Leitfaden

der

mathematischen und physikalischen Geographie.

Leitfaden

der

mathematischen und physikalischen

Geographie

für Mittelschulen und Lehrerbildungs-Anstalten.

Von

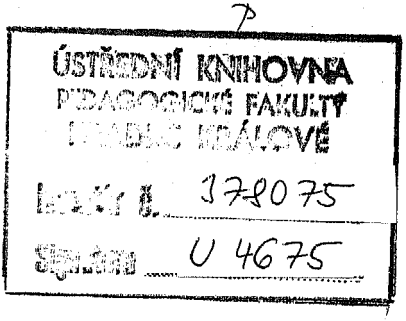
Dr. Michael Geistbeck,
Königl. Seminarinspektor in Speier.

Zehnte, verbesserte (Doppel-) Auflage, mit vielen Illustrationen.

Freiburg im Breisgau.
Herdersche Verlagshandlung.
1889.
Zweigniederlassungen in Straßburg, München und St. Louis, Mo.
Wien I, Wollzeile 33: B. Herder, Verlag.

STÁTNÍ DIVOČ. GYMNASIUM V HRADCI KRÁLOVÉ
1490
XIII. 57.

Das Recht der Übersetzung in fremde Sprachen wird vorbehalten.



Entered according to Act of Congress, in the year 1881, by *Joseph Gummersbach* of the firm of **B. Herder,** St. Louis, Mo., in the Office of the Librarian of Congress at Washington, D. C.

Buchdruckerei der Herder'schen Verlagshandlung in Freiburg.

Aus dem Vorwort zur ersten Auflage.

Mit dem Unterricht in der Geographie an einem Lehrerseminar betraut, habe ich mich vergeblich nach einem Leitfaden umgesehen, der in entsprechender Weise die Hauptlehren der mathematisch-physikalischen Geographie behandelte. Viele solcher Leitfäden berücksichtigen überhaupt nur die mathematische Geographie. Die Lehrbücher der Geographie erörtern die bezüglichen Materien meist nur einleitungsweise und bieten darum nicht selten zu wenig Stoff; endlich jene Werkchen, die sich ausschließlich und eingehender mit dem Gegenstande befassen, entbehren häufig genug einer durchsichtigen Gliederung des Stoffes. So habe ich mich denn entschlossen, selbst an die Herausgabe einer solchen Arbeit zu gehen. Inwieweit es mir gelungen, das Richtige getroffen zu haben, darüber wird die Kritik entscheiden.

In der mathematischen Geographie habe ich mich unter Beiseitelassung alles mathematischen Apparates auf die Darstellung der wichtigsten Sätze beschränkt. Nicht immer ja liegt dieser Unterricht an denjenigen Schulen, für welche dieses Büchlein geschrieben ist, in der Hand des Mathematikers; ist dies aber der Fall, so vermag der Lehrer ohnehin leicht ergänzend einzugreifen.

Eine ausführlichere Behandlung — und es wird das keiner besondern Begründung bedürfen — erfuhr die physikalische Geographie. Dabei habe ich nicht versäumt, dem Sinne und Geiste Karl Ritters gemäß auch die Bedeutung der einzelnen geographischen Objekte für Natur- und Menschenleben gebührend zu würdigen; beruht doch gerade hierin der eigentliche Höhepunkt alles geographischen Unterrichts.

Allenthalben aber habe ich mich bestrebt, den Stoff möglichst durchsichtig zu gliedern und so dem Schüler die Aneignung desselben recht sehr zu erleichtern. Ebenso werden die eingefügten Figuren und Kärtchen die Anschaulichkeit des Unterrichtes wesentlich erhöhen.

Daß ich mich bei der Abfassung des vorliegenden Leitfadens stets nur der besten Werke bediente, davon wird sich der Kenner der geographischen Litteratur leicht überzeugen.

Freising, im September 1879.

Der Verfasser.

Vorwort zur achten Auflage.

Noch ist kein Jahr verflossen, seit die siebente Ausgabe dieses Büchleins erfolgte, und schon ist eine weitere Auflage hiervon nötig geworden. Ermuntert durch diese fortgesetzt freundliche Aufnahme des Werkchens, habe ich mich denn auch eifrigst bemüht, dasselbe auf der Höhe der Wissenschaft und der Methode zu erhalten.

Von den für diese Auflage verwerteten litterarischen Hilfsmitteln sei bezüglich der physikalischen Geographie in erster Linie das nicht genug zu rühmende Werk des Freiherrn von Richthofen („Führer für Forschungsreisende". Berlin, Oppenheim, 1886. *M.* 16) erwähnt. Auch das inzwischen zum Abschluß gelangte Werk S. Günthers („Lehrbuch der Geophysik und physikalischen Geographie". Stuttgart, Enke, 1885. 2 Bde. *M.* 24) leistete treffliche Dienste; desgleichen die wiederholt herangezogenen, äußerst gediegenen Arbeiten von Supan („Grundzüge der physikalischen Erdkunde". Leipzig, Veit u. Comp., 1884. *M.* 10) und Kirchhoff („Unser Wissen von der Erde", Bd. I, von Hann, Hochstetter und Pokorny. Leipzig, G. Freytag, 1885. *M.* 45). — Bezüglich der astronomischen Geographie wurden wertvolle Einzelheiten dem geistreich geschriebenen Werke Meyers „Kosmische Weltansichten" (Berlin, Allg. Verein für deutsche Litteratur, 1886. *M.* 5) entnommen.

So sei das Werkchen wiederum allen Lehrern und Freunden der Erdkunde bestens empfohlen!

Freising, im November 1886.

Der Verfasser.

Vorwort zur zehnten Auflage.

Wenn ein Werkchen, wie das vorliegende, in neun Jahren zehn Auflagen erlebt, so ist das wohl ein Beweis für dessen Brauchbarkeit. Letztere wo möglich noch zu erhöhen, habe ich das Büchlein wiederum einer gründlichen Durchsicht unterzogen, so daß es, wie ich hoffe, auch in dieser neuen Auflage seinem Zwecke wohl entsprechen wird. — Daß nicht der gesamte Inhalt des Werkchens Lernmaterial ist, deutet schon der verschiedenartige Druck an.

Speier, im November 1888.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

Mathematische Geographie.

Erste Abteilung.

Von den scheinbaren Bewegungen der Himmelskörper.

		Seite
§ 1.	Der Horizont	1
§ 2.	Die scheinbare Bewegung der Himmelskörper	3
a.	Der scheinbare Lauf der Sonne	4
b.	Der scheinbare Lauf des Mondes	9

Zweite Abteilung.

Von den wirklichen Bewegungen der Himmelskörper.

1. Von der Erde.

§ 3.	Gestalt der Erde	11
§ 4.	Natürlicher, scheinbarer und wahrer Horizont. Aussichtsweite von Bergen	12
§ 5.	Einteilung der Erdoberfläche	13
§ 6.	Geographische Breite u. Länge	14
§ 7.	Abplattung der Erde	17
§ 8.	Größe der Erde	18
§ 9.	Die Dichtigkeit der Erde	19
§ 10.	Die verschiedenen Sphären	19
§ 11.	Achsendrehung der Erde (Rotation)	21
§ 12.	Die jährliche Bewegung der Erde um die Sonne (Revolution)	23
§ 13.	Erklärung des Sonnenlaufes während einer Revolution der Erde	25
§ 14.	Neigung und Parallelismus der Erdachse	26
§ 15.	Erklärung der Entstehung der Jahreszeiten und des Wechsels der Tageslängen	26
§ 16.	Nebenwohner, Gegenwohner, Gegenfüßler	29
§ 17.	Zonen der Erde	29
§ 18.	Die Gestalt der Erdbahn	30
§ 19.	Folgen der Bewegung der Erde in einer elliptischen Bahn	31
§ 20.	Zeitgleichung	31

2. Vom Monde.

§ 21.	Der Mond als Kugel	32
§ 22.	Bewegungen des Mondes	33
§ 23.	Rotation des Mondes	33
§ 24.	Mondbahn	33
§ 25.	Mondphasen	34
§ 26.	Sonnen- und Mondfinsternisse	35

3. Von den Planeten.

§ 27.	Planetensysteme	38
§ 28.	Keplers Gesetze	40
§ 29.	Das Planetensystem unserer Sonne	41

Dritte Abteilung.

Topographie des Himmels.

§ 30.	Die Sonne	43
§ 31.	Die Planeten	44
§ 32.	Die Kometen	46
§ 33.	Die Meteoriten. Das Zodiakallicht	48
§ 34.	Die Fixsterne	49

Anhang.

I.	Der Kalender	51
1.	Der astronomische Kalender	51
2.	Der christl.-kirchl. Kalender	52
II.	Orientierung am Fixsternhimmel	52

Physikalische Geographie.

Seite

Erster Abschnitt.

Das Land.

Erstes Kapitel.

Die wagerechte Gliederung 55

Zweites Kapitel.

Die senkrechte Gliederung:

I. Begriff. Verteilung von Hoch- und Tiefland. Mittlere Höhe der Kontinente 61
II. Die Hauptformen der Bodenplastik 62
1. Die Berge 62
2. Die Hochflächen . . . 63
3. Die Gebirge 64
4. Die Hohlformen des Festlandes 67
5. Die Tiefländer . . . 68

Drittes Kapitel.

Vulkanismus:

a. Vulkane 69
b. Erdbeben 72
c. Hebungen und Senkungen des Bodens 73

Viertes Kapitel.

Veränderungen der Erdoberfläche . . 74

Zweiter Abschnitt.

Das Wasser 75

Erstes Kapitel.

Die fließenden Gewässer:

a. Quellen 76
b. Flüsse 78
c. Wirkungen des fließenden Wassers 81

Zweites Kapitel.

Die stehenden Gewässer:

Seen 86

Drittes Kapitel.

Das Meer 88

Viertes Kapitel.

Schneelinie — Gletscher 101

Dritter Abschnitt.

Die Atmosphäre . . 107

Erstes Kapitel.

Die Luftwärme 108

Zweites Kapitel.

Der Luftdruck 113

Drittes Kapitel.

Die Winde 115

Viertes Kapitel.

Die Niederschläge 122

Anhang.

1. Wetterkarte 126
2. Erdmagnetismus und Polarlicht 127

Vierter Abschnitt.

Die Pflanzen- und Tierwelt . 128

Fünfter Abschnitt.

Die Menschenwelt . . 136

Erster Anhang.

Aufgaben für den Unterricht in der astronomischen Geographie 147

Zweiter Anhang.

A. Litteratur 151
B. Lehrmittel 157

Mathematische Geographie.

Erste Abteilung.

Von den scheinbaren Bewegungen der Himmelskörper.

§ 1. Der Horizont.

1. Begriff. Der Horizont (v. griech. horízein = begrenzen) oder Gesichtskreis ist diejenige Kreislinie, in welcher Himmel und Erde sich zu berühren scheinen.

Wir selbst stehen im Mittelpunkte dieser Kreislinie oder auch der von uns überschauten Fläche, und dieser Mittelpunkt heißt unser Standpunkt oder Standort. An jedem andern Orte der Erdoberfläche oder, was dasselbe ist, für jeden andern Standpunkt ist auch der Horizont ein anderer. Ebenso erweitert sich derselbe, je höher wir steigen; die Fläche, welche von dem Horizonte eingeschlossen wird, heißt Horizontfläche. — Wie jede Kreisperipherie, so wird auch der Horizont in 360 gleiche Teile geteilt, die man Grade nennt.

2. Die Himmelskugel. Der Himmel über uns breitet sich in der Gestalt eines großen Gewölbes oder einer hohlen Halbkugel aus; ebenso würde man, wäre die Erde durchsichtig, das Himmelsgewölbe sich auch unter dem Horizont in Form einer Halbkugel fortsetzen sehen, so daß der ganze Himmel als eine hohle Kugel zu denken ist. Man spricht deshalb von einer Himmelskugel oder Himmelssphäre (v. griech. sphaîra = Kugel).

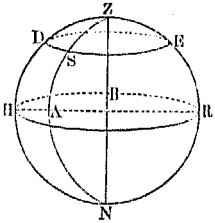


Fig. 1.

3. Zenith, Nadir, Scheitellinie. Denkt man sich (Fig. 1) durch den Standpunkt (B) eines Beobachters auf die Horizontfläche eine senkrechte Linie (ZN) gezogen, so trifft dieselbe das Himmelsgewölbe in zwei Punkten; davon heißt der über dem Haupte des Beobachters liegende das Zenith (Z) oder der Scheitelpunkt, der in der unsichtbaren Halbkugel liegende das Nadir (N) oder der Fußpunkt. Die gerade

Linie (ZN) selbst zwischen Zenith und Nadir nennt man die Vertikal- (v. lat. vertex = Scheitel) oder Scheitellinie.

4. Scheitel- und Höhenkreise. Kreise, welche durch Zenith und Nadir gehen, heißen Scheitel- oder Vertikalkreise (z. B. ZAN). Sie sind stets größte Kreise[1] der Himmelskugel. — Der Scheitelpunkt ist überall 90° des Vertikalkreises von der Peripherie des Horizontes entfernt. — Kreise, die zum Horizonte parallel am Himmel gedacht werden (z. B. DE), nennt man Höhenkreise.

5. Himmelsgegenden. Beobachten wir im Laufe eines Tages das Himmelsgewölbe, so sehen wir morgens die Sonne am Horizonte aufgehen; sie steigt immer höher, erreicht mittags ihren höchsten Punkt, nähert sich von da an der Gegend des Horizontes, welche dem Aufgange gegenüberliegt, und geht abends unter. Diejenige Gegend nun, in welcher die Sonne ihren höchsten Stand erreicht, heißt Süden, und der Punkt des Horizontes, welcher in dieser Richtung liegt, heißt der Südpunkt. Denken wir uns diesen Punkt mit unserem Standpunkte durch eine gerade Linie verbunden und verlängern wir dieselbe, so schneidet sie den Horizont zum zweitenmale in dem Nordpunkte. Diese den Nord- und Südpunkt verbindende Gerade heißt die Mittagslinie. Ziehen wir ferner auf diese Verbindungslinie durch unsern Standpunkt eine Senkrechte, welche den Horizont in zwei weiteren Punkten schneidet, so erhalten wir den Ostpunkt und den Westpunkt, und zwar liegt der Ostpunkt in der Gegend, in welcher die Sonne aufgeht, der Westpunkt da, wo sie untergeht. — Alle vier Punkte heißen die Kardinalpunkte des Horizonts. Die ihnen anliegenden Teile des Horizonts begrenzen die gleichnamigen Himmelsgegenden.

Bestimmung der Mittagslinie. Man findet sie, indem man die Richtung des kürzesten Schattens bestimmt, den ein vertikaler Stab auf eine horizontale Ebene wirft. Zu dem Ende schlägt man um den Fußpunkt des Stabes einen Kreis, dessen Halbmesser mehr beträgt als die Länge des kürzesten Schattens. Giebt man sich dann die Stellen an, wo der Schatten vor und nach Mittag gerade den Kreis erreicht, und halbiert hierauf den Bogen zwischen ihnen, so geht die Mittagslinie durch den Halbierungspunkt und den Fußpunkt des Stabes.

6. Mittagskreis. Denjenigen Vertikalkreis, welcher durch den Südpunkt, also auch durch den diametral gegenüberliegenden Nordpunkt geht, nennt man Mittagskreis oder Meridian (lat. meridies = Mittag), weil es an jedem Tage für einen Ort Mittag ist, wenn die Sonne durch diesen Kreis geht.

---

[1] Größte Kreise einer Kugel sind solche Kreise, deren Mittelpunkt mit dem Mittelpunkt der Kugel zusammenfällt.

7. Höhe und Azimut. Das Stück eines Vertikalkreises zwischen einem Punkt am Himmelsgewölbe und dem Horizont heißt die Höhe dieses Punktes (Fig. 1 SA). — Unter Azimut versteht man den Winkel, welchen der Vertikalkreis (AZ, Fig. 1) eines Gestirns und der Meridian eines Beobachters (ZDH) am Zenith einschließen. Gemessen wird derselbe durch den zwischen beiden Kreisen liegenden Bogen des Horizontes (HA). Man rechnet hierbei vom Südpunkte nach Westen.

§ 2. Die scheinbare Bewegung der Himmelskörper.

1. Tag- und Nachtbogen. Sonne, Mond und Sterne bewegen sich, so scheint es uns, täglich von Osten nach Westen. Ihre Bahnen bilden über dem Horizonte parallele Kreisbogen, deren Ergänzungen zu einem Kreise unter dem Horizonte liegen. Der über dem Horizonte beschriebene Bogen ist der Tagbogen, der unter dem Horizonte befindliche der Nachtbogen.

2. Cirkumpolarsterne. Viele Sterne beschreiben über dem Horizonte ganze Kreise, gehen also gar nicht auf und unter; solche Sterne nennt man Cirkumpolarsterne.

3. Kulmination. Alle Himmelskörper erreichen bei der täglichen Bewegung in der für uns sichtbaren Mitte derselben einen höchsten Stand im Meridian. Man sagt dann: sie kulminieren (vom lat. culmen = der höchste Stand einer Sache). — Die Cirkumpolarsterne durchschneiden den Meridian über dem Horizonte zweimal, sie erreichen also im Meridian eines Ortes ihre höchste und niedrigste Stellung, ihre obere und untere Kulmination.

4. Sterntage. Die Zeit, welche verfließt von dem Durchgang eines Fixsternes durch den Meridian eines Ortes bis zum nächsten Durchgang desselben Sternes, heißt Sterntag. Man teilt ihn in 24 gleiche Teile: Stunden, zu je 60 Minuten; der 60. Teil einer Minute ist eine Sekunde. — Nach der gewöhnlichen Uhrzeit ist ein Sterntag = 23 h 56 m 4 s.

5. Himmelsachse und Himmelspole. Der Durchmesser der Himmelskugel, um den sich diese mit allen ihren Gestirnen täglich einmal dreht, wird die Himmels- oder Weltachse, und ihre beiden Endpunkte die Himmels- oder Weltpole genannt. Der eine von diesen, der sich über unserem Horizonte befindet, heißt der arktische (v. griech. árktos = der Bär, weil das Sternbild des Bären sich in dieser Gegend zeigt) oder Nordpol, der andere, welcher unter unserem Horizont ist, der antarktische (v. griech. antí = entgegen, also der dem Bärenpol entgegengesetzte) oder Südpol.

6. Lage des Nordpols. Diese ist mittelst eines Sternes, der sich ganz in dessen Nähe befindet und deshalb Polarstern genannt wird,

leicht zu finden. Allgemein bekannt ist eine Verbindung von sieben hellen Sternen, welche der Große Wagen oder der Große Bär genannt wird (Fig. 2). Zieht man durch die Hinterräder a und b eine Gerade von solcher Länge, daß ungefähr aP = 5 ab wird, so trifft sie den hellen Stern P einer ähnlichen Verbindung (der Kleine Bär genannt), und dieser ist der Polarstern, an welchem ohne Fernrohr gar keine Bewegung wahrzunehmen ist.

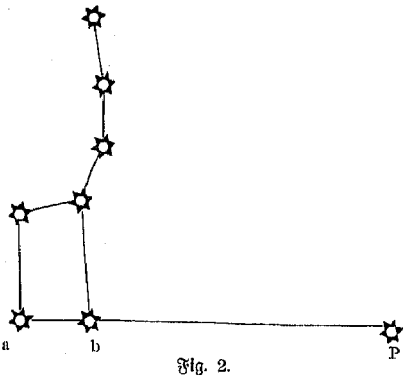


Fig. 2.

7. Himmels-Äquator und Parallelkreise. Von den Weltpolen überall gleich weit entfernt, nämlich von jedem 90°, denkt man sich einen größten Kreis der Himmelskugel, welcher der Himmels-Äquator (v. lat. aequāre = gleichmachen) genannt wird, weil er dieselbe in zwei gleiche Hälften, die nördliche und südliche Halbkugel (Hemisphäre), teilt. — Kreise, die man sich am Himmel parallel zum Äquator gezogen denkt, heißen Parallelkreise, z. B. DE in Fig. 3.

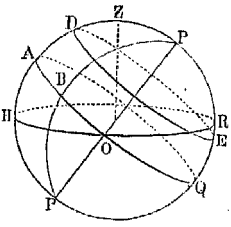


Fig. 3.

8. Deklinationskreise und Deklination. Diejenigen Kreise, welche man sich durch die Weltpole (Fig. 3 PP) gehend denkt (z. B. Fig. 3 PBP), die also auf dem Äquator senkrecht stehen, nennt man Stunden- oder Deklinationskreise. — Jener Bogen eines Deklinationskreises, der zwischen einem Gestirne und dem Äquator liegt, heißt die Deklination (vom lat. declināre = abweichen) oder die Abweichung des Gestirns. Man zählt dieselbe nach N. und nach S. vom Äquator aus als nördliche und südliche Deklination.

9. Polhöhe und Äquatorhöhe. Das Bogenstück des Meridians eines Beobachters zwischen dem nächstgelegenen Pole und dem Horizonte (PR) wird die Polhöhe, jenes zwischen Horizont und Äquator (AH) Äquatorhöhe genannt. — Polhöhe und Äquatorhöhe ergänzen sich zu 90°.

a. Der scheinbare Lauf der Sonne.

1. Bewegung der Sonne vom 21. März bis zum 21. Juni. Die Sonne geht am 21. März im Ostpunkt um 6 Uhr morgens auf und im Westpunkt abends 6 Uhr unter und durchläuft den Himmels-

Äquator. Der Tagbogen der Sonne beträgt gerade 180°. Tag und Nacht sind einander gleich, und da mit diesem Tage bei uns der Frühling beginnt, so nennt man diese Zeit die Frühlings-Tag- und Nachtgleiche oder das Frühlings-Äquinoktium (v. lat. aequus = gleich und nox = Nacht).

Jeden Tag rückt nun die Sonne weiter nach Norden, beschreibt also immer kleinere Kreise, aber größere Tagesbogen, bis am 21. Juni ihre nördliche Abweichung vom Äquator ihr Maximum erreicht. Der Tageskreis der Sonne liegt an diesem Tage $23^1/_2{}^0$ nördlich vom Äquator. Wir haben jetzt den längsten Tag und die kürzeste Nacht. — Da die Sonne über den am 21. Juni beschriebenen Tageskreis nicht hinausrückt, sondern sich von ihm gleichsam umwendet, um sich dem Äquator wieder zu nähern, so nennt man diesen Kreis den Wendekreis, und weil er nördlich vom Äquator liegt, den nördlichen Wendekreis. — Die Zeit um den 21. Juni herum heißt die Zeit der Sommer-Sonnenwende oder die des Sommer-Solstitiums (v. lat. sol = Sonne, und stäre, stehen = Sonnenstillstand, da es um diese Zeit wie um den 21. Dezember fast scheint, als sei ein Stillstand im Laufe der Sonne eingetreten). Der 21. Juni selbst ist der Tag der Sommer-Sonnenwende; mit ihm beginnt unser Sommer.

2. Die Bewegung der Sonne bis zum 23. September. Die Sonne nähert sich von nun an wieder mehr und mehr dem Äquator, sie beschreibt jetzt von Tag zu Tag wieder größere Kreise, aber kleinere Tagesbogen, bis sie am 23. September wieder im Äquator läuft und Tag und Nacht gleich werden. Es nehmen also die Tage wieder ab und die Nächte wieder zu, bis die Sonne denselben Lauf wie am 21. März bekommt. — Da mit dem 23. September bei uns der Herbst beginnt, so nennt man die mit diesem Tage eintretende Tag- und Nachtgleiche die Herbst-Tag- und Nachtgleiche oder das Herbst-Äquinoktium.

3. Bewegung der Sonne bis zum 21. März. Vom 23. September ab rückt die Sonne immer weiter nach Süden und beschreibt dabei immer kleinere Kreise, aber auch kleinere Tagesbogen; dieses Rücken nach Süden setzt die Sonne fort bis zum 21. Dezember, dem Anfang des Winters. Wir haben dann den kürzesten Tag und die längste Nacht. Der Tageskreis der Sonne liegt $23^1/_2{}^0$ südlich vom Äquator und heißt der südliche Wendekreis. Jener Tag aber ist der Tag der Winter-Sonnenwende oder der Tag des Winter-Solstitiums. Die Sonne beginnt nun ihre Wanderung wieder nach dem Äquator, um am 21. März abermals in demselben zu stehen.

Die stets wechselnden Entfernungen des Aufgangs- und Untergangspunktes der Sonne vom Ost- und Westpunkte heißen die Morgenweite und die Abendweite.

Wie wir bisher gesehen haben, legt die Sonne, gleich allen Gestirnen, täglich einen Kreis von O. nach W. am Himmel zurück; die einzelnen Tageskreise sind aber ihrer Lage und Größe nach einander ungleich.

Außer dieser täglichen Bewegung hat die Sonne aber noch eine jährliche von W. nach O.

4. Die jährliche Sonnenbahn. Um uns von der jährlichen Bewegung der Sonne zu überzeugen, verfahren wir auf folgende Weise: Wir fassen kurz nach Sonnenuntergang eine uns bekannte Sterngruppe ins Auge, die gerade zu dieser Zeit am östlichen Himmel erscheint. Schon eine Beobachtung weniger Tage genügt, um zu konstatieren, daß die Zeit des Aufgangs der einzelnen Sterne täglich um etwa vier Minuten sich verfrüht. Einige Wochen später sehen wir deshalb zu der gleichen Stunde die Gruppe nicht mehr an derselben Stelle; sie steht nun dem Meridian näher, und nach abermals mehreren Wochen erscheint sie zu derselben Stunde am westlichen Horizonte. Die Sonne bleibt demnach immer weiter nach O. zurück; sie geht in der Richtung von W. nach O. an den Sternen vorüber. Da uns nun dieselben Sterne nach einer bestimmten Zeit in Bezug auf die Sonne an ihrer alten Stelle wieder erscheinen, so folgt daraus, daß die Sonne innerhalb dieser Zeit ihren Umlauf am Himmel in der Richtung von W. gegen O. vollendet hat. Die zu diesem Umlaufe erforderliche Zeit nennt man Jahr. Die Sonne hat somit außer ihrer täglichen Bewegung von O. nach W. noch eine jährliche von W. nach O.

