Kleine Bibliothek Nr. 28

# Die Wetterkunde

Von Gustav Walter

J. H. W. Dietz Nachf. Stuttgart

84-3310

# Die Wetterkunde

Eine Anleitung
zum Erkennen der Wettervorgänge
für den Freund der Natur

Von Gustav Walter

Mit 20 Abbildungen
und einer farbigen Tafel

Stuttgart
Verlag von J. H. W. Dietz Nachf. G. m. b. H.
1913

Alle Rechte vorbehalten.

Druck von J. H. W. Dietz Nachf. G. m. b. H. in Stuttgart.

Archiv der sozialen Demokratie
Bibliothek
A 84-3316

# Inhalts-Verzeichnis.

Seite

**Vorwort** . . . . . 6

**Wie man das Wetter erforschen lernte** . . . . . 7
Der Wetternachrichtendienst im Deutschen Reich . . . . . 12
Das Lesen der Wetterkarten . . . . . 13
Anleitung zur Wettervorhersage . . . . . 19
Wetteranzeichen aus Naturbeobachtungen . . . . . 20
Anzeichen aus den meteorologischen Instrumenten . . . . 21

**Wie Winde und Wetter entstehen** . . . . . 22
Wie die Gewitter und der Hagel entstehen . . . . . 23
Entstehung des Donners . . . . . 25
Wie der Wind entsteht . . . . . 29
Der Föhn . . . . . 30
Die Bora . . . . . 32

**Die Bewegungen im Luftraum** . . . . . 33
Der Einfluß der Luftdruckverteilung auf das Wetter . . . 33
Die Tiefdruckgebiete . . . . . 34
Die Hauptzugstraßen der Tiefdruckgebiete . . . . . 36
Stärke und Geschwindigkeiten des Windes . . . . . 39
Der Winddruck . . . . . 40
Die höchsten und die tiefsten Barometerstände . . . . . 43
Die Stärke des Windes in verschiedenen Jahreszeiten . . 43
Die täglichen Schwankungen der Kraft des Windes . . . 44
Die Richtung des Windes . . . . . 45
Die Windrichtung im Wandel der Jahreszeiten . . . . . 47
Die Eigenarten der Winde . . . . . 48
Die Winde der warmen Erdstriche . . . . . 50
Andere Luftbewegungen . . . . . 51
Die Hauptluftströmungen der Erde . . . . . 52
Die Passatwinde und die Gürtel der Windstillen . . . . 54
Wie man die oberen Luftschichten erforscht . . . . . 55
Die Drachen als Hilfsmittel der Forschung . . . . . 59

**Das Wolkenmeer** . . . . . 61
Wie sich die Wolken bilden . . . . . 63
Die Wolkenhöhen . . . . . 65
Die Luftfeuchtigkeit als Wolkenbildner . . . . . 65
Wasserdampfmengen und Temperaturen . . . . . 67

Seite
Die Niederschläge auf der Erdoberfläche . . . . . 68
Wann der Regen fällt . . . . . 69
Woher kommt der Regen? . . . . . 70
Die größten und die kleinsten Niederschläge auf der Erde . 71
Die Niederschläge in Deutschland und Österreich . . . . 73
Die Häufigkeit der Niederschläge . . . . . 73
Die Verteilung der Schneefälle . . . . . 74
**Die meteorologischen Instrumente** . . . . . 77
Das Thermometer . . . . . 77
Wie man die Thermometer verwenden soll . . . . . 78
Der Luftdruckmesser . . . . . 80
a. Das Quecksilberbarometer . . . . . 80
b. Die Aneroid- oder Federbarometer . . . . . 84
c. Die Registrierbarometer . . . . . 86
d. Die Barometer für Höhenmessung . . . . . 87
Die Feuchtigkeitsmesser . . . . . 87
Das feuchte Thermometer als Feuchtigkeitsmesser . . . . 89
Die Verdunstungswage . . . . . 91
Die Regenmesser . . . . . 91
Die Messung von Schneemengen . . . . . 92
Die Aufstellung der Apparate . . . . . 92
**Die Heizung der Erde** . . . . . 94
Die Temperaturverteilung . . . . . 96
Die Linien der Temperaturverteilung auf der Erde . . . 99
Die kältesten Orte der Erde . . . . . 101
Die höchsten Temperaturen auf Erden . . . . . 103
**Namen- und Sachregister** . . . . . 105

# Abbildungen.

Seite
1. Hoher Druck im Norden. Ein eisiger Wintertag mit zunehmendem Frost . . . . . 14
2. Hoher Luftdruck im Süden. Ein milder, schöner Spätherbsttag . 15
3. Luftdruckverteilung für schlechtes Wetter. Ein Gewittertag in dem regenreichen Sommer 1910 . . . . . 16
4. Schönes Wetter. Ein Tag aus dem heißen Sommer 1911 . . 17
5. Wagrechte und senkrechte Luftströmungen in einem Tief- und Hochdruckgebiet . . . . . 33
6. Winde und Witterung in der Umgebung eines Tiefdruckgebiets . 34
7. Entstehung eines Tiefdruckgebiets der Luft durch Temperaturerhöhung. Erste Phase: Auflockerung der Luft. Zweite Phase: Zusammensinken der Luft . . . . . 35
8. Ein Sturm- und Regenwirbel zieht über Europa hinweg . . . 36
9. Zugstraßen der Tiefdruckgebiete über Europa . . . . . 37
10. Strömungen der Luft nach einem Tiefdruckgebiet, wenn die Erde ohne Achsendrehung wäre . . . . . 45
11. Luftwirbel um ein Tiefdruckgebiet . . . . . 45
12. Ablenkung der Winde auf der nördlichen Erdhälfte . . . . . 46
13. Bahn eines Wirbelsturmes . . . . . 51
14. Windrichtungen in einem Wirbelsturm . . . . . 52
15. Minimum- und Maximum-Thermometer nach Six . . . . . 79
16. Selbstregistrierendes Barometer . . . . . 86
17. Auffanggefäß für Regen- und Schneemessung . . . . . 92
18. Isothermen des Januar . . . . . 98
19. Isothermen des Juli . . . . . 98
20. Jahresisothermen . . . . . 99

# Vorwort.

Kaum ein anderer Zweig der Naturwissenschaften findet so allgemeines Interesse wie die Wetterkunde. Jeder Mensch wird durch das Wetter in seinen Stimmungen und Handlungen beeinflußt, aber die meisten stehen dem Wandel der Wettervorgänge, den Ursachen von Wind und Wetter ohne Kenntnis gegenüber. Dem soll dieses Büchlein abhelfen. Es will ein Berater für alle jene sein, die sich einmal nach den Ursachen der Wettervorgänge erkundigen wollen.

Es setzt keine Kenntnis der wissenschaftlichen Grundlagen dieser Erscheinungen voraus, soll in möglichst volkstümlicher Darstellung Belehrung über die Wetterkunde bringen und das Interesse an diesen Naturerscheinungen beleben. Fremdworte sind möglichst vermieden, und wo sie dennoch nicht zu umgehen waren, wurden sie erklärt. Alle Temperaturangaben in diesem Buche sind Celsiusgrade.

Wien, Ostern 1913. **Gustav Walter.**

# Wie man das Wetter erforschen lernte.

Soweit man alte Chroniken durchblättert, findet man darinnen auch Aufzeichnungen über Wettererscheinungen. Dies ist nicht erstaunlich, wenn man daran denkt, wie wichtig die Wettervorgänge oft für den Menschen sind, welche Bedeutung sie für alle jene Leute besitzen, die im Freien zu tun haben, deren Beruf es ist, inmitten der Natur die Arbeit zu verrichten. Das Ergebnis der Bodenbearbeitung ist stets davon abhängig, welches Wetter es über dem bebauten Gebiet gab. So waren denn die Landwirte und auch die Seeleute, die sich auf ihren weiten Reisen für das Wetter interessieren mußten, die ersten, die sich mehr Erfahrung über die Gestaltung des Wetters zu eigen machten als andere Leute. War doch der Seemann in der Zeit des Segelschiffes sehr daran interessiert, ob er gutes Wetter haben wird oder ob Stürme seine Fahrt bedrohen. Der Bauer sah danach aus, ob Boden und Baum genügend Wasser und Sonne bekamen, ob ihm die Naturgewalten den Ertrag seines Bodens fördern oder ihn hemmen werden. Als die Landwirtschaft noch den überwiegenden Teil der Produktion im Lande bildete, nahmen weite Kreise an diesen Vorgängen regen Anteil. Auch der Städter ward durch gutes oder schlechtes Wetter in seinem Haushalt arg beeinflußt, weil es vor Jahrhunderten nur sehr dürftige Verkehrsmittel gab. Der Städter blieb davon abhängig, ob die Produkte der nächsten Länder geraten waren, denn ein Jahr des Mißwachses, der Dürre oder anhaltender Regengüsse brachte Hungersnot und in deren Gefolge Seuchen und wirtschaftliche Krisen. So ward auch ein verhältnismäßig kleiner Teil der Bewohner eines Landes, die in den Städten lebten, davon beeinflußt, wie es dem Bauer erging, wie die Frucht gedieh, wie das Wetter des Jahres ausfiel.

Heute sind Hungersnöte in Europa, mit Ausnahme Rußlands, aus den Ursachen nicht mehr leicht möglich, aus denen sie früher hervorgingen. In der Zeit, da die Eisenbahn uns in zwei Wochen von China nach Europa bringt, wo aus dem

fernen Australien Schiffe in einem Monat nach Europa fahren, wo in Südamerika und in Nordamerika, Australien, China eine intensive landwirtschaftliche Ausnützung des Bodens eingesetzt hat, vermag man auf unseren Märkten Früchte aller Zonen, das Getreide aus allen Erdteilen, das Fleisch aus fernen Ländern — sofern es die Regierungen hereinlassen — in kurzer Zeit zu erhalten.

Der Mensch unserer Tage ist demnach zunächst davon unabhängig geworden, ob es bei uns gutes oder schlechtes Wetter gibt, ob das Jahr gedeihlich war oder nicht. Er muß wohl alles teurer bezahlen, aber er bekommt doch Waren, die in alter Zeit selbst für Geld nicht leicht zu erhalten waren.

Unsere Vorfahren schenkten daher den Wettervorgängen mehr Aufmerksamkeit, und man findet deshalb in alten Chroniken sehr viele Anmerkungen, ob das Jahr Mißwachs und Teuerung brachte, ob der Winter rauh und der Sommer heiß ausfiel, ob Unwetter tobten oder die Flüsse versiegten, ob Himmelszeichen erschienen, Regenbogen und Nebensonnen zu sehen waren. Mit dem Interesse für das Gedeihen der Frucht war auch ein großes Stück Aberglauben verbunden, das zur Beobachtung der Wettererscheinungen anregte. Die Leute hatten sich daran gewöhnt, aus seltsamen Wettervorgängen, wie Mondhöfen, Nebensonnen, Regenbogen und anderem, auf den Zusammenhang mit kommendem Unheil zu schließen. Dies war auch der Fall, wenn sie ungewöhnliche astronomische Vorgänge — Kometen, Sternschnuppen, Meteore, Finsternisse — eintreten sahen.

Aufzeichnungen über Beobachtungen von seltenen Wettervorgängen oder von Elementarereignissen finden sich schon in den Berichten, die uns von den Chinesen, den Babyloniern, den Griechen, den Römern übermittelt sind. Doch geschahen diese Wetteraufzeichnungen noch unregelmäßig. Sie erfolgten oft nur, wenn sie außerordentlich zu sein schienen. Aber schon im dreizehnten Jahrhundert machten einzelne Leute tägliche Aufzeichnungen, später mehrten sich solche regelmäßigen Beobachtungen, die dann auch im deutschen Sprachgebiet häufiger wurden, wenn man sie nach dem Maßstab der damaligen Zeit mißt.

Der deutsche meteorologische Forscher Hellmann hat das Verdienst, darüber ein reiches Material zusammengetragen zu haben wie kein anderer vor ihm. In seinem „Repertorium der deutschen



Meteorologie“* ist mit Bienenfleiß alles gesichtet, was über die Geschichte der Wetterforschung im Deutschen Reiche bekannt geworden ist.

Bis gegen 1700 wurden hie und da vereinzelt auch tägliche Wetteraufzeichnungen gemacht, aber erst um das Jahr 1710 vertraten immer mehr Wetterbeobachter den Wunsch, daß an vielen Orten gleichzeitig Beobachtungen über die Wettervorgänge angestellt und da Ablesungen der Barometer und Thermometer durchgeführt werden sollen.

Dem deutschen Professor G. A. Hamburger in Jena gebührt ohne Zweifel das Verdienst, als erster im Jahre 1701 in einem Vortrag darauf aufmerksam gemacht zu haben, welche Notwendigkeit es sei, an vielen Orten gleichzeitig zu beobachten, und welchen Wert solche Aufzeichnungen erlangen würden. Es dauerte aber noch Jahrzehnte, bis sein Wunsch völlig verwirklicht ward. Wohl hat schon in Ulm 1710 eine Sammlung von Wetterbeobachtungen von einigen Orten zu erscheinen begonnen, aber erst der Breslauer Arzt Kanold gab mit seiner sogenannten „Breslauer Sammlung“, die 1717 ihren Anfang nahm und bis 1730 weitergeführt wurde, eine Reihe von 38 Bänden heraus, in denen von vielen größeren Orten in Europa tägliche Wetterbeobachtungen abgedruckt sind. Damit begann die erste Reihe gleichzeitiger Wetterveröffentlichungen; später wurde für einige Zeit auch im Badischen ein größeres Beobachtungsnetz geschaffen. Noch bedeutender ist der Erfolg der Mannheimer Meteorologischen Gesellschaft, die 1780 mit Glück ein Beobachtungsnetz aus 57 Orten zusammenbrachte, von denen die täglichen Wetterablesungen gleichartiger Thermometer und Barometer eingesendet wurden.

