

Naturkräfte.

Sehnter Band.

Wind und Wetter.

Gemeinfaßliche
Darstellung der Meteorologie

von

Professor Dr. G. Lommel.

Zweite Auflage.

Mit 66 Holzschnitten.

München.

Druck und Verlag von H. Oldenbourg.

1880.

Übersetzungsrecht vom Verfasser vorbehalten.

Inhalt.

	Seite
I. Die Sonnenstrahlung.	
Tag und Nacht	1
Das Jahr und die Jahreszeiten.	6
Erdoberfläche und Atmosphäre	17
Luftdruck und Barometer	20
Thermometer	26
Erdwärme. Ein- und Ausstrahlung	33
Wirkung der Atmosphäre auf Ein- und Ausstrahlung	38
Wasser und Eis	40
Wasserdampf und Feuchtigkeit	44
Gebundene Wärme. Verdunstungskälte	50
Psychrometer und Hygrometer	53
Tau und Reif	57
Nebel	60
Höhenrauch	64
Wolken	68
Regen	74
Schnee und Graupeln	79
Hagel	83
Gletscher und Eisberge	89
Der atmosphärische Kreislauf des Wassers	99
Erwärmung des Bodens	102
Einfluß der Pflanzendecke auf die Erwärmung.	105
Bodentemperatur	109

	Seite
II. Die Winde.	
Wind-Richtung und Stärke	114
Kalmen	116
Passate	120
Mittlerer Barometerstand an der Meeresoberfläche	125
Monjune. Etesien. Land- und Seewinde	126
Die Winde Europas	129
Wind und Wetter	139
Föhn. Scirocco. Bora	142
Wirbelwinde und Wetterfäulen	153
Tornados	162
Cyclonen	168
Gesetze der Cyclonen	176
Entstehung der Cyclonen	188
Die Stürme Europas	197
Sturmwarnungen	199
III. Meeresströme.	
Kreislauf des Ozeans	204
Der Golfstrom	208
Anderer Meeresströme	213
Meeresströme und Schiffahrt	217
Ursachen der Meeresströme	218
IV. Klima.	
Klima	224
Lufttemperatur	226
Mittlere Temperatur	229
Isothermen	231
Jährlicher Gang der Lufttemperatur	237
Land- und Seeklima	244
Monatsisothermen	247
Wärmeabweichung	253
Ungewöhnliche Abweichungen	255
Täglicher Gang der Temperatur	258

V. Die elektrischen Erscheinungen der Atmosphäre.

Verbreitung der Gewitter	261
Vulkaniſche Gewitter	267
Bliz	268
Donner	279
Blizſchlag	281
Rückſchlag	286
Blizableiter	288
Nutzen der Gewitter	292
Elektriſche Erſcheinungen auf der Cheopſpyramide	293
Luſtelektricität	296

VI. Die Lichterſcheinungen der Atmosphäre.

Morgenrot und Himmelblau	298
Luſtpiegelung	302
Das Funkeln der Sterne	312
Höfe	313
Nebelbilder	317
Heiligenschein	321
Ringe und Nebenjowen	323
Regenbogen	329

I. Die Sonnenstrahlung.

Tag und Nacht.

Und schnell und unbegreiflich schnelle
Dreht sich umher der Erde Pracht:
Es wechselt Paradieseshelle
Mit tiefer schauervoller Nacht.

Mit diesen begeisterten Worten besingt der Erzengel Gabriel in Goethes *Faust* (Prolog im Himmel) den Anblick, den ihm unser Erdball von seinem erhabenen Standpunkte aus gewährt. Auch wir können dieses wundervolle Schauspiel im Geiste mitgenießen, wenn wir uns auf den Flügeln der Phantasie emporheben zur himmlischen Warte. Als besonders vorzüglichen Sitz im Weltentheater wählen wir uns die Sonne, oder besser noch deren Mittelpunkt. Der Anblick, der sich uns bietet, hat zunächst gar nichts Ungewohntes; das dunkle Firmament ringsum ist besät mit dem Heer glitzernder Fixsterne, welche zu denselben Sternbildern sich gruppieren, wie wir sie in jeder heiteren Nacht von der Erdoberfläche aus zu sehen gewohnt sind. Wir wissen, daß diese Fixsterne gleich unserer Sonne selbstleuchtende Weltkörper sind, die wegen ihrer ungeheuern Entfernung uns nur als helle Lichtpunkte und stets an der gleichen Stelle des scheinbaren Himmelsgewölbes, gleichsam an dasselbe fixiert, erscheinen. Interessanter für uns als die Fixsterne sind aber die an sich dunkeln, von der Sonne ihr

Licht empfangenden und mit ihr verglichen winzig kleinen Planeten, welche, von der Anziehungskraft der Sonne beherrscht, dieselbe in nahezu kreisförmigen Bahnen umlaufen und mit ihr unser Sonnensystem bilden. Von unserm bevorzugten Sitze im Sonnenmittelpunkt aus müssen sich uns die Planeten ähnlich wie von der Erdoberfläche aus als scheibenförmige Lichtgestalten zeigen. Vorausgesetzt daß wir im Stande sind, ihre Entfernungen von unserm jetzigen Standpunkte aus richtig abzuschätzen, erkennen wir der Sonne zunächst den kleinen Merkur, weiterhin blinkt mit weißlichem Scheine Venus, dort zeigt sich der rötliche Mars, von vier Trabanten umkreist folgt Jupiter und dann die bizarre, zweigelenkete Gestalt des Saturn. Weiter entfernt als Venus, näher als Mars, gewahren wir noch einen, wie es scheint, ganz neuen Planeten, der von einem kleineren unaufhörlich umkreist wird. Das ist Mutter Erde selbst mit ihrem treuen Begleiter, dem Monde. Ihr, die wir sonst mit Füßen zu treten gewohnt sind, wenden wir jetzt, da sie uns als himmlische Lichtgestalt erscheint, unsere volle Aufmerksamkeit zu.

Die Erde hat, wie die übrigen Planeten, eine nahezu kugelförmige Gestalt und wird daher von unserm Standpunkte aus als runde leuchtende Scheibe gesehen; wir erkennen auf ihr, wie auf einem Globus, hell beleuchtet die vertrauten Formen der Kontinente, umgeben von den dunkler schattierten Weltmeeren. Wir brauchen gar nicht lange zu beobachten, um zu erkennen, daß der ganze Erdball sich wie ein Kreisel um eine Axe dreht, gerade so wie jeder Erdglobus es uns veranschaulicht. Beginnen wir unsere Beobachtung etwa in dem Momente, wenn die uns zugewendete und daher von der Sonne beleuchtete Seite der Erde den Anblick darbietet, der in jedem Schulatlas sich als „östliche Halbkugel“ bezeichnet findet. Wir sehen alsdann die obere Hälfte der Scheibe von Europa, Asien und einem großen Teile von