5. Die Ekliptik. Die kreisförmige Bahn, welche die Sonne bei dieser jährlichen Bewegung zu beschreiben scheint, heißt Ekliptik (vom griech. ékleipsis = Verfinsterung, weil Finsternisse nur dann eintreten, wenn der Mond in oder nahe bei der Sonnenbahn steht). Sie schneidet den Äquator unter einem Winkel von $23^1/_2{}^0$.

6. Hauptpunkte der Ekliptik. Die beiden Punkte, in welchen die Ekliptik den Äquator durchschneidet, heißen die Äquinoktial- oder Nachtgleichenpunkte. Denn wenn sich die Sonne in diesen Punkten befindet, so durchläuft sie als Tageskreis den Äquator, und Tag und Nacht sind daher einander gleich. In dem einen dieser Punkte steht die Sonne am 21. März, und dieser Punkt heißt der Frühlings-Äquinoktialpunkt; in dem andern steht sie am 23. September, und dieser Punkt wird der Herbst-Äquinoktialpunkt genannt. — Die beiden Punkte, in welchen die Ekliptik die Wendekreise berührt, nennt man die Solstitial- oder Sonnenstillstandspunkte. Der vom Äquator

nördlich liegende Solstitialpunkt wird Sommersolstiz, der südliche Wintersolstiz genannt. Den erstern erreicht die Sonne am 21. Juni, den letztern am 21. Dezember. — Denkt man sich im Mittelpunkte der Ekliptik-Ebene auf diese eine Senkrechte errichtet, so trifft sie die Himmelssphäre in zwei Punkten, welche die Pole der Ekliptik heißen.

7. Tierkreis. Indem die Sonne in Jahresfrist die Ekliptik durchwandert, durchschreitet sie zwölf verschiedene Sterngruppen; sie liegen in einem Gürtel zu beiden Seiten der Ekliptik, welchen man den Tierkreis (Zodiakus, griech. = zodion, Tierchen, zodikos kyklos = Tierkreis) nennt. Er darf nicht mit der Ekliptik verwechselt werden, die ja nur eine Kreislinie ist. Die 12 Sternbilder des Tierkreises heißen:

♈ ♉ ♊ ♋ ♌ ♍ ♎

Widder, Stier, Zwillinge, Krebs, Löwe, Jungfrau, Wage,

♏ ♐ ♑ ♒ ♓

Skorpion, Schütze, Steinbock, Wassermann, Fische.

8. Zeichen der Ekliptik. Die Sternbilder sind von sehr verschiedener Länge. Da nun so ungleiche Größen in der Rechnung unbequem sind, so hat man die Ekliptik in zwölf gleiche Teile eingeteilt von je 30° Länge, welche man (Himmels-) Zeichen nennt. Sie führen die gleichen Namen wie die Sternbilder des Tierkreises, fallen mit denselben aber nicht genau zusammen.

Als den Anfangspunkt der Ekliptik nimmt man den Frühlingspunkt an oder den Anfangspunkt des Zeichens des Widders.

9. Abweichung zwischen Sternbild und Zeichen. Die Übereinstimmung zwischen Sternbild und Zeichen ist, abgesehen von dem schon angeführten Grunde, auch dadurch unmöglich gemacht, daß die Lage des Frühlingspunktes sich im Laufe der Zeit ändert. Derselbe schreitet nämlich im Laufe eines Jahres um 50″, in 72 Jahren um 1°, in 2160 Jahren um 30° oder ein Sternbild nach Westen. Gegenwärtig steht infolge davon die Sonne am 21. März im Sternbilde der Fische. — Dieses Zurückweichen des Frühlingspunktes heißt die Präcession der Äquinoktien oder das Vorrücken der Nachtgleichen.

10. Lage der Zeichen. Im Frühlingspunkte beginnt das Zeichen des Widders. Zwischen dem Frühlingspunkte und dem Sommer-Solstitialpunkte liegen die Zeichen: Widder, Stier, Zwillinge. Im Sommer-Solstitialpunkte, in den die Sonne am 21. Juni tritt, beginnt das Zeichen des Krebses, und darum heißt der an jenem Tage von der Sonne durchlaufene Tagkreis der Wendekreis des Krebses. Zwischen dem Sommer-Solstitialpunkte und dem Herbst-Äquinoktialpunkte befinden sich

die Zeichen: Krebs, Löwe, Jungfrau; im Herbst-Äquinoktialpunkte selbst beginnt das Zeichen der Wage, und zwischen ihm und dem Winter-Solstitialpunkte liegen Wage, Skorpion, Schütze. Im Winter-Solstitialpunkte beginnt das Zeichen des Steinbocks, in das die Sonne am 21. Dezember tritt. Daher heißt der an diesem Tage von der Sonne durchlaufene Tagkreis der Wendekreis des Steinbocks. Zwischen dem Winter-Solstitialpunkte und dem Frühlings-Äquinoktium befinden sich endlich: Steinbock, Wassermann, Fische.

11. Einteilung der Zeichen. Die Zeichen pflegt man nach verschiedenen Rücksichten einzuteilen.

a) In Rücksicht auf die Lage zum Äquator unterscheidet man 6 nördliche Zeichen: Widder, Stier, Zwillinge, Krebs, Löwe, Jungfrau, und 6 südliche Zeichen: Wage, Skorpion, Schütze, Steinbock, Wassermann, Fische.

b) In Beziehung auf die Jahreszeiten, in welchen dieselben durchlaufen werden, zählt man drei Frühlingszeichen: Widder, Stier, Zwillinge; drei Sommerzeichen: Krebs, Löwe, Jungfrau; drei Herbstzeichen: Wage, Skorpion, Schütze; drei Winterzeichen: Steinbock, Wassermann, Fische.

c) Hinsichtlich der Höhe, welche die Zeichen zum Horizonte erreichen, giebt es sechs aufsteigende Zeichen: Steinbock, Wassermann, Fische, Widder, Stier, Zwillinge, und sechs absteigende: Krebs, Löwe, Jungfrau, Wage, Skorpion, Schütze.

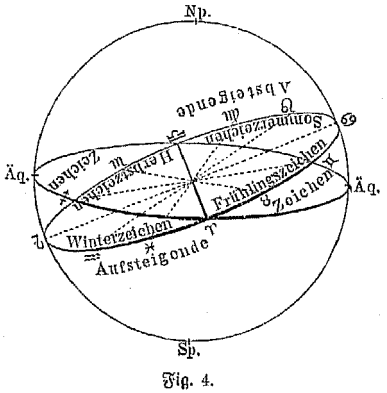


Fig. 4.

Die Lage der Ekliptik zum Äquator, sowie ihre Einteilung sind in Fig. 4 zur Darstellung gebracht.

12. Eigentümlichkeit in der scheinbaren Bewegung der Sonne. Da die tägliche und jährliche Bewegung der Sonne gleichzeitig stattfinden, so können deren Tagkreise unmöglich geschlossene Kreise sein; dies wäre nur dann möglich, wenn die Ekliptik mit dem Äquator, bezw. einem andern Parallelkreise zusammenfiele. Da dies aber nicht der Fall ist, so muß die Bewegung der Sonne eine schrauben- oder spiralförmige sein.

13. Siderisches und tropisches Jahr. Die Zeit, welche die Sonne braucht, um die Ekliptik vollständig zu durchlaufen, heißt das siderische Jahr (v. lat. sidus = Gestirn, Fixstern, weil nun die

: bei demselben Fixstern ankam, bei welchem sie vor einem
ging); dasselbe hat eine Dauer von 365 Tagen, 6 Stunden,
11 Sekunden. — Die Zeit zwischen zwei aufeinander folgenden
: Sonne in den Frühlingspunkt nennt man das tropische
elbe ist der bürgerlichen Zeiteinteilung zu Grunde gelegt und
Tage, 5 Stunden, 48 Minuten, 48 Sekunden. Der Unter-
Jahre ist durch die Präcession verursacht. (Der Name
„Jahr" rührt daher, daß die Astronomen des Altertums
nach dem Eintritte der Sonne in den Wendekreis [trópicus]

:eitenkreise. Breite und Länge eines Gestirns.
ufsteigung. Kreise, die man sich durch die Pole der
Ekliptik gezogen denkt (z. B. Fig. 5 pM), die
also dieselbe senkrecht treffen, nennt man Brei-
tenkreise. — Jenes Stück eines Breitenkreises,
das zwischen einem Gestirne (S) und der Ekliptik
liegt (SM), wird die astronomische Breite,
der Bogen der Ekliptik selbst zwischen dem Früh-
lingspunkte (V) und dem Breitenkreise (d. i. VM)
die astronomische Länge des Gestirns genannt.
— Gerade Aufsteigung oder Rektascen-
man jenen Bogen des Äquators (VL), der zwischen dem
ikte und dem Deklinationskreise (PL) eines Gestirns liegt.
nsion und Länge eines Gestirns werden vom Frühlingspunkte
gerechnet.

5.

:tsbestimmung der Gestirne. Es giebt nach dem Bis-
Ortsbestimmungssysteme der Gestirne: das System des Hori-
des Äquators und das der Ekliptik. Die einzelnen Bestim-
der genannten Systeme sind folgende:

a) Höhe und Azimut,
b) Deklination und Rektascension,
c) astronomische Breite und Länge.

b. Der scheinbare Lauf des Mondes.

gliche Bewegung. Außer den Sternen bemerken wir am
himmel auch noch den Mond. Auch er geht, wie die Sonne
ene, täglich im Osten auf und im Westen unter. Nur in
uf die Zeit des Auf- und Unterganges findet eine Ver-
tatt; denn bei dem Monde erfolgen diese Erscheinungen zu
nsten Zeiten; ferner findet man, daß er zu seinem Tages-

kreis etwas mehr als 24 Stunden, nämlich etwa 24 Stunden 50 Minuten, braucht.

2. Mondphasen. Ganz besonders auffallend ist der Wechsel in der scheinbaren Gestalt des Mondes. Man unterscheidet vier Hauptgestalten oder Phasen (v. griech. phásis = Erscheinung) des Mondes: Neumond, erstes Viertel, Vollmond und letztes Viertel. Die Phasen Neu- und Vollmond heißen Syzygien (von dem griech. Verb. syzygein = vereinigt werden), die Phasen erstes und letztes Viertel die Quadraturen des Mondes. Als Neumond ist der Mond gar nicht zu sehen; als erstes Viertel zeigt er die rechte Hälfte, als Vollmond die ganze Scheibe und als letztes Viertel nur die linke Hälfte seiner Scheibe erleuchtet. Von Vollmond bis Neumond haben wir abnehmenden, von Neumond bis Vollmond zunehmenden Mond. Kann man aus der Sichel ein *D* machen, so ist der Mond zunehmend; kann man daraus ein *C* machen, so ist er abnehmend.

3. Genauere Betrachtung der täglichen Bewegung. Es sei um die Zeit des Frühlingsanfanges (21. März). Die Sonne geht morgens 6 Uhr im Ostpunkte auf, durchläuft den Äquator des Himmels und geht abends 6 Uhr im Westpunkte unter. Gesetzt, wir haben um diese Zeit Vollmond, dann bemerken wir die volle Mondscheibe am östlichen Himmel, wenn die Sonne im Westen verschwindet. Auch der Mond durchläuft ungefähr den Äquator des Himmels, kulminiert nachts 12 Uhr und geht morgens 6 Uhr im Westpunkte unter; er scheint somit die ganze Nacht hindurch. Am folgenden Tage sehen wir ihn nicht nur etwa 50 Minuten später kulminieren, er kommt auch südlich vom Ostpunkte über den Horizont herauf. An den folgenden Tagen entfernt er sich immer weiter, bis er nach etwa sieben Tagen im südlichen Wendekreis läuft. Er geht dann um Mitternacht auf, kulminiert im Meridian morgens 6 Uhr und geht mittags 12 Uhr unter. Der Bogen liegt links; wir haben abnehmenden Mond, letztes Viertel.

Jetzt wendet der Mond, und nach weiteren sieben Tagen läuft er wieder im Äquator, geht morgens mit der Sonne auf und abends mit der Sonne unter; wir sehen ihn also nicht, wir haben Neumond.

Wieder ungefähr sieben Tage später sehen wir den Mond, wenn die Sonne untergeht, in unserem Meridian stehen; er durchläuft dann den nördlichen Wendekreis. Der Bogen liegt rechts, wir haben zunehmenden Mond, erstes Viertel; er geht um Mittag auf und um Mitternacht unter. Endlich wieder nach sieben Tagen steht der Mond im Äquator,

geht auf, wenn die Sonne untergeht, und wir haben wieder Vollmond. Vom ersten Vollmonde bis zum darauffolgenden sind $29^1/_2$ Tage verflossen, ein Monat ist vorüber.

4. Monatliche Bewegung. Außer der täglichen Bewegung des Mondes von Ost nach West bemerken wir wie bei der Sonne noch eine zweite von West nach Ost. Wenn z. B. der Mond mit einem bestimmten Fixsterne heute zu gleicher Zeit auf- und untergeht und im Meridian kulminiert, so geschieht das morgen schon nicht mehr. Er hat sich von diesem Sterne nach Osten zu entfernt und kulminiert im Vergleiche zu diesem ungefähr 50 Minuten später. Diese Entfernung nimmt mit jedem Tage gleichmäßig zu, und täglich sieht man den Mond bei neuen Sternen stehen. Verfolgt man diese Bewegung längere Zeit und achtet man auf die Sterne, an denen er während dieser Zeit vorübergeht, so findet man: 1. daß der Mond ungefähr innerhalb eines Monats wieder zu demselben Fixsterne zurückgekehrt ist, und 2. daß die in dieser Zeit beschriebene Bahn nahezu mit der Ekliptik zusammenfällt. Demnach durchläuft der Mond etwa innerhalb eines Monats die Sternbilder, an welchen die Sonne innerhalb eines Jahres vorübergeht.

5. Siderischer und synodischer Monat. Den Zeitraum zwischen zwei aufeinander folgenden gleichen Ständen des Mondes gegen einen bestimmten Fixstern nennen wir siderischen Monat. Er beträgt 27 Tage, 7 Stunden, 43 Minuten und 11,5 Sekunden. Die Mondphasen hängen aber nicht von der Stellung des Mondes zu den Fixsternen, sondern von der zur Sonne ab. Um aber diese zu erreichen, braucht der Mond noch reichlich zwei Tage. Denn während der Mond den Tierkreis durchläuft, hat die Sonne auch einen Teil desselben zurückgelegt. Man nennt die Zeit von einem Neumonde bis zum folgenden synodischen Monat (v. griech. sýnodos = Zusammenkunft, nämlich des Mondes mit der Sonne). Dieser hat 29 Tage, 12 Stunden, 44 Minuten.

Anmerkung. Zur Veranschaulichung dieser Bewegungen des Mondes und der Sonne können die beiden Zeiger einer Uhr dienen. Um 12 Uhr stehen beide Zeiger übereinander, was der Stellung von Sonne und Mond zur Zeit des Neumondes entspricht. Um 1 Uhr hat der Minutenzeiger einen Umlauf vollendet; diese Zeit entspricht dem siderischen Monat. Es vergehen aber noch weitere $5^1/_{11}$ Minuten, bis die beiden Zeiger wieder übereinander stehen; diese Zeit von $65^1/_{11}$ Minuten entspricht dem synodischen Monat.

Zweite Abteilung.

Von den wirklichen Bewegungen der Himmelskörper.

1. Von der Erde.

§ 3. Gestalt der Erde.

Die Erde hat eine kugelförmige Gestalt. Die hierfür gewöhnlich angeführten Beweise sind folgende:

1. Dem Schiffer, der von der hohen See her sich dem Lande nähert, werden zuerst die Gipfel des Küstengebirges, dann dessen Abhänge und zuletzt das Gestade selbst sichtbar, und umgekehrt verliert der Beobachter am Lande von einem aus dem Hafen auslaufenden Schiffe zuerst den Schiffskörper und zuletzt die Spitzen der Masten aus den Augen. Die Ursache dieser Erscheinung liegt in der Kugelkrümmung der Erde.

2. Reist man immer in westlicher Richtung, so kommt man, ohne umzukehren, von Osten zurück. — Man kann also rund um die Erde reisen.

3. Je weiter wir nach Osten reisen, desto früher geht uns die Sonne auf, und je weiter wir nach Westen reisen, desto später. Wäre die Erde eine Scheibe, so müßten wir allenthalben zu gleicher Zeit die Sonne sehen. Also ist die Erde von Westen nach Osten gekrümmt.

4. Wer von Norden nach Süden reist, sieht von den dem nördlichen Horizonte nahen Gestirnen eines nach dem andern hinabsinken und in gleichem Maße neue Gestirne über dem Rande des südlichen Horizontes heraufsteigen. Dies kann nur durch eine Krümmung von Norden nach Süden erklärt werden.

5. Die Erde wirft bei Mondfinsternissen (Näheres hierüber später) stets einen kreisrunden Schatten; nur eine Kugel aber wirft in jeder Lage einen kreisförmigen Schatten.

Anmerkung 1. Manche der angeführten Erscheinungen haben für sich allein freilich keine Beweiskraft; so sehen wir z. B. bei Mondfinsternissen von dem Schattenumfang der Erde stets nur einen sehr kleinen Teil; im Zusammenhalte jedoch mit allen anderen Momenten, die für die Kugelgestalt der Erde sprechen, sind auch solche Erscheinungen, wie die oben erwähnte, beweiskräftig.

Anmerkung 2. Die Kugelgestalt der Erde wird durch die Berge und Thäler der Erdoberfläche nicht beeinflußt, da alle Unebenheiten im Vergleich mit der Größe der Erde verschwindend klein sind; sie erscheinen etwa wie die Unebenheiten der Eierschale im Verhältnis zum Ei; selbst der höchste aller Berge dürfte auf einem Globus von 1 m Durchmesser nur $^2/_3$ mm hoch dargestellt werden.

Anmerkung 3. Zuerst wurde die Kugelgestalt der Erde von den Pythagoräern behauptet.

§ 4. Natürlicher, scheinbarer und wahrer Horizont. Aussichtsweite von Bergen.

1. Der Horizont, von dem im Anfange des Buches die Rede war, heißt der natürliche Horizont.

2. Denkt man sich durch den Standpunkt eines Beobachters eine Tangentialebene an die Erdoberfläche gelegt und bis zum Himmel erweitert, so heißt diese Ebene oder die Kreislinie, in der sie den Himmel trifft, der astronomische oder scheinbare Horizont. In Fig. 6 ist sb der astronomische Horizont des Punktes a. Denkt man sich parallel mit dem scheinbaren Horizonte eines Ortes eine Ebene durch den Erdmittelpunkt gelegt, so heißt diese ebenfalls bis zum Himmel erweitert gedachte Ebene der wahre Horizont des Ortes. In Fig. 6 ist wh der wahre Horizont des Punktes a.

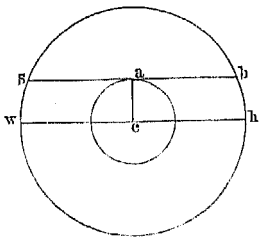


Fig. 6.

Man ersieht aus der Figur, daß der wahre Horizont stets um den Erdradius, hier ac, von dem scheinbaren Horizonte entfernt ist und nur er eigentlich die Himmelskugel in zwei gleiche Hälften teilt. Indes nimmt man in der Astronomie allgemein an, daß der scheinbare und wahre Horizont zusammenfallen, da der Erdradius im Verhältnis zu den ungeheueren Entfernungen der Fixsterne verschwindend klein ist.

3. Befindet sich ein Beobachter in der Höhe A über der Erdoberfläche, so ergiebt sich die Gesichtsweite AD aus der Anwendung des Pythagoräischen Lehrsatzes. Denn der um h verlängerte Erdradius r ist die Hypotenuse des Dreiecks ADC, folglich:

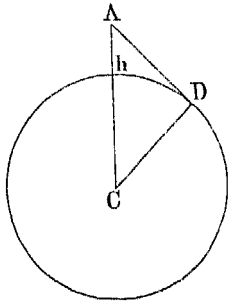


Fig. 7.

$$\begin{aligned} AD^2 &= AC^2 - DC^2 \\ &= (r + h)^2 - r^2 \\ &= r^2 + 2rh + h^2 - r^2 \\ &= 2rh + h^2; \text{ also} \end{aligned}$$

$$AD = \sqrt{h\,(2r + h)}.$$

Bedenkt man nun, daß der Durchmesser der Erde (2 r) sehr groß ist im Vergleiche zu den größten von Menschen erreichten Höhen, so kann man unter der Wurzel ohne bemerkbaren Fehler 2 r statt 2 r + h setzen; die Formel heißt dann: $AD = \sqrt{2r \cdot h}$; d. h. die Aussichtsweite wird gefunden, wenn man den Durchmesser der Erde (= 12 755 km) mit der

erreichten Höhe multipliziert und aus dem so erhaltenen Produkte die Quadra
wurzel auszieht.

Aus der Gesichtsweite, die ja der Halbmesser des Horizonts ist, ergie
sich auch der Umfang und Inhalt des Gesichtskreises ($2\,r\,\pi$ und $r^2\,\pi$).

§ 5. Einteilung der Erdoberfläche.

Um sich auf der Erdkugel zu orientieren, ist es nötig, gewisse fe
liegende, unveränderliche Punkte und Linien anzunehmen, gegen welche d
Lage der übrigen Teile bestimmt werden kann.

1. Erdachse. Man versteht darunter einen von N. nach S. geg
die Himmelspole gerichteten Durchmesser der Erde; die beiden Endpun
der Erdachse sind die Pole, und zwar heißt der dem Polarstern z
gekehrte der Nordpol der Erde, der andere der Südpol.

2. Äquator. Jene Kreislinie, welche man sich (von W. nach O
so um die Erde gezogen denkt, daß sie vom Nord- und Südpole über
gleich weit (90°) absteht, nennt man den Äquator. Weil derselbe
ganze Erde in eine nördliche und südliche Halbkugel teilt, ner
man ihn auch den Gleicher oder auch schlechtweg die Linie.

3. Meridian. Solche größte Kreise, die man sich durch die beid
Pole gezogen denkt, nennt man Meridian- oder Mittagskreise. E
Hälfte eines Meridiankreises heißt man Meridian.

Wie jeden andern Kreis, so teilt man auch den Äquator und die Mitta
kreise in 360 gleiche Teile, die man Grade (°) nennt. Jeden Grad teilt m
dann wieder in 60 Minuten (′) und jede Minute in 60 Sekunden (

Man kann sich unendlich viele Meridiane gezogen denken, weil jeder
auf der Erdoberfläche seinen eigenen Meridian hat. Zur Orientierung auf
Erde aber denkt man sich nur durch jeden Grad des Äquators einen M
ridian, im ganzen daher 360 Meridiane oder 180 Mittagskreise. Jeder M
tagskreis teilt die Erde in eine östliche und eine westliche Hemisphä

4. Parallelkreise. Kreise, die mit dem Äquator in gleicher Richt
(parallel) um die ganze Erde laufend gedacht werden, heißen Parallelkre
Man kann sich nun auch unendlich viele Parallelkreise gezogen denken, d
sich aber nur durch jeden Meridiangrad einen gezogen; man erhält so
der nördlichen und südlichen Halbkugel je 89 Kreise; gezählt werden diese
Äquator gegen jeden der Pole zu in der Weise, daß der Äquator mit 0, j
folgende Parallelkreis mit der fortlaufenden Zahl der Meridiangrade
zum 89.° gerechnet wird; der 90.° fällt auf den Nord- und Südp

Von den Parallelkreisen sind außer dem Äquator noch vier von
deutung: der nördliche Wendekreis und der nördliche Pol
kreis, der südliche Wendekreis und der südliche Polarkreis

Der nördliche Wendekreis ist $23^1/_2{}^0$ vom Äquator ($66^1/_2{}^0$ vom Nordpol) nach Norden, der südliche ebensoviele Grade ($66^1/_2{}^0$ vom Südpol) nach Süden entfernt. Der nördliche Polarkreis steht $23^1/_2{}^0$ vom Nordpol ($66^1/_2{}^0$ nördlich vom Äquator), der südliche Polarkreis ebensoviele Grade vom Südpol ab ($66^1/_2{}^0$ südlich vom Äquator).

Die Größe der Parallelkreise nimmt vom Äquator nach den Polen hin ab; dementsprechend werden auch ihre Grade immer kleiner.

§ 6. Geographische Breite und Länge.

Um die Lage irgend eines Ortes geographisch bestimmen zu können, muß man seine geographische Breite und Länge kennen.

1. Geographische Breite. Man versteht darunter die Entfernung eines Ortes vom Äquator nach Norden (n. Br.) oder Süden (s. Br.), oder (genauer) jenen Bogen des durch einen Ort gehenden Meridians, welcher zwischen dem Ort und dem Äquator liegt.

2. Geographische Länge. Sie ist die Entfernung eines Ortes vom Nullmeridian oder der Winkel, welchen der Meridian eines Ortes mit dem Nullmeridian macht. Sie kann eine östliche (ö. L.) oder eine westliche (w. L.) sein, je nachdem der zu bestimmende Ort östlich oder westlich vom Nullmeridian liegt. Als Nullmeridian kann jeder Meridian angenommen werden. Neuestens ist man aber übereingekommen, den Meridian von Greenwich als Anfangsmeridian anzunehmen.

Anmerkung. Die Ausdrücke Länge und Breite stammen aus der alten Geographie. Der den Alten bekannte Teil der Erde war ein längliches Viereck, dessen größte Ausdehnung von W. nach O., dessen kleinere von N. nach S. ging; erstere war also die Länge, letztere die Breite.

