



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Handbuch der Physik zur Selbstbelehrung für jedermann

Spiller, Philipp

Berlin, 1866

Meteorologischer Nachtrag.

[urn:nbn:de:hbz:466:1-73841](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-73841)

Meteorologischer Nachtrag.

Die Meteorologie führt ihren Namen eigentlich von den Meteoren. Nach dem gangbaren Sprachgebrauche aber versteht man unter den Meteoren die in unbestimmten Zeiten erscheinenden Feuerkugeln und die periodisch (am 10. bis 12. August und vom 11. bis 13. November) sich zeigenden Sternschnuppen. Beide Erscheinungen sind kosmische, wenn auch die ersteren meist nur dann erst erkannt werden, wenn sie in unsere Atmosphäre getreten sind. Diesem Begriffe entgegen beschränkt sich die Meteorologie nur auf die Erscheinungen in der die Erdoberfläche umgebenden Atmosphäre und könnte wohl Atmosphärologie genannt werden. Die Witterungskunde ist nur eine von den Früchten, welche aus einer wissenschaftlichen Behandlung der Meteorologie gewonnen werden. Weil aber die Witterung grade so außerordentlich wichtig ist nicht nur in Betreff unseres körperlichen Wohlbefindens, sondern auch in Beziehung auf die Pflanzenkultur, von welcher in erster Linie unser Bestehen abhängt; so hat man sich seit den ältesten Zeiten zwar bemüht, für die Wettererscheinungen eine gewisse Gesetzmäßigkeit zu finden und der Volksglaube hat sich auch eine Menge von Sprüchen und ganz unzuverlässigen Wetterprophezeiungen, z. B. in den Kalendern, angeeignet, aber erst in den letzten 30 bis 40 Jahren ist die Meteorologie wissenschaftlich betrieben worden und nun mehr und mehr die Aussicht vorhanden, daß ihre Resultate sich praktisch verwerthen lassen.

Weil hier großartige Verhältnisse vorliegen, ist es unmöglich, aus Erscheinungen an einzelnen Orten Schlüsse zu ziehen, welche eine allgemeine Geltung haben sollen. Es ist nothwendig, über große Gebiete der Erdoberfläche, ja über die ganze Erde, regelmäßige und lange Zeiträume andauernde Beobachtungen mit ganz genauen Instrumenten anzustellen, um dann durch Zusammenstellung der Beobachtungsergebnisse die Gesetze, nach denen die Erscheinungen stattfinden, zu entdecken und daraus weitere Schlüsse zu ziehen. Die ersten Anregungen dazu haben Alexander v. Humboldt und Gauß gegeben, und Dove, welcher seit mehr

als 30 Jahren die Meteorologie zu seinem Lebensberufe macht, hat das Verdienst, die praktische Ausführung an sehr vielen Orten ins Leben gerufen und eine Menge wichtiger Resultate gewonnen zu haben. Mit seiner Genehmigung werde ich später die in der dritten, soeben fertig gewordenen Auflage seines „Gesetzes der Stürme“ enthaltenen Resultate benutzen.

Wenn die Fortschritte der Physik es auch ermöglicht haben, uns über die Ursachen der Erscheinungen genaue Aufklärung zu geben und uns darüber zu belehren, daß die Erfolge nicht anders sein konnten, als sie sich eben gezeigt haben; so sind wir doch jetzt noch ziemlich weit davon entfernt, einerseits mit unfehlbarer Sicherheit die erste Veranlassung zu einer bestimmten Veränderung der Witterung und andererseits stets anzugeben, was weiter sich ereignen werde. In einzelnen Fällen ist es wohl gestattet, ziemlich sichere Schlüsse zu ziehen. Da z. B. in diesem Winter die warmen Südströmungen der Luft so andauernd geherrscht und uns eine selten hohe Temperatur gebracht haben, so läßt sich erwarten, daß auch das Meer nördlich von Europa weit weniger abgekühlt und mit Eis bedeckt sein wird, als es bei anhaltenden nördlichen Winden der Fall würde gewesen sein. Wenn also eine Nordpolexpedition je Aussicht haben sollte, das Meer auf bedeutende nördliche Breiten eisfrei zu finden, um dann in die eigentliche im Spätsommer wahrscheinlich eisfreie Polarzone und nach dem Nordpole vorzudringen; so wäre es grade in diesem Jahre. Eine gewisse historische Berühmtheit hat eine Prophezeiung von Quatremère-Disjonval erlangt, welcher dem Pichegru aus seinem Gefängnisse vorher sagte, daß Waal und Maas so einfrieren würden, daß er das französische Heer nach Holland würde führen können, wie es in der That am 2. Januar 1795 geschah. Der Wetterprophet war aber hier die von Quatremère beobachtete Kreuzspinne, welche Veranlassung zu der von ihm verfaßten Aeneasologie wurde.

Vorzüglich praktisch wichtig aber sind solche meteorologischen Untersuchungen für die Klimatologie, d. h. für die Erkenntniß der gesammten Witterungsverhältnisse der verschiedenen Gegenden, welche uns theils vor so manchen Mißgriffen in Betreff der Kolonisation, der Agrikultur und mancher sozialen Einrichtungen bewahren, theils anweisen wird, was wir in der Akklimatisation von Pflanzen und Thieren zu thun oder zu meiden haben, um dem Wohlstande eine sichere Grundlage zu geben. Namentlich unterliegt die geographische Vertheilung der Pflanzen (Pflanzengeographie) den Einflüssen des Klimas, und somit auch die der Thierwelt, welche von den Pflanzen abhängig ist.

In neuerer Zeit ist es für die Seefahrer besonders wichtig geworden, aus dem Gange der meteorologischen Instrumente die Anzeichen für einen hereinbrechenden Sturm zu erkennen und die Richtung zu ermitteln, nach welcher man fahren muß, um der Gefahr zu entgehen oder sie zu vermindern.

Wir haben in diesem Werke bereits zwar die wesentlichsten meteorologischen Instrumente und deren Anwendung kennen gelernt, namentlich das Barometer (Bd. I. S. 211), das Thermometer (Bd. II. S. 107), das Psychrometer (Bd. II. S. 238), die Windfahne (Bd. I. S. 441), den Regenmesser (Bd. II. S. 272), auch haben wir bei dieser Gelegenheit und an anderen geeigneten Stellen, namentlich bei Besprechung der Winde (Bd. I. S. 228) und der Wassererscheinungen in der Atmosphäre (Bd. II. S. 266) auf die wichtigsten meteorologischen Gesichtspunkte hingewiesen; aber wir können es uns bei der Wichtigkeit der Sache nicht versagen, hier in einem einigermaßen systematischen Zusammenhange, anknüpfend an Bekanntes, noch einige Ergänzungen anzuschließen.

Die Betrachtung der Atmosphäre ist für uns nicht nur insofern wichtig, als wir in ihr leben und als vorzüglich durch ihre Beschaffenheit unser körperliches Gedeihen bedingt wird, sondern auch als Werkstätte der großartigsten Naturerscheinungen, die ebensowohl das Interesse jedes Gebildeten fesseln müssen, als sie geeignet sind, den ganzen Haushalt der irdischen Natur zu bedingen.

Die Atmosphäre ist die luftige Hülle, welche unseren Erdkörper überall umgibt und auch in das Innere desselben eindringt, wie tief wir auch zu gelangen vermögen. Die Bestandtheile derselben sind theils Gase, welche unter allen Umständen den Aggregatzustand der luftigen Körper beibehalten, theils Wasserdämpfe, theils andere Stoffe. Die eigentliche atmosphärische Luft ist ein gleichmäßiges Gemenge aus:

23,299	Gewichtstheilen oder	21	Raumtheilen	Sauerstoff und
76,701	"	78,999	"	Stickstoff mit
	durchschnittlich etwa	0,001	"	Kohlenstoff.

Dieses Verhältniß ist überall auf der Erde zu allen Jahres- und Tageszeiten in der Höhe und in der Tiefe, im Freien und in Zimmern, selbst Krankensälen und über den Häuptern von Menschenmassen, über Sandwüsten und Eisfeldern, wie über grünen Feldern vorhanden.

Außer diesen stets und unter allen Umständen in demselben Verhältnisse vorkommenden Lustarten sind nur noch unter besonderen und örtlichen Umständen einige andere Gasarten vorhanden.

Wasserstoffgas ist wohl nur neben Kratern von Vulkanen in größeren Höhen über der Erdoberfläche in der atmosphärischen Luft entdeckt worden, obwohl es in Sümpfen, bei der Zersetzung und Ausdünstung thierischer Körper und auf andere Weise erzeugt wird. Gay-Lussac hat in der Luft, welche er bei seiner Luftfahrt aus einer Höhe von 20428 pariser Fuß mit herab brachte, auch nicht eine Spur davon vorgefunden, so daß man nicht annehmen kann, daß diese leichte Luft in der Atmosphäre emporgestiegen ist. Man kann also nur annehmen, daß sie bei ihrer allmählichen Erzeugung eine Verbindung mit dem Sauerstoffe eingeht und Wasser oder Wasserdampf mit ihm bildet, dessen

äußerst geringe Menge den Zustand der Atmosphäre nicht wesentlich zu ändern vermag.

Kohlensäure, welche schwerer ist, als atmosphärische Luft, wird zwar dicht an der Erdoberfläche, z. B. in Krankensälen und menschen-erfüllten Räumen, beim Gährungsprozesse, an Orten, wo Kohlen verbrennen und am Erdkörper selbst, wie in der bekannten Hundsgrotte, zum Theil in ziemlich bedeutender Menge erzeugt, so daß ihr Einathmen lebensgefährlich wird, namentlich wenn ihr Antheil bis zu $\frac{1}{100}$ steigt; aber über dem Meere und mit lebenden Pflanzen bedeckten Flächen verschwindet sie und in den größten bis jetzt erreichten Höhen über dem Lande ist ihr Antheil im Mittel nur 0,001 gefunden worden.

Wie bedeutend der Gehalt an Kohlensäure in menschen-erfüllten Räumen wird, haben einige in Paris angestellte genaue Beobachtungen ergeben. In der Deputirtenkammer stieg der Antheil dieser für die Gesundheit so gefährlichen Luft nach $2\frac{1}{2}$ stündiger Sitzung auf 2 Tausendstel, in der komischen Oper nach derselben Frist im Parterre auf 2,3, unmittelbar unter der Decke 4,3; in einem Schlaßsaale der Salpetrière nach neunstündigem Verschlusse auf 5,8, in einem anderen Saale nach $8\frac{1}{4}$ Stunden auf 8 und in dem chemischen Hörsaale der Carbonne nach $1\frac{1}{2}$ stündigem Verschlusse sogar auf 10 Tausendstel. Da nun weniger als 1 Prozent Kohlensäure in der eingeathmeten Luft der Gesundheit schon nachtheilig ist, so sieht man, daß für solche Räume eine gute Ventilation, welche stets frische Luft zu- und die verdorbene abführt, zu einem unabweislichen Bedürfnisse wird.

In Paris würde die Kohlensäure, welche in 24 Stunden durch die Feuerstätten und das Athmen der Menschen und Thiere entwickelt wird, die Stadt mit einer 86 Millimeter hohen Schicht bedecken, wenn sie sich gleichmäßig lagerte und es würde so in kurzer Zeit alles Leben vernichtet werden, wenn im Haushalte der Natur für die Verbreitung und den Verbrauch dieses Gases nicht gesorgt wäre. Wir haben schon früher (Bd. I. S. 91, 201) unter dem Namen Diffusion die Eigenschaft der Gase erwähnt, daß jedes einen gegebenen Raum so ausfüllt, als wäre ein anderes gar nicht vorhanden. Darnach vertheilt sich also die Kohlensäure, insofern sie wegen ihres größeren spezifischen Gewichtes nicht auf die lockere Erdoberfläche herabgesunken und hier zersezt worden ist, sofort nach ihrer Entwicklung gleichmäßig durch die übrige Luft; hier aber wird sie über den ungeheuer ausgedehnten grünenden Flächen unter dem Einflusse des Sonnenlichts zersezt, indem die lebenden Pflanzen den Kohlenstoff anziehen und den Sauerstoff abstoßen. Während der Nacht verschlucken sie zwar einen Theil des ausgehauchten Sauerstoffes, aber nur im verwelkenden und krankhaften Zustande. Dazu kommt, daß die Winde und Stürme sehr bald auch das Gleichgewicht herzustellen vermögen, da sie selbst bei mäßiger Geschwindigkeit in we-

nigen Tagen den Weg zwischen den Polen und dem Aequator zurücklegen können.

Außerdem hat man in der Atmosphäre in der Nähe von Meeren, namentlich auch am todten Meere, Salzsäure und salzsaure Salze in geringer Menge vorgefunden; aber ein nie fehlendes und für die Vegetation äußerst wichtiges Gas ist das Ammoniak, welches sich namentlich bei der Fäulniß entwickelt und wegen seiner großen Löslichkeit in Wasser bei Regen, besonders Gewitterregen, herabgebracht wird, so daß es in der Regel auch nur in geringer Menge vorhanden ist. Die Angaben schwanken von 0,02 bis zu 0,0000001.

Außerdem sind noch viele andere Stoffe meist in so geringer Menge vorhanden, daß dieselben chemisch in der Regel sich nicht nachweisen lassen: mancherlei Miasmen in den Tiefebeneu großer Flüsse (Ganges), in morastigen Thälern (Mexiko), an stagnirenden Gewässern (pontinische Sümpfe); ferner Rauch, Asche, Schwefelwasserstoff und andere Stoffe aus Vulkanen, Eissen, Hoehöfen, Fabriken (namentlich Gasfabriken), Laboratorien; die Bestandtheile der sogenannten trockenen Nebel, der Wüstenstaub, Blüthenstaub von Gewächsen u. a.

Neben dem Stickstoffe und dem Sauerstoffe ist aber der wesentlichste Bestandtheil der Atmosphäre der Wasserdampf. Er wird ununterbrochen durch die Wärme entwickelt und durch die Kälte wieder vernichtet. Allein durch diesen ewigen Kampf ist es möglich, daß die Erde als organisches Ganzes besteht. Es ist aber auch durch den Druck der Atmosphäre (Vd. I. S. 203, 240) dafür gesorgt, daß die Entwicklung des Wasserdampfes aus den Gewässern der Erde nicht allzuschnell vor sich gehe (vergl. Vd. II. S. 249). Wäre der Luftdruck auf einmal nicht vorhanden, so würden alle Gewässer, namentlich in der heißen Zone, sich schnell in Dämpfe verwandeln, diese würden sich stürmisch nach den beiden kalten Polargegenden begeben, um dort in Eis und Schnee verwandelt zu werden und es würde endlich auf der Erdoberfläche nur Eis und Wasserdampf vorhanden sein. Das an der Gränze der Eiszoneu entstehende Wasser würde auch sofort sich immer wieder in Eis verwandeln. Fänden keine Temperaturveränderungen an demselben Orte und Verschiedenheiten an verschiedenen Orten statt, so würde sich freilich nur eine so große Menge Wasser in Dünste verwandeln, als zum Sättigungsgrade nothwendig ist und das übrige Wasser würde wegen des auf ihm lastenden Dampfdruckes verhindert sein, sich auch zu verwandeln und wir hätten dann um die Erde nur eine Wasserdampf-atmosphäre von beständiger Dichte für jeden Ort.

Die Stärke der Verdunstung des Wassers, die Lebhaftigkeit der Verwandlung von Dämpfen in Wasser und Eis, sowie der Grad der Sättigung von Luft mit Dünsten ist aber von dem Wechsel der Temperaturverhältnisse abhängig und bedarf einer eingehenderen Untersuchung. Es ist für die Menge der Dämpfe gleichgiltig, ob sie in

einem gewissen Raume ganz allein oder mit atmosphärischer Luft vorhanden sind; sie richtet sich nur nach der in diesem Raume herrschenden Temperatur. Ein Raum ist mit Dämpfen gesättigt, wenn er bei der betreffenden Temperatur noch mehr Wasser in Dampfgestalt aufzunehmen unfähig ist. In diesem Falle wird also sowohl aus den noch mehr zugeführten Dämpfen sofort Wasser und ein Theil der vorhandenen Dämpfe wird auch ohne eine solche Zuführung zu Wasser, wenn man den Raum verkleinert, ohne die Temperatur zu erhöhen oder wenn die Temperatur erniedrigt wird, ohne die Größe des Raumes zu verändern. Ist ein Raum fähig, noch mehr Dämpfe aufzunehmen, so ist er um so entfernter vom Sättigungspunkte, je mehr er dieses vermag.

Dieselben Umstände gelten auch von der atmosphärischen Luft. Wird in ihr der Sättigungsgrad überschritten, so bilden sich Nebel und Wolken, wie meist in der Höhe der Atmosphäre, namentlich auch an den Gebirgen. Daher sind dort die Mose stets feucht, selbst wenn auch noch keine Nebel entstanden sind. Ist sie mit Dampf gesättigt, so werden alle Gegenstände in ihr feucht; ist sie trocken, so werden selbst solche Körper, welche die Feuchtigkeit mit Begier anziehen, wie Weinstein Salz, salzsaurer Kalk, in ihr trocken, auch wenn sie ganz naß waren. Die absolute Menge von Dämpfen, welche in kalter Luft bei ihrer Sättigung vorhanden ist, muß geringer sein, als die von heißer im Sättigungsgrade. Wird die Luft in jenem Falle erwärmt, ohne ihr eine größere Menge von Dämpfen zuzuführen, so ist sie nicht mehr gesättigt, sondern wird um so trockener, je höher ihre Temperatur steigt. Man muß also bei der Beurtheilung der Feuchtigkeit der Atmosphäre vorzüglich zwei Rücksichten festhalten: die absolute und die relative Menge von Dampf. Jene gibt man dadurch an, daß man die Höhe der Quecksilbersäule des Barometers nennt, welche der vorhandene Dampf zu tragen fähig ist; diese, daß man die Prozente der Dunstsättigung anführt, wobei also 100 die Sättigung und z. B. 50 (Prozent) bedeutet, daß noch einmal so viele Dämpfe vorhanden sein müßten, als wirklich vorhanden sind, um die Sättigung zu erreichen. Die Luft ist um so nasser, je mehr Prozente Feuchtigkeit sie enthält. Kalte Luft wird also bei einer gewissen Menge von Dünsten eher feucht sein, als warme. Naßkalte Luft kann also weniger Dünste enthalten, als trockenwarme.

Wenn Luft bei 4° C. mit Dämpfen gesättigt ist, so beträgt der bloße Dampfdruck 6,1 Millimeter; ist sie bei 20° C. gesättigt, so beträgt der Dampfdruck gegen 17,4 Millimeter. — Wäre nun bei 4° C. Luftwärme der Druck des in ihr enthaltenen Dampfes nur 5,1, so würde die Luft mit Dünsten noch nicht gesättigt sein, weil ihr zum Sättigungsgrade noch so viel fehlt, als einer Quecksilbersäule von $6,1 - 5,1 = 1$ Millimeter entspricht, also so ziemlich noch der sechste Theil, so daß der wirklich vorhandene Dampf $\frac{5,1}{6,1} = 0,836$ von der

Sättigung oder 83,6 Prozent beträgt. — Wäre aber bei 20° Luftwärme der Druck des in ihr vorhandenen Dampfes 8,7 Millimeter, so fehlten zur Dunstsättigung noch so viele Dämpfe, als einem Drucke auch von 8,7 Millimeter entspricht und die relative Feuchtigkeit beträgt $8,7/17,4 = 0,50$ oder 50 Prozent der Sättigung. — In dem letzten Falle ist die absolute Feuchtigkeit (8,7) zwar größer, als im ersten (5,1), aber die relative ist geringer (50 gegen 83,6). Wenn wir also von trockener oder feuchter Luft sprechen, so ist damit durchaus noch nicht die absolute Menge von Dünsten bezeichnet, sondern nur die relative, so daß also in unseren Beispielen die Luft von 4° feuchter ist, als die von 20°. In feuchter Luft werden nasse Gegenstände natürlich schwer, in trockener Luft leicht trocken werden und trockene hygroskopische Gegenstände (Küchensalz) in jener feucht, feuchte in dieser trocken werden.

Die atmosphärische Luft wird also in der heißen Zone relativ trocken, in der kalten relativ feucht sein, obwohl in jener wegen der hohen Temperatur sich eine ungeheure Menge von Dünsten und viel mehr entwickeln, als in dieser. Ebenso ist in den gemäßigten Zonen der Sommer relativ trockener, als der Winter: der Monat August ist bei uns der trockenste, der Dezember der feuchteste Monat. Im Laufe eines Sommertages ist der Wassergehalt der Luft zweimal ein größter, nämlich gegen 9 Uhr vormittags und 9 Uhr abends; zweimal ein kleinster, nämlich um 4 Uhr nachmittags und kurz vor Sonnenaufgang.

Der von der Atmosphäre ausgeübte Druck ist eine Summe der Druckkräfte der beiden miteinander mechanisch in einem ganz bestimmten Verhältnisse miteinander verbundenen oder gemengten gasigen Hauptbestandtheile, des Sauerstoffes und Stickstoffes, und der in einer veränderlichen Menge stets vorhandenen Wasserdämpfe, welche vorzüglich zu den in ihr vorkommenden Erscheinungen beitragen. Da die Temperatur an der Erdoberfläche wegen der Aerdrehung und der Bewegung um die Sonne fortwährend periodischen Veränderungen unterworfen ist, so findet dies auch mit dem Dampfgehalte statt und gibt zu sehr verwickelten Erscheinungen Veranlassung.

Im Allgemeinen ist die absolute Menge der Wasserdämpfe in größeren geographischen Breiten, ferner an demselben Orte im Winter und in größeren Höhen geringer, als in geringeren Breiten, im Sommer und an der Erdoberfläche. Der Einfluß der anderen Bestandtheile der Atmosphäre auf den Barometerstand ist so gering und so wenig nachweisbar, daß er ganz unberücksichtigt gelassen werden kann. Will man den Druck der trockenen Luft wissen, so muß man von dem Gesamtdrucke den durch die Wasserdämpfe hervorgebrachten abziehen.