Erst seitdem nicht mehr jeder selbst seine Thermometerskala nach Belieben einteilte, und seitdem die Skalen von Réaumur, Celsius, Fahrenheit Eingang fanden, konnten die Aufzeichnungen aus verschiedenen Orten miteinander verglichen werden. Diese Einführung einheitlicher Skalen, die Prüfung der verwendeten Thermometer und die Abmachung, daß die Ablesungen der In-

* Leistungen der Deutschen in Schriften, Erfindungen und Beobachtungen auf dem Gebiet der Meteorologie und des Erdmagnetismus von den ältesten Zeiten bis zum Schlusse des Jahres 1881. Verlag W. Engelmann, Leipzig 1883.

strumente zu bestimmten Stunden vorgenommen werden mußten, verschafften den regelmäßigen Wetteraufzeichnungen Wert. Von da ab geht es vorwärts, wenn auch langsam, so doch so unaufhaltsam, daß die Witterungskunde von einem Erfolg zum anderen schreiten kann. Ihre bedeutendsten Errungenschaften sind: die Erkenntnis, daß die Art der Luftdruckverteilung das Wetter bestimmt und die Einführung täglicher Wetterkarten, die heute von allen größeren meteorologischen Landesanstalten wie eine Tageszeitung alle 24 Stunden herauskommen und eine klare Übersicht der Witterung ermöglichen, die am frühen Morgen in einem Erdteil beobachtet wurde.

Zum erstenmal wurde eine solche Wetterkarte von W. Brandes in Leipzig hergestellt, der im Jahre 1820 auf die Idee kam, die Abweichung des beobachteten Barometerstandes von dem errechneten Mittel in Karten einzutragen und die Orte mit gleicher Abweichung des Barometerstandes durch Linien miteinander zu verbinden. Er veröffentlichte diese Karte zwar nicht, aber aus seinen „Beiträgen zur Witterungskunde" ist zu entnehmen, daß er für seinen eigenen Gebrauch derartige Wetterkarten anfertigte.

Ihm kommt demnach das große Verdienst zu, für die Wettervorhersage den erfolgreichsten Weg betreten und der wissenschaftlichen Erforschung der Wettervorgänge den Pfad gewiesen zu haben. Er war es auch, der zuerst erkannte, daß durch die Luftdruckverteilung die Richtung und die Stärke des Windes bedingt wird, daß der Wind immer von dem Gebiet des höchsten Barometerstandes nach dem des tiefsten Luftdrucks hinweht. Brandes ergründete auch aus den Wetterkarten, die er für mehrere aufeinanderfolgende Tage anfertigte, daß die Gebiete des tiefsten Luftdrucks, die sogenannten Barometerminima, von Westen nach Osten wandern, daß sie auch den Gang des Wetters beeinflussen. Wo tiefer Luftdruck beobachtet wird, tritt gewöhnlich schlechtes Wetter ein, wo hoher Barometerstand herrscht, gibt es schönes Wetter.

Damit hat Brandes allen späteren Wetterforschern ein tüchtiges Stück vorgearbeitet. Sein Wunsch, daß zur Untersuchung der Stürme von überall gleichzeitige Wetterbeobachtungen eingesendet und verarbeitet werden mögen, ging viel später in Erfüllung.



Mit der Ausbreitung des Telegraphennetzes, mit der Möglichkeit raschester Berichterstattung war die Vorbedingung gegeben, solche gleichzeitige Wetterbeobachtungen für die Wettervorhersage zu verwenden. Solange die Post die Berichte übermittelte, trafen sie erst nach vielen Tagen ein, aus weitentfernten Orten nach Wochen. Ihre Gegenüberstellung und die Eintragung hatte dann nur mehr wissenschaftlichen Wert, aber keine Bedeutung für die Praxis. Will man mit Hilfe von Wetterkarten die kommende Wettergestaltung ergründen, dann muß man schon wenige Stunden, nachdem an vielen Orten gleichzeitig Beobachtungen gemacht wurden, deren Meldungen an einem Orte vereint haben, um sie in die Karten eintragen und daraus die allgemeine Luftdruckverteilung ermitteln zu können.

Zunächst war es der Amerikaner Loomis, der, wie sein Kollege Espy, einige Wetterkarten im Winter 1842 veröffentlichte. Der regelmäßige telegraphische Dienst der Bekanntmachung von Wetterkarten begann erst um das Jahr 1863, und von da ab folgten immer mehr Anstalten für Wetterkunde mit der Ausgabe solcher Karten, die nun in allen europäischen Staaten, in Asien, Afrika, Amerika, Australien täglich herauskommen und ein gutes Bild der Luftdruckverteilung und der Wettergestaltung über weiten Erdstrichen bieten.

Aus diesen Wetterkarten konnte man die allgemeinen Veränderungen kennen lernen, die sich in den Luftschichten nahe der Erdoberfläche vollziehen. Sie ließen auch erkennen, wie sich die Luftdruckverteilung von Tag zu Tag veränderte. Man vermochte daraus festzustellen, daß die Wirbel tiefen Luftdrucks häufig von West nach Ost fortschreiten, daß sie der Drehung der Erde folgen.

Die Wetterkarten zeigten auch das Fortschreiten von kalten oder warmen Luftwellen, die Ausbreitung der Regengebiete; man erforschte die Geschwindigkeit, mit der die Sturmzonen sich bewegen, die Ursachen der Winddrehung, der Windstärke, und wenn auch heute noch die Wettervoraussage viel Spott erweckt und viele Zweifler findet, so ist es doch unbestreitbar, daß sie immer besser ausgebildet wird und wachsende Erfolge zu erringen vermag. Den Seefahrern ist für die Ankündigung von Stürmen die Wettervorhersage unentbehrlich geworden. Auch die Landwirte lernten sie immer mehr schätzen, die Wetterkarten

fanden Eingang in weite Kreise der Bevölkerung, und heute hat sich der landwirtschaftliche Wetterdienst in Deutschland so entwickelt, daß für eine Reihe von Kreisen, so rasch es möglich ist, tägliche Wetterkarten und Wettervorhersagen im Abonnement zu niedrigen Preisen verbreitet werden können.

Die ursprünglich viel geschmähte Wetterprognose entwickelt sich fort, sie dient heute nicht nur dem Landwirt, sondern auch dem Bergwanderer, der jeden Tag an der Aushangtafel des Postamtes nachsieht, was die neueste Prognose sagt. Sobald einmal die Wetterkunde ein Gegenstand des Schulunterrichtes werden wird, sobald die Lehre von den Wettervorgängen schon Kinder zu aufmerksamen Beobachtern erziehen wird, wird auch die Wetterkunde daraus Vorteile haben zum Nutzen der Allgemeinheit.

## Der Wetternachrichtendienst im Deutschen Reich.

Im Jahre 1900 wurde der Wetternachrichtendienst in Deutschland geschaffen. Er hat seitdem größeren Anklang und bedeutende Ausbreitung erfahren. Die Wettervorhersage kann von den Telegraphenämtern mittels Telephon gegen eine Gebühr von 10 Pfg. eingeholt werden. Die Prognosen und Wetterkarten werden von 13 Stellen ausgegeben: von Aachen, Berlin, Breslau, Bromberg, Dresden, Frankfurt a. M., Hamburg, Ilmenau, Karlsruhe, Königsberg, Magdeburg, Weilburg, Straßburg i. E. Nebenstellen sind Bonn, Dortmund, Flensburg, Gießen, Kassel, Koblenz und Oldenburg, die bloß Wetterkarten herausgeben.

1910 bestanden 31291 Abonnements im Reiche. Die Zahl der Anstalten, welche die Wettervorhersage ausgehängt hatten, betrug 1910 30169. Außerdem wurde die Prognose noch in 209 Orten, die kein Telegraphenamt besitzen, ausgehängt. 2100 Besitzer von Abonnementskarten überließen sie kostenfrei der Veröffentlichung. In der Provinz Westfalen wurden auch die Landbriefträger mit der Verbreitung der Prognose betraut.

Man will dieser Veranstaltung weitere Ausdehnung geben. Um den Luftschiffern Nachrichten über herannahende Stürme, Gewitter usw. zu verschaffen, hat das Amt Lindenberg die Aufgabe übernommen, Wetternachrichten von ihm zugänglichen Stationen zu sammeln. Lindenberg ist eine meteorologische Zentralanstalt und hat ein Verzeichnis von Luftschifferstationen, denen sie die



Nachrichten über nahende Wetterlagen mitteilt. In der Nordsee sind 25, in der Ostsee 35 Eisbeobachtungsstationen, die ihre Wahrnehmungen an die Küstenstädte der deutschen und der dänischen Uferstrecken mitteilen und so die Schiffahrt beider Nationen schützen.

## Das Lesen der Wetterkarten.

Bisher ist die Kenntnis der Ursachen der Wettervorgänge noch gering; viele wichtige Feststellungen für die Kenntnis der Wettervorhersage wurden zwar schon gemacht, aber es gibt noch viele Rätsel auf diesem Gebiet zu lösen.

Mit Hilfe der Wetterkarten war es möglich geworden, manche Aufklärung zu erhalten. Die Begleiterscheinung bestimmter Arten des Wetters sind immer gewisse Arten der Luftdruckverteilung, die man aus den beigegebenen Wetterkarten ersieht. Jeden Tag geben die meteorologischen Anstalten in verschiedenen Staaten Wetterkarten heraus, auf denen die Verteilung des Luftdrucks, die Temperaturen, die Windrichtung, die Bewölkung und anderes eingetragen ist. Um die Karten herstellen zu können, werden aus allen Staaten Europas jeden Morgen um 7 Uhr angestellte Beobachtungen an die Landeszentrale jedes Staates telegraphiert. Die Zentralen tauschen dann gleich diese Wettertelegramme gegenseitig aus, so daß sie dann aus vielen europäischen Stationen mit Wettermeldungen versorgt sind. Die Angaben über den Luftdruck werden von jeder Meldestelle mit Hilfe von Tabellen auf das Meeresniveau abgeleitet, um die Stärke des Luftdrucks vergleichen zu können, weil jeder Ort einen geringeren Luftdruck hat, wenn er höher gelegen ist als ein anderer. Diese auf das Meeresniveau berechneten Angaben über den Barometerstand werden dann auf einer Karte an den dort bereits eingezeichneten Orten eingetragen. Nun werden alle Orte mit gleichem Barometerstand durch Linien verbunden, den sogenannten Isobaren. Diese Linien werden für je fünf Millimeter Druckunterschied eingezeichnet, so daß alle Orte verbunden werden, an denen der Luftdruck etwa 750 Millimeter erreicht; dann kommen alle Orte daran, die einen Luftdruck von 755 Millimeter zeigen; später alle Orte mit einem Barometerstand von 760 Millimeter und so fort. Wir sehen diese Eintragungen auf den Wetterkarten, die hier beigegeben sind.

Man hat beobachtet, daß in besonders heißen Sommern oder in sehr strengen Wintern, dann auch zu anderen Zeiten, wenn ungewöhnliches Wetter eintritt, eine bestimmte Verteilung des Luftdrucks vorhanden ist. In sehr heißen Sommern, wie es der von 1911 war, hält sich zumeist tagelang ein Gebiet hohen Luftdrucks über Mittel-, Ost- oder Südeuropa. Es wandert ein wenig, aber es kehrt meist wieder gegen Mitteleuropa zurück. Eine solche Wetterlage bedingt, daß es wenig Regen gibt, daß

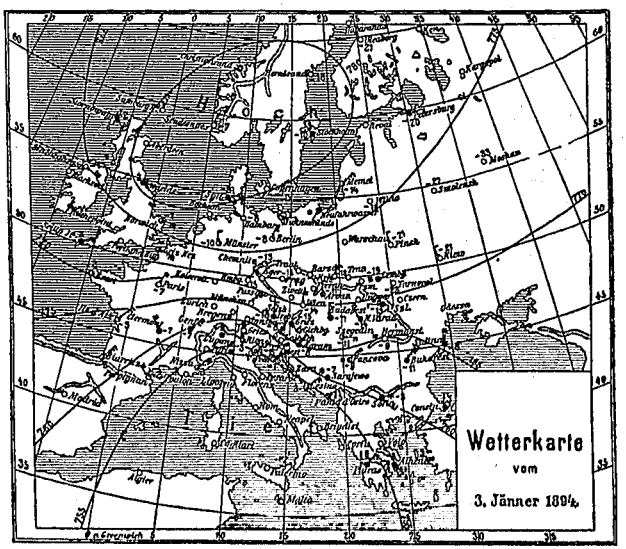



Abb. 1. Hoher Druck im Norden. Ein eisiger Wintertag mit zunehmendem Frost. (Nach Pernter, Wetterprognose.)

vorwiegend heißes und schönes Wetter andauert. Wir zeigen S. 17 aus einer Wetterkarte die Luftdruckverteilung an einem der heißen Sommertage von 1911. Aus der Karte entnehmen wir die an jedem Ort um 7 Uhr morgens beobachtete Wärme, die neben dem Ortsnamen genau angegeben ist. Ein Pfeil zeigt die Windrichtung an und die Striche am Ende des Pfeiles nennen die Stärke des Windes. Je mehr solcher Striche, um so heftiger ist an diesem Ort der Wind gewesen. Der Kreis, von dem dieser Pfeil ausgeht, gibt die Bewölkung an. Bei klarem Wetter ist



der Kreis leer, bei vollständiger Bewölkung ganz ausgefüllt; wenn teilweise ausgefüllt, ist daraus der Grad der Bewölkung zu ersehen. Wo der Luftdruck am höchsten ist, sind die Winde schwach und das Wetter zumeist schön; im Gebiet des tiefsten Luftdrucks, oft nur durch ein „T." angegeben, herrscht meist trübes, regnerisches Wetter, das aus dem ausgefüllten Kreis und den drei bis vier senkrechten untereinander stehenden Punkten, die sich neben dem Ortsnamen befinden, zu ersehen ist.

Abb. 2. Hoher Luftdruck im Süden. Ein milder, schöner Spätherbsttag. (Nach Pernter, Wetterprognose.)

Steht der höchste Barometerstand über England, dann gibt es in Mitteleuropa im Sommer wechselnd bewölktes, kühles, regnerisches Wetter; im Winter kommen Schneeschauer vor und das Wetter bleibt mäßig kalt; hält sich der höchste Luftdruck in Osteuropa, dann treten im Winter bei uns strenge Kälte, klares Wetter, im Sommer schöne und warme Tage ein. Hoher Barometerstand im Süden bringt immer warme Tage; von Westen vordringender Luftdruck beschert uns im Winter Tauwetter und Regen, im Sommer kühles, regnerisches Wetter.