Afrika eingenommen; in die untere Hälfte ragt links die Südspitze von Afrika herein, und rechts unten zeigt sich Neuholland; ungefähr in der Mitte der Erdscheibe befindet sich die Südspitze von Vorderindien, aber nicht für lange Zeit. Wir sehen bald, daß sie allmählich nach rechts hin rückt und mit ihr der gesamte Länderkomplex unserer „östlichen Halbkugel“; nach und nach verschwindet Australien am rechten Rande der Scheibe, Afrika rückt immer mehr der Mitte zu, und bald sehen wir am linken Rande den amerikanischen Kontinent, die Ostküste von Brasilien voran, auftauchen. Nach Verlauf von zwölf Stunden hat sich der Anblick der Erdscheibe völlig verändert; die anfangs sichtbaren Erdteile (Asien, Afrika, Europa und Australien) sind nach und nach am rechten Rande verschwunden und befinden sich jetzt auf der der Sonne abgewendeten Seite, auf der Nachtseite der Erde. Der amerikanische Kontinent dagegen hat sich jetzt vollständig vor unseren Blicken entwickelt und nimmt, von dem atlantischen und stillen Ozean umflossen, die Mitte der Scheibe ein, welche jetzt den in den Atlanten als „westliche Halbkugel“ bezeichneten Anblick darbietet. Aber am linken Rande zeigt sich schon wieder die östliche Spitze von Asien; bald wird auch, während Amerika rechts allmählich hinabtaucht, der australische Kontinent links unten zum Vorschein kommen, und nach 24 Stunden oder nach Verlauf eines ganzen Tages hat sich das ursprüngliche Bild vollständig wieder hergestellt, die Spitze von Vorderindien befindet sich wieder in der Mitte der Erdscheibe.

Die Endpunkte der Axe, um welche sich diese tägliche Umdrehung der Erde vollzieht, werden Pole genannt; bei der Stellung, welche wir für den Beobachter voraussetzen, befindet sich der Nordpol oben, der Südpol unten; der linke Rand der Scheibe ist der westliche, der zur Rechten der östliche. Um die Drehungsrichtung mit Bestimmtheit

zu bezeichnen, können wir sagen, die Erde dreht sich von Westen nach Osten um ihre Axc.

Im Verlaufe dieser täglichen Axiendrehung verweilt im allgemeinen jeder Ort der Erdoberfläche eine Zeit lang auf der vorderen, von der Sonne beleuchteten Seite der Erde und erfreut sich des Tageslichtes; die übrige Zeit bringt er auf der abgewendeten dunkeln Seite zu und ist in Nacht gehüllt. In der Anfangsstellung, von der wir bei unserer vorigen Betrachtung ausgingen, ist die kanarische Inselgruppe gerade im Begriff, von der Nachtseite der Erde auf die Tagseite überzutreten; für ihre Bewohner beginnt es zu tagen, sie sehen am Ostrande ihres Gesichtskreises den Feuerball der Sonne sich majestätisch erheben. Den Kamtschadalen dagegen sinkt gleichzeitig die Sonne am westlichen Horizont hinab und ihr Land wird nach kurzer Frist in nächtliches Dunkel gehüllt sein, während die Einwohner von Bombay auf der Westküste von Vorderindien bei hoch am Himmel stehender Mittagsonne in den Schatten gesüßter Siesta halten.

Bei dem täglichen Umschwung der Erde um ihre Axc durchläuft jeder Ort ihrer Oberfläche in 24 Stunden einen Kreis (Parallelkreis), dessen Mittelpunkt auf der Erdoberfläche liegt und dessen Umfang um so kleiner ist, je näher er einem der beiden Pole liegt; die Pole selbst verharren in Ruhe. Der größte der Parallelkreise, der Äquator, steht von jedem Pol um 90 Grade ab. Die Geschwindigkeit, mit welcher vermöge der Axiendrehung jeder Punkt des Äquators von West nach Ost fortgerissen wird, ist eine sehr beträchtliche. Der Umfang des Äquators beträgt 40 Millionen Meter, welche in 24 Stunden oder 86 400 Sekunden durchlaufen werden; ein Punkt des Äquators legt demnach in jeder Sekunde 463^m zurück. Eine 24 pfündige Kanonenkugel durchläuft per Sekunde nur 400^m und würde daher 29 Stunden

brauchen, um den Äquator zu umfliegen. Im mittleren Deutschland beträgt der Umfang eines Parallelkreises circa 26 Millionen Meter, wir werden daher immer noch mit einer Geschwindigkeit von 300^m per Sekunde von Westen nach Osten geführt.

Der Erdbewohner freilich wird von dieser Drehungsgeschwindigkeit unmittelbar nichts gewahr, so wenig wie die Fliege von der Bewegung eines Uhrzeigers, auf welchem sie sitzt; die Fliege würde, wenn sie beobachten und urteilen könnte, gewiß meinen, ihr Sitz, der Uhrzeiger, stehe fest und das Zifferblatt drehe sich unter dem Zeiger der thatsächlichen Bewegung desselben entgegen. Der Mensch urteilt aus seiner unmittelbaren Anschauung wie die Fliege: ihm „liegt die Erde unten fest“, im Osten geht ihm jeden Morgen die Sonne auf, sie steigt am Firmament empor bis zu ihrer höchsten Höhe um Mittag und geht endlich abends im Westen wieder unter. Während also in Wirklichkeit die Erde sich von West nach Ost um ihre Axe dreht, scheint sich für uns der Himmel (wie das Zifferblatt im obigen Vergleich) und mit ihm die Sonne von Ost nach West um die nämliche Axe zu drehen. Nicht nur das menschliche, sondern das gesamte organische Leben auf unserer Erde regelt sich nach dieser täglichen Periode der Axendrehung, nach der Abwechselung von Tag und Nacht; auch der Gang der Witterungs-, namentlich der Wärmeerscheinungen wird von dieser Periode abhängen. Für die Witterungskunde aber ist die Axendrehung der Erde deswegen besonders wichtig, weil auch die auf verschiedenen Parallelkreisen verschiedene Geschwindigkeit des Umschwungs auf Winde und Meeresströmungen, und demnach auf Wetter und Klima (wie wir später sehen werden), einen tiefgreifenden Einfluß übt.

Das Jahr und die Jahreszeiten.

Die Sonne tönt nach alter Weise
In Brudersphären Wettgefang,
Und ihre vorgekriebne Reise
Vollendet sie mit Donnergang.

kehren wir jetzt, um unsere astronomischen Beobachtungen an dem Planeten Erde fortzusetzen, zu unserer himmlischen Sternwarte im Mittelpunkt der Sonne zurück. Von dort aus erkennen wir leicht, daß die Erde außer der drehenden Bewegung um ihre Ase, wie die übrigen Planeten, auch noch eine fortschreitende Bewegung besitzt. Indem uns die Fixsterne als feste Merkzeichen dienen, können wir ihren Weg Schritt für Schritt verfolgen. Wir bemerken bald, daß sie eine nahezu kreisförmige Bahn um das Zentrum der Sonne beschreibt. Die durch dieses Zentrum gelegte Ebene, in welche jener Kreis gleichsam eingezeichnet ist, hat eine feste unveränderliche Lage im Weltenraum; sie heißt „die Ebene der Erdbahn“ oder „die Ekliptik“. Denken wir uns, immer im Mittelpunkt der Sonne, auf dieser Ebene aufrecht stehend, so daß uns wie vorhin der Nordpol der Erde oben erscheint, so erfolgt das Fortschreiten der Erde in ihrer Bahn von unserer Rechten gegen die Linke, oder, um einen anschaulichen Vergleich zu gebrauchen, in entgegengesetzter Richtung wie die Bewegung eines Uhrzeigers. Die Entfernung der Erde von der Sonne oder der Halbmesser der Erdbahn beträgt 148 Millionen Kilometer; um diese ungeheure Distanz zu durchlaufen, müßte eine Kanonenkugel, welche per Sekunde 400^m zurücklegt, nahezu 12 Jahre unterwegs sein.