In Betreff der Gestalt der Atmosphäre ist zu bemerken, daß sie nicht genau hohlkugelförmig um die Erde ausgebreitet, sondern wie der feste Erdkörper abgeplattet ist, d. h. sie wird von den Polen an nach dem Aequator immer höher und höher. Dafür sind zwei Gründe:

1) Obwohl die Luft ein außerordentlich leicht beweglicher Stoff ist, so wird sie doch durch ihr Gewicht an die Erde gefesselt und somit genöthigt, an ihrer Aendrehung theilzunehmen, was vollständig freilich nur bei absoluter Windstille stattfindet. Da nun bei der Aendrehung der Erde alle Orte unter demselben Meridiane gleichzeitig ihre Kreisbahnen beschreiben und die Kreise von den Polen nach dem Aequator hin immer größer werden, so besitzen die dem Aequator näher liegenden eine größere Drehungsgeschwindigkeit, als die entfernteren, bekommen also dadurch auch eine größere Schwungkraft, als die langsamer sich bewegenden und der Aze näher liegenden Punkte und entfernen sich daher auch weiter, zumal wegen der sphäroidischen Gestalt des Erdkörpers die Erdanziehung nach dem Aequator hin abnimmt.

2) Durch die in der heißen Zone herrschende höhere Temperatur wird hier die Luft stets mehr ausgedehnt, als nach den Polen hin, dadurch wird sie leichter, steigt mit ihrer Raumerweiterung empor und erhöht somit die Atmosphäre über dem Aequator, bis nach allen Richtungen hin das Gleichgewicht hergestellt ist.

Aus diesen Gründen und wegen der so großen Beweglichkeit der Luft muß die Atmosphäre mehr abgeplattet sein, als der feste Erdkörper.

Wenn wir nach der oberen Gränze oder nach der Höhe der Atmosphäre fragen, so läßt sich darüber eigentlich keine bestimmte Antwort geben, da sie sich allmählig, immer dünner werdend, ins Unbestimmte verliert. Wäre das mariottesche Gesetz (Vd. I. S. 220) über alle Gränzen richtig, so würde die Atmosphäre unbegrenzt sein, weil bei unendlich geringem Drucke die Luftschicht darüber unendlich hoch sein müßte. Daß sie aber nicht unbegrenzt sein, ja in unserem Planetensysteme nicht einmal bis an den Mond reichen kann, ist deshalb klar, weil zufolge der allgemeinen Massenanziehung der Mond sich aus ihr auch eine Atmosphäre in verdichtetem Zustande bilden und zeigen würde, was durchaus nicht der Fall ist. — Würde ihre Dichtigkeit am Meeresspiegel, wo der Barometerstand 28 pariser Zoll und 2 Linien beträgt, als eine nach obenhin gleichbleibende angenommen, so könnte sie eine Höhe von nur 24594 Fuß, also etwas über eine geographische Meile haben und ihr ganzes Gewicht würde $9\frac{1}{2}$ Trillionen Pfunde betragen. Wollte man die Gränze der Atmosphäre dahin setzen, wo die mit der Höhe zunehmende Zentrifugalkraft der Schwere das Gleichgewicht hält, wo also ein zur Erde nicht mehr unmittelbar fallender Körper sich in 24 Stunden um sie drehen würde, was bei 6,6 Erdhalbmessern geschehen würde, so wäre sie 5676 Meilen hoch. Nach der Berechnung von Laplace beträgt die Höhe, in welcher die Schwere und die Fliehkraft einander das Gleichgewicht halten, 4860 Meilen. — Setzte man die Gränze dahin, wo die spezifische Elastizität der Luft mit der Schwere ins Gleichgewicht kommt, so würde sie unter dem Aequator bei $22,4^{\circ}$ R.

mittlerer Temperatur 27,5 Meilen, unter den Polen bei 0° Temperatur 7,1 Meilen hoch sein. — Wenn die Dichtigkeit der Luft in höheren Regionen nach denselben Gesetzen abnahme, wie in tieferen; so würde schon in einer Höhe von 16000 Fuß ihre Dichtigkeit nur etwa zwei Drittel von der an der Erdoberfläche betragen und würde in einer Höhe von 30 geographischen $\frac{1}{4}$ Billionen mal dünner sein, als an der Erdoberfläche, also eine über alle Vorstellung gehende Zartheit besitzen, so daß dort der Begriff körperlicher Luft eigentlich verschwindet.

Bestimmtere Angaben über die Höhe der Atmosphäre erhalten wir, wenn wir uns auf bestimmte durch sie noch bewirkte Erscheinungen berufen, namentlich auf die Fähigkeit, die Lichtstrahlen der Gestirne von ihrer gradlinigen Bahn abzulenken oder Refraktion zu erzeugen. Da die Dämmerung bereits beginnt, wenn der Mittelpunkt der Sonne noch 18° unter dem Horizonte ist, so müssen wir der Atmosphäre noch bis auf eine Höhe von etwa 10 geographischen Meilen den Beginn der ablenkenden Kraft beilegen. Bemerkenswerth ist auch, daß man den Knall eines in einer Höhe von 50 englischen Meilen zerplatzenden Meteors an der Erdoberfläche noch gehört hat; also muß es dort noch Luft geben, welche fähig ist, den Schall fortzupflanzen. — Mit guten Luftpumpen kann man aus einer Glasglocke die Luft soweit herausbringen, daß der Rest nur noch eine Quecksilbersäule von $\frac{1}{2}$ Linie zu tragen vermag. Man nennt dann die Glocke zwar luftleer, sie ist es aber nicht vollständig. Die Atmosphäre hat in einer Höhe von 7,43 Meilen grade nur noch dieselbe Dichtigkeit oder Spannkraft, wie in der Glocke. Andere als eben nur solche relative Angaben lassen sich über die Höhe der Atmosphäre nicht machen.

Man hat aber auch noch eine andere Frage aufgeworfen, nämlich ob Sonne und Mond nicht auch auf das Luftmeer der Erde einen ähnlichen Einfluß geltend machen, wie auf das Wassermeer, d. h. eine Ebbe und Fluth erzeugen (Vd. I. S. 131). Die Theorie beweist und die Erfahrung bestätigt zwar diesen Einfluß, aber derselbe beträgt unter dem Aequator im Mittel nur so viel, als einem Barometerstande von $\frac{1}{4}$ pariser Linie (0,25 bis 0,28) entspricht. In Paris bewirkt der Einfluß der Sonne eine Barometererhöhung von nur 0,804 Millimetern über den niedrigsten Stand, welcher nachmittags 3 Uhr stattfindet und der Einfluß des Mondes in den Syzygien beträgt nur 0,0556 Millimeter (nachm. 3 Uhr 11 Min. 40 Sek.).

Von den außerordentlich mannigfaltigen Erscheinungen, welche die Atmosphäre darbietet, betrachten wir hier vorzüglich nur noch die Wärmeverhältnisse, ihre Ursachen und die daraus abgeleiteten klimatischen und Witterungszustände. Die erste Frage ist: welchen Einfluß hat die Sonne?

Obwohl die ganz reine atmosphärische Luft uns nicht sichtbar ist, so ist sie doch nicht völlig durchsichtig, sondern hält von dem von der

Sonne ausgehenden Lichte um so mehr zurück, je tiefer die Sonne am Horizonte steht. Clausius hat darüber sehr genaue Untersuchungen angestellt und gibt u. a. folgende Uebersicht:

Stand der Sonne über dem Horizonte.	Ungeschwächtes Sonnenlicht.	Durch die Atmosphäre geschwächtes Sonnenlicht.	Durch die Atmosphäre zurückgeworfenes Sonnenlicht.	Das zur Erde gelangende Sonnenlicht.
90°	1000	750	186	936
30°	500	281	138	420
10°	175	33	67	100

Wenn also die Sonne bei ganz heiterer Atmosphäre im Scheitelpunkte oder 90° über dem Horizonte steht, und man nimmt die absolute oder ungeschwächte Lichtstärke der Sonne gleich 1000 an, so ist das auf gradem Wege bis an die Erdoberfläche gelangende Licht 750, indem 250 durch die Atmosphäre verloren geht; davon wird 186 von der Atmosphäre zurückgeworfen und gibt uns die Tageshelligkeit an, so daß wir imganzen $750 + 186 = 936$ genießen und nur 64 überhaupt verloren geht. — Steht die Sonne 30° über dem Horizonte, so müßten wir an der Erdoberfläche von den 1000 bei 90° direkt nur 500 erhalten, wenn nichts verloren ginge; wir empfangen aber in der That nur 281 und es gehen uns von diesen 500 noch verloren $500 - 281 = 219$, also verhältnißmäßig mehr, als im ersten Falle, weil das Licht hier einen größeren Weg zurücklegen muß als dort. Davon kommen uns aber noch 138 als Tageshelle zugute, so daß wir imganzen $281 + 138 = 419$ genießen und $500 - 419 = 81$ überhaupt verlieren, während der ganze Verlust im ersten Falle nur 64 war. — Bei 10° Sonnenhöhe wird mehr als doppelt so viel Licht von der Luft zurückgeworfen (nämlich 67), als unmittelbar zur Erde gelangt (33). Da wir aber von den 175 zu uns gelangenden Strahlen imganzen $33 + 67 = 100$ genießen, so gehen für diesen Fall 75 verloren.

Wir erkennen also, daß die atmosphärische Luft allein schon ohne das Vorhandensein von Dünsten auf die Beleuchtung der irdischen Gegenstände und demnächst auch auf deren Erwärmung durch die Sonne einen höchst wichtigen Einfluß hat. Denken wir einmal die Atmosphäre weg, so verschwinden alle die herrlichen Lichterscheinungen (der Regenbogen, das Morgen- und Abendroth, das Himmelsblau und die anderen); in dem Schatten eines Gegenstandes ist absolute Nacht, wenn nicht etwa von Gegenständen der Oberfläche dahin Strahlen zufällig zurückgeworfen werden; Morgen- und Abenddämmerung fehlen und es tritt der grellste

Wechsel zwischen Tag und Nacht ein; der Himmel erscheint stets in dem tiefsten Schwarz und die Sterne bleiben stets sichtbar. Wozu indeß wollen wir dieses Bild noch weiter ausmalen, da ohne Atmosphäre die Existenz aller organischen Wesen absolut unmöglich wäre!

Wenn wir nun nach den bewegenden Kräften für alle Erscheinungen in der Atmosphäre fragen, so werden wir mit Ausnahme der rein optischen und derer, welche sich auf den statischen Druck beziehen, auf die Wärme hingewiesen. Die Sternschnuppen und Aerolithen gehören unserer Atmosphäre nicht an, wenn erstere auch nicht selten, letztere stets in dieselbe treten. Es gibt aber für die hierher gehörigen Erscheinungen nur zwei Wärmequellen: die Erde selbst und die Sonne.

Die Erde selbst ist im Laufe der Zeiten und nachdem sie drei wesentliche Bildungsperioden überstanden hat, an ihrer Oberfläche bereits so bedeutend abgekühlt, daß ihre innere Wärme nur noch an wenigen Stellen, nämlich an den etwa 225 noch thätigen Vulkanen und Erdbränden, hervortritt. In einer gewissen nach den geographischen Breiten und örtlichen Verhältnissen sich richtenden Tiefe ist zu allen Zeiten dieselbe unveränderliche Temperatur und daher beschränkt sich das Ein- und Ausströmen der atmosphärischen Luft nur auf diese äußerste, nur wenige Fuß tiefe Kruste der Erde. Die innere Erdwärme vermehrt die Temperatur an der Oberfläche etwa nur um $\frac{1}{20}$ Grad C. Wenn sich die Erdwärme im Laufe der Jahrtausende vermindert hat, so ist dieses keine Folge von der veränderten Stellung der Erde zur Sonne, weil sowohl die Schwankungen der Erdaxe gegen ihre Bahn um die Sonne, als auch die Verwandlung der elliptischen Form (Bd. I. S. 14) mehr und mehr in eine Kreisbahn oder die Verminderung der Excentricität (Entfernung der beiden Brennpunkte) höchst unbedeutend sind. Der Grund davon liegt in der Ausstrahlung in den Weltraum.

In dem Keller des Observatoriums zu Paris ist bei einer Tiefe von etwa 27 Metern bereits seit einem Jahrhunderte dieselbe Temperatur von $11,82^{\circ}$ C. beobachtet worden. Alle Quellen, welche in einer größeren Tiefe liegen, als daß ihr Wasserzufluß von der porösen Erdoberfläche durch Sinterung geschehen könnte, haben eine beständige Temperatur. Die heißen Quellen am Fuße hoher Gebirge kommen aus nach oben gehobenen ursprünglich tief gelegenen Schichten. Der Geiser auf Island hat eine Temperatur von 100° C., der Sprudel in Karlsbad 69° , die eine Quelle in Aachen 59° , die Salzsole aus dem 2219,5 Fuß tiefen Bohrloche zu Neusalzwerk bei Preußisch-Winden eine beständige Temperatur von $18,5^{\circ}$ R. = 23° C., wobei die mittlere Bodentemperatur 8° R. beträgt.

Wenn man von den Orten mit beständiger Temperatur tiefer in den Erdboden eindringt, so wird es fortwährend wärmer. Dieses hat sich namentlich in allen Theilen der Erde bei der Bohrung von artesischen Brunnen gezeigt und ließ sich schon aus dem Vorhandensein heißer

Quellen an solchen Orten vermuthen, in denen eine vulkanische Thätigkeit nicht mehr hervortritt. Ueberdies aber ergibt es sich als eine Nothwendigkeit, wenn wir auf die Entstehungsgeschichte der Erde zurückgehen.

Bei Walferdin (Departement Saône et Loire) zeigte das eine Bohrloch bei 554 Meter Tiefe $27,22^{\circ}$ C., das andere bei 816 Meter Tiefe $38,31^{\circ}$ C.; also auf 23,6 M. = 75 rheinl. Fuß eine Zunahme von 1° C. — Der 2247 pariser Fuß tiefe Brunnen von Mondorf hat am Boden $27,63^{\circ}$ C., also 1° C. Wärmezunahme auf je 31,04 Meter = 98,89 rheinl. Fuß. — Bei dem Brunnen von Grenelle wächst die Temperatur schon bei je 90 Fuß Tiefe um 1° C. — Geschätze die Wärmezunahme nach dem Erdinneren regelmäßig für 90 bis 100 Fuß Tiefe um je 1° R., so müßte in einer Tiefe von 12000 Fuß oder einer halben Meile schon eine Wärme von 100° , bei einer Tiefe von 7 Meilen würde das Eisen, dessen Schmelzpunkt die Temperatur von 1600° hat, in einem geschmolzenen Zustande vorhanden sein. Da Platin bei 6000° R. schmilzt, so mag dieses wohl die ursprüngliche Temperatur der Erde gewesen sein. In Kalifornien ist bis jetzt das größte Stück gediegenen und durch Schmelzung bei 1200° entstandenen Goldes mit einem Werthe von etwa 18000 Dollar gefunden worden.

In der kalten Zone findet nach unten zwar auch eine Wärmezunahme statt, aber in geringerem Maße. In Sibirien (Jakuzk) ist die mittlere Temperatur bei 7 Fuß Tiefe $-8,94^{\circ}$ R., bei 100 Fuß Tiefe $-5,22^{\circ}$, bei 200' Tiefe $-3,88^{\circ}$, bei 300' Tiefe $-3,11^{\circ}$ und würde erst bei 1000° gleich Null sein. Im Sommer thaut davon eine Schicht für die Vegetation auf.

Die Temperatur der oberen, durch die Sonne beeinflussten Kruste der Erde nimmt von der Oberfläche an nach der Tiefe in der wärmeren Jahreszeit schneller ab, in der kälteren schneller zu bis zu dem Punkte, in welchem das ganze Jahr eine beständige Temperatur stattfindet.

Wenn auch die Zunahme der Temperatur nach dem Erdinneren eine feststehende Thatsache ist, so darf man daraus noch keineswegs den Schluß ziehen, daß in einer gewissen Tiefe noch eine fortwährende Gluth vorhanden sein müsse; denn es fehlt in großen Tiefen jedenfalls an der zur Unterhaltung derselben nöthigen Bedingung, nämlich dem Sauerstoffe, und wäre sie wirklich vorhanden, so würde durch sie wegen des damit verbundenen Bestrebens der Ausdehnung der Zusammenhang der Erdrinde zerstört werden. Nur durch die Effen der Vulkane kann an einzelnen Stellen unter dem Einflusse chemischer Verhältnisse noch eine sehr hohe Temperatur erhalten werden.

Ob aber und inwiefern die innere Erdwärme auf die meteorologischen Erscheinungen von Einfluß ist, darüber fehlt es noch ganz an Erfahrungen. Da die Bewegungen der Erde um ihre Ase und um die Sonne keine Veränderungen erleiden und dieselbe auch im Weltraume,

indem sie mit der Sonne fortwandert, ihre Stellung gegen die anderen Gestirne nicht wesentlich ändert; so ist man versucht, die große Verschiedenheit in den Erscheinungen der einzelnen Jahre nicht bloß auf die Rechnung der Sonne zu bringen, sondern in einer Wechselwirkung des Erdkörpers mit seiner Atmosphäre zu suchen. Es ist freilich auch möglich, daß die in der Sonnenatmosphäre vorgehenden großartigen Veränderungen, welche sich in den Erscheinungen der Sonnenflecken abspiegeln, von Einfluß sind und daher hat man sich in der neuesten Zeit, unterstützt durch wiederholt in kurzen Zwischenzeiten aufgenommene photographische Darstellungen, eifrig bemüht, Beobachtungen zu machen, aus denen sich in späteren Zeiten vielleicht werden sichere Schlüsse ziehen lassen. Bis jetzt will man eine etwa zehnjährige Periode in dem Erscheinen von Sonnenflecken gefunden haben, welche mit einer eben solchen Periode in den Veränderungen des Erdmagnetismus zusammenhängt. Die Witterungsverhältnisse aber werden, wenn man sie mit den Veränderungen der Sonnenatmosphäre in Beziehung setzen will, gewiß größere Schwierigkeiten machen, weil sie viel zusammengesetzterer Natur sind.

In den Meeren der heißen und der gemäßigten Zonen nimmt die Temperatur nach unten zu bis zu einem gewissen Grade ab. In den Polarmeeren würde ohne Berücksichtigung der Erdwärme und der Meeresströmungen die Temperatur auf dem Grunde die des Wassers bei seiner größten Dichtigkeit, also 4° C. sein, aber sie ist sicher noch etwas höher.

Für unsere Betrachtungen ist die zweite, und zwar in der Sonne liegende Wärmequelle vorzüglich wichtig. Wir müssen hierbei die unmittelbar von der Sonne ausgehende Erwärmung von der durch die Sonne an irdischen Körpern erregten Wärme unterscheiden.

In der Sonnenatmosphäre findet ein Verbrennungsprozeß statt. Durch diesen wird der umgebende Weltäther in schwingende Bewegung gebracht und hat unmittelbar an der Sonne eine bestimmte Schwingungskraft. Da die Schwingungen durch einen isomorphen oder nach allen Richtungen gleichmäßig beschaffenen Stoff, den Weltäther, fortgepflanzt werden, so nimmt die Kraft ab, wie die Quadratzahlen der Entfernung von der Sonne zunehmen (Vd. I. S. 58). Da nun die Erde in unserem Sommer weiter von der Sonne entfernt ist, als im Winter, so muß die Gesamtwärme, welche die Erde von der Sonne empfängt, in jenem Falle geringer sein, als in diesem. Dafür aber geht die Erde in ihrer Bahn während dieser Zeit langsamer, als in unserem Winter, so daß dadurch wieder eine Ausgleichung geschieht. Da aber die Erde während des Sommers ihrer Südhälfte der Sonne am nächsten ist, so zeigt sich auf der südlichen Halbkugel ein greller und der Gesundheit gefährlicher Unterschied der Wärme im Schatten und im Freien. Die mittlere Jahreswärme beträgt zu Melbourne im Freien

17,48°, im Schatten 11,54°; zu Adelaide im Freien 23,97°, im Schatten 14,65°; zu Adelaide ist der Unterschied im März und April im Mittel 10,55° (nämlich 48,95°—18,40° und 24,11°—13,56°. Manche Reisende nennen die Differenz bisweilen schreckenerregend. Auch auf hohen Bergen ist der Unterschied der Wärme im Schatten eines Gegenstandes und außerhalb desselben größer, als in tieferen Gegenden.

Diese Verhältnisse aber sind für die meteorologischen Erscheinungen so unbedeutend, daß sie vernachlässigt werden können; entscheidend vielmehr ist die durch die Sonne in den irdischen Körpern hervorgerufene Wärme, wovon wir bei der Insolation schon gesprochen haben. Es kommt hierbei auf den Stand der Sonne über dem Horizonte des Beobachtungsortes, auf den Winkel, unter welchem die Grenzflächen eines Körpers an der Erdoberfläche getroffen werden und auf die Beschaffenheit der Körper selbst an.

Wenn wir vorläufig die letzten zwei Umstände unberücksichtigt lassen, so ist sofort klar, daß hierbei die geographische Lage eines Ortes und die Länge des Weges, welchen die Sonnenstrahlen durch die Atmosphäre von bestimmter Beschaffenheit zurückzulegen haben, von wesentlicher Bedeutung sind. Wie bei jeder Kraft, so gilt auch bei der durch die Sonnenstrahlen ausgeübten das Gesetz, daß sie nur dann ganz zur Wirkung gelangen, wenn sie senkrecht auftreffen, daß aber ein um so größerer Antheil verloren geht, je kleiner der Winkel ist, unter welchem sie wirken.