Von den beiden hier abgedruckten Wetterkarten ist die eine dem regenreichen und an Blitzkatastrophen ungewöhnlich reichen Sommer von 1910, die andere dem heißen Sommer von 1911 entnommen. Aus ihrem Vergleich ergeben sich sehr ansehnliche Unterschiede. In der Karte vom August 1910 fällt auf, daß sich das Gebiet tiefsten Luftdrucks über Mitteleuropa befindet. Dieses tiefe Gebiet, das sogenannte barometrische Minimum, ist an diesem

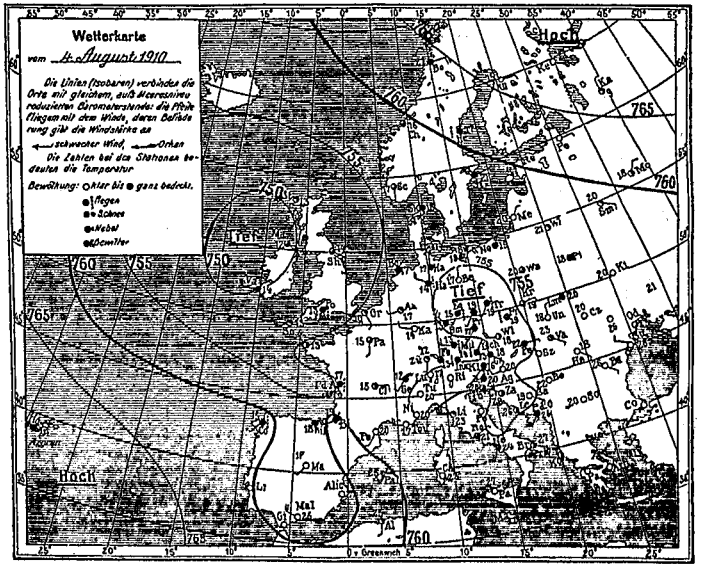



Abb. 3. Luftdruckverteilung für schlechtes Wetter.
Ein Gewittertag in dem regenreichen Sommer 1910.

Tage nicht gleichmäßig abgerundet, sondern ganz eigenartig geformt. Nach mehreren Richtungen erstrecken sich von diesem Minimum Ausläufer, die sogenannten Gewittersäcke. Zeigt eine Wetterkarte eine solche Luftdruckverteilung, dann ist wechselnd bewölktes Wetter mit Regen und Gewitter an allen solchen Orten zu erwarten, die von diesem tiefsten Luftdruck bedeckt sind. Zumeist bringt eine solche Luftdruckverteilung einen Wettersturz mit Abkühlung.

Anders ist es, wenn der Luftdruck so verteilt ist, wie es die zweite Karte vom August 1911 angibt. Auf ihr sehen wir einen



großen Teil von Mitteleuropa durch hohen Barometerstand bedeckt, der ungefähr an derselben Stelle liegt, wo sich auf der anderen Karte der tiefste Luftdruck befindet. Fast immer hielt sich im Sommer 1911 der hohe Luftdruck über dem Festland, und die nordischen Länder, oft auch der Ozean, waren von niedrigem Druck überzogen. Hoher Barometerstand bringt im Sommer hohe Temperaturen und zumeist schönes Wetter.

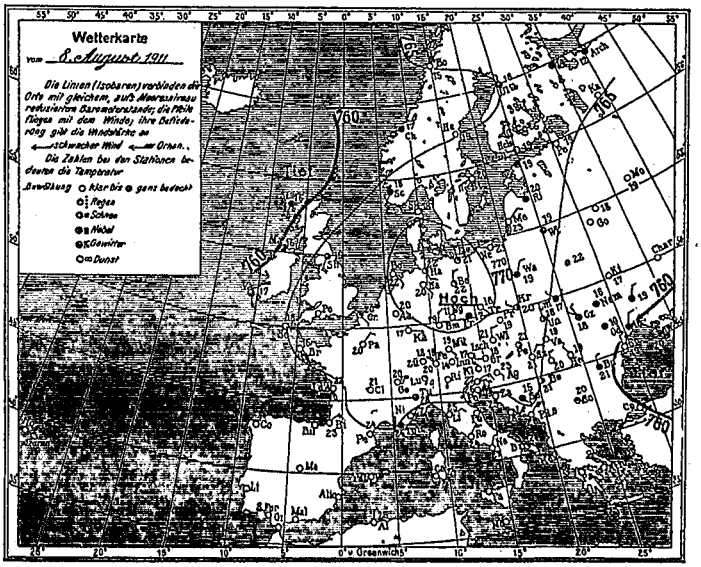



Abb. 4. Schönes Wetter. Ein Tag aus dem heißen Sommer 1911.

Im Sommer 1910 gab es häufig Regen, zumeist kühles Wetter, das durch die Luftdruckverteilung veranlaßt wurde, die auf der Wetterkarte von 1910 für diesen unangenehmen nassen Sommer typisch war. Die hier gegebenen Beispiele von Wetterkarten dürfen aber nicht allgemein für jeden Tag dieser beiden Sommer als gültig angenommen werden. Die Luftdruckverteilung ändert sich von einer Stunde zur anderen, und von einem Tag zum anderen zeigen die Wetterkarten ein anderes Bild. Wir können hier nicht alle diese Vergleiche geben und müssen uns nur auf besonders charakteristische Wettertypen beschränken.

Im allgemeinen sind die Wetterkarten des Sommers von denen des Winters wesentlich verschieden. Im Sommer zeigen die Wetterkarten wenige Linien (die sogenannten Isobaren), die wir bereits erklärt haben, der Luftdruck ist dann gleichmäßiger verteilt. Dann sind auch die Druckunterschiede gering, in der Regel über dem europäischen Festland nicht mehr als 25 Millimeter, während im Winter auf den Wetterkarten viele solcher Verbindungslinien erscheinen, weil dann die Unterschiede des Barometerstandes über Europa zumeist sehr groß sind. Besonders gegen das Frühjahr tauchen im Norden Wirbel tiefen Luftdrucks auf, während über Ost- oder Mitteleuropa hoher Luftdruck liegt. Er erreicht im Spätwinter manchmal bis zu 780 Millimeter, während im Tiefdruckgebiet der Luftdruck zuweilen bis auf 720 Millimeter und noch weiter sinkt.

Eine solche Wetterlage bringt dann schwere Stürme, die besonders in der Nordsee und der Ostsee verheerend wirken, das Meer aufpeitschen und Schiffen den Untergang bringen.

Im Winter herrscht daher oft stürmisches Wetter im Norden unseres Festlandes, wo die Tiefdruckgebiete zumeist vorbeiziehen. Sie wandern dann in der Regel von West nach Ost. Im Sommer aber gibt es allgemein ruhiges Wetter, weil dann der Luftdruck nicht so viele Abstufungen aufweist. Je weiter auf den Wetterkarten die Linien gleichen Barometerstandes auseinanderliegen, um so windstiller ist dort das Wetter, wo die Karten eine solche Luftdruckverteilung angeben. Liegen aber die eingezeichneten Linien des gleichen Barometerstandes knapp nebeneinander, dann gibt es dort stürmisches Wetter. Diese Unterschiede in der Abstufung des Luftdrucks nennen die Meteorologen den barometrischen Gradienten.

Im heißen Sommer von 1911 gab es viele Tage, an denen diese Linien weit voneinander abstanden. Es herrschte daher meist windstilles Wetter, das bewirkte, daß sich die Hitze aufspeichern konnte. Der Boden erwärmte sich immer mehr, und da Westwinde zumeist fehlten — sie bringen in der Regel regnerisches, kühles Sommerwetter —, so erlebten wir einen Prachtsommer, der sich noch lange in unserem Gedächtnis festhalten wird, weil kaum in einem anderen Jahre der Regenschirm so überflüssig wurde als in den schönen Tagen von 1911.



## Anleitung zur Wettervorhersage.

Die wissenschaftliche Wetterkunde steckt noch so sehr in den Anfängen, daß sie heute nur über unsichere Hilfsmittel verfügt, um das kommende Wetter vorauszubestimmen. Wohl sind die Wetterkarten ein brauchbarer Behelf für die Wettervorhersage, die Prognose, doch kann man sich auf sie nicht immer verlassen. Diese Vorhersage wird gemacht auf Grund des augenblicklichen Standes und der Veränderung der Luftdruckverteilung, die anschaulich wird, wenn man die Wetterkarten von heute und gestern miteinander vergleicht. Leider kommt es vor, daß das Wetter schon dann anders ist, als es die Wetterkarte sagt, wenn diese in die Hände der Abnehmer gelangt. Den Wetterwarten gelingt es aber doch, mehr als 85 Prozent Treffer in ihren Vorhersagen zu erzielen. Manchmal gibt es ein noch günstigeres Ergebnis. Allmählich wird die Wettervorhersage auf Grund der Wetterkarten noch erfolgreicher werden, wenn man die Gesetze der Weiterbewegung der Gebiete des hohen und tiefen Luftdrucks genauer zu erkennen vermag.

Heute müssen sich die Wetterwarten begnügen, das Wetter für etwa 24 Stunden vorherzusagen. Wer es unternehmen wollte, für einige Tage oder gar für Wochen eine Wettervorhersage aufzustellen, kann bei dem heutigen Stande der Wissenschaft nicht ernst genommen werden.

Das Studium der Wetterkarten ist für jeden nützlich, der sich für die Wetterkunde interessiert. Aus den Wetterkarten allein vermag er jedoch nicht das kommende Wetter für einen Ort vorherzusagen; dazu müssen die Veränderungen des Barometers und des Feuchtigkeitsmessers beachtet und überdies viele Erfahrungen in Rechnung gestellt werden. Diese beziehen sich auf die Weiterentwicklung der Luftdruckverteilung, die man wieder aus den Änderungen von der gestrigen zur heutigen Wetterkarte ersieht.

Die Wetterwarten geben nur solche Vorhersagen ab, die auf wissenschaftlichen Grundlagen beruhen.

Im Volke wird die Vorhersage des Wetters schon seit alter Zeit geübt. Es haben sich da Wetterregeln eingelebt, die oft recht brauchbar sind, die als Prognose aber nur für den Ort der Beobachtung gelten. Von diesen unterscheiden sich die Vorhersagen der Wetterwarten, die für große Landstriche gedacht sind.

## Wetteranzeichen aus Naturbeobachtungen.

Die örtliche Wettervorhersage stützt sich auf die Beobachtung der Veränderungen in der Luft und auf der Erde. Wir wollen einige angeben.

Schönes Wetter ist voraussichtlich, wenn am Abend die Luftfeuchtigkeit nicht groß ist, wenn die Wolken im Westen einen goldigen Rand haben. Leichte Abendröte, auflösende Wolken deuten auf schönes Wetter.

Am Morgen ist stark rote Sonne ein Vorbote von schönem, warmem Wetter im Sommer; im Winter bleibt der Tag oft frostig und leicht neblig.

Fällt viel Tau und stehen die Nebel niedrig, dann erwartet man einen schönen Tag.

Liegt Dunst über dem Boden und hellt sich die in kleine Wolken gegliederte dichte Wolkendecke allmählich auf, dann folgt schon gegen Mittag Aufheiterung und ein warmer Tag.

Starker Dunst am Morgen bringt warmes Wetter und Sonnenschein.

Regen folgt, wenn am Morgen kein Tau fällt, wenn Federwolken erscheinen, die von Westen her ausstrahlen, rasch über den Himmel ziehen, ihn allmählich bedecken; wenn der Himmel düster wird, die Sonne „Wasser zieht", das heißt: wenn ihre Strahlenbüschel durch Wolkenmassen hindurchfallen.

Liegt abends im Westen bis hoch hinauf eine Wolkenschicht, strahlt der Himmel darüber dunkelrot oder rotgelb, dann kommt Regen und Wind.

Wenn der Himmel zuerst einen schleierartigen, weißen Überzug hat, der sich verdunkelt, und wenn der Wind dann aus Westen bläst, ist schlechtes Wetter in Aussicht. Sehen Berge sehr nahe aus und sind sie besonders klar oder macht man diese Beobachtungen an fernen Gegenständen, dann deutet dies auf baldige Trübung und Regen.

Oft hat man das Anquellen von Türen und Fenstern, die dann schlechter schließen, als Anzeichen von trübem und Regenwetter gedeutet. Alle diese Wetterkennzeichen sind auf dem Zunehmen der Luftfeuchtigkeit vor dem Regen gegründet.

Windiges Wetter steht in Aussicht, wenn die Sonne fahlgelb untergeht oder starkes Abendrot die Wolken erglühen läßt, wenn



die Kanäle stinken. Dieses bedeutet, daß der Luftdruck sinkt, daß die Sumpfgase aufsteigen. Bei sinkendem Luftdruck ist Wind und Regen zu erwarten.

Gewitter stehen bevor, wenn es am Vormittag sehr heiß und schwül ist, sich kein Wind rührt, am Himmel kleine weiße Wolkentröpfchen in Massen erscheinen, die manchmal nach kurzer Zeit wieder verschwinden. „Sticht die Sonne", also wenn die Luft viel Wasserdampf enthält, dann folgen danach im Sommer oft Gewitter. Ihnen voraus gehen düstere Wolken, aus denen sich schwarze Fransen herabsenken. Sie deuten auf schwere kalte Luftschichten, die herabdringen.

## Anzeichen aus den meteorologischen Instrumenten.

Für schönes Wetter: Wenn das Barometer einen oder zwei Tage langsam ansteigt, dann folgt Aufheiterung, schönes Wetter. Steigt es rasch und viel, dann kommt Aufheiterung, die nicht lange anhält. Schon nach wenigen Stunden wird es wieder trüb. Steigt das Federbarometer über das Jahresmittel des Luftdrucks nach rechts, dann folgt meist schönes Wetter, im Winter kalte Tage. Sinkt abends das Thermometer nach einem warmen Tag schnell, dann ist dies ein Anzeichen der Fortdauer schönen Wetters.

Regenwetter steht bevor, wenn das Barometer einen oder zwei Tage langsam zurückgeht und weit hinter das Jahresmittel kommt. Der Regen tritt häufig erst ein, wenn danach der Luftdruck wieder ansteigt. Geht das Barometer schnell zurück, dann folgt Trübung und Sturm, im Winter wärmeres Wetter.

Steigt das Thermometer an einem Morgen sehr schnell, etwa um 2 bis 3 Grad in der Stunde, dann kommt Trübung, Wind und oft Regen. Rasch zunehmende Luftfeuchtigkeit am Feuchtigkeitsmesser ist der Vorbote von wolkigem und regnerischem Wetter, besonders wenn die Luftfeuchtigkeit vormittags zunimmt.

Sinkt abends nach Sonnenuntergang das Thermometer wenig oder gar nicht, dann gibt es bald trübes und regnerisches Wetter.

Wind naht, wenn das Barometer rasch fällt. Je tiefer es kommt, um so stärker ist der Sturm an Orten am Meer und auf den Höhen. Im Binnenland kann am Boden zuweilen bei tiefem Barometerstand verhältnismäßig ruhiges Wetter sein.

