgetragen hatten.

Außer den Rauchteilchen gelangen auch andere schädliche Stoffe in die Luft, besonders schweflige Säure (1,5—2 mg in 1 cbm Luft zu Berlin) und Schwefelsäure. Sie zerfressen alles, was mit ihnen in Berührung kommt, wie Hausanstrich, Wandgemälde, Denkmäler (selbst innerhalb der Museen) usw. Während z. B. die Wandgemälde am Berliner Alten Museum oft aufgefrischt werden müssen, zeigen fünfzig Jahre alte Bilder an den Kirchen der Balkanhalbinsel wegen ausschließlicher Holzfeuerung in der Umgebung noch ein ganz reines Weiß. So mußte eine Fabrik bei Aachen, die der Luft viel Säuren zuführte, einer Kirchengemeinde erhebliche Entschädigungen zahlen, weil die Bronze der Kirchenkuppel oft ausgebessert werden mußte. Besonders aber schaden diese Säuren im Winter, wenn sie sich dem Schnee beimischen, auf Marmordenkmälern und den Steinverzierungen der Gebäude liegen bleiben und dann langsam und nachdrücklich nagen können; der so am Kölner Dom entstandene Schaden erfordert jetzt jahrelange Ausbesserungen. Regen und Schnee sind zwar die besten Luftreiniger, aber sie führen auch die schädlichen Stoffe den Gebäuden und Pflanzen und dem Straßenpflaster zu, von wo sie bei Trockenheit aufgewirbelt und eingeaatmet werden. Nur starkes Sprengen hilft dann.

Alle solche Beimengungen, auch durch Vulkane, begünstigen die Nebelbildung. Damit sich nämlich der Wasserdampf der Luft bei Abkühlung zu Tröpfchen verdichten kann, braucht er feine Ansatzkerne, die mikroskopisch zwar nicht sichtbar sind, deren Dasein aber durch den Staubzähler von Nitken nachzuweisen ist. Je mehr Staub- und Rauchteilchen, um so mehr Nebel, und so erklärt sich die große Zahl der Nebeltage; z. B. in London betrug sie jährlich:

1871—1875	51	1881—1885	62
1876—1880	58	1886—1890	74

nahm also mit der wachsenden Stadt beständig zu. Neuerdings ist durch Rauchverminderung eine Abnahme der Nebeltage ein-

getreten. Dabei liefern nicht so sehr die Fabriken, als die Hausöfen den meisten Rauch, denn an Sonntagen, wo die Fabriken feiern, aber mehr Zimmeröfen brennen, treten im Winter die dichtesten Nebel auf. Namentlich werden in englischen Städten durch die Kaminfeuerung viele unverbrannte Kohleteilchen in die Luft geführt. Der Londoner Stadtnebel besteht jedoch nicht bloß aus verdichtetem Wasserdampf, denn dann würde er das Sonnenlicht nicht so stark trüben, sondern die Wassertröpfchen bedecken sich mit ölhaltigen Kohlenwasserstoffverbindungen, und diese Umhüllung entzieht sie dem verdampfenden Einfluß der Sonnenstrahlen, so daß solcher Nebel auch noch bestehen kann, wenn die Luft nicht mehr völlig gesättigt ist. In diesem Fall hat man nicht die Empfindung von feuchter Luft und spricht dann von trockenem Nebel.

Nebel erfordert am Tage mehr Beleuchtung, also höheren Gasverbrauch und damit mehr Kohlenverbrennung und größere Rauchentwicklung. Im Januar 1885 wurde in London an einem einzigen Nebeltag 990000 cbm Gas zu 5250 Pf. Sterl. mehr als sonst verbraucht, wozu 9500 Tonnen Kohle nötig waren. Dort erfreuen sich die westlichen Vororte oft des Sonnenscheins, während man im Osten nicht einmal anzugeben vermag, wo die Sonne steht; gleiches ist auch in Berlin schon vorgekommen. Die Ursache ist der Wind (S. 117).

Eine weitere meteorologische Wirkung des Rauches hat Verfasser 1896 als möglich nachgewiesen, die des Einflusses auf die Gewitter: Städte mit Industrie zeigen eine Abnahme der Gewitterhäufigkeit zum Sonntag, während bei industrielosen Städten diese Abnahme nicht eintritt, weil bei ersteren sonntags die Arbeit und damit die Rauchentwicklung ruht, während in letzteren sonntags wohl fast noch mehr geheizt und gekocht wird als wochentags. In den Vereinigten Staaten werden Gewitter sofort den elektrischen Lichtwerken gemeldet, da dann wegen Dunkelheit viel Licht verlangt wird. Der Blitz ist zwar eine urgewaltige Entladung; da er aber nur auf kürzeste Zeit leuchtet, so leistet er nur etwa drei Kilowattstunden und würde nach dem Tarif von 1914 mit 1.20 Mark bezahlt sein. Daz aber auch geringere elektrische Spannungen gefährlich sein können, lehren die Brände von Dreschmaschinen in den Vereinigten Staaten, deren allein 149 von Ende Juli bis Ende August 1915 vorkamen und davon 128 zwischen 2 und 7 Uhr abends. Mehr-

sach wurde der Brand auf Kornvorräte und Getreidefelder übertragen. Gesamtschaden: 242970 Mark. Ursache war die Entladung statischer Elektrizität bei trockenem, heißem Wetter, die meist Staubexplosionen hervorrief.

Eine andere Kraft, die des fließenden Wassers, hängt ganz von Regen und Schnee, Wärme und Feuchtigkeit der Luft ab. Bleibt Regen und Schnee aus, so versiegen die Quellen und die Sammelstellen (Talsperren) werden leer. Der Oberharz mit seinen großen Regenmengen ist eins der ältesten Gebiete, in denen die Wasserkraft für Bergbauzwecke benutzt wird; der 1632 m lange Oderteich (1713—1722) führte sein Wasser den Hütten und Gruben von St. Andreasberg zu, deren Maschinen es fast ein halbes Jahr hindurch treiben konnte, aber 1822 war der Teich infolge großer Dürre leer. Die Bedeutung der Stauteiche oder Talsperren als Kraftsammiler wie als Hochwasserschutz bedarf gegenwärtig keiner Erörterung; zu empfehlen ist auch das Schneessammeln in Gräben, z. B. beim Schneetreiben, um später Hochwasser zu verhüten. Jetzt wird keine Talsperre, kein Kanal, keine Wasserleitung angelegt, ehe nicht die Niederschläge des Zuflussgebietes erforscht sind. Bei einer Talsperre in Kalifornien ist aber die Verdunstung so groß, daß das Wasser selten zur Bewässerung reicht und die Kosten den Nutzen weit übersteigen.

Nicht bloß hat aber die Wasserzufuhr Bedeutung, sondern auch der Verlust durch Verdunstung und Einfrieren; erstere speist die Luft mit Wasserdampf, letzteres die Quellen mit Wasser. Früher nahm man gewöhnlich an, daß vom Regen je ein Drittel abfließt, versickert und verdunstet, und man bestimmte daraufhin die Weite der Abflusskanäle. Wieviel aber abfließt, hängt von der Art des Bodens (in Städten mit Pflaster wird fast alles abfließen), von seiner Neigung (in Gebirgen wird wenig zurückgehalten) und davon ab, ob er noch trocken oder schon durch vorangegangenen Regen feucht war. Deshalb muß man ja jetzt in den Städten mit älterer Kanalisation oft noch teure Notkanäle bauen. Freilich wäre es ganz unwirtschaftlich, wollte man die Kanäle schon für die größtmöglichen Regengüsse, also für Wolkenbrüche ausreichend anlegen, aber sie müssen doch wenigstens für die durchschnittlich stärksten Niederschläge weit genug sein (S. 129 und 142).

Ebenso wie das Wasser wird jetzt auch der Wind in steigendem Maße nutzbar gemacht. Von allen Maschinen im Deutschen

Reich wurden 38 v. H. durch Dampf, 36 v. H. durch Wasser und 12 v. H. durch Wind angetrieben. Allerdings leiden alle Windmaschinen durch die Unstetigkeit sowie durch das gelegentliche Ruhen des Windes und die Windmühlen noch besonders durch Feuer- und Blitzgefahr (z. B. durch Heißlaufen der Welle bei heftigem Winde), doch leisten sie immerhin im Deutschen Reich etwa 25000 Pferdekräfte. Die größte Zahl von Windmühlen findet man im südwestlichen Posen, nämlich bei Rawitsch 41 und bei Schmiegel 46! Im windigeren Dänemark hat man zu Aaskov bei Vejen eine besondere Versuchsmühle errichtet, bei der es Paul la Cour gelungen ist, die unstetige Kraft durch selbsttätiges Ein- und Ausschalten von Akkumulatoren einem Elektromotor gleichmäßig zuzuführen. Statt der einfachen Windmühlenflügel benutzt man für Kraftzwecke jetzt meist Windräder.

Dass der Wind auch unmittelbar Wasser heben kann, nämlich durch Stauung, lehrt jeder stromaufwehende Sturm, besonders an den sich in dieser Richtung verengenden Flussmündungen (Elbe). Verwertet wird diese Stauung zur Entwässerung der Halbinsel Holland nördlich von Amsterdam: bei Westwind staut sich das Wasser an der Westküste und fällt durch Absog an der Ostküste, umgekehrt bei Ostwind; dementsprechend werden die Schleusen der Entwässerungskanäle im Westen und Osten geöffnet oder geschlossen.

Eine wichtige Rolle spielt die Windkraft auch bei der Standfestigkeit der Bauten. Stets wird den Berechnungen ein gewisser Höchstdruck zugrunde gelegt, der in Preußen amtlich 125 kg auf 1 qm beträgt. Auch die Baugerüste müssen sturmfest sein, wie der Umsturz des Gerüstes am Turm der Jakobikirche zu Stettin im Februar 1894 eindringlich lehrte. Auf die Angriffe des Windes sind die Schutzsteine auf den Dächern in Gebirgsgegenden zurückzuführen und auf die Windstöße im Schornstein und die dadurch bedingte Feuergefahr bei Föhn und Bora das Abdecken der oberen Schornsteinöffnungen.

Wind hat seine Ursache in Luftdruckunterschieden, die sich noch durch Luftströmungen anderer Art äußern können. Namentlich sind hier die Grubengase zu erwähnen; wird der Luftdruck geringer, so entweichen die Gase aus den Gesteinen, besonders den Kohlen und vermehren die Gefahr von Schlagwettern, während hoher Druck sie vermindert. Ebenso tritt aus Brunnenkesseln und Höhlen, die bis auf ganz kleine Öffnungen verschlossen

find, bei sinkendem Luftdruck die Luft mit pfeifendem oder singendem Tone aus; bei einem solchen Erdloch in England hat man zwei Pfeifen eingesetzt, von denen die eine bei einströmender, die andere bei ausströmender Luft anspricht, so daß sie ein tönendes Barometer bilden. Darauf beruht auch die alte Regel von den unterirdischen Abzugskanälen in Städten: wenn die Kanäle stinken, ändert sich das Wetter.

Bei hohem Luftdruck brennen Öfen gewöhnlich schlechter als bei niedrigem, weil bei ersterem die absteigende Luft dem Zuge im Schornstein entgegenwirkt, bei letzterem die aufsteigende ihn begünstigt. Bei Bergbesteigungen, in hochgelegenen Berghäusern usw. muß der geringere Druck beim Zubereiten der Speisen beachtet werden. In größeren Höhen siedet deswegen Wasser nicht erst bei 100° , sondern schon früher, und darum brauchen Nahrungsmittel längere Zeit zum Kochen als in den Kochbüchern steht. Dort verlieren wegen der großen Trockenheit der Luft mehlige Nahrungsmittel, wie Bohnen, Getreide usw. soviel Feuchtigkeit, daß man sie erst einweichen muß. Backpulver soll bei hohem Druck schlechter als bei niedrigem treiben.