Längs ihrer Bahn fortschreitend, legt die Erde in jeder Sekunde einen Weg von 29 Kilometern zurück; während sie mit dieser ungeheuern Geschwindigkeit rastlos dahinstürzt,

dreht sie sich unaufhörlich um ihre Aze. Bis sie den vollen Umkreis der Bahn durchlaufen hat, vergehen 365 Tage. Diesen Zeitraum von 365 oder genauer $365\frac{1}{4}$ Tagen nennen wir ein Jahr. Eine Kanonenkugel würde zu diesem Wege 73, ein Eilzug 975 Jahre brauchen.

Durch die verschiedenen Stellungen, welche der Erdkörper im Verlauf eines Jahres der Sonne gegenüber einnimmt, sind nun jene regelmäßig wiederkehrenden Witterungsperioden bedingt, welche wir Jahreszeiten nennen.

Ehe wir uns jedoch zur Betrachtung der Jahreszeiten wenden, müssen wir uns zuerst mit dem Größenverhältnis der Erde zur Sonne und der Art und Weise, wie jene von den Licht- und Wärmestrahlen dieser getroffen wird, ein wenig beschäftigen.

Im Vergleich mit dem gewaltigen Glutball der Sonne ist unsere Erde winzig klein. Folgende Betrachtung kann vielleicht dazu dienen, um von ihrem Größenverhältnis eine deutliche Vorstellung zu geben. Ein Liter faßt etwa 10 000 Getreidekörner, 140 Liter demnach 1 400 000 Körner; nimmt man von diesen 140 Litern (ca. 4 Meßen) Getreide ein Korn, so verhält sich dieses zur ganzen Getreidemasse wie die Erde zur Sonne, d. i. wie 1 zu 1 400 000. Um auch den Abstand der Erde von der Sonne im richtigen Verhältnis darzustellen, müßte das Getreidekorn in eine Entfernung von 69^m von der zur Kugel geballten Getreidemasse gebracht werden.

Da die Erde so winzig klein ist, kann ihr nur ein sehr kleiner Bruchteil der von der Sonne allseitig in den Weltraum ausgestrahlten Licht- und Wärmeflut zu gute kommen. Denken wir uns um den Sonnenmittelpunkt mit einem Halbmesser gleich der Entfernung der Erde von der Sonne eine Kugelfläche beschrieben, so müßte diese die gesamte Ausstrahlung derselben auffangen. Die Oberfläche der von der

Sonne aus gesehenen Erdscheibe beträgt aber nur den 2300millionsten Teil von dem ganzen Flächeninhalt der Hohlkugel; es trifft also nur der 2300millionste Teil der gesamten Sonnenstrahlung auf unsere Erde.

Eine weitere Folge der Kleinheit der Erde und ihrer ungeheuern Entfernung von der Sonne ist die, daß alle Sonnenstrahlen, welche die Erde treffen, nahezu parallel sind mit der vom Erdmittelpunkt nach dem Sonnenzentrum gezogenen Linie. In Fig. 1 stelle die Kugel die Erde

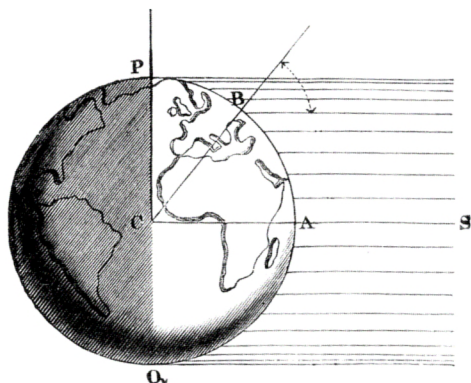


Fig. 1. Bestrahlung der Erde durch die Sonne.

vor, in der Stellung, welche sie am 21. März oder am 21. September der Sonne gegenüber einnimmt; von ihrem Zentrum C ist die Linie CS nach dem Sonnenmittelpunkt gezogen; mit ihr parallel sind sämtliche die Erdoberfläche treffenden Sonnenstrahlen. Teilen wir den Meridian PAQ in eine Anzahl unter sich gleicher Stücke, so wird, wie man sieht, daß zunächst bei A (am Äquator) gelegene Stück von einem breiten Strahlenbündel senkrecht getroffen; ein eben

so groß bei B (unter mittlerer geogr. Breite) gelegenes Stück empfängt ein viel dünneres Strahlenbündel in schiefer Richtung, und das Stück bei P (am Nordpol) wird nur von einem äußerst dünnen Strahlenbüschel beleuchtet und erwärmt. Ein in A stehender Erdbewohner sieht die Sonne über seinem Scheitel; für einen in B befindlichen Beobachter treffen die Sonnenstrahlen den Boden, auf dem er steht, unter einem Winkel, der dem Winkel BCP gleich ist; den Boden des in P stehenden Beobachters streifen sie nur, für ihn steht die Sonne gerade im Horizont.

Für gleich große Stücke der Erdoberfläche muß daher die erleuchtende und erwärmende Wirkung der Sonnenstrahlen um so geringer ausfallen, je schiefer sie den Boden treffen.

Im Laufe eines Tages z. B. wird jedes Quadratmeter horizontaler Bodenfläche am kräftigsten erwärmt, wenn die Sonne um Mittag ihren höchsten Stand erreicht hat; vom Sonnenaufgang bis Mittag nimmt die erwärmende Wirkung stetig zu, von da bis zum Untergang, indem die Strahlen immer schiefer auffallen, in gleicher Weise ab.

Im Sommer ist die erwärmende Wirkung der Sonnenstrahlen nicht bloß deswegen größer, weil die Tage länger sind, sondern auch weil die Sonne um Mittag eine größere Höhe erreicht als im Winter, wo bei kurzen Tagen die Sonne selbst um Mittag nur niedrig steht.

Daß aber im Laufe eines Jahres längere Tage mit höherem Sonnenstand und kürzere Tage mit geringer Sonnenhöhe periodisch abwechseln, hat seine Ursache in der Stellung der Drehungsaxe der Erde zur Ebene der Ekliptik.

Die Erdbaxe steht nämlich nicht senkrecht zur Ebene der Erdbahn, sondern sie ist zu ihr geneigt unter einem Winkel von $66^{\circ} 32'$. Während die Erde in ihrer Bahn forttrückt, behält die Erdbaxe nicht nur diese Neigung bei, sondern sie bleibt auch stets ihrer ursprünglichen

Stellung parallel, wo immer auch die Erde in ihrer Bahn sich befinden mag. Die Fig 2, wo die Erde in vier je um ein Vierteljahr von einander entfernten Stellungen mit Angabe ihrer jedesmaligen Axenrichtung gezeichnet ist, mag dieses Verhalten erläutern.

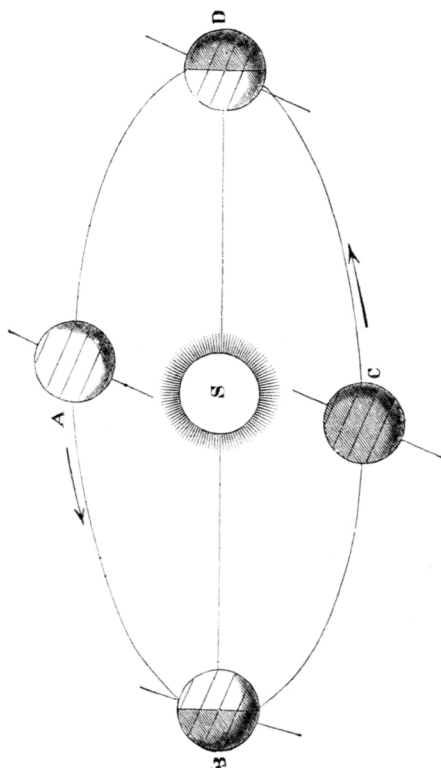


Fig. 2. Umlauf der Erde um die Sonne.