## Wie Winde und Wetter entstehen.

Über die Ursachen der mannigfaltigen Wettervorgänge sind die Meinungen geteilt. Selbst Leute, die ihr Leben inmitten der freien Natur, in Berg und Feld verbracht haben, irren sich nicht selten, wenn sie Auskunft über den Hergang der Wettervorgänge geben sollen. Nicht die falsche Form der Prognosen allein fällt auf, sondern die unrichtige Beurteilung der vorangegangenen Wettervorgänge, die zu einer neuen Gestaltung des Wetters geführt haben. So hört man oft die Meinung, es sei plötzlich nach warmem Wetter nur darum so kalt geworden, weil es irgendwo geschneit habe.

Nichts ist unrichtiger erklärt als das. Im Winter liegt doch oft Tage und Wochen hindurch hoher Schnee; manchmal schneit es an einem Vormittag und schon am Nachmittag bricht plötzlich die Sonne durch, das Thermometer steigt und der Schnee schmilzt bis auf das letzte Fleckchen weg. Oft glaubt man an einem Tag, jetzt werde das Schneien andauern, und doch kann es, wie man dies nach großen Schneefällen häufig beobachten kann, schon am nächsten Tag Tauwetter und hohe Wärme geben.

Ich führe dazu eine persönliche Erinnerung an, die diese Behauptung am deutlichsten beleuchtet. Es war im Januar 1903. Das Jahr hatte mit großen Schneefällen bei Wien begonnen. Zum Dreikönigstag, den 6. Januar, lagen in der Umgebung von Wien große Schneemassen; nahe vom Kahlenberg waren an den Straßen wahre Schneemauern von mehr als Meterhöhe vorhanden, die im strahlenden Sonnenschein blinkten. Zwei Tage vorher hatte es stark und am Tage vorher noch, aber weniger, geschneit. Der 6. Januar ward aber darum so denkwürdig, weil man die Überkleider im Freien ausziehen mußte; das Thermometer stand auf 16 Grad im Schatten, der höchsten Januartemperatur, die seit Jahrzehnten in Wien erreicht worden war. In dieser Frühlingswärme, der übrigens nach kurzer Zeit wieder strenge Kälte folgte, schmolz der Schnee in Menge.

Behauptet man nun, wenn es gerade einen kalten Tag nach Wärme gibt, daß dies nur darum so sei, weil es wo geschneit



habe, dann hätte es nach diesen großen Schneefällen noch kälter sein müssen als vorher. In Wirklichkeit war aber das Gegenteil eingetreten, woraus man aber nicht schließen darf, daß etwa auf große Schneefälle warmes Wetter folgen müsse. Nichts wäre unrichtiger; denn eine Bauernregel sagt: „Auf neuen Schnee folgt neue Kälte.“ Sie tritt oft ein, wenn nach den großen Schneefällen sich ein Gebiet hohen Luftdrucks ausbildet, klare Nächte mit starker Wärmeausstrahlung folgen und ein Frostgebiet entsteht.

Wird es im Sommer, etwa nach einem Gewitter, dem ein Wettersturz folgt, im Bereich der Alpen kühl, dann geschieht dies nicht darum, weil es irgendwo geschneit hat, sondern weil plötzlich von obenher kalte Luftmassen einbrechen, die eine bedeutende Temperaturerniedrigung bringen. Solche Einbrüche kalter Luft sind nach Gewittern nicht selten. Sie entstehen an Orten, wo es sehr warmes Wetter gab, wo durch die Hitze der Auftrieb der erwärmten Luft so groß war, daß er den kalten, schweren Luftmassen aus großen Höhen den Einbruch erleichterte. Darauf folgten das Gewitter, der Wettersturz und die große Abkühlung.

„Es hat irgendwo geschneit.“ Ja, es mag wirklich auf den Bergen Neuschnee gegeben haben, aber er fiel nur, weil plötzlich aus Höhen von vielen Tausenden Metern kalte Luft herabgesunken ist, die auch die unteren Luftschichten so weit abkühlte, daß auf den Bergen der Regen in Schnee überging.

Durch den Wettersturz, das Absinken kalter Luft in ein durchwärmtes Gebiet ist es kalt geworden, und weil es eben kalt ward, mußte es auch oben schneien statt regnen. Der Schnee kam also, nachdem es kalt ward, und nicht umgekehrt ward es kalt, weil es irgendwo schneite. Denn selbst in der Nähe der eisigen Gletscher vermag man im Sommer recht arg zu schwitzen. Wie kalt müßte es erst da sein, wenn diese Volksmeinung richtig wäre. Es wurde eben irrtümlich die Wirkung (daß es schneite) als die Ursache (als die man den Einbruch kalter Luft ansehen muß) betrachtet.

## Wie die Gewitter und der Hagel entstehen,

ist auch vielen Leuten unbekannt. Sie sehen nach einem schwülen Tage plötzlich schwarze Wolken aufsteigen, zerfetzte Gebilde über den Himmel jagen. Plötzlich bricht der Sturm los. Rasch fällt

das Thermometer oft um 6 bis 10 Grad und auch mehr. Dann blitzt und kracht es, der Regen schießt herab, und es wird angenehm kühl oder auch nicht. Hier spielt sich ein Naturereignis ab, das ebenfalls durch das Absinken kalter Luft zur Ausbildung kommt. Schon durch die starke Wärmeeinstrahlung an einem heißen Tage sind die Bedingungen dafür gegeben. Je mehr Dunst am Morgen am Boden lag und je mehr Wasserdampf die Luft enthält, um so eher ist die Gewitterbildung möglich. Vorwiegend sind es natürlich elektrische Entladungen, die sich beim Ausbruch eines Gewitters abspielen, wenn die elektrische Ladung zwischen den Wolken und der Erde zu einer großen Spannung elektrischer Energie geführt hat. Man spricht in der Schule immer nur davon, daß die elektrische Ladung von Luft und Erde die Ursache von Gewittern sei. In Wirklichkeit liegen die Vorgänge tiefer.

Die elektrische Ladung ist zwar für das Auge die Haupterscheinung bei Gewittern, weil der Spannungsausgleich unter lebhaften Feuererscheinungen als Blitz vor sich geht. Doch fällt dabei vielen dem Auge unsichtbaren Vorgängen im Luftraum, die wir meteorologische Vorgänge nennen, eine größere Rolle zu, als viele Leute ahnen mögen. Mit dem raschen Aufsteigen stark erwärmter Luft, die eine verhältnismäßig reichliche Menge von Wasserdampf enthält, findet eine rasche elektrische Ladung der Luft statt. Die aufsteigende Luft bildet Wirbel, sie reißt ein förmliches Loch in die höheren, gleichmäßiger gelagerten Luftschichten, und in diese Wirbel strömt von obenher — weil es ja in der Regel oben kälter ist als an der Erde — kalte Luft nach. Dieses Nachfließen in den Luftwirbel bringt immer mehr kalte, schwere Luftmassen herbei, die sich in den Luftschlund nach unten senken. Dadurch findet auch eine raschere Abkühlung der unteren Luftschichten und eine größere Reibung der Luftschichten und der Staubteilchen, die in ihnen enthalten sind, statt. Die Spannung steigt, die ersten Blitze zucken. Gleichzeitig bewirkt die Abkühlung der Luftschichten erstens die Verdichtung des Wasserdampfes zu Regen und zweitens die rasche Abnahme der Hitze. Es wird kühl, der Regen strömt, der Donner rollt.

Kommen die kalten Luftmassen als ein mächtiges Gebiet hohen Luftdrucks von Westen her, dann ist die Abkühlung in der Regel stärker, der Regen ausgiebiger. In solchen Fällen zieht das Gewitter oft Hunderte Kilometer weit gegen Osten über ein riesiges Landgebiet. Es tritt dann schon nach dem Gewitterausbruch ein schnelles Steigen des Barometers ein, weil die herabsinkenden kalten Luftmassen schwer sind und dadurch auf die leere Metalldose des Aneroidbarometers drücken, wodurch dessen Zeiger nach rechts geht. An Registrierbarometern, die mit einer Feder den Gang des Luftdrucks aufschreiben, kann man diesen Vorgang noch deutlicher verfolgen. Man sieht die gezeichnete Linie des Luftdrucks plötzlich um 1 bis 2 Millimeter senkrecht in die Höhe steigen, und erst dann geht die Kurve weiter wagrecht oder schräg aufwärts. Die Meteorologen nennen diese eigentümliche Form der Linie, die durch das Ansteigen der Form einer Nase gleicht, die Gewitternase.



Nach so raschem Ansteigen des Luftdrucks folgt in der Regel rasche Ausheiterung und wieder schönes, warmes Wetter, nach dem allerdings bald wieder, in einem oder zwei Tagen, ein neues Gewitter kommen kann. Geht das Barometer während des Gewitters nicht in die Höhe, dann war es nur eine örtliche Gewitterentladung.

Solche örtliche (lokale) Gewitter bringen zumeist keine Abkühlung; es bleibt schwül, und nicht selten entladet sich bald danach ein zweites und ein drittes Gewitter. Zuweilen folgen solchen Gewittern ausgiebige Landregen, die oft tagelang anhalten.

Gibt es demnach einen Wettersturz mit Neuschnee auf den Bergen, dann wird in der Mehrzahl der Fälle wieder Ausheiterung nachkommen; fehlt nach dem Gewitter die Abkühlung, dann ist wieder Gewitter und Trübung in Aussicht.

Über die

## Entstehung des Donners

gibt es eine Anzahl von Erklärungen, die voneinander abweichen. Noch in der Schule haben wir gelernt, daß der Blitz eine Verdünnung der Luftschichten erzeugt, die er durchfährt, weshalb die übrigen Luftmassen in diese verdünnte Bahn einbrechen und in der Folge den Lärm verursachen, den wir Donner nennen. Man verglich die Wirkung der Verdünnung der Luft und das Nachstürzen der dichteren Luftmassen mit der Wirkung eines Schusses. Er verursacht zuerst eine Verdichtung der Luft, der

eine dünne Luftschicht nachfolgt. In sie dringen die dichteren Luftmassen ein, wodurch der Lärm des Schusses entsteht.

Beim Donner trifft aber diese Erklärung, so glaubhaft sie scheinen mag, nicht ganz zu. Wohl verdünnt die Hitze des Blitzes die Luft an den Stellen, durch die er eilt, und die rasch nachfolgenden Blitze nehmen manchmal denselben Weg, den ein unmittelbar vorangegangener Blitzstrahl durchfuhr. Man sieht dies sehr gut auf photographischen Aufnahmen, daß manchmal in Abständen von wenigen Sekunden ein Blitz dem anderen fast in derselben Luftbahn folgt. Eine Photographie zeigt dann zuweilen zwei bis drei Blitze nebeneinander.

Nun versagen aber für diesen Fall diese alten Erklärungen für die Ursache der Entstehung des Donners, denn der Durchschnitt der Luftbahn, die der Blitz zurücklegt, ist oft so dünn, daß er nicht größer erscheint als etwa ein Zwei- bis Dreimarkstück; man hat bei Blitzspuren gefunden, daß der Durchschnitt der Blitzeintritts- oder Austrittsstelle nicht größer ist. Rechnet man noch die Explosionswirkung des Blitzes dazu, die in der Luft seine Bahn noch verbreitert, so ist damit noch immer nicht überzeugend dargetan, daß die gewaltigen Donnerschläge, die man manchmal hört, dem Nachsinken dichterer Luft in die schmale Blitzbahn ihr Entstehen verdanken können.

Vor einigen Jahren fand der Engländer Trowbridge eine Erklärung für die Entstehung des Donners, die recht glaubhaft klingt. Er bezeichnet den Donner als einen Explosionsschall, der aus den oberen Luftschichten kommt, wenn der Blitz sie zur Explosion bringt. Wie ist das möglich? wird mancher fragen. Die Luft kann doch nicht ohne jeden Zündstoff explodieren?

Und doch ist dies sehr wahrscheinlich, wenn man der Erklärung von Trowbridge folgt. Er sagt: Durch den Blitz findet in den Luftstellen, die der Blitz durchfährt, eine gewaltige Erhitzung statt. Der Blitz hat ja eine Hitze von mehreren tausend Graden. Durch diese plötzliche Erhitzung der Luftschichten werden diese in die einzelnen Gase zerlegt. Es bilden sich aus ihr und dem Wasserdampf Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff. Die nachfolgenden elektrischen Teilchen des Blitzes bringen dieses Gemenge von Gasen zur Zündung, und nun folgt die Explosion. Diese gewaltigen Zündschläge, die sich in der Luft abspielen, sind die Donnerschläge, die wir hören, und die von ihnen ausgehenden



Schallwellen werden an den dichteren Luftstellen zurückgeworfen und als Nachrollen hörbar. Wo also der Blitz die Luft durchfährt, bringt er sie zur Zersetzung in ihre beiden Hauptgase: Sauerstoff und Stickstoff. Er zerlegt aber auch den in der Luft enthaltenen Wasserdampf in seine Bestandteile: den Sauerstoff und den Wasserstoff. Aus der Schule wissen wir noch, daß Sauerstoff und Wasserstoff in Gasform, unter bestimmten Verhältnissen gemischt, ein sehr gefährliches Gemenge darstellen, das sich in der Hitze zu Knallgas verbindet. Es entzündet sich an einer Flamme unter gewaltigen Explosionserscheinungen.

Nicht anders vollzieht sich dieser Vorgang in der Luft während des Gewitters. Die große Hitze des Blitzes bewirkt die Entzündung der von ihm durch Zersetzung gebildeten Mengen von Sauerstoff und Wasserstoff; es entstehen in der Luft Knallgasexplosionen, deren Lärm der Donner ist.

Man darf glauben, daß damit eine bessere Erklärung für die Entstehung des Donners gegeben ist, als sie noch die Schulbücher abgeben.

Wir wissen also, daß das Gewitter ausbricht, wenn kalte Luftmassen in verdünnte wärmere Luftschichten absinken, und daß der Donner entsteht, wenn der Blitz Gase, die er aus der Luft und dem in ihr enthaltenen Wasserdampf durch Zersetzung schuf, zur Explosion bringt.

Warum entstehen aber auch im Winter Gewitter? werden manche fragen. Scheinbar wäre doch nur der Sommer die Zeit für Gewitter und die Hitze eine Vorbedingung für ihre Entstehung. Wer den vorangegangenen Erklärungen über die Ursachen der Gewitter gefolgt ist, wird sich die Sache schon selbst zurechtlegen können. Manchmal hören wir, allerdings sehr selten und zuweilen in Zeiträumen von vielen Jahren, an einem Wintertag, während es schneit, den Donner rollen und sehen Blitze zucken.