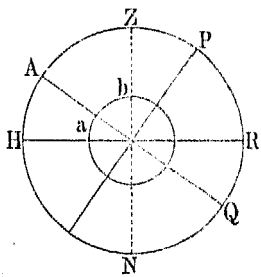


Fig. 8.

3. Bestimmung der geographischen Breite. Die geographische Breite eines Ortes ist gleich der Polhöhe desselben. Die geographische Breite ab (Fig. 8) des Erdpunktes b ist gleich AZ (da die Bogen ab und AZ zu demselben Centriwinkel gehören und alle zu demselben Winkel gehörenden Bogen gleich viele Grade haben), also gleich $90^0 - PZ$, gleich dem Komplement[1] der Zenithdistanz des Nordpoles P. Die Polhöhe PR ist aber auch $= 90^0 - PZ$; also ist die geographische Breite gleich der Polhöhe.

[1] Ein Winkel, der einen andern zu einem Rechten ergänzt, heißt das Komplement desselben.

Um also die geographische Breite irgend eines Ortes zu finden, braucht man nur seine Polhöhe zu messen.

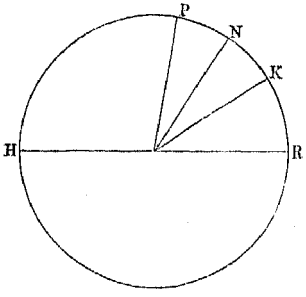


Fig. 9.

4. Bestimmung der Polhöhe. Ein gutes Mittel hierzu geben die Cirkumpolarsterne. (Siehe S. 3, § 2, 2.) Mißt man nämlich zur Zeit der obern und untern Kulmination eines solchen Sternes seine Höhe über dem Horizont, so ist das arithmetische Mittel dieser Höhen gleich der Höhe des Poles selbst.

Wenn nun $RK = 30^0$ und $RP = 75^0$ ist, so ist die Polhöhe $= \frac{30^0 + 75^0}{2} = 52^1/_2{}^0$.

Anmerkung. Die geographische Breite kann noch auf folgende Weise gefunden werden:

a) Durch Messen der Sonnenhöhe, d. h. des Winkels, um den sich die Mittagssonne über den Horizont des Standortes erhebt. Das geschieht, ohne weitere Berechnung zu fordern, an den beiden Tag- und Nachtgleichen. Da nämlich an diesen Tagen die Sonne sich im Himmelsäquator befindet, so ist der Winkel der Sonnenhöhe gleich dem Komplemente der geographischen Breite (s. § 2. Abs. 9). Aus dem Laufe der Sonne ergiebt sich nun leicht, daß man auf der nördlichen Halbkugel die Kulminationshöhe im Sommer um den Betrag der dem Beobachtungsorte entsprechenden Deklination zu vermindern, im Winter um den betreffenden Betrag der Deklination zu vermehren hat, um zu dem Komplemente der geographischen Breite zu gelangen. Die Abweichungen der Sonne vom Himmelsäquator sind für jeden Tag des Jahres genau berechnet und finden sich in den meisten Kalendern.

b) Durch Messen des Mittagsschattens eines senkrecht aufgestellten Stabes. Man mißt den Stab und seinen Schatten, bringt, wenn auch verkleinert, beide Linien zu Papier und verbindet ihre Endpunkte. Der Winkel, welchen diese Verbindungslinie mit der Schattenlinie bildet, wird mit dem Transporteur abgelesen, und man hat hiermit die Sonnenhöhe. Alles Weitere ergiebt sich aus a.

5. Bestimmung der geographischen Länge. Zur Bestimmung der geographischen Länge oder vielmehr der Längendifferenz zweier Orte dient als Hauptmittel die Zeit. Die Sonne durchschreitet die 360^0 ihres Tageskreises in 24 Stunden, legt somit in jeder Stunde $360^0 : 24 = 15^0$ und daher in 4 Minuten 1^0 zurück. Geht demnach die Sonne jetzt durch unsern Meridian, so war sie vor 4 Minuten im Meridian eines um 1^0 östlicher gelegenen Ortes. Mittel zur Längenbestimmung sind demnach:

a) Chronometer, d. i. genau gehende Uhren. Man hat Reisen mit guten Instrumenten dieser Art gemacht und dann nach Vergleichung des mitgenommenen Chronometers mit der genau bestimmten Uhrzeit der be-

treffenden Orte die Längendifferenz derselben berechnet. Würde z. B. auf einem Schiffe beobachtet, daß es 12 Uhr mittags sei, während der mitgenommene Chronometer 3 Uhr nachmittags zeigt, so würde sich aus diesem Zeitunterschiede ergeben, daß man sich 45° westlich vom Ausgangsorte befinde.

b) Solche Erscheinungen am Himmel, welche an zwei Orten zugleich gesehen werden können oder bei denen der Zeitunterschied ihres Eintrittes sich der Rechnung unterziehen läßt. Dahin gehören z. B. Finsternisse, Bedeckungen von Fixsternen durch den Mond.

c) Bei weniger entfernten Orten gebraucht man auch sogen. Blickfeuer.

d) Ein vortreffliches Mittel der Längenbestimmung sind endlich elektrische Telegraphen in Verbindung mit Chronometern.

Anmerkung. Da ein Unterschied von einem Grade in der Länge einer Zeitdifferenz von 4 Minuten entspricht, so kann die bei Erdumsegelungen gemachte Erfahrung nicht befremden, daß bei der Rückkunft zu dem Orte der Abfahrt der auf dem Schiffe richtig geführte Kalender um einen ganzen Tag von dem an jenem Orte abweiche. Bei einer Fahrt nach W. z. B. verzögert man mit jedem Tage um so vielmal 4 Minuten, als man Meridiangrade passierte, den Sonnenaufgang und verlängert somit den natürlichen Tag. Wenn man also auch mit jedem Sonnenaufgang einen neuen Tag anschreibt, so muß man nach vollendeter Reise notwendig gegen die Zeit des Abfahrtsortes einen ganzen Tag (360 · 4 Min.) weniger zählen. Umgekehrt ist es bei ostwärts fahrenden Schiffen; sie werden bei ihrer Rückkehr gegen die Zeit des Abfahrtsortes einen Tag mehr zählen. Um also zur gewohnten Rechnung der Heimat überzugehen, muß man im erstern Falle einen Tag überspringen, im letztern Falle einen Tag doppelt zählen. Gewöhnlich geschieht das bei der sogen. Datumsgrenze, die man längs des 180.° von Greenwich von der Beringsstraße durch den Großen Ocean gezogen hat.

§ 7. Abplattung der Erde.

Die Erde ist keine vollkommene, sondern eine an ihren Polen abgeplattete Kugel, ein Sphäroid [ffäroid] (v. griech. sphairoeidés = kugelähnlich). Die Beweise für die Abplattung der Erde sind folgende:

1. Eine Reihe von Gründen (hievon später) spricht dafür, daß sich die Erde täglich um ihre Achse dreht. Nun hat die Erfahrung gelehrt, daß jeder weiche Körper, der um die eigene Achse rotiert, sphäroidische Gestalt annimmt. Da nun die Erde anfangs auch eine weiche Masse gewesen, so mußte sie infolge der Rotation gleichfalls eine abgeplattete Gestalt annehmen.

2. Von zwei Pendeln gleicher Länge schwingt das in der Nähe des Poles schneller als das am Äquator. Selbst unter Berücksichtigung der nach den Polen hin sich vermindernden Schwungkraft ist dies nur daraus erklärlich, daß ein Ort der polaren Gegenden dem Mittelpunkte der Erde näher ist, als ein Punkt des Äquators; die Erde muß also abgeplattet sein.

Anmerkung. Die für das Pendel überhaupt geltenden Gesetze sind v dem italienischen Naturforscher Galilei († 1642) aufgestellt worden, der dur die Schwingungen einer Lampe im Dome zu Pisa zur Erforschung derselben a geregt wurde.

3. Ist die Erde ein nach den Polen hin abgeplattetes Sphäroid, muß die Krümmung ihrer Oberfläche ebenfalls nach den Polen h immer geringer werden; es wird also, je mehr man sich einem Po nähert, eines um so größern Meridianbogens bedürfen, um eine Zunahr der Höhe des Himmelspoles um einen Grad zu bewirken; ein Gradbog (des Meridians) wird daher um so größer sein, je höher die ihm en sprechende geographische Breite ist. Der Prüfung dieses Ergebnisses d Theorie galten die neueren Gradmessungen. Durch sie wurde der auch die Richtigkeit jener Annahme erwiesen. Alle Gradmessungen seit En des vorigen Jahrhunderts ergaben nämlich für die dem Äquator näher g legenen Meridiangrade eine geringere, für die in höheren Breiten gemessen durchweg eine größere Länge.

Die Abplattung der Erde beträgt $^1/_{300}$ des größten Durchmesser d. h. die Polarachse ist um 43 km kürzer als jede Äquatorialach (12 712 km und 12 755 km). Diese geringfügige Abweichung von d Kugelgestalt kann bei einem Globus von gewöhnlicher Größe gar nic nachgeahmt werden.

Anmerkung. Die Erde hat übrigens auch keine rein sphäroidale Gesta Störungen der Niveauflächen der Meere werden z. B. durch die von den Kon nenten auf das Wasser ausgeübte Attraktion, durch die stete Wellenbewegung, du Ebbe und Flut, wechselnden Luftdruck u. s. w. hervorgerufen. Die thatsä liche Gestalt der Erdoberfläche (der Meeresfläche, Gleichgewichtsfläche) hat m das Geoid genannt.

§ 8. Größe der Erde.

Da die geographische Breite gleich der Polhöhe ist, so kann man d Gradabstand zweier Orte, die auf demselben Meridiane liegen, einfach dur die Bestimmung ihrer Polhöhe finden. Wird nun die Entfernung d beiden Orte wirklich gemessen, so kann man daraus leicht die Größe d Erde berechnen. Solche Messungen sind in der That in den verschiedenst Breiten vorgenommen worden. Dabei hat man als Resultat gefunden, d ein Grad eines Meridians rund 111 km lang ist, mithin der 15. T eines solchen, den man die deutsche geographische Meile nen 7420 m beträgt. Daraus ergiebt sich nun alles übrige.

Der Umfang der Erde (am Äquator) ist = 40 070 km. D Äquatorial-Durchmesser ist = 12 755 km. Die Oberfläche d Erde berechnet sich auf 510 Millionen qkm.

Anmerkung. Die erste aus dem Altertum bekannte Gradmessung stammt von Eratosthenes [ó] († 196 v. Chr.). Er bestimmte den Breitenunterschied von Syene am Nil und Alexandrien. Die erste auf europäischem Boden vorgenommene Messung ist die 1525 zwischen Paris und Amiens von Fernel ausgeführte. 1617 folgte die Messung des Holländers Snellius. Am Ende des 17. Jahrh. maß Picard (pikár) die Größe eines Meridiangrades von Amiens (amiän$_g$) bis Malvoisine (malvoasin) im nördlichen Frankreich. Im 18. Jahrhundert wurden zwei große Gradmessungen von Frankreich veranstaltet, die eine in Peru, die andere in Lappland. Die erstere wurde von Bouguer (bugé) und La Condamine (kon$_g$damin), die letztere von Maupertuis (mopertwi) u. a. vorgenommen. Alle früheren Gradmessungen wurden indes in Schatten gestellt durch die auf Betrieb der französischen Nationalversammlung unternommene und (von Biot [bió] und Arago) 1808 vollendete. In neuester Zeit erfolgten mehrere große und genaue Messungen, und gegenwärtig besteht ein Verein von europäischen Staaten zum Zwecke einer großen europäischen Gradmessung.

§ 9. Die Dichtigkeit der Erde.

Die Erde besteht aus dichterem Stoff als fast alle anderen uns bekannten Weltkörper; die mittlere Dichte des Erdkörpers ist die $5^1/_2$fache des Wassers, d. h. die Erde ist $5^1/_2$ mal schwerer als eine gleich große Kugel von Wasser. Da nun die Dichte derjenigen Gesteine, welche die Außenseite des Erdkörpers bilden, im Mittel höchstens auf 2,7 veranschlagt werden kann, so muß die Erde nach ihrem Innern hin aus viel dichteren Stoffen zusammengesetzt sein. Eine genauere Kenntnis des Erdinnern fehlt indes vorerst noch gänzlich. Wohl ist als erwiesen anzunehmen, daß im Innern der Erde sehr hohe Temperaturen herrschen. Ob aber geschmolzene Massen im Innern noch vorhanden sind, oder ob die Erde vollständig starr ist bis zum Mittelpunkte, darüber ein bestimmtes Urteil auszusprechen, ist zur Zeit unmöglich.

§ 10. Die verschiedenen Sphären.

Unter einer Sphäre im allgemeinen versteht man eine Kugel und hier im besondern die Himmelskugel nach den verschiedenen Ansichten, welche die Tageskreise der Gestirne in ihrer Stellung gegen die Horizontfläche den verschiedenen Erdbewohnern darbieten. Mit Rücksicht darauf unterscheidet man folgende drei Sphären:

1. Die gerade oder senkrechte Sphäre (sphaera recta). Für die Bewohner des Erdäquators fällt (Fig. 10) der wahre Horizont mit der Himmelsachse zusammen. Der Himmelsäquator geht durch das Zenith und Nadir, steht also senkrecht auf dem Horizont, ebenso alle Parallelkreise, da diese dem Äquator parallel laufen. Daher heißt man diese Lage

des Himmels zum Horizonte die senkrechte Sphäre. Bei ihr werden alle Parallelkreise durch den Horizont halbiert, alle Gestirne gehen senkrecht auf und senkrecht unter und verweilen zwölf Stunden über dem Horizont und ebensolang unter demselben. Daraus folgt, daß am Äquator Tag und Nacht stets gleich lang sind.

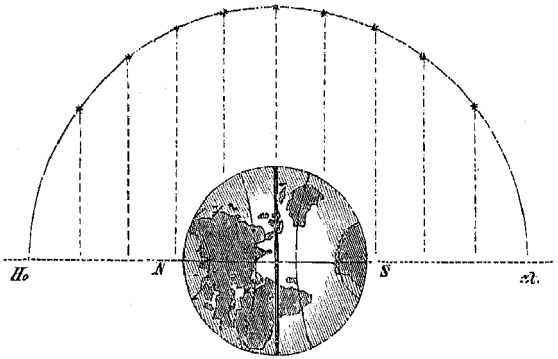


Fig. 10.

2. Die parallele Sphäre (sphaera parallela, Fig. 11). Befindet sich der Beobachter am Nordpol, so steht ein Weltpol im Zenith, und der Himmelsäquator fällt mit dem wahren Horizont zusammen; daher bewegen sich alle Gestirne parallel zum Horizont. Es geht dem Beobachter kein Fixstern auf und unter, und es ist ihm stets nur die eine Hälfte des Himmels sichtbar. — Die Sonne umkreist

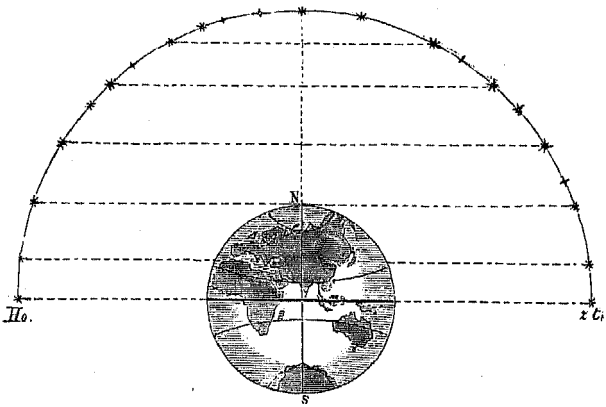


Fig. 11.

am 21. März den Horizont, erhebt sich dann in Schraubengängen, ohne unterzugehen, immer höher am Himmelsgewölbe bis zu $23^1/_2{}^0$; nun beginnt das Hinabsteigen, das am 23. September endet; von jetzt an sinkt die Sonne unter den Horizont. Der Tag des Nordpols dauert sechs Monate, ebensolang seine Nacht.

3. Die schiefe Sphäre (sphaera obliqua, Fig. 12). Der Standpunkt des Beobachters sei x (48 ° n. Br.); dann ist der Horizont HZ, er schneidet also den Äquator und die Parallelkreise des Himmels schief; darum gehen die Gestirne schief gegen den Horizont auf und unter;

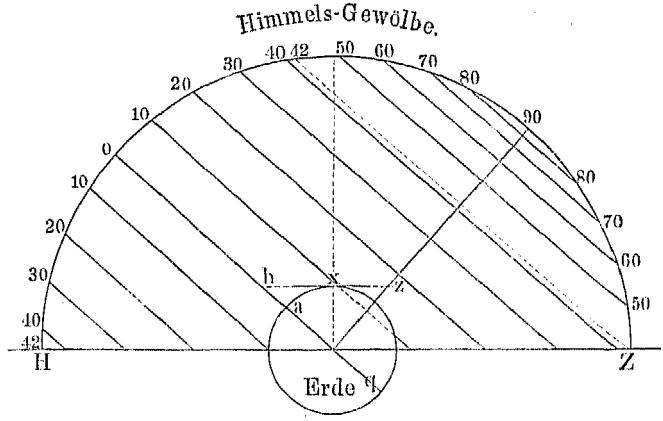


Fig. 12.

einige gehen gar nicht auf, andere gar nicht unter. In der schiefen Sphäre findet eine Veränderung der Tageslänge statt, die um so größer wird, je größer die geographische Breite ist.

§ 11. Achsendrehung der Erde (Rotation).

Unsere früheren Betrachtungen am Himmel haben ergeben, daß alle Himmelskörper regelmäßig binnen 24 Stunden sich einmal um die Erde drehen. Jahrtausende hindurch hielt man an dieser Meinung fest. Endlich kam man aber zu der Einsicht, daß nicht der Sternenhimmel sich von O. nach W. um die Erde bewege, sondern daß die Erde sich in 24 Stunden von W. nach O. einmal um ihre Achse drehe.

Die Gründe für diese Annahme sind folgende:

a) Die Abplattung der Erde; denn jeder weiche Körper — und ein solcher ist ja auch die Erde gewesen — nimmt nur dann sphäroidische Gestalt an, wenn er sich rasch um seine Achse dreht.

b) Fallversuche; ein aus der Höhe herabfallender Körper müßte auf einen senkrecht unter ihm liegenden Punkt der Erdoberfläche fallen, wenn die Erde ruhte; er fällt aber östlich von diesem Punkte auf. Das läßt sich wieder nur aus der Rotation der Erde erklären. Die Spitze eines Turmes, von der der Körper herabfällt, rotiert nämlich etwas schneller als der Fuß des Turmes, wo der Körper auffällt, weil sie wegen ihrer größern Entfernung vom Erdmittelpunkte in derselben Zeit einen größern Kreis beschreibt als dieser. An der schnellern Bewegung der Spitze nimmt nun auch der herabfallende Körper teil und behält dieselbe vermöge des Beharrungsgesetzes auch während des Falles; er muß also östlich von der senkrechten Richtung aufschlagen.

c) Foucaults Pendelversuch. Nach dem Beharrungsgesetze muß ein in Schwingung gesetztes Pendel stets in unveränderter Richtung fortschwingen, seine ursprüngliche Schwingungsebene beibehalten. Denken wir uns z. B. über einer mit Gradeinteilung versehenen Kompaßscheibe (s. Fig. 13) einen Bügel errichtet, an welchem ein Pendel befestigt sei, das wir genau in der Richtung von S nach N in Schwingung versetzen. Die Schwingungsebene muß nun in der ursprünglichen Richtung von S nach N verbleiben. Drehen wir aber die Kompaßscheibe von W nach O über Süd, so muß die Schwingungsebene nach einer gewissen Zeit in Beziehung auf die Scheibe die Richtung S′N′ erhalten, und wenn wir die Scheibe in der angegebenen Richtung ganz um die Achse drehen, so werden nach und nach alle Grade der Kreisteilung von W nach O unter dem Pendel hinweggehen.

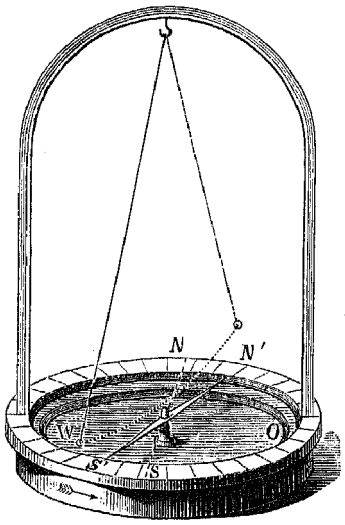


Fig. 13.

Denken wir uns nun genau über dem Nordpole auf einer ähnlichen Kreisteilung ein schwingendes Pendel errichtet, so muß, wenn sich die Erde wirklich um ihre Achse dreht, in 24 Stunden die ganze Kreisteilung unter dem Pendel hinweggehen. Da wir aber die Achsendrehung der Erde nicht fühlen, so muß es uns vorkommen, als habe umgekehrt die Schwingungsebene des Pendels ihre Richtung verändert.

Die Beobachtungen der eben beschriebenen Veränderung der Schwingungsrichtung des Pendels sind nun zwar nicht an dem uns unzugänglichen Pole gemacht worden; aber man hat zwischen Pol und Äquator derartige, nur durch Annahme der Achsendrehung erklärbare Abweichungen wahrgenommen.

Zuerst (1851) wurde dieser augenscheinliche Beweis für die Rotation der Erde von dem französischen Physiker Foucault (fucó) gegeben.

d) Die Passatwinde. In der Nähe des Äquators wird die Luft infolge der starken Erwärmung in hohem Grade aufgelockert und ausgedehnt. Aus diesem Grunde herrscht in den oberen Schichten der Äquatorialgegend ein viel größerer Luftdruck, als in gleichem Abstande von der Erde unter allen Breiten. Daher findet in der Höhe ein Abfließen der Luft nach den Polen statt. Diesen Luftverlust auszugleichen, strömt unten von N. und S. Luft gegen den Äquator hin. Wäre nun die Erde ohne Be-

wegung, so müßte man nördlich vom Äquator einen Nordwind und südlich davon einen Südwind haben. Die Erfahrung lehrt uns aber, daß innerhalb der Wendekreise nördlich vom Äquator ein Nordostwind, südlich davon ein Südostwind herrscht. Diese Erscheinung erklärt sich nur aus der Achsendrehung der Erde, infolge deren alle horizontalen Bewegungen auf der nördlichen Halbkugel rechts, auf der südlichen links abgelenkt werden.

Die Folge der Rotation ist der Wechsel von Tag und Nacht.

Anmerkung. Die Zeit der Umdrehung der Erde um ihre Achse ist seit den ältesten Zeiten praktisch unveränderlich; heute ist ein Tag nicht länger oder kürzer als vor 3000 Jahren; doch haben neuere Untersuchungen ergeben, daß die Umdrehungsdauer der Erde seit den frühesten Zeiten astronomischer Beobachtung eine geringe Verlangsamung erfahren hat, jedoch nur um $^1/_{83}$ Sekunde. „Man weiß nicht," ruft Klein mit Recht aus, „was man mehr bewundern soll: die Unveränderlichkeit der mittlern Umdrehungsdauer während so langer Zeit, oder die hohe Ausbildung der Wissenschaft, die eine so kleine Größe nachzuweisen vermag."

§ 12. Die jährliche Bewegung der Erde um die Sonne (Revolution).

Durch die Rotation der kugelförmigen Erde findet der tägliche Umschwung von Sonne, Mond und Sternen seine einfache und ungezwungene Erklärung. Unerklärt aber bleibt dabei das tägliche Zurückbleiben der Sonne hinter den Fixsternen oder ihre jährliche Bewegung in der Ekliptik. Diese würde sich erklären lassen, wenn die Sonne wirklich in Jahresfrist sich in der Ekliptik um die ruhende Erde bewegte; es würde dies aber auch der Fall sein, wenn sich die Sache umgekehrt verhielte und die Erde die ruhende Sonne in einem Jahre umkreiste. Hierfür sprechen:

1. Die Bewegung der Monde um ihren Hauptplaneten. Bei den mit Monden begabten Planeten sieht man im Fernrohre die kleineren Monde stets ihre massenreicheren Hauptplaneten umwandeln. Seit Galilei am 7. Januar 1610 die Jupitersmonde sich um ihren Hauptplaneten hatte schwingen sehen, konnte ihn nichts in der Überzeugung, daß die Erde sich um die Sonne bewege, wankend machen.

2. Die scheinbar äußerst verwickelten Bewegungen der Planeten erklären sich leicht und einfach durch die Annahme, daß die Erde und sämtliche Planeten um die Sonne kreisen.

In Fig. 14 sei S die Sonne, der Kreis 1—5 stelle die Erdbahn, der Bogen I—V ein Stück der Bahn des beobachteten, von der Sonne weiter entfernten und langsamer sich bewegenden Planeten, FF' aber das Himmelsgewölbe vor. Steht nun in einem bestimmten Augenblicke die Erde in 1, so erblicken wir den Planeten I am Himmelsgewölbe in a. Ist die Erde bis zu 2, der Planet bis zu II vorgerückt, so sehen wir ihn am Himmelsgewölbe in b. Steht die Erde in 3, der Planet in III, so

erblicken wir ihn am Himmel in c. Steht die Erde in 4, der Planet in IV, so finden wir ihn am Himmel in d u. s. w. Also wäre nach unserer Beobachtung der Planet von b nach c zurückgelaufen, seine Bahn also schlingenförmig. Diese eigentümliche Form der Planetenbahnen, welche durch die Annahme, daß die Sonne sich um die Erde bewegt, nicht erklärt werden kann, findet ihre einfache Erklärung in der Thatsache, daß die Sonne stille steht und um sie, als Centralkörper, die Erde wie sämtliche Planeten kreisförmige Bahnen beschreiben.