Weil die Erdaxe beständig unter einem Winkel von $66\frac{1}{2}^\circ$ gegen die Bahn der Erde um die Sonne geneigt ist, hat die Ekliptik gegen den Aequator eine Neigung von $23\frac{1}{2}^\circ$, so daß also ihre vom Aequator sich am meisten entfernenden Punkte auch $23\frac{1}{2}^\circ$ von ihm abstehen. Die Ekliptik aber bezeichnet alle Punkte der Erdoberfläche, in denen die Sonne jeden Mittag um 12 Uhr im Laufe eines Jahres senkrecht steht. In den äußersten Punkten der Ekliptik, durch welche die beiden Wendekreise gehen, geschieht dies jährlich einmal (an unserem längsten und am kürzesten Tage); in allen übrigen zweimal (in den beiden Durchschnittspunkten mit dem Aequator zur Zeit der Tag- und Nachtgleiche). Da aber auch in den anderen Zeiten des Jahres der Winkel, unter welchem in dieser Zone die Sonnenstrahlen den Horizont treffen, sich wenig von einem rechten, und zwar höchstens um $23\frac{1}{2}^\circ$, entfernt; so ist die Erwärmung der Erdoberfläche und der darüber befindlichen Atmosphäre eine sehr bedeutende, weshalb diese Zone auch die heiße genannt wird. Da in ihr die Länge der Tage und Nächte von einander nicht sehr verschieden ist, so sind auch die Unterschiede zwischen der größten und geringsten Wärme nicht sehr bedeutend.

Mit wechselnder geographischer Breite wächst auch der Unterschied zwischen der höchsten und tiefsten Stellung der Sonne über dem Horizonte im Laufe eines Jahres und der Unterschied in der Länge der Tage

und Nächte, also auch der Temperaturunterschied. Da für jeden der beiden Pole die Sonne während der einen Hälfte des Jahres über dem Horizonte steht und dabei als größte Höhe $23\frac{1}{2}^{\circ}$ erreicht, während der anderen Hälfte darunter und höchstens auch nur $23\frac{1}{2}^{\circ}$, so verschwinden die Unterschiede der Tagestemperaturen (während einer einmaligen Umdrehung) ganz und es bleiben nur die der Jahrestemperaturen, welche aber nicht sehr bedeutend sein können, besonders wenn dort nur Meere vorhanden sind.

Da die Tageslängen von wesentlichem Einflusse auf die Entwicklung der Wärme sind, so hat man die Erdoberfläche durch Parallelkreise vom Aequator an so in 24 Zonen getheilt, daß der längste Tag von Zone zu Zone um $\frac{1}{2}$ Stunde zunimmt, bis er 24 Stunden währet, und dann bis zu den Polen noch 6 Zonen angenommen, in denen die Zunahme des längsten Tages einen Monat beträgt. Dieses ist das sogen. mathematische Klima, von welchem die auf der nächsten Seite stehende Tabelle, welche mit Abänderung einiger Bogensekunden für dieses Jahrhundert gilt, eine Uebersicht gibt.

Das physikalische Klima, d. h. die auf die Vertheilung der Temperatur nach den Tages- und Jahreszeiten, auf die Niederschläge der verschiedenen Arten und auf die Windrichtungen sich beziehenden Verhältnisse, geht nicht parallel mit dem mathematischen Klima, sondern ist wesentlich abhängig von der Beschaffenheit der Erdoberfläche, also von der Vertheilung von Wasser und Land, von der Beschaffenheit und Erstreckung des letzteren und von der Höhe und Richtung der auf ihm vorhandenen Erhebungen. So liegt die wärmste Gegend der Erde nicht um den Aequator und die kälteste nicht um die Pole. Die wärmste von $+24^{\circ}$ R. mittlerer Jahrestemperatur befindet sich in der Sahara und bildet eine längliche Rundung, von welcher nach Norden die Wärme ziemlich rasch, nach Süden hin langsamer abnimmt, so daß an der Nordküste Afrikas ausnahmsweise schon Schnee und Eis vorgekommen sind, welche in Mittel und Südafrika, außer auf den Gipfeln der höchsten Berge, ganz fehlen. — In Amerikas und Asiens Nordküsten in einer Breite von etwa 72° hat sich das Eis festgesetzt, aber Kean hat bei 82° und Wrangel nördlich von Sibirien das Meer offen gesehen und die vom Nordpole herwehenden Winde wärmer gefunden. Die Kältepole fallen mit den Magnetpolen der Erde zusammen, was mit unserer Theorie und auch mit anderen Erfahrungen übereinstimmt, denn eine nur in der Mitte erwärmte Eisenstange wird an ihren Enden magnetisch, wie es die in der heißen Zone stark erwärmte Erde ist. Der Magnetismus ist eben Mangel an Wärme, weil die Schwingungen fixirt oder aufgehoben sind.

Bei Küstenländern hängt das Klima wesentlich von dem Umstande ab, ob das Meer im Sommer vom Treibeise frei wird oder nicht. Diese Bedingungen hängen aber theils von den herrschenden Windrich-

Klima.	Längster Tag.	Parallelfreis.	Orte, welche auf ihm oder ihm nahe liegen.
	12 Stunden.	0°, Aequator	Insel St. Thomas, Marañon-Mündungen, Quito.
1.	12½ "	8° 34' 31"	Kap Sierra-Leone, Orinoko-Münd., Panama, Pernambuco.
2.	13 "	16° 44' 56"	Senegal-Münd., Tombuktu, Nifragua, St. Helena.
3.	13½ "	24° 13' 7"	Indus-Münd., Insel Guanahani, Kanton.
4.	14 "	30° 49' 35"	Kairo, Jerusalem, Modagor, Savannah.
5.	14½ "	36° 32' 35"	Kadir, Algier, Tunis, Richmond.
6.	15 "	41° 25' 23"	Porto, Barzelona, Gaëta, Konstantinopel.
7.	15½ "	45° 32' 38"	Rochefort, Lyon, Venedig, Ismail.
8.	16 "	49° 3' 37"	Rheims, Regensburg.
9.	16½ "	52° 1' 18"	Amsterdam, Magdeburg, Warschau.
10.	17 "	54° 31' 54"	Schleswig, Danzig, Wilna, Kaluga.
11.	17½ "	56° 39' 47"	Kalmar, Mitau, Nischnej-Nowgorod.
12.	18 "	58° 28' 35"	Norrköping, Dorpat, Wjätka.
13.	18½ "	60° 1' 13"	Bergen, Upsala, Petersburg.
14.	19 "	61° 20' 6"	Söderham, Björneborg.
15.	19½ "	62° 27' 7"	Hernösand.
16.	20 "	63° 23' 51"	Drontheim.
17.	20½ "	64° 11' 31"	Archangel.
18.	21 "	64° 51' 7"	Skelestea.
19.	21½ "	65° 23' 27"	Lulea.
20.	22 "	65° 49' 9"	Torneä.
21.	22½ "	66° 8' 38"	Kalix.
22.	23 "	66° 22' 21"	Ober-Torneä.
23.	23½ "	66° 30' 21"	
24.	24 "	66° 32' 35"	Inkasjärvi.
25.	1 Monat.	67° 20'	Gellivare.
26.	2 "	69° 38'	Tromsöe.
27.	3 "	73° 15'	Mellville-Insel.
28.	4 "	77° 54'	Spitzbergen.
29.	5 "	82° 55'	Der äußerste bisher (von Kean) erreichte Punkt.
30.	6 "	90°, Pol.	

tungen, theils von den Meeresströmungen ab. Die Küsten Norwegens z. B. verdanken ihr der geographischen Breite nicht entsprechendes mildes Klima vorzüglich dem Einflusse eines Zweiges des warmen Golfstromes. Die Nähe des Meeres überhaupt vermindert die Winterkälte und Sommerwärme; denn das Wasser ist ein viel schlechterer Wärmeleiter, als das Festland, es behält also die im Sommer angenommene Wärme länger, als dieses, und theilt sie im Winter ihm mit, mäßigt also die Kälte; im Sommer aber entwickelt die Wärme aus dem Wasser eine ziemlich große Menge von Dünsten, welche dem Wasser die Wärme sehr entziehen, so daß es kühler bleibt, als das benachbarte Festland und auf dieses abkühlend wirkt. Dazu kommt noch, daß die Wärmekapazität (Bd. II. S. 115) des Wassers ungefähr 5 mal größer ist, als die des Festlandes, so daß also der Wärmeverlust im Winter und die Zunahme im Sommer beim Wasser geringer ist, als beim Lande. Endlich hat die mildere Wintertemperatur bei Küstenländern und Inseln (England) ihren Grund noch in der bedeutenderen Bedeckung mit Dünsten und Nebeln, welche es verhindern, daß der Erdkörper seine Wärme durch Ausstrahlung verliert, was wohl auch für die Polarzonen gelten wird.

Ferner ist für das Klima einer Gegend wichtig die Gestalt, Beschaffenheit, Höhe und Richtung der Gebirge. Tiefe Kesseltäler oder auch stark gewundene und kalten Winden nicht ausgesetzte Thäler, z. B. in den Alpen und den norwegisch-schwedischen Gebirgen, sind oft sehr warm. Christiania hat ein sehr mildes Klima, weil es ringsum vor kalten Winden durch das Gebirge geschützt und nur nach Süden offen liegt. Das Ghatsgebirge in Indien scheidet eine trockene und eine nasse Jahreszeit voneinander, die abwechselnd östlich und westlich von ihm stattfinden. Die Gebirgsketten an der ganzen Westküste Amerikas sind für die Niederschläge auch entscheidend, weil die mit Westwinden vom stillen Ozeane ankommenden Dünste an der Westseite des Gebirges in ungeheuren Regenmassen sich ablagern, was dann für das östlich gelegene Festland sehr trockene Winde gibt. Sind Gebirge kahl, so gewähren sie weniger Schutz gegen Winde und es bilden sich an ihnen weniger befruchtende Niederschläge, als wenn sie mit Wäldern gekrönt sind. Oft haben die Abhänge der Gebirge ungeachtet derselben absoluten Höhe über dem Meerespiegel je nach der Weltgegend ein verschiedenes Klima. In unserer Halbkugel liefern die Mitternachtseiten aller Gebirge im Sommer mehr Niederschläge, als die Mittagseite. In den Alpen z. B. liegt die Schneeegränze an dem Nordabhange tiefer, als an der Südseite (dort 7500 bis 8000, hier etwa 8500 Fuß); im Himalaja-Gebirge aber liegt sie an der Nordseite höher, als an der Südseite (dort 16000, hier 12000 Fuß); in den nördlichen Kjölen hat sie eine Höhe von 2000, in den südlichen von 3—4000 Fuß. — Durch das Erlöschen von bedeutenden Vulkanen und das Aufhören von Erdbeben wird das Klima der Umgegend und selbst ganzer Länderstrecken kälter. Der verhältnißmäßig

blühende Zustand Grönlands und die in Island vor 7—800 Jahren herrschende Bildung waren nur bei einem milderem Klima, als es jetzt dort herrscht, möglich. Die veränderliche Lage der Magnetpole der Erde, welche zugleich die Kältepole sind, mag daran auch ihren Theil haben. Die äußerst heftige und anhaltende Kälte von Jakutsk und Sadschiverst herrscht weder östlich noch westlich in gleicher geographischer Breite.

Zu diesen die klimatischen Verhältnisse an sich schon sehr verwickelnden Umständen kommt noch die sehr ungleiche Erregung der Wärme in den verschiedenartigen Körpern durch die Sonnenstrahlen. Wäre ein Körper absolut durchsichtig, so würde die Sonne in ihm Wärme nicht erregen. Die reine atmosphärische Luft kommt dieser Bedingung nahe und deshalb wird in ihr durch die Sonne sehr wenig Wärme erregt. Selbst nicht einmal in dem Brennpunkte eines Brennglases geräth sie in eine flimmernde Bewegung, wie etwa über einer glühenden Kohle; sie vermag dort auch nicht Wasser zum Kochen zu bringen, obwohl sie es erwärmt, aber ein Metall zu schmelzen ist sie wohl fähig. Die Sonne erregt also Wärme fast nur in den dunklen Körpern der Erdoberfläche und die Atmosphäre erhält ihre Wärme fast ausschließlich von dem festen Erdkörper unter ihr, nicht von der Sonne über ihr. Die Sonnenstrahlen verlieren durch die Atmosphäre höchstens drei Zehntel von ihrer erwärmenden Kraft, welche sie auf dem Erdkörper ohne Atmosphäre haben würden. Je mehr dieser erwärmt wird, desto mehr auch jene unmittelbar über ihm. Die Erwärmung der festen Körper hängt aber theils von ihrer Farbe, theils von der Beschaffenheit und Lagerung ihrer Stofftheile ab. Liegen auf einer Schneefläche Tuschflecken aus demselben Stücke, aber von verschiedener Färbung von Weiß durch verschiedene Stufen bis ins Schwarz und scheint die Sonne auf sie; so schmilzt der Schnee unter dem schwarzen Flecken am meisten, unter dem weißen am wenigsten, weil in jenem die Sonne die größte, in diesem die geringste Wärme erregt. Dort werden also die Lichtschwingungen des Weltäthers eher verwandelt in Wärmeschwingungen des irdischen Körpers, als hier, wo die Lichtschwingungen mehr zurückgeworfen werden, als eindringen. In letzterer Beziehung unterscheiden sich auch feste Körper von losen mit denselben Bestandtheilen. Ein fester Sandstein wird weniger leicht erwärmt, als loser Sand, weil in dem letzten Falle die Schwingungen leichter eindringen können. Daher rührt auch die ungeheure Hitze in den Sandwüsten. Wenn man bei Gletschern oft ziemlich bedeutende Vertiefungen wahrnimmt, so sind sie durch dunkles Steingerölle entstanden, welches durch die Sonne in das Eis geschmolzen ist. — Die Zerrissenheit des Festlandes, seine sehr ungleiche Erhebung über den Meeresspiegel und seine große natürliche Verschiedenheit bringen also in die ursprünglich einfachen Verhältnisse eine große Mannigfaltigkeit.

Wenn nun auch aus diesen Umständen klar ist, daß das physische Klima nicht nach dem durch Parallelkreise abgegränzten mathematischen sich richtet, so werden jedem bestimmten Orte doch gewisse Witterungsverhältnisse eigenthümlich sein; denn wie verschieden auch der Winkel ist, unter welchem die Sonnenstrahlen seinen Horizont bescheinen, so muß doch die Gesamtwirkung innerhalb der einzelnen Jahre und der gleichnamigen Monate oder kleinerer, namentlich fünftägiger Abschnitte verschiedener Jahre, eine sich ziemlich gleichbleibende sein, da ja die wirkenden Ursachen sich nicht ändern. Man kann also von einem Orte z. B. sagen: er hat ein warmfeuchtes oder trockenkaltes, ein See- oder Küstenklima.

Die Gesamtwärme, welche an einem bestimmten Orte während eines ganzen Jahres vorkommt, wird im allgemeinen auch eine sich ziemlich gleichbleibende sein, da die Verschiedenheit der Winkel, unter denen die Sonne in den verschiedenen Tages- und Jahreszeiten den Ort bescheint, in jedem neuen Jahre immer wieder dieselbe ist. Daraus folgt also, daß jeder Ort eine bestimmte mittlere Jahrestemperatur hat, von welcher nur selten bedeutende Abweichungen stattfinden können. Größer können die Abweichungen für die einzelnen Monate oder noch kleinere Zeiträume, namentlich für einzelne bestimmte Tage sein. Ähnlich ist es auch mit dem Luft- und Dampfdrucke.

Die tägliche mittlere Temperatur könnte man dadurch bestimmen, daß man die Hälfte der Summe des höchsten und tiefsten Standes, nach den Beobachtungen am Thermometrographen (Bd. II., S. 112), an dem betreffenden Tage nähme. Weil aber besondere Umstände es bewirken können, daß entweder die höheren oder tieferen Temperaturen eine längere Zeit anhalten, so erhält man durch diese zwei Beobachtungen noch keine ganz sicheren Resultate, wiewohl sie selten von dem wirklichen Mittel bedeutend abweichen. Sie werden um so zuverlässiger, in je kürzeren Zeiträumen man beobachtet. Da ein stündliches Beobachten auf die Dauer äußerst mühevoll ist, so hat man sich bemüht, diejenigen drei Zeiten eines Tages ausfindig zu machen, in denen die Beobachtungsergebnisse ein genaueres Mittel geben. Es haben sich bewährt 6 Uhr früh, 2 Uhr mittags und 10 Uhr abends. Werden diese drei an einem Tage gemachten Beobachtungen addirt und durch 3 dividirt, so hat man das Mittel dieses Tages. Werden fünf Tagesmittel addirt und durch 5 dividirt, so bekommt man das fünftägige Mittel; werden die Tagesmittel eines Monats addirt und durch die Anzahl der Tage des Monats dividirt, so ist der Quotient das monatliche Mittel und werden endlich die zwölf Monatmittel addirt und durch 12 dividirt, so erhält man das Jahresmittel.

Die einem bestimmten Orte und einer bestimmten Zeit für diesen Ort zukommenden Mittel erhält man richtig noch nicht aus den Beob-

achtungen bloß eines Jahres; es ist nothwendig, die Resultate für eine größere Reihe von Jahren, etwa 15 bis 20, zu benutzen.

Weil in der heißen Zone die Sonnenstrahlen im Laufe der verschiedenen Jahreszeiten gegen den Horizont zu derselben Tageszeit fast dieselbe Lage haben, so treten alle Erscheinungen recht deutlich und einfach hervor; nach den Polen hin werden sie durch die größere Verschiedenheit in jener Lage immer mehr verwischt und das Gesetzmäßige in den Erscheinungen kann erst durch eine lange Reihe von Beobachtungen ermittelt werden.

Wenn man nun die Orte an der Erdoberfläche, welche eine gleiche mittlere Jahrestemperatur haben, durch Linien verbindet, so erhält man die Isothermen. Sie laufen mit den Parallelkreisen der Erde durchweg nicht parallel, sondern durchschneiden sie oft und unter den verschiedensten Winkeln.

Nun ist aber auch noch klar, daß Orte, welche einerlei mittlere Jahrestemperatur besitzen, durchaus noch nicht einerlei Klima haben müssen, denn diese Temperatur kann sich bei verschiedenen Orten auf dieselben Jahreszeiten sehr ungleich vertheilen. Die mittlere Jahrestemperatur von z. B. 7° Wärme kann ebensowohl aus 12° Sommerwärme und 5° Winterkälte, als aus 20° Wärme für den Sommer und 13° Kälte für den Winter entstanden sein und es werden sich die Sommer wie auch die Winter beider Orte sehr bedeutend von einander unterscheiden. Man darf also auch nicht meinen, daß Orte mit gleicher Jahrestemperatur auch gleich fähig sind, Pflanzen derselben Art gleich gut gedeihen zu lassen. Ist eine gewisse Summe von Wärme, welche zum Gedeihen einer bestimmten Pflanze nothwendig ist, auf einen kurzen Sommer mit heißen Tagen zusammengedrängt, so kann sie in ihm ebensogut zur Reife gelangen, als in einem langen Sommer mit geringerer Wärme an den einzelnen Tagen. Sie muß sich mit ihrem Wachsthum in jenem Falle natürlich mehr beeilen, als in diesem. Bei der Beurtheilung der für die Entwicklung einer Pflanze nothwendigen Wärme ist aber die Beachtung bloß der gewöhnlich beobachteten Schattwärme unzureichend, es muß vielmehr die bei der Insolation vorhandene Wärme und die freie Ausstrahlung berücksichtigt werden, ja sogar die Temperatur tieferer Erdschichten.

Diese und ähnliche Betrachtungen sind für die Pflanzengeographie und Akklimation von praktischem Interesse. In letzterer Beziehung kommt es freilich auch noch auf den herrschenden Feuchtigkeitszustand der Luft, auf die chemische und hygroskopische Beschaffenheit des Bodens, auf die Lage nach den Weltgegenden besonders oder in der Nähe von Gebirgen und auf die Dauer der Tage und Nächte an.

Um also auch nach diesen Richtungen einen genaueren Einblick in die Temperaturverhältnisse der Erdoberfläche zu erhalten, hat man noch zwei Arten von Wärmelinien gezogen, nämlich diejenigen, welche die

Punkte gleicher Sommerwärme und die, welche die Punkte gleicher Winterkälte miteinander verbinden; jene heißen Isothermen, diese Isochimenen. Ihre Lage untereinander und gegen die der Isothermen ist sehr verschieden.

Im allgemeinen gelten in Betreff der Temperaturverhältnisse folgende Sätze:

Die niedrigsten und höchsten Temperaturen im Jahre müssen, jene in der Nähe des niedrigsten, diese in der Nähe des höchsten Standes der Sonne über dem Horizonte des betreffenden Ortes stattfinden.

Die größte Tageskälte fällt kurz vor Sonnenaufgang, indem die Erdoberfläche während der ganzen Nacht ihre Wärme theils der Atmosphäre mittheilt, theils durch Ausstrahlung verliert, wenn es heiter und windstill ist; die größte Tageswärme tritt erst gegen 2 Uhr mittags ein, nachdem die Wirkung der Sonne bei ihrem höchsten Stande erst allmählig zur Geltung gekommen ist. Wenn auch für die Polarzone die Sonne noch nicht über den Horizont steigt, so zeigt sich um unsere Mittagszeit eine Erhöhung der Temperatur oder eine Art Wärmedämmerung.

In der Nähe des Aequators ist der Unterschied der höchsten und tiefsten Temperatur im Laufe eines Jahres geringer, als in größeren Breiten.

Von dem Aequator nach den Polen zu nimmt die Gesamttemperatur anfänglich langsam, dann schneller und zuletzt wieder langsamer ab. Orte, welche also gleich hoch über dem Meeresspiegel liegen, müssen mit zunehmender geographischer Breite eine bis zu einer gewissen Gränze abnehmende mittlere Temperatur haben.

Die mittlere Jahrestemperatur weicht in der heißen Zone in den verschiedenen Jahren nicht um einen Grad ab, mit wachsender geographischer Breite aber immer mehr.

Die Unterschiede der Sommerwärme sind in den verschiedenen Zonen viel kleiner, als die Unterschiede der Winterkälte.