In Island kommen die meisten Gewitter im Winter vor; der Sommer ist dort verhältnismäßig gewitterarm. Wie ist es möglich, daß selbst an kalten Wintertagen Gewitter zum Ausbruch gelangen?

Dies ist etwa so zu beantworten: Wir haben schon gehört, daß das Gewitter zum Ausbruch kommt, wenn aus großen Höhen kalte Luftmassen herabsinken. Bildet sich nun im Winter ein Gebiet tieferen Luftdrucks aus und rückt von Westen oder

Nordwesten her rasch hoher Luftdruck nach, dann tritt sehr häufig Schneefall mit schnell sinkender Temperatur ein. Diese absinkende kalte Luft vollbringt nun dieselbe Arbeit wie im Sommer. Sie mehrt die elektrische Ladung der Luft, die sich den Schneeteilchen mitteilt. Da gleichzeitig auch eine entsprechend starke Ladung der Erde stattfindet, wird die Luft und der Schnee zum Ausgleich der hohen Ladung gebracht, je weiter die elektrische Spannung gewachsen ist.

Viele haben schon von elektrischen Erscheinungen während eines Schneefalls gelesen, und die Meteorologen messen regelmäßig die Stärke der Luftelektrizität, die im fallenden Schnee enthalten ist, wie sie an den Anstalten auch Aufzeichnungen über die in der Luft vorhandene elektrische Spannung machen.

Also auch in der kalten Jahreszeit werden schwere, dichte Luftmassen, die aus den Höhen herabsinken und noch kälter sind als die Bodenluft, die elektrische Spannung mehren und schließlich zu Blitzbildung und Donner führen.

Ein solches Wintergewitter, das sich im Februar 1908 in Wien ereignete, ist mir als eines der jüngsten dieser Art in Erinnerung. Es war ein trüber, mäßig kalter Wintertag, an dem sich am Nachmittag dunkle Wolken einstellten, als wollten sie ausgiebigen Schnee bringen. Nun begann es zu schneien; der Schneefall ging nach einer halben Stunde in Graupeln über. Plötzlich zuckte ein Blitz, dann wieder einer. Eine Weile dauerten Blitze und Donnerschläge an, dann vermehrte sich der Graupelfall, es gab harten Schnee; die Temperatur sank ungemein schnell, in kurzer Zeit waren alle Leute in Schneemänner verwandelt und der Boden mit glattem Schnee überzogen, fast wie wenn es Glatteis gegeben hätte. Am nächsten Tage wurde es klar, und dann gab es starken Frost.

Solche Wintergewitter kamen in Wien innerhalb zwanzig Jahren nur dreimal vor. Sie sind auch anderswo nicht viel häufiger und verdanken ihre Entstehung einer im Winter seltenen Luftdruckverteilung, wenn sich ein sogenannter „Gewittersack" ausbildet, der im Sommer auf den Wetterkarten (wie in der Mitte auf Abb. 3, S. 16) nicht selten zu beobachten ist. Als Gewittersack bezeichnen die Meteorologen eine Einbuchtung tiefen Luftdrucks in einem geschlossenen Gebiet hohen Luftdrucks. Dies sieht etwa so aus, wenn sich bei einer Sonnenfinsternis der



Mond ein Stück über die Sonne schiebt und einen Teil ihrer Scheibe verdeckt. Schiebt sich von einem Tiefdruckgebiet ein Teil in ein benachbartes Gebiet höheren Luftdrucks ein — diese Einbuchtung sieht auf den Wetterkarten abgerundet und natürlich nicht so eckig aus als etwa die Mondfläche, die von der Sonne bei der Verfinsterung nur eine Sichel übrig läßt —, so ist dies ein Teilminimum, ein Teilgebiet tiefen Luftdrucks, der sogenannte „Gewittersack".

An solchen Stellen, wo tiefer und hoher Luftdruck nahe aneinandergrenzen, wo die Übergänge schroff sind, werden die dichteren kälteren Luftmassen in die dünneren Luftschichten absinken. Es entsteht ein Gewitter in der Art, wie wir es schon beschrieben haben.

## Wie der Wind entsteht.

Gleichzeitig mit dem Gewitter bricht ein Sturm los, der sich nur bildet, wenn nahe beieinander tieferer und höherer Luftdruck zusammenkommen, wie ja Winde nur dadurch entstehen, daß dichtere Luftmassen dorthin abfließen, wo die Luft dünner ist. Manche Leute erklären sich die Entstehung des Windes ganz falsch. Sie denken an allerlei, nur nicht an das Richtige.

Wer einmal eine der von den meteorologischen Anstalten herausgegebenen täglichen Wetterkarten gesehen hat, wird dort bemerkt haben, daß mit Kreislinien oder Ellipsen Gebiete hohen oder tiefen Luftdrucks bezeichnet sind. Vom Gebiet des hohen Luftdrucks fließen immer Luftmassen nach den Gebieten tiefen Luftdrucks ab. Tiefe Luftdruckgebiete entstehen häufig dort, wo die Luft durch starke Erwärmung zum Aufsteigen gebracht wird. Dadurch verdünnt sie sich. Kalte Gebiete, wie etwa die Gletscher, im Winter der Schnee oder die starke nächtliche Wärmeausstrahlung, verdichten durch die Abkühlung der Luft, die wieder durch ihre Schwere herabsinkt.

Dünne Luft steigt auf, wie man dies an dem Flimmern über einer Herdplatte sieht, wenn der Ofen geheizt ist; kalte, schwere, dichte Luft sinkt herunter.

Befinden sich im Luftraum Stellen dichter Luft, die man am Steigen des Barometers erkennt, wenn sie gegen die Erdoberfläche kommen, so streben ihre Massen gegen die Gebiete tiefen Luftdrucks. Dies vollzieht sich wie das Fließen des Wassers.

Es rinnt von einem Berghang durch seine Schwere in die Niederung. Die kalte Luft rinnt auch durch ihre Schwere in die Lufttäler herab, die dort vorhanden sind, wo die Luft dünner ist.

Dieser Ausgleich der Luftmassen verursacht die Entstehung des Windes. Je näher hoher Luftdruck dem tiefen Luftdruck liegt, um so rascher werden die schweren Luftmassen herabsinken, dort am meisten, wo die Unterschiede am größten sind, wo also sehr hoher und sehr tiefer Luftdruck nahe beieinanderliegen. Genau so wie ein Bach von einem Felsen mit mehr Gewalt hinabstürzt, als wo er sanft über ein wenig geneigtes Wiesengelände fließt, in dem die Senkung des Bachbettes gering ist.

Fließen daher die Luftmassen weit, bis sie vom Hochdruckgebiet zum Tiefdruckgebiet kommen, dann gibt es schwachen Wind. Er wird um so stärker, je näher und rascher ihr Abfließen möglich ist.

## Der Föhn.

Der Föhn, der warme Wind, der in den Alpen manchmal auftritt, entsteht auf dieselbe Weise. Wenn er am Beginn des Frühjahrs in den Schweizer Tälern braust, müssen die Bauern die Herdfeuer auslöschen, weil sie befürchten, daß der Föhn die Hütten in Brand steckt, denn sein Wüten ist dann so arg, daß er Häuser umzureißen droht, daß er die Flammen aus dem Herd heraustreibt. Er ist ein warmer Wind, der auch in den österreichischen Alpen kein seltener Gast ist, der sich bis Wien und Mitteldeutschland bemerkbar macht, den man auch auf Grönland auftreten sah. Im Winter treibt er nicht selten das Thermometer innerhalb weniger Stunden um 10 Grad und mehr in die Höhe. Nach einem kalten Morgen kann es um Mittag leicht 10 bis 12 Grad Wärme geben.

Diesen seltsamen warmen Sturm hat man in Europa lange als einen Wüstenwind angesehen, weil man glaubte, er komme aus Afrika und bringe von dort her seine Wärme mit. Erst der verdiente österreichische Meteorologe Julius Hann hat den wahren Charakter dieses Windes erkannt und bewiesen, daß der Föhn nicht aus dem fernen Süden kommt, sondern überall entstehen kann, wo hohe Gebirgszüge und tiefe Täler vorhanden



sind, daß er daher ein Fallwind ist, denn es gibt sogar einen Föhn, der aus Norden kommt.

Da man den Föhn auch im eisigen Grönland, im hohen Norden beobachtete, war man schon frühzeitig stutzig geworden, wenn man dachte, daß die afrikanische Wärme dem Wind bis Grönland erhalten bleiben solle. Durch die Erklärung von Hann sah man erst, daß rein örtliche Verhältnisse die Bildung warmer Winde verursachen können.

Hann erklärt die Entstehung dieses warmen Windes auf folgende Art:

Wenn sich im Süden Europas, etwa am Mittelländischen oder dem Adriatischen Meere, hoher Luftdruck und gleichzeitig über der Nordsee tiefer Luftdruck befindet, dann werden die Luftmassen vom Gebiet des hohen zum tiefen Druck abfließen. Sie müssen dabei die Alpen übersteigen. Wenn die Luft aufsteigt, kühlt sie sich für je 100 Meter Steigung um $^1/_2$ Grad ab. Fällt sie von einem hohen Gebirgskamm in ein daneben befindliches tiefes Tal, dann erwärmt sie sich durch diesen Absturz. Diese Erwärmung macht, wie die Beobachtungen lehren, für je 100 Meter Fall 1 Grad aus.

Um dies verständlich zu machen, sei folgendes Beispiel angenommen. In Triest herrsche an einem Wintertag eine Temperatur von 4 Grad über Null. Tritt bei tiefem Luftdruck über der Nordsee die Luft von der Adria über die Alpen, dann wird sie auf einer Berghöhe von etwa 2400 Meter sich 24mal um $^1/_2$ Grad abgekühlt haben. Diese Abkühlung macht daher 12 Grad aus. Gab es in Triest 4 Grad Wärme, so kann auf den Alpen von 2400 Meter Höhe in den krainischen Bergen eine Kälte von 8 Grad herrschen. Befindet sich nun ein Tal von etwa 400 Meter Seehöhe hinter diesen Bergen, dann wird die Luft dorthin 2000 Meter tief abstürzen. Sie nimmt 20mal um 1 Grad zu. Da sie auf der Höhe 8 Grad unter Null hatte, so vermag sich die Luft in diesem Tal auf 12 Grad zu erwärmen, während in Triest nur 4 Grad beobachtet wurden.

Der Föhn ist daher nach dieser Erklärung ein Fallwind, der im Abstürzen heiß und trocken wird. Es gibt sogar Orte, an denen der Föhn von Norden her auftritt, wie in Tragöß in Steiermark. In solchen Fällen ist die Föhnerklärung von Hann glänzend gerechtfertigt worden.

## Die Bora.

An der Adria tritt im Winter und manchmal auch zu anderen Jahreszeiten ein kühler Wind auf, die Bora (vom lateinischen Boreas = Nordwind), die von Norden her bläst. Sie wütet im Winter mit solcher Gewalt, daß das Gehen in den Straßen von Triest lebensgefährlich ist. Dann müssen Stricke gespannt werden, um den Leuten das Gehen in den Straßen nahe dem Hafen zu ermöglichen, weil sie sonst ins Meer geschleudert würden.

Die Bora tritt immer dann auf, wenn über dem Meer tiefer und über dem Festland hoher Luftdruck liegt. Im Januar oder an anderen kalten Wintertagen, wenn Frost ganz Österreich heimsucht und die abgekühlte Luft, die schwer ist, über den Alpen lagert, vermag sie dann nach dem Meere abzuströmen. Sie fällt vom Karstgebiet hinab und vereist alle Wasser um Triest. Mit großer Wucht stürzt sie über den Gebirgskamm nach Süden und tobt dann mit ebensolcher Gewalt wie der Föhn, wenn er nach den nordischen Ländern kommt.

In diesem Falle ist also die eisige Bora kein Wind aus dem Polargebiet, sondern ein Sturm, der durch die Luftdruckverschiedenheit in den Alpen ebenso entsteht wie der Föhn, wenn er von den Küsten des Mittelmeeres die Alpen heimsucht.

# Die Bewegungen im Luftraum.

Wir haben schon erwähnt, daß durch die Erwärmung der Erdoberfläche Luft zum Aufsteigen gebracht wird, durch Abkühlung sinkt sie herab; es entsteht eine Kreislaufbewegung der Luftmassen, wie es unsere Abbildung zeigt. Durch die Erwärmung von Land und Wasserflächen werden Luftmengen aufgelockert; infolge ihres Aufblähens und Abfließens sinkt der

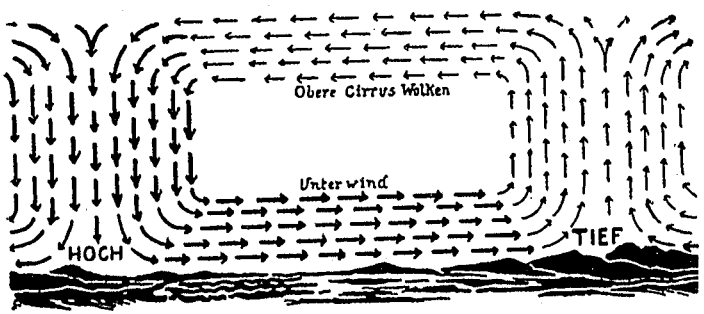



Abb. 5. Wagrechte und senkrechte Luftströmungen in einem Tief- und Hochdruckgebiet. (Nach Dr. Polis, Die Wettervorhersage.)

Luftdruck; es bildet sich unter günstigen Umständen ein Tiefdruckgebiet aus, ein sogenannter Luftwirbel. In diesem steigt in der Mitte die erwärmte Luft in die Höhe; durch das Aufsteigen verdichtet sie sich und auch die in ihr enthaltene Feuchtigkeit; es bilden sich Wolken, und schließlich regnet es. Da in dem Tiefdruckgebiet ein fortwährender Luftausgleich erfolgt, entstehen dort auch Stürme, es herrscht schlechtes Wetter.

## Der Einfluß der Luftdruckverteilung auf das Wetter.

Jede Art des Wetters entstammt einer bestimmten Verteilung des Gewichts der Luft und ihres Druckes nahe der Erdoberfläche. Ist er am Standort sehr hoch, so tritt schönes Wetter ein, ist er sehr tief, folgt Sturm oder Regen. Das Gebiet des hohen und des tiefen Luftdrucks breitet sich manchmal aus, zuweilen wandert es über weite Flächen. Im Winter bringt es strenge Kälte, im Sommer große Hitze.