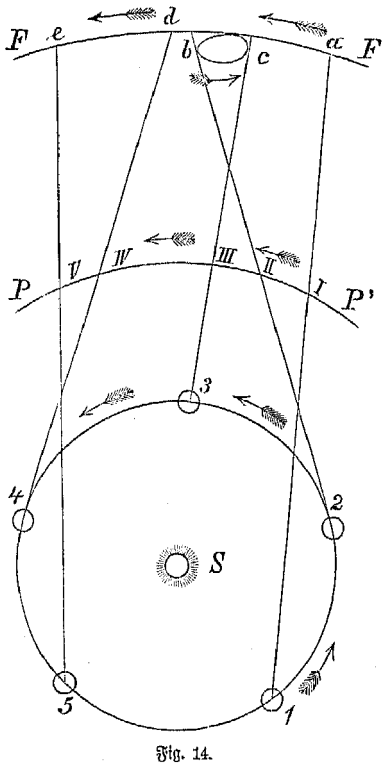


Fig. 14.

3. Die Aberration oder Abirrung des Lichtes. Bei genauer Beobachtung durch Fernrohre findet man, daß ein Fixstern nicht an derselben Stelle bleibt, sondern während eines Jahres einen kleinen Kreis (genauer eine kleine Ellipse) um seinen Ort zu beschreiben scheint. Diese Erscheinung findet nur in der Bewegung der Erde um die Sonne (zusammengehalten mit der Geschwindigkeit des Lichtes) ihre erschöpfende Erklärung. — Zur Veranschaulichung derselben diene folgendes (Fig. 15): Will man senkrecht herabfallende Regentropfen durch ein enges Rohr fallen lassen, so muß dasselbe senkrecht gehalten werden, wenn man stillsteht; es muß dagegen nach vorne geneigt werden, wenn man mit ihm vorwärts geht, und zwar muß die Neigung so stark sein, daß seine untere Öffnung in der gleichen Zeit nach D geht, während der Tropfen von A bis D fällt. Wie Regentropfen verhalten sich Lichtstrahlen, die von einem fernen Sterne auf ein Fernrohr fallen. Wenn das letztere mit der Erde unbewegt ist, so muß es genau nach dem Sterne gerichtet werden; ist dagegen die Erde bewegt, so muß man das Rohr nach der Seite hin

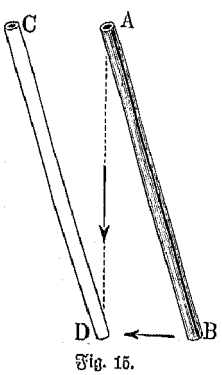


Fig. 15.

etwas vorneigen, nach welcher sich die Erde bewegt. In der That ist diese Vorneigung immer notwendig. Daraus folgt, daß die Erde nicht in Ruhe ist, sondern sich bewegt. Setzt ein Beobachter die Betrachtung eines Sternes ein ganzes Jahr über fort, so hat er sein Fernrohr allmählich nach einer Reihe von Punkten des Himmels zu richten, die einen Kreis bilden; der Stern beschreibt somit im Laufe eines Jahres um seinen wahren Ort scheinbar einen kleinen Kreis, der in Wahrheit nur ein Abbild der von der Erde um die Sonne beschriebenen Bahn ist.

Der Entdecker der Aberration ist der englische Astronom Bradley [brädde] († 1762).

Nicht die Sonne bewegt sich also um die Erde, sondern die Erde bewegt sich um die Sonne.

Die Folgen der Revolution sind der Unterschied der Jahreszeiten und der Tageslängen.

13. Erklärung des Sonnenlaufes während einer Revolution der Erde.

Sonne und Erde sind frei im Raume schwebende Weltkörper. Der Hintergrund, auf dem wir von der Erde aus jene zu sehen glauben, ist der Himmel; ebenso würde einem Auge auf der Sonne die Erde am Himmel als Himmelskörper erscheinen. Es sei in Fig. 16 s die Sonne inmitten der kreisförmigen Erdbahn a b c d, und der äußerste Kreis stelle die Himmelskugel in einem ihrer größten Kreise, der uns schon bekannten Ekliptik, dar. Steht am 21. März die Erde in a, so führt eine durch den Sonnenmittelpunkt gehende Visierlinie am Himmel zu dem Anfangspunkte des Widderzeichens. Wir sagen, die Sonne trete in dieses Zeichen. Bewegt sich die Erde von a nach x, so ist der optische Ort der Sonne am Himmel von diesem Punkte aus in x′, die letztere ist also um den asx gleichen Winkel ♈sx′ in der Ekliptik scheinbar fortgerückt. Schreitet die Erde während unseres Frühlings bis zum 21. Juni von a bis b vor, so muß die Sonne scheinbar von ♈ bis ♋ fortgeschritten sein und ebenso wie die Erde ihren Ort um 90° geändert haben. Durchläuft während unseres Sommers die Erde ein zweites Viertel ihrer Bahn, b c, so muß die Sonne ebenfalls ein zweites Viertel der Ekliptik von ♋ bis ♎ scheinbar zurückgelegt haben und am 23. September in das Zeichen der Wage zu treten im Begriff sein. Bewegt sich

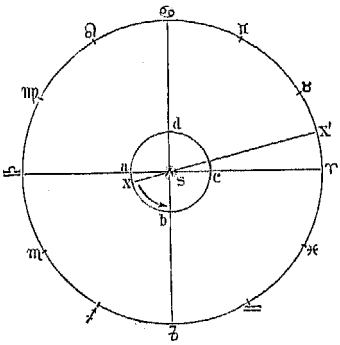


Fig. 16.

während des Winterhalbjahres die Erde durch die zweite Hälfte ihrer Bahn, von c durch d bis a zurück, so muß auch die Sonne die zweite Hälfte der Ekliptik von ♎ durch ♐ bis ♈ zurück scheinbar durchlaufen haben. Da die Erde, um volle 360° zu durchlaufen, 365 Tage 6 Stunden 9 Minuten 11 Sekunden nötig hat, so legt sie durchschnittlich per Tag nahezu 1° zurück, und um ebensoviel ändert auch die Sonne täglich ihren Ort in der Ekliptik. Durch die jährliche Bewegung der Erde um die Sonne findet also die Bewegung der Sonne in der Ekliptik ihre einfache Erklärung.

§ 14. Neigung und Parallelismus der Erdachse.

1. Die Erdachse steht nicht senkrecht zur Erdbahnebene, sondern schief. Nach dem früher Mitgeteilten ist es auch nicht schwer anzugeben, wie schief. Die Ekliptik ist die wirkliche Erdbahn, die Schiefe der Ekliptik beträgt aber $23^1/_2{}^0$; darum muß auch der Erdäquator, als die Lage des Himmelsäquators bestimmend, $23^1/_2{}^0$ von der Ebene der Erdbahn abweichen; dies ist aber nur dann der Fall, wenn die Erdachse um einen Winkel von $23^1/_2{}^0$ von der Achse der Ekliptik abweicht, also mit dieser einen Winkel von $66^1/_2{}^0$ macht.

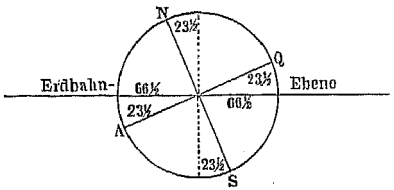


Fig. 17.

2. Die Erdachse behält die Abweichung von $66^1/_2{}^0$ während des ganzen Umlaufes der Erde bei, sie bleibt stets nach derselben Gegend des Himmels gerichtet oder bleibt sich stets parallel. (Wichtiger Satz.)

§ 15. Erklärung der Entstehung der Jahreszeiten und des Wechsels der Tageslängen.

Wir haben nunmehr die Grundwahrheiten kennen gelernt, aus denen sich die genannten jährlichen Erscheinungen ableiten lassen. Solcher Grundwahrheiten sind es vier:

1. Die Erde dreht sich in 24 Stunden um ihre Achse und zwar von Westen gegen Osten.

2. Sie bewegt sich in etwas mehr als 365 Tagen um die Sonne.

3. Die Erdachse macht mit der Erdbahn einen Winkel von $66^1/_2{}^0$.

4. Die Lage der Achse bleibt immer dieselbe (sich selbst parallel).

Zur Erzielung eines richtigen Verständnisses der bezüglichen Erscheinungen ist es nötig, noch folgendes voranzuschicken:

1. Die Erde wird von der Sonne stets zur Hälfte erleuchtet,

während die abgewandte Hälfte dunkel ist. — Die Grenze zwischen dem erleuchteten und dunkeln Teile heißt die Beleuchtungsgrenze.

2. Diese Beleuchtungsgrenze ist stets ein größter Kreis der Erde, auf welchem die den Sonnen- und Erdmittelpunkt verbindende Gerade (Centrallinie) senkrecht steht. Ein Sonnenstrahl, der in dieser Linie zur Erde kommt, trifft deren Oberfläche senkrecht, außerdem um so schiefer, je weiter er sich von ihr entfernt.

3. Die Beleuchtungsgrenze ist von dem senkrecht beschienenen Punkte überall 90^0 entfernt; wegen der Rotation der Erde ist aber dieser Punkt fortwährend ein anderer, sowie beständig andere Punkte die Beleuchtungsgrenze passieren.

4. Die erwärmende Kraft der Strahlen hängt hauptsächlich von der Richtung ab, in welcher sie auffallen, und zwar ist dieselbe um so größer, je näher sie der Senkrechten kommen, dagegen um so kleiner, je schiefer sie die Erde treffen. Denn bei schrägem Einfall verlieren die Sonnenstrahlen mehr Wärme an die Luft; auch haben sie einen größern Raum der Erdoberfläche zu erwärmen als bei senkrechtem Einfall.

Der Gang der Erscheinungen selbst erklärt sich in Kürze ungefähr aus folgender Betrachtung:

a) Steht die Erde am 21. März in I (Fig. 18), so geht die Centrallinie durch den Äquator; die Lichtgrenze geht bei dieser Stellung durch die beiden Pole und halbiert alle Parallelkreise; Tag und Nacht sind somit auf der ganzen Erde gleich. An den Polen scheidet sich die sechsmonatliche Winternacht von dem sechsmonatlichen Sommertag. — Die Sonne trifft mit ihren Strahlen senkrecht allein den Äquator; für diesen entsteht deshalb die größte Wärme, der Sommer. Für alle zwischen dem Äquator und den Polen gelegenen Orte geschieht die Beleuchtung so, daß alle schief, aber Orte gleicher Breite unter gleichen Winkeln von den Sonnenstrahlen getroffen werden. Die nördliche Halbkugel hat Frühling, die südliche Herbst. Die gleiche Erscheinung zeigt sich, wenn die Erde am 23. September in III tritt; nur fängt dann auf der nördlichen Halbkugel der Herbst, auf der südlichen der Frühling an.

b) Kommt die Erde am 21. Juni nach II, so geht die Centrale durch den nördlichen Wendekreis. Der nördliche Polarkreis liegt jetzt ganz in der Licht-, der südliche ganz in der Schattenseite. Die Breitenkreise werden nicht mehr alle halbiert, sondern nur, wie beständig, der Äquator. Auf der nördlichen Halbkugel liegt nun das größere Stück der Parallelkreise innerhalb der Lichtgrenze, auf der südlichen das kleinere; hier ist deshalb der kürzeste, dort der längste Tag. Für den Nordpol ist die Mitte des sechsmonatlichen Tages, für den Südpol die Mitte der sechsmonatlichen

Nacht gekommen. Am Äquator ist Tag und Nacht gleich. — Die Sonnenstrahlen fallen jetzt senkrecht auf den nördlichen Wendekreis; die nördliche Halbkugel hat nun Sommer, die südliche Winter. Von allem diesem geschieht das Entgegengesetzte, wenn die Erde am 21. Dezember den Punkt I

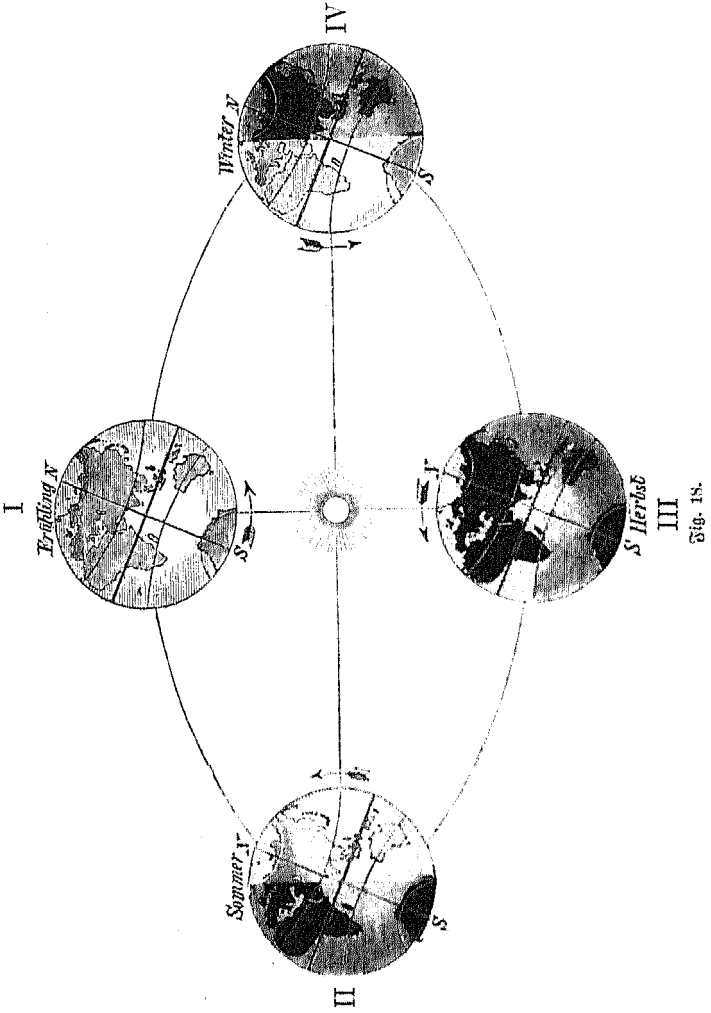


Fig. 18.

der Ekliptik berührt. Der südliche Polarkreis fällt jetzt ganz in die Licht der nördliche Polarkreis ganz in die Schattenseite; auf der südlichen Halbkugel liegt von den Parallelkreisen das größere Stück, auf der nördliche das kleinere Stück innerhalb der Lichtgrenze; hier ist also der kürzeste dort der längste Tag. Am Südpol beginnt die zweite Hälfte des sech

monatlichen Tages, wie gleichzeitig am Nordpol die zweite Hälfte der sechsmonatlichen Winternacht. Am Äquator ist wie immer Tag und Nacht gleich.

Anmerkung. Die Unterschiede in den Tageslängen einzelner Orte im Laufe eines Jahres sind aus folgender Tabelle ersichtlich:

Breite	Längster Tag	Kürzester Tag
0°	12 h 0 m	12 h 0 m
10°	12 h 35 m	11 h 25 m
20°	13 h 13 m	10 h 47 m
30°	13 h 56 m	10 h 4 m
40°	14 h 51 m	9 h 9 m
50°	16 h 9 m	7 h 51 m
60°	18 h 30 m	5 h 30 m
66° 32′	24 h 0 m	0 h 0 m

Für die nördliche Polarzone gilt noch folgende Tabelle:

Breite	Die Sonne geht nicht unter	Die Sonne geht nicht auf
70°	65 Tage	60 Tage
75°	103 „	97 „
80°	134 „	127 „
85°	161 „	153 „
90°	186 „	179 „

§ 16. Nebenwohner, Gegenwohner, Gegenfüßler.

1. Nebenwohner haben gleiche geographische Breite, aber um 180° verschiedene Länge. Sie haben demnach entgegengesetzte Tageszeiten, aber gleiche Jahreszeiten.

2. Gegenwohner haben gleiche geographische Länge, daher gleiche Tageszeiten und gleiche, aber entgegengesetzte geographische Breite, deshalb entgegengesetzte Jahreszeiten.

3. Gegenfüßler oder Antipoden haben gleiche, aber entgegengesetzte geographische Breite und um 180° verschiedene Länge; sie haben demnach entgegengesetzte Jahres- und entgegengesetzte Tageszeiten.

§ 17. Zonen der Erde.

Man teilt die Erde hinsichtlich ihrer Wärmeverhältnisse in drei große Wärmegürtel, die man Zonen nennt.

1. Die heiße oder die tropische Zone zwischen den beiden Wendekreisen, 47° breit. In dieser Zone sind die Tage nahezu von

gleicher Länge; genau gilt das freilich nur für den Äquator. — Alle diese Bewohner sehen die Sonne zweimal im Zenith und sind dann unschattig, sonst zweischattig.

Der Wechsel der Jahreszeiten ist hier weniger merklich als in den übrigen Zonen, weil sich die Sonne nie weit vom Zenith entfernt, auch die Tageslängen nur wenig verschieden sind. Gewöhnlich unterscheidet man eine trockene (heiße) und eine nasse (kühlere) Jahreszeit.

2. Die gemäßigten Zonen, die nördliche und die südliche, zwischen den entsprechenden Wende- und Polarkreisen. Jede von ihnen hat eine Breite von 43°.

Die Tageslängen sind schon verschiedener als in der heißen Zone. — Die Bewohner dieser Zone sehen die Sonne nie in ihrem Zenith und sind einschattig. — Der Unterschied der Jahreszeiten ist schon bestimmter; in der Mitte dieser Zonen sind deutlich deren 4 zu unterscheiden.

3. Die kalten Zonen mit einer Breite von je $23^1/_2{}^\circ$.

Die Sonne geht hier im Sommer tage-, wochen-, ja monatelang nicht unter, im Winter dagegen geht sie ebensolange nicht auf. — Hinsichtlich ihres Schattens sind die Polbewohner umschattig; sie sehen ihren Schatten nach allen Richtungen hin geworfen.

Jahreszeiten giebt es hier nur zwei, einen kurzen Sommer und einen langen, strengen Winter. Die sehr schräge Richtung, in der diese Gegenden von den Sonnenstrahlen getroffen werden, ist keiner großen Wärme-Entwicklung günstig.

§ 18. Die Gestalt der Erdbahn.

Kopernikus, der zuerst auf die Bewegung der Erde um die Sonne kam, behauptete, daß die Bahn der Erde ein Kreis sei, in dessen Mittelpunkt die Sonne stehe. Das ist jedoch nicht der wahre Sachverhalt; vielmehr ist die Erdbahn, wie dies Kepler auch für die übrigen Planeten nachgewiesen hat, eine Ellipse, in deren einem Brennpunkte die Sonne steht. Fig. 19 stellt eine Ellipse dar; ab den längsten Durchmesser, die große Achse, cd die kleine Achse; die Sonne steht nicht in dem Durchschnittspunkte beider, in o, sondern außerhalb desselben, in einem Punkte der großen Achse, s, dem Brennpunkte.

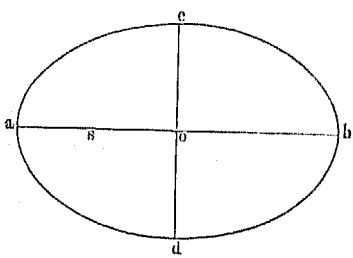


Fig. 19.

§ 19. Folgen der Bewegung der Erde in einer elliptischen Bahn.

Solche sind: 1. Ungleiche Entfernung der Erde von der Sonne. Die Entfernung der Erde von der Sonne ist einem beständigen Wechsel unterworfen; den der Sonne nächsten Punkt der Erdbahn nennt man den Punkt der Sonnennähe (Perihelium, v. d. griech. Präpos. perí = um, herum und hélios = Sonne) und den der Sonne fernsten Punkt Sonnenferne (Aphelium [afélium] v. d. griech. Präpos. apó = von, weg und hélios). 2. Ungleiche Geschwindigkeit der Erde. Da die Entfernung der Erde von der Sonne sich beständig ändert, so muß auch die Geschwindigkeit der Erde einer beständigen Änderung unterliegen. Denn die Anziehungskraft, welche ein Körper auf einen andern ausübt, ist außer von der Masse auch von der Entfernung beider Körper voneinander abhängig. Die Geschwindigkeit der Erde muß demnach wegen abnehmender Entfernung größer werden auf dem Wege der Erde vom Aphel zum Perihel, kleiner wegen zunehmender Entfernung auf dem Wege vom Perihel zum Aphel. 3. Ungleiche Dauer der Jahreszeiten. Wegen der ungleichmäßigen Geschwindigkeit muß die Erde den Teil ihrer Bahn, in welchem das Perihel liegt, in kürzerer Zeit durchlaufen, als die entgegengesetzte Hälfte, in der sich das Aphel befindet. Dieser Umstand ist aber von Einfluß auf die Dauer unserer Jahreszeiten.

Frühling und Sommer der nördlichen Halbkugel oder unser Sommerhalbjahr ist 7 Tage 16 Stunden länger als unser Winterhalbjahr. Auf der südlichen Halbkugel gestalten sich die Verhältnisse natürlich umgekehrt; dort ist das Winterhalbjahr länger als das Sommerhalbjahr.

Den längern Sommer verdanken wir hauptsächlich dem Umstande, daß in demjenigen Teile der Bahn, den die Erde in unserem Sommer durchläuft, das Aphelium liegt und darum die Erde sich langsamer bewegt, als in der andern Hälfte der Bahn.

§ 20. Zeitgleichung.

1. Wahrer Sonnentag. Die Zeit zwischen zwei aufeinander folgenden Kulminationen der Sonne heißt ein wahrer Sonnentag.

2. Wechsel der Länge des wahren Sonnentages. Die Länge des wahren Sonnentages ist nicht das ganze Jahr hindurch gleich. Erstens ist die Erdbahn elliptisch und infolgedessen die Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn oder die scheinbare Geschwindigkeit der Sonne am Himmel nicht immer dieselbe; der zweite Grund liegt darin, daß die scheinbare Bahn der Sonne gegen den Äquator geneigt ist; infolgedavon ist der Weg von einem Meridian zum andern bald länger, bald kürzer, um so länger, je schiefer die Bahn gegen die Meridiane liegt.

3. Mittlerer Sonnentag. Der wahre Sonnentag ist wegen seiner stets wechselnden Länge für die genaue Zeiteinteilung im praktischen Leben nicht geeignet. Man hat deshalb zu dem Auskunftsmittel gegriffen einen mittlern Sonnentag anzunehmen, dessen Länge das ganze Jahr hindurch gleich bleibt. Jede gut gehende Räderuhr giebt die mittlere jede Sonnenuhr die wahre Sonnenzeit an.

4. Zeitgleichung. Der Unterschied zwischen dem Stande der Räderuhr und dem der Sonnenuhr heißt die Zeitgleichung.

Viermal im Jahre, am 15. April, 15. Juni, 1. September und 24. Dezember, ist die Zeitgleichung Null, d. h. Sonnenuhr und Räderuhr stimmen überein; vom 24. Dezember bis 15. April und ebenso vom 15. Juni bis 1. September ist sie positiv, d. h. die Räderuhr geht der Sonnenuhr vor; in der übrigen Zeit des Jahres dagegen ist sie negativ, d. h. die Räderuhr bleibt hinter der Sonnenuhr zurück.

Ihren größten positiven Wert, 14,5 Minuten, erreicht die Zeitgleichung am 11. Februar, d. h. unsere Uhren zeigen bereits 12 Uhr 14,5 Minuten, wenn die Sonne durch den Meridian geht; ihren größten negativen Wert, 16,3 Minuten, erreicht sie am 2. November, d. h. unsere Uhren zeigen am wahren Mittag 11 Uhr 43,7 Minuten.

5. Erscheinungen, die sich aus der Zeitgleichung erklären. Aus der Abweichung der mittlern Sonnenzeit von der wahren erklärt sich die bekannte Erscheinung, daß im Februar die Tage des Abends mehr zuzunehmen scheinen als des Morgens, und daß im November die Vormittage weniger abzunehmen scheinen als die Nachmittage.

Am 11. Februar z. B. ist die Zeitgleichung 14,5 Minuten, d. h. die Sonne kulminiert um 12 Uhr 14,5 Minuten; die Tageslänge ist in Berlin 9 Stunden 34 Minuten; folglich geht die Sonne 4 Stunden 47 Minuten vor der Kulmination, um 7 Uhr 27,5 Minuten, auf und ebenso lange nach derselben, um 5 Uhr 1,5 Minuten, unter. Da wir unsern Vormittag mit 12 Uhr mittlerer Zeit schließen, so hat an dem genannten Tage der mittlere Vormittag eine Dauer von 12 Stunden — 7 Stunden 27,5 Minuten = 4 Stunden 32,5 Minuten, während die des Nachmittags 5 Stunden 1,5 Minuten beträgt. Der Nachmittag ist mithin nach unserer Rechnung um fast $^1/_2$ Stunde länger als der Vormittag. Umgekehrt verhält sich die Sache im November, wo der mittlere Mittag nach dem wahren eintritt; hier wird der Vormittag verlängert.

2. Vom Monde.

§ 21. Der Mond als Kugel.

Der Mond ist eine Kugel mit einem Durchmesser von 3480 km; seine Oberfläche beträgt nahezu $^1/_{14}$, sein Körperinhalt $^1/_{50}$, seine Masse nur ein $^1/_{80}$ der bezüglichen Größen der Erde.

§ 22. Bewegungen des Mondes.

Der Mond zeigt bekanntlich, ähnlich der Sonne, zwei Bewegungen: eine tägliche, von O. nach W. gerichtete, und eine monatliche, bei der er täglich etwa 13° von W. nach O., also gegen die Richtung des täglichen Umschwunges des Himmels fortschreitet und in 27 Tagen 7 Stunden 43 Minuten 11,5 Sekunden den Tierkreis durchläuft.

Was die tägliche Bewegung des Mondes betrifft, so ist diese nur scheinbar; sie entsteht durch die Achsendrehung der Erde von W. nach O. Die wirkliche Bewegung des Mondes ist die monatliche; denn die Erde ist für den Mond das, was die Sonne für die Erde ist, der Centralkörper. Da aber dieser von der Sonne abhängig ist, so muß auch der Mond mit der Erde in Jahresfrist die Reise um die Sonne mitmachen. Der Mond hat also in Wirklichkeit eine doppelte Bewegung: um die Erde und mit der Erde um die Sonne.