Im Inneren der Kontinente, besonders Asiens, ist der Unterschied zwischen den Temperaturen im Sommer und im Winter am größten; geringer in den Küstenländern der Kontinente, noch kleiner auf den Inseln und am unbedeutendsten im Meere. So z. B. beträgt der Unterschied zwischen der größten Sommerwärme und strengsten Winterkälte in Jakutsk 64° C., an der Südküste Englands etwa nur 10° C.

Die Ostküsten sind unter gewissen Breiten kälter, als die Westküsten, vorzüglich durch die Winterkälte. In den Tropen ist dieser Unterschied am kleinsten. Wird er vernachlässigt, so ist die Lufttemperatur an den Küsten im Mittel $22,6^{\circ}$ R. und auf der hohen See nur $20,4^{\circ}$ R. Für den atlantischen Ozean gibt man $21,3^{\circ}$, für den stillen $22,7^{\circ}$ R. an. Mit wachsender Breite tritt ein oft auffallender Unterschied hervor. So z. B. ist in dem Hafen von New-

Nord nicht selten Eis, aber bei Neapel unter derselben Breite ist das Meer an der Küste noch nie zugefroren gewesen. In Kanton ist öfter Frost, als in Lissabon und Cadix.

Die südliche Halbkugel der Erde ist um fast 2 Grade kälter, als die nördliche; denn für jene beträgt die mittlere Temperatur kaum 14° , für diese über 15° . Dieses liegt in der überwiegenden Ländermasse der nördlichen Halbkugel, durch welche mehr sogenannte freie Wärme entwickelt wird, während in der südlichen die aus den überwiegenden Wassermassen entwickelten Dünste mehr sogen. gebundene Wärme enthalten. Wir werden also immerhin sagen können, daß die Summe der freien und gebundenen Wärme in jeder der beiden Halbkugeln dieselbe ist.

Die Unterschiede der Winter- und der Sommertemperatur sind auf der südlichen Halbkugel bedeutend kleiner, als auf der nördlichen, was ebenfalls in der überwiegenden Wassermasse der südlichen Halbkugel seinen Grund hat.

Die festen Bestandtheile der Erdoberfläche gestatten einen schnellen Austausch verschiedener Temperaturen nicht leicht, wohl aber die flüssigen, nämlich die Meere und die Atmosphäre, welche sich daher auch in einer ewigen Bewegung befinden. In dem atlantischen Ozeane ist in dieser Beziehung der Golfstrom bemerkenswerth, welcher zwischen Afrika und Europa einerseits und Amerika andererseits eine Art wirbelnden Kreislauf mit einer ziemlich ruhigen Mitte bildet und in anderem kälteren Wasser gewissermaßen wie in einem Bette dahinströmt, wozu wohl auch die Beschaffenheit des Meeresgrundes das Ihrige beiträgt. Ich erinnere mich, daß wir in der Nähe der New-Foundland-Bänke an eine Stelle kamen, wo das Meerwasser morgens 3 Uhr eine Temperatur von fast -2° R. und wenige Stunden darauf schon $+11^{\circ}$ hatte. Letzteres Wasser gehörte dem in nordöstlicher Richtung ankommenden Golfstrom an.

Weit schneller aber geschehen die Temperaturausgleichungen durch die so leicht bewegliche Atmosphäre. In den tieferen Schichten nimmt die Luft noch ziemlich theil an den Temperaturschwankungen, aber in den höheren Schichten ist in den verschiedenen Monaten die Temperatur eine viel beständigere, als in den unteren. Bei Luftfahrten fand sich in einer Höhe von 19500 engl. Fuß zwischen dem 17. August und 10. November ein Unterschied von 4° R., während er an der Erdoberfläche 10° R. betrug. Mit der Erhebung in der Atmosphäre nimmt die Temperatur ab, theils weil die Entfernung von dem erwärmten Erdkörper wächst, theils weil die dünnere Luft in höheren Schichten eine größere Wärmekapazität und eine geringere Fähigkeit besitzt, das Licht in Wärme zu verwandeln. — Ueber dem Meere ist es in gleicher Höhe kälter, als über dem Festlande, vorzüglich wegen niedriger Sommer-temperatur.

Nach heiteren Tagen findet gegen Abend und in der Nacht eine Wärmezunahme nach oben hin statt, welche bei Sonnenaufgang am größten ist, sich von da an bis gegen 10 Uhr vormittags vermindert und von da an in eine regelmäßige Wärmeabnahme übergeht; denn die Sonnenstrahlen bewirken einen aufsteigenden warmen Luftstrom, welcher die höheren Schichten erwärmt, während nach Sonnenuntergang die Erdoberfläche und die angränzenden Luftschichten durch Strahlung ihre Wärme schnell verlieren und zur Zeit der niedrigsten Tagestemperatur am kältesten sind. Je größer die täglichen Wärmedifferenzen sind, einer desto längeren Zeit bedarf es, ehe eine Ausgleichung mit der Atmosphäre stattfindet. Zwischen 10 Uhr vormittags und 5 Uhr nachmittags ist aber im allgemeinen das richtige Verhältniß hergestellt.

Gleichwie die Stürme des Meeres die Gewässer desselben nicht auf große Tiefen aufzuregen vermögen, so reichen auch die Bewegungen der Atmosphäre nicht auf sehr große, wenn auch auf größere Höhen und bis dahin ist die Wärmeabnahme nach oben sehr abhängig von der Beschaffenheit der Erdoberfläche. Ueber weit ausgedehnten Meeren zeigt sich eine viel größere Regelmäßigkeit, als über dem Festlande und dort ist die mittlere Temperatur in einer gewissen Höhe geringer, als hier. Ueber weit ausgedehnten Hochebenen muß die Wärme größer sein, als in gleicher Höhe an einzeln stehenden Bergen. Ueber den Hochebenen sind auch die täglichen Wärmeunterschiede größer, als in den Tiefebene, weil die dünnere Atmosphäre über jenen einerseits am Tage eine kräftigere Erwärmung des Erdbodens, andererseits in der Nacht eine bessere Ausstrahlung gestattet. Daher kommt es, daß die Angaben über die Abnahme der Temperatur um je einen Grad mit zunehmender Erhebung in der Atmosphäre je nach der Dertlichkeit zwischen 500 und 1000 Fuß schwanken. In größeren Höhen wird die Abnahme regelmäßiger, geschieht aber über der heißen Zone langsamer, als über den gemäßigten und hier wieder langsamer, als in den kalten. Die Schneegränze oder die Stelle in der Atmosphäre, in welcher die Temperatur während des ganzen Jahres niemals über 0° steigt, liegt daher z. B. im mittleren Deutschland etwa 2700, dagegen in Quito 4800 Meter hoch.

Nach der Tiefe des Erdbodens ist aber die Abnahme der Temperatur eine schnellere, und weil die Mittheilung in dem festen Körper eine langsamere ist, so verspätet sich das Eindringen sowohl der Wärme, als auch der Kälte bis zu der Stelle, in welcher das ganze Jahr über die Temperatur eine sich gleichbleibende ist, was bei uns in einer Tiefe von 70 bis 80 Fuß stattfindet. Es tritt also in Kellern von 30 bis 40 Fuß Tiefe bei uns die höchste Temperatur erst im Oktober, die niedrigste im März ein. Daher kommen die Weine nicht im Hochsommer, sondern erst im Herbst in Gährung und die Bierbrauerei, zu welcher man eine niedrige Temperatur braucht, gelingt am besten im März, wenn man nicht etwa künstliche Abkühlungsmittel durchgreifend anwendet.

Es kommt hierbei weniger auf die mittlere Jahreswärme, als auf den Unterschied zwischen der mittleren Winter- und der mittleren Sommertemperatur an, welcher um so größer wird, je mehr man landeinwärts geht; denn an den Meeresküsten sind kühle Sommer und milde Winter, im Innern des Landes aber heiße Sommer und strenge Winter vorherrschend, wie es sich u. a. bei Europa recht auffallend zeigt, wo die Westküste einen milderen Winter hat, als die Landestheile östlich im Inneren.

In allen noch so verwickelten Fällen sucht die so leicht bewegliche Atmosphäre, welche der Hauptsache nach an der Axendrehung des festen Erdkörpers theilnimmt, das in ihr durch die ungleiche Erwärmung von der Sonne, durch die mannigfache Gestaltung der festen Grundfläche, durch die Vertheilung und Strömung des Meeres, durch die Bildung von Wasserdämpfen und deren Verdichtung in verschiedenen Formen so mannigfach gestörte Gleichgewicht immer wieder herzustellen, aber ohne dieses Ziel je erreichen zu können. Weil nun die meisten dieser Störungen an gewisse Zeiten und an gewisse Orte sich binden und weil die Bewegung der Erde, welche die anfängliche Richtung der Luftströmungen, wenn sie nicht grade eine ostwestliche ist, auf bestimmte Weise abändert, auch eine gesetzmäßige ist; so erkannte vorzüglich Dove in den Bewegungen der Winde und Stürme bestimmte Gesetze und er war es auch, welcher das Drehungsgesetz des Windes (Bd. II. S. 231) aufstellte, welches sich durch die Beobachtungen bewährt hat. Dabei ist nicht nur festzuhalten, daß Winde, welche in unserer Halbkugel von Norden nach Süden wehen, wegen der Axendrehung der Erde östliche, und welche von Süden nach Norden gehen, eine westliche Ablenkung erfahren, sondern auch, daß die ersteren in einen breiter, letztere in einen enger werdenden Raum gelangen, weil die Fläche zwischen zwei gewissen Meridianen vom Aequator aus nach dem Pole sich mehr und mehr verengt. Wenn auch bei einem langsam wehenden Winde der kalte Nordwind sich in geringeren Breiten bei seiner Erwärmung ausdehnt, der warme Südwind in größeren Breiten bei der Abkühlung sich zusammenzieht; so wird doch selten, und bei größerer Geschwindigkeit nie, der Nordwind den südlichen Raum ganz erfüllen und der Südwind in dem nördlichen Raume vollständig platzfinden. Die Folgen davon sind, daß im ersten Falle seitliche oder obere Luftpartien in den fehlenden Raum gelangen und daß im zweiten Falle ein Verdrängen der vorhandenen Luft stattfindet. Es ist wohl klar, daß der Kampf der unteren Polar- und oberen Aequatorialströmung Wirbelstürme, welche nicht unter allen Umständen dem Drehungsgesetze entsprechen, hervorbringen müssen.

Dove hat eine Reihe von praktischen Regeln angegeben, welche zugleich den Gang der meteorologischen Instrumente enthalten. Für die Passatzone sind diese Regeln am einfachsten, weil die Axendrehung

der Erde dem Strome mit beständigem Ausgangs- und Endpunkte auf einer ziemlich gleich breit bleibenden Bahn auch eine bestimmte und stetige Ablenkung (Passat) gibt und die Stürme nur einer Form angehören. Etwas verwickelter wird die wirbelnde Form der Stürme im Gebiete der Monsoons, weil hier innerhalb eines Jahres zwei periodisch mit einander abwechselnde Drehungen hervortreten. Am verwickeltesten werden die Erscheinungen in den gemäßigten Zonen, wo das Drehungsgesetz in seiner größten Allgemeinheit zur Geltung gelangt und auch Stürme von allen Formen, aber die Wirbel glücklicher Weise nur in einer abgeschwächten Stärke vorkommen. Es ist, wie wir früher (Bd. II. S. 234) kurz schon angedeutet haben, von der höchsten praktischen Wichtigkeit, die Anzeichen im Gange der meteorologischen Instrumente zu kennen, welche auf einen einbrechenden Sturm deuten, um großem Unglücke auf den Meeren möglichst vorzubeugen. Wir geben daher die von Dove aufgestellten Regeln vollständig und schließen nur hin und wieder noch einige Bemerkungen an.

1. Passatzone.

Der beständige Wind der heißen Zone, N. im nördlichen Theile, S. im südlichen Theile derselben, ist durch die Zwischenzone der Windstillen in zwei Theile getheilt. Diese windstille Gegend fällt nicht auf die Linie (den Aequator) selbst, sondern nördlich von derselben, so daß der Südost-Passat als Süd einige Grade über den Aequator auf die nördliche Erdhälfte übergeht; auch ist ihre Breite in unserem Sommer größer. Der Grund davon liegt in der überwiegenden Ländermasse der nördlichen Halbkugel.

Das Barometer ändert seinen Stand in der Passatzone jährlich sehr wenig, steht aber an der äußeren Gränze 1 bis 2 Linien höher, als in der inneren, so daß es also, wenn sich ein Schiff dem Aequator nähert, um diese Größe allmählich fällt. Hingegen bewegt es sich täglich periodisch sehr regelmäßig, indem es gegen 9 Uhr morgens und abends seinen höchsten, und nach 3 Uhr morgens und nachmittags seinen tiefsten Stand erreicht. Diese Veränderung beträgt aber kaum eine Linie.

Da nun bei Wirbelstürmen das Barometer im Mittelpunkte des Wirbels oft um einen Zoll fällt, so folgt unmittelbar, daß ein plötzliches tiefes Fallen des Barometers auf die Annäherung eines Wirbelsturmes deutet. Der Grund davon, daß der Luftdruck im Mittelpunkte des Wirbels ein weit geringerer, als nach seinem Umfange ist, liegt in der Fliehkraft der den Wirbel bildenden Luft.

Die fortschreitende Bahnlinie des Orkans theilt die Fläche der Erde, über welche der Wind im Wirbel kreist, in Hälften, in denen der Wind für einen feststehenden Beobachtungspunkt sich verschieden dreht:

im rechten Halbkreise beider Halbkugeln nämlich mit der Sonne N. D. S. W. N., in dem linken gegen die Sonne N. W. S. D. N. Rechts und links gelten hierbei für einen im Mittelpunkte befindlichen Beobachter, wenn er sein Gesicht nach der von dem Orkane noch zu durchlaufenden Bahnlinie wendet.

Der Seemann muß daher darauf achten, das Schiff über den richtigen Bug beizudrehen und dieses ist derjenige, welcher beim Umlaufen des Windes anzulufen erlaubt, um wieder an den Wind zu kommen. Dies würde in den rechten Halbkreisen der Backbordsbug (Steuerbordshalsen bei NW-Wind, Cours des Schiffes NW), in den linken Halbkreisen der Steuerbordsbug sein (Backbordshalsen bei NW-Wind, Cours des Schiffes SD). — Läge das Schiff in den betreffenden Halbkreisen mit entgegengesetzten Halsen, so würde es beim Umlaufen des Windes abfallen müssen, um wieder beim Winde zu liegen, in der Zwischenzeit aber mit backen Raaen, wenn vor Topp und Tafel, Brechseen widerstandslos ausgesetzt, sich in einer äußerst gefährlichen Lage befinden.

Zieht man ferner durch das Centrum des Wirbels auf die Bahnlinie eine senkrechte Linie, so theilt man die beiden Halbkreise in vier Quadranten, und es ist leicht einzusehen, daß von den beiden vor dem im Mittelpunkte befindlichen Beobachter derjenige Quadrant der gefährlichste sein wird, in welchem der Wind auf die Bahn des Orkans zuweht, also auf der nördlichen Erdhälfte der rechte, auf der südlichen dagegen der linke; denn hier kann man sich nicht, wie in den beiden anderen vor dem Winde steuernd vom Centrum entfernen. Es bleibt daher dem Schiffe nichts anderes übrig, als über den richtigen Bug beizudrehen, d. h. in der nördlichen Erdhälfte über Backbords-, in der südlichen über Steuerbordsbug. — Befindet sich dagegen das Schiff in einer Gegend, in der man über die Richtung der Bahn des Wirbelsturmes ziemlich sicher ist, und nimmt es, der Windesrichtung beim Beginne des Sturmes gemäß, eine solche Stelle im gefährlichsten Quadranten ein, daß das Centrum des Orkans in nur geringer Entfernung an ihm vorüberstreifen müßte; so wird es keine größere Gefahr laufen, wenn es, vor dem Winde steuernd, die Bahn des Orkans kreuzt und sich dann auf demselben Course von ihr entfernt, als wenn es beizgedreht liegen bliebe.

Im linken Quadranten der nördlichen und im rechten der südlichen Hälfte wird man sich vor dem Winde vom Centrum entfernen können. Sollte aber die Heftigkeit des Sturmes das Venissen nicht gestatten, oder ist man von der Bahnlinie des Centrums so weit entfernt, daß man nichts zu fürchten hat, und würde man durch das Venissen zu weit von seinem Course abgebracht; so kann man in der nördlichen Erdhälfte über Steuerbordsbug, in der südlichen über Backbordsbug beidrehen.

Die beiden hinteren Quadranten sind die ungefährlichsten, weil sich

das Zentrum des Wirbels schon von selbst von den hier befindlichen Schiffen entfernt.

Die Wirbelstürme schreiten im atlantischen Ozeane innerhalb der heißen Zone in der Regel von SO. nach NW. fort. Dreht sich also der Wind von NO. durch O. nach SO. u. s. w., so ist das Schiff auf der rechten, d. h. der Nordseite des Wirbels und müßte eigentlich NO. steuern, um sich von der Bahn des Orkans entfernen. Da dies aber unmöglich ist, so muß es über Backbordsbug beidrehen, liegt also nach einander N., NNW., NO. u. s. w. an.

Stürmt der Wind für ein beigedreht liegendes Schiff stetig aus NO. mit stark fallendem Barometer, so kann man sicher darauf rechnen, dicht an der Bahulinie des von SO. heranrückenden Orkanzentrums zu sein, und der Orkan wäre nach der Windstille aus SW. mit schnell steigendem Barometer zu erwarten. In diesem Falle muß das Schiff jedenfalls vor dem Winde nach SW. steuern und wird bei weniger schnell fallendem Barometer bald eine Drehung des Windes nach N. erfahren, muß seinen südlichen Cours aber noch längere Zeit beibehalten.

Dreht sich der Wind gegen die Sonne von NNW. durch N. nach NW. u. s. w., so befindet sich das Schiff auf der linken, d. h. Südseite des von SO. nach NW. hinziehenden Wirbelsturmes und muß nach SW. steuern, oder wenn dieses aus irgend einem Grunde unmöglich sein sollte, über Steuerbordsbug beidrehen und wird in diesem Falle hintereinander O., ONO., NO. u. s. w. anliegen.

In nachstehender Tabelle sind zum Gebrauche des Seemanns für jede in dem gefährlichsten Quadranten auf der nördlichen Erdhälfte vorkommende Windesrichtung die richtigen Lagen des Schiffes oder die zu steuernden Course gegeben, doch findet man auch die übrigen Quadranten darin vertreten. 1 bis 17 bezeichnen alle Winde, die bei den zwischen den Himmelsgegenden NO. bis SW. und SO. bis NW. fortschreitenden Typhoonen dem Schiffe besonders gefährlich werden können. 5 bis 17 die westindischen Stürme innerhalb der heißen Zone, 9 bis 22 ihren Verlauf von den Wendekreisen bis ungefähr zur Breite der Bermudas, 15 bis 24 den weiteren Verlauf in der gemäßigten Zone.

Die Windzeichen der zweiten Spalte sind die horizontalen Tangenten des Wirbels, also die Richtung des Windes da, wo der Sturm beginnt; die der dritten Spalte die Weltgegend, nach welcher hin in Beziehung auf das Schiff das Zentrum liegt; die fünfte Spalte gibt die Lage oder den Cours des Schiffes an, wenn sich der Wind so dreht, wie es die vierte angibt; dasselbe gilt für die sechste und siebente Spalte, die sich auf die gefährlichste Seite des Wirbels beziehen.

	Richtung der Windfahne beim Beginne des Sturmes.	Das Centrum liegt hin nach:	Dreht sich der Wind von	so ist zu steuern nach:	Dreht sich der Wind von	so muß d. Schiff
1	NW	ND	NW nach W	SD	NW nach N	über Backbordsbug (also mit Steuerbordspalten an) beidrehen.
2	NW;N	ND;D	NW;N " W	SD;S	NW;N " N	
3	NNW	ND	NNW " W	SED	NNW " N	
4	N;W	D;N	N;W " W	S;D	N;W " N	
5	N	D	N " W	S	N " N	
6	N;D	D;S	N;D " N	S;W	N;D " D	
7	NND	DSD	NND " N	SEW	NND " D	
8	ND;N	SD;D	ND;N " N	SE;S	ND;N " D	
9	ND	SD	ND " N	SW	ND " D	
10	ND;D	SD;S	ND;D " N	SE;W	ND;D " D	
11	DND	SED	DND " N	WSE	DND " D	
12	D;N	S;D	D;N " N	W;S	D;N " D	
13	D	S	D " N	W	D " D	
14	D;S	S;W	D;S " D	W;N	D;S " D	
15	DSD	SEW	DSD " D	WNW	DSD " D	
16	SD;D	SE;S	SD;D " D	NW;W	SD;D " D	
17	SD	SE	SD " D	NW	SD " D	
18	SD;S	SE;W	SD;S " D	NW;N	SD;S " D	
19	SED	WSE	SED " D	NNW	SED " D	
20	S;D	W;S	S;D " D	N;W	S;D " D	
21	S	W	S " D	N	S " W	
22	S;W	W;N	S;W " S	N;D	S;W " W	
23	SEW	WNW	SEW " S	NND	SEW " W	
24	SE;S	NW;W	SE;S " S	ND;N	SE;S " W	
25	SW	NW	SW " S	ND	SW " W	

Im Südostpassat scheinen Wirbelstürme seltener zu sein. Dreht sich die Windfahne mit fallendem Barometer von SED. durch S., SEW., SW. nach NW. u. s. w.; so ist das Schiff auf der Nordwest- oder rechten Seite eines von ND. nach SW. fortschreitenden Wirbels, muß also nach NW. steuern oder über Backbordsbug beidrehen. Fällt das Barometer mit stürmisch bleibendem SD., so befindet sich das Schiff in der Gegend der Bahnlinie des heranrückenden Centrum's. Nach der Windstille stürmt dann der Wind aus NW mit steigendem Barometer. In diesem Falle muß das Schiff nach NW. steuern, wird nach kurzer Zeit eine Drehung des Windes nach S. erfahren, muß indeß seinen nördlichen Cours noch lange beibehalten. Dreht sich hin-

gegen der Wind von S. durch ONO., NO. nach NW., so befindet sich das Schiff auf der Südost- oder linken Seite des von NO. nach SW. fortrückenden Zentrums in dem gefährlichsten Quadranten, kann also nur über Steuerbordbug beidrehen.