## Die Tiefdruckgebiete.

Die Tiefdruckgebiete haben die Neigung weiterzuziehen. Sie schreiten von Westen nach Osten, zumeist in der Richtung der

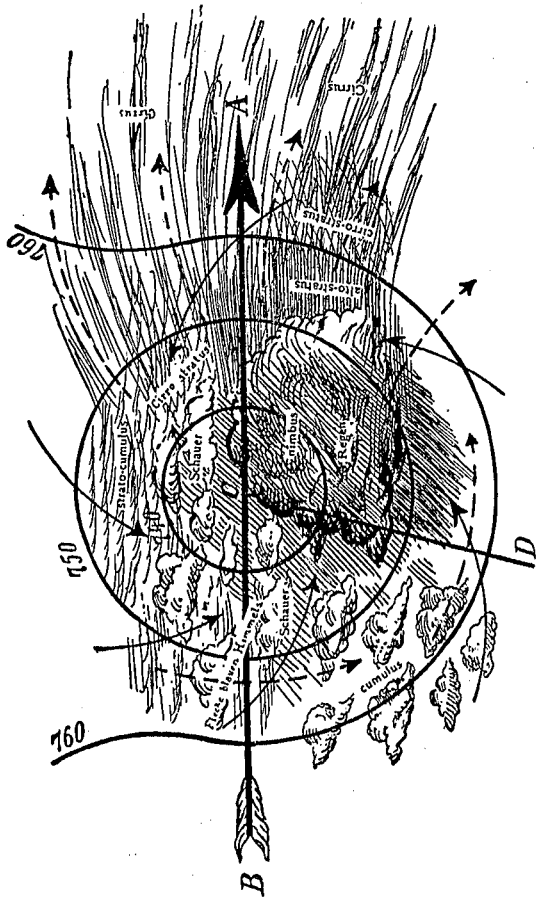
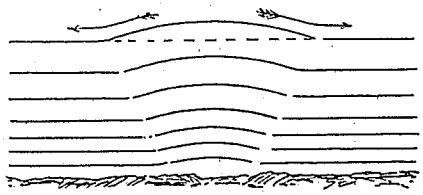



Abb. 6. Winde und Witterung in der Umgebung eines Tiefdruckgebiets. (Nach Dr. Polis, Die Wettervorhersage.)

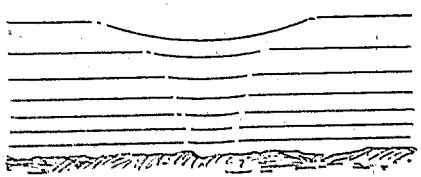
Drehung der Erde fort und gelangen in 24 Stunden bis 3500 Kilometer weit, wie die starken Stürme. Manchmal lagern sie tagelang über derselben Landfläche, wie etwa die baro-



metrischen Hochdruckgebiete, die Maxima. Ein anderes Mal eilen sie schnell über große Strecken. Sie wären imstande, das Deutsche Reich von West nach Ost in 13 Stunden zu durchwandern. Diese Wirbel tiefen Luftdrucks halten sehr häufig bestimmte Bahnen ein, die man „Zugstraßen" nennt. An ihrem Ausbildungsort vertiefen sie sich durch die Drehung, die ihnen eigen ist, im Fortschreiten füllen sie sich allmählich aus. Ihre Form ist zumeist elliptisch, selten kreisartig. Manchmal kommen sie aus dem Atlantischen Ozean nach dem europäischen Festland und gelangen weit nach Osten bis Rußland. Sind diese Wirbel tief, dann bringen sie auf ihrem Wege überall Regenfluten und Stürme, wie Abb. 8 (S. 36) zeigt. Lagert während ihrer Wanderung gleichzeitig hoher Druck in West- oder Nordwesteuropa, oder erstreckt er sich keilförmig von Südwesten über die Alpen, so wird es starke Regen geben.



Erste Phase: Auflockerung der Luft.



Zweite Phase: Zusammensinken der Luft.

Abb. 7. Entstehung eines Tiefdruckgebiets der Luft durch Temperaturerhöhung.

Besonders gefährlich ist diese Wetterlage, wenn sich aus dem Golf von Genua, dem Ligurischen Meer, ein Wirbel tiefen Luftdrucks über die Alpen bewegt. Schreitet er von Triest nach Nordosten und erstreckt sich gleichzeitig höherer Druck vom Westen her keilförmig bis nach Österreich, dann folgen sehr häufig große Überschwemmungen in den Alpen. Alle die großen Hochwasser von 1897 und 1899 sind nach einer derartigen Wetterlage entstanden. Es regnet dann in den Alpen tagelang so ausgiebig, daß Wasserstände von 6 Meter und mehr an manchen Flüssen beobachtet wurden.

Auch für Deutschland ist jede Wetterlage gefährlich, wenn im Südwesten tiefer und im Westen oder Nordwesten hoher Luftdruck liegt. Durch eine derartige Luftdruckverteilung im

Winter 1909 trat die große Überschwemmung von Nürnberg ein. Zuerst gab es ergiebige Schneefälle. Bald fiel der Niederschlag als Regen, und nun kamen die gefallenen Schneemassen zum Schmelzen. Die Flüsse stiegen jäh an, und die Folge war das große Hochwasser in Süddeutschland, eines der größten, die dort seit Jahrhunderten vorgekommen sind.

Abb. 8. Ein Sturm- und Regenwirbel zieht über Europa hinweg.
(Nach Pernter, Wetterprognose.)

## Die Hauptzugstraßen der Tiefdruckgebiete.

Van Bebber war der erste, der diese Zugstraßen aus dem Studium der täglichen Wetterkarten ableitete. Er konnte feststellen, daß es, wie unsere Abbildung auf Seite 37 zeigt, fünf Hauptzugstraßen der barometrischen Tiefdruckgebiete gibt. Diese Zugstraßen teilen sich wieder in mehrere Abzweigungen.

Die Zugstraße I liegt an dem Wege, den der Golfstrom nimmt. Sie geht nördlich der Küsten von Großbritannien und Skandinavien vorbei und hält die Richtung nach Nordosten ein. Von ihr zweigen drei Stränge in Norwegen ab, die gegen Lappland und Finnland gelangen.



Die Zugstraße II führt durch Norwegen und Schweden nach Finnland.

Die Zugstraße III löst sich von II an ihrem Entstehungsort bei den Shetlandinseln ab und geht südlich durch Dänemark, Deutschland nach Rußland. In Südschweden, an der Ostsee,

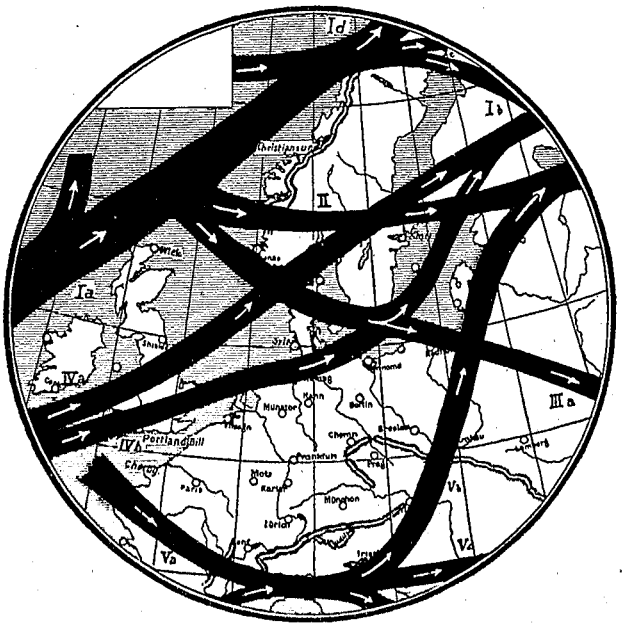



Abb. 9. Zugstraßen der Tiefdruckgebiete über Europa.
(Nach Dr. Polis, Die Wettervorhersage.)

wo sie die Zugstraße IV b kreuzt, biegt die Zugstraße III b ab, die nach Finnland führt und sich wieder mit IV vereinigt.

Die Zugstraße IV kommt vom Atlantischen Ozean, nördlich der Azoren her. Sie durchzieht in zwei Ästen (a und b) Südengland, die Nordsee, Skandinavien und die Ostsee bis Finnland.

Die Zugstraße V führt vom englischen Kanal her. Sie erstreckt sich durch Frankreich und Norditalien, biegt beim Golf von Genua nach Osten um und teilt sich in der nördlichen Adria bei Florenz, Venedig, Triest in drei Äste, deren nördlichster, die Zugstraße V b, über die Alpen durch Österreich nach

Rußland zieht. Er ist der gefährlichste für die Bewohner der Alpen, denn jedes Barometerminimum, das diesen Weg nimmt, bringt auf seinem Wege große Regenmengen, die zumeist 3 bis 5 Tage anhalten. Alle Hochwasser in Österreich und Süddeutschland sind durch diese Luftdruckwirbel entstanden.

Außer diesen Zugstraßen über Europa gibt es solche natürlich auch in anderen Erdteilen.

Vorläufig kennt man noch nicht sicher die Ursachen, weshalb die Luftwirbel gerade diese Bahnen bevorzugen, von denen sie manchmal abweichen. Wahrscheinlich spielt dabei der Einfluß der Gebirge und der Ebenen mit. Man sieht sehr häufig, daß südlich der Alpen tagelang ein Tiefdruckgebiet liegt, das wohl darum entsteht, weil dort durch das wärmere Meer und die erhitztere Landmasse ein stärkerer Luftauftrieb erfolgt. Zur selben Zeit sind die Alpen kälter. Sie bilden dichtere Luft aus, weshalb der Luftwirbel durch diesen Wall dichter Luft am Vordringen nach Norden aufgehalten wird.

Ähnliche Ursachen beeinflussen die Wirbel, die an der Küste von Norddeutschland vorüberkommen. Sie ziehen hier besonders häufig im Winterhalbjahr durch die Nordsee und die Ostsee. Diese sind dann wärmer als das umgebende Land, weshalb die Luftwirbel vorwiegend den Wasserflächen folgen.

Durch den Golfstrom entstehen über dessen wärmerem Wasser aufsteigende Luftströme, die sich vor Großbritannien häufig zu Luftwirbeln ausbilden. Man kann dies auch nahe von Island beobachten. Diese Luftwirbel schreiten dann über dem wärmeren Wasser nach Osten fort. Auch Luftströme von verschiedener Temperatur, die aus größeren Höhen herabsinken, mögen auf die Ausbildung von Luftwirbeln und auf deren Fortbewegung Einfluß haben.

Jedenfalls ist es gewiß, daß die Temperatur der Erdoberfläche und die der Luftströmungen auf die Fortbewegung der Luftwirbel von großem Einfluß sind, weil man beobachten kann, daß sich in bestimmten Jahreszeiten eine regelmäßig wieder eintretende Luftdruckverteilung ergibt. So liegt während der kalten Jahreszeit schwerere Luft über den Festländern, in Mitteleuropa ist, ebenso wie in Asien und Amerika, der Luftdruck dann viel höher als im Sommer. Die Wirbel tieferen Luftdrucks werden sich daher im Winter gegen das wärmere Meer verschieben.



Im Sommer ist es umgekehrt. Dann wird das Land wärmer, das Meer kühler sein. Die über den erwärmten Landmassen aufsteigende Luft wird dort tieferen Luftdruck ausbilden.

Große Verschiebungen der Luftdruckverteilung zeigen sich in der Zeit des Übergangs vom Winter zum Frühling und vom Herbst zum Winter. Sobald sich im Süden von Europa durch die zunehmende Wärmeeinstrahlung im Februar und im März der Auftrieb der Luft steigert, wird die Ausbildung fortschreitender Luftwirbel begünstigt, in deren Rücken dann oft südliche Winde nach Mitteleuropa gelangen. Aus dem südwestlichen Teil von Europa strömt nun dichtere Luft zu, es bilden sich über den Alpen Hochdruckgebiete mit Luftzufuhr aus den Pyrenäen und dem Ozean. Dann erfolgt der Einbruch von Westwetter mit warmen Regen und in der Folge oft die erste Frühlingswärme.

Der Engländer Aitken hat schon vor Jahren Versuche angestellt, die ersehen ließen, daß sich die Luftwirbel in der Richtung fortbewegen, in die der stärkste Wind weht. Bläst er aus Westen nach Osten, so werden sie nach Osten weiterziehen.

## Stärke und Geschwindigkeiten des Windes.

Tiefe Luftwirbel bewirken ein jähes Anschwellen der Sturmesgewalt, die so lange wächst, als die Vertiefung zunimmt. Der Orkan ist zumeist dort am größten, wo sich das „Auge" des Luftwirbels befindet. Bei schweren Orkanen in England stieg die Windgeschwindigkeit bis 67 Meter in der Sekunde. Dies wären 241 Kilometer in der Stunde, eine Schnelligkeit, die allerdings nur bei einzelnen Windstößen beobachtet worden sein soll. Köppen zweifelte, daß diese Zahl zutreffend sei, und durch Nachrechnung der möglichen Fehler kam er dazu, diese Höchstgeschwindigkeit auf 176,4 Kilometer in der Stunde richtigzustellen, die noch immer ganz außerordentlich hoch ist.

Dieser Orkan im Februar 1894 brachte die größten Sturmgeschwindigkeiten, die man bisher in England kennt.

Man schätzt die Windstärke nach Mohn (veränderte Regel von Beaufort). Auf der See gilt die zwölfteilige Beaufortskala, die feinere Unterschiede macht; die S. 40 wiedergegebene Mohnsche Regel gilt für Landwinde.

| Windart | Stärkebezeichnung | Kilometer in der Stunde | Äußere Merkmale |
|---|---|---|---|
| Schwacher Wind | 1 | 4 | Man bemerkt einen Luftzug |
| Mäßig . . . . | 2 | 14 | Blätter auf Zweigen bewegen sich |
| Frisch . . . . | 3 | 40 | Zweige bewegen sich |
| Stark . . . . | 4 | 70 | Bäume werden geschüttelt und starke Äste bewegt |
| Voller Sturm . | 5 | 100 | Äste brechen ab; Gehen wird im Freien erschwert |
| Orkan . . . . | 6 | 150 | Bäume werden entwurzelt, Dächer abgerissen, Wagen umgeworfen. |

## Der Winddruck.

Mit der Zunahme der Geschwindigkeit des Windes wächst auch der Druck, den er auf Gegenstände ausübt, die ihm entgegenstehen. Deshalb werden bei den furchtbaren Orkanen in den Tropen sehr häufig Häuser zum Einstürzen gebracht und Eisenbahnzüge aus den Geleisen geworfen. Hann* berichtet nach Curtiß, daß der höchste bisher bekannte Winddruck in England 146,5 Kilogramm auf den Quadratmeter Fläche ergab. Dieser Sturm wurde im März 1897 zu Rousdon beobachtet. Das „Wind-pressure-Committee", eine Vereinigung von Meteorologen, die sich mit dem Studium des Windes befassen, hat erklärt, daß seiner Meinung nach der Orkan damals einen Druck von 273 Kilogramm auf einen Quadratmeter Fläche ausgeübt habe.