Betrachten wir die Erde zuerst in der Stellung A, welche sie am 21. März jeden Jahres einnimmt. Von der Sonne aus

sehen wir ihre beiden Pole, und von jedem Parallelkreise liegt die eine Hälfte auf der vorderen oder Tagesseite, die andere Hälfte auf der hinteren oder Nachtseite der Erde. Ein am Erdäquator befindlicher Beobachter sieht die Sonne um Mittag gerade über seinem Scheitel, so daß sein Schatten unter die Sohlen seiner Füße fällt.

Indem nun die Erde während eines Vierteljahres in der Richtung des Pfeiles weiter rückt und dabei die Stellung ihrer Axe unverändert festhält, muß den Blicken des im Sonnenmittelpunkte stationierten Beobachters der Südpol verschwinden, indem derselbe auf die von der Sonne abgewendete Seite der Erde zu liegen kommt, der Nordpol dagegen wird sich dem Beobachter zuneigen und von ihm nicht mehr am Rande, sondern innerhalb der beleuchteten Erdscheibe gesehen werden. Am weitesten wird sich der Nordpol vom Rande der beleuchteten Scheibe entfernt haben bei der Stellung B (am 21. Juni). Setzt übersehen wir von der Sonne aus die ganze Region um den Nordpol herum, welche von dem Parallelkreise von $66^{\circ} 32'$ geogr. Breite (= der Neigung der Erdaxe) umgrenzt wird, d. h. diesen Parallelkreis (er wird der nördliche Polarkreis genannt) und sämtliche von ihm eingeschlossene überblicken wir ihrem ganzen Umfange nach. Von jedem der übrigen auf der nördlichen Halbkugel befindlichen Parallelkreise ist uns mehr als der halbe Umfang, von dem Äquator selbst genau die Hälfte sichtbar. Was die südliche Halbkugel anlangt, so ist der Südpol nebst der ihn umgebenden von dem südlichen Polarreise ($66^{\circ} 32'$ südl. Br.) umgrenzten Region unsern Blicken entzückt, und von jedem andern Parallelkreise zwischen dem südlichen Polarreise und dem Äquator ist uns weniger als der halbe Umfang sichtbar. Ferner ergibt sich aus der Figur, daß an diesem Tage die Mittagsonne senkrecht steht über den Scheiteln der Bewohner

desjenigen Parallelkreises, welcher von dem Nordpol um $66^{\circ} 32'$, vom Äquator demnach um $23^{\circ} 28'$ absteht. Dieser Parallelkreis wird der nördliche Wendekreis, oder, weil um diese Zeit die Sonne von der Erde aus im Sternbild des Krebses gesehen wird, der Wendekreis des Krebses genannt.

In der Stellung C (am 22. September) geht die Be-
leuchtungsgrenze wieder durch beide Pole und halbiert sämtliche Parallelkreise; überhaupt ist diese Stellung der in A völlig ähnlich, und indem die Erde von B nach C übergeht, wieder-
holen sich in umgekehrter Reihenfolge die nämlichen Bestrah-
lungszustände, welche beim Uebergange von A nach B statt-
fanden.

Im Laufe des zweiten Halbjahres, während die Erde von C aus über D nach A zurückkehrt, nimmt sie der Sonne gegen-
über nach und nach Stellungen ein, welche denjenigen auf dem Wege ABC ähnlich sind, nur daß jetzt der Nordpol sich dem vom Sonnenmittelpunkt aus beobachtenden Blicke verbirgt und der Südpol sich ihm zuwendet. In der Stellung D (am 21. Dezember) wird die ganze südliche Polarregion von der Sonne bestrahlt, die nördliche ist in Nacht gehüllt. Von jedem Parallelkreise der südlichen Halbkugel ist mehr, von jedem der nördlichen weniger als der halbe Umfang im Bereiche des Sonnenlichts. Die Mittagsonne steht jetzt senkrecht über den Bewohnern des Parallelkreises von $23^{\circ} 28'$ südl. Br., welcher der südliche Wendekreis oder auch der Wendekreis des Steinbocks genannt wird.

Indem sich nun die Erde in der Stellung A in 24 Stunden um ihre Axe dreht, verweilt jeder Punkt ihrer Oberfläche, weil die Beleuchtungsgrenze sämtliche Parallelkreise halbiert, eben so lang auf der beleuchteten wie auf der dunkeln Seite, d. h. am 21. März sind auf der ganzen Erde Tag und Nacht gleich lang.

Beim Weiterücken von A nach B müssen, wie man nach den vorausgegangenen Betrachtungen leicht einsieht, für die nördliche Erdhälfte die Tage zunehmen, für die südliche abnehmen. In der Stellung B (21. Juni) hat die nördliche Halbkugel ihren längsten, die südliche ihren kürzesten Tag. Von da an nehmen die Tage auf jener wieder ab, auf dieser zu, bis in der Stellung C (22. September) wieder überall auf der Erde Tag und Nacht gleich sind. Beim weiteren Fortschreiten von C über D nach A kehren sich die Beleuchtungsverhältnisse für die nördliche und südliche Halbkugel um, so daß in der Stellung D (21. Dezember) jene ihren kürzesten, diese ihren längsten Tag hat.

Während also die Erde die Hälfte ABC ihrer Bahn durchläuft, befindet sich die nördliche Halbkugel in ihrem Sommer, die südliche in ihrem Winterhalbjahr; der Bahnhälfte CDA dagegen entspricht das Winterhalbjahr der nördlichen, das Sommerhalbjahr der südlichen Halbkugel.

Die Punkte A und C der Erdbahn werden, indem man bei der Benennung nur Rücksicht nimmt auf die Jahreszeiten der von uns bewohnten nördlichen Gegenden, die Frühlings- und Herbstnachtgleiche (Äquinoktien) genannt, die Punkte B und D heißen die Sommer- und die Winter Sonnenwende (Solstitien).

Während des Sommerhalbjahres wird der Nordpol der Erde von der Sonne unausgesetzt beschienen, für ihn geht die Sonne dieses halbe Jahr lang gar nicht unter; gleichzeitig ist der Südpol in halbjährige Nacht getaucht. Für den 80. Grad nördlicher Breite geht die Sonne um die Zeit der Sommer Sonnenwende während 134 Tagen nicht unter, der 70. Grad bleibt 65 Tage unausgesetzt beleuchtet, der nördliche Polarkreis endlich ($66^{\circ} 32'$ nördl. Br.) sieht am 21. Juni die Sonne während 24 Stunden nicht untergehen, sie berührt nur um Mitternacht den nördlichen Horizont. Die beiden um die Pole

gelegenen von den Polarkreisen umgrenzten Regionen der Erde zeichnen sich also dadurch aus, daß für sie im Sommer Tage, Wochen, Monate lang die Sonne nicht untergeht und im Winter eben so lang nicht aufgeht. Die Eis- und Schreemassen, welche die langen Winternächte aufgehäuft haben, werden von den schrägen Strahlen der tief stehenden Sonne nicht vollständig bewältigt; es wird daher um die Pole herum selbst im Sommer noch eine niedrige Temperatur herrschen. Man nennt daher diese Polarregionen die nördliche und die südliche kalte Zone.