In entsprechender Weise ergibt sich dann für diese Gebiete die nachstehende Tafel:

	Richtung der Windfahne beim Beginne des Sturmes.	Das Zentrum liegt hin nach:	Dreht sich der Wind von	so ist zu steuern nach:	Dreht sich der Wind von	so muß d. Schiff
1	S	O	S nach W	N	S nach O	über Steuerbordbug (also mit Backbordhälften zu) beidrehen.
2	SO	ON	SO " S	NW	SO " N	"
3	SE	NO	SE " S	NW	SE " N	"
4	EO	NO	EO " S	NW	EO " N	"
5	SO	NO	SO " S	NW	SO " N	"
6	EO	NO	EO " S	NW	EO " N	"
7	SO	NO	SO " S	NW	SO " N	"
8	SO	NO	SO " S	NW	SO " N	"
9	O	N	O " S	W	O " N	"
10	ON	NW	ON " S	SW	ON " N	"
11	NO	NW	NO " S	SW	NO " N	"
12	NO	NW	NO " S	SW	NO " N	"
13	NO	NW	NO " S	SW	NO " N	"
14	NO	NW	NO " S	SW	NO " N	"
15	NO	NW	NO " S	SW	NO " N	"
16	NO	NW	NO " S	SW	NO " N	"
17	N	W	N " S	O	N " W	"
18	NW	SW	NW " S	SO	NW " W	"
19	NW	SW	NW " S	SO	NW " W	"
20	NW	SW	NW " S	SO	NW " W	"
21	NW	SW	NW " S	SO	NW " W	"

ober b. Schiff muß über Backbordbug (also mit Steuerbordhälften zu) beidrehen.

Hierbei ist noch zu bemerken, daß die Aenderung der Windesrichtung innerhalb des Wirbels für einen dort befindlichen feststehenden Punkt gilt, daß sie aber bei einer eigenen Bewegung sehr abgeändert, ja sogar in die entgegengesetzte von der, die sie nach der Stellung des Schiffes in einem der beiden Orkan Halbkreise sein sollte, verwandelt werden kann. Letzteres wird in den gefährlichsten Quadranten stets der Fall sein, wenn ein Schiff vor dem Sturme lenssend ebensoviel

Fahrt lauft, oder vielleicht mehr, als der Orkan fortschreitet. Das Schiff befinde sich z. B. in der Mitte des zwischen NW. und NO. eingeschlossenen Quadranten eines auf der nördlichen Erdhälfte von SO. nach NW. mit der Geschwindigkeit von 10 Seemeilen (10') in der Stunde vorrückenden Orkans von 300' Durchmesser. Es hat also beim Beginne des Sturmes Ostwind, welcher für einen feststehenden Punkt im rechten Halbkreise nach S. umlaufen sollte.

Für ein vor dem Winde 10' in der Stunde segelndes Schiff aber wird sich der Wind mit stark fallendem Barometer in den ersten 12 Stunden nach NO. drehen, hierauf, nachdem bei diesem Winde die Bahn des Orkans überschritten, wird er in den nächsten 7 Stunden schneller um den halben Kompaß nach SW. laufen. Zwischen der 15. und 16. Stunde wird das Barometer seinen niedrigsten Stand erreichen, da man nur etwa 30' vom Centrum entfernt sein wird. Zwischen der 18. und 19. Stunde durchschneidet man zum zweiten Male, aber diesmal hinter dem Centrum, die Bahnlinie und der Orkan endet nach etwa 30 Stunden mit einem Südwinde.

Befände sich das Schiff beim Beginne des Sturmes an derselben Stelle, der Orkan selbst aber schritte $1\frac{1}{2}$ mal schneller als das Schiff, also mit 15 Seemeilen in der Stunde vorwärts, so wird das Schiff in den ersten 10 Stunden einen stets heftiger werdenden Oststurm bei stark fallendem Barometer behalten; in den nächsten 4 Stunden wird sich der Wind normal nach SO. drehen und aus dieser Richtung bei tiefstem Barometerstande am heftigsten wehen. Der Orkan wird nach etwa 28 Stunden, nachdem in den letzten 10 Stunden ununterbrochen Südwind gewesen, enden und das Schiff zwischen der 14. und 15. Stunde dem Centrum bis auf 10—15' sich genähert haben.

Ein beigedrehtes Schiff wird, selbst wenn man $1\frac{1}{2}$ —2' Drift auf die Stunde rechnet, die Drehung des Windes stets normal haben, d. h. wie sie nach den oben angegebenen Regeln im rechten oder linken Halbkreise sein soll, und es ist daher, wenn man sich in einem von diesen Wirbelstürmen häufig heimgesuchten Meerestheile befindet und aus den Anzeichen der Witterung einen Orkan vermuthet, erst beizudrehen, bis man sich über seine Stellung im Orkane versichert hat und dann erst entweder der vorherige Cours wieder einzuhalten oder ein anderer passender zu wählen oder über den richtigen Bug beizudrehen.

Was die Zeit betrifft, zu welcher in den verschiedenen Theilen der heißen Zone die Stürme hauptsächlich zu erwarten sind, so kann man im Allgemeinen sagen, daß sie in der jährlichen Periode beim höchsten Sonnenstande erfolgen und zwar am meisten gegen das Ende dieser Periode, also in Westindien und dem chinesischen Meere im September, im südindischen Ozeane und bei Mauritius im Februar und März, während in der Bai von Bengalen die eigentlichen Wendemonate der beiden Monsoons, nämlich Mai und Oktober, die Zeiten des häufigsten

Vorkommens zu bezeichnen scheinen. Dieses ergibt sich u. a. auch aus der folgenden von Biddington gegebenen Uebersicht.

In den Monaten:	Westindien.	Meer von China.	Bai von Bengalen.	Südind. Ozean.	Mauritius	
	Anzahl der Jahre:					
	123	59	64	46	39	24
Januar . .	—	—	—	1	9	9
Februar . .	—	—	—	—	13	15
März . . .	—	—	—	1	10	15
April . . .	—	—	—	1	8	8
Mai	—	—	—	7	4	—
Juni	1	1	2	3	—	—
Juli	2	5	5	—	—	—
August . . .	13	13	5	1	—	—
September .	10	13	18	—	1	—
Oktober . .	7	9	10	7	1	—
November .	—	—	6	6	4	—
Dezember .	—	—	—	3	3	6

Daß auf der südlichen Erdhälfte die Stürme in der gemäßigten Zone mehr den Charakter der Gales oder stetigen Winde, als der Cyclone haben, dafür spricht, daß die überwiegende Veränderung der Richtung dem Drehungsgesetze entspricht.

Bei allen Winden auf der südlichen Erdhälfte steht das Barometer niedriger, wenn es stürmt, als wenn dieses nicht der Fall ist.

Dem Aequatorialstrome gehören also auch hier die niedrigsten Stände an, dem Polarstrome ein viel unerheblicheres Sinken.

Gewöhnliche heftige Stürme oder Tornados und Gewitter treten auf jeder Erdhälfte in der heißen Zone zu der Zeit ein, in welcher die Sonne über dieser verweilt, also in unserem Sommer in der nördlichen, in unserem Winter in der südlichen. Auch die westindischen Hurrikane treten in Gewitterform auf, d. h. sind von heftigem Niederschlag und starker elektrischer Explosion begleitet. Der Anblick des Himmels bei einem sich annähernden Wirbelstürme ist charakterisirt durch das Aufthürmen ihre Form ändernder Wolken und oft in der Ferne durch eine Wolkenbank von außerordentlicher Dunkelheit.

Auf dem Lande nehmen die Tromben in bestimmten Gegenden die eigenthümliche Gestalt der Staubwirbel an, wobei die durch die Reibung des Sandes erregte Elektrizität so groß ist, daß Baddelen an

einem isolirten Drahte nicht nur lebhaftre Funken, sondern sogar kontinuierliche Entladungen erhielt.

Was die Bewegung der Meereswellen betrifft, so gehen diese bei einem Wirbelsturme von dem Mittelpunkte aus nach Richtungen, welche sich um so weniger von denen der Strahlen unterscheiden, je weiter vom Mittelpunkte entfernt sie sind, bewegen sich also vom Mittelpunkte des Wirbels nach dem Umfange desselben in einer im Sinne der Drehung desselben etwas vorgeneigten Richtung.

Daher unterscheiden sich in dieser Beziehung die verschiedenen Arten von Stürmen in folgender Weise:

- 1) bei einem Wirbelsturme bewegen sich die Wellen, je entfernter vom Mittelpunkte, desto mehr senkrecht auf die Richtung des Windes;
- 2) bei einem heftigen Sturme in der Richtung desselben;
- 3) bei einem Stauwinde entgegengesetzt der Richtung des Windes, wobei die Seeleute sagen, daß zwei Winde miteinander fechten.

Alles bisher Angeführte gilt nur von der heißen Zone im eigentlichen Sinne, nicht von den äußeren Gränzen des Passats, welche wie die Gegend der Windstillen mit der Sonne vom und zum Aequator rücken. Die heiße Zone wird daher, abgesehen von den Gegenden, wo die Monsoons herrschen, von einem Gürtel eingefasst, welchen man die subtropische Zone genannt hat, wo Windstillen häufig sind. Diese windstille Gegend bildet den reinen Gegensatz zu der in der Nähe des Aequators. Am Aequator steigt die Luft auf, an den Wendekreisen sinkt sie herab. Hier steht das Barometer hoch, dort niedrig. In der subtropischen Gegend fallen die Regen beim niedrigsten Sonnenstande, in der Gegend der Windstillen beim höchsten. Hier wehen die Winde einander entgegen, an den Wendekreisen von diesen ab nach entgegengesetzten Richtungen. Der subtropischen Zone gehören die Orte an, welche bei höchstem Sonnenstande in den rückwärts verlängerten Passat aufgenommen sind, bei niedrigem aus ihm heraustreten. Diese Verlängerung rückwärts tritt am großartigsten auf, wo eine mächtige Wüste, wie in Nordafrika, die heiße Zone unverhältnißmäßig nach Norden erweitert. Daher herrschen im Sommer im mittelländischen Meere nördliche Winde unter dem Namen Tramontane vor, während der Scirocco als herabgesunkener oberer Passat im Winter das entschiedene Uebergewicht erhält und daher findet der Schiffer an der Ostseite des atlantischen Ozeans den Beginn des Passates nördlicher, als auf der Westseite desselben.

2. Gegend der Monsoons.

In den Sommermonaten herrscht auf der südlichen Halbkugel der Erde in der heißen Zone im indischen Ozeane der Südostpassat, im nördlichen Theile derselben der Südwestmonsoon.

In den Wintermonaten dort der Nordwestmonsoon, hier der Nordostpassat.

Im Gegensatze zu jenem heißt der Nordostpassat daher Nordostmonsoon, der Südostpassat Südostmonsoon.

Im Frühlinge und Herbst herrschen während der sogen. Wendemonate Windstillen, an der Küste aber in der täglichen Periode Land- und Seewinde. Das Umsetzen des einen Monsoon in den entgegengesetzten geschieht häufig durch einen Sturm: „das Ausbrechen des Monsoon.“

Der Südwestmonsoon greift auf der nördlichen Erdhälfte viel weiter nach Norden (bis 30° Breite) als der Nordwestmonsoon auf der Südhalfte nach Süden, aber an der afrikanischen Küste auch weit hinab.

Die Regenzeit ist wie im Passat bei hohem Sonnenstande, also auf der nördlichen Hälfte während des Südwestmonsouns, auf der südlichen während des Nordwestmonsouns.

Der Barometerstand aber unterscheidet sich dadurch, daß, während im Passat derselbe in der jährlichen Periode nahe gleich bleibt, er in dem Gebiete der Monsouns sich periodisch ändert: während des Südwestmonsouns steht besonders in den nördlichen Gegenden der heißen Zone das Barometer mehre Linien tiefer, als im Winter, ebenso auf der südlichen Erdhälfte tiefer während des Nordwestmonsouns, als zur Zeit des Südostmonsouns.

Am Aequator verschwindet diese jährliche Veränderung des Barometerstandes fast ganz, als ein Uebergang jener entgegengesetzten Bewegungen ineinander.

Die Wirbelbewegungen der Stürme des chinesischen und indischen Meeres sind übereinstimmend mit denen entsprechender Breiten der Passatzone, nur bewegen sie sich an der chinesischen Küste mehr von N. nach W., als von S. nach NW. Ein wesentlicher Unterschied zeigt sich darin, daß im Gebiete der Monsouns die Stürme auch auf der südlichen Erdhälfte mit äußerster Heftigkeit auftreten.

Die Drehung der Windfahne ist bei den Tyfoons, obgleich die wirbelnde Bewegung der Luft selbst eine ganz bestimmte (entgegengesetzt der Bewegung eines Uhrzeigers) doch wegen der wechselnden Richtung, in welcher der Mittelpunkt möglicher Weise fortschreitet, eine weniger bestimmte, als bei den westindischen Stürmen. Sie treten während des Südwestmonsouns ein, hier bis November, und sind im September am häufigsten.

Geht der Tyfoon von N. nach SW., so ist auf der Nordwestseite der Bahnlinie die Drehung N., N., D., also mit der Sonne; auf der Südostseite NW., SW., S., also gegen die Sonne.

An der Südküste von China in der Regel N., N., D., S., da die Tyfoons von D. nach W. im Süden bei ihr vorbeistreichen.

Nach Thom treten im südindischen Ozeane diese Stürme nur ein, wenn der Nordwestmonsoon zwischen dem Aequator und der Breite von 10° bis 12° südlich vorherrscht, und vorzüglich dann, wenn die Sonne vom Wendekreise des Steinbocks zurückkehrt.

Die Wirbelstürme bilden sich in der Regel in dem „die Veränderlichen“ genannten Raume zwischen dem Südostpassat und dem Nordwestmonsoon.

Die wirbelnde Bewegung erfolgt von O. durch S. nach W. und N. Ihre Stärke nimmt ununterbrochen nach dem Mittelpunkte des Wirbels zu. In der Mitte desselben ist eine vollkommene Windstille und die größte Heftigkeit des Sturmes unmittelbar an der äußeren Gränze dieses windstillen Raumes. Bei der Bildung des Sturmes ist die windstille Stelle am ausgedehntesten. Wird die wirbelnde Bewegung heftiger, so verengt sich die Stelle bis zu einem Durchmesser von 10 bis 15 englischen Meilen.

Das Fortschreiten des Wirbels beträgt bis 20° südlicher Breite etwa 200 bis 220 Meilen in 24 Stunden. Von da an nimmt sie ab bis zur äußeren Gränze des Südostpassats.

Die Richtung des Fortschreitens ist von 10° südlicher Breite an in der Nähe des indischen Archipels bis zu 28° oder 30° südl. Breite an der Ostküste von Afrika zuerst WSW., dann SW₃S., schließlich SEW.

Auf dem ganzen Gebiete des Wirbelsturmes herrschen heftige Regen, in größerer Ausdehnung aber vor demselben, als hinter ihm. Das Aussehen der dunklen ungebrochenen Wolken ist bleifarben, wenn der Mittelpunkt sich nähert.

Elektrische Entladungen treten überwiegend auf der dem Aequator zugewendeten Seite desselben hervor.

Jeden solchen Sturm begleitet eine unregelmäßig bewegte See auf eine Entfernung von 3—400 Meilen.

Das Barometer fällt stark mit Annäherung an die Mitte des Wirbels, der niedrigste Stand scheint etwas vor derselben zu liegen.

3. Nördliche gemäßigte Zone.

In den „meteorologischen Untersuchungen, 1837,“ hat Dove ausführlich erörtert, daß das Bezeichnende des Klimas der gemäßigten Zone das abwechselnde Vorherrschen und gegenseitige Verdrängen zweier Luftströme ist, von denen der eine von den Polargegenden nach dem Aequator strömt, der andere in entgegengesetzter Richtung, d. i. von dem Aequator nach den Polen und hat dann in den „nichtperiodischen Veränderungen der Temperaturvertheilung auf der Oberfläche der Erde 1840 bis 1859, 6 Thle., 4.“, so wie in der „Darstellung der Wärmeercheinungen durch fünftägige Mittel“ nachgewiesen, daß diese entgegengesetzt

gerichteten Ströme auch nebeneinander liegen. In dieser Zone kann also weder von einer beständig bleibenden Windrichtung die Rede sein, wie in der Passatzzone, noch von einer periodisch sich ändernden, wie in dem Gebiete der Monsoons, sondern nur von einer mittleren. Dieselbe fällt in der nördlich gemäßigten Zone auf SW., in der südlich gemäßigten auf NW., da die Äquatorialströme überwiegen über die polaren. Dort macht nur das Steppengebiet des südlichen Rußland eine merkwürdige Ausnahme, indem die mittlere Windrichtung von der Nordküste des kaspischen Meeres bis zu der des schwarzen und über dieses fort in die Steppe hinein eine südöstliche ist.

In Europa ist diese westliche Richtung im Winter südlicher, als im Sommer; in Amerika im Winter nördlicher, als im Sommer, und diese Verhältnisse gehen im atlantischen Ozeane allmählig ineinander über. Heftige Stürme treten hier weniger im Sommer auf, als in den eigentlichen Wintermonaten und im mittelländischen Meere zur Zeit des Ueberganges beider Jahreszeiten ineinander, weshalb sie auch Äquatorialstürme heißen. Die Stürme sind entweder stetige Winde „Gales“, welche die Windfahne mit der Sonne drehen, aber nur durch verhältnißmäßig geringere Bogen, oder ungebogene Wirbelstürme der heißen Zone, welche, sowie sie die äußere Gränze derselben überschreiten, in der nördlich gemäßigten Zone von SW. nach NO. gehen, in der südlichen von NW. nach SO.; ferner sind es auch Ströme, die einander entgegenwirkend einander zuerst stauen, dann zurückwerfen; endlich Stürme durch seitliches plötzliches Eindringen eines kalten Polarstromes in einen warmen Äquatorialen.

In der jährlichen Periode ist daher das Barometer weder beständig, noch periodisch verändert, sondern im Auf- und Abschwankeu und zwar ist dieses im Winter größer, als im Sommer. Das gegenseitige Verdrängen der Ströme erfolgt durch eine Drehung mit der Sonne, also S., W., N., O., S. in der nördlichen und S., O., N., W., S. in der südlich gemäßigten Zone. Daraus lassen sich die Bewegungen der meteorologischen Instrumente bei Veränderung der Windesrichtung wie folgt bestimmen.

Da der südliche Strom warm, feucht und leicht ist, der nördliche kalt, trocken und schwer; so ergeben sich unmittelbar folgende Regeln für das Verdrängen, wobei noch zu berücksichtigen ist, daß der kalte Polarstrom als schwerer zuerst in die unteren Schichten der Atmosphäre einfällt, der warme leichtere hingegen früher in den höheren Schichten bereits herrscht, ehe er unten wahrgenommen wird. Die Veränderungen auf der Westseite sind daher mit den Bewegungen des Barometers gleichzeitig, während bei den Veränderungen der Ostseite die Anzeigen des Barometers den eintretenden Niederschlägen mehr vorhergehen. — Geht der Wind von Süd durch West nach Nord, so steigt das Barometer mit abnehmender Wärme. Dichte Schneegestöber im Winter,

Graupelschauer im Frühlinge, unsere meisten Sommergewitter, nach welchen die Luft sich sehr stark abkühlt, sind das Bezeichnende dieses Ueberganges. — Geht der Wind von Nord nach Nordost, so tritt heiteres Wetter ein, die Luft wird trocken bei hohem Barometerstande und im Winter folgt auf diese Schneeestöber strenge Kälte bei sehr durchsichtiger Luft. Beginnt dann das Barometer zu fallen, so trübt sich, während der Wind ein Ostwind wird, der vorher tief blaue Himmel allmählig zu einem weißlichen Ueberzuge und der nun fallende Schnee kommt von dem bereits oben eingetretenen Südwinde. Bei schnellstem Fallen wird dieser Schnee zu Regen, es erfolgt Thauwetter, wenn der Wind durch Südost und Süd weiter bis Südwest geht.

Der Uebergang aus dem heiteren Himmel in den bedeckten erfolgt in der Regel durch feine streifige Federwolken, die sich allmählich in fedrige Schichtwolken umwandeln und eine gleichmäßige Bedeckung des Himmels einleiten. Diese Federwolken sind der von unten gesehene, in der Höhe bereits eingetretene Aequatorialstrom, welcher seinen Weg durch die beginnende Trübung bezeichnet. Der aus dem luftförmigen Zustande hervortretende Wasserdampf nimmt dann unmittelbar die feste Form an. Diese höheren Wolken bestehen daher nicht aus Nebelbläschen, sondern aus feinen Eisnadeln, welche durch Brechung des Lichtes zu den größeren Höfen um Sonne und Mond, den sogenannten Ringen, Nebenmonden und Nebensonnen Veranlassung geben. Diese sind daher mit fallendem Barometer ein fast untrügliches Kennzeichen eintretenden feuchten Wetters. Es ist eine Folge der Projektion auf das Himmelsgewölbe, daß uns die langen parallelen Streifen der fedrigen Schichtwolke als große Kreise erscheinen, welche von einem bestimmten Punkte des Horizontes auszugehen scheinen und am entgegengesetzten sich wieder vereinigen. — Von dieser scheinbaren Krümmung der Federwolke unterscheidet sich die seitliche federartige Ausschweifung derselben, welche zeigt, daß der obere Wind von wenig stetiger Richtung ist. Solche Federwolken deuten daher weniger auf Regen, als weithin gradlinig fortlaufende. — Ebenso verhält sich eine andere Abänderung der Federwolke. Da mit zunehmender Tageswärme die sich erwärmende Luft aufsteigt, so erreicht bei hoher Temperatur dieser aufsteigende Luftstrom mitunter die in der Höhe befindlichen Federwolken, die sich dann zu kleinen Haufen zusammenballen, welche unter dem Namen Schäfchen, in Süddeutschland Lämmergewölk, bekannt und häufige Federwolken sind. Im südlichen Europa sollen sie auf Regen deuten, was aber im nördlichen nicht der Fall ist.