Bei Mälzereien schadet zu geringe Feuchtigkeit der Luft in den Arbeitsräumen ebenso wie zu hohe. So hat sich wegen der günstigen Feuchtigkeitsverhältnisse die Baumwollindustrie gerade in Lancashire entwickelt. Leder schimmelt leicht bei großer Wärme und zugleich hoher Feuchtigkeit, z. B. bei Reisen in den Tropen, namentlich zur Regenzeit; aber auch in den sonst so trockenen Subtropen hat Verfasser es vor der algerischen Küste beim Schirocco beobachtet. Wichtig ist ferner die Regelung der Luftfeuchtigkeit in Gemäldegalerien wegen des Sprödewerdens von Öl und Firnis, in Büchereien und Bucherläden wegen der Entwicklung schadenbringender Pilze usw. Die Feuchtigkeit in Neubauten bringt durch Verdunsten starke Abkühlung; deshalb angeblich sollen die Maurer nicht schwitzen (?). Bei der Dürre 1911 trocknete in England der lehmige Untergrund vieler Häuser zu Pulver und wurde durch die Herbststregen so ausgewaschen, daß Häuser und Mauern sich senkten und gestützt werden mußten.

Wird der Wasserdampfgehalt der Luft zu groß, so bilden sich Nebel und Wolken, welche die Helligkeit in Arbeits- und Wohnräumen stark beeinträchtigen. Häuser an größeren Wasserflächen leiden unter dem Nebelansatz, besonders wenn die Luft viele Rauch- und Rußteilchen enthält; gerade die Nebeltröpfchen

find gute Träger dafür und schwärzen und zerstören den Anstrich, namentlich aber die rauhen Kalk- und Sandsteinwände, die deshalb bald recht unsauber aussehen — man denke nur an London und auch an Dresden.

Regen hat einen ungünstigen Einfluß in der Papierindustrie auf die Herstellung verschiedener Papierarten, die bei einer Trübung des Fließwassers überhaupt nicht oder nur mit größeren Kosten hergestellt werden können. In hohem Maße muß auch die Bautechnik auf die Einwirkung des Regens Bedacht nehmen. Setzt sich Regenwasser in feine Spalten des Putzes und der Glasur, so sprengt es bei Frost Blättchen nach Blättchen ab; deshalb sucht die Keramik durch porenlöse Oberfläche wetterfestes Material herzustellen. In gleicher Weise leiden auch Steindenkmäler im nördlichen Klima. Ungelöschter Kalk kann sich durch Regen so erhitzten, daß dadurch schon Brände entstanden sind.

Schließlich müssen Hochbauten, namentlich Türme und einzeln stehende Gebäude gegen Blitzschäden durch einen gut leitenden Blitzableiter geschützt werden, zumal die gesteigerte Verwendung von Eisen und sonstigen Metallen in Gebäuden, Trägern, Transmissionen, Kronleuchtern, Maschinen, elektrischen Leitungen, eisernen Ofen usw. eine Zunahme der Blitzgefahr verursacht. Indessen ist ein wesentlicher Anteil dieser Zunahme der wachsenden Sorgfalt in der Zählung, dem größeren Entgegenkommen der Feuerversicherungen und den dadurch angespornten Ansprüchen des Publikums zuzuschreiben. Außerdem ist bei der Frage der Blitzgefahr die Siedlungsweise wichtig: die zerstreute Wohnart in Nordwestdeutschland setzt die Gehöfte größerer Gefahr aus als das Zusammenwohnen in Dörfern und Städten. Die Versicherungsgesellschaften nehmen deshalb eine geringere Prämie von alleinstehenden Gehöften mit Blitzableiter als ohne Blitzableiter.

5. Verkehr und Handel.

Bei der Frage nach dem Einfluß des Wetters auf den Verkehr muß man die Verkehrswägen, die Verkehrsmittel und die durch sie beförderten Gegenstände (Personen und Waren) unterscheiden. Da die Personen unmittelbar nur dann leiden, wenn sie den Unbilden des Wetters ausgesetzt sind, es hierfür aber Schutzmittel technischer Art gibt, so kann dieser Teil der Frage hier ausgeschaltet werden. Sonst aber leiden Personen nur mittelbar

durch Verzögerungen oder Hemmungen der Verkehrsmittel, und es braucht in diesem Sinne nur von den Ursachen dieser Hindernisse die Rede zu sein. Anders ist es bei den Waren, die verderben und dann Schadenersatzansprüche hervorrufen können; in Nordamerika stellte man fest, daß die Güterzüge, je nachdem die Vorhersage auf gutes oder schlechtes Wetter lautete, zwischen 1750 und 1225 Tonnen befördern mußten.

Die Verkehrswege und Verkehrsmittel gliedern sich in solche zu Lande, zu Wasser und in der Luft, wozu noch die mittelbaren Verkehrsmittel, das Meldewesen mit und ohne Draht, kommen.

Der Landverkehr benutzt Straßen und Eisenbahnen, wobei die Brücken beiden zugerechnet werden. Daß Fußgänger und Wagen durch Wind, Regen und Schnee behindert werden, ist allbekannt. Schon ein Wind der Stärke 5 (S. 53) wird beim Gehen beschwerlich; über 8 hinaus kommt der Fußgänger kaum noch fort und kann ebenso wie Wagen umgeworfen werden. Deshalb ist es z. B. den Droschken in Marseille bei Mistral (S. 27) und in Triest bei Bora verboten, am Hafen oder in Straßen mit Kanälen zu fahren, da Droschken mit Insassen in das Wasser gestürzt wurden.

Wolkenbrüche und Schneemassen können arge Verkehrsstörungen hervorrufen, erstere durch Überschwemmungen und Unterspülungen der Wege und Brücken, letztere durch Aufhebung des Verkehrs und in Gebirgen durch Lawinen, die Straßen, Häuser und Wälder fortreissen. Gegen Überschwemmungen, die große Landstrecken betreffen, kann man sich durch rechtzeitige Vorhersage (S. 77) und durch Staubecken zum Auffangen des von den Bergen herabstürzenden Wassers schützen. Örtliche Überschwemmungen durch Wolkenbrüche lassen sich aber leider noch nicht vorhersagen, ebenso wie manche Schneefälle, die ungewöhnlich stark, aber örtlich beschränkt auftreten, während vor ausgedehnten leichter zu warnen ist. Als Wolkenbruch kann man in Norddeutschland einen Regenguß mit mindestens 50 mm Wasserhöhe in einer Stunde und mit mindestens 70 mm in zwei Stunden ansehen. Sie gehören zur höheren Gewalt (s. S. 142). Ein Schneefall von 10 cm verlangt schon den Straßenverkehr; von 30 cm an aber hindert er ihn ganz für gewöhnliche und Straßenbahnwagen — nur Kraftwagen vermögen dann noch zu fahren.

Die Wassermassen bei starken Regengüssen führt man in Ortschaften durch Kanäle ab, die aber nur so weit gemacht zu werden

brauchen, daß sie den Durchschnitt der jährlichen Höchstmengen, nicht aber die überhaupt jemals vorgekommene fassen¹, denn das wäre ebenso verschwenderisch, als wenn die Eisenbahn so viele Wagen anschaffen wollte, wie für den größten überhaupt einmal vorgekommenen Verkehr nötig waren. Der Schnee erfordert aber Beiseiteschaffen durch Schneepflüge oder Abfuhr. Beides verursacht Kosten, in Berlin im Durchschnitt von 25 Jahren jährlich 311000 Mark für Abfuhr und 86800 Mark für Hilfskräfte, im Winter 1906/07 sogar entsprechend 1231000 und 263000 Mark, besonders durch den Schneefall vom 31. Januar 1907 mit 40 cm Schneedecke. Bei Schneewetter und Glatteis werden in Berlin die Postkästen oft 10—15 Minuten früher geleert, um den Anschluß an die Postzüge zu erreichen.

Bei den Kraftwagen seien nur zwei Einflüsse des Wetters erwähnt. Sollen sie als Eilgut versandt werden, so wird, um sie in betriebsfertigem Zustand zu erhalten, das Wasser aus den Zylindern gewöhnlich nicht abgelassen, wohl aber bei starkem Frost, da das gefrierende Wasser die Zylinder sprengen und Schäden von 1000 Mark entstehen kann; durch rechtzeitige Frostansage wäre er zu vermeiden. Auch der Luftdruck spielt beim Kraftwagen und ebenso beim Luftschiff eine wichtige Rolle, denn je größer er ist, um so dichter ist das Gas im Explosionsmotor und um so größer ist die Leistung. Der Motor verliert in 800 m Höhe schon 10 v. H. seiner Leistung, in 1750 m 20 v. H., in 2800 m 30 v. H. usw.; solche Beträge sind beim Befahren der Alpenpässe (z. B. Stilfser Joch 2760 m Höhe) von großer Bedeutung.

Die Eisenbahn kann ebenfalls vielfach zeigen, wie sie vom Wetter beeinflußt wird. Daß die Bahndämme durch starke Regenfälle leiden oder gar fortgerissen werden können, braucht nur erwähnt zu werden; weniger bekannt ist aber, daß der Kies, wenn er feucht ist und dann gefriert, die Schwellen und damit die Schienen hebt und verschiebt.

Glatteis kann das Befahren von Steigungen unmöglich machen oder doch bei elektrischen Bahnen die Stromentnahme von der Stromschienestellenweise unterbrechen. Selbst Festfrieren des ganzen Zuges ist bei Schneewetter schon vorgekommen. Zu Weihnachten 1906 mußte auf dem Ullhalter Bahnhof zu Berlin ein Zug mit Fackeln losgetaut werden, da man damals

¹ Ausführlicher in meinem Buch: Das Reich der Wolken und Niederschläge S. 107 (diese Sammlung Bd. 68).

für die Räder statt der nicht gefrierenden Winterschmiere noch Sommerschmiere verwandte. Fällt viel Schnee, oder wird er vom Winde in Bahneinschnitte getrieben, so können ernste Verkehrsstockungen eintreten; blieben doch bei dem Schneesturm im April 1903 ein Zug drei Tage lang, zu Weihnachten 1886 überhaupt 334 Züge auf freier Strecke liegen. Deswegen hat man allerlei Schutzmaßregeln getroffen, vom einfachen Zaun bis zum Schneetunnel, dessen Holzdach durch Lawinen oder Schneewehen besonders gefährdete Stellen überdeckt. Auch zu anderen Hilfsmitteln zwangen die zarten und doch so starken Schneeflocken, wie zum Bau der Schneepflüge, die besonders in Nordamerika verbreitet sind, wo der eisige Blizzard in kürzester Frist riesige Schneemassen aufhäuft. Leicht setzt sich der Schnee zwischen die Weichen und gibt Anlaß zu Entgleisungen; gleich schlimme Folgen können auch durch das Festfrieren der Weichen entstehen. In Russland besteht deswegen für die Eisenbahnen ein besonderer Schneemeldedienst.

In nördlichen Ländern (Sibirien) müssen Vorsichtsmaßregeln gegen das Einfrieren des Wassers für die Lokomotiven in den Stationsbehältern getroffen werden. Da anderseits wegen der großen Trockenheit in der Sahara Speisewasser überhaupt nicht zu haben wäre, ist an eine Dampfbahn von Algerien nach dem Sudan nicht zu denken; Sandstürme würden oft die Bahn verwehen und die Achsenlager verderben. Wegen der blendenden Sonne haben die Personenwagen in Uganda grüne Scheiben.