§ 23. Rotation des Mondes.

Genaue Beobachtungen des Mondes haben ergeben, daß dieser immer dieselbe Seite der Erde zukehrt; daraus ergiebt sich, daß er eine Rotation hat, welche mit dem Zeitraume des siderischen Monats zusammenfällt.

§ 24. Mondbahn.

Der Lauf des Mondes geht (die Erde als ruhend betrachtet) in einer Ellipse vor sich, deren einen Brennpunkt die Erde einnimmt. Da jedoch der Mond mit der Erde sich auch um die Sonne bewegt, so wird die wahre Mondbahn zu einer flach gekrümmten Schlangenlinie, die sich beinahe 13mal um die Erdbahn herumwindet (vgl. Fig. 20). — Überdies ist die Bahn des Mondes gegen die Erdbahn um 5 Grade geneigt. Die beiden Punkte, in welchen die Mondbahn die Erdbahn schneidet, heißen Knoten. — Die mittlere Entfernung des Mondes von der Erde beträgt 384000 km = circa 60 Erdhalbmesser, er ist also der Erde 400mal näher als der Sonne.

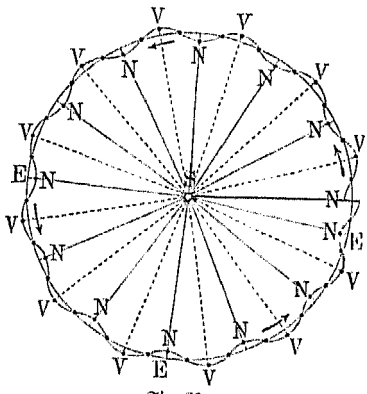


Fig. 20.

Diesterwegs populäre Himmelskunde veranschaulicht die Mondbahn also:

Anmerkung. In Fig. 21 seien AB, BC, CD, DE gleiche Teile de bahn, deren jeder etwa in 7 Tagen von der Erde zurückgelegt wird. Alsdann der Mond, wenn die Erde in E ankommt, d. h. vier dieser Teile in 28 zurückgelegt hat, ungefähr einen Umlauf um sie gemacht haben. Die um A, D, E beschriebenen kleinen Kreise stellen die Bahn des Mondes vor, die er besch würde, wenn die Erde stille stände, und zwar ist derjenige Teil der Bahn pun welchen der Mond an dem daneben verzeichneten Tage noch nicht durchlaufen

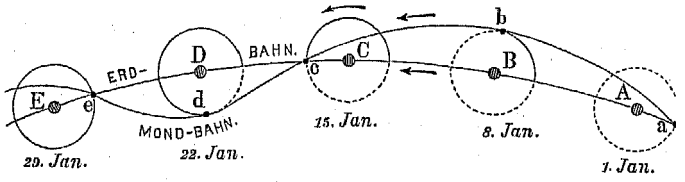


Fig. 21.

würde. Am 1. Januar steht die Erde in A, der Mond in a. Während di von A nach B geht, hat er den vierten Teil seiner Bahn um sie vollendet; e sich etwa in b befinden. Der Weg, den er zurückgelegt hat, wird folglich die Linie a b dargestellt. Nach abermals 7 Tagen kommt die Erde in C, der in c an; nach ferneren 7 Tagen sind sie in D und d, und wieder nach 7 in E und e. Die Bahn des Mondes ist folglich die Linie a b c d e, also eine gekrümmte Schlangenlinie.

§ 25. Mondphasen.

Unter Mondphasen versteht man die wechselnden Lichtgest welche uns der Mond je nach seiner Stellung gegen Sonne und Erde

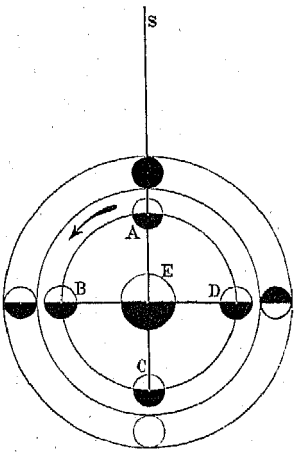


Fig. 22.

Die Ursache derselben ist der Umstand, d Mond nicht selbstleuchtend ist, sondern sein von der Sonne erhält. Der Gang der E nungen, wenn (Fig. 22) E die Erde, Sonne und A B C D die Bahn des M um die Erde bezeichnet, ist in Kürze folg

1. Steht der Mond zwischen Erd Sonne in A, so kehrt er der Erde dunkle Seite zu, ist also nicht sichtbar solcher kulminiert er mit der Sonne.

2. Nun entfernt sich der Mond vo Sonne gegen Osten und zeigt sich zu des Abends als schmal erleuchtete Sich Westen. Nach 7 Tagen und 9 Stund bereits die Hälfte der uns zugekehrten S seite erleuchtet, der Mond ist 90° von der Sonne gegen Osten entfern haben das erste Viertel (B), welches in der ersten Hälfte der Nacht le

3. Ist der Mond nach 14 Tagen 18 Stunden so weit vorgerückt, daß er in C 180° von der Sonne entfernt ist, also ihr gegenübersteht, so erscheint die ganze Mondscheibe erleuchtet, es ist Vollmond oder Voll-Licht, und er leuchtet die ganze Nacht.

4. Von jetzt an nimmt die Erleuchtung des Mondes, indem er sich der Sonne wieder nähert, in demselben Verhältnis ab, in welchem sie vorher zugenommen; bei 270° Entfernung von der Sonne, nach 22 Tagen 3 Stunden, sehen wir wieder nur die Hälfte seiner uns zugekehrten Scheibe erleuchtet; wir haben das letzte Viertel, das in der zweiten Hälfte der Nacht scheint. — Die Lichtgestalt des Mondes wird nun immer kleiner, und nach $29^1/_2$ Tagen erreicht er wieder die Phase des Neumondes, um den Lauf von neuem zu beginnen.

Anmerkung. Das aschgraue Licht des Mondes. Nach dem Neumond wird der Mond als eine schmale Sichel erblickt, wobei die übrige Mondscheibe in mattem Lichte (gewöhnlich das aschgraue Licht des Mondes genannt) erscheint; das Gleiche ist kurz vor dem Eintritte des Neumondes der Fall; ihren Grund hat diese Erscheinung darin, daß in dieser Stellung das Voll-Licht der Erde auf den Mond fällt und von ihm wieder zurückgeworfen wird.

§ 26. Sonnen- und Mondfinsternisse.

Wird ein dunkler Körper von einem hellen beschienen, so wird er an der dem hellen zugekehrten Seite erleuchtet, die andere aber wirft einen Schatten. So ist es auch bei der Erde und dem Monde. Man unterscheidet nun zwei Arten des Schattens, einen Kern- und einen Halbschatten. Der Kernschatten ist der vollständig unbeleuchtete Raum hinter einem beleuchteten undurchsichtigen Körper. Unter dem Halbschatten versteht man den Raum hinter einem beleuchteten undurchsichtigen Körper, in den wenigstens einige Lichtstrahlen hineindringen. Mond- und Erdkernschatten haben die Gestalt eines Kegels, weil Mond und Erde Kugeln bilden, welche kleiner sind als der beleuchtende Körper. In Fig. 23 sei S die Sonne, E die Erde. Durch die beiden sich erst hinter der Erde schneidenden Berührungslinien (Tangenten) wird der Kernschatten der Erde E O A abgegrenzt, durch die beiden anderen sich schon vor der Erde schneidenden Tangenten wird die Ausdehnung des Halbschattens bezeichnet. Er hat die Gestalt eines abgestumpften Kegels, dessen Spitze zwischen der Sonne und der Erde liegt.

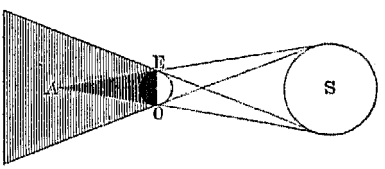


Fig. 23.

a) Sonnenfinsternisse. Es sei in Fig. 24 S die Sonne, M der Mond und E die Erde. Die drei Weltkörper stehen in gerader Richtung zu einander, und zwar befindet sich der Mond zwischen Sonne und Erde. Sein Schatten erreicht in Fig. 24 die Erde. Die Erdbewohner in der Gegend um b trifft der Kernschatten des Mondes, ihnen erscheint die ganze Sonnenscheibe von dem Monde verdeckt; man sagt darum: es findet dort eine totale Sonnenfinsternis statt. Die Gegend um a und c trifft der Halbschatten des Mondes, d. h. den dortigen Bewohnern ist nur ein Teil der Sonne durch den Mond verdeckt. Die Sonnenfinsternis um a und c nennt man darum eine partiale. In Fig. 25 steht der Mond so weit von der Erde ab, daß nicht einmal die Spitze seines Schattens die Erde erreicht. Denkt man sich in dem Falle die Achse des Mondschattens in gerader Richtung bis zur Erde verlängert, so wird den Bewohnern des Ortes, in welchem die verlängerte Achse die Erde trifft (a), die Sonnenscheibe gerade in der Mitte verfinstert erscheinen, so daß die Peripherie der Mond- und Sonnenscheibe konzentrische Kreise bilden. Der nicht verfinsterte Sonnenrand leuchtet in Form eines Kreisringes. Eine derartige Sonnenfinsternis nennt man daher eine ringförmige. Es findet also nach Fig. 24 in b eine totale, um a und c eine partiale und nach Fig. 25 in a eine ringförmige Sonnenfinsternis statt.

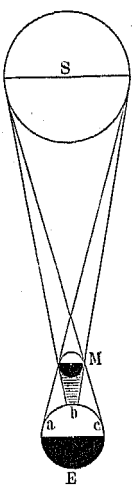


Fig. 24.

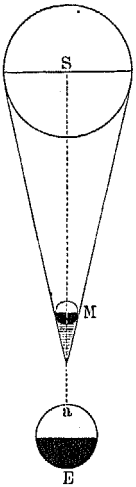


Fig. 25.

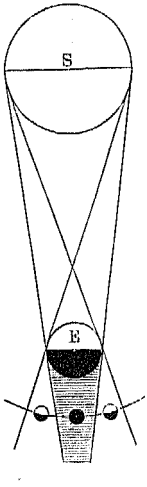


Fig. 26.

Da der Mond bei einer Sonnenfinsternis immer in gerader Richtung zwischen Erde und Sonne stehen muß, so kann eine Sonnenfinsternis nur zur Zeit des Neumondes eintreten.

Die Sonnenfinsternis beginnt stets am Westrande der Sonne und schreitet nach Osten fort; sie ist also nicht eine für alle Gegenden, in denen sie sichtbar ist, gleichzeitig eintretende Erscheinung.

Richtiger wäre es, wenn wir statt Sonnenfinsternis Erdfinsternis sagten; denn nicht die Sonne, sondern die Erde ist der Weltkörper, welchen die Finsternis trifft.

b) Mondfinsternisse. In Fig. 26 steht die Erde zwischen Sonne und Mond. Der Mond taucht zuerst in den Halbschatten der Erde; die dadurch bewirkte Schwächung des Lichtes wird aber kaum bemerkt, und man rechnet dies deshalb nicht als Mondfinsternis. Diese beginnt erst, wenn der Kernschatten erreicht ist. Im allgemeinen unterscheidet man zwei Arten der Mondfinsternisse, totale und partiale. Es wird eine Finsternis total genannt, wenn der Mond ganz in den Schattenkegel der Erde taucht; erfährt der Mond dagegen nur eine teilweise Verfinsterung, indem er den Schattenkegel nur streift, so heißt eine solche Finsternis eine partiale.

Da die Erde sich zur Zeit einer Mondfinsternis immer in gerader Richtung zwischen Sonne und Mond befindet, so wird eine solche nur zur Zeit des Vollmondes stattfinden können.

Jede Mondfinsternis ist für alle irdischen Beobachter, die den Trabanten über ihrem Horizonte haben, in ihren einzelnen Phasen zur gleichen (absoluten) Zeit sichtbar, nur zu anderer Stunde an Orten, die nicht unter demselben Meridian liegen.

Lägen Mond- und Erdbahn in einer Ebene, so würde der Mond jeden Monat uns einmal die Sonne verdecken, einmal würde er ganz im Erdschatten stehen; wir würden sonach jeden Monat einmal Mond- und einmal Sonnenfinsternis haben. Da aber Mond- und Erdbahn sich unter einem Winkel von 5° schneiden, so ist leicht begreiflich, daß Mond- und Sonnenfinsternisse nur dann eintreten können, wenn der Mond in einem der Knotenpunkte oder wenigstens in der Nähe derselben steht.

Daß der Mond bei Mondfinsternissen nicht genau in einem der Knotenpunkte zu stehen hat, erklärt sich daraus, daß der Erdschattenkegel circa $1^1/_2$ Mill. km lang ist und infolge davon in dem Mondabstande noch circa 8900 km dick ist, so daß er den nur circa 3000 km dicken Mond noch total, noch viel mehr aber partial verfinstern kann, ohne daß die Mittelpunkte zusammenfallen. Ebenso tritt für die Sonnenfinsternis der günstige Umstand ein, daß der verdeckende Körper, der Mond, uns 400mal näher ist, als die Sonne, und daß ein kleiner Körper einen großen um so leichter unserm Auge entzieht, je näher der kleine ist im Vergleiche mit dem großen.

Anmerkung. Physik des Mondes.

a) Die Oberfläche des Mondes ist uneben, zerklüftet. Man bemerkt auf ihr hellere und dunklere Flecke; letztere hielt man früher für Meere und benannte sie auch so. In der That aber sind sie Ebenen, die im Schatten der Berge, der helleren Flecke, liegen. Die Gebirge sind zum Teil Kettengebirge, größtenteils aber Ringgebirge. Die Form der letzteren ist den Kratern irdischer Vulkane ähnlich

(Fig. 27). — Außer diesen Gebirgen sind auch noch die schmalen und tiefen Fur (Rillen) in den Ebenen wie in den gebirgigen Gegenden bemerkenswert; sie vielleicht gewaltige Risse der Mondoberfläche. — Während man früher den M für erstarrt, also Änderungen auf demselben für undenkbar hielt, sind in letzter an einzelnen Kra Veränderungen w genommen worden b) Ein Unterschied Jahreszeiten auf dem Monde k bemerkbar, da Achse nur um ei Grade gegen die Ba ebene geneigt ist. c) Innerhalb eines nodischen Monats det für jeden Ort Mondes, da Rota und Revolution selben zusammen len, nur einmal Wechsel von Tag Nacht statt. — d) D die mehr als 14tä

Fig. 27. Mondlandschaft.
(Nach „Vom Fels zum Meer".)

ununterbrochene Wirksamkeit der Sonne muß sich die Oberfläche des Mondes gemein stark erwärmen, während in der ebenso langen Nacht an Stelle der gro Wärme sehr empfindliche Kälte treten dürfte. — e) Daß auf dem Monde keine doch nur eine höchst dünne Atmosphäre vorhanden, wird namentlich aus Mangel einer Dämmerung geschlossen. Bei einem Himmelskörper nämlich, der einer Atmosphäre umgeben ist, kann der Übergang von Tag und Nacht und gekehrt nicht plötzlich erfolgen, vielmehr muß beim Auf- und Untergange sich Dämmerung einstellen, die um so länger währt, je höher die Atmosphäre ist. — f) auf dem Monde keine Luft ist, so fehlt es auch an Wasser; denn im luftleeren Ra kocht das Wasser bei jeder Temperatur. — g) Von Wetter nach unseren Begri kann auf dem Monde keine Rede sein. Der wegen mangelnder Atmosphäre schwa Himmel wird von keinem Wölkchen bedeckt; alle unsere atmosphärischen Prozesse unbekannte Dinge; kein Morgen- und Abendrot verschönert den düstern Himmel h) Bei solchen Verhältnissen ist auf dem Monde auch ein organisches Le ähnlich dem unserer Erde, nicht denkbar. — i) Alle volkstümlichen Ansichten über Einfluß des Mondes auf das Wetter sind als irrig zu verwerfen.

3. Von den Planeten.

§ 27. Planetensysteme.

Unter Planeten (v. griech. planáomai = ich irre umher, da d Sterne ihren Ort am Himmel verändern) versteht man solche Himm körper, die sich um sich selbst und um eine Sonne drehen, von der sie L

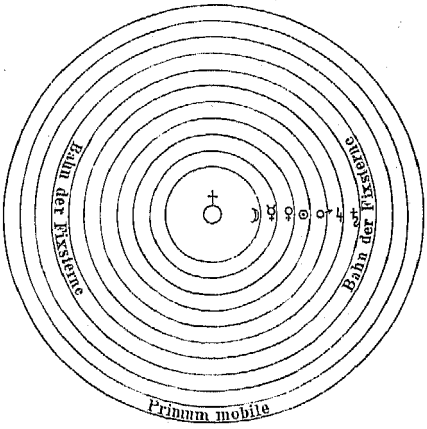


Fig. 28.

und Wärme erhalten. Für den Erdbewohner zeigen dieselben eine große Unregelmäßigkeit in ihren Bewegungen, weshalb sie schon frühe die Aufmerksamkeit der Astronomen auf sich zogen. Bereits im Altertum hat man sich vielfach bemüht, nach dem Schlüssel der rätselhaften Erscheinungen zu forschen; aber immer war die Ansicht herrschend, daß die Erde fest und unbeweglich im Centrum stehe und von allen Himmelskörpern umkreist werde, bis im Jahre 1543 durch Kopernikus eine ganz entgegengesetzte Theorie aufgestellt und mit entscheidenden Gründen belegt wurde.

Im ganzen unterscheidet man vier Planetensysteme:

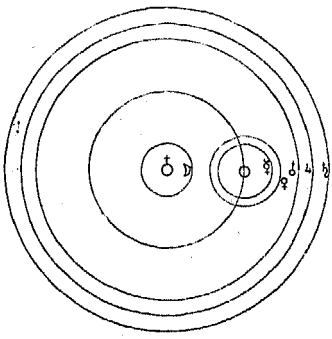


Fig. 29.

1. Das ptolemäische, nach Ptolemäus benannt, der um das Jahr 140 n. Chr. zu Alexandrien gelebt. Nach diesem bewegt sich um die ruhende Erde zunächst der Mond, dann Merkur, Venus, Sonne, Mars, Jupiter und Saturn. Die achte Sphäre nehmen die Fixsterne ein; der elfte und letzte Kreis hieß das Primum mobile und führte alle übrigen Gestirne täglich von Ost gegen West herum (Fig. 28).

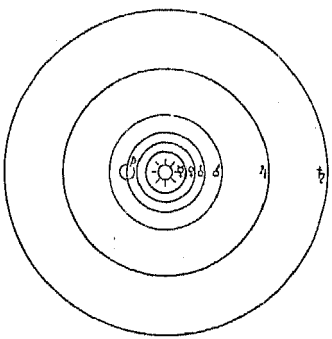


Fig. 30.

2. Das ägyptische; dieses unterscheidet sich von dem vorigen dadurch, daß es Merkur und Venus gleichsam als Trabanten die Sonne und mit dieser die Erde umkreisen läßt (Fig. 29).

3. Das kopernikanische, das allein richtige, wonach fast alle Erscheinungen sich am einfachsten genügend erklären lassen. Diesem zufolge steht die Sonne im Centrum ihres Systems, und um dieselbe kreisen der Ordnung nach: Merkur, Venus, Erde,

Mars, Jupiter, Saturn. Seinen Namen trägt es von dem Domherrn Kopernikus (1473—1543) in Frauenburg (Ostpreußen) (Fig. 30), dessen berühmtes, Papst Paul III. gewidmetes Werk „De revolutionibus orbium coelestium" zu Nürnberg 1543 erschien. Kopernikus soll auf dem Todbette die ersten Druckbogen des Werkes gesehen haben.

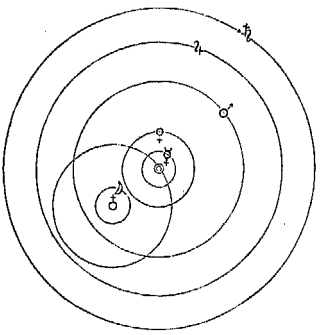


Fig. 31.

Anmerkung. Vorläufer des Kopernikus im Altertum sind Plato († 348 v. Chr.) und Aristarch (um 270 v. Chr.). Sie haben nicht nur die Rotation der Erde angenommen, sondern sind bereits zum heliozentrischen Systeme vorgedrungen.

4. Das tychonische, welches wieder die Erde in Ruhe versetzt und um dieselbe den Mond und die Sonne sich bewegen läßt; um letztere kreisen der Ordnung nach Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn. Dieses System stammt von dem dänischen Astronomen Tycho de Brahe (1546—1601) (Fig. 31).

§ 28. Keplers Gesetze.

Sehr große Verdienste um die Begründung des kopernikanischen Systems erwarb sich der Italiener Galilei (1564—1642), der Vater der neuern Physik, der erste, der mit dem eben erfundenen Fernrohr die Wunder der Sternwelt erschloß. Seine Berichtigung und wissenschaftliche Begründung erhielt dasselbe indes erst durch Kepler und Newton [njut'n].

Die berühmten drei Gesetze Keplers über die Bewegung der Planeten lauten:

1. Alle Planeten bewegen sich in Ellipsen, in deren einem Brennpunkte die Sonne steht.

2. Der Leitstrahl (oder Radiusvektor, d. h. die Verbindungslinie zwischen den Mittelpunkten der Sonne und des Planeten) überstreicht in gleichen Zeiten gleiche Flächen. SF, SE, SD, SC sind Radienvektoren.

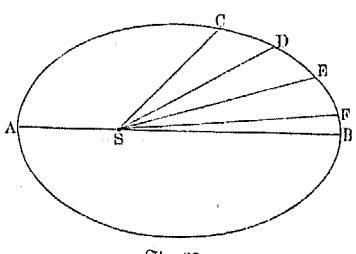


Fig. 32.

3. Die Quadrate der Umlaufszeiten je zweier Planeten verhalten sich wie die Kuben ihrer mittleren Entfernungen von der Sonne.

Durch das erste Gesetz wird die

Form der Planetenbahnen bestimmt. Das zweite bestimmt die Art der Bewegung jedes einzelnen Planeten in seiner Bahn. Nach demselben muß jeder Planet vom Perihel bis zum Aphel mit verzögerter, vom Aphel bis zum Perihel mit beschleunigter Bewegung einhergehen. Das dritte Gesetz weist am deutlichsten auf eine die Bewegung aller Planeten regelnde Kraft hin. Ist demnach die Entfernung eines Planeten von der Sonne = s, seine Umlaufszeit = t, und bezeichnet man dieselben Größen für einen zweiten Planeten mit S und T, so ist nach dem dritten Keplerschen Gesetze:

$$t^2 : T^2 = s^3 : S^3.$$

Kepler hatte sein ganzes Leben mit Not und Sorgen zu kämpfen und starb 1630 zu Regensburg, wohin er sich begeben hatte, um die Auszahlung einer rückständigen Pension zu erbitten.

Den Nachweis der Richtigkeit der Keplerschen Gesetze hat der Engländer Newton (1643—1724) durch das von ihm entdeckte Gravitationsgesetz (lat. grávitas = Schwere) gegeben. Dasselbe lautet: Die Anziehung zweier Körper steht im geraden Verhältnis zu ihren Massen und im umgekehrten zu dem Quadrat ihrer Entfernung.

Es wird berichtet, daß Newton durch einen fallenden Apfel auf die Auffindung des Gravitationsgesetzes geführt worden sei. Seine Leiche wurde mit beinahe königlichen Ehren in Westminster beigesetzt. Sein Hauptwerk führt den Titel: „Principia mathematica philosophiae naturalis".

Kopernikus lehrte somit die Bewegung der Planeten um die Sonne, Kepler fand die Gesetze, nach denen diese Bewegungen vor sich gehen, und Newton entdeckte die Weltkraft, von welcher jene der Ausfluß sind.

§ 29. Das Planetensystem unserer Sonne.

Dasselbe besteht:

1. aus der licht- und wärmestrahlenden Sonne;

2. aus den Planeten:

a) den vier der Sonne näheren (erdverwandteren): Merkur, Venus, Erde, Mars;

b) aus circa 280 Planetoiden oder Asteroiden; sie werden als Bruchstücke eines zersprengten Planeten betrachtet;

c) aus den vier äußeren, von der Sonne am weitesten entfernten: Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun; der letztgenannte Planet wurde im Jahre 1846 von dem französischen Astronomen Leverrier [löwerrié] und dem englischen Astronomen Adams [äddäms] durch Rechnung, von dem deutschen Astronomen Galle alsdann am Himmel entdeckt;

3. aus 20 Monden; sie bewegen sich um einen Hauptplaneten und mit ihm um die Sonne, von welcher sie ihr Licht empfangen. Von den inneren vier Planeten hat die Erde nur einen, der Mars zwei (sehr kleine)

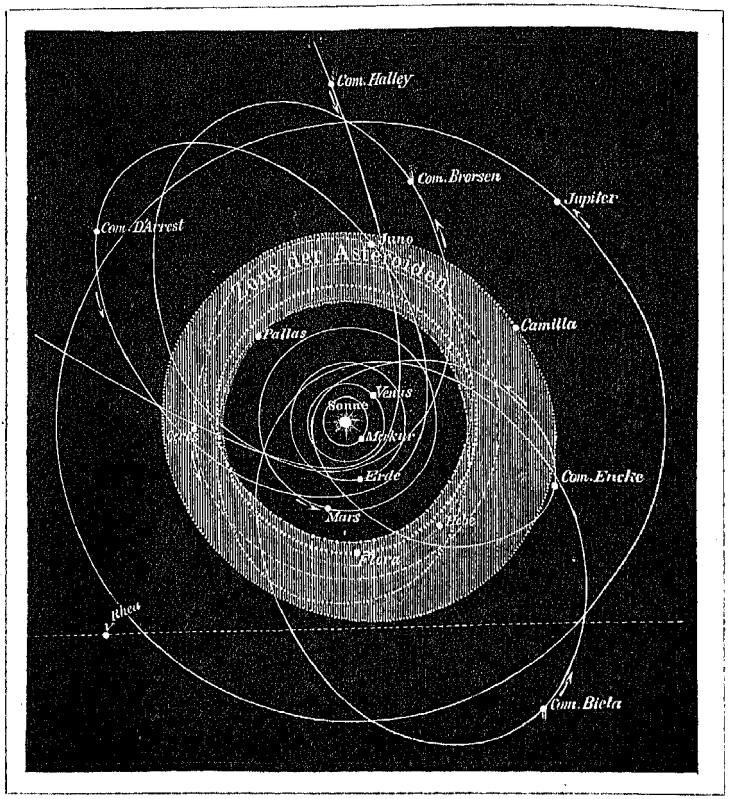


Fig. 38. **Das Sonnensystem** — ohne die drei äußersten Planeten.

Monde; von den äußeren hat Jupiter vier (sie wurden von Galilei aufgefunden und bilden die erste Entdeckung, die wir dem Fernrohr verdanken), Saturn acht, Uranus vier und Neptun einen Mond. Saturn ist außer durch acht Monde noch durch drei Ringe ausgezeichnet;

4. aus sehr vielen Kometen;

5. aus mehreren Schwärmen von Meteoriten;

6. aus einem Nebel- oder Staubring (Zodiakallicht).

Anmerkung. Ob es, wie neuestens öfter behauptet wurde, Planeten giebt, die innerhalb der Merkurbahn um die Sonne laufen, sogen. intramerkuriale Planeten, ist bis jetzt mit Sicherheit noch nicht festgestellt.

Dritte Abteilung.

Topographie des Himmels.

§ 30. Die Sonne.

1. Größe. Die Größe der Sonne setzt uns geradezu in Erstaunen. Ihr Durchmesser ist mehr als 100mal, ihre Oberfläche mehr als 10 000mal und ihr Inhalt mehr als millionmal so groß als dieselben Größen der Erde. Schon eine Hälfte der Sonne böte nicht bloß für die Erde samt dem Monde mit seiner wirklichen Entfernung (384 000 km) Platz genug, sondern beinahe noch für den Umlauf des Mondes um die Erde.

2. Dichtigkeit. Das Volumen der Sonne ist mehr als millionmal so groß als das der Erde; doch würden 325 000 Erdkugeln bereits genügen, um der Sonne das Gleichgewicht zu halten; also beträgt die Dichtigkeit der Sonne nur etwa $^1/_4$ der Erddichtigkeit, ist demnach nicht viel größer als die Dichte des Wassers.

3. Schwerkraft. Die größere Masse der Sonne hat eine größere Schwerkraft zur Folge als die auf der Erde wirkende; sie ist ungefähr 28mal stärker als bei uns.

4. Bewegung. Die Sonne bewegt sich um ihre Achse in einem Zeitraume von $25^1/_2$ Tagen; außerdem hat sie auch noch eine im Weltall fortschreitende Bewegung um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt sämtlicher Himmelskörper.

5. Entfernung der Sonne von der Erde. Diese beträgt circa 24 000 Erdhalbmesser = circa 150 Millionen km. Das Licht legt diesen Weg trotz seiner Geschwindigkeit von 300 000 km per Sekunde erst in 8 Minuten und 18 Sekunden zurück.

6. Wärmemenge der Sonne. Die Wärmemenge, welche mit den Sonnenstrahlen in jeder Minute auf die Erde kommt, repräsentiert 228 000 Milliarden Pferdekraft, und doch empfängt die Erde nur $^1/_{2340\,000\,000}$ der ganzen Wärmeausstrahlung. Man kann sich hiernach vorstellen, welche Wärme und Kraft die Sonne überhaupt ausströmt. Trotzdem wird auch unser hellleuchtendes Tagesgestirn einst erlöschen, da keine Quelle bekannt ist, welche die Sonne immer wieder und wieder mit neuer Kraft versorgen könnte. Mag man die immer fortschreitende Verdichtung der Sonne oder die in sie stürzenden Meteormassen als Quellen ihrer Wärme betrachten, keinesfalls sind das unerschöpfliche Kraftquellen.

Anmerkung. Helmholtz hat berechnet, daß der Sonnenball, wenn er sich von seiner gegenwärtigen Dichte bis zu derjenigen der Erde zusammenzieht, dadurch so viel Wärme entwickeln muß, daß die Ausstrahlung für einen Zeitraum von 17 Millionen Jahren gedeckt erscheint.

7. Temperatur der Sonne. Aus dem über die Wärmemenge der Sonne Gesagten, sowie aus der Thatsache, daß die Atmosphäre der Sonne hauptsächlich aus Wasserstoff und Eisendampf besteht, ergiebt sich, daß die Temperatur der Sonne eine überaus hohe sein muß. Doch schwanken die bezüglichen Schätzungen sehr bedeutend (von 2500 bis $2^1/_4$ Millionen Grad).

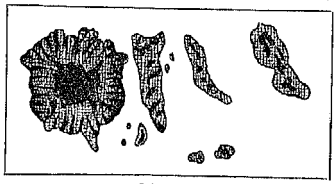


Fig. 34.

8. Physische Beschaffenheit der Sonne. Nach den Resultaten der Spektralanalyse, durch die sehr viele uns bekannte Stoffe, wie Eisen, Nickel, Zink ꝛc., als auf der Sonne vorhanden nachgewiesen wurden, ist diese ein in andauerndem Glühzustande befindlicher Körper, von einer brennenden Atmosphäre umgeben, deren äußersten Rand man bei totalen Sonnenfinsternissen als Corona (= Kranz) wahrnimmt. — Die Oberfläche der Sonne zeigt mitunter dunkle Flecken (Fig. 34); dieselben, wahrscheinlich Abkühlungsprodukte, unterliegen beständiger Veränderung: alte verschwinden, neue entstehen, und immer nach elf Jahren erreicht ihre Anzahl den Höhepunkt (elfjährige Periode des Fleckenmaximums).

Anmerkung. In neuester Zeit will man zwischen fast sämtlichen meteorologischen Phänomenen auf der Erde einerseits und den Sonnenflecken anderseits eine sehr enge Beziehung wahrgenommen haben. So hat man die Häufigkeit der tropischen Wirbelstürme, der sogen. Cirruswolken, des Regenfalles, der Hochwasser und der Gewitter, den Luftdruck, ja selbst die Wiederkehr von Hungerjahren und Heuschreckenschwärmen mit den Sonnenflecken in Verbindung gebracht.

9. Protuberanzen. Bei totalen Sonnenfinsternissen werden an den Rändern der Corona phantastisch geformte, rotschimmernde Ausstrahlungen sichtbar, sogen. Protuberanzen. Es ist kaum mehr ein Zweifel darüber, daß man es hier mit kolossalen Wasserstoff-Eruptionen zu thun hat, die oft bis zu 150 000, ja bis zu 360 000 km hoch in die Sonnenatmosphäre hinausgeschleudert werden.

§ 31. Die Planeten.

1. Mittlere Entfernung von der Sonne. Hierdurch wird zunächst die Stellung der Planeten zur Sonne bestimmt. Setzt man diese bei der Erde = 1, so ist (nach Guthe-Wagner) die mittlere Entfernung von der Sonne bei

	Erde = 1	Mill. km
Merkur	0,4	57,5
Venus	0,7	107,5
Erde	1	148,7
Mars	1,5	226,5
Planetoiden { Medusa	2,1	317
Planetoiden { Hilda .	4	586
Jupiter	5	773
Saturn	9,5	1408
Uranus	19	2852
Neptun	30	4470

Die Erde erscheint hiernach in Bezug auf Beleuchtung und Erwärmung vonseiten der Sonne sehr begünstigt, da sie nicht den Extremen ausgesetzt ist, wie die übrigen Planeten.

2. Form der Planetenbahnen. Alle Planeten bewegen sich in Ellipsen um die Sonne.

3. Rotation der Planeten. Die Rotationsgeschwindigkeit ist bei den vier inneren Planeten annähernd gleich; sie beträgt um ein Geringes mehr oder weniger als 24 Stunden; bei Jupiter und Saturn ist sie beträchtlich größer; ihre Umdrehung vollzieht sich etwa in zehn Stunden.

4. Revolution der Planeten. Hierzu braucht

Merkur 88 Tage, Venus 225 Tage, Mars 687 Tage; Jupiter 12 Jahre, Saturn 29 Jahre, Uranus 84 Jahre, Neptun 167 Jahre.

Die größte fortschreitende Geschwindigkeit hat demnach der Merkur; mit der Zunahme der Entfernung von der Sonne wird diese immer geringer.

5. Größe der Planeten. Setzt man die Erde = 1, so ergiebt sich (nach Guthe-Wagner) für die einzelnen Planeten in Bezug auf Oberfläche und Volumen folgendes:

Planeten.	Oberfläche.		Volumen.
	qkm	Erde = 1	Erde = 1
Ceres . . .	415 000	$^1/_{1200}$	$^1/_{43000}$
Merkur . . .	73 Mill.	$^1/_7$	$^1/_{18}$
Mars . . .	143 „	$^2/_7$	$^1/_7$
Venus . . .	465 „	$^{23}/_{25}$	$^7/_8$
Erde	510 „	1	1
Neptun . . .	9 500 „	19	78
Uranus . . .	10 330 „	22	101
Saturn . . .	45 000 „	88	828
Jupiter . . .	62 100 „	122	1 344
Sonne . . .	6 050 000 „	12 000	1 295 000

Ganz außerordentlich klein sind die meisten der Asteroiden. Manche sollen kaum eine Oberfläche von circa 2800 qkm haben, würden also unsere kleinen deutschen Fürstentümer wenig übertreffen.

6. Dichtigkeit der Planeten. Die Planeten unterscheiden sich auch hinsichtlich ihrer Dichtigkeit. Im allgemeinen sind die vier inneren Planeten von annähernd gleicher Dichtigkeit mit der Erde, nämlich:

Erde = 1,	Merkur = 0,8,
Venus = 0,9,	Mars = 0,7.

Die äußeren Planeten haben eine geringere Dichtigkeit als die Erde (Dichtigkeit der Erde = 1):

Neptun = $^1/_4$,	Uranus = $^1/_6$,
Jupiter = $^1/_4$,	Saturn = $^1/_9$.

Die Dichtigkeit der Erde ist, wie schon erwähnt, gleich der $5^1/_2$fachen des Wassers, während Uranus und Saturn eine weit geringere durchschnittliche Dichtigkeit aufweisen als die des Wassers. So ist der Saturn nur 0,64 so dicht als das Wasser.

Anmerkung. Der Erde am ähnlichsten unter den Planeten ist der Mars; er bekommt ähnlich viel Licht und Wärme von der Sonne wie die Erde, hat eine wolkendurchzogene Atmosphäre, Schneefall, Meere, Inseln und Festlande, wohl auch Flüsse und Gebirge. Vielleicht ist der Mars auch berufen, uns den ersten sichern Beweis von der Mehrheit der bewohnten Welten zu erbringen.

7. Masse der Planeten. Das Volumen eines Körpers, multipliziert mit der Dichtigkeit, giebt uns ein Bild seiner Masse. Es beträgt:

Merkur =	0,04	der Erdmasse
Mars =	0,1	" "
Venus =	0,8	" "
Erde =	1	" "
Uranus =	15,5	" "
Neptun =	16,5	" "
Saturn =	92,6	" "
Jupiter =	309	" "
Sonne =	324 480	" "

Die größte Anziehungskraft unter den Planeten hat demnach Jupiter.

§ 32. Die Kometen.

1. Bestandteile und Zahl. Die Kometen (v. griech. kóme = Lichtschweif, Haar) bestehen meistens aus Kern, Hülle und Schweif. Ihre Zahl ist sehr bedeutend, und man hat deren schon gegen 700 gesehen.

Anmerkung. Die Länge des Kometenschweifes ist oft sehr bedeutend. Man hat berechnet, daß die Schweiflänge des Kometen von 1843 250 Mill. km betrug.

2. Periodische Kometen. Man nennt so jene Kometen, die, gleich allen planetarischen Körpern, regelmäßig ihre Bahnen um die Sonne beschreiben und je nach gewissen Zeiträumen für die irdische Beobachtung wieder sichtbar werden. Man kennt deren 19.

3. Bahn der Kometen. Die periodischen Kometen (Fig. 35) beschreiben langgestreckte Ellipsen; jene Kometen aber, deren Wieder-

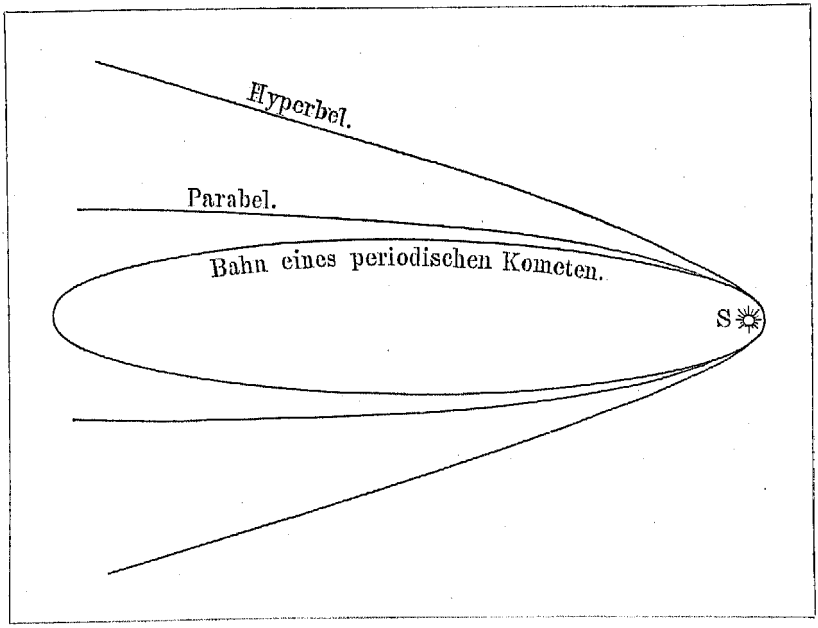


Fig. 35.

kehr zur Sonne weder nachgewiesen noch wahrscheinlich gemacht ist, scheinen parabolische oder hyperbolische Bahnen zu durchlaufen.

4. Umlaufszeit. Diese ist sehr verschieden. Einige brauchen Jahrtausende, um ihren Weg um die Sonne zu vollenden. Von den Kometen mit kürzerer Umlaufszeit merke man drei als besonders wichtig: den Halleyschen (hallé), den Bielaschen, der 1846 das merkwürdige Ereignis einer Kometenteilung erkennen ließ, und den Enkeschen, der kaum drei Jahre zum Durchlaufen seiner Ellipse braucht.

5. Physische Beschaffenheit. Hierüber ist noch sehr wenig bekannt. Gewiß ist, daß der Komet nicht nur Sonnenlicht reflektiert, sondern auch eigenes Licht hat. — Das Ausströmen des Schweifes ist von einigen als ein elektrisches Phänomen gedeutet worden. — In den Kometen-

köpfen finden wahrscheinlich Vorgänge statt, in welchen glühende Kohlenwasserstoffe eine Hauptrolle spielen.

§ 33. Die Meteoriten. Das Zodiakallicht.

1. a) Begriff. Die Sternschnuppen oder Meteore (vom griech. metéoros = in der Luft schwebend) sind kleine planetarische Körperchen (oft nur von Kanonenkugelgröße), welche entweder vereinzelt oder in Scharen vereinigt die Sonne umkreisen, von der Erde aus aber in der Regel nur dann bemerkt werden können, wenn sie in die Nähe derselben kommen. Hie und da werden sie dann von der Erde derart angezogen, daß sie auf die Oberfläche derselben als steinige Massen (Aërolithen, vom griech. aër = Luft, und lithos = Stein) niederfallen. Gewöhnlich aber werden sie durch die Anziehungskraft der Erde nur derart von ihrer Bahn abgelenkt, daß sie die Atmosphäre streifen. Hier finden sie auch in dem am meisten verdünnten Teile derselben einen so großen Widerstand, daß sie durch die so entstandene Reibung sich entzünden und als Feuermeteore blitzartig aufleuchten, die man nach ihrem mehr oder minder großen Glanze als Feuerkugeln oder Sternschnuppen bezeichnet.

b) Masse und Zusammensetzung. Die meisten Meteoriten besitzen eine äußerst geringe Masse. Die größte Masse zeigen die zur Erde gefallenen Aerolithen, unter welchen einzelne ein Gewicht von mehreren Centnern haben; dagegen besitzen die hellsten Feuerkugeln nur eine Masse von wenigen Kilogrammen, und das Gewicht der Masse der meisten Sternschnuppen beträgt nur wenige Gramme. — Die Zusammensetzung der Meteoriten ist im wesentlichen diejenige irdischer Körper. Dasselbe lehrt von allen übrigen Gestirnen die Untersuchung ihrer Lichtstrahlen im Spektroskop (Spektralanalyse).

Der größte bekannte Meteorstein hat ein Gewicht von 25 000 kg. Derselbe wurde 1870 von Nordenskjöld an der Nordwestküste von Grönland entdeckt und befindet sich gegenwärtig im Reichsmuseum zu Stockholm. — Nach Nordenskjöld besteht überhaupt die ganze Erde nur aus Meteorstaub, der sich nach und nach um einen verhältnismäßig kleinen ursprünglichen Kern gesammelt hat.

c) Sporadische und periodische Sternschnuppen. Erstere sind solche, die einzeln und zu allen Zeiten erscheinen, letztere solche, die in großen Mengen und zu bestimmten Zeiten von bestimmten Punkten des Himmels ausgehen. So erscheinen jedes Jahr vom 10.—13. August zahlreiche Sternschnuppen aus dem Sternbilde des Perseus und alle 33 Jahre vom 13.—15. November aus dem Sternbilde des Löwen.

d) Identität der Meteoriten und Kometen. Da in neuerer Zeit eine Übereinstimmung der Bahnelemente von Kometen mit denen

von Sternschnuppenschwärmen unzweifelhaft geworden, so ist die Ansicht entstanden, daß die Kometen dichte Meteormassen seien, deren einzelne Massenteilchen, durch unbekannte Kräfte zusammengehalten, ein kosmisches Ganzes bilden.

Anmerkung. Der Komet vom September 1882 löste sich in der Sonnennähe in eine Anzahl kleiner kometarischer Massen auf. Ebenso scheinen die großartigen Sternschnuppenfälle vom 27. November 1872 und vom 27. November 1885 durch den Bielaschen Kometen veranlaßt worden zu sein.

2. Zodiakallicht. Es ist dies ein matter, pyramidaler Lichtschimmer von elliptischer Form, der sich am schönsten in den Tropen, aber auch in der gemäßigten Zone zeigt. Man denkt sich darunter vielfach einen innerhalb der Erdbahn um die Sonne gelegten dünnen Gürtel kosmischer Materie oder winziger Weltkörperchen.

§ 34. Die Fixsterne.

1. Begriff. Fixsterne sind solche Sterne, die mit zitterndem Lichte leuchten, durch ein Fernrohr als Lichtpunkte erscheinen und ihre gegenseitige Stellung nicht merklich ändern. Die alte Definition, daß die Fixsterne ihre Stellung gar nicht ändern, ist hinfällig geworden, seit es gelungen, an einigen Fixsternen eine Eigenbewegung nachzuweisen.

2. Helligkeit der Fixsterne. Man teilt hiernach die Fixsterne in Größenklassen. Die 6 ersten Klassen können mit freiem Auge gesehen werden, die übrigen sind teleskopische[1] Sterne.

3. Farbe und Veränderlichkeit der Sterne. Die Farbe der Fixsterne ist verschieden; doch überwiegt Weiß, dann folgen Gelblich und Rötlich. Sirius erglänzt jetzt weiß, während Ptolemäus ihn zu den rötlichen Sternen zählt. Es scheint hier ein wirklich historisches Beispiel einer Farbenveränderung vorzuliegen. — Viele Fixsterne ändern periodisch ihre Helligkeit, so daß sie oft bis zur vollen Unsichtbarkeit abnehmen, dann aber zu ihrer früheren Helligkeit zurückkehren. Die Ansichten über den Grund dieser Erscheinung sind sehr verschieden.

4. Neue Sterne. Hie und da geschieht es, daß ein neuer Stern am Himmel aufleuchtet und nach einiger Zeit wieder verschwindet. Die Spektralanalytiker haben bei solchen neuen Sternen die Wasserstofflinie hervortreten sehen und erblicken deshalb in einem solchen Phänomen eine ferne Weltkatastrophe, wie sie, nur in weit kleinerem Maßstabe, die Stürme auf der Sonne darbieten.

Solch ein neuer Stern erschien ganz plötzlich im Sommer 1885 im Nebel der Andromeda; er ist jetzt wieder verschwunden.

[1] d. h. nur durch Fernrohre sichtbare (vom griech. tēle = in die Ferne und skopeîn = schauen, sehen).

5. Doppelsterne. Die wichtigsten Fixsterne sind die sogenann Doppelsterne, die sich gegenseitig sehr nahe stehen. Sie bewegen sich Ellipsen um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt. Die Bewegung erfolgt Übereinstimmung mit dem Gravitationsgesetze. Dieselbe Kraft, welche in serem Sonnensystem waltet, findet also auch auf die Fixsternwelt Anwendu

Anmerkung. Auch bezüglich der Doppelsterne giebt es eine Astrono des Unsichtbaren. Bessel beobachtete am Sirius und Procyon Bewegungen, ihn zur Annahme dunkler Begleitsterne nötigten. Peters berechnete die Bahn dunklen Sirius-Begleiters, und als dieser 11 Jahre später entdeckt wurde, er sich die vollkommene Übereinstimmung der wirklichen Bahn mit der theoretisch fundenen. Seitdem sind noch 5 weitere Begleiter des Sirius entdeckt worden. D die Bahn des Procyon-Begleiters ist bereits berechnet worden, doch hat ihn kein Fernrohr gesehen.

6. Nebelflecke. Manche der am Himmel wahrzunehmenden Ne flecke lösen sich bei Anwendung des Fernrohres in unzählige geschied Sonnen auf. Eine solche Sternansammlung ist auch das ungefähr in F eines größten Kreises mit sehr wechselnder Breite am Himmelsgewölbe hinziehende Lichtgewölk, das unter dem Namen Milchstraße bekannt Andere Nebelflecke, und sogar näher gelegene, stellen sich selbst bei wendung des besten Instrumentes nicht als Sternanhäufungen dar. solchen Fällen hat man es mit wirklichen Nebelflecken zu thun. A sieht in ihnen den Stoff, aus welchem durch allmähliche Entwicklung einzelnen Weltsysteme entstehen.

7. Abstände der Fixsterne. In dieser Beziehung wissen wir soviel, daß kein Fixstern uns näher steht als 4 Billionen Meilen; um wi diese Sterne aber weiter entfernt sind, weiß niemand. Diese ungehe Entfernungen verursachen aber, daß wir am Sternenhimmel niemals Gegenwart, sondern stets nur die Vergangenheit erblicken.

Von den Sternen der Milchstraße vermutet man (auf Grund von W scheinlichkeitsschlüssen), daß ihr Licht, um zu uns zu gelangen, mehr als 2000 J benötigt.

8. Wesen der Fixsterne. Die Fixsterne sind Sonnen; dies daraus hervor, daß sie trotz ihrer ungeheuern Entfernung noch so leuchten, und daß sie dasselbe Spektrum haben wie die Sonne.

Anmerkung. Dem englischen Physiker und Astronomen Huggins i sogar gelungen, die Wärme-Einwirkung der Fixsterne nachzuweisen. 1 5 helleren untersuchten Sternen zeigte Arktur, der hellste Stern im Bilde des Bo die stärkste Wärmewirkung.

9. Astralsystem. Alle Fixsterne, sowohl die mit bloßem A als die mit Fernrohren sichtbaren, samt der durch gute Fernrohr Sterne auflösbaren Milchstraße, bilden wohl ein zusammenhänge

Ganzes, ein Astralsystem (v. griech. astron = das Gestirn). Nach Mädler bewegen sie sich alle um einen Schwerpunkt, der im Sternbilde der Plejaden liegt.

Anmerkung. Die Zahl der uns gegenwärtig zugänglichen Sterne übersteigt jedenfalls 30 Millionen.

Anhang.

I. Der Kalender.

Das Bedürfnis, die Zeit in größere und kleinere Abschnitte zu teilen, ist uralt. Zu einer solchen Zeiteinteilung gaben besonders die Sonne und der Mond Veranlassung, und so entstand der Kalender (vom griech. kaleîn = ausrufen, weil die römischen Priester den Tag des eingetretenen Neumondes, also den Monatsanfang, öffentlich ausrufen mußten; dieser Tag wurde daher Calendae genannt).

Unser Kalender ist 1) ein astronomischer, 2) ein christlich-kirchlicher.

1. Der astronomische Kalender.

Unserem Kalender liegt das tropische Jahr zu Grunde, d. h. die Zeit des Sonnenlaufs von Frühlingspunkt zu Frühlingspunkt = 365,242 Tage.

Im bürgerlichen Leben rechnet man 365 Tage auf ein Jahr. Hierdurch verlieren wir jedes Jahr ungefähr $^1/_4$ Tag, also in vier Jahren ungefähr einen Tag. Deshalb wird jedes vierte Jahr ein Tag eingeschaltet, so daß dieses 366 Tage hat. Da dies aber etwas zu viel giebt, so läßt man wieder in 400 Jahren drei Schalttage ausfallen. Man wählt hierzu diejenigen Jahre, welche auf zwei Nullen endigen, ohne diese aber nicht durch 4 teilbar sind. So ist z. B. in den Jahren 1700 und 1800 der Schalttag ausgefallen und wird auch 1900 wieder ausfallen, jedoch 2000 wieder gerechnet werden.

Ganz fehlerfrei ist auch diese Zeitrechnung noch nicht. Denn wenn man auch alle 400 Jahre drei Schalttage ausfallen läßt, so ist dies doch nicht genug, da 3 Tage 2 Stunden 41 Minuten 20 Sekunden ausgelassen werden sollten. Das giebt in etwa 3600 Jahren wieder einen Tag. Lassen wir also in 3600 Jahren noch einen Tag ausfallen, so ist der Fehler ganz berichtigt.

Früher rechnete man (seit Julius Cäsar) $365^1/_4$ Tage auf ein Jahr, ohne sich viel darum zu bekümmern, daß hierdurch jährlich 11 Minuten 12 Sekunden zu viel gerechnet werden. Den hiernach eingerichteten Kalender nennt man den Julianischen.

Im Jahre 1582 war der Fehler, nachdem schon das Konzil von Nicäa 325 n. Chr. eine Korrektur der Zeitrechnung vorgenommen hatte, wieder auf 10 Tage angewachsen, so daß Frühlingsanfang nicht auf den 21., sondern auf den

11. März fiel. Da verordnete Papst Gregor XIII., daß man nach dem 4. Oktober des genannten Jahres nicht den 5., sondern sofort den 15. schreiben sollte. Dann bestimmte er auch das oben Gesagte über den Ausfall der Schalttage. Der hiernach verbesserte Kalender heißt der Gregorianische.

In Rußland rechnet man noch gegenwärtig nach dem Julianischen Kalender, weshalb man dort auch bereits um 12 Tage nach unserer Zeitrechnung zurück ist.

2. Der christlich-kirchliche Kalender.

Unsere Festtage sind unbewegliche oder bewegliche; die ersteren sind an bestimmte Tage des Jahres gebunden. Dahin gehören: das Neujahrsfest am 1. Januar, Lichtmeß am 2. Februar, Mariä Verkündigung am 25. März u. s. w. Die letzteren richten sich nach dem Osterfeste, wie z. B. der Palmsonntag, Gründonnerstag, Karfreitag, das Himmelfahrtsfest u. s. w. Als Tag des Osterfestes ist durch einen Beschluß der Kirchenversammlung zu Nicäa im Jahre 325 n. Chr. der erste Sonntag bestimmt, welcher dem ersten Vollmonde nach der Frühlings-Tag- und Nachtgleiche folgt; fällt dieser Vollmond auf einen Sonntag, so ist der nächstfolgende Sonntag der erste Ostertag. Hiernach ist der früheste Eintritt von Ostern der 22. März, für den Fall, daß Vollmond, 21. März und Sonnabend zusammentreffen; dagegen der späteste Eintritt der 25. April, wenn am 20. März Vollmond ist und der nun nächste Vollmond des 18. April (weil 29 Tage später) auf einen Sonntag fällt.

II. Orientierung am Fixsternhimmel.

1. Sternbilder des nördlichen Himmels. Am besten geht man bei Aufsuchung derselben von dem allgemein bekannten Sternbilde des Großen Bären oder des Großen Wagen aus (s. die Sternkarte). Von ihm aus findet man leicht (s. S. 4) den Polarstern. Er ist ein Stern 2. Größe und bildet das Schwanzende des Kleinen Bären, dessen Figur der des Großen Bären ähnlich ist und gleichfalls aus 7 Sternen besteht. Die zwischen dem Großen und Kleinen Bären sich hinziehende gewundene Linie von Sternen ist das Sternbild des Drachen; in dessen Nähe glänzt die helle Wega im Sternbilde der Leier. — Da, wo die Milchstraße sich in zwei Arme teilt, steht der Schwan; im südlichen Teile derselben, nach dem Äquator zu, ist der Adler mit Altair, einem Stern 1. Größe. — Dem Großen Bären gegenüber, von diesem durch den Polarstern getrennt, befindet sich das Sternbild der Cassiopeja, aus 5 Sternen bestehend. Nicht weit davon, nach Osten, steht das Sternbild der Andromeda, das aus 3 Sternen zusammengesetzt erscheint. Einer dieser Sterne bildet mit 3 Sternen des Pegasus ein ziemlich regelmäßiges Viereck, der Tisch des Pegasus oder das Trapez genannt. — Eine gerade Linie durch die beiden oberen Räder des Großen Bären geht einerseits durch die Capella im Fuhrmann und Aldebaran im Stier, andererseits durch Arkturus im Bootes.

2. Sternbilder des südlichen Himmels. In erster Linie ist hier zu erwähnen Orion, das schönste Sternbild des ganzen Himmels. Es ist leicht zu erkennen an drei hellen Sternen, die nicht weit voneinander in einer geraden Linie stehen, und die zusammen der Jakobsstab oder die Drei Könige genannt werden, dann an zwei Sternen 1. Größe oben und unten, von denen der obere

Beteigeuze, der untere Rigel heißt. In der Verlängerung des Jakobsstabes erglänzt Sirius, der hellste Fixstern des Himmels, im Sternbilde des Großen Hundes. Bei uns nicht sichtbar ist das Sternbild des Südlichen Kreuzes,

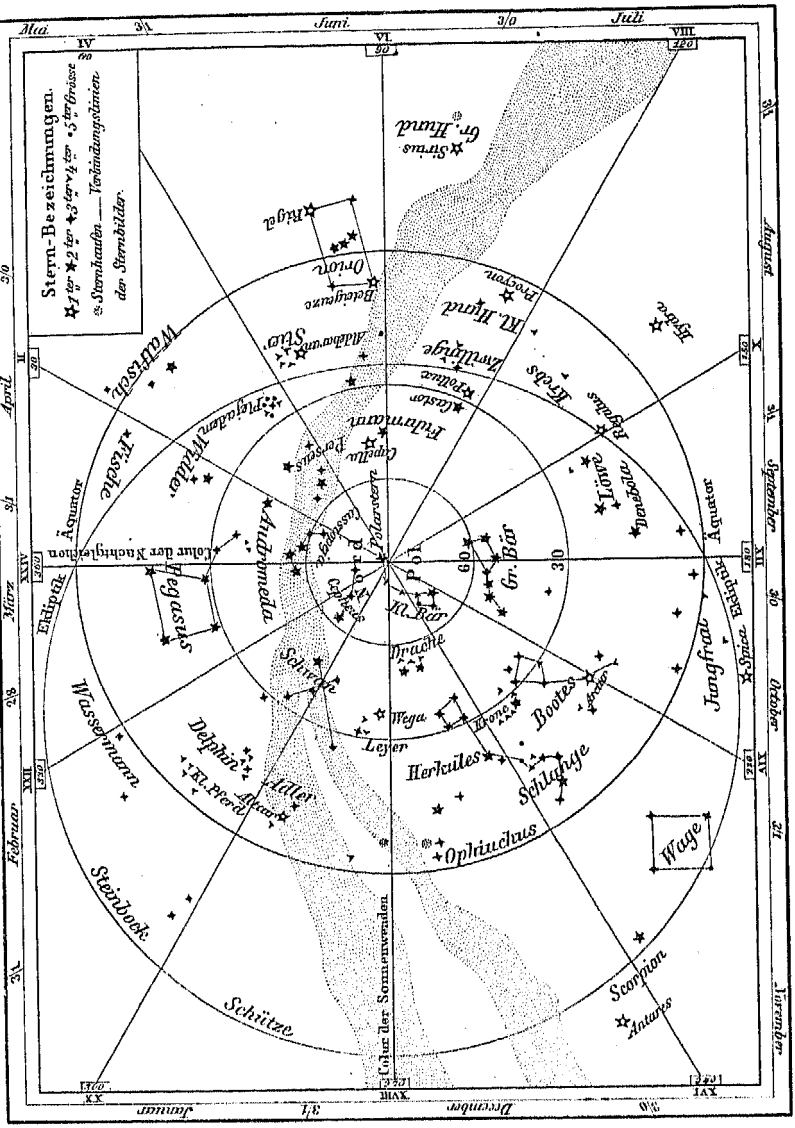


Fig. 36. Sternbilder des nördlichen Himmels.

das im 15. Jahrhundert die Portugiesen und Spanier bei ihren Entdeckungsreisen als Symbol des Christentums freudig überraschte.

3. Sternbilder der Ekliptik. 1. Der Widder steht in der Richtung vom Nordpole über die Cassiopeja und Andromeda hinaus. 2. Im Stier be-

findet sich der Stern Aldebaran. 3. Den Zwillingen gehören Kastor und Pollux an; sie liegen in der verlängerten Diagonale des Orionvierecks von Rigel über Beteigeuze. 4. Ihnen folgt der Krebs ohne besonders hervortretende Sterne. 5. Der Löwe mit dem Regulus, einem Stern 1. Größe, steht gerade unter dem Großen Bären. 6. Gleich neben dem Dreieck des Löwen bilden fünf Sterne 3. Größe das Sternbild der Jungfrau. 7. Südlich vom Äquator steht die Wage. 8. Der Skorpion ist ausgezeichnet durch Antares, einen Stern 1. Größe; das Sternbild ist im Sommer im äußersten Süden sichtbar. 9. Der Schütze enthält nur kleine Sterne, bei uns wenig sichtbar. 10. Der Steinbock zeigt zwei Sterne 3. Größe. 11. Der Wassermann enthält wie der Schütze nur kleine Sterne. 12. Die Fische sind ein ausgedehntes Sternbild südlich von Andromeda und Pegasus; es enthält nur einen Stern 3. Größe.

Physikalische Geographie.

Erster Abschnitt.

Das Land.

Erstes Kapitel.

Die wagerechte Gliederung.

Begriff. Unter wagerechter oder horizontaler Gliederung versteht man alles, was sich auf Länge und Breite des Landes bezieht. Vorzugsweise kommt hier in Betracht: das Verhältnis und die Verteilung von Wasser und Land, der Flächeninhalt, die Lagerung und Gruppierung des Festlandes, sowie dessen Gliederung.

I. Das Verhältnis und die Verteilung von Land und Wasser. 1. Die Gesamtoberfläche der Erde beträgt 510 Mill. qkm.

Fig. 37. Landhalbkugel.

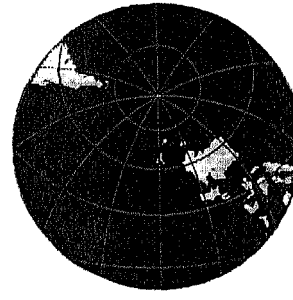


Fig. 38. Wasserhalbkugel.

Davon sind 136 Mill. qkm (nach Krümmel 142 Mill.) Land und 374 Mill. qkm (nach Krümmel 368 Mill.) Wasser. Die Gesamtoberfläche des Festlandes verhält sich mithin zur Gesamtoberfläche der Meere

wie 1 : $2^3/_5$. Das Meer nimmt also auf der Erde fast dreimal soviel Raum ein wie das Land.

2. Das Land ist auf der Erdoberfläche durchaus nicht gleichmäßig verteilt. — Von den Halbkugeln hat die östliche $2^1/_2$mal mehr Land als die westliche und die nördliche $2^5/_7$mal mehr Land als die südliche. So ergiebt sich der größte Gegensatz durch das Auftreten einer nordöstlichen oder Landhalbkugel und einer südwestlichen oder

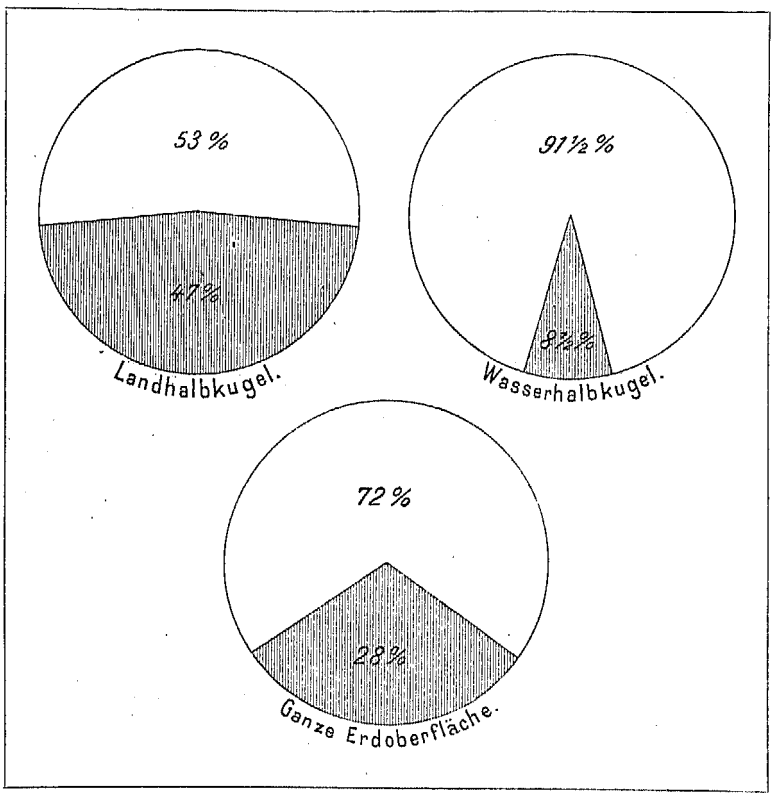


Fig. 39. **Flächenverhältnis von Wasser und Land.**
(Die Landflächen sind schraffiert.)

Wasserhalbkugel (Fig. 37 und 38). Den Mittelpunkt der Landhalbkugel bildet Süd-England, den Mittelpunkt der Wasserhalbkugel Neu-Seeland. Auf ersterer sind 47 % Land und 53 % Wasser, auf letzterer $91^1/_2$ % Wasser und nur $8^1/_2$ % Land (Fig. 39). Trotzdem ist der Zusammenhang sämtlicher Festlande ein kaum unterbrochener; eine Hebung um nur 100 Faden (= 183 m) würde die Beringsenge schließen und der so verbundenen O.- und W.-Feste fast auch Australien anschließen.

II. Flächeninhalt des Festlandes. Die Flächeninhalte der einzelnen Festlandsmassen sind nach Guthe-Wagner folgende:

Erdteile.	Areal in qkm	Europa = 1.
Asien	44 760 000	4,7
Amerika	38 190 000	4,0
Afrika	29 900 000	3,1
Europa	9 530 000	1
Australien	7 710 000	0,8
Polynesien	1 270 000	—
Polargebiete	4 520 000	—
Summa Land	136 000 000	—

Demnach ist Australien $^4/_5$ von Europa, Afrika ist 3mal, Amerika 4mal und Asien $4^7/_{10}$mal so groß als Europa.

Anmerkung. Die landläufige Einteilung des Festlandes in 5 Kontinente ist keineswegs auch durch die natürlichen Verhältnisse gegeben. So ist z. B. hiernach Europa nur eine große asiatische Halbinsel, während Amerika sich als Doppelkontinent erweist.

III. Lagerung und Gruppierung des Festlandes. Die Betrachtung der Konfiguration der Erdteile legt folgende Punkte nahe: 1. Die Kontinente wenden dem Norden ihre breite Seite zu, während sie gegen Süden sich zuspitzen; 2. infolgedavon sind die Erdteile der nördlichen Halbkugel viel näher aneinandergerückt als die auf der südlichen Halbkugel, die sich vielmehr zu fliehen scheinen. Den ersteren war deshalb auch viel leichter die Möglichkeit gegenseitiger Berührung geboten als den letzteren, die erst infolge der Entwicklung der oceanischen Schiffahrt in den Kreis der allgemeinen Civilisation eingetreten sind; 3. zwischen den nördlichen und südlichen Kontinenten ist eine transversale Bruchzone in ostwestlicher Richtung erkennbar. Innerhalb dieser Bruchzone liegen die Archipele der ost- und westindischen Inseln und die Halbinseln des südlichen Asien und Europa.

IV. Gliederung der Erdteile. Unter Gliederung eines Erdteiles versteht man dessen Besitz an Inseln und Halbinseln. Um die Gliederung der Erdteile zu veranschaulichen, vergleicht man am besten den Flächeninhalt des Stammes mit dem seiner Glieder (der Halbinseln und Inseln). Hiernach verhalten sich die Glieder zum Stamm bei:

Europa wie 1 : 2
Asien „ 1 : 3
Amerika „ 1 : 12
Australien wie 1 : 36
Afrika „ 1 : 47

A. Inseln. a) Größe. Diese schwankt sehr bedeutend. Die größten Inseln der Erde sind, von Grönland abgesehen, folgende:

Neu-Guinea	mit	786 000 qkm
Borneo	„	734 000 „
Madagaskar	„	592 000 „

Dagegen hat z. B. Tahiti, die größte der Gesellschaftsinseln, nur 1040 qkm, ja zahllose Inselchen der Südsee haben nur wenige □Kilometer.

b) Einteilung. Nach ihrer Entstehung werden die Inseln eingeteilt in: 1. Festlandsbruchstücke; sie sind wieder: α) Abgliederungsinseln, die auf irgend eine Weise vom Festlande losgelöst wurden: so durch die Wirkung des Wassers, wie wohl England, oder durch allmähliche Bodensenkung, wie die dalmatinischen Inseln; β) Reste sonst ganz versunkener Festlande; solche Restinseln sind wahrscheinlich die des antarktischen Archipels;

2. ursprüngliche Inseln; diese sind: α) vulkanische Inseln; sie danken ihre Entstehung Ausbrüchen von Vulkanen, die unter dem Meeresspiegel sich aufthaten, z. B. St. Helena, Ascension; β) Aufschüttungsinseln; sie entstehen durch Anschwemmung oder Aufschüttung, wie die Inseln an den Mündungen großer schlammführender Flüsse (z. B. die Inseln Usedom und Wollin an der Odermündung), oder sie werden durch Wind und Meeresbrandung aufgeschüttet, wie die Düneninseln der Goldküste. γ) Koralleninseln. Solche Inseln finden sich nur in tropischen Meeren, da die Thätigkeit der Korallentiere an eine Temperatur von nicht unter 20° C. geknüpft ist. Die Entstehung dieser Inseln erklärt sich nach Darwin auf folgende Weise:

Die Korallentiere bauen ihre Riffe im seichten Gewässer von circa 35 m Tiefe um die Küsten. Dies sind die sogenannten Küstenriffe, die sich unmittelbar an die Küste anschließen. Findet nun eine Senkung der Küste in hinreichend langsamem Maßstabe statt, so bauen die Korallen ihre Mauern senkrecht bis zur Meeresfläche fort, und es entsteht nun ein breiter, ruhiger Kanal zwischen der Küste und dem Riff; das Küstenriff ist so zum Damm- oder Wallriff geworden. Sinken riffumsäumte Inseln so weit hinab, daß auch die letzte höchste Spitze unter dem Wasser verschwindet, so bleibt nur das ringförmige Riff übrig, das dann den Namen Atoll führt. Jedes Atoll ist demnach der Grabstein einer versunkenen Insel. Beispiele von Küstenriffen sind die Korallenbauten des Roten Meeres; mit Damm oder Wallriffen sind umgeben die Karolinen, Neukaledonien u. s. w.; zu den größten Atollen gehören die Laccadiven und Malediven im Indischen Ocean.

Eine Veranschaulichung des ganzen Vorganges giebt nachstehendes Schema (Fig. 40). Zuerst ist die Insel F von einem Küstenriff CC umgeben; indem die Insel anfängt zu sinken, während das Riff fortwächst, bildet sich ein Kanal zwischen diesem und der Insel; es entsteht das Dammriff C′ C′; endlich verschwindet die Insel ganz, und das Atoll C″ C″ ist fertig.

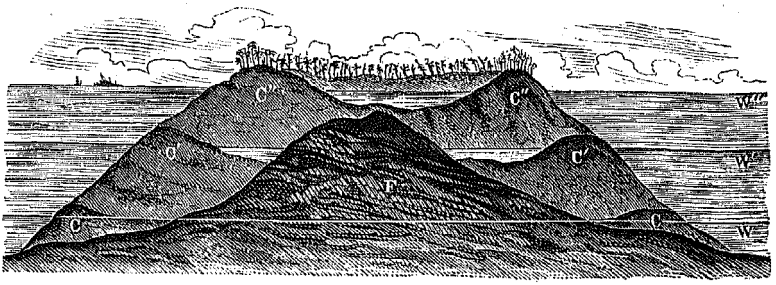


Fig. 40. **Allmähliche Entwicklung eines Atolls** (C″ C″) **aus einem Küstenriffe** (CC) **durch Übergangsstufe eines Dammriffes** (C′ C′).

Anmerkung 1. Der Darwinschen Senkungstheorie gegenüber steht die Theorie Reins. Danach sind die Korallenbauten als Krönung unterseeischer (submariner) Berge anzusehen. Letztere mögen, wie Rein sagt, in einzelnen Fällen immerhin begrabene Inseln sein, doch ist es nach seiner Ansicht wahrscheinlicher, daß die meisten durch vulkanische Thätigkeit oder auf andere Weise emporgestiegen sind und endlich durch den Aufbau von Tier- und Pflanzenresten bis in die Nähe des Meeresspiegels gelangten, wo dann riffebildende Polypen ihre Arbeit begannen.

Fig. 41. **Atoll oder Ringinsel.**

Anmerkung 2. Die Koralleninseln haben gar keine, die vulkanischen Inseln nur eine entfernte Beziehung zum innern Gebirgsbau; Frhr. v. Richthofen bezeichnet daher diese Inseln als „parasitische Inseln".

Bedeutung der Inseln. a) Im Haushalte der Natur. 1. Infolge ihrer allseitigen Umgebung mit Wasser erfreuen sich die Inseln in der Regel eines ziemlich gleichmäßigen Klimas; da sie ferner den feuchten Meereswinden von allen Seiten zugänglich sind, erhalten sie meist auch eine beträchtliche Regenmenge; die natürliche Folge hiervon ist eine große Fruchtbarkeit. 2. Den Organismen

bieten sie durch ihre Abgeschlossenheit treffliche Asyle dar; alle größeren Inseln zeigen darum Tier- und Pflanzengeschlechter, die auf den Festländern im Kampfe ums Dasein längst untergegangen sind. So hat Australien noch Beuteltiere, Madagaskar eigentümliche Reptilien, Madeira altertümliche Pflanzenorganismen. 3. Diese Abgeschlossenheit ist aber auch wieder die Ursache einer großen Mannigfaltigkeit und Eigentümlichkeit der Organismen; denn es fehlt die Möglichkeit zur Vermischung mit anders gearteten Wesen. So hat z. B. jede einzelne der Galapagos-Inseln ihre eigenen Vogelarten; Westindien allein besitzt soviel Landschnecken als Europa.

b) Für die Menschenwelt. 1. Die Inseln drücken ihren Bewohnern infolge der Isolierung ein eigentümliches Gepräge auf; so sind die Engländer und Japanesen von den ihnen benachbarten Kontinentalvölkern beträchtlich verschieden. 2. Religionsformen, Sitten, Gebräuche und Sprachen erhalten sich auf Inseln vielfach länger als auf dem Festlande. So hat sich auf Island das germanische Heidentum am längsten erhalten, die keltische Sprache erlosch auf dem Festlande früher als in Großbritannien; auf den Kanalinseln bestehen noch Sitten und Gebräuche, die in England und der Normandie längst vergessen sind. 3. Die geschützte Lage der Inseln wurde die Ursache vieler Niederlassungen. Schon die Phönizier bauten ihre Handelsstädte mit Vorliebe auf Inseln, z. B. Tyrus, Sidon, und ebenso machen es noch heute die Europäer in fremden Erdteilen (Singapur, Hongkong). 4. Für die Entwicklung der Schiffahrt wurden besonders bedeutend die Gestade-Inseln; sie bildeten die Bewohner benachbarter Küsten zu tüchtigen Seeleuten aus. So reizte das kupferreiche Cypern die Phönizier, das Festland zu verlassen, Elba die Etrusker, Korsika die Genuesen ꝛc.

B. Halbinseln. 1. Verteilung. Die Halbinselbildung tritt vorwiegend an den nördlichen Festländern auf, und von diesen ist wieder Europa am meisten gegliedert.

2. Entstehung. Halbinseln entstehen auf zweifache Weise: a) durch Abgliederung; ein Beispiel für diese Bildung ist Neuschottland, das durch die zerstörende Kraft des Meeres zur Halbinsel wurde. In solchen abgegliederten Halbinseln setzt sich stets die Terrainbildung des benachbarten Festlandes fort; b) durch Angliederung: so sind z. B. die Krim und das finnisch-skandinavische Plateau erst seit verhältnismäßig kurzer Zeit mit dem Festlande verwachsen. Diese angegliederten Halbinseln sind geologisch und orographisch selbständige Individuen und mit dem kontinentalen Rumpfe durch eine Tiefebene von nur jugendlichem Alter verbunden.

3. Größe. Diese ist wie die der Inseln sehr verschieden. Die ausgedehntesten sind:

Arabien	=	2 750 000 qkm.
Vorderindien	=	ca. 2 000 000 „
Hinterindien	=	ca. 2 000 000 „

Dagegen hat wiederum die Normandie nur 2000 qkm.

Bedeutung der horizontalen Gliederung. Ein Land mit gerader Küstenlinien ist schwer zugänglich, weil die Schiffe keine Buchten und Häfen

zum Landen vorfinden; es wird deshalb auch nur selten von Fremden besucht. Dagegen schließen viele Golfe einen Erdteil auf und machen ihn zugänglich; Schiffer werden von fernen Gestaden herbeigelockt und steigen in der Absicht ans Land, die Produkte ihrer Heimat gegen fremde Erzeugnisse auszutauschen. An diesen Austausch knüpft sich aber ein reicher Segen. Denn mit den Waren und ihren Verkäufern werden auch Kunstmuster, Erfindungen, Kenntnisse, Sitten, Gewohnheiten, dichterische Schöpfungen verbreitet, und dem Kaufmann folgt gewöhnlich der Missionär. In diesem Sinne ist es richtig, zu behaupten, daß die günstige Gliederung eines Erdteils demselben zu höherer Gesittung verhelfe. Nur muß mit jener sich auch ein begabter Volksstamm paaren, der für die Aufnahme fremder Kulturelemente sich fähig erweist. *Nicht die vorteilhafte Gliederung an sich also, sondern die durch dieselbe herbeigeführte Zugänglichkeit für fremde Kultur, sowie das Vorhandensein eines kulturfähigen Volkes ist der Grund der höhern Gesittungsstufe eines Landes.* Europa z. B. erleichterte zunächst durch seine Zugänglichkeit und Aufgeschlossenheit den geistig bereicherten Völkern Asiens und Afrikas den Zutritt, und als dann die *arische* Völkerfamilie in den Gliedern Europas sich festgesetzt hatte, da besaß dasselbe auch eine Bevölkerung, in welcher die Fähigkeit schlummerte, der menschlichen Gesellschaft eine noch höhere und würdigere Gliederung zu verleihen, als das die semitischen und libyschen Nationen vermocht hatten. — Das Gesagte gilt übrigens nur ganz im allgemeinen. Es kommen bei der Schätzung der Gliederung eben gar verschiedene Momente in Betracht.

Zweites Kapitel.

Die senkrechte Gliederung.

I. Begriff. Verteilung von Hoch- und Tiefland. Mittlere Höhe der Kontinente.

1. Unter *senkrechter* oder *vertikaler Gliederung* versteht man die Mannigfaltigkeit der Erhebungen des Erdbodens über den Meeresspiegel. Man unterscheidet in dieser Beziehung zwei Grundformen des Landes: *Hochland* und *Tiefland*.

2. Vom gesamten Festlande der Erde sind etwa 50 % Hochland und 50 % Tiefland; in den genauer bekannten Erdteilen ist nach Guthe-Wagner das Verhältnis folgendes:

	Es beträgt in Prozenten		Es verhält sich
	Hochland	Tiefland	Hochland zu Tiefland
Asien . . .	63 (= $^2/_3$)	37 (= $^1/_3$)	1 : 0,6
Nordamerika .	55 (= $^5/_9$)	45 (= $^4/_9$)	1 : 0,8
Südamerika .	50 (= $^1/_2$)	50 (= $^1/_2$)	1 : 1
Europa . . .	32 (= $^1/_3$)	68 (= $^2/_3$)	1 : 2,1.

Anmerkung. Höchst bemerkenswert ist die Thatsache, daß das Tiefland hauptsächlich um das Nördliche Eismeer sich ausdehnt, die großen Erhebungen der Plateaus und Hochgebirge dagegen sich mehr in der Nähe des Äquators finden;

denn gerade diese Anordnung des Hoch- und Tieflandes erscheint für die
lung des organischen Lebens von größter Tragweite. Mächtige Bodenanschw
in den höheren Breiten der Erde würden infolge der damit verbundenen
raturerniedrigung nicht nur dem pflanzlichen und tierischen Leben, sond
der Entfaltung menschlicher Thätigkeit höchst nachteilig sein. Ebenso wür
glühende Hitze und das Übermaß von Feuchtigkeit in weit ausgedehnten Tie
niedriger Breiten vielfach erschlaffende Wirkung auf den menschlichen Org
zur Folge haben.

3. Unter mittlerer Höhe der Kontinente versteht m
jenige Höhe, welche sich ergeben würde, wenn man die ganze M
Erhebungen des Festlandes gleichmäßig über alle Kontinente verteilt
Grund wiederholt angestellter Berechnungen wird diese mittlere H
gesamten Festlandes auf 440 m (nach Kirchhoff auf 650 m) g
Für die einzelnen Erdteile beträgt sie und zwar:

für Europa . . .	300 m	(nach Kirchhoff	300 m)
„ Australien . .	250 „	„	„	360 „
„ Amerika . . .	410 „	„	„	565 „
„ Afrika . . .	500 „	„	„	600 „
„ Asien . . .	500 „	„	„	880 „

II. Die Hauptformen der Bodenplastik.

1. Die Berge.

I. Begriff und Gliederung. Ein Berg ist jede au
Erhebung des Bodens über die nächste Umgebung. Die drei Ha
eines Berges sind: 1. der Fuß am Beginne der Bodenanschw
2. der Scheitel oder die Krone als höchster Teil; 3. der Han
die Abdachung als Verbindungsfläche zwischen Fuß und Scheitel

II. Höhe und Höhenmessung der Berge. Der fe
Abstand zwischen Scheitel und Grundfläche ist die Höhe des
Dieselbe wird ausgedrückt entweder absolut oder relativ.

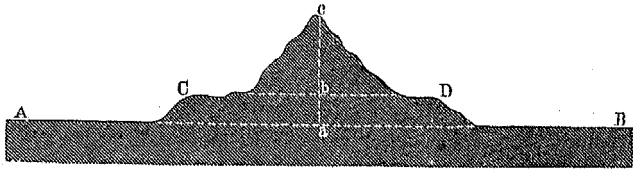


Fig. 42.

Die Erhebung irgend eines Punktes der Erdoberfläche übe
Meeresspiegel heißt seine absolute Höhe; die senkrechte Erhebun
irgend einen andern Ort dessen relative Höhe. In Fig. 42 se

die Meeresfläche, CD eine Ebene; über sie erhebt sich der Berg; die Linie ac giebt hiernach die absolute Höhe, bc die relative an. — Gemessen wird die Höhe eines Punktes:

1. mit dem Barometer; je tiefer es an irgend einem Punkte der Erdoberfläche steht, desto höher ist dieser: denn mit der Höhe nimmt auch der Druck der Luft auf die Quecksilbersäule ab;

2. mit dem Thermometer; denn der Siedepunkt des Wassers liegt um so niedriger, je dünner die auf die Wasseroberfläche drückende Luft ist;

3. durch Pendelbeobachtungen; denn je größer die Entfernung des Pendels vom Erdmittelpunkte ist, desto langsamer schwingt dasselbe wegen der geringern Anziehungskraft der Erde;

4. durch trigonometrische Messung.

III. Die höchsten Berge. Die Erhebungen auf der Erdoberfläche sind, selbst die beträchtlichsten, die man gemessen hat, unbedeutend im Vergleich zum ganzen Erdball; nur wenige Berge sind höher als eine geographische Meile, d. h. $^1/_{1719}$ des Äquatorialdurchmessers. Einige der wichtigsten Höhen der Erde sind folgende:

Der Mount-Everest im Himalaja . .	8800 m
Der Aconcagua in Südamerika . . .	6850 „
Der Eliasberg in Nordamerika . . .	5950 „
Der Kilima-Ndscharo in Afrika . .	5700 „
Der Montblanc	4800 „

Anmerkung. Im Altertum hatte man ganz ungeheuerliche Vorstellungen von den Höhen der Berge. Nach dem römischen Schriftsteller Plinius ragen einige Spitzen der Alpen 15mal höher als der Montblanc empor, und selbst Aristoteles ließ die höchsten Gipfel des Kaukasus im Sonnenlichte noch vier Stunden glänzen, nachdem für die Ebene die Sonne untergegangen war. Ja noch im 17. Jahrhundert gab der Jesuit Riccioli dem Mont Cenis die vierfache Höhe des Montblanc und dachte sich den Kaukasus sogar zehn deutsche Meilen hoch.

2. Die Hochflächen.

I. Begriff und Verteilung der Hochflächen. Zu den Hochflächen rechnen wir alle mehr als 300 m über dem Meere gelegenen Flachböden. Wir bemerken hiervon:

In Europa:	Die schwäbisch-bayerische	250—800 m
	Die kastilische	600—800 „
In Afrika:	Die innerafrikanische mit den großen Nil- und Kongo-Quellseen . . .	800—1200 „

In Amerika:	Die Hochfläche Nordamerikas zwischen Mississippi und Felsengebirge von .	300—2000 m
	Die Hochfläche von Mejico	2200 „
	Die Hochfläche von Quito	2800 „
	Die peruanisch-bolivianische bis . .	4000 „
In Asien:	Die tibetanische gegen	4000 „

II. Einteilung der Hochflächen. Nach ihrer Entstehung unterscheidet man folgende drei Arten: 1. Schichtungs-Hochflächen (Tafelländer), der Flachboden ist zu Schichtgesteinen verfestigt; Beispiele sind die Rauhe Alb, der Hunsrück. Der eigentliche Kontinent der Tafelländer ist jedoch Afrika. 2. Ausfüllungs-Hochflächen; sie entstehen dadurch, daß die Flüsse, die aus dem Gebirge hervorbrechen, das von ihnen mitgewälzte Material am Fuße des Gebirges fallen lassen; Beispiele: die schwäbisch-bayerische, die Schweizer Hochfläche. 3. Aufschüttungs-Hochebenen; in wasserarmen Ländern wird der von der stets andauernden Zerstörung der Gebirgsmassen herrührende Schutt nicht völlig aus den Thälern abgeführt; infolgedavon werden diese immer mehr hiervon erfüllt, und zuletzt bilden diese Schuttablagerungen zusammenhängende Massen, aus denen nur die obersten Gehänge der Gebirge hervorragen, mit anderen Worten: eine Hochfläche; so sind viele innerasiatische Hochflächen entstanden.

3. Die Gebirge.

I. Einteilung der Gebirge. 1. Nach der Höhe unterscheidet man Mittelgebirge bis zu 2000 m Höhe und Hochgebirge über 2000 m.

2. Nach ihrer Richtung sind die Gebirge Meridiangebirge, wenn sie von Süden nach Norden ziehen, wie der Ural, die Ghats, oder Parallelgebirge, wenn sie von Osten nach Westen ziehen, wie die Alpen, der Kaukasus.

3. Nach ihrer Entstehung sind die Gebirge a) tektonische Gebirge; sie verdanken ihre Entstehung tektonischen Vorgängen, d. h. Bewegungen in der Erdrinde, welche eine Änderung im Bau der Oberfläche (daher auch der Name; griech. tektainomai = ich baue) hervorbringen. Je nachdem nun die Gebirge durch Absinken eines Flügels entlang einer Bruchfläche oder durch Faltung, Überschiebung und faltige Überwallung hervorgerufen wurden, unterscheidet man wieder Bruch- oder Schollengebirge und Faltungsgebirge. Die Mehrzahl der Gebirge gehört der letztern Art an. b) Rumpf- oder Abrasionsgebirge; auch sie sind tektonische Gebirge; während jedoch bei den tektonischen Gebirgen im eigentlichen Sinne die äußere Plastik die

unmittelbare Folge der gebirgsbildenden Prozesse ist, ist dieselbe bei den Rumpfgebirgen in erster Linie durch die Abrasion (v. lat. abradĕre = abwetzen, abnagen) verursacht, d. i. die abschleifende Thätigkeit der Meereswelle. Sie zeichnen sich im allgemeinen durch flachgerundete Formen aus. Hervorragende Rumpfgebirge in Europa sind die Skandinavischen Gebirge, das Bergland von Schottland, Vogesen und Schwarzwald u. s. w.; c) Ausbruchsgebirge; hierher gehören die Gebirge vulkanischer Natur; d) Aufschüttungsgebirge; solche sind Korallenriffe und die Dünen; e) Erosionsgebirge; sie sind ursprünglich keine Gebirge, sondern Flachböden gewesen und haben erst durch die Einwirkung äußerer Agentien die Gebirgsnatur erhalten. Beispiele hierfür sind die Sächsische Schweiz und die Gegend von Adersbach (im Glatzer Bergland).

II. Elemente des äußern Gebirgsbaues. 1. Der Gebirgsfuß. Man versteht darunter die Grenzlinie der Gebirgsabfälle gegen die benachbarte Flächenausbreitung; sie ist nur selten scharf gezeichnet; meist ist eine Zone des Überganges vorhanden, indem entweder lange Schutthalden sich von den Gebirgen herabziehen und jene Linie verhüllen, oder fließende Gewässer die an das Gebirge sich anlehnenden Ablagerungen aus früherer Zeit tief durchfurcht und in ein Hügelland aufgelöst haben.

2. Der Gebirgskamm. Die oberste Linie einer Gebirgskette heißt Kammlinie. Sie wechselt in ihrer Höhe und bildet eine Folge von auf- und niedersteigenden Kurven. Schließt sich der Kammlinie beiderseits eine Fläche an, so ist dies die Kamm- oder Scheitelfläche. Nach ihrer Gestalt sind die Kämme Plattenkämme (sie sind flächenartig ausgebreitet, wie in Skandinavien, im rheinischen Schiefergebirge), Zackenkämme, wie solche die Alpen zeigen u. s. w.

3. Die Wasserscheide. Je nach der Lage im Verhältnis zu einzelnen Gebirgsgliedern unterscheidet man zwei Haupttypen derselben: a) die Kammwasserscheide; sie ist der normale Fall; ihre Zeichnung ist eine scharfe, wenn dies von der Firstlinie selbst gilt; b) die Thalwasserscheide; sie durchzieht tektonische Thäler in der Quere: so die Querscheide zwischen Drau und Rienz am Toblacher Felde. — Je nach der Lage im Verhältnis zur allgemeinen Gebirgsanordnung unterscheidet man a) die normale Wasserscheide, welche mit der Hauptkammlinie eines Gebirges in deren ganzer Erstreckung oder doch großenteils mit derselben zusammenfällt; ein Beispiel hierfür bietet die Kette der Tauern, wo die Wasserscheide in einer großenteils durch scharfe Grate gezeichneten Linie liegt; b) die durchgreifende Wasserscheide; hierbei bildet der Hauptkamm nur auf einzelnen kurzen Strecken oder auch

gar nicht die Hauptwasserscheide; derselbe wird vielmehr an einer oder mehreren Stellen von Flüssen durchbrochen, während diese selbst an einem minder hohen, meist parallelen Nebenkamm entspringen. In größtem Maßstab ist diese Form für den Hauptteil des Himalaya charakteristisch, indem dessen Hochgipfelkette von einer Anzahl weiter nördlich auf minder hohen Zügen entspringender Flüsse durchbrochen wird. — c) Mit Rücksicht auf den Gesamtverlauf der Wasserscheide eines Strombeckens ist noch die überspringende Wasserscheide bemerkenswert. Sie wandert regellos von einer Kette zur andern und bildet eine vielfach gebrochene Zickzacklinie. Beispiele hierfür liefern der Jura, die Alleghanies ꝛc.

4. Paßübergänge. Führt eine Paßstraße unvermittelt über die Achsenkette eines Gebirges hinweg, so redet man von einem unmittelbaren Paßübergang. Pässe dieser Art sind in der Regel die schwierigsten und werden selten zur Anlage großer Verkehrsstraßen benutzt; hierher gehören z. B. diejenigen Übergänge über die Tauern, die von Norden nach Süden führen. Von ihnen verschieden sind die durchgreifenden Paßübergänge; es sind das solche, durch welche man eine Hauptkette überwindet, ohne sie zu überschreiten, indem man, der Sohle der Durchbruchsfurche folgend, nach einem Thal des jenseitigen Gehänges gelangt. Von diesem aus steigt man über einen Kamm von geringerer Höhe nach dem Ursprung eines andern Stromsystems, dem man dann nach abwärts folgt. Hierauf beruht z. B. die Benutzung der Oberläufe von Dora Baltea und Dora Riparia zu Paßübergängen.

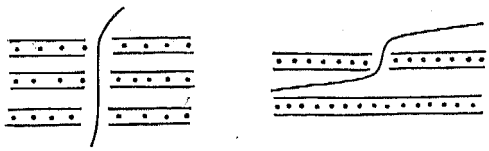
Mittlere Gipfelhöhe, mittlere Paßhöhe, mittlere Kammhöhe. 1. Die mittlere Gipfelhöhe wird in der Weise gefunden, daß man die Zahlen der Höhen aller bekannten Gipfel addiert und mit der Anzahl derselben die gefundene Summe dividiert; der Quotient giebt die sogen. mittlere Gipfelhöhe. 2. Ganz in derselben Weise erhält man aus den bekannten Höhen für die Pässe die mittlere Paßhöhe. 3. Nimmt man das Mittel aus der berechneten mittlern Gipfelhöhe und der mittlern Sattelhöhe, so giebt diese Zahl die sogen. mittlere Kammhöhe, d. h. diejenige Höhe, welche der Rücken des Gebirges haben würde, wenn wir uns alle Rücken abgetragen und zur Ausfüllung der Sättel verwendet denken.

Das Verhältnis der mittlern Sattelhöhe oder der mittlern Kammhöhe zur Gipfelhöhe giebt einen ebenso bequemen als exakten Ausdruck für den orographischen Charakter der Kämme. Es ist z. B. bei den Pyrenäen = 1 : 1,43, bei den Alpen aber = 1 : 2,05, beim Kuenlun = 1 : 1,13, beim Himalaya aber = 1 : 1,86. Die Pyrenäen und der Kuenlun besitzen also mauerartige Kämme, während die Kämme der Alpen und des Himalaya sich bald zu hohen Gipfeln erheben, bald zu tiefen Paßeinschnitten sich senken.

4. Die Hohlformen des Festlandes.

Die Hohlformen des Festlandes sind die Thäler.

Einteilung. Die Thäler sind a) ihrer Richtung nach Längenthäler, d. i. solche, die mit der Erhebungsachse des Gebirges parallel laufen, z. B. das Rhonethal im Wallis, das Vorderrheinthal, oder Querthäler, d. i. solche, die senkrecht auf dieser Achse stehen, z. B. die Thäler der Reuß und des Tessin.



Querthal. Fig. 43. Längenthal.

b) Nach der durchgreifenden Gliederung unterscheidet man Hauptthäler, welche ganze Gebirgssysteme voneinander trennen, und Nebenthäler, vermittelst welcher sich nur ein einzelnes Gebirge gliedert.

c) Ihrer Entstehung nach sind die Thäler teils solche, die bereits dem uranfänglichen Baue der Gebirge angehören und mit diesen zugleich entstanden sind (tektonische Thäler), teils solche, die erst allmählich im Laufe der Zeit durch Schnee und Eis, Regen oder fließendes Wasser ausgehöhlt wurden (Erosionsthäler, v. lat. erodĕre = ausnagen, oder Skulpturthäler).

Bedeutung der Gebirge. A. Im Haushalte der Natur.

1. Die Gebirge sind von großem Einfluß auf die Verteilung des Niederschlags. Die Gipfel und Felswände der Gebirge wirken abkühlend auf die Wolken und nötigen diese zur Entladung ihrer Feuchtigkeit. Deshalb zeigen die südwestwärts gelegenen Gehänge der deutschen Gebirge den meisten Niederschlag; denn sie werden zunächst von den in Deutschland vorherrschenden Südwestwinden getroffen; in Australien schüttet der Südostpassat seine Feuchtigkeit aus über die windwärts gelegenen Gehänge der Australalpen, während er trocken über das australische Hinterland streicht und hier die Wüsten- und Steppenbildung begünstigt.

2. Infolge des reichlichen Niederschlages sind die Gebirge: a) die Geburtsstätten der fließenden Gewässer; sie zeichnen ihnen aber auch Lauf und Richtung vor; so wird z. B. die Donau noch kurz vor ihrer Mündung durch die Dobrudscha nordwärts geworfen. — b) Indem das Gebirge die aus seinem Schoße hervorquellenden Wasseradern nach verschiedenen Richtungen hin dirigiert, wird es zugleich zur Wasserscheide zwischen verschiedenen Stromsystemen. — c) Auch die Schnelligkeit des Flußlaufes bedingt das Gebirge. So haben die südlichen Alpenflüsse ein viel stärkeres Gefälle als die nordwärts fließenden; denn der Absturz der Alpen ist nach Süden viel schroffer als gegen Norden. — d) Endlich bestimmen die Gebirge auch noch den Wasserreichtum der ihnen entquellenden Ströme, je nachdem diese auf Mittelgebirgen oder auf Hochgebirgen ihren Ursprung haben.

3. Die klimatologische Wichtigkeit der Gebirge beruht darauf, daß sie nicht selten Klima- und Wetterscheiden bilden. So schützt der Himalaya

die indische Halbinsel vor den rauhen Steppenstürmen Centralasiens, und in bilden die Alpen eine bedeutsame Scheidewand zwischen nördlichem und s Klima. — Dann vereinigt das Gebirge selbst in seinen verschiedenen E die Klimate mehrerer, oft aller geographischen Breiten.

4. Für die Pflanzen- und Tierwelt sind die Gebirge wie Klima bedeutsame Barrieren. So bilden z. B. in Europa wieder d eine Vegetationsscheide; das Uralgebirge trennt die Fauna Sibiriens von ropas. — Infolge seiner beträchtlichen Erhebung über die Meeresfläche e Gebirge auch eine große Mannigfaltigkeit der Flora und Fa

5. Die Gebirge sind endlich auch die Herde mineralischer Schätze und für die Verbreitung der Völker von großer Bedeutung.

B. Für das Menschenleben.

1. Das leibliche und geistige Leben des Gebirgsmenschen wird Natur seiner Heimat vielfach beeinflußt; so ist z. B. der Gebirgsbewohne lich meist rüstig; schon die kräftige Bergluft stärkt seine Glieder, dann d der mühsame Erwerb (Holzfällen, Holzflößen u. s. w.). Die vielen Gefa ihn umgeben, lassen ihn häufig an Gott denken, den Erhalter des Leben ist der Älpler auch sehr religiös; ebenso fördern sie seine geistige Spannk zwingen ihn ja, auf Mittel zur Abwehr zu sinnen, und ihre glückliche dung macht ihn dann mutig und keck; ferner ganz den Eindrücken der N gegeben, an der er wenig Veränderungen wahrnimmt, ist er selbst treu überkommenen Gewohnheiten hängend und mißtrauisch gegen das Fremde. Ertrag des Bodens ist ferner im Gebirge so gering, daß er selten ausrei Bewohner zu ernähren; deshalb sehen sich diese gezwungen, durch andere zweige das Fehlende zu ersetzen; sie treiben darum neben dem Ackerbau weise Viehwirtschaft, wozu sie die herrlichen Alpenwiesen veranlassen; treiben sie aber noch mancherlei Industrie. Zu vielem Erwerb führen d die zahlreichen Fremden, die während der Sommermonate vor dem St Städte in die Alpenwelt flüchten.

2. Die Gebirge spielen aber auch eine Rolle im Leben der Völ bilden Rassen-, Sprachen-, Religions- und Kulturscheiden. So trennen Germanen und Romanen; nördlich vom Himalaya herrscht das ural Sprachidiom, südlich desselben die arische Sprache u. s. w. — Aber auch einer Nationalität übt das Gebirge seine trennende Kraft aus; denn es die politische Zersplitterung einer Nation in eine Reihe selbständige Beweise hierfür liefern das alte Griechenland, die Schweiz und Mittel-De

5. Die Tiefländer.

1. Begriff und Verteilung. Unter Tiefland verstehen ebene Strecken des Festlandes, die nicht 300 m absolute Höhe

Die bedeutendsten Tiefländer der Erde sind:

In Afrika: Nord-Ägypten und die westlichen Teile der Sahara.

In Asien: Nordwest-Sibirien, das chinesische Tiefland, das ind land, Mesopotamien und Turan.

In Südamerika: die Llanos des Orinoko, das Tiefland des A ströme, die Pampas des La Plata.

In Nordamerika: das arktische Tiefland, das Tiefland des Mississippi.
In Europa: das russische Tiefland, das nordgermanische Tiefland, das französische Tiefland, die Rhone-Ebene, das aragonische Tiefland, das andalusische Tiefland, die lombardische Ebene, das oberrheinische Tiefland, Ober- und Nieder-Ungarn und die Walachei.

2. Entstehung. a) Die meisten der Tiefebenen waren noch in den jüngsten geologischen Perioden vom Meere überflutet; sie sind also trocken gelegte Meeresgründe.

b) Manche verdanken ihren Ursprung dem von den Gebirgen niederwärts getragenen Schutt und den Anschwemmungen großer Flüsse, so die Po-Ebene und die Gangesniederungen.

Teile der Festlandsoberfläche, die niedriger liegen als das Niveau des Meeres, heißen Depressionen oder Erdsenken. Beispiele davon sind das Jordanthal und die kaspische Bodendepression.

Drittes Kapitel.

Vulkanismus.

Vulkanismus ist die Lehre von dem feurig-flüssigen Erdinnern und den damit verbundenen Erscheinungen. Das heißflüssige Erdinnere macht seine Wirkungen besonders geltend in den Vulkanen, den heißen Quellen, in den Erdbeben und in den Hebungen und Senkungen des Bodens.

a. Vulkane.

I. Begriff. Vulkane[1] sind Berge, an welchen Ausbruchserscheinungen wahrgenommen werden. Die obere Öffnung, durch welche die Ausbrüche oder Eruptionen der Vulkane erfolgen, heißt der Krater, und die festen oder feurig-flüssigen Gesteinsmassen, welche ausgeworfen werden oder aus dem Krater fließen, nennt man Lava.

II. Thätigkeit der Vulkane. Die Dauer der Thätigkeit der Vulkane ist verschieden; es giebt Vulkane, die ununterbrochen thätig sind, wie der Stromboli im Mittelmeer; es giebt solche, die periodisch thätig sind, wie der Etna, und manche haben ihre Thätigkeit ganz eingestellt. Man unterscheidet danach thätige und erloschene Vulkane.

III. Anordnung der Vulkane. Mit Rücksicht darauf werden die Vulkane eingeteilt: 1. in Centralvulkane, die einzeln auftreten oder in Gruppen zusammenstehen; 2. in Reihenvulkane, die in einer langen Linie hintereinander auf langgestreckten Spalten liegen.

[1] Der Name stammt von dem römischen Feuergotte Vulcanus.

Centralvulkane finden sich auf Island, den Kanarischen, Azorischen Inseln u. s. w.

Die wichtigsten Vulkanreihen sind:

Die ostasiatische Reihe von Kamtschatka bis zu den Molukken. — Die Sunda-Reihe. — Die australische Reihe von Neu-Guinea bis zum antarktischen Polarlande. — Die südamerikanische Reihe vom Feuerland bis Neu-Granada. — Die centralamerikanische Reihe. — Die antillisch-mejikanische Reihe und die nordamerikanische Reihe von