Bei trockener warmer Luft verwischen sich die Umrisse entfernter Gegenstände durch den die Luft erfüllenden Staub, während die Sonne einen rötlichen Schein annimmt. Tritt nach lange anhaltender Trockenheit bei östlichen und nördlichen Winden im Sommer ein feuchter Wind ein, so verdichtet sich der Wasserdampf zuerst an dem in der Luft ent-

haltenen Staube, der dann schwerer werdend zu Boden sinkt. In Gebirgsgegenden erscheinen dann die Berge auffallend nahe in der so durchsichtig gewordenen Atmosphäre und man hört auch die Wasserfälle stärker rauschen. Dies gilt als ein untrüglicher Vorbote von Regen.

Da die Westseite die Regenseite ist, so ist ein klarer Sonnenuntergang ein Beweis, daß von daher zunächst ein Niederschlag nicht erwartet werden darf. Daher gilt er für ein Zeichen klaren Wetters.

Abends, wenn der aufsteigende Luftstrom aufhört, sinken die Wolken und lösen sich in den unteren wärmeren Schichten auf. Dieses beweiset aber nichts für das Wetter des folgenden Tages.

Ist die Luft sehr feucht und warm, so erregt das Gefühl der gehemmten Ausdünstung in uns die unbehagliche Empfindung, die wir durch das Wort „drückende Luft“ zu bezeichnen pflegen. Die unmittelbare Wirkung der Sonnenstrahlen wird dann um so fühlbarer und man pflegt zu sagen: „die Sonne sticht“.

Dringt im Winter der Südwind der Höhe schnell ein, so regnet es bereits in der Höhe; es fallen aber kleine durchsichtige Eiskörner und Eisnadeln, weil der Regen beim Fallen gefriert und man sagt dann: es fällt Glatteis, da auch der bald eintretende Regen am kalten Boden gefriert und ihn mit glattem Eise überzieht. Sturm aus SW. bei sehr niedrigem Barometer ist dann zu erwarten.

Regen mit steigendem Barometer und Westwind im Winter wird Schnee, Schnee mit Ostwind und fallendem Barometer wird Regen.

Geht im Frühjahr der Wind durch West nach Nord, so ist bei schneller Aufhellung ein Nachtfrost zu erwarten, auch wenn das Thermometer in einiger Höhe über dem Boden nicht unter den Frostpunkt sinkt.

Schwere Gewitter, die mit Ostwind aufsteigen, kühlen mit fallendem Barometer die Luft nicht ab. Man sagt dann, es bleibt schwül und es wird ein neues Gewitter kommen. Die Abkühlung erfolgt erst mit einem Westgewitter und steigendem Barometer.

Folgen mehre Westgewitter aufeinander, so kommt das spätere gewöhnlich aus einer nördlicheren Richtung.

Bei Westgewittern ist der Unterwind nördlicher, als der obere; die eigentlichen Gewitterwolken (häufig Schichtwolken) ziehen daher mehr oder minder rechtwinklig auf die Streifen der oberen Federwolke.

Je größer der Wärmeunterschied der einander verdrängenden Winde, je entgegengesetzter also ihre Richtung, desto eher wird die Wolke zur Gewitterwolke. Die einander entgegen wehenden Winde erzeugen daher, ehe das Gewitter heraufkommt, eine Windstille. Das plötzliche Einbrechen des kalten Windes deutet man daher unrichtig, wenn man sagt: das Gewitter kehrt den Wind um.

Die Wintergewitter in Norwegen sind Westgewitter, bei denen der Unterschied schnell nördlich wird. Das Barometer steigt und es folgt

Kälte. Thauwetter, milde Luft, starker Regen und Südwinde gehen ihm vorher.

Denselben Charakter haben auch die seltenen Wintergewitter in Deutschland. Doch gibt es noch eine zweite Klasse derselben. Sie treten dann ein, wenn ein Aequatorialstrom mit großer Mächtigkeit einsetzt. Blitz und Donner sind dann manchmal so heftig, daß man sagt: der Himmel öffnet sich. Ihnen folgt dann eine vollständige Frühlingsluft.

Die Zeit, in welcher die Gewitter am häufigsten hervortreten, richtet sich überhaupt nach dem Eintreten der Regenzeit. Sie treten hervor in der heißen Zone bei höchstem Sonnenstande, an der äußeren Gränze derselben im Gebiete der subtropischen Regen bei niedrigstem, am stärksten im südlichen Europa im Frühlinge und Herbste, im nördlichen Europa von den Alpen an im Hochsommer, Norwegen ausgenommen, überhaupt selten in der kalten Zone, wo sie aber doch bis in hohe Breiten vorkommen, endlich in vulkanischen Gegenden als begleitende Folge des schnell aufsteigenden Stromes über der Ausbruchssäule eines Vulkans und dann zu Zeiten, wo sie ohne diese Bedingungen sich nicht zeigen.

Bei lange anhaltendem schlechtem Wetter schwankt die Windfahne fortwährend zwischen Südwest und West, während das Barometer in kleinen Schwankungen begriffen ist. Dies ist der anhaltende Südstrom.

Niedrig ziehende Gewitter sind kurz dauernd, aber in der Regel von einem Rückfalle der Kälte gefolgt. Sie können von Graupeln und Schnee begleitet sein; ihre Blitze werden häufig durch Einschlagen verderblich. Die unten eintretenden haufenähnlichen Wölkchen ziehen mit *WNW.*, während die oberen Federwolken mit *SSW.* gehen. Wenn bei verhältnismäßig niedrigem Barometer mit südlichem Winde von anderen Orten eingehende Witterungsberichte hohe Barometerstände von westlichen Stationen berichten, so ist das Eintreten westlicher Winde wahrscheinlich; werden diese hohen Barometerstände hingegen von Ost berichtet, eher östliche Winde. Im ersten Falle liegt nämlich der Polarstrom westlich vom Aequatorialstrom, im letzteren östlich. Jener kann aber in diesen seitlich eindringen.

Das Auflösen von Haufenwolken in den Nachmittagsstunden ist ein Zeichen trockener Luft und es folgt schönes Wetter. Das sog. Wasserziehen (Bd. II. S. 22) deutet auf schlechtes Wetter, ebenso das sogen. Brauen der Berge, d. h. wenn über Quellen auf Bergen sich Nebel und Wolken bilden.

Steigt das Barometer sehr schnell, so ist dieses ein Zeichen, daß der südliche und nördliche Strom nicht seitlich ineinander fallen, sondern einander grade entgegenwehend stauen. Es ist dann ein starker Sturm im Anzuge.

Fällt das Barometer ebenso schnell, als es gestiegen ist, so ist der Sieg des Südstromes entschieden und die Gefahr daher nahe. Hier

führt die feste Skale des Barometers, an welcher bei diesem hohen Stande „trocken und schön“ steht, vollkommen zum Irrthume.

Begegnen im Winter ein kalter und warmer Strom einander, hat aber der Südwind keine so große Kraft, daß er den Nordstrom besiegt, so tritt an der Berührungsgränze bei hohem Barometerstande ein dichter Nebel ein, welcher manchmal plötzlich verschwindet und wiederkehrt, je nachdem der südliche Strom etwas zurückweicht und man aus der Berührungsgränze wieder in den Polarstrom gelangt. Es folgt solchem Nebel dann oft strenge Kälte und dann hat der Polarstrom gesiegt.

Ist bei starkem Auf- und Abschwanken des Barometers am Beobachtungsorte die Luft still, so liegt die Störung irgendwo seitwärts. Mitunter aber siegt im Winter der südliche Strom auf einem Gebiete von größerer seitlicher Ausdehnung so, daß bei niedrig bleibendem Barometer die Luft balsamisch milde ist. Dann liegt ein kalter Winter seitlich mit hohem Barometer. In diese stark aufgelockerte Luft kann dann die daneben liegende kalte plötzlich bei rasch steigendem Barometer als Sturm einbrechen.

Geht der Wind gegen die Sonne, d. h. von N. durch N. nach NW. mit stark fallendem Barometer, so ist auf dem atlantischen Ozeane das Schiff wahrscheinlich in einem Wirbelsturme, dessen nach N. fortschreitendes Centrum nach SO. hin liegt. Das Schiff muß dann womöglich nach NW. steuern, um vom Mittelpunkte des Wirbels, wo die Gefahr am größten ist, sich zu entfernen. Geht der Wind hingegen stürmisch bei fallendem Barometer von SO. durch S. nach SW., so kann das Schiff entweder in einem stetig fortschreitenden Sturme sein oder auf der Südseite eines Wirbelsturmes, dessen Centrum nach Nordwest hinliegt. In letzterem Falle muß es nach Südost steuern und dies ist überhaupt anzurathen, da die stetigen Südweststürme überhaupt und in der Regel weiter nach Westen hin an Stärke zunehmen.

Stürmt der Wind bei fallendem Barometer anhaltend aus SO., so ist es wahrscheinlich, daß das Schiff grade auf der Richtung eines von SW. nach N. anrückenden Sturmes sich befindet. Fällt das Barometer immer mehr bei gleichbleibender Windrichtung, aber zunehmender Stärke des Südoststurmes, so rückt das Centrum immer näher heran. Kommt das Schiff in die Mitte des Wirbels, so tritt plötzliche Windstille bei niedrigstem Barometer ein. Dann ist der Augenblick der größten Gefahr, die nun als Sturm grade in der entgegengesetzten Richtung einbricht, nämlich von NW. Die Windfahne gibt hier die Tangente des Wirbels an. In den westindischen Gewässern gehen diese Stürme von SO. nach NW., die Windfahne weist daher vor dem Erreichen des Centrums N., nachher SW. Sowie diese Stürme an die äußere Gränze der heißen Zone kommen, biegen sie sich rechtwinklig um und gehen dann von SW. nach N. Wir erhalten in Europa nur diesen bereits umgebogenen Theil und durch die nach dem Umbiegen

eintretende Erweiterung des Wirbels den bereits abgeschwächten Erfolg desselben. Das fallende Barometer ist auch hier ein Zeichen der zunehmenden, das steigende der abnehmenden Gefahr.

Wirbelwinde von kleinem Durchmesser, als Tromben bekannt, richten bei uns in den Wäldern mitunter starke Waldbrüche an, aber in verhältnißmäßig geringer seitlicher Ausbreitung; doch können auch hier im Mittelpunkte starke Bäume entwurzelt, Häuser abgedeckt und schwere Gegenstände oft in die Höhe gehoben werden. Bei dem Fortschreiten solcher kleiner Wirbel neigt sich häufig die Aze des Wirbels stark nach vorn und zwar wegen des Widerstandes, den die Luft in Berührung mit dem Boden erfährt. Zu dieser Form gehören wahrscheinlich viele unserer Gewitter und Hagelwetter. Das Barometer wird dabei wenig erregt, weil es nur örtliche Bildungen sind, für die es unempfindlich ist, da es, den Gesamtdruck des Luftkreises messend, seine Aussagen nur für großartig verbreitete Erscheinungen vorbehält.

Die plötzlichen, solche Gewitter begleitenden Windstöße sind den Schiffen oft sehr gefährlich, wenn sie die oberen Segel nicht eingereift haben, denn sie können plötzlich umgestürzt werden.

Feste Wetterstufen an Barometern haben schon deshalb eine sehr untergeordnete Bedeutung, weil der Unterschied der Temperatur und als Folge desselben des Druckes der beiden Ströme im Winter viel größer ist, als im Sommer. Sowie also die Bewegungen des Barometers überhaupt im Winter viel größer sind, als im Sommer, so müßte auch der Maßstab, in welchem die Skale ausgeführt ist, im Winter wenigstens doppelt so groß sein, als im Sommer. Wie sie aber entstanden sind, läßt sich leicht ableiten. Eigentlich müßte oben an der Skale Nordostwind stehen oder ruhiger Polarstrom, in der Mitte Ost- und Westwinde oder richtiger: Uebergang der Ströme ineinander, unten Südwest oder richtiger: Äquatorialstrom. Da nun die Luft des Polarstromes aus kälteren Gegenden in wärmere fließt, also ihre Fähigkeit, Dämpfe aufzunehmen, sich vermehrt; so steht an der Skale der Erfolg dieser Vermehrung, d. h. sehr trocken oder heiter und schön. — Da im Uebergange der Ströme ineinander bei West und Ost aus der Vermischung der Ströme Niederschläge erfolgen, aber heiteres Wetter abschließt oder sich einleitet, so steht dort an der Skale: veränderlich. Da nun der in höhere Breiten dringende Südstrom seinen Wasserdampf über dem kälter werdenden Boden immer mehr verliert, so steht bei seinem Werthe schlechtes Wetter; dringt er aber schnell in höhere Breiten, so weicht die Druckkraft seiner durch die Wärme aufgelockerten Luft, welche auf ihrem Wege den Wasserdampf noch verliert, am meisten von dem mittleren Drucke am Beobachtungsorte ab und es steht daher unten an der Skale Sturm.

Aus dem vorher Erläuterten geht unmittelbar hervor, daß man, da auf der Westseite der Windrose das Barometer bei Niederschlägen

steigt, auf der Ostseite fällt, unmöglich Witterungsregeln ohne Berücksichtigung der Windesrichtung aufstellen kann, wie so oft und immer vergeblich versucht wird. — Uebrigens gehen mitunter die Erscheinungen der einen Seite in die der anderen über, ohne daß in der Form des Niederschlages eine Aenderung oder eine Unterbrechung eintritt. Beginnt es nach strenger Kälte, wenn der Wind von N. nach S. geht, zu schneen, so vermindert sich allerdings die Kälte mit fallendem Barometer, aber das Thermometer braucht nicht über den Frostpunkt zu steigen. Dann wird der Schnee nicht Regen bei S. und wenn dieser bald wieder verdrängt wird, so ist der Schneefall ununterbrochen, aber in der That besteht er aus zwei verschiedenen Bildungen: die erste Hälfte erfolgt mit fallendem Barometer dadurch, daß ein kalter Wind durch einen warmen verdrängt wird; die zweite mit steigendem, wenn dieser wiederum jenem weicht. Die Regel: neuer Schnee, neue Kälte, ist eben dadurch entstanden, daß es häufiger mit Westwinden schneet, als mit Ostwinden. Auch ist unmittelbar ersichtlich, daß es, weil der Niederschlag eben Folge der Mischung von warmer und kalter Luft ist, bei verhältnißmäßig geringer Kälte schneet. Allerdings kommt auch bei hoher Kälte Schnee vor, dies ist aber nicht Flockenschnee, sondern er besteht aus sehr dicht fallenden feinen Eisnadeln, die einer Wolkendecke ihre Entstehung verdanken, die als wärmerer Strom unmittelbar über einem darunter fließenden kalten gelagert ist. Da nun die herabfallenden Eisnadeln in dieser trockenen Luft sich nicht vergrößern können, so fehlt die Form der Flocken.

Wären die Veränderungen des Barometers im Winter und Sommer gleich groß, d. h. der Unterschied des Druckes der Ströme derselbe, so würde das Barometer bei Regen im Mittel am tiefsten stehen. Dies ist aber für das ganze Jahresmittel nicht der Fall, eben weil die Erniedrigung des Barometers bei Südwinden unter das Mittel im Winter größer, als im Sommer, die Form des Niederschlages aber im Winter eben in der Regel Schnee ist. Bei demselben Durchgange der Windfahne durch die Windrose steht aber das Barometer bei Regen tiefer, als bei Schnee.

Bei andauernd hohem Barometer und östlichem Winde während des Frühlings im mittleren Europa sind im südlichen, also im mittelländischen Meere, heftige von starkem Regen begleitete südliche Winde zu erwarten, denn der hohe Barometerstand entsteht dort dadurch, daß der Luft dieser Gegenden der Weg nach Süden durch entgegenwehende, aus der äußeren Gränze des Passats herabkommende obere Luftströme (Scirocco) abgesperrt wird. — Ferner folgt aus dem Drehungsgesetze: südliche Winde sind in höheren Breiten westlicher, nördliche sind in niederen Breiten östlicher; nur reine West- und reine Ostwinde können auf weite Strecken als ihre Richtung beibehaltend vermuthet werden.

Drehungen der Windfahne gegen die Sonne über den Süd- oder

Ostpunkt hinaus deuten auf Wirbelstürme; von NW. nach SW., aber nicht weiter, oder von NO. nach NO. sind sie häufig nur ein Zurückspringen der Windfahne, d. h. Zeichen, daß im ersten Falle der südliche Strom, im letzteren aber der nördliche fortdauert.

4. Südliche gemäßigte Zone.

Im regelmäßigen Verlaufe dreht sich der Wind hier mit der Sonne, also von S. durch O. und N. nach W. und S.; ebenso bei Wirbelstürmen, wenn das Schiff auf der Nordostseite der Bahnlinie des von NW. nach SO. fortschreitenden Mittelpunktes ist, nämlich von NO. durch NNW. nach W. und WSW. und das Barometer fällt in beiden Fällen bis der Wind NW. geworden und steigt dann. Das einzig Unterscheidende ist, daß bei einem Wirbelsturme die Temperatur nahe unverändert bleibt, während bei stetigen Winden, die einander verdrängen, sie mit fallendem Barometer zunimmt, mit steigendem abnimmt. Geht der Wind von W. durch SW. nach SO., so steigt im gewöhnlichen Verlaufe das Barometer mit abnehmender Wärme. Ueberhaupt entspricht dem SO. der höchste Barometerstand mit niedrigster Wärme, dem NW. der niedrigste Barometerstand mit höchster Wärme, besonders in der kalten Jahreszeit; zugleich ist die Luft heiter bei SO., trübe bei NW. — Geht der Wind von W. durch SW. nach SO., so ist also Aufheiterung; geht er aber von SO. durch O., NO. nach NW., so ist Trübung und Regen zu erwarten.

Dreht sich der Wind gegen die Sonne von NO. durch SO. nach S., so ist das Schiff wahrscheinlich auf der Südwestseite der Bahnlinie eines Wirbelsturmes, der von NO. nach SW. fortschreitet. Die Regeln, wo der Mittelpunkt zu vermuthen ist und wohin das Schiff zu steuern hat, sind früher erörtert worden.

Die kalte Zone habe ich, sagt Dove, von der Betrachtung ausgeschlossen. Die stürmische Zeit scheint hier der Sommer zu sein und der Uebergang vom Winter in denselben, die verhältnißmäßig windstille Zeit aber der Winter. Der höchste Barometerstand fällt im amerikanischen nördlichen Polarmeere in den Frühling. Nach den Beobachtungen von Ross scheint der von Krusenstern zuerst am Kap Horn beobachtete dauernd niedrige Barometerstand sich weit in die antarctische Zone hinein zu erstrecken, eine Stelle verminderten atmosphärischen Druckes, welche die bei Island noch erheblich zu übertreffen scheint. Die kalte Luft über den Eisfeldern scheint hier die heftigsten Südwinde oft zu stauen, die daher ihren Wasserdampf im Ankämpfen gegen dieselbe in starken Schneefällen verlieren, weswegen große Eisfelder in Drehung begriffen wallartig damit umgeben sind, weil in die Mitte hin weniger gelangt, hingegen die verschiedenen Punkte des Randes nacheinander an die Stelle des Kampfes gelangen.

In der unmittelbaren Nähe des Poles wird die Drehung der Windfahne zusammengesetzter, weil der Einfluß der Umdrehung der Erde sich ändert, sowie Ströme den Pol überschreiten, da die vorher abnehmende Drehungsgeschwindigkeit des Bodens, mit welchem die Luft in Berührung kommt, dann eine zunehmende wird. Die durch den Wärmeunterschied des Meerwassers und der darüber befindlichen viel kälteren Luft entstehenden dichten Nebel und die Bildung derselben durch den Wärmeunterschied der Luft über dem freien Meere und den Eisfeldern sind hier die überwiegende Form des Niederschlags und diese Form ist auch im Frühlinge auf dem nordatlantischen Ozeane durch die weit nach Süden treibenden Eismassen eine häufige, das Treiben solcher Massen anzeigende, besonders in der Nähe von New-Foundland.

Für den stillen Ozean sind zu wenige Beobachtungen vorhanden, um auf etwaige Abänderungen von Erscheinungen einzugehen, welche sich dort im Vergleiche zum atlantischen zeigen mögen. Aus Williams Beschreibung des Sturmes im Hafen von Avarna auf Karatonga (21° 20' südl. Breite, 160° westl. Länge) geht hervor, daß die Stärke derselben erheblich ist. „Die ganze Insel erzitterte bis in ihre Mitte,“ heißt es, „als die wüthenden Wogen sich an ihrer Küste brachen. Ein den Missionären gehöriges Schiff wurde über einen Sumpf fortgeführt in einen Hain von mächtigen Kastanien einige hundert Yards landeinwärts. Der Regen fiel in Strömen vom Morgen bis in die Nacht.“

Die hier mitgetheilten praktischen Regeln haben einen doppelten Zweck, einerseits dem Seemann eine Anleitung zu geben, welche Schlüsse er aus der Himmelsansicht und dem Gange der meteorologischen Instrumente, besonders des Barometers, für die zu erwartende Witterung zu ziehen habe, andererseits ihn darauf aufmerksam zu machen, welche Erscheinungen noch nicht genügend ermittelt, bei denen daher eine sichere Begründung durch neue Beobachtungen wünschenswerth ist. Es ist besonders erfreulich, daß von praktischen Seeleuten (Maury, Fitzroy, van Gogh, Andrau, Jansen) jetzt dafür gesorgt wird, daß die Schiffsführer erfahren, was in ihrem und im Interesse der Wissenschaft zu beobachten ist und daß Mittelpunkte gegründet sind (im Board of Trade zu Washington, im Netherlandisch Meteorologisch Institut zu Utrecht), in denen das zerstreute Material gesammelt und bearbeitet wird. Bei diesen Instruktionen ist aber das eigentlich meteorologische Element noch nicht hinreichend vertreten, eine Lücke, die ich hier auszufüllen gesucht habe.

Die hier gegebene, von mir (Dove) seit dem Jahre 1827 in einzelnen Abhandlungen entwickelte Theorie sucht darüber Rechenschaft zu geben:

- 1) warum die Stürme der heißen Zone vorzugsweise an bestimmten Stellen entstehen;
- 2) warum sie die Form von Wirbelstürmen annehmen und warum die Drehung innerhalb dieses Wirbels auf der nördlichen Erdhälfte im entgegengesetzten Sinne, als auf der südlichen stattfindet;
- 3) warum sie in der heißen Zone nach bestimmten Richtungen fortschreiten und beim Ueberschreiten der äußeren Gränze derselben ihre Richtung in eine darauf rechtwinklige verändern;
- 4) warum sich der Wirbel dabei bedeutend erweitert mit abnehmender Stärke;
- 5) warum die Form der Stürme in der gemäßigten Zone eine viel mannigfaltigere ist, warum aber auch hier gewisse Formen besonders zu bestimmten Zeiten und an bestimmten Stellen auftreten.

Endlich möchte noch hervorzuheben sein, daß die hier gegebene Theorie nur die Grundsätze geltend macht, aus welchen sich sowohl die Passate und die Monsoons, als auch die gesetzmäßigen Veränderungen der nicht stürmisch bewegten Luft des Gebietes der veränderlichen Winde ableiten lassen. Im Sinne der gegebenen Ableitung suchen die Hurricanes die Erde in ihrer Rotation zu beschleunigen, indem der beständige Passat sie ununterbrochen aufzuhalten strebt. Die überwiegend äquatoriale und daher westliche Richtung in der gemäßigten Zone, der Südwestmonsoon des nördlichen indischen Ozeans und der Nordwestmonsoon des südlichen bilden mit den Hurricanes zusammen die Ausgleichungselemente für die Erhaltung der unveränderlichen Drehungsgeschwindigkeit, welche der mächtige Passat sonst beeinträchtigen würde. Ihrer zerstörenden Wirkung ungeachtet sind sie daher im allgemeinen Sinne ein Erhaltungsprinzip im gesammten Organismus des Erdlebens, die Gesammtheit der hier erörterten Erscheinungen aber zugleich ein großartiger, von der Erde selbst entlehnter Beweis für die aus den astronomischen Beobachtungen zuerst geschlossene Bewegung der Erde um ihre Aze."

Von den Winden.

Schließlich wollen wir zu diesen praktischen Regeln von den Stürmen noch eine Reihe von Ergebnissen aus den Untersuchungen von Dove und Anderen anführen, um zu zeigen, wie auch in den verwickelten und scheinbar regellosen Erscheinungen eine strenge, durch sehr fleißige Beobachtungen ermittelte Gesetzmäßigkeit herrscht, wobei wir aber uns eine vollständigere Darlegung der Gründe hier versagen und auf Dove's Schriften selbst verweisen müssen.

Man kann, wie schon aus den angeführten Betrachtungen sich ergibt, die Bewegung der ganzen Atmosphäre in vier Gruppen zerlegen:

1) in die beständigen Winde oder die Passate, welche das ganze Jahr dieselbe Richtung haben, 2) die jährlich periodischen Winde, welche nur im Laufe eines Jahres die Richtung wechseln, 3) die veränderlichen Winde, welche in verschiedenen Zeiten aus allen Weltgegenden wehen und 4) die Stürme, namentlich die Wirbelstürme der heißen Zone.

Der Passat zerfällt bekanntlich in einen unteren und einen oberen zurückkehrenden. Das Zusammentreffen der beiden unteren Passate, des nordöstlichen und des südöstlichen, fällt auf die nördliche Erdhälfte wegen der hier überwiegenden Ländermassen, aber das Herauf- und Herabrücken der Stelle ist mehr von den Temperaturverhältnissen in der heißen Zone selbst, als von denen der ganzen Erdoberfläche abhängig, weil die Luft der von dem Aequator entfernteren Gegenden an diesem Kreislaufe nicht theilnimmt. In dieser Beziehung ist die Verbreitung der Wärme, als der Hauptbedingung für die Entstehung der Winde, von Interesse. Die mittleren Temperaturen des nördlichen Theiles der heißen Zone sind für die einzelnen Monate und Jahreszeiten in folgender Tabelle enthalten, wobei der meteorologische Winter die Monate Dezember, Januar, Februar und der Sommer die Monate Juni, Juli und August umfaßt.

Breite.	0°	10°	20°	30°
Januar	21,1	20,1	16,9	11,8
Februar	21,4	20,7	18,1	12,4
März	21,6	21,2	19,2	14,1
April	21,9	21,8	20,9	16,1
Mai	21,4	21,9	21,6	18,5
Juni	21,3	21,8	21,8	20,1
Juli	20,7	21,7	22,1	20,6
August	20,8	21,7	22,1	21,6
September	20,9	21,7	21,6	20,2
Oktober	20,9	21,4	20,9	18,2
November	21,2	21,2	19,7	15,1
Dezember	21,0	20,6	18,2	12,3
Winter	21,2	20,5	17,7	12,2
Frühling	21,6	21,6	20,6	16,2
Sommer	20,9	21,7	22,0	20,8
Herbst	21,0	21,4	20,7	17,8
Jahr	21,2	21,3	20,2	16,8

Aus diesen Wärmeverhältnissen folgt, daß die physikalische Scheidelinie beider Erdhälften nördlich vom Aequator liegt, wie es auch die Lage des windstillen Gürtels und das damit zusammenhängende Verhalten des Barometers zeigt; ferner daß der Südostpassat der südlichen Halbkugel bis über den Aequator reicht und dabei seine Richtung wegen der dann geringer werdenden Drehungsgeschwindigkeit des darunter befindlichen Erdbodens durch Süd nach Südwest übergehen kann, wenn die erwärmte Stelle nur weit genug in die gemäßigte Zone hineinfällt, wie es im Sommer bei Asien der Fall ist. — Dabei ist in den verschiedenen Meeren nicht nur die gegen die Pole, sondern auch die gegen den Aequator gerichtete Gränze sowohl des Nordost-, als auch des Südostpassates verschieden und ebenso die Breite der Gegend der Windstillen, welche sich aber innerhalb engerer Gränzen bewegt, als die wärmste Stelle der Erde. Ueber diese Verhältnisse hat man aus sehr vielen Beobachtungen für die verschiedenen Monate und Orte ziemlich genaue Tabellen zum praktischen Gebrauche entworfen, aus welchen u. a. sich auch ergibt, daß die Erscheinungen im Südostpassat viel beständiger sind, als die im Nordostpassat.

Das Vorhandensein eines oberen zurückkehrenden Passates ist nicht nur eine Naturnothwendigkeit, sondern zeigt sich auch theils in dem Zuge der höchsten Wolken gegen den unteren Passat, theils in den von hochgelegenen Vulkanen ausgeworfenen und mitfortgeführten Aschen und dem Wüstenstaube. Green fand bei 426 Luftfahrten in die höheren Gegenden der Atmosphäre stets einen Luftstrom von der Westseite, wenn er hoch genug kam, bevor er ihn aber erreichte, gewöhnlich mehre verschiedene Richtungen. Die mittlere Richtung des oberen Stromes ist ungefähr WSW.

Das Barometer gibt den Gesamtdruck beider Passatströme an und es läßt durch seinen erheblich niedrigeren Stand die innere Gränze, an welcher die Luft aufsteigt und durch einen größeren Druck die äußere Gränze, wo der obere Passat herabkommt, erkennen.

Wie die veränderliche Stelle des Aufsteigens sich an die vorhin angegebene Vertheilung der Wärme anschließt, zeigt die folgende Tabelle, in welcher die in pariser Linien ausgedrückten Barometerstände für einen Streifen des atlantischen Ozeans von 35° nördl. Br. bis zu 36° südl. Breite angegeben sind, wobei die Zahlen ohne Zeichen die Erhebung über das Mittel, die mit dem — Zeichen den Stand unter dem Mittel angeben.

Atmosphärischer Druck in der Passatzone des atlantischen Ozeans.

Breite.	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.
Nördl. 35° bis 30°	2,16	1,38	1,93	0,94
30° = 25°	1,95	1,63	1,51	0,88
25° = 20°	0,76	0,98	0,57	-0,03
20° = 15°	0,08	0,09	-0,54	-0,55
15° = 10°	-0,70	-0,48	-1,16	-1,05
10° = 5°	-1,17	-1,21	-1,35	-1,26
5° = 0°	-1,34	-1,50	-1,36	-1,05
Südl. 0° = 5°	-1,32	-1,25	-0,98	-0,78
5° = 10°	-0,81	-0,86	-0,63	-0,27
10° = 15°	-0,37	-0,33	-0,05	0,31
15° = 20°	0,08	0,20	0,51	0,55
20° = 25°	0,47	0,56	0,87	1,40
25° = 30°	0,56	0,56	0,83	0,96
30° = 36°	-0,34	0,33	0,32	0,52
Barometermittel .	338,01	338,07	338,43	338,23
Südgränze d. N.D. = Passats	5° 45'	5° 47'	11° 20'	9° 55'
Nordgränze d. S.D. = Passats	2° 25'	1° 45'	3° 15'	3° 15'

Die indischen Monsoons hat man mit Unrecht als eine Art von Land- und Seewinden angesehen; die Ursache ihrer Entstehung liegt vielmehr innerhalb der gemäßigten Zone und zwar in der während unseres Sommers im Inneren Asiens vorkommenden ungemein starken Auflockerung der Luft. Wie bei den Passaten denjenigen Breitenkreisen die Luft von beiden Seiten zuströmt, in welchen die Luft aufsteigt und bei Windstille den geringsten Barometerdruck verursacht; so gilt auch Ähnliches von den Monsoons. Die periodischen Barometerveränderungen stehen aber mit dem periodischen Temperaturwechsel in einem nicht leicht übersichtlichen Zusammenhange, weil die Quecksilbersäule getragen wird von der Summe des Druckes der trockenen Luft und der in ihr enthaltenen Wasserdämpfe, jene aber bei zunehmender Temperatur und dem dadurch bewirkten Aufsteigen und seitlichen Abfließen weniger drückt, diese durch ihre gleichzeitige Vermehrung in der wärmeren Luft einen größeren Druck ausüben. Wie lange man das Größenverhältnis beider gleichzeitig, aber in entgegengesetztem Sinne stattfindenden Veränderungen nicht kennt, läßt sich nicht einmal bestimmen, ob der Gesamt-

druck auf das Barometer mit wachsender Wärme zu- oder abnimmt, ob nicht vielleicht in dem einen Theile der Periode das Uebergewicht durch die eine, in dem anderen Theile durch die andere Veränderung bewirkt wird. Um also zu einem klaren Verständnisse zu gelangen, müssen die Veränderungen des Druckes der trockenen Luft abgesondert betrachtet werden von denen der Wasserdämpfe. Die Ergebnisse sind folgende:

1) An allen Beobachtungsorten der heißen und gemäßigten Zone nimmt die Elastizität der in der Luft enthaltenen Wasserdämpfe mit steigender Temperatur zu. Diese Zunahme von den kälteren nach den wärmeren Monaten hin ist in der Gegend der indischen Monsoons, besonders nach der nördlichen Gränze hin, am bedeutendsten. Die höchste Spannkraft der Dämpfe bleibt nördlich vom Aequator während der Südwestmonsoons mehre Monate eine gleich große; in der Nähe des Aequators, und zwar in der südlichen Halbkugel auf Java (Buitenzorg) ist der Uebergang zu einem geringeren Dampfgehalte. — Im atlantischen Ozeane scheint die Uebergangsstelle weiter nördlich vom Aequator zu fallen.

2) In allen Stationen der alten Welt nimmt der Druck der trockenen Luft von den kälteren nach den wärmeren Monaten ab. Der kleinste Druck fällt in der gemäßigten Zone überall auf den wärmsten Monat, daher in der nördlichen Halbkugel auf den Juli, in der südlichen auf den Januar und Februar. Diese Oszillation ist am größten an der Nordgränze der nördlichen Monsoons, wo sie in Peking 15,63 Linien erreicht, in Hongkong, Benares, Barnaul noch 1" übersteigt, welchen Stand sie in Calcutta und in Jakutsk fast erreicht und der am kaspischen Meere noch 10 Linien beträgt, wogegen die Schwankung in Australien noch unter 9 Linien bleibt, und im westlichen Europa nur etwa 4 Linien beträgt.

Die Vertheilung des Gesamtdruckes der Atmosphäre schließt sich aber an die Vertheilung der Wärme nicht an, denn im Juli umschließen die Isothermen einen heißesten Raum in Aethyrien und Arabien, von welchem aus die Temperatur nach der Stelle in Nordasien, wo die Verminderung des Druckes am größten ist, schon erheblich abnimmt. Der Grund davon liegt darin, daß alle großen Wüsten, welche ungeachtet ihrer hohen Temperatur verhältnißmäßig wenig Wasserdämpfe liefern, in das Auflockerungsgebiet aufgenommen sind.

In Sibirien nimmt bei zunehmender Mittagshöhe der Sonne die Temperatur so schnell zu, daß sich der Wärmeunterschied zwischen Nordasien und Hindostan erheblich vermindert, aber er bleibt noch groß genug, um die Strömung der Luft als Nordost-Monsoon zu erhalten. Von da an nimmt aber die barometrische Differenz erheblich ab, denn während sie durch die Elastizität der Dämpfe in Barnaul vom Januar bis Mai noch nicht um 2 Linien erhöht wird, steigt sie in Calcutta um 4 Linien. Daher fällt das Barometer in Calcutta während dieses Zeit-

raumes nur um 4 Linien, in Barnaul beinahe 5, bis zum Juni hier fogar fast $7\frac{1}{2}$, dort noch nicht $5\frac{1}{2}$ Linien. Der geringste atmosphärische Druck fällt also nördlicher, als die heißeste Stelle und deshalb findet das Zufließen nach ihr nicht allein von Süden statt, sondern noch darüber hinaus. Aus dem starken Zurückweichen der Stelle des geringsten Druckes folgt auch, daß der Südwest-Monsoon oft so plötzlich einsetzt, wie man es sonst nur von dem Nordost-Monsoon zu erwarten hat. Das lange Anhalten desselben liegt aber darin, daß der Südwest-Monsoon am Südrande des Hochlandes von dem Innern Asiens durch die mächtigen Niederschläge einen großen Theil seines Wasserdampfes verliert, daher die Lücke auszufüllen nicht vermag, welche über Zentralasien sich gebildet hatte.

Der Monsoon ist also keineswegs ein Luftstrom von einer kälteren Stelle der Erdoberfläche nach einer wärmeren. Während der Südwind bei seiner Annäherung an den Aequator zu einem Südostwinde, beim Ueberschreiten und Entfernen von demselben zu einem Südwestwinde wird, entsteht aus dem Nordwinde in jenem Falle ein Nordost, in diesem ein Nordwest. Also der Nordostpassat gelangt auf die südliche Halbkugel als Nordwest-Monsoon.

Die Westmonsoons der Linie sind an der Westseite von Afrika und Amerika durch das Umbiegen der Ländermassen aus der nördlichen Richtung in eine nordwestliche (Ober-Guinea, Mexiko) aus dem Südostpassat entstanden. Es wehen daher an der Westküste Afrikas vom Juni bis zum September regenbringende SW- und WSW-Winde, welche bis zu den Kapverdischen Inseln reichen, wobei zwischen dem abgelenkten und ungehörten Passate eine windstille Gegend entsteht, welche auch auf der Ostseite des stillen Ozeans ziemlich weit nach Norden hinaufgeht. Hier sind in der Bai von Panama vom September bis März die Winde östliche, zwischen März und September aber südwestliche. — Den entgegengesetzten Einfluß äußert die Küste von Venezuela, wo die mittlere Windrichtung vom Dezember bis April nordöstlich, von da bis zum November östlich ist.

Außerdem gibt es aber noch Seitenablenkungen des Passats, welche man in den verschiedenen Meeren auch Küstenwinde nennt, weil ihre Richtung von der Lage der Küsten von Inseln und Kontinenten bedingt wird. Sie sind nicht mit der täglich aus entgegengesetzten Richtungen wehenden Land- und Seewinden zu verwechseln; sondern sie sind eben nur eine durch das Festland bedingte Ablenkung regelmäßiger Winde. Je höher ein Land ist, über welches ein beständiger Wind weht, desto ruhiger ist hinter ihm, oder in der Richtung, nach welcher der Wind geht, das Meer bis auf ziemlich weite Strecken. Die an solche Stellen seitlich ankommenden Wellen erleiden hier für die Schiffer oft nicht ungefährliche Brandungen. Geht ein Passat an einer von Norden nach Süden sich erstreckenden Küste vorüber, so wird er

bei der größeren Erwärmung des Landes am Tage und während der wärmeren Jahreszeit überhaupt, nach diesem unter einem stumpfen Winkel hingezogen, ohne daß es in der Nacht und der kälteren Jahreszeit der Fall ist. Haben die Küsten eine andere Richtung, so ist auch die Ablenkung anders, erstreckt sich aber in manchen Gegenden bis auf fast 200 Seemeilen. Es würde hier zu weit führen; wenn wir die für den Seefahrer allerdings sehr wichtigen Erfahrungen in den verschiedenen Meeren näher angeben wollten.

Die sogen. subtropischen Winde fallen in das streitige Gebiet zwischen den beständigen Winden der Tropen und den veränderlichen der gemäßigten Zone. Die Regenzeit dieser Gegenden, in denen der obere Passat herabkommt, trifft nicht, wie in den Tropen, mit dem höchsten, sondern mit dem niedrigsten Stande der Sonne zusammen, die trocken mit dem höchsten. Wie die Stelle des Aufsteigens der Luft in der jährlichen Periode abwechselnd diesseits und jenseits des Aequators fällt, so ändert sich auch die Stelle des Herabkommens der Luft in gleicher Richtung: sie liegt in unserem Winter auf der nördlichen Halbkugel am südlichsten, im Sommer am nördlichsten, so daß in diesem Falle über dem mittelländischen Meere nördliche Winde herrschen (die Tramontane der Italiener und die Etesien der Griechen). Ob der herabgekommene obere Passat trocken oder feucht ist, hängt von der Gegend ab, über welcher er in den Windstillen aufgestiegen ist: ob sie eine wasserlose Wüste, oder ein Meer ist. Da der obere Passat wegen der Umdrehung der Erde auf der nördlichen Halbkugel ein südwestlicher ist, so müssen wir die Quelle dieser Winde nicht im Süden, sondern im Südwesten suchen. Der nach Südeuropa gelangende Aequatorialstrom wird also über dem atlantischen Ozeane zwischen Guinea und Westindien aufsteigen und während unseres Sommers einem südlicheren Theile desselben angehören, als im Winter; aber der in Kleinasien, Kaukasien und Turan im Sommer herabkommende wird wohl über der Sahara aufgestiegen sein. Weil in diesen Ländern die Sonne eine kräftige Verdunstung bewirkt und die ankommenden Winde selbst sehr trocken sind, so ist das auffallende Sinken der Wasserspiegel der mächtigen abgeschlossenen Meere wohl erklärlich. Bei der weniger beständigen Richtung dieser Passate können auch die Länder des südlichen Europas von solchen trockenen Winden getroffen werden. Diese Winde führen bisweilen einen röthlichen Wüstenstaub in solcher Menge mit sich, daß die Sonne erblaßt und der Tag in die dunkelste Nacht verwandelt wird, wie am 20. Mai 1857 zu Bagdad und Umgegend. Bei der nicht ganz beständigen Richtung dieses zurückkehrenden Passates können auch solche trockene Winde das südliche Europa treffen. Da die subtropischen Regen, welche vorzugsweise Winterregen sind, nicht nur auf den Kanaren und Azoren, sondern auch an der nordafrikanischen Küste sich zu derselben Zeit einfänden, wie im südlichen Europa, so kann

nicht das mittelländische Meer den Wasservorrath hergeben, sondern er kommt vom atlantischen Ocean.

Gleichwie die unteren Winde bei der verschiedenen Gestaltung des Bettes, welches ihnen die Erdoberfläche darbietet, ihre Richtungen oft ändern, so ist es auch mit den oberen der Fall, für welche die unteren das Bett sind. Ein recht auffallendes Beispiel bietet das Bett des adriatischen Meeres zwischen den Ausläufern der julischen Alpen nach Dalmatien und Bosnien östlich und den Appeninen westlich dar; denn der Aequatorialstrom der Luft fließt nicht von SW. nach NO., sondern von SO. nach NW. Da aber dieses Thal nördlich durch die venetianischen und karnischen Alpen geschlossen ist, so vermag der Strom diesen Wall nicht zu überschreiten, sondern er verliert nur in furchtbaren Regengüssen seinen Wasserdampf in den nach Süden sich öffnenden Thälern. Die lombardische Tiefebene bietet den einzigen Ausweg und hier geht der Gegensatz des Scirocco und der Tramontane über in den Gegensatz der Levante und Ponente. Kommt in Oberitalien der obere Passat vom Herbst bis zum Frühjahr als SW. an den ihn aufhaltenden Bergen herab, so wird er in der lombardischen Ebene zu einem N. und NO.

Noch schwieriger sind die Untersuchungen über die veränderlichen Winde in größeren geographischen Breiten, indem hier aus der Abwechslung zweier Ströme an demselben Orte die Veränderung der Windesrichtung und der Gegensatz der Bitterung bei zwei gleichzeitig nebeneinander fließenden Strömen zu erklären ist, wenn sie an demselben Orte naheinander hervortreten. Während in der heißen Zone die Ströme übereinander gelagert sind, fließen sie in der gemäßigten meist nebeneinander, weshalb auch stets kalte und milde Winter nebeneinander gelagert sind. Weil der Polarstrom in ein sich erweiterndes, der Aequatorialstrom aber in ein sich verengendes Bett fließt, muß dieser eine überwiegende Dauer und Stärke haben und die mittlere Windrichtung wird daher in der gemäßigten Zone auf der Nordhälfte der Erde eine südwestliche, auf der Südhälfte eine südöstliche sein. Je mehr der nördliche Strom ein östlicher wird, desto geringer zeigt sich seine Stärke; je mehr der südliche Strom ein westlicher wird, desto mehr nimmt er an Stärke zu; der nördliche ist der relativ und absolut trockenere. Nur wenn der nördliche Strom beinahe Ost geworden ist, wird ihn der südliche Strom in den oberen Schichten der Atmosphäre verdrängen und es stellt sich daher eine Drehung in der Richtung O., SO., S. u. s. w. ein, so daß in diesem Viertel der Windrose der Wind sich fast nie zurückdreht. Ueberdies wird der warme leichte Wind durch den kalten schweren auf der Westseite der Windrose rascher verdrängt, als der kalte schwere durch den warmen leichten auf der Ostseite.

Die Drehung des Windes in der Richtung S., W., N., O., S. in der nördlichen Halbkugel hat Dove zu allen Jahreszeiten, na-

mentlich aber im Winter beobachtet. Er sagt wörtlich: „Wenn der SW., immer heftiger werdend, endlich vollkommen durchgedrungen ist, erhöht er die Temperatur bis über den Thaupunkt; es kann daher nicht mehr schneen, sondern es regnet, während das Barometer seinen niedrigsten Stand erreicht. Nun dreht sich der Wind nach W. und der dicke Flockenschnee beweist ebensogut den einfallenden kälteren Wind, als das rasch steigende Barometer, die Windfahne und das Thermometer. Mit N. heitert sich der Himmel auf und mit NO. tritt das Maximum der Kälte und des Barometers ein. Aber allmählig beginnt dieses zu fallen und feine Cirri (Federwolken) zeigen durch die Richtung der Streifen bei ihrem Entstehen den oben eingetretenen südlicheren Wind, den das Barometer schon bemerkt, wenn auch die Windfahne noch nichts davon weiß und noch ruhig O. zeigt. Doch immer bestimmter verdrängt der südliche Wind den Ost von oben herab, bei entschiedenem Fallen des Quecksilbers zeigt die Windfahne SO., der Himmel bezieht sich allmählich immer mehr und mit steigender Wärme verwandelt sich der Schnee mit SO. und S. bei SW. wieder in Regen. Nun geht es von neuem an und höchst charakteristisch ist der Niederschlag auf der Ostseite von dem auf der Westseite durch eine kurze Aufhellung getrennt.

Wenn das Drehungsgesetz auch in Osteuropa mehr durch das Stauen der Ströme, in Westeuropa durch Wirbelstürme verdeckt wird, so daß der Wind häufig zurückspringt, so ist es doch durch alle Erfahrungen als richtig anerkannt.

Die regelmäßige Drehung des Windes auf der südlichen Halbkugel geschieht in der Richtung S., O., N., W., S., also gerade entgegengesetzt von der in der nördlichen, und ist ebenfalls durch vielfältige Beobachtungen auf allen Theilen der Erde vollkommen bestätigt.

Diese Drehungen sind unabhängig von der gegenseitigen Lage von Land und Meer, unabhängig von der mittleren Windesrichtung und ihren Veränderungen in der jährlichen Periode; beeinflussen aber den Gang der meteorologischen Instrumente an verschiedenen Orten in verschiedener Weise. In Europa fällt der kälteste Punkt der Windrose im Winter mehr auf NO., im Sommer mehr auf NW., und diesem entsprechend der wärmste im Winter mehr auf SW., im Sommer mehr auf SO.

Mit der gesetzmäßigen Drehung des Windes hängt eine gesetzmäßige Veränderung in dem Stande des Barometers, Thermometers und Hygrometers innig zusammen.

Um aber die Gesetze der Veränderungen dieser meteorologischen Instrumente zu erhalten, muß man für jede einzelne von den Windrichtungen die mittleren Werthe der Stände dieser Instrumente berechnen, nachdem man die periodischen Veränderungen beseitigt hat. Dadurch findet man, daß es in der Windrose zwei fast genau einander gegenüberliegende Punkte gibt, in deren einem es am kältesten und in welchem der Druck am größten ist, während in dem anderen die größte

Wärme und der geringste Druck stattfindet. Von dem größten Drucke bis zu dem geringsten und von der höchsten Wärme bis zur niedrigsten findet in der barometrischen und thermischen Windrose eine ununterbrochene Abnahme statt. Der erste Punkt fällt in die Nähe von NO., der andere in die Nähe von SW. — Geht man von SW. durch W. bis NO., so nehmen die mittleren Thermometerstände zu, während die Barometermittel abnehmen. Da nun die Elastizität des Wasserdampfes in Beziehung auf die Vertheilung in der Windrose sich genau an die thermische Windrose, der Druck der trockenen Luft aber sich genau an die barometrische Windrose anschließt; so folgt, daß sich die Veränderungen des Druckes der trockenen Luft und des Barometers grade umgekehrt verhalten, als die Veränderungen der Temperatur der Luft und der Elastizität des in ihr enthaltenen Wasserdampfes.

Nimmt man nun als nothwendige Folge der früheren Betrachtungen an, daß der Nordwest auf der südlichen Halbkugel dieselbe Rolle spielt, als der Südwest auf der nördlichen, der Südost dort dem Nordost hier entspricht; so ergeben sich folgende mittleren gesetzmäßigen Veränderungen der meteorologischen Instrumente für die beiden Halbkugeln.

Nördliche Halbkugel.

1) Das Barometer fällt bei Ost-, Südost- und Südwinden, geht bei Südwest aus dem Fallen in Steigen über, steigt bei West-, Nordwest- und Nordwinden und geht bei Nordost aus Steigen in Fallen über.

2) Das Thermometer steigt bei Ost-, Südost- und Südwinden, geht bei Südwest aus Steigen in Fallen über, fällt bei West-, Nordwest- und Nordwinden, und geht bei Nordost aus Fallen in Steigen über.

3) Die Elastizität des Wasserdampfes nimmt zu bei Ost-, Südost- und Südwinden, ihre Zunahme geht bei Südwest in Abnahme über, sie nimmt ab bei West-, Nordwest- und Nordwinden; bei Nordost geht ihre Abnahme in Zunahme über.

Südliche Halbkugel.

1) Das Barometer fällt bei Ost-, Nordost- und Nordwinden, geht bei Nordwest aus Fallen in Steigen über, steigt bei West-, Südwest- und Südwinden, und geht bei Südost aus Steigen in Fallen über.

2) Das Thermometer steigt bei Ost-, Nordost- und Nordwinden, geht bei Nordwest aus Steigen in Fallen über, fällt bei West-, Südwest- und Südwinden und geht bei Südost aus Fallen in Steigen über.

3) Die Elastizität des Wasserdampfes nimmt zu bei Ost-, Nordost- und Nordwinden, ihre Zunahme geht bei Nordwest in Abnahme über, sie nimmt ab bei West-, Südwest- und Südwinden; bei Südost geht ihre Abnahme in Zunahme über.

4) Der Druck der trockenen Luft nimmt ab bei Ost-, Südost- und Südwinden, seine Abnahme geht bei Südwest in Zunahme über, er nimmt zu bei West-, Nordwest- und Nordwinden; bei Nordost geht seine Zunahme in Abnahme über.

4) Der Druck der trockenen Luft nimmt ab bei Ost-, Nordost- und Nordwinden, seine Abnahme geht bei Nordwest in Zunahme über, er nimmt zu bei West-, Südwest- und Südwinden; bei Südost geht seine Zunahme in Abnahme über.

Das Gemeinschaftliche in beiden Halbkugeln besteht also darin, daß einerseits bei Ostwinden, andererseits bei Westwinden die Veränderungen an den meteorologischen Instrumenten dieselben sind, das Unterscheidende aber darin, daß die Veränderungen der meteorologischen Instrumente im Mittel in der nördlichen Halbkugel bei NW- und SO-Winden am größten, bei NO- und SW-Winden am kleinsten, dagegen in der südlichen Halbkugel bei NW- und SO-Winden am kleinsten, bei NO- und SW-Winden am größten sind. — Die Veränderungen sind bei Nordwinden in der nördlichen Halbkugel dem Zeichen nach verschieden von den Veränderungen bei Nordwinden in der südlichen Halbkugel, unter gleichen klimatischen Bedingungen aber in beiden der Größe nach gleich. Steigt also ein Instrument in der nördlichen Erdhälfte bei Nord, so fällt es in der südlichen bei Nord und umgekehrt. Dasselbe gilt von den Südwinden.

Ueberhaupt hat Dove durch sehr mühsame und sorgfältige Berechnungen der an sehr vielen Stationsorten mit den meteorologischen Instrumenten angestellten Beobachtungen gefunden, daß sich die gleichzeitig stattfindende Wärme, die Regenmenge und der Barometerdruck kompensiren oder ausgleichen, d. h. daß die Summen der überall für dieselbe Zeit gefundenen Resultate einen beständigen oder bestimmten Werth haben, daß also das Zuviel an gewissen Orten durch das gleichzeitige Zuwenig an den anderen ausgeglichen wird, wobei aber die Werthe zu verschiedenen Zeiten verschieden vertheilt sind. Wenn auch dieses Resultat sich theoretisch schon erwarten ließ, weil die erregende Ursache eine bestimmte und für die ganze Erde in allen Jahren sich gleichbleibende ist, so ist es doch immerhin von Interesse, aus den verwickeltsten Erscheinungen das unwandelbare Gesetz zu erkennen.

Obgleich zwischen den an verschiedenen einzelnen Stellen der Erdoberfläche hervortretenden Erscheinungen eine unmittelbare Beziehung insofern nicht stattfinden mag, als sie als Theile eines einzigen zusammengehörigen Ganzen zu betrachten sind; so ist doch einleuchtend, daß die Störungen des Gleichgewichtes, welche an einer bestimmten Stelle hervortreten, mittelbar die Veranlassung zu Störungen werden, welche dann weit davon entfernte Gebiete betreffen. In Nordamerika z. B. ist die mittlere Windesrichtung im Winter eine nordwestliche, im Sommer eine südwestliche; in Europa aber findet das Umgekehrte statt. Es ist daher

nicht unwahrscheinlich, daß die vom November bis März vom Fuße der Rocky Mountains herwehenden Stürme der Vereinigten Staaten, denen ein Steigen des Barometers vorhergeht, das Gleichgewicht bilden zu den von SW. nach N. fortrückenden, von einem starken Fallen des Barometers begleiteten warmen Luftströmen, welche dann Europa überströmen und im Spätherbste eine überwiegend südliche Windrichtung veranlassen. Nach der Ansicht, daß nicht an der äußeren Gränze des Passats der obere herabsinkende Passat in die gemäßigte Zone überall gleichzeitig einströmt, sondern daß vielmehr, wenn dies an bestimmten Stellen stattfindet, an anderen ein Einfließen aus der gemäßigten Zone in die heiße erfolgen muß, müssen Ausgleichungserscheinungen, wie die hier angeregten, eintreten, denn die zunehmende Stärke des Ausflusses muß mehr oder weniger durch eine entsprechende Intensität des Zuflusses ausgeglichen werden. Daher kommt es auch, daß nicht selten sehr strenge und sehr milde Winter nebeneinander liegen, wie es dieses Jahr in Amerika und Europa der Fall war. Daß diese Kompensation auch für die Niederschläge vorhanden ist, zeigte sich recht auffallend in den Jahren 1857 und 1858, indem im mittleren Europa die Trockenheit so bedeutend war, daß die Seine bei Paris einen so niedrigen Stand erreichte, wie er früher noch nie beobachtet worden war und daß im Rheine Gegenstände zum Vorschein kamen, welche sonst stets mit Wasser bedeckt waren, während in Nordamerika der Spiegel des Ontario 2 Fuß über dem aus 14jährigen Beobachtungen bestimmten Mittel stand.

An die obigen Betrachtungen schließt Dove noch folgende vorzüglich auf die Niederschläge sich beziehenden Bestimmungen, von denen ich das Wesentlichste meist mit seinen eigenen Worten wiedergebe.

1) Die relative Feuchtigkeit nimmt zu mit östlichen, ab mit westlichen Winden, aber etwas über die Punkte hinaus, wo das Barometer und Thermometer ihre äußersten Standpunkte erreichen, da der auf der Westseite unten einfallende kältere Wind zuerst die Dampfkapazität der Luft vermindert, der auf der Ostseite oben eintretende wärmere sie zunächst erhöht.

2) Die Bildung der Federwolke (des Cirrus), wodurch sich der von unten gesehene und oben eintretende Äquatorialstrom kennzeichnet, ist mit fallendem Barometer verbunden; die vom Westhorizonte heraufrückenden häufigen Schichtwolken (Cumulostrati) mit steigendem.

3) Da im Winter der Wärmeunterschied beider Ströme und dem entsprechend der Druck, welchen sie auf das Barometer äußern, am größten ist, so verdrängt im Winter der polare Strom den äquatorialen am schnellsten. Bei den dadurch entstehenden Niederschlägen geht also der Unterwind mehr nach Nord. Daher ist die mittlere Windrichtung bei Schnee nördlicher, als bei Regen. In Berlin z. B. bei Regen WSW., bei Schnee NW.

4) Aus demselben Grunde, nach welchem die barometrischen Schwankungen im Winter überhaupt größer sind, als im Sommer, wird im Mittel bei Schnee das Barometer tiefer unter dem mittleren Werthe des Windes stehen, als bei Regen.

Kommt aber bei demselben Durchgange durch die Windrose Regen oder Schnee vor, indem der bei *SO.* fallende Schnee bei *SW.* Regen wird und bei *W.* sich wieder in Schnee verwandelt; so steht das Barometer bei dem Regen tiefer, als bei dem Schnee.

5) Das Barometer fällt bei Regen mit Ostwinden, steigt bei Regen mit Westwinden.

Da bei Wirbelstürmen die Windfahne nur die Tangentialrichtung der sich drehenden Luftmasse an dem Beobachtungsorte anzeigt und nicht die Bewegungsrichtung der ganzen Luftmasse, so kann die nach den gesetzmäßigen Drehungen der Windfahne sich richtende Vertheilung der Temperatur und Feuchtigkeit nicht auch auf die Wirbelstürme angewendet werden. Da solche Wirbelstürme aber in der Regel mit Niederschlägen verbunden sind, so werden sich natürlich bei ihnen Ausnahmefälle geltend machen und zwar am stärksten bei den Winden der Nordostseite, weil im regelmäßigen Verlaufe des Drehungsgesetzes diese eben ohne Niederschlag sind. Dennoch muß natürlich das Uebergewicht in Beziehung auf sämtliche Niederschläge im Sinne des Drehungsgesetzes sich zeigen. Das häufige Zurückspringen des Windes auf der Westseite bei andauerndem Aequatorialstrome kann dies nicht beeinträchtigen, da die Bedingung der Verdichtung des Wasserdampfes hier eben am ersten durch die regelmäßige Drehung, bei welcher ein kalter Wind auf einen wärmeren folgt, erfüllt wird.

6) Abgesehen von der bei der Verdampfung entstehenden Kälte steigt die Wärme nach Regen mit Ostwinden, fällt nach Regen mit Westwinden.

Den in den Hydrometeoren sich deutlich aussprechenden Gegensatz der Ost- und der Westseite der Windrose haben wir darauf zurückgeführt, daß die Erscheinungen der Westseite das Verdrängen des äquatorialen Stromes durch den polaren ihre Entstehung verdanken, die der Ostseite hingegen dadurch hervorgebracht werden, daß dieser jenem weicht. Die hier angegebenen Bestimmungen sind aber von einem örtlichen Einflusse nicht frei, dem nämlich, daß Europa nach Westen hin vom Meere bespült wird, während es nach Osten hin einen mächtigen Kontinent zur Seite hat. — Eine störende Ursache wird aber beseitigt, wenn man sie zweimal im entgegengesetzten Sinne wirken läßt. Dazu wären die Küstenstationen der Vereinigten Staaten Nordamerikas vorzugsweise geeignet. Die Berechnung eines einzigen mehrjährigen Journals in der Weise, daß der Stand des Barometers, Thermometers und Hygrometers einige Stunden vor einer bestimmten, mit Niederschlag verbundenen Windesrichtung im Mittel verglichen würde mit dem Stande der In-

strumente zu einer gleichen Zeit nach derselben würde darüber entscheiden, welchen Einfluß es hat, wenn über das Meer wehende östliche Winde dadurch ihre Feuchtigkeit steigern, während die der Westseite, welche über das Land fortschreiten, sie vermindert haben, besonders in einem Gebiete, wo ein meridianartig fortschreitendes Gebirge dem von Westen kommenden Seewinde sich entgegenstellt. Hier ist also noch durch anhaltend anzustellende Beobachtungen auf verschiedenen Stationen eine Lücke auszufüllen.

7) Daß die auf dem Lande gefundenen Ergebnisse ihre Gültigkeit auch auf der See haben, kann zwar schon indirekt geschlossen werden, ergibt sich aber aus unmittelbaren Erfahrungen der Seeleute. Hierbei sind aber die Bewegungen der Schiffe von wichtigem Einflusse auf die Beobachtungen des Drehungsgesetzes der Winde. Es ist nämlich nicht gleichgültig, ob ein Schiff während des Verweilens in einem bestimmten Hafen oder während der Fahrt die Windbeobachtungen anstellt. Wir wollen annehmen, daß auf der nördlichen Erdhälfte ein Polarstrom an einer bestimmten Stelle entstehe und daß ein demselben sich überlassendes Schiff dem Aequator sich nähere; so wird es die Windfahne von N. durch NO. allmählig nach O. übergehen sehen, während hingegen ein an einer bestimmten Stelle des Laufes jenes Schiffes verweilender Beobachter an der Windfahne eine unveränderte Richtung wahrnehmen würde, vorausgesetzt nämlich, daß der Anfangspunkt des Polarstromes unverändert bliebe. — Denken wir uns dagegen den Fall, das Schiff bewege sich so fort, daß es dem veränderlichen Anfangspunkte sich in demselben Verhältnisse nähert, in welchem dieser von einer festen Beobachtungsstation sich entfernt; so würde der Seemann eine beständige Richtung des Windes beobachten, während der Beobachter an der festen Station eine Drehung wahrnehmen würde. — Im Allgemeinen wird also eine Annäherung an den Aequator die Drehung der Polarströme (auf der nördlichen Erdhälfte von N. durch NO. nach O., auf der südlichen von S. durch SO. nach O.) beschleunigen, eine Annäherung an die Pole aber verlangsamen. Jene wirkt nämlich wie an der festen Station ein Entfernen des Anfangspunktes, diese wie ein Annähern. — Umgekehrt wird eine Annäherung des Schiffes an den Aequator die Drehung der Aequatorialströme (auf der nördlichen Erdhälfte von S. durch SW. nach W., auf der südlichen von N. durch NW. nach W.) verlangsamen, ein Entfernen von ihm aber beschleunigen.

Da sich das Drehungsgesetz des Windes auf die gesetzmäßige Aufeinanderfolge der Windrichtungen an demselben Beobachtungsorte bezieht, so nimmt der seine Stelle ändernde Seemann nicht dieselben Bewegungen der Luft wahr, sondern er verbindet verschiedene Stadien des an verschiedenen Orten nacheinander in das gleiche Stadium tretenden Drehungsgesetzes. Man erhält also durch ein auf der See entstandenes Schiffsjournal nicht ein einer Landstation entsprechendes Ergebnis,

sondern würde es nur durch die Verbindung der Journale von Schiffen erhalten, welche nacheinander an derselben Stelle beobachten, was wohl schwer zu erreichen ist. Wenigstens wäre es zweckmäßig, wenn alle Seelente die in Häfen erhaltenen Ergebnisse sorgfältig absonderten von denen, welche sie erhalten, wenn das Schiff unter Segel ist. Wir müssen es uns hier versagen, die von Lartigue in den Annales maritimes, 1841, p. 258 ff. enthaltenen und von Dove S. 120 mitgetheilten Resultate seiner fleißigen Arbeit hier anzuführen.

Ueberhaupt ist bei der Beurtheilung der Quelle und der Richtung eines Windes nach den Bewegungen der Windfahne einige Vorsicht nothwendig, um nicht falsche Schlüsse zu ziehen. Wir müssen in dieser Beziehung namentlich noch Folgendes festhalten.

Ruhende Luftmassen drehen die Windfahne, wenn sie sich in der Richtung der Meridiane in Bewegung setzen, und zwar:

die	polaren	auf der Nordhälfte	der Erde	von N.	nach D.
"	"	"	"	Südhälfte	" " " S. " D.
"	äquatorialen	"	"	Nordhälfte	" " " S. " W.
"	"	"	"	Südhälfte	" " " N. " W.

Auf der Nordhälfte der Erde sind also im Allgemeinen:
die Winde von N. nach D. hin der Polarstrom,

"	"	"	D.	"	S.	"	"	Uebergang desselben in den
								äquatorialen;
"	"	"	S.	"	W.	"	"	Äquatorialstrom,
"	"	"	W.	"	N.	"	"	Uebergang des äquatorialen in
								den polaren.

Auf der Südhälfte der Erde:

die	Winde	von S.	nach D.	hin der	Polarstrom,			
"	"	"	D.	"	N.	"	"	Uebergang in den äquatorialen,
"	"	"	N.	"	W.	"	"	Äquatorialstrom,
"	"	"	W.	"	S.	"	"	Uebergang des äquatorialen in
								den polaren.

Dies gibt als Ganzes für die Nordhälfte die Drehung S. W. N. D. S.
" " Südhälfte " " S. D. N. W. S.

Alle stetigen Winde werden also durch die Drehung der Erde in der Weise abgeändert, daß Äquatorialströme eine westliche Ablenkung erhalten, Polarströme eine östliche. Die Passate ND. und SD. sind stetige Polarströme, die Monsoons aber Abwechselungen eines Polar- und Äquatorialstromes in der jährlichen Periode, daher ND. und SW. auf der Nordhälfte, SD. und NW. auf der Südhälfte.