In entgegengesetztem Sinne zeichnet sich der zu beiden Seiten des Äquators zwischen den zwei Wendekreisen gelegene Erdgürtel aus; nur hier kann die Sonne bis zum Scheitel des Himmels gewölbes emporsteigen und sengende Strahlen senkrecht herabschießen. An jedem Orte erreicht die Mittagssonne zweimal im Laufe des Jahres den Scheitel; am Äquator z. B. geschieht dies am 21. März und am 22. September. Am Äquator ist das ganze Jahr über Tag und Nacht gleich, an den Wendekreisen dauert der längste Tag $13\frac{1}{2}$, der kürzeste immer noch $10\frac{1}{2}$ Stunden; in den Erwärmungsverhältnissen können daher hier im Laufe des Jahres erhebliche Gegensätze nicht auftreten, es wechselt nur eine heiße Jahreszeit mit einer etwas weniger heißen ab. Man nennt deswegen den zwischen den Wendekreisen gelegenen äquatorialen Erdgürtel die heiße (tropische) Zone.

Die Tropenzone ist von den beiden Polarregionen getrennt durch die zweigemäßigten Zonen, die nördliche und die südliche. Hier sind die beiden extremen Jahreszeiten, Sommer und Winter, harmonisch vermittelt durch die beiden Übergangsjahreszeiten, Frühling und Herbst; die Witterungsverhältnisse zeigen weder das monotone Einerlei der Äquatorialgegenden, noch die schroffen Gegensätze der Eiszonen.

Die Natur ist zwar hier nicht mild und freigebig genug,

um dem Menschen die Notdurft des Lebens ohne Kampf und Arbeit zu gewähren; sie ist aber auch nicht so hart und streng, daß sie ihn unausgesetzt an den Kampf um die materielle Existenz fesselte und an dem Streben nach höhern geistigen Gütern hinderte. Die nördliche gemäßigte Zone namentlich, welche vor der südlichen durch Umstände, die wir später kennen lernen werden, begünstigt ist, wurde daher zur Wiege und Bildungsstätte der Kulturvölker, welche, auf hohe Stufe materieller und geistiger Entwicklung gelangt, den Erdball und die Weltgeschichte beherrschen.

Im mittleren Deutschland ist der Gang der Jahreszeiten ungefähr der folgende. In den Wintermonaten (Dezember, Januar, Februar) deckt eine Schneehülle den oberflächlich gefrorenen Boden; das Pflanzenleben ist erstorben, die Bäume strecken im Winterschlaf entlaubte Äste gegen den grauen dunstigen Himmel, Flüsse und Bäche sind in eisige Fesseln geschlagen. Vor der höher steigenden und von Tag zu Tag länger über dem Horizont verweilenden Sonne schwindet im Frühling (März, April, Mai) Schnee und Eis, die erwachenden Knospen entfalten aus ihrem Schoße freudiggrünes Laub und festlichen Blüten Schmuck; die Wiese ergrünt und webt in ihren smaragdnen Teppich buntfarbige Blumen, um welche summend und schillernd die neugeborene Insektenwelt sich tummelt. Die im Sommer (Juni, Juli, August) hoch stehende Sonne bringt die Lebensthätigkeit der Pflanzen- und niederen Tierwelt zur höchsten Entwicklung, sie reift zur goldenen Ernte das wogende Saatsfeld, sie trocknet das gemähte Wiesen gras zu duftigem Heu. Der Herbst (September, Oktober, November) zeitigt, was der Frühling in Blüten versprach, zur süßen Frucht, die Rebe biegt sich unter der Last schwellender Trauben; aber allmählich, bei tiefer sinkender Sonne und kürzer werdenden Tagen, erreicht die Wachstumsperiode der Pflanzen ihr Ende, die ersten Fröste

bringen die vergilbten Blätter zu Fall, die Natur versinkt von neuem in regungslosen Winterschlaf.

Der Umlauf der Erde um die Sonne, ihre Axendrehung und die Stellungen der Erdoberfläche, welche, wie wir eben gesehen haben, den Wechsel der Jahreszeiten bedingen, lassen sich durch den Apparat Fig. 3, welcher Tellurium genannt wird, bequem zur Anschauung bringen. Durch Drehung der Kurbel K wird die Kugel T, welche die Erde vorstellt, um die Kerzenflamme S im Kreise herumgeführt. Die kleinere Kugel L deutet den Mond an und ahmt dessen Umlauf um

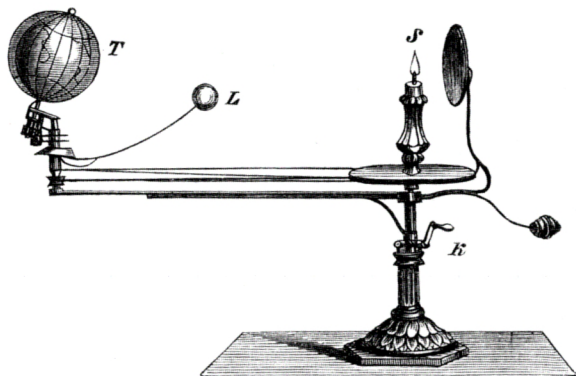


Fig. 3. Tellurium.

die Erde nach. Die Erdkugel dreht sich dabei, durch die Wirkung eines geeignet angebrachten Räderwerks, um eine Axe, welche ganz wie in Fig. 2 ihre Neigung gegen die Erdbahn und ihre stets gleiche Richtung beibehält. Die Kerzenflamme steht im Brennpunkt eines stets nach T hin gerichteten Hohlspiegels, welcher ihre Strahlen sammelt und sie in paralleler Richtung der Kugel T zusendet. Diese wird daher in ganz gleicher Weise beleuchtet wie in Wirklichkeit die Erde von der Sonne.

Erdoberfläche und Atmosphäre.

Wir haben gesehen, daß jedes Stückchen der Erdoberfläche, je nach den Stellungen, welche die Erde im Laufe eines Jahres vermöge der Fortbewegung in ihrer Bahn und im Laufe jeden Tages vermöge der Umdrehung um ihre Axe zur Sonne einnimmt, eine bestimmt zugemessene Strahlenmenge empfängt. Hätte die Erde eine durchaus feste Oberfläche von überall gleicher Beschaffenheit, so könnte für jeden Ort und für jede Zeit die Größe der Erwärmung durch bloße Rechnung ermittelt werden; jahraus jahrein müßte sich derselbe Wechsel von Wärme und Kälte wiederholen, jeder Monat und jeder Tag des einen Jahres würde dem entsprechenden Monat oder Tag des andern Jahres vollkommen gleichen. „Wind und Wetter“ gäbe es dann gar nicht; wir könnten schon jetzt getrost die Feder niederlegen und jene Rechnung den Astronomen überlassen, welche dann mit leichter Mühe einen stets zutreffenden „hundertjährigen Kalender“ zu Stande brächten.