Auch die Orkane, die in Amerika und in Asien verheerend weiterwandern und Häuser zum Einstürzen bringen, erreichen anscheinend keine bedeutend größere Stärke. Dies kann man jedoch nicht immer genau ermitteln, weil sie wie die Bauwerke auch die meteorologischen Apparate vernichten und das Registrieren während des stärksten Sturmes unmöglich machen. Bei einem derartigen Tornado (Wirbelsturm) wurden am 20. März 1875 in Nordamerika Zerstörungen beobachtet, die einem Druck von 330 Kilogramm auf den Quadratmeter Fläche entsprachen.

Weniger machtvoll treten die Stürme zumeist auf dem europäischen Festland auf, obwohl es auch da, wie die Sturmkata-

* Lehrbuch der Meteorologie. Verlag H. Tauchnitz, Leipzig.



strophen von Sehlis in Sachsen und von Siebenbürgen im Mai 1912 lehrten, außerordentlich heftige Orkane geben kann, bei denen der Winddruck auf den Quadratmeter Fläche 200 Kilogramm übersteigt.

Zuweilen erreicht die Bora an der österreichischen Adria einen Druck von 150 bis 240 Kilogramm, auf dem Karst von 184 bis 200 Kilogramm. Sie vermag Eisenbahnzüge umzuwerfen.

Der Wind geht in größeren Höhen in der Regel stärker als am Boden, wenn es auch davon an manchem Tage Ausnahmen gibt. Manchmal lagert ruhige Luft über einem Tal, steigen wir aber auf einen Aussichtsturm, dann wird uns der Hut vom Kopfe geweht. Drachen, die man bei ruhiger Luft vom Boden schwer in die Höhe bringt, steigen später ganz gut, wenn sie in höhere Luftschichten gelangen. Auf Grund der wissenschaftlichen Ballonfahrten, die um Berlin ausgeführt wurden, ergab sich nach den Ermittlungen von Berson folgende Windgeschwindigkeit:

| In einer Höhe von | 0—1 | 1—2 | 2—3 | 3—4 | 4—5 | 5—6 Kilometer |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ist der Wind | 1,75 | 1,95 | 2,15 | 2,5 | 3,1 | 4,5 mal |

so stark als am Boden.

Wenn die Geschwindigkeit am Boden etwa 10 Kilometer in der Stunde wäre, so würde sie erreichen: bei 3 Kilometer Höhe 25 Kilometer, bei 5 Kilometer etwa 40 Kilometer in der Stunde, gegen 6 Kilometer Höhe steigt sie auf 45 Kilometer in der Stunde; der Wind ist daher in der Regel hier etwa 4,5 mal so stark als am Boden.

Schon in Entfernungen von wenigen Metern über der Erde nimmt die Windgeschwindigkeit rasch zu, wie Stevenson beobachtete. Er maß mit einem Apparat an einem 15 Meter hohen Mast die Luftbewegung und fand, daß sie schon in dieser geringen Höhe oft 2 bis 3mal so groß war als an der Erde. Teisserenc de Bort hat nach Hanns Angaben* festgestellt, daß bei schönem Wetter und hohem Luftdruck die Windstärke mit der Höhe abnimmt bis zu Höhen von 3000 Meter, bei schlechtem Wetter und niedrigem Barometerstand steigt die Windgeschwindigkeit mit wachsender Höhe.

* Lehrbuch der Meteorologie. Von Julius Hann. Verlag H. Tauchnitz, Leipzig.

Natürlich ist die Windschnelligkeit auch von der Bodengestalt abhängig. Wo große Berge einen Ort umschließen, wird der Wind in die Niederung keinen Zutritt haben, wo freie ebene Land- oder Meeresflächen den Luftströmungen kein Hindernis bieten, wird sich der Ausgleich der Luft ungehindert vollziehen können. Durch Wälder, Berge und unebenen Boden wird die Luftbewegung gehemmt.

Ist ein Luftwirbel sehr tief, dann wird er an dem Orte, an dem er vorbeizieht, sehr starke Winde verursachen. Er gleicht einem Lufttrichter, in den die umgebende kältere und schwerere Luft einströmt. Ist die Wand des Trichters sehr steil, dann wird die Luft mit größerer Gewalt eindringen, als wenn die Trichterwände sehr flach sind. Durch das Eindringen der Luftmassen wird allmählich der stetigen Erneuerung der Wirbel entgegengewirkt. Im Fortschreiten des Wirbels mehren sich die Widerstände, er wird flacher und flacher, bis er sich ganz ausfüllt. Die Wände des Trichters sind nun ganz verschwunden, die Stürme eingeschlafen.

Die Stürme in Europa erreichen nur selten die Stärke der Orkane, die in den tropischen Ländern auftreten. Dennoch sind manche Orkane auch in Europa von verheerendster Wirkung gewesen. Ein Beispiel davon ergibt sich aus der allerjüngsten Zeit. Nach großer Hitze, die sich am 12. und 13. Mai 1912 unerwartet frühzeitig in Europa ausbildete, folgten in Sachsen und Ungarn außerordentlich heftige Wirbelstürme. Das Dorf Sehlis in Sachsen wurde durch den Orkan verwüstet, auch andere Orte in Deutschland geschädigt, in Siebenbürgen rissen am 13. Mai die Wirbelstürme mehr als 1000 Häuser nieder, eine Reihe von Dörfern wurden in Trümmerhaufen verwandelt, Wälder zerstört; nach zwei Tagen bildeten sich in Ungarn abermals Orkane aus. Sie glichen in ihrem Wesen ganz den verheerenden Stürmen, die in den heißen Landstrichen an den südlichen Meeren auftreten. In Europa übersteigt die Sturmgeschwindigkeit selten 100 Kilometer in der Stunde. Der größte bisher beobachtete Sturm in Deutschland erreichte am 22. Dezember 1894 bei Borkum eine Stundengeschwindigkeit von 130 Kilometer; eine ebensolche Schnelligkeit wurde auch in Wien am 10. Dezember 1884 verzeichnet. Daran nahe heranreichende Windstärken wurden in Europa oft gemessen. In England



und an den Küsten der Nordsee sind derartige schwere Orkane nicht selten, weil dort die tiefen Luftwirbel vom Ozean vorbeiwandern, die von schweren Stürmen begleitet sind. Große Sturmschäden, Beschädigungen der Küsten, Sturmfluten und Schiffsunglücke ereignen sich dann recht häufig.

## Die höchsten und die tiefsten Barometerstände.

Oft sinkt während der schweren Orkane das Barometer ungewöhnlich tief, manchmal bis gegen 700 Millimeter, während zur selben Zeit im südlichen Europa hoher Luftdruck liegt. Diese Wetterlage kommt gegen den Frühling besonders häufig vor. Dann überschwemmen warme Luftmassen das Festland.

Die englischen meteorologischen Anstalten beobachten nicht allzu selten Barometerstände, die zwischen 700 und 720 Millimeter liegen, während im Innern des Festlandes so tiefer Luftdruck äußerst selten und nur nach jahrelangen Pausen vorkommt. Er tritt immer im Winterhalbjahr ein, wie überhaupt der Winter die Zeit der größten Schwankungen des Luftdrucks ist.

Als höchster Barometerstand gilt bisher der vom 23. Januar 1900. Damals wurde in Barnaul in Sibirien 808,7 Millimeter beobachtet. Diesen Höchststand hat man aber nicht abgelesen, sondern rechnungsmäßig abgeleitet aus dem Stand des in einer Seehöhe von 170 Meter stehenden Barometers, das 789,2 Millimeter zeigte. Zu der Ortshöhe wurde der Luftdruck zugerechnet, der sich von da bis zur Meeresoberfläche ergibt; so gelangte man zu dieser Ziffer für den höchsten Stand.

Der tiefste Barometerstand ist der, den man am 2. August 1891 mit 686,3 Millimeter in der Chinesischen See an Bord eines Schiffes bei einem schweren Wirbelsturm gemessen hat.

Für England gilt der Luftdruck von 693,5 Millimeter, den man dort am 8. Dezember 1886 beobachtete, als der tiefste. Er wurde in Belfast in Nordirland verzeichnet.

## Die Stärke des Windes in verschiedenen Jahreszeiten.

Nicht während des ganzen Jahres ist die Bewegung der Luft gleich stark. Die schwächste Luftbewegung bringt bei uns der Hochsommer. Im Innern des europäischen Festlandes kommen die stärksten Winde im Winterhalbjahr und da wieder gegen

den Frühling vor, wenn sich über Europa tiefe Luftwirbel ausbilden. Sie tauchen an der Nord- und Ostsee schon im Winter auf, der dadurch am Meeresrand als die stürmischste Zeit gilt, weil dann das Land kälter ist als das Meer und die dichtere Landluft häufig nach der See hin in diese Luftwirbel abströmt. Besonders an solchen Küsten, die steil abfallen, wie etwa bei Rügen, bei England oder in Triest, sind dann die Landwinde außerordentlich heftig, wie die Bora, die durch eine solche Luftdruckverteilung entsteht.

Im allgemeinen ist in Europa der Sommer ruhiger, der Winter stürmischer, doch kommen zuweilen ruhige Winter und stürmische Sommer vor. Bei hohem Barometerstand gibt es in allen Jahreszeiten zumeist ruhiges Wetter. Im Gebiet des höchsten Luftdrucks ist es am windstillsten, im Bereich des tiefsten Luftdrucks in der Regel dann am stürmischsten, wenn sich nahe davon eine Lage höheren Drucks befindet. Manchmal herrscht auch im Gebiet des tiefsten Luftdrucks verhältnismäßig ruhiges Wetter, wenn von da zum Hochdruck hin der Luftdruck langsam zunimmt, wenn also der gedachte Luftberg nur allmählich ansteigt.

## Die täglichen Schwankungen der Kraft des Windes.

Man kann oft beobachten, daß nach einem stürmischen Tag ein stiller Abend folgt, daß überhaupt gegen Abend die Luftruhe zumeist zunimmt. Dies kommt daher, weil am Tage die Sonne durch die Bodenerwärmung Luftmassen aufbläht und zum Aufsteigen bringt; es entstehen bei starker Sonneneinstrahlung an warmen Tagen zuweilen heftige Winde. Ist die Sonne im Versinken, dann strahlt die Erde die Wärme wieder aus, die Temperatur der Luft nimmt ab, weil ihr die Sonne keine Wärme mehr zuführt. Die Bäume verdampfen an solchen warmen Tagen so viel Wasser, daß am Abend die ausgestrahlte Bodenwärme und die Luftwärme durch das Verdampfen rasch gebunden wird. Es wird kühl, der Luftauftrieb nimmt ab, der Ausgleich mit den höher lagernden kalten Luftschichten verzögert sich, die Luft wird ruhig.

Diese täglichen Schwankungen der Windgeschwindigkeit finden sich in allen Jahreszeiten. Sie sind am Land und am Meer zu beobachten, sie treten am Äquator und in höheren Breiten



ein. An den Meeresküsten weht in der Regel am Morgen der Wind vom Lande auf das Meer, am Abend vom Meer auf das Land. Oft schon von Mittag an beginnen die Seewinde gegen das Land zu streichen, die Bewohner erfreuen sich an einer frischen Brise. Es ist der Ausgleich der Luftbewegung über kalten und warmen Flächen. Wie über einer Herdplatte steigt an heißen Tagen vom Land die Luft empor. Dieses kühlt aber während klarer Nächte rascher aus als das Meer, das zu allen Jahreszeiten eine geringere Wärmeschwankung, eine gleichmäßigere Temperatur zeigt als das Land, weil es Wärme langsam aufnimmt und langsam abgibt. Daher kann das Meer während einer klaren Nacht wärmer sein als das rasch auskühlende Land. Gegen den Morgen, wenn die Landfläche die niedrigste Temperatur aufweist, wird von ihr der Wind zur See wehen.

Je klarer das Wetter, um so größer werden die Unterschiede der Windstärke ausfallen können, je trüber, um so kleiner werden sie sein. Dies hat seine Ursache in der verschieden starken Einstrahlung der Sonnenwärme, auf die wir schon hingewiesen haben.

## Die Richtung des Windes.

An einem trüben Sturmtag kann man oft die Wahrnehmung machen, daß die Wolken aus allen Richtungen daherjagen, daß

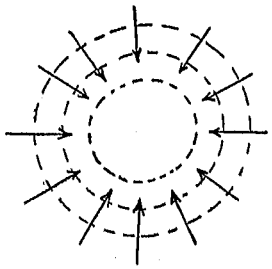


Abb. 10. Strömungen der Luft nach einem Tiefdruckgebiet, wenn die Erde ohne Achsendrehung wäre.

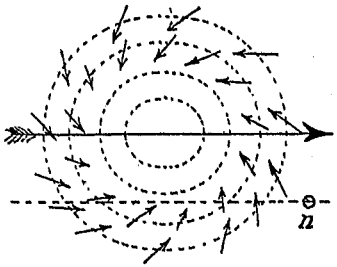



Abb. 11. Luftwirbel um ein Tiefdruckgebiet.

sie ihre Zugbahn im Verlauf weniger Stunden gründlich ändern und manchmal nach einer oder zwei Stunden den entgegengesetzten Weg einschlagen, den sie früher nahmen. Besonders auffallend ist dieser Richtungswechsel, wenn in der Nähe unseres

Standortes ein Wirbel tiefen Luftdrucks vorüberzieht. Er bringt den Wind zum „Umspringen", wie der Seemann sagt. Die Windrichtung ist immer abhängig von der Richtung, in der sich der hohe und der tiefe Luftdruck befinden, und von dem Zug der barometrischen Tiefdruckgebiete.

Wie wir schon in dem Abschnitt „Wie Winde und Wetter entstehen" bemerkten, ist die Luft in steter Bewegung, sie fließt. Dieses Fließen erfolgt vom Bereich des höchsten zu dem des tiefsten Barometerstandes. Je näher diese beisammenliegen, um so rascher geht es vor sich.