Für die Betriebsmittel selbst kommt zunächst der Luftwiderstand an der Stirnseite der Lokomotiven in Frage, weshalb man die Versuchsmaschinen bei den Schnellfahrten vorn zugespitzt und alle hervorragenden Teile vermieden hat; Fahrt mit dem Winde spart Kohlen. Gegenwind verzögert auf Verschiebebahnhöfen das Ablaufen der abgestoßenen Wagen, besonders solcher mit großen Flächen und wenig Gewicht, so daß Nachläufer mit ihnen heftig zusammenstoßen und sich beschädigen.

Wird der Sturm sehr stark, so kann er Wagen treiben und dadurch schwere Zusammenstöße herbeiführen oder sie sogar aus den Schienen werfen. Brücken können durch Stürme von ihrem Lager abgehoben und verschoben werden; deshalb hat man sie auf der deutschen Schanungseisenbahn mit Bolzen verankern müssen. Der Umturz der riesigen Tay-Brücke bei Edinburg 1879, gerade als ein Zug sie passierte, ist noch in Vieler Gedächtnis.

Die Schnellfahrten werden schon aus meteorologischen Gründen eine gewisse Geschwindigkeit wohl kaum überschreiten, denn bereits bei leichtem Nebel kann der Lokomotivführer bei 120 km Geschwindigkeit die Signale nicht rechtzeitig erkennen. In London darf im Winter wegen häufigen Nebels nicht auf pünktliches Eintreffen der Vorortzüge gerechnet werden, weshalb viele Verkäufer im Geschäftshause selbst wohnen.

In Eisenbahntunneln kann die Durchlüftung bei günstigen Verhältnissen allein durch Witterungsgegensätze hervorgerufen werden. Beim St. Gotthardtunnel bewirken die Luftdruckunterschiede nördlich und südlich der Alpen einen kräftigen Luftzug, während beim Arlbergtunnel die Wärmeunterschiede und die dadurch verschiedene Hebung der Luftschichten im Ost und Westtale in dem Tunnel nachts und früh Ostwind, nachmittags Westwind hervorrufen.

Bei der elektrisch betriebenen Untergrundbahn in London stürzte gerade vor der Eröffnung bei sehr starkem Regen so viel Wasser in den Tunnel, daß Kurzschluß entstand und infolge der Zerstörungen die Eröffnung um mehrere Wochen verzögert wurde. Schon die Beseitigung des gewöhnlichen Regenwassers in solcher Tiefe macht besondere Vorrichtungen nötig.

Sowohl bei den Eisenbahnschienen, wie bei denen der Straßenbahn muß auf die Ausdehnung durch die sommerliche Hitze Rücksicht genommen werden, denn bei Schwankungen zwischen $+50^{\circ}$ und -25° , wie sie bei uns vorkommen können, muß auf 1 m der Spielraum 0,81 mm sein; über 15 m Schienelänge werden die Lücken zu groß, weshalb man nur in Tunneln bis zu 18 m geht. Bei den Straßenbahngleisen können die Lücken fortbleiben, weil sie sich wegen der Einbettung nicht so stark erhitzen als freiliegende Schienen. Dennoch aber blieben im Juli 1905 durch die ungewöhnliche Hitze in Berlin bei den Gleisen mit unterirdischer Stromzuführung die Stromabnehmer der Wagen stecken, weil die Rillen durch die Ausdehnung und Einbiegung der Schienen von 30 mm auf 20 mm verengt wurden; an anderen Stellen verbogen sich die Schienen nach außen und schoben das Asphaltplaster faltig zusammen. Auch wurde dieses Pflaster stellenweise so weich, daß Lastwagen festklebten und nur durch sechs vorgespannte Pferde bewegt werden konnten. Ebenso führt man die Entgleisung eines Eisenbahnzuges in England am 26. März 1907 darauf zurück, daß sich die Schienen in einem ost-

westlichen Erdeinschutt nach Frost am Morgen durch Sonnenschein erwärmt und ausgebaucht hätten. Bei Kälte dagegen wird das Eisen spröder, weshalb dann Schienenbrüche vorkommen.

Von dem Verkehr zu Wasser betrachten wir zunächst die Binnenschiffahrt. Bei ihr kommt neben dem Winde ganz besonders der Niederschlag und die Kälte in Betracht. Wenn es zu viel regnet, ist die Schiffahrt ebenso behindert, als wenn es zu wenig regnet; im ersten Fall kann die Strömung zu stark oder die freie Brückenöffnung zu niedrig werden, im anderen Fall gerät der Kahn aufs Trockene, wie es bei der Dürre 1904 vielfach geschah. Aber es genügt auch schon, daß der Wasserstand etwas sinkt und die Ladefähigkeit abnimmt, um recht fühlbare Störungen im Verkehr und Handel hervorzurufen. 1911 sollte deshalb schon die Elbschiffahrt eingestellt werden, als Niederschlag vorhergesagt und deshalb der Beschuß zurückgenommen wurde. Als ferner bei der Rheinüberschwemmung im Februar 1909 Frost eingetreten war, wurde Tauwetter angesagt und dadurch viel Geld für Eisbrechen erspart. Bromberger Holzhändler beziehen die Wettervorhersage, um stets zu wissen, ob Holzflößen möglich ist. Am Mittelrhein richten sich Schiffahrt und Frachtschlüsse nach dem Wasserstand zu Caub, den die Wetterdienststelle meldet.

Die Dampfschiffahrt auf dem Meere ist zwar im großen und ganzen vom Wetter unabhängig, insofern sie von der treibenden Kraft des Windes keinen Gebrauch macht, aber selbst die modernen Riesendampfer, die „Windhunde des Ozeans“, werden von der Faust des Sturmes gewaltig geschüttelt und bisweilen so arg gehemmt, daß sie nicht bloß um Stunden, sondern um Tage später eintreffen. Indessen können auch stetig wehende, mäßiger Winde den Schiffsverkehr hindern, besonders durch das Heranführen von Eisbergen an die Schiffsroute (vgl. S. 101).

Solange die Schiffe an der Küste sind, können ihre Führer sich nach den Sturmwarnungen richten, die seitens der Seefahrtsinstitute durch besondere Signale verbreitet werden. In den Vereinigten Staaten hat in sechs Jahren kein schwerer Sturm das Land betreten, der nicht vorher gemerkt wurde; dort wird der Nutzen dieser Warnungen so hoch geschätzt, daß der Verlust an Menschen und beweglichen Gütern höchstens 25 v. H. von dem beträgt, als er ohne solche Warnungen sein würde. Da der Wert der dort täglich auf Schiffen befindlichen Ware auf über 50 Mill.

Dollar geschätzt wird, so machen sich die jährlichen Kosten des Wetterbureaus von etwas über 1 Million Dollar reichlich bezahlt; ja Versicherungssachverständige bemessen den Nutzen des Wetterdienstes für Ackerbau, Handel und Industrie jährlich auf mehr als 20 Millionen Dollar. Sturm erhöht die Kosten durch Kohlenverbrauch, Abnutzung der Maschinen, Schiffsschäden, während Seefrankheit der Reisenden Ersparnisse am Essen bringt.

Ebenso wichtig ist aber auch der Nutzen, den die Segelschiffahrt seit Maury (s. S. 50) aus der Erforschung der Windverhältnisse über den Ozeanen zog. Durch die von den Großschiffahrt betreibenden Staaten herausgegebenen Segelanweisungen ist es gelungen, die Fahrten bis um 25 v. H. und mehr abzukürzen. Der regelmäßige Wechsel des Südwest- und Nordostmonsuns in den indisch-afrikanischen Gewässern hat schon früh dazu geführt, daß sich zwischen Indien, Arabien und Ostafrika ein regelmäßiger Segelschiffsverkehr herausbildete; er besteht z. T. noch heute und zeigt sich in unerwünschter Weise in dem großen Einfluß der Inder und Araber auf den Handel Ostafrikas, besonders in Sansibar und Deutsch-Ostafrika.

Zu den Seeverkehrsmitteln gehören auch die Leuchttürme, deren Sichtweite von der Klarheit der Luft abhängt. Das zeigt eigenartig der Helgoländer Leuchtturm, dessen Blinkfeuer gewöhnlich 45 km, bei zunehmender Feuchtigkeit aber bis zu 90 km, d. h. bis zu den nordfriesischen Inseln und zur Elbmündung hin, sichtbar ist. Deshalb gilt dort das Aufblitzen seines Feuers als Regenvorzeichen. Anderseits benutzen die Dampfer, um auch nachts durch die nichtbeleuchtete Enge in den See von Maracaibo (Venezuela) einzusteigen zu können, die starken Blitze der tropischen Regenzeit und nennen sie „Leuchtturm von Maracaibo“.

Der Luftverkehr ist zwar noch nirgends zur ständigen Einrichtung geworden, aber er hat in diesem Weltkriege eine so ungeahnte Bedeutung erlangt, daß seiner wenigstens kurz gedacht sei. Wenn auch die Eigengeschwindigkeit der Luftschiffe und Flugzeuge groß genug geworden ist, um jetzt Gewittern ausweichen zu können, so ist doch die Aussicht auf Mit- oder Gegenwind so wichtig, daß mancher Flug unterbleibt, wenn Gegenwind angesagt ist, vor allem bei der Rückkehr aus Feindesland. Hat das Flugzeug z. B. eine Geschwindigkeit von 20 m in der Sekunde, also von 72 km in der Stunde, so legt es bei Wind von 10 m mit ihm 108 km und gegen ihn nur 36 km in der Stunde zurück.

Bei Seitenwind tritt Abtreiben vom Wege ein, das bei Unsichtigkeit oder der Nähe neutraler Staaten verhängnisvoll werden kann. Dann ist auch das Einbringen der Luftschiffe in die Halle schwierig. Besonders unangenehm sind Wirbel und ab- oder aufsteigende Luftströme (Luftlöcher), an deren Grenze das Flugzeug plötzlich abstürzt oder hochgerissen wird.

Die mittelbaren Verkehrsmittel, das Meldewesen mit und ohne Draht, stehen gleichfalls in erheblichem Maße unter dem Einfluß des Wetters. Rein äußerlich leiden schon die Drähte durch Stürme und noch mehr durch Schnee, Rauhreif und Eisanhang. Durch Schnee werden die Drähte schwer belastet, sowie ihre Fläche und damit der Winddruck vergrößert, ebenso wenn sich Rauhreif ansetzt oder überkalteter Regen an ihnen zu Eis erstarrt. So wuchs ein Draht durch solchen Eisanhang von 4 auf 38 mm Dicke an. Meist tritt in solchen Fällen Draht- und Gestängenbruch auf weiten Strecken ein. Ebenso beeinflußt die Wärme die freihängenden Drähte sehr stark; ein Fernsprechdraht aus Bronze von 3 mm Dicke und 2400 m freier Spannweite über einem Fluß hatte einen senkrechten Durchhang von 40 m im Winter und von 50 m im Sommer, so daß 10 m auf Wärmeschwankungen kamen.

Besonders gefährdet sind die Drahtleitungen durch elektrische Entladungen bei Gewittern. Teils deshalb, besonders aber um die Menschen zu schützen, wird, sowie ein Gewitter droht, das Fernsprechen ganz eingestellt. Im allgemeinen fallen allerdings auf den Blitzschaden im Amt nur rund 10 v. H., auf die äußeren Anlagen etwa 90 v. H. und davon fast die Hälfte auf die Stangen. Der Fernsprecher selbst gibt schon durch sein Knistern eine Warnung aus, denn je größer die Gewittergefahr, um so stärker ist das Knistengeräusch, so daß man es meterweit hören und nicht mehr durchsprechen kann. Bei schönem Wetter vernimmt man leises Summen, bei regnerischem dumpfes Bransen, bei heftigen Niederschlägen zischendes Pfeifen.

Eine andere noch nicht geklärte Frage ist die, ob die oberirdischen Fernsprechleitungen den Städten Schutz gegen Blitzeschläge gewähren oder nicht. Wahrscheinlich ist er immerhin, denn die Leitungen sorgen sicherlich für Verteilung und Abnahme der elektrischen Spannung, ebenso wie die Blitzableiter der Gestänge. Man wird, worauf Verfasser vor mehr als zehn Jahren zuerst hinwies, sich hierüber ein Urteil bilden können, sobald alle Leitungen in die Erde verlegt sein werden.

Neuerdings hat ferner das Funken — das drahtlose Fernsprechen ist noch im Entstehen begriffen — außerordentliche Bedeutung erlangt. Dabei hat man auch schon die Erfahrung gemacht, daß es vom Wetter stark abhängig ist und zwar nicht nur, weil z. B. der erste Nauener Funkenturm vom Sturm umgeworfen wurde, sondern täglich in bezug auf die Reichweite. Vor allem durchlaufen bei der Reichweite von 5000 km und sogar mehr die elektrischen Wellen sehr verschiedenes Wetter, so daß der Einfluß des einzelnen nicht rein hervortritt. Die Störungen nehmen zu mit wachsender Durchsichtigkeit der Luft, mit größerem Feuchtigkeitsgehalt und mit abnehmender Bewölkung, dagegen mit Vermehrung der Haufenwolken und der Gewitter, wohl weil bei beiden die Luft aufsteigt. Nebel ist günstig. Luftdruck, Wärme, Wind und Niederschlag haben so gut wie keinen Einfluß.

Von der Wirkung des Wetters auf Verkehr und Verkehrsmittel wird in erster Linie der Handel beeinflußt. Außer der Frage aber, ob der Versand schneller oder langsamer erfolgt oder ob er ganz gehindert ist, kommt ebenso in Betracht, wie die Ware während der Beförderung durch das Wetter leidet.

Wichtig sind namentlich alle Schwankungen der Wärme und zwar so wichtig, daß für viele empfindliche Güter Wärme- und Kälteschutzmittel frachtfrei mitbefördert werden. Hitze verdorbt Fleisch, Eier, Obst, Blumen; Fett und Butter läuft aus den Fässern; viele chemische und sonstige Flüssigkeiten (z. B. Tinten) zersezten sich. Ist die Hitze noch mit großer Trockenheit gepaart, so wird Holz und Leder geschädigt, durch große Schwüle Obst, namentlich Pflaumen. Noch beträchtlicheren Schaden richtet aber Frost und Tauwetter an. Gefrorene Feldfrüchte, die schnell auftauen, sind meist wertlos, während langsames Auftauen noch manchen Verlust verhüten kann. Bei vielen Waren kommt es daher sehr darauf an, zu wissen, ob Frost bevorsteht oder nicht; denn danach wird man einerseits den Versand ausführen oder unterlassen, anderseits geeignete Schutzmaßregeln treffen. Es bedarf dabei aber oft nicht einmal einer Vorhersage, sondern vielfach genügt schon rechtzeitige Nachricht seitens des Empfängers über die augenblickliche Witterung bei ihm an den Absender; das gilt z. B. für den Blumenhandel der Riviera mit Deutschland, zumal die Alpen eine wichtige Wetterscheide bilden. Wenn man im Winter 1905/06 zu Berlin nur drei Tage vorher gewußt

hätte, daß auf den Fluren Frost schnell Regen und Tauwetter folgen würde, so hätte man, statt das Eis fester werden zu lassen, sofort mit der Eisernute begonnen. Dann wäre dem deutschen Eis-handel ein Verlust von über 1 Million Mark erspart worden.

Von der Feuchtigkeit der Luft hängt in hohem Maße der Zustand der Ware ab. Für die Aufbewahrungsräume sind Messungen der Luftfeuchtigkeit wichtig, z. B. erfordern Bücher, Zuckerwaren trockene, Hülsenfrüchte feuchte Lagerstätten; Tabak leidet sehr bei großer Trockenheit, Papier, Salz bei Feuchtigkeit. Auch Wolle bedarf nicht zu trockener Luft; als einmal ein Schuppen mit Oberlicht zum Lagern von Wolle benutzt wurde, schien die Sonne stark hinein und trocknete die Luft darin so aus, daß eine besondere Befeuchtungsvorrichtung notwendig wurde. Noch mehr sind die Waren aber den Einflüssen der Niederschläge zu entziehen, vor allem Kleiderstoffe, Bilder, Mehl, Farben, Pappe, Holz, Obst usw.

Große Bedeutung hat das Wetter auch für den Gastwirtsbetrieb, denn bei schönem Wetter sind die Gartenlokale, bei schlechtem die geschlossenen Wirtschaften stark besucht. Schönes Wetter gestattet Gartenfeste, plötzlich eintretender Regen vernichtet die Ausschmückungen, vermindert die Einnahmen und setzt die Speisevorräte dem Verderben aus; deshalb beziehen viele Gastwirte die Vorhersagen. Kühles Wetter verringert den Bierabsatz beträchtlich und damit die Steuerkraft der Brauereien und der Gastwirte; so hatte der kühle regnerische Sommer 1907 viele Gastwirte veranlaßt, Steuernachlaß zu erbitten. Auch die Kellner, Musiker und Pächter der Tanzsäle leiden dann merkliche Einbuße. Ebenso werden durch einen verregneten Sommer die Kurorte und zugleich auch die Eisenbahnen und sonstigen Verkehrsmittel in den Wandegegenden schwer geschädigt. Dass aber schönes, trockenes Wetter auch schaden kann, lehrte der Sommer 1911; da schmolzen die Gletscher und wurden Eiswanderungen gefährlicher; die bloßgelegten Felsen gaben Steinschlag; Matten lockerten sich durch Trocken der Unterlage; selbst das reichere Sprühen der Blumen ergab mehr Unfälle bei ihrem Suchen.

Warmes Wetter im Frühling veranlaßt lebhaften Einkauf von Sommerkleidern, Strohhüten usw., so fragte eine Strohhutfabrik an, welche Provinzen die meisten warmen Tage haben, um danach die Bereisung durch Geschäftsvertreter einzurichten; kalter Frühling dämpft die Einkaufslust. Ein schlechter Sommer fördert den Absatz von Schirmen, Gummischuhen, Regenmänteln usw.

und gibt Droschken und sonstigen Mietwagen guten Verdienst. Bei kühlem Herbst freuen sich die Kürschner und Eisenwarenhändler, weil dann die Nachfrage nach Pelzen und Schlittschuhen wächst; Eisbahnen werden leichter verpachtet; der vorsichtige Hausvater aber legt mehr Geld in Heizstoff an. Ausstellungen hängen fast ganz von der Kunst und Ungunst des Wetters ab; jedoch auch den ausgestellten Gegenständen kann in leichtgebauten Hallen durch Regen oder Sturm beträchtlicher Schaden zugefügt werden. Kurz, fast jedes Handelsgebiet steht in der einen oder anderen Beziehung zum Wetter.

Ubrigens haben es eine Reihe von Kaufleuten gut verstanden, nicht bloß ihre Einkäufe nach dem jeweiligen Wetter zu stellen, sondern dieses selbst der Aupreisung dienstbar zu machen. So sollen Thermometer mit schwarz gefärbtem Alkohol eine bestimmte Tintensorte empfehlen; andere Geschäfte lenken durch gewöhnliche meteorologische Instrumente die Blicke auf die ausgestellten Waren. Zu gleichem Zweck hängen Kaufleute die amtlichen Wettervorhersagen im Schaufenster aus. Verkäufer von Sportartikeln, besonders für den Winter (Schneeschuhe, Rodelschlitten usw.), sowie die Veranstalter der Hörnerschlittenfahrten lassen sich täglich Drahtberichte über das Wetter und die Schneedecke im Gebirge kommen. Vor einem Schirmladen zu Rustschuk in Bulgarien sah Verfasser vier Regenschirme (aus Blech) so befestigt, daß sie sich bei Wind im Kreise drehten und dadurch die Vorübergehenden zum Hinsehen veranlaßten.

Auch die Börse hängt oft vom Wetter ab, so namentlich, wenn für eine Haupthandelsware, wie Getreide, Wolle, Baumwolle, ungünstige Wetternachrichten einlaufen, weil dann sofort die Kurse sinken. Bei Schneestürmen, z. B. dem Blizzard in Nordamerika, können viele Börsenmänner überhaupt nicht kommen und sind auch wegen Bruch zahlreicher Drahtleitungen ohne Handelsnachrichten. Dort ist sogar von Spekulanten und besonders von Güterverkäufern wiederholt versucht worden, die amtlichen Berichte über Hitze oder Frost, Stürme oder Erdbeben durch Geld zu unterdrücken; ging der Beamte nicht darauf ein, so griff man zur Gewalt.

6. Gerichtliche Meteorologie.

Während es schon seit langem eine gerichtliche Medizin mit umfangreichen Lehrbüchern gibt, hat sich, abgesehen von wenigen

Ausnahmen wie Lombroso, eigentlich erst etwa in den letzten zwei Jahrzehnten in Richterkreisen allgemein die Erkenntnis durchgerungen, daß für viele Entscheidungen die Kenntnis des jeweiligen Wetters wichtig und oft ausschlaggebend ist. Deshalb habe ich bei Vorträgen darüber vor den Richtern des Kammergerichtsbezirkes 1911 den Ausdruck gerichtliche Meteorologie eingeführt und ihren Umfang dargelegt. Allerdings hat schon früher die Verbrechenzählung gelehrt, daß gewisse Vergehen mit den Jahreszeiten wechseln, so daß eine Wirkung des Wetters vorliegen muß. Die höhere Wärme im Sommer erregt und reizt zu Streit, Gewalttätigkeiten und Unsitthkeitsverbrechen, wozu größerer Durst und vermehrter Alkoholgenuss ungünstig beiträgt. Im Winter tritt regelmäßig in manchen Gewerben Arbeitslosigkeit ein — so bei den Bauarbeitern; rechtzeitig sparsam sind leider nur wenige, und so treibt manchen die Not zum Diebstahl. Andere hält im Sommer noch die Feldarbeit von den Städten fern, ebenso die Möglichkeit, im Freien zu nächtigen; zum Winter gehts dann in die warme Stadt, wo ohnehin Arbeitsmangel besteht, und auch hier macht Not zum Diebe. Im Winter sind die Verhaftungen weit größer als im Sommer, und vorwiegend handelt es sich dabei um Bettler.

Sind nun Vergehen irgendwelcher Art begangen, so kommt es bei gerichtlichen Verhandlungen häufig zu Erörterungen über das stattgehabte Wetter. Sehr oft widersprechen sich dabei die Zeugen, und es muß dann die nächste Landeswetterstelle um amtliche Auskunft ersucht werden. In der Regel kann sie auch helfen, denn in ihren Archiven werden sorgfältig alle Beobachtungen, viele Jahrzehnte zurückreichend, gesammelt; auch sind die Gelehrten dort durch wissenschaftliche und praktische Erfahrung selbst dann, wenn der Ort der Tat fern von einer Beobachtungsstation liegt, imstande, mehr oder weniger sichere Schlüsse auf das Wetter an jenem Orte zu ziehen. Kann aber der befragte Wetterkundige keine bestimmte Ansicht über das Wetter am Tatort gewinnen, so wird er sich wohlweislich hüten, etwas auszusagen, sondern die Beantwortung als unmöglich ablehnen. Er steht ja immer unter dem schwer lastenden Bewußtsein, daß von seiner Aussage unter Umständen das Leben des Beklagten abhängt.

Ein solches Ablehnen ist aber doch äußerst selten; fast immer kann entweder eine genaue Auskunft gegeben oder ein bestimmtes Wetter als so wahrscheinlich festgestellt werden, daß dadurch

gegenteilige Aussagen nicht mehr in Frage kommen und die Rechtslage wesentlich geklärt erscheint. So kam ein höherer Gerichtsbeamter in den Verdacht, im Spätherbst früh um 3 Uhr einen Raubanfall begangen zu haben, weil ihn eine alte Frau zu dieser Zeit beim Tatort gesehen haben wollte; es konnte aber ganz trübes Wetter ohne Mondschein als äußerst wahrscheinlich hingestellt werden, wobei es ausgeschlossen war, einen Menschen in der fraglichen Entfernung zu erkennen; der Verdächtigte wurde sofort freigelassen. Bei einem Mord behauptete längere Zeit nachher ein Zeuge, an den Fußspuren im Schnee eine bestimmte Person erkannt zu haben; es erfolgte zunächst Verurteilung. Aus dem Zuchthaus heraus bat der Gefangene ein Wetteramt um Bescheinigung, daß um die Zeit des Mordes gar keine Schneedecke vorhanden gewesen wäre — was in der Tat bestätigt werden konnte; das Verfahren wurde wieder aufgenommen. „Sind Schneespuren bei geringer Kälte entstanden, so wird der Schnee unter Sohle und Absatz gedrückt, so daß er da bei Kälte eisartig zusammenfriert; beim Tanzen bleiben diese Stücke noch lange“ (Groß). In einem Ehescheidungsprozeß behauptete die Gattin, um Besuche bei ihrem Geliebten zu verheimlichen, daß sie an bestimmten Tagen das Kind im offenen Wagen spazieren gefahren habe; der Gatte wies aber nach, daß es an allen diesen Tagen geregnet hatte, und die Ehe wurde geschieden. Ein herrschaftliches Fuhrwerk überfuhr eine Frau, und der Besitzer behauptete, daß das Pferd auf dem durch Regen schlüpfrigen Boden nicht zurückgehalten werden konnte; es wurde aber trockenes Wetter festgestellt und der Besitzer verurteilt.

Anderen Sachverständigen gegenüber ist der Meteorologe infolfern im Vorteil, als der Täter auf keine Weise mehr die Kennzeichen verwischen oder beseitigen kann, denn ohne etwas von der Tat zu wissen, schreiben vor und nach, oft auch bei der Tat die Beobachter rings um den Tatort alles auf, was später zur Überführung des Täters dienen kann.

Bei Unfällen handelt es sich in der Regel um Schadensersatzansprüche gegen Private oder Versicherungsgesellschaften und Berufsgenossenschaften. Unter den Klagen gegen Private sind Verletzungen durch Hinfallen sehr häufig, wobei stets behauptet wird, es sei an der betreffenden Stelle Glatteis gewesen und entgegen der polizeilichen Vorschrift kein Sand gestreut worden. Dabei ist zwischen Glatteis und Glätte zu unterscheiden. Glatteis

entsteht erstens, wenn überkalteter Regen beim Aufschlagen auf feste Gegenstände (Erboden, Geländer usw.) gefriert, zweitens wenn Regen (oder sehr nasser Nebel) auf gefrorenen Boden fällt und dort gefriert, und drittens, wenn Schnee getaut war und durch Ausstrahlung oder eisigen Wind wieder gefror; Glätte entsteht, erstens, wenn Schnee durch Festtreten glatt wird, zweitens, wenn hingegossenes oder vom Dach getropftes Wasser auf kaltem Boden gefriert (ähnlich der zweiten Glatteisursache), drittens, wenn naßgewordenes Pflaster durch eisigen Wind mit einer Eishaut überzogen wird. Regnet es bei Glatteisbildung weiter, so friert der gestreute Sand ein und die Gefahr bleibt trotzdem bestehen.

Berufsgenossenschaften werden ganz besonders bei Hitzschlägen und auch bei Erfältungen infolge Naßwerdens oder lebhaften Windes für Krankengelder und Renten in Anspruch genommen. Die Auskunft hat dann nicht bloß die Wärme, sondern auch die Luftfeuchtigkeit und Windstärke zu berücksichtigen, was oft übersehen wird.

Eine sehr große Gruppe von Streitfällen bilden Schäden der Waren bei der Versendung, doch ist darüber schon (S. 136) gesprochen worden. Einige eigenartige Fälle indessen verdienen noch Erwähnung. Ein mit Balken beladener Eisenbahnwagen brach unterwegs zusammen; die Verwaltung verlangte außer Schadenersatz noch einen Zuschuß zur Frachtgebühr, weil der Wagen überladen worden sei. Der Verlagte legte aber eine Auskunft vor, wonach es unterwegs geregnet hatte und das Holz durch Nässe schwerer geworden war. Ganz ebenso brach in Nürnberg 1912 ein Gerüst zusammen, weil daraufliegende Sand- und Zementsäcke durch Regen zu schwer wurden. Bei einem großen Versand von Wolle stimmte zwar das Gewicht bei der Ankunft, doch fehlte von den 80 Ballen einer; tatsächlich war er gestohlen worden, aber die Wolle hatte unterwegs künstlich oder natürlich gerade soviel Feuchtigkeit aufgenommen, daß das Gewicht wieder ausgeglichen wurde. Dieses Betrugsverfahren ist bei Zucker-, Salz- und Mehlverfrachtung, namentlich auf dem Wasserwege, beliebt; umgekehrt wird gern ein Fehlbetrag bei Zucker oder Salz durch Auslaugung der Säcke infolge Regens und Mindergewicht bei Kohlen durch zu trockenes Wetter erklärt. Eine Sendung Apfels, die Kläger auf dem Baume gekauft hatte und die Beklagter pflücken sollte, kam schlecht an; Kläger meinte, jener habe sie einfach geschüttelt, während nach dem Beklagten der Sturm viele

herabgeworfen und beschädigt habe. Die Auskunft lautete aber auf nur mäßigen Wind.

Oft entstehen Streitigkeiten über die nicht rechtzeitige Fertigstellung von Arbeiten, z. B. Erdarbeiten, Hausbau usw.; in letzterem Fall handelt es sich meist um Regen (z. B. bei Dachdeckerarbeiten) oder um Frost. Da das Erhärten des Mörtels durch Frost gestört wird, so verbieten polizeiliche Verordnungen das Mauern bei -4° C (manche bei -2° R) und darunter, falls nicht chemische Zusatzmittel das Mauern auch bei größerer Kälte gestatten. Als einem Bauherrn das Geld ausging, behauptete er, um vom Vertrage mit dem Maurermeister loszukommen, daß dieser ohne Grund öfter nicht habe mauern lassen, doch konnte letzterer durch eine Auskunft nachweisen, daß an den betreffenden Tagen strenges Frostwetter geherrscht hatte. Ein Erddamm wurde in der vereinbarten Zeit nicht fertig, der Besteller behauptete: wegen Nachlässigkeit des Unternehmers; letzterer zeigte aber, daß infolge wiederholter starker Regengüsse Dammrutschungen erfolgt waren. Ein Schiffer erklärte sein spätes Eintreffen am Bestimmungsort dadurch, daß er wegen häufigen Regens nicht schneller habe laden können; die Wetterbeobachtungen lehrten aber, daß andauernd das schönste Wetter gewesen war.

Schädliches Wetter, das nicht bloß den Durchschnitt weit übersteigt, sondern ungewöhnlich selten, also erfahrungsgemäß nicht alljährlich zu erwarten ist, gilt als höhere Gewalt (S. 129) und rechtfertigt das Ablehnen von Schadenersatz, so wenn ein Wirbelsturm eine vorschriftsmäßig gebaute Wand umwirft oder wenn bei Wolkenbrüchen die städtische Kanalisation versagt und Wasser in die Häuser dringt.

7. Der Einfluß des Menschen auf das Wetter.

Schon aus den Erörterungen über den Rauch (S. 122) ging hervor, daß der Mensch nicht bloß den Launen des Wetters unterworfen ist, sondern es auch beeinflussen kann, allerdings nur in bescheidenem Maße und stets nur auf einem beschränkten Gebiet.

Vor allem kommt dabei die Entwaldung und die Aufforstung in Frage. Dass das Abholzen weiter Landstrecken für eine Gegend verhängnisvoll sein kann, lehrt das Beispiel Dalmatiens und Griechenlands; dort gab es früher ausgedehnte Wälder mit ausgezeichnetem Schiffsbauholz, und jetzt starrt öder Fels den Seefahrer an. Tageshitze und Nachtfühle lassen Schicht

nach Schicht knallend abplatzen, und der unfruchtbare Schutt füllt die Täler und die früher schiffbaren Flüsse auf. Aufforstung ist dort selten möglich, zumal bei steilem Gehänge; solche mit mehr als 15° Neigung sollten überall geschont werden. Freilich werden dort und in Kleinasien die Wälder oft nur niedergebrannt, um bequem Holz Kohle zu gewinnen, die in den Städten verkauft wird.

Im flachlande setzt Entwaldung den Boden dem Winde aus, der den Regen darüber hinwegjagt und durch Zufuhr großer Luftmassen die Verdunstung vermehrt; diese wird auch durch die größere Besonnungsmöglichkeit des Bodens gesteigert, und beides führt zu seiner Austrocknung. Anderseits kann nun der Regen ungehindert eindringen und die löslichen Bestandteile in die Tiefe führen, wo sie sich ansammeln und den Ortstein (Raseneisenerz) bilden. Durch ihn dringt keine Wurzel, und um solchen Boden nutzbar zu machen, muß er mit Dampfpflügen tief aufgerissen werden; es fragt sich aber, ob sich dann nicht wieder Ortstein bildet und Aufforstungsversuche, wie in der Lüneburger Heide, vergebens sind. Gerade die Regenmessungen in dieser Heide führt man gern als Beispiel dafür an, daß mit zunehmender Bewaldung auch der Niederschlag größer wird; doch ist das ein Trugschluß. Bei sehr ausgedehnten Waldungen kann man wohl annehmen, daß nach starkem Regen der Luft durch Verdampfung des Wassers auf den Blättern und am Boden wieder viel Feuchtigkeit zugeführt wird; jedoch kommt sie als Regen dem Walde selbst kaum wieder zugute, sondern wird vom Winde fortgeführt und erhöht die Feuchtigkeit in der Umgebung nur um weniger als 5 v. H. Auch sehr sorgfältige Untersuchungen in Indien haben eine solche Wirkung des Waldes nicht ergeben. Vielmehr wird mit dem Höherwachsen der Bäume ein Regenmesser dort vor dem Winde besser geschützt, so daß mehr Regen in ihn hineingelangt als vorher.

In gleicher Weise kann man von einer Änderung des Wetters bei der Trockenlegung von Seen oder Sümpfen nur dann sprechen, wenn es sich um sehr große entwässerte Flächen handelt. Daß z. B. die Trockenlegung des einen Mansfelder Sees auch nur auf die nächste Umgebung klimatischen Einfluß gehabt hat, hat sich als irrig erwiesen, ebenso wie die Trockenlegung von mehreren Millionen Hektaren der Pripjetkümpfe in Ostpolen.

Umgekehrt kann Bewässerung großer Flächen, wie sie beim Nilstan, bei Talsperren, durch Berieselung ausgedehnter

Obstanlagen in Nordamerika usw. stattfindet, durch erhöhte Verdunstung zur Nebelbildung und damit zum Schutz gegen Nachtfrost, zur Taubildung und zur Erhöhung der Luftfeuchtigkeit beitragen. Allerdings wird sich die Wirkung nur in der jeweiligen Windrichtung geltend machen. Ganz neuerdings wird es interessant sein zu beobachten, wie der seit 1904 durch einen Dammbruch des Coloradoflusses entstehende Saltonsee in Südkalifornien klimatisch die Umgebung beeinflussen wird; im Mai 1907 war er 72 km lang, 15—25 km breit und bis zu 25 m tief. Man hofft allerdings, daß der See bei dem außerordentlich trockenen Klima in 10—15 Jahren wieder verdunstet sein wird.

Handelte es sich bisher um Dauerwirkungen, so sollen im folgenden gelegentliche Beeinflussungen des Wetters geschildert werden, und zwar gilt es dabei immer der Abwehr schädlichen Wetters. In erster Linie ist des Blitzableiters zu gedenken, der, seit Franklin 1749 die ersten Vorschläge zur Errichtung von Blitzableitern machte, eine wachsende Bedeutung gewinnt, besonders seit man erkannte, daß der Blitz nur die Oberfläche des Leiters benutzt, und seit durch Melsens, Findeisen und den Elektrotechnischen Verein in Berlin neue Grundsätze für die vereinfachte Anlage der Blitzableiter aufgestellt wurden.

Andere Arbeiten wollen empfindlichere Gewächse wie Obst, Gemüse, Blumen und namentlich den Wein vor den Gefahren des Nachtfrostes (s. S. 90 und 119) schützen, indem man durch Rauch künstliche Wolken erzeugt oder durch Latten oder Segeltuchdächer (in Californien) die Ausstrahlung der Wärme des Erdbodens und der unteren Luftschichten verhindert. Diese Vorrichtungen machen sich indessen nur bei hochwertigem Obst, Süßfrüchten und Wein bezahlt.

Eine dritte Gruppe von Versuchen zur Abwehr ungünstiger Witterung bilden die Verfahren gegen Dürre durch künstliche Regenerzeugung. Ein Regenmacher in Chicago wollte flüssige Kohlensäure verdampfen lassen, wobei soviel Wärme verbraucht wird, daß sich die umgebende Luft stark abkühlt; die zur Abkühlung einer englischen Kubikmeile ($4\frac{1}{6}$ cbkm) Luft um 6° nötige Kohlensäure würde aber mehr als 1000000 Mark kosten und höchstens 7 mm Regen ergeben. Ein zweites Verfahren wollte die Luft zum Aufsteigen, Ausdehnen und Abkühlen durch große Brände bringen; dabei stellten sich die Kosten aber noch höher. Als Utensil gezeigt hatte, daß gesättigt feuchte Luft durch

plötzliche Erschütterung zur Regenbildung gebracht werden könne, ließ Dyrenforth in Texas 1891 und 1892 durch Ballone und Zeitzünder Pulver in der Höhe der Wolken entladen; trotz Regenwolke und trotz der Verwendung von 8 Ballonen, 150 Bomben und 4000 Pfund Rosellith fiel ebenso wenig Regen, als bei zweimaliger Wiederholung des Versuchs mit noch größeren Mitteln. Andere Vorschläge (z. B. Schwefelsäure vom Ballon aus zu verspritzen, um Wasserdampf aufzusaugen — das ergäbe einen Säureregen!) waren einfach unsinnig, und schließlich hörte auch diese Mode, Regen künstlich erzeugen zu wollen, ganz auf. Viel erfolgsicherer veranstalteten schlaue Popen in Rumänien Bittfahrten um Regen erst dann, wenn ihr Barometer ganz tief steht.

Dass Geschützdonner eine Wirkung auf das Wetter, namentlich auf Nebel, habe, ist oft behauptet, aber nie bewiesen worden, höchstens handelte es sich um ein Zusammentreiben der Nebeltropfchen durch den von den Kanonen erzeugten Luftdruck zu größeren Tropfen, die herunterfielen und damit die Luft durchsichtiger erscheinen ließen. Durch Schießen kann trockene Luft niemals feuchter werden. Im Unterhause verlangte 1911 Lord Dalrymple, dass das Schießen mit schweren Schiffsgeschützen an den Küsten nicht immer zur Erntezeit stattfinde, da es dann Regen und Ernteschaden bringe; es wurde ihm aber erwidert, dass z. B. die Nordthemensemündung trotz fast täglichen Schießens sehr trocken sei. Dass jedoch Regen selbst bei dem gewaltigsten Schießen nicht erzeugt wird, hat der Weltkrieg bewiesen, denn trotz der schweren Geschützkämpfe im Westen hatten wir Regen- und Trockenzeiten wie im Frieden. Was aber will dagegen alles Schießen auf Schießplätzen bedeuten!

Bei dem Hagelschießen wollte man indessen weitab von den Geschützen eine Wirkung erzielen. Schon in alter Zeit zogen die Priester beim Herannahen eines schweren Gewitters aufs Feld und beschworen die Lustgeister, dass sie keinen Hagel herabfallen lassen mögen (S. 27); auch errichtete man Wetterkreuze mit drei Querbalken, z. B. in den Alpen, oder suchte durch Glockenläuten die Gefahr abzuwenden. Zahllose Frauen wurden als Hexen verbrannt, wenn sie die Beihilfe bei der Erzeugung des Hagels auf der Folter gestanden. Auf Grund eines missverstandenen Versuches empfahl Apostolle in Amiens 1820, Stangen von 5—6 m mit Messingspitze und herabhängendem Strohseil als Schutzmittel zu verwenden; diese Hagelableiter

fanden ungeheure Verbreitung, verschwanden aber nach zehn Jahren wieder, da sie sich natürlich als nutzlos erwiesen; ab und zu tauchen aber ähnliche Vorschläge auch jetzt noch immer wieder auf.

Eigentümlicherweise hat das 1890 wieder angewandte Witterschießen gegen Hagelwolken auch gerade nur zehn Jahre erlebt. Die ersten Versuche machte der Bürgermeister Stiger in Windisch-Feistritz in Unter-Steiermark; allmählich wurde das Verfahren technisch sehr vervollkommen und verbreitete sich so rasch, daß man Witterschießkanonen von Böhmen bis Italien und von Serbien bis Frankreich auf den Feldern stehen sah. Aus den Kanonen kam nach dem Abschießen ein Rauchring heraus, der sich erweiterte, aber nur bis 450 m merklich war, mithin also die Hagelwolken gar nicht erreichte; der Knall erzeugte nur ganz geringe Schwingungen der Luft, aber keine Luftströmungen. 1907 hat der Leiter des amtlichen Versuchsschießfeldes in Oberitalien in einer Denkschrift das Hagelschießen für zwecklos erklärt.



Sachverzeichnis.

Ablenkungswinkel 64.
 Accademia del Cimento 41, 45.
 Aeronautik s. Luftschiffahrt.
 Ägypten 11.
 Aktionszentren der Atmosphäre 95.
 Altweibersommer 98.
 Aneroidbarometer 89.
 Antipassat 86.
 Antizyklonen s. Hochdruckgebiet.
 Araber 16.
 Arbeitsfähigkeit 112.
 Asiatisches Minimum 98.
 Astrometeorologie 13.
 Aufzorstung 143.
 Azorisches Maximum 95, 98.
 Babylonien 10.
 Ballon 49.
 Barometer 36, 89.
 Bauernpraktik 18.
 Bauernregeln 20, 23.
 Bautchnik 126.
 Beobachtungen, eigene 88.
 Beobachtungsstunden 48.
 Bergobservatorium 49.
 Bewässerung 119, 143.
 Bibel 11.
 Binnenschiffahrt 133.
 Blitzableiter 144.
 Blitzschäden 128, 135, 144.
 Böengewitter 83.
 Börse 138.
 Buch der Natur 17.
 Buys-Ballotsche Regel 67.
 Comfortimeter 108.
 Dampfschiffahrt 133.
 Depression s. Tief.
 Dovesches Winddrehungsgesetz 68.
 Drachen 49.

Düngung 119.
 Dürre 32.
 Eisberge 100, 101, 102, 133.
 Eisbruch 121.
 Eishandel 136.
 Eisenbahn 130.
 Eisheilige 24.
 Elucidarius 16.
 Entwaldung 142.
 Entwässerung 119, 145.
 Erdrehung 62.
 Erhaltungstendenz 93.
 Ernteertrag 120.
 Erratische Minima 76.
 Falb 30.
 Fallgebiete 59, 87.
 Fernsprecher 135.
 Föhn 111.
 Fische 104.
 Forstwirtschaft 121.
 Frost 90.
 Furche 65.
 Funkerei 136.
 Gerichtliche Meteorologie 138.
 Geschützdonner 145.
 Gestrenge Herren 24.
 Gewitter 81, 83, 87, 95, 104, 110,
 124, 128, 135, 144.
 Gewitterfragen 83.
 Gewitternase 83, 85.
 Gewittersack 81.
 Glätte, Glatteis 130, 140.
 Golfstrom 100.
 Gradient 60, 62.
 Griechen 12.
 Grubengase 126.
 Guilberts Regeln 79.

Hagelableiter 145.
 Hagelschießen 145.
 Handel 136.
 Hausform 116.
 Hitzschlag 110.
 Hoch 59.
 Hochdruckgebiete 64, 66, 85.
 Hochwasser 32, 77.
 Höhenstufe, barometrische 63.
 Höhere Gewalt 129, 142.
 Hungersnot 120.
 Hygrometer 40, 91.
 Industrie 122.
 Insekten 104.
 Isallobaren 59.
 Isanomalen 59.
 Isländisches Minimum 82, 95, 101.
 Isobaren 43, 59, 64.
 Isohyeten 59.
 Isothermen 42, 59.
 Israeliten 11, 17.
 Kalender 20, hundertjähriger 21.
 Kanalisation 125, 129, 142.
 Kanonendonner 145.
 Keil 64, 65.
 Kern 66, 83.
 Kleidung 113.
 Klima 7, 116.
 Konvektionstheorie 71.
 Kraftwagen 130.
 Krankheiten 107 ff.
 Kritische Tage 30.
 Kurorte, klimatische 110.
 Lämmerwolken 93.
 Landregen 75, 77.
 Landverkehr 129.
 Landwirtschaft 119.
 Laubfrosch 104.
 Leuchttürme 134.
 Lucidarius 16.
 Luftdruck 59.
 Luftdruckgefälle 59, 62.
 Luftdruckrinne 83.
 Luftdruckverteilung auf der Erde 95.
 Luftrecht 122.
 Luftschichten, höhere 49.
 Luftschiffahrt 49, 134.

Luftströmung in Hoch- und Tief-
 druckgebieten 66.
 Luftverkehr s. Luftschiffahrt.
 Maiströste 24.
 Malaria 111.
 Mannheimer Gesellschaft 41, 45.
 Maulwurf 104.
 Maximum s. Hochdruckgebiet.
 Meteore 7.
 Meteorologie, Name 7, Bedeutung
 7, Einteilung 8.
 Meteorologische Elemente 7.
 Minimum s. Tief, erratisches 76.
 Mistral 27, 129.
 Mond und Wetter 28.
 Monsunregen 99, 103.
 Nachtfrost 90, 119, 144.
 Nahrung 113, 127, 136.
 Natur, Buch der 13.
 Nebel 108, 123, 127.
 Nilflut 99.
 Öffentliches Leben 114, 137.
 Ortsanlage 116.
 Palästina 11, 35.
 Parapegmata 12, 31.
 Parostop 90.
 Pflanzen 105.
 Polarwirbel 71.
 Polymeter 91.
 Praktik 18.
 Prognostik 19.
 Prozesse 139.
 Psychrometer 91.
 Randdepression, Randtief 64, 65,
 81, 87.
 Rauchplage 117, 122.
 Rechtspflege 138.
 Reduktion auf das Meeressniveau
 61; auf Normalschwere 48; auf
 Null 48.
 Regengüsse 75, 77.
 Regen, künstlicher 144.
 Regenmesser 35.
 Reibung des Windes 62.
 Reif 91.

Reklame 158.
Römer 15.
Rückseitenwetter 74.

Sattel 64, 65.
Schafe 104.
Schäfchenwolken 95.
Schaffäalte 25.
Schienen 132.
Schiffahrt 133.
Schirokko 111, 127.
Schiffsbeobachtungen 50.
Schneearfuhr 130.
Schneebrech 121.
Schneemelddienst 131.
Schneeschmelze 77.
Schnellfahrten 132.
Schule 112.
Schwalben 104.
Schwüle 110.
Seewarte, deutsche 44.
Segelschiffahrt 134.
Seil 105.
Sibirisches Maximum 95.
Siebenschläfer 24.
Societas Meteorologica Palatina
 41, 45.
Sonnenbäder 113.
Sonnenflecken 102.
Sonnenkraft 122.
Sonnenstrahlung 108, 122.
Spinne 104.
Städtebau 115.
Stadteinfluss 118.
Stadtnebel 108, 123.
Standfestigkeit der Bauten 126.
Stationäre Luftdruckgebiete 78, 79.
Stationen 46.
Staub 117, 122.
Stedkalender 12, 31.
Steiggebiete 59, 87.
Sterblichkeit 109.
Strahlfrost 90.
Strahlungsgebiete 76.
Strahlungstypus 84, 98.
Straßen 117, 129, 132.
Straßenbahn 132.
Stratosphäre 50.
Sturmwarnung 44, 135.

Sündflutvorhersage 15.
Synoptische Karten 45.
Talsperren 125.
Tau, Taupunkt 91.
Teildepression, Teiltief s. Randtief.
Telegraphie 135.
Telephonie 135.
Temperaturunterschied 84, 90.
Thermometer 37, 90.
Tief 59.
Tiefdruckgebiete 59, 64, 65, 72, 86.
Tiere 104.
Tornadolkeller 116.
Treffer 89.
Trockenlegung s. Entwässerung.
Troglinie 83.
Troposphäre 50.
Tunnels 132.
Turm der Winde 34.
Überschwemmungen 32, 77.
Unfälle 140.
Untergrundbahn 132.

V-Depression 64, 65, 82.
Veränderlichkeit der Luftwärme 109.
Verbrechen 139.
Verkehr 128.
Vertrauensmänner 55.
Vögel 104.
Volkswetterbücher 15.
Vorhersage 86, 94.
Vorhersagebezirk 51.

Wagen 129.
Wälder 121, 142.
WarenSendung 136, 141.
Wasserkraft 125.
Weltgeschichte 115.
Westwinde, brave 95.
Wetter 7.
Wetter in Hochdruckgebieten 83, in
 Tiefdruckgebieten 72.
Wetterbeobachtungen 31.
Wetterbezirke 51.
Wetterbüchlein 19, 23.
Wetterdienst 44, 51.
Wetterdrahtungen 43, 51.
Wetterempfindlichkeit 107.

Wetterfolge 93.
 Wetterhäuschen 105.
 Wetterjungfrau 105.
 Wetterkarten 43, 44, 51, 58.
 Wetterkrankheiten 107.
 Wetterpflanze 105.
 Wetterregeln 10.
 Wetterscheiden 87.
 Wetterschießen 144.
 Wetterstrenge 108.
 Wettertagebuch, ältestes 32.
 Wettertelegraphie 43, 51.
 Wettertypen 98.
 Wettervorhersage 86.
 Windablenkung 62.
 Windbruch 121.
 Windfahne 33.
 Windfrost 90.

Windkraft 126.
 Windmühlen 126.
 Windrichtungen, Namen 27, 34,
 klimatische Bedeutung 69, 90, 92.
 Windverteilung auf der Erde 96, 97.
 Winterberichte der Indianer 32.
 Wintertypen 98.
 Witterung 7.
 Witterungsfolgen 93, 102.
 Wogenwolken 93.
 Wolken 31, 92, 127.
 Wolkenbruch 77, 125, 129, 142.
 Zug nach dem Westen 117, 124.
 Zugstraßen 75, 83, 103.
 Zwölf Nächte 14.
 Zyklone 65.
 Zyklonen s. Tiefdruckgebiete.

Naturwissenschaftliche Lehr- und Handbücher

Die Abstammungslehre. Eine gemeinverständliche Darstellung und kritische Übersicht der verschiedenen Theorien. Von Dr. B. G. Buekers. 365 Seiten mit zahlr. Abbildungen. Broschert M. 4.40, in Leinenband M. 5.—

Biologie der Tiere. Von Prof. Dr. R. v. Hanstein. 420 Seiten mit 4 farbigen und 10 schwarzen Tafeln, sowie zahlreichen Abbildungen. Brosch. M. 8.—, in Leinenband M. 9.—

Lehrbuch der Zoologie. Für höhere Lehranstalten und die Hand des Lehrers, sowie für alle Freunde der Natur. Unter besonderer Berücksichtigung biolog. Verhältnisse herausgegeben von Prof. Dr. O. Schmeil. 544 Seiten mit 48 farb. u. 21 schwarzen Tafeln, sowie mit zahlreichen Abbild. 35. Auflage. In Leinenband M. 6.60

Lehrbuch der Botanik für höhere Lehranstalten und die Hand des Lehrers, sowie für alle Freunde der Natur. Unter besonderer Berücksichtigung biolog. Verhältnisse bearbeitet von Prof. Dr. O. Schmeil. 542 Seiten mit 48 farb. und 20 schwarzen Tafeln, sowie mit zahlreichen Textbildern. 35. Auflage. In Leinenband M. 6.60

Lehrbuch der Allgemeinen Botanik. Von G. Anders. 471 Seiten mit 284 Abbildungen. Brosch. M. 4.40, in Leinenband M. 4.80

Allgemeine Botanik. Von Prof. Dr. A. Nathansohn. 479 Seiten und 394 Abbildungen mit 3 farbigen und 5 schwarzen Tafeln. Brosch. M. 9.—, in Leinenband M. 10.—

Pflanzenbiologie. Schilderungen aus dem Leben der Pflanzen. Von Prof. Dr. W. Migula. 360 Seiten mit 133 Abb. und 8 Tafeln. Brosch. M. 8.—, in Leinenband M. 8.80

Lebensfragen aus der heimischen Pflanzenwelt. Von Prof. Dr. G. Wrigley. 307 Seiten mit zahlr. Abbildungen, 15 schwarzen u. 8 Farbentafeln. Brosch. M. 7.20, in Leinenband M. 7.80

Die Pflanzenwelt Deutschlands. Eine Darstellung der Lebensgeschichte der wildwachsenden Pflanzengemeinde und Kulturslächen. Von Prof. Dr. P. Graeber. 385 Seiten mit zahlr. Abbild. Brosch. M. 7.—, in Leinenband M. 7.80

Flora von Deutschland. Ein Hilfsbuch zum Bestimmen der zwischen den deutschen Meeren und den Alpen wildwachsenden und angebauten Pflanzen. Bearbeitet von Prof. Dr. O. Schmeil und J. Fütschen. 19. Aufl. 439 Seiten mit 1000 Abbildungen. In Leinenband M. 3.80

Geologie Deutschlands. Eine Einführung in die erklärende Landschaftskunde für Lehrende und Lernende. Von Prof. Dr. G. Walther. 2. Aufl. 441 Seiten mit zahlr. Abbildungen und Profilen, sowie einer geologischen Karte. Brosch. M. 8.40, in Leinenband M. 9.40

Naturwissenschaftliche Atlanten

Jeder Band mit 30 bis 80 farbigen Tafeln und erläuterndem Text.

In Leinenband oder Leinenmappe je M. 5.40.

Einzelne Tafeln je 20 Pf.

Die Singvögel der Heimat Von D. Kleinschmidt.

86 farbige und 14 schwarze Tafeln mit Text.

„Es hat schon etwas besonders Anziehendes, wenn ein Autor wie Kleinschmidt seine Werke selber illustriert, und das ist seit den berühmten Raumann-Zeiten bei uns erst durch ihn wieder geschehen. Weil nun hier der Maler in derselben Person mischafft, die als Autor unterrichtet, so erscheint in diesem Buche eine Ideal-forderung erfüllt: das restlose Aufgehen des Illustrierenden in den Absichten des Belehrenden. Es sind ihm dabei wahre Kabinettsstücke an Vogelbildern gelungen.“

Aus der Natur.

Schmeils naturwissenschaftliche Atlanten

Unsere Süßwasserfische Von Dr. G. Walter. Mit 50 farbigen Tafeln und erläuterndem Text mit schwarzen Abbildungen.

„Hier ist nicht etwa eine trockne Darstellung der Formen, sondern wir sehen unsere Süßwasserbewohner in ihrem Elemente und in ihrer natürlichen Umgebung, in den verschiedensten Stellungen und Bewegungen, in ihren Gewohnheiten und in ihrer Beziehung zu der Umwelt. Dadurch werden die einzelnen Tafeln zu einer fesselnden Schilderung des Naturlebens, im allerbesten Sinne zu einem lebenswürdigen Genrebildchen. Wir können das Werk nur empfehlen.“

Wochenschrift für Aquarien- und Terrarienkunde.

Reptilien und Amphibien Mitteleuropas Von Dr. R. Sternfeld. 30 farb. Tafeln mit 80 Seiten erläuterndem Text.

„Jeder, der das Leben und Treiben unserer heimischen Ameisen und Lurche näher kennen lernen will, kann sich dieses Buch getrost in die Tasche stecken. Es wird ein Führer sein für den Wanderer, der in freier Natur Belehrung finden möchte... Auch wer die erlangte Beuteheim im Terrarium mit Muße betrachten will, hat an dem schönen Buche einen trefflichen Ratgeber.“

Vossische Zeitung.

Pflanzen der Heimat Von Professor Dr. O. Schmeil und J. Fisch. Zweite Auflage. 80 farbige Tafeln mit Text.

„Das Buch ist ein Wunder an Billigkeit und Schönheit. Jede Tafel ist das Ergebnis eingehender wissenschaftlicher Beobachtung, künstlerisch bis ins feinste Detail durchgearbeitet und von peinlicher Sorgfalt in der technischen Herstellung.“

Frids Rundschau.

„Wenn man das mit großem Geschick angelegte Buch durchstudiert, so weiß man nicht, sind es die herrlichen naturwahren Tafeln oder ist es der so äußerst schmackhaft gemachte Text, der dem Buche solchen Reiz verleiht.“ Prometheus.

Pilze der Heimat Von G. Gramberg. 2 Bände. 130 Pilze auf farbigen Tafeln mit erläuterndem Text. 1. Blätterpilze. 2. Löcherpilze.

„Dieses Werkchen zeichnet sich vor allem aus durch die vortrefflichen Abbildungen, auf denen jede Pilzgruppe in ihrer natürlichen Umgebung dargestellt ist, wie sie zwischen Moos, Flechten, Farne und anderen Begleitpflanzen, aus Nadeln, altem Laub und dergleichen dem Erdboden entspringt, auf Baumstümpfen, an Baumstämmen wächst und von den Schnecken und Käfern besucht wird. Jedes dieser Abbildungen ist ein kleines Kunstwerk.“

Tägliche Rundschau.

Naturwissenschaftliche Bibliothek

Tiere der Vorzeit. Von Rektor E. Haase.

Dies Buch bietet Schilderungen einer Reihe besonders interessanter Vorwelttiere in Wort und Bild dar. Ohne sich auf trockene Beschreibungen einzulassen, erzählt es vor allem von dem Leben jener Tierwelt. Es ist nicht nur für die erste Einführung geeignet, sondern wird auch solchen Lehrern, die sich schon mit dem Gegenstande beschäftigt haben, eine Fülle neuer Anregungen bieten.

Die Tiere des Waldes. Von Forstmeister K. Sellheim.

„Die Sehnsucht nach dem Walde ist dem Deutschen eingeboren ... Aber wie wenig wird er dabei das Tierleben gewahr, das ihn da umgibt. Da wird dieses Buch ein willkommener Führer und Anleiter sein.“

Deutsche Lehrerzeitung.

Unsere Singvögel. Von Professor Dr. A. Voigt.

„Mit nicht geringen Erwartungen gingen wir an Professor Voigts neuestes Buch. Aber als wir nur wenige Abschnitte gelesen, da konnten wir mit Freude feststellen, daß diesmal der Meister sich selbst übertroffen.“

Nationalzeitung

Das Süßwasser-Aquarium. Von E. Heller. 2. Aufl.

„Dieses Buch ist nicht nur ein unentbehrlicher Ratgeber für jeden Aquarienfreund, sondern es macht vor allen Dingen seinen Leser mit den interessantesten Vorgängen aus dem Leben im Wasser bekannt...“

Bayerische Lehrerzeitung.

Reptilien- und Amphibienpflege. Von Dr. P. Krefft.

„Die einheimischen, für den Anfänger zunächst in Betracht kommenden Arten sind vorzüglich geschildert in bezug auf Lebensgewohnheiten und Pflegebedürfnisse — die fremdländischen Terrarientiere nehmen einen sehr breiten Raum ein.“

D. Dr. Pädagogische Reform.

Bienen und Wespen. Von E. Scholz.

„Das Interesse der Naturfreunde wendet sich meist den farbenprächtigen Schmetterlingen und Käfern zu. Darum freut es um so mehr, daß ein gründlicher Kenner einmal die Ergebnisse jahrelanger Beobachtung der Stechimmen in einem so vollständig geschriebenen Buche niederlegt.“

Landwirtschaftl. Umschau.

Die Ameisen. Von H. Viehmeyer.

„Viehmeyer ist allen Ameisenfreunden als bester Kenner bekannt. Von seinen Bildern kann man sagen, daß sie vom ersten bis zum letzten Wort der Natur geradezu abgeschrieben sind.“

Thüringer Schulblatt.

Die Schmarotzer der Menschen und Tiere. Von Dr. v. Linstow.

„Es ist eine unappetitliche Gesellschaft, die hier in Wort und Bild vor dem Leser aufmarschiert. Aber gerade jene Parasiten... verdienen von ihm nach Form und Wesen bekannt zu sein, weil damit der erste wirksame Schritt zu ihrer Bekämpfung eingeleitet ist.“

K. Süddeutsche Apotheker-Zeitung.

Naturwissenschaftliche Bibliothek

Die mikroskopische Kleinwelt unserer Gewässer. Von E. Neukauf.

„Nur wenige haben eine Ahnung von dem ungeheuren Formenreichtum und eine auch nur annähernd richtige Vorstellung von dem Wesen jener Mikroorganismen, die unsere Gewässer bevölkern. Als ein Schlüssel hierzu wird das vorliegende Bändchen vorzüglich geeignet sein.“

Deutsche Zeitung.

Unsere Wasserinselten. Von Dr. G. Ullmer.

Für Freunde des Wassers, für Liebhaber von Aquarien ist dies Buch geschrieben. Es bietet eine Fülle von Anregungen und wird den Leser veranlassen, selbst hinauszuziehen in die Natur, sie mit eigenen Augen zu betrachten.

Aus Seen und Bächen. Von Dr. G. Ullmer.

Zusammen mit Ullmers Wasserinselten bildet die Schrift ein kleines Lehrbuch der Hydrobiologie. Der erste Teil bringt in reich illustrierten Einzeldarstellungen das niedere Tierleben unserer Binnengewässer zur Ansicht. Der zweite Teil handelt von dem Tierleben der einzelnen Gewässerformen, mit besonderer eingehender Berücksichtigung des Plankton.

Wie ernährt sich die Pflanze? Naturbeobachtungen draußen und im Hause. Von D. Krieger.

Entgegen dem alten Brauche, den Tätigkeitstrieb der Jugend in die Bahnen des Naturaliensammelns zu lenken, will dies Buch den Leser zu einer selbsttätigen Beschäftigung mit der Natur anleiten. Durch Wald und Feld, durch Wiese und Garten wird er geführt, um Beobachtungen zu sammeln und mittels einfacher Vorrichtungen Versuche anzustellen.

Niedere Pflanzen. Von Prof. Dr. R. Limm.

„In dieser Weise führt das kleine Büchlein den Leser in die gesamte Welt der so mannigfachen Kryptogamen ein und lehrt ihn, sie verständnisvoll zu beobachten.“

Naturwissenschaftliche Rundschau.

Häusliche Blumenpflege. Von Paul F. F. Schulz.

„Der Stoff ist mit großer Übersichtlichkeit gruppiert, und der Text ist so fasslich und klar gehalten, außerdem durch eine Fülle von Illustrationen unterstützt, daß auch der Laie sich mühelos zurechtfinden kann. . . . Dem Verfasser gebührt für seine reiche, anmutige Gabe Dank.“

Pädagogische Studien.

Der deutsche Obstbau. Von F. Meyer.

„Der Obstbau ist ein Zweig der Bodenkultur, der heute mit besonderer Energie gefördert wird. Dieses Buch möchte weiteren Kreisen einen Einblick geben in die Betriebsweise des gegenwärtigen deutschen Obstbaus, es will insbesondere auch dem Besitzer des kleinen Gartens ein Ratgeber und Wegweiser sein.“

Naturwissenschaftliche Bibliothek

Chemisches Experimentierbuch. Von D. Hahn.

Das Buch will jedem, der Lust zum chemischen Experimentieren hat, mit einfachen Apparaten und geringen Mitteln eine Anleitung sein, für sich selbst im Hause die richtigsten Experimente auszuführen.

Die Photographie. Von W. Zimmerman.

„Das Buch behandelt die theoretischen und praktischen Grundlagen der Photographie und bildet ein Lehrbuch bester Art. Durch die populäre Fassung eignet es sich ganz besonders für den Anfänger.“

„Apollo“, Zentralorgan f. Amateur- u. Fachphotogr.

Beleuchtung und Heizung. Von J. F. Herding.

„Ich möchte gerade diesem Buche seiner praktischen, ökonomischen Bedeutung wegen, eine weite Verbreitung wünschen. Hier liegt, vor allem im Kleinbetrieb, noch vieles sehr im argen.“ Frankf. Zeitung.

Kraftmaschinen. Von Ingenieur Charles Schüze. „Schüzes Kraftmaschinen sollten deshalb in keiner Schülerbibliothek, weder an höheren noch an Volksschulen, fehlen. Das Büchlein gibt aber auch dem Lehrer Gelegenheit, seine technischen Kenntnisse schnell und leicht zu erweitern.“ Monatsschrift für höhere Schulen.

Signale in Krieg und Frieden. Von Dr. Fritz Umler. „Ein interessantes Büchlein, welches vor uns liegt. Es behandelt das Signalwesen von den ersten Anfängen im Altertume und den Naturvölkern bis zur jetzigen Vollkommenheit im Land- und Seeverkehr.“

Deutsche Lehrerzeitung.

Seelotsen-, Leucht- und Rettungswesen. Ein Beitrag zur Charakteristik d. Nordsee u. Niederelbe. Von Dr. F. Dannmeyer. „Mit über 100 guten Bildern interessanter Art, mit Zeichnungen und zwei Karten versehen, führt das Buch uns das Schiffahrtsleben in anschaulicher, fesselnder Form vor Augen, wie es sich täglich an unseren Flussmündungen abspielt.“

Allgemeine Schifffahrts-Zeitung.

Naturgeschichte einer Kerze. Von M. Faraday. 5. Aufl. Mit einem Lebensabriß Faradays. Herausgeg. v. Prof. Dr. R. Meyer. 202 S. mit zahlr. Abbildg. In Leinenbd. M. 2.50. „Im übrigen ist 'die Naturgeschichte einer Kerze' geradezu zu einem klassischen Buche für die Jugend geworden, in dem der Verfasser an einem begrenzten Stoffe in lebendig wirkender, anregender Darstellung fast alle im Weltall wirkenden Gesetze behandelt und die Leser in das Studium der Natur einführt.“ Zeitschrift für lateinlose höhere Schulen.

Verlagskataloge, Verzeichnisse der Sammlungen

Wissenschaft und Bildung / Naturwissenschaftliche Bibliothek
versendet unentgeltlich und portofrei der Verlag

Quelle & Meyer in Leipzig, Kreuzstraße 14

ZBIORY SPECJALNE

BIBLIOTEKA
UNIWERSYTECKA
GDAŃSK

948914

1918 r.

6xx

17

956576



Biblioteka
Uniwersytetu Gdańskiego



1100992205

im. 39218

4065

Czcionkami Lwow. Drukarni Nowoczesnej, Pasaż Mikolascha

K. 42/58

ADY

Strona: 1

FAKURA 861/750B/2014

KOREKTA

SPRZEDAWCA:	NABYWCA:	FK:201-75010000 SK:10000-SUPEL	Data faktury:
KPTW NATURA TOUR Sp. z o.o. 80-958 GDAŃSK UL. DYREKCYJNA 2-4 BIURO PODRÓŻY UL. CHMIELNA 106 00-801 WARSZAWA TEL/FAX (22) 654 26 36 NIP:583-26-50-389	SUPEL MIROŚLAW 81-866 SOPOT UL.MICKIEWICZA 63/44 NIP:		05-08-2014

ORYGINAŁ

TERMIN ZAPŁATY: 19-08-2014

SPOSÓB ZAPŁATY: PRZELEWEM W TERMINIE 14 DNI NA KONTO:

BANK: ALIOR BANK S.A. nr konta 68 2490 0005 0000 4600 5340 9342 Dowód wydania: 750.77.29, 05-08-2014
 Niniejsza fakura jest wezwaniem do zapłaty. Niezapłacenie należności w terminie spowoduje naliczenie ustawowych odsetek.

LP	INDEKS "Pod.obn.vat"	PEŁNA NAZWA	ILOŚĆ	J.M.	CENA JEDN.	WART.BRUTTO	VAT %	KWOTA VAT	WART.NETTO
BYŁO									
1	9N401 "55.23"	OW Perełka Cisna	-1		160.00	-160.00	8 %	-11,85	-148,15
NETTO: -148,15 +VAT: -11,85 =BRUTTO: -160,00									
WYLCZENIE PODATKÓW: NETTO VAT BRUTTO #### DO ZWROTU #### 160,00 ####									
	Stawka 8 %	-148,15	-11,85	-160,00					

KOREKTA DO FA 531/750B/14 Z DNIA 5.06.2014

REZEYGNACJA Klienta

BOOKING 591267857

SŁOWNIE: sto sześćdziesiąt złotych zero groszy

Imię i nazwisko osoby uprawnionej do otrzymywania faktury:

Potwierdzam odbiór faktury. Data i podpis odbierającego:

8.08.2014, Miroslaw Supeł

Imię i nazwisko osoby uprawnionej do wystawienia faktury VAT: Bogusława Hanna Gutkowska

Podpis:

KPTW NATURA TOUR Sp. z o.o.
Biuro Podróży w WarszawieBogusława Hanna Gutkowska
specjalista ds. sprzedaży