Die wirkliche Beschaffenheit der Erdoberfläche ist aber weit entfernt von der soeben vorausgesetzten Einförmigkeit. Nahezu zwei Drittel derselben sind von dem Wasser der Ozeane bedeckt; aus dem Meere ragen Inseln und ausgedehnte Kontinente. Von besonders wichtigem Einfluß auf die Erwärmungs- und Witterungsverhältnisse aber ist die Ungleichmäßigkeit der Verteilung von Festland und Wasser. Die nördliche Halbkugel enthält fast dreimal so viel Land als die südliche. Denkt man sich rings um die Erdkugel einen größten Kreis gezogen, welcher den Äquator an der Spitze der Halbinsel Malacca und bei Quito in Südamerika durchschneidet, so teilt derselbe die Erdoberfläche in zwei Hälften, deren eine, auf welcher Europa, Asien, Afrika, Nordamerika und ein Teil von Südamerika liegt,

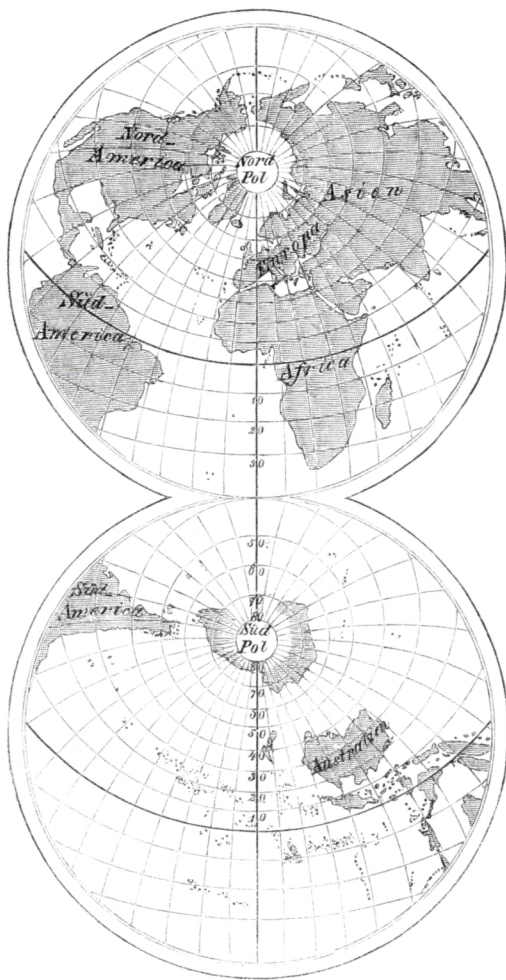


Fig. 4. Verteilung von Festland und Wasser.

fast siebenmal so viel Land enthält als die andere. In Fig. 4 sehen wir die so erhaltenen beiden Erdhälften dargestellt. Europa nimmt ungefähr die Mitte der Landhalbkugel ein.

Nicht bloß die Verteilung, sondern auch die Gestaltung des Festlands in Umriß und Aufbau übt mächtigen Einfluß auf die Erwärmungsverhältnisse. Die Gegensätze von Küstenstrich und Binnenland, Tief- und Hochebene, Thaleinschnitt und Gebirgszug prägen sich auch aus in Klima und Witterung.

Einförmiger als die reich gegliederte Feste ist das Meer, das sie umbrandet. Das Meerwasser unterscheidet sich von dem süßen Wasser der Flüsse und Seen durch seinen Salzgehalt, welcher in allen Meeren nahezu derselbe ist: es enthält durchschnittlich 3 bis 4 Prozent Kochsalz, nebst geringeren Quantitäten anderer Salze. Nur in der Nähe der Einmündung großer Flüsse, sowie in eingeschlossenen Meeren, welche reichlichen Zufluß süßen Wassers erhalten, ist der Salzgehalt geringer. In der Ostsee z. B. beträgt er nur $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ Prozent.

Der eigentliche Tummelplatz aber der Witterungserscheinungen ist die Lufthülle oder Atmosphäre, welche die Erdoberfläche bis zu einer Höhe von mindestens 75 Kilometern rings umgibt. Die atmosphärische Luft ist ein Gemisch zweier chemisch einfacher Gase; sie enthält nämlich in je 5 Raumteilen 4 Raumteile Stickstoffgas und 1 Raumteil Sauerstoffgas, ein Mischungsverhältnis, welches aller Orten und zu allen Zeiten unveränderlich gefunden wird. Außerdem enthält sie noch eine geringe Menge Kohlensäure. Von ihren Bestandteilen übt aber nur einer, der Wasserdampf, welcher stets aber in sehr veränderlichen Mengen vorhanden ist, Einfluß auf den Gang der Witterungserscheinungen.

Luftdruck und Barometer.

Wie jeder gasförmige Körper besitzt die Luft das Bestreben, sich nach allen Seiten hin auszudehnen; vermöge dieses Bestrebens, welches wir mit dem Worte Spannkraft bezeichnen, würde sie sich von der Erde entfernen und in den Weltraum zerstreuen, wenn nicht die Anziehungskraft der Erde oder die Schwerkraft sie festhielte. Die Spannkraft äußert sich dadurch, daß die Luft auf alle mit ihr in Berührung stehenden Gegenstände einen Druck ausübt. Durch Zusammenpressen wird die Luft verdichtet, und in demselben Verhältnis wie ihre Dichte wächst auch ihre Spannkraft, oder, was dasselbe ist, ihr Druck. Die unteren Luftschichten müssen, weil das auf ihnen lastende Gewicht der oberen sie zusammenpreßt, dichter sein als die oberen. Wenn man daher in der Atmosphäre senkrecht emporsteigt, nimmt die Dichte, die Spannkraft und der Druck der Luftschichten, denen man begegnet, fortwährend ab.

Die Wissenschaft brauchte eine lange Zeit, bis sie sich zu der Erkenntnis durchgerungen hatte, daß die Luft ein schwerer Körper sei, daß sie Gewicht besitze. Die Naturlehre des Altertums, mit Wortgegensätzen spielend, war gewohnt die Luft als ihrem Wesen nach „leicht“, weil nach „oben“ strebend, den „schweren“, nach „unten“ fallenden Körpern gegenüber zu stellen. Erst Galilei (gest. 1642) erkannte, daß die Luft ein schwerer Körper sei, und seinem Schüler Toricelli gelang es (1644) den Druck der Luft nachzuweisen und zu messen.

Um Toricellis Versuch zu wiederholen, füllt man eine am einen Ende zugeschmolzene etwa einen Meter lange Glasröhre mit Quecksilber, bringt das offene mit dem Finger zugehaltene Ende unter Quecksilber, entfernt den verschließenden Finger und stellt die Röhre senkrecht. Das Quecksilber fließt

nun nicht völlig, wie man etwa erwarten könnte, sondern nur teilweise aus der Röhre aus; eine Quecksilbersäule von 760 Millimeter Höhe bleibt in der Röhre stehen, und über derselben ist ein vollkommen luftleerer Raum entstanden (Fig. 5).

Warum fließt die Quecksilbersäule nicht aus, obgleich ihr unteres Ende offen mit dem Quecksilber im Gefäße in Verbindung steht? Nur deswegen nicht, weil sie von dem auf die Oberfläche dieses Quecksilbers wirkenden Luftdruck getragen wird.

Wenn der Querschnitt der Röhre 1 Quadratcentimeter beträgt, so wiegt die Quecksilbersäule von 760 Millimeter Höhe ungefähr 1 Kilogramm; mit diesem Gewichte ist die Quecksilbersäule bestrebt herabzusinken; der Luftdruck muß ihr, um sie in der Röhre schwebend zu erhalten, mit derselben Kraft entgegendrücken. Die Luft übt demnach auf jeden Quadratcentimeter Fläche einen Druck von 1 Kilogramm aus.

Man pflegt aber den Druck der Luft für gewöhnlich nicht in Kilogrammen, sondern bequemer durch die Höhe der Quecksilbersäule anzugeben, welcher er in der Röhre Fig. 5 das Gleichgewicht hält.

Zu fortgesetzten Beobachtungen und Messungen würde jedoch der Apparat Fig. 5. unbequem sein; man gibt ihm daher die zweckmäßigere in Fig. 6 abgebildete Einrichtung und nennt ein solches Instrument *Barometer* (Luftdruckmesser). Hier ist die Röhre in den Hals des einer breiten Flasche ähnlichen Gefäßes

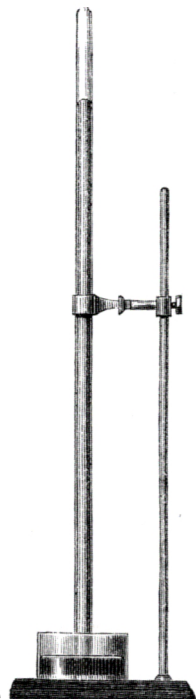


Fig. 5. Toricelli's Versuch.

mittels eines Korkes ein= für allemal fest eingesetzt. Neben der Röhre befindet sich eine in Millimeter geteilte Skala.

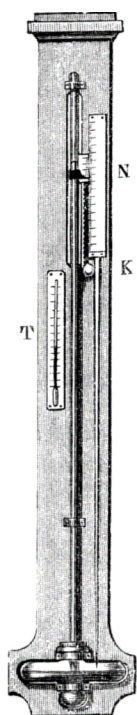


Fig. 6. Barometer.

Die Teilung ist bloß oben im Bereiche des Spielraums der Quecksilberkuppe wirklich ausgeführt; die Teilstriche müssen aber gezählt werden von dem Spiegel des Quecksilbers im Gefäße aus. Um zu erreichen, daß der Nullpunkt der Skala mit der Oberfläche des Quecksilbers genau übereinstimme, ist unten an die Skala eine Metallstange angeschraubt, die mit ihrer eisernen Spitze durch ein in die obere Glaswand gebohrtes Loch in das Gefäß hineintragt; diese Spitze stellt den Nullpunkt der Skala vor. Füllt man nun beim Aufstellen des Instrumentes das Gefäß gerade so weit mit Quecksilber, daß dessen Oberfläche die Spitze berührt, so ist die Uebereinstimmung des Nullpunktes mit dem Quecksilberspiegel hergestellt. Ein mit einem Zeiger (Nonius) versehener Ring umfaßt die Röhre; er kann durch Drehung des Kopfes K, der mittelst eines Triebes in eine Zahnstange eingreift, so lange verschoben werden, bis sein unterer Rand die Quecksilberkuppe zu berühren scheint; der Zeiger weist alsdann auf den Teilstrich der Skala, welcher die Höhe der Quecksilbersäule oder den Barometerstand angibt.

Wenn das Quecksilber in der Barometerröhre sinkt, so muß es, weil ja Quecksilber aus der Röhre austritt, in dem Gefäße steigen, und wieder sinken, wenn es in der Röhre steigt. Diese Schwankungen der Quecksilberoberfläche sind aber um so unbedeutender, je breiter das Gefäß ist im Vergleich zu dem Durchmesser der Röhre. Wählt man daher

wie das bei dem soeben beschriebenen Barometer der Fall ist, ein sehr breites Gefäß, so werden die Schwankungen des Quecksilberspiegels so klein, daß man sie, ohne der Genauigkeit der Messungen Eintrag zu thun, außer Acht lassen kann.

Bei den gewöhnlichen in jedem Hause eingebürgerten Barometern ist an die unten umgebogene Glasröhre ein birnförmiges Gefäß angeschmolzen. Da der Durchmesser desselben, verglichen mit dem der Glasröhre, nicht hinlänglich groß ist, so erreichen die Schwankungen des Quecksilberspiegels eine merkliche Größe, so daß an der feststehenden Skala eine genaue Messung des Barometerstandes nicht möglich ist. Diese Barometer sind aber auch nicht zu exakten Messungen, sondern nur zu gröberen Beobachtungen bestimmt, wofür sie auch vollkommen ausreichen.

Das Quecksilberbarometer bietet einerseits wegen seiner Füllung mit der schweren Flüssigkeit, andererseits wegen seiner beträchtlichen Länge manche Unbequemlichkeit, namentlich wenn das Instrument transportiert werden soll. Diese Übelstände sind bei den in neuerer Zeit beliebt gewordenen bloß aus festen Teilen konstruierten Metallbarometern völlig vermieden.

Die Fig. 7 stellt ein solches Aneroid- oder Holoëstheric-Barometer dar. Hier wirkt der Luftdruck auf die in kreisrunden Wellen gebogene vordere Wand einer luftleer gemachten Dose aus dünnem Metallblech und biegt dieselbe nach Maßgabe seiner Stärke mehr oder weniger stark nach innen. Die Größe dieser Eindrückung überträgt sich auf einen Zeiger, welcher auf einer Art Zifferblatt die Stärke des Luftdruckes angibt. Die Einteilung der Skala wird durch Vergleichung mit einem guten Quecksilberbarometer hergestellt. Ein zweiter Zeiger, durch Drehen an einem Knopfe beliebig verstellbar, hat den Zweck, eine beobachtete Stellung des Barometerzeigers zu markieren, um bei der folgenden Be-

obachtung leicht wahrzunehmen, ob der Luftdruck seitdem zu- oder abgenommen hat.

Der oben angegebene Barometerstand von 760^{mm} entspricht einem Luftdruck, wie er ungefähr an der Oberfläche des Meeres herrscht. An höher gelegenen Orten, wo der



Fig. 7. Aneroid- (Soloferic-) Barometer.

Luftdruck geringer ist, steht das Barometer entsprechend niedriger; in Potosi z. B., 4300^m über der Meeresoberfläche, beträgt der Barometerstand nur noch 471^{mm}. Vom Meerespiegel aus muß man um 10,5^m steigen, wenn die Quecksilbersäule um 1^{mm} sinken soll; in größeren Höhen, wo die Dichte und Spannkraft der Luft geringer ist, bedarf es, um eine gleich große Verminderung des Barometerstandes zu bewirken, einer größeren Erhebung; von Potosi aus z. B. muß man 16,8^m emporsteigen, damit das Barometer um 1^{mm} falle.

Da das Gesetz, nach welchem der Luftdruck nach oben hin abnimmt, bekannt ist, so kann man aus dem Barometerstand eines Ortes die Höhe desselben über dem Spiegel des Meeres berechnen. Das Barometer kann daher zur Höhenmessung dienen.

Dabei wäre freilich vorausgesetzt, daß an jedem Orte, entsprechend seiner Höhe über der Meeresoberfläche, ein bestimmter Barometerstand beständig herrsche. Dem ist aber nicht so. Es ändert sich vielmehr der Luftdruck an einem und demselben Orte unaufhörlich; die Quecksilbersäule steigt bald über, bald fällt sie unter einen gewissen mittleren Stand, der zwischen dem höchsten und tiefsten vorkommenden ungefähr in der Mitte liegt. Wenn man von dem Barometerstande eines Ortes spricht und daraus etwa die Höhe des Ortes über der Meeresoberfläche bestimmen will, so ist immer dieser mittlere Barometerstand gemeint.

Die eben erwähnten ziemlich beträchtlichen Schwankungen des Barometers rühren her von Änderungen des Luftdrucks, welche den Änderungen des Wetters vorausgehen oder sie begleiten. Diesem Zusammenhang zwischen Witterung und Luftdruck, dessen Erklärung einem späteren Abschnitte vorbehalten bleiben muß, verdankt das Barometer seinen Ruf als Wetterprophet und seine Einbürgerung unter die unentbehrlichen Hausgeräte.

Damit das Barometer als „Wetterglas“ bequem dienen könne, wird es mit einer Witterungsskala versehen, welche von unten nach oben gewöhnlich folgende Bezeichnungen trägt: „Sturm, Viel Regen, Regen oder Wind, Veränderlich, Schön Wetter, Beständig schön, Sehr trocken“. Diese Skala muß, wenn ihre Angaben richtig sein sollen, mit der Bezeichnung „Veränderlich“ auf den mittleren Barometerstand des Ortes, für welchen das Instrument bestimmt ist, eingestellt sein.

Thermometer.

Wenn wir uns die Aufgabe stellen, das verschiedene Verhalten der Körper bei ihrer Erwärmung kennen zu lernen, müssen wir vor allem im Besitze eines Apparates sein, welcher uns gestattet, den Grad der Erwärmung oder die Temperatur eines jeden Körpers zu bestimmen. Wir werden, um ein solches Instrument zu erhalten, uns die Thatfache zu nütze machen, daß alle Körper (mit wenigen Ausnahmen) bei der Erwärmung sich ausdehnen, bei der Abkühlung sich zusammenziehen. Man braucht nur eine Einrichtung zu treffen, welche diese Änderungen des Rauminhalts bequem und sicher zu beobachten und daraus unmittelbar auf die entsprechenden Änderungen der Temperatur zu schließen gestattet.

Um einen solchen Apparat zu verfertigen, wird an eine enge Glasröhre von durchaus gleichem Kaliber ein kugeliges oder cylindrisches Gefäß angeblasen und das Gefäß nebst einem Teile der Röhre mit Quecksilber gefüllt. Schon in dieser einfachen Form würde das Instrument genügen, um Schwankungen der Temperatur dem Auge erkennbar zu machen; denn beim Erwärmen dehnt sich das Quecksilber aus und rückt in der Röhre vor; beim Erkalten zieht es sich zusammen, und der Quecksilberfaden in der Röhre geht zurück. Man kann durch Erwärmen über einer Lampe das Quecksilber leicht so weit ausdehnen, daß es die ganze Röhre ausfüllt; wenn es dann gerade im Begriffe ist aus dem offenen Röhrenende auszutreten, schmilzt man dieses zu. Das Verschließen der Röhre würde schon deswegen empfehlenswert sein, um das Eindringen von Staub und Feuchtigkeit zu verhüten. Durch jenes Verfahren ist aber auch alle vorher in der Röhre befindliche Luft ausgetrieben worden, so daß beim Erkalten und Zurückgehen des Quecksilbers ein luft-

leerer Raum übrig bleibt. Wäre in der Röhre über dem Quecksilber noch Luft vorhanden, so würde diese beim Erwärmen durch das vorrückende Quecksilber zusammengepreßt und auf das Quecksilber schließlich einen Druck ausüben, welchem das dünnwandige Glasgefäß nicht zu widerstehen vermöchte. Außerdem ist durch das Entfernen der Luft der Gefahr vorgebeugt, daß Luftbläschen den Zusammenhang des Quecksilberfadens unterbrechen und abgetrennte Teile an der Wiedervereinigung hindern.

Wird nun zur Seite der Röhre eine Skala angebracht, welche den jedesmaligen Stand des Quecksilberfadens abzulesen gestattet, so hat man ein Thermometer. Die zweckmäßige Auswahl einer solchen Skala muß uns nun zunächst beschäftigen.

Das Stück, um welches sich für eine bestimmte Erhöhung der Temperatur der Quecksilberfaden verlängert, ist bei verschiedenen derartigen Instrumenten sehr ungleich; es wird länger ausfallen, wenn die Röhre im Vergleich mit dem Rauminhalt des Gefäßes eng ist, und kürzer, wenn die Röhre vergleichsweise weit ist. Eine für alle Thermometer aus gleichen Teilen bestehende Skala, z. B. eine Millimeterteilung, würde daher für die nämliche Temperaturerhöhung an verschiedenen Instrumenten sehr verschiedene Ablesungen ergeben. Um daher die Angaben verschiedener Thermometer zu vergleichen, müßte man jedesmal eine Vergleichung der Instrumente selbst vornehmen.

Man könnte sich freilich dadurch helfen, daß man alle Thermometer nach einem Musterinstrument graduierte, wie etwa die Maßstäbe und Gewichte nach dem in den Archiven deponierten Etalon. Aber diese Umständlichkeit ist nicht nötig, indem uns die Wärmeerscheinungen selbst ein Mittel an die Hand geben, um jedes Thermometer sofort so zu graduieren, daß seine Angaben mit denjenigen aller andern vergleichbar sind.

Umgibt man nämlich das Instrument mit schmelzendem Eis oder Schnee, so bemerkt man, daß das Quecksilber in der Röhre sich bald auf einen bestimmten Punkt einstellt und dort fest stehen bleibt, wie auch das Schmelzen des Eises durch äußere Wärmezufuhr fortschreiten mag. Diesen Punkt merkt man auf der Röhre an; er heißt Gefrierpunkt oder Eispunkt, und entspricht der ganz unveränderlichen Temperatur, bei welcher das Eis schmilzt oder das Wasser gefriert.

Einen zweiten festen Punkt erhält man, wenn man das Instrument den Dämpfen des siedenden Wassers aussetzt; das Quecksilber steigt, bleibt aber endlich an einem bestimmten Punkt stehen. Das Wasser kann nämlich in einem offenen Gefäße nicht höher erhitzt werden als bis zu der Temperatur, bei welcher sein Dampf dieselbe Spannkraft erlangt hat wie die atmosphärische Luft. Daß dieser Temperatur entsprechende Ende des Quecksilberfadens wird ebenfalls bezeichnet und Siedepunkt genannt. Der so gefundene Siedepunkt ist jedoch nur dann richtig, wenn seine Bestimmung bei 760^{mm} Barometerstand vorgenommen wurde; herrscht ein anderer Luftdruck, so wird eine kleine Korrektur nötig.

Der Raum zwischen diesen beiden festen Punkten heißt der Fundamentalabstand; wie ungleich seine Länge bei verschiedenen Thermometern auch sein mag, so hat er doch bei allen dieselbe Beziehung zu den zu messenden Temperaturen, und damit ist die Vergleichbarkeit der Thermometerangaben, in welcher Weise die weitere Unterabteilung auch bewirkt werden mag, für alle Fälle gesichert.

Nun muß der Fundamentalabstand, um eine Skala zu erhalten, noch in kleinere Teile oder Grade (°) abgeteilt werden.

Nach Celsius wird der Abstand zwischen Gefrierpunkt und Siedepunkt in 100 gleiche Teile geteilt, und solche Teile