Um das sogenannte barometrische Maximum, das Gebiet des höchsten Luftdrucks, kreist auf der nördlichen Erdhälfte der Wind im Sinne der Drehung des Zeigers einer Uhr. Im barometrischen Tiefdruckgebiet, dem „Minimum", findet diese Drehung des Windes in entgegengesetzter Richtung statt. Davon wird auch die allgemeine Windrichtung an den Orten abhängen, die dem Barometermaximum oder dem Minimum näher liegen.

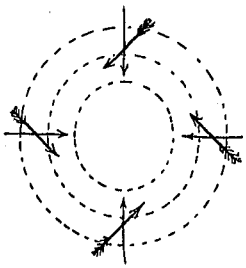


Abb. 12. Ablenkung der Winde auf der nördlichen Erdhälfte.

Man findet die Richtung, in der das tiefste Druckgebiet liegt, wenn man sich so stellt, daß der Wind in den Rücken bläst. Dann wird der tiefste Luftdruck zur linken Hand liegen. Die Luft strömt nicht in gerader Richtung vom Hochdruck- zum Tiefdruckgebiet. Sie wird durch örtliche Luftströme abgelenkt oder beeinflußt, bewegt sich, wie unsere Abbildung ersehen läßt, auf der nördlichen Erdhälfte spiralförmig von dem Hochdruckgebiet weg im Sinne der Drehungsrichtung des Uhrzeigers und fließt dieser Richtung entgegengesetzt in das Tiefdruckgebiet ein. In diesem wird daher, wenn es an einem Orte vorbeizieht, der Wind alle Himmelsrichtungen durchlaufen. Auf der südlichen Erdhälfte erfolgen alle diese Bewegungen in entgegengesetzter Richtung.

Schon in alter Zeit wurde die Richtung des Windes nach der Himmelsgegend bezeichnet, aus der er weht. Gewöhnlich nennt man nur acht Windrichtungen, den Nord-, Süd-, Ost-, Westwind, dann den Nordost-, Südost-, Südwest-, Nordwestwind. Der Seemann und der wissenschaftliche Erforscher der



Luft teilen aber diese noch weiter ein in Nordnordost-, Ostnordost-, Ostsüdost-, Südsüdost-, Südsüdwest-, Westsüdwest-, Westnordwest-, Nordnordwestwinde, je nachdem deren Richtung einer der vier Hauptwindrichtungen am nächsten liegt.

An ruhigen Tagen, wenn keine großen Gegensätze in der Verteilung der Luft über dem Festland bestehen, dreht sich der Wind vormittags mit der Sonne. Er weht dann aus verschiedenen Himmelsrichtungen in der Reihenfolge der Weltgegenden, wie sie der Zeiger der Uhr angibt. Besonders auf höher gelegenen Flächen, auf Gipfelpunkten, wird diese Erscheinung sehr deutlich wahrgenommen. Sprung hat festgestellt, daß sich nachmittags der Wind in der Richtung bewegt, die dem Zeiger der Uhr entgegengesetzt ist. Diese auf der Nordhälfte der Erde gemachten Beobachtungen wandeln sich auf der südlichen Erdhälfte in ihr Gegenteil.

## Die Windrichtung im Wandel der Jahreszeiten.

Außer dieser täglichen Änderung der Windrichtung sind Veränderungen wahrzunehmen, die zu gewissen Jahreszeiten eintreten. Wohl überwiegen in dem größten Teil von Europa die Westwinde, die in allen Jahreszeiten wehen. Sie kommen am wenigsten häufig im Winterhalbjahr vor, weil dann das Meer wärmer als das Land ist und die Winde vom Lande auf das Meer hinauswehen. In der wärmeren Jahreszeit blasen die Winde vom kälteren Meer (Seewinde) auf das durchwärmte Land. Da sich im Winter über Rußland hoher Luftdruck ausbildet, beherrschen in dieser Zeit häufig die Ostwinde (Landwinde) das europäische Klima. Es werden daher bei Ostwinden, wenn auch wir hohen Luftdruck haben, im Winter klare kalte Tage eintreten. Ist dann der Luftdruck bei uns tiefer, so herrscht Nebelwetter. Bei Westwinden gibt es im Winter milde, regnerische Tage. Westwinde sind in Mitteleuropa im Winterhalbjahr weniger häufig, aber auch reine Ostwinde kommen da verhältnismäßig selten vor. Zumeist blasen dann die Winde aus dem östlichen Himmelsabschnitt von Nord bis aus Südost.

Im Sommer, wenn die Festländer wärmer sind als das Meer, wehen zumeist Westwinde oder überhaupt Winde vom westlichen Teil des Himmels, von Nordwest bis aus Südwest. Sie bringen dann kühles, feuchtes Wetter und oft starke Regenfälle, weil sie die Meeresfeuchtigkeit über die Landmassen tragen.

## Die Eigenarten der Winde.

Der Nordwind ist in jeder Jahreszeit kalt. Er bläst bei uns aus Hochdruckgebieten, die über Nordeuropa lagern und ihre Luftzufuhr aus den Polargebieten erhalten.

Der Nordostwind ist im Winter eisig. Er trägt dann russische Temperaturen zu uns bei nicht immer klarem Wetter. Im Sommer weht er selten und veranlaßt dann nicht übermäßig warme Tage.

Der Ostwind ist immer trocken, er bringt uns schönes Wetter. Im Winter weht er, wenn die Tage klar sind, mit beißender Schärfe. Da bei klarem Wetter die Wärmeausstrahlung während der Nacht groß ist, können im Winter bei Ostwind sehr tiefe Temperaturen in Mitteleuropa vorkommen. Sobald sich über der großen russischen Landmasse ein Gebiet hohen Luftdrucks ausbildet, wird es uns im Winter den Ostwind bescheren, der dann die russische Kälte herüberträgt. Im Winter von 1906 auf 1907 war ein barometrisches Hochdruckgebiet vom nördlichen Eismeer durch Westrußland bis in die Balkanländer gezogen. Es brachte in Westrußland den außerordentlich hohen Luftdruck von 800 Millimeter, verursachte auch in Deutschland und in Österreich die höchsten bis dahin bekannten Barometerstände, die nahe an 800 Millimeter heranreichten, und legte ganz Europa in einen Eispanzer. Tieftemperaturen von 20 bis 30 Grad unter Null waren damals in ganz Deutschland und Österreich häufig, in Wien wurden noch — 22 Grad gemessen. Zugleich blies ein schneidender Ostwind bei klarem Wetter, der die Kältewirkung noch verschärfte.

Im Sommer ist uns dagegen der dann seltene Ostwind sehr erwünscht. Er bringt dann heiteres, trockenes, warmes Wetter und vermag zuweilen sehr heiße Tage zu schaffen.

Der Südostwind ist für uns in fast allen Jahreszeiten ein warmer Wind; selbst im Winter bringt er das Thermometer schnell zum Steigen, wenn das östliche Hochdruckgebiet, nachdem es uns eine Reihe kalter, schöner Tage bescherte, weit nach Süden wandert bis gegen Kleinasien. Dann dringen von dort nach Europa südöstliche Luftströmungen vor. Auch im Sommer bringt der Südost warmes Wetter, das nicht mehr so klar ist als das bei Ostwind.



Der Südwind bläst über Europa ebenso selten als der Südost. Immer ist der Südwind für Mittel- und Nordeuropa ein warmer Wind. Er weht, sobald sich hoher Druck über dem Mittelländischen Meer befindet. Sehr oft breitet sich ein solches Hochdruckgebiet südlich nach Afrika, nördlich bis gegen den Alpenabhang aus. Wenn nach kalten Wintertagen plötzlich der Südwind über Europa hereinbricht, dann steigt das Thermometer innerhalb von zwei Tagen zuweilen von 15 bis 20 Grad unter Null auf etwa 10 bis 12 Grad über den Gefrierpunkt. Am Nordabhang der Alpen kann die Temperatur dann bis gegen 20 Grad erreichen unter der Wirkung des Föhns, über den wir schon auf Seite 30 gesprochen haben.

Der Südwestwind bringt über Europa häufig starke Regen. Er weht von den Azoren her, ist mit Feuchtigkeit gesättigt und lagert diese ab, sobald er die Alpen in ihrem westlichen Teil überschreitet. Bildet sich über Spanien hoher Luftdruck aus, der manchmal keilförmig bis gegen Süddeutschland vordringt, und lagert gleichzeitig über Mitteleuropa oder Norddeutschland tiefer Luftdruck, dann gibt es in den Alpenländern große Niederschläge.

Der Westwind ist, wie schon erwähnt, immer ein feuchter Wind. Im Sommer bringt er kühle, regnerische Tage, im Winter folgt seinem Einbruch mildes, zumeist nasses Wetter, weil er vom wärmeren Meere weht. Auffallend macht sich der Einbruch von Westwetter im Winter bemerkbar. Lagert vorher tagelang über Mitteleuropa ein Gebiet hohen Luftdrucks, dann bringt es eine Reihe von Frosttagen. Plötzlich fallen Graupeln, nachher kurze Zeit wässeriger Schnee, und ganz unvermittelt fängt es zu regnen an. Auf dem durchkälteten Boden bildet sich Glatteis, jedes Zweiglein der Bäume und Sträucher ist wie mit Glas überzogen, weil der durchkältete Regen darauf gefriert.

Allmählich steigt das Thermometer über Null. Der Regen wird wärmer, das Glatteis löst sich, warme Windstöße fegen dahin, das Tauwetter ist da.

Der Nordwestwind ist sowohl im Sommer als im Winter unangenehm, weil er uns rasch veränderliches Wetter bringt, kühl ist und häufig von Regenschauern, im Winter von großen Schneefällen begleitet wird. Wenn über Nordengland oder dem nördlichen Teile des Atlantischen Meeres hoher Luftdruck liegt,

wehen von dort zu uns durchkältete, feuchte Winde. Bei veränderlichem Wetter und wechselndem Wolkentreiben gibt es im Sommer kühle Regen, im Winter Schneestürme. In Pausen kommen wieder klarer Himmel und Wolkenfetzen zum Anblick.

Solche Nordwestwinde herrschen in Mitteleuropa zumeist im Frühjahr vor, sobald der Winter mit dem Lenz kämpft. Dann jagen häufig düstere Wolken über den Himmel, die von Nordwesten zerfetzt kommen und drohend aussehen. Zeitweilig senden sie einen Schauer von Schnee oder Graupeln hernieder, der nicht lange anhält; bald dringt wieder die Sonne zwischen den schwarzen Wolkenmassen hervor. Das ist das „Aprilwetter".

## Die Winde der warmen Erdstriche.

Die Winde der heißen Zone haben verschiedenartige Namen: wie Samum, Chamsin, Taifun, Zyklon, Monsun usw. Die Monsune sind Seewinde, die in bestimmten Jahreszeiten aus gewissen Richtungen wehen; sie verdanken der verschiedenartigen Erwärmung des Landes und des Meeres ihr Entstehen, ebenso wie die Land- und die Seebrise, die man an unseren Meeresküsten an heiteren, milden Tagen beobachten kann.

Die Monsunwinde bilden sich nördlich und südlich der Tropen dort aus, wo der Unterschied zwischen der Sommer- und der Wintertemperatur schon merklich groß ist. Weil dort, wie wir schon mehrmals zeigten, im Winter das Land, im Sommer das Meer kälter ist, entstehen täglich Luftströmungen. Sobald der Wechsel der Jahreszeiten die Temperaturgegensätze des Landes und des Meeres im Sommer oder im Winter umkehrt, wird auch die Richtung geändert, aus der die Winde blasen. Sie werden aber aus ihrer geraden Richtung durch örtliche Einflüsse und die Erddrehung abgelenkt und erstrecken sich noch weit in mittlere Breiten. Die Monsune kommen demnach nicht ausschließlich nahe den Tropen vor. Diese Jahreszeitenwinde, die man nahe der Meeresküsten noch außerhalb des Polarkreises bemerkt hat, wehen stets je ein halbes Jahr aus ihrer Hauptrichtung. Man kennt sie auf allen Meeren der Erdoberfläche.

Die reinen Landwinde in den Tropen haben verschiedene Namen. Der in Nordafrika vorkommende Chamsin, Samum, ein reiner Wüstenwind, ist heiß und trocken, er führt viel Wüstensand mit und entsteht, wenn ein Wirbel tiefen Luftdrucks über



dem Mittelmeer hinzieht und über Afrika höherer Luftdruck lagert. Ein warmer Wind ist am Mittelländischen Meer der Schirokko, der aus Süden nach Italien und zu den Adrialändern weht. Viele Leute halten ihn für einen aus Afrika herüberkommenden Wüstenwind. Seinem Wesen nach gleicht er dem Föhn. Er dürfte auch ein trockener Fallwind sein, der sich durch Herabstürzen erwärmt.

## Andere Luftbewegungen.

Schwere Wirbelstürme haben vielerlei Namen. Wir bezeichnen sie als Orkane. In den warmen Erdstrichen nennt man einen

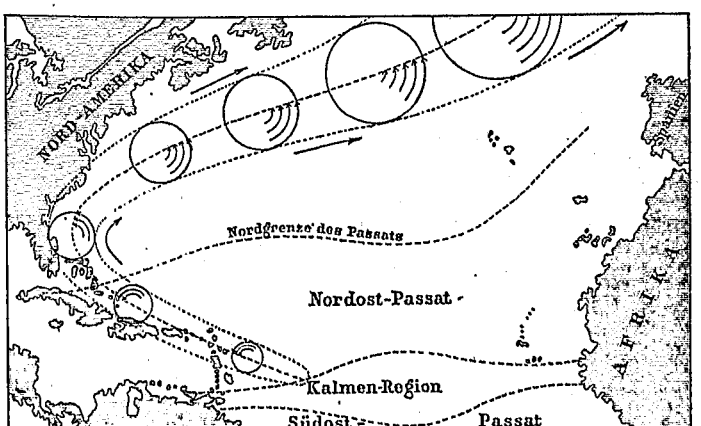



Abb. 13. Bahn eines Wirbelsturmes.

sehr starken Wirbelsturm Zyklon. Drehstürme, in denen sich die Luft in rasch drehender Bewegung befindet, die somit eine große Kraft entfalten, heißen in Amerika Tornados, in China und Japan Taifune. Sie kommen dort häufiger als sonst im Herbst und im Frühling vor, durchwandern weite Landstriche und verheeren durch ihre Gewalt alle Kulturen. Solche Stürme treten manchmal an den warmen Meeresküsten von Mittelamerika und im Chinesischen Meer auf. Sie ziehen in einem großen Bogen nach Nordosten weiter und werden allmählich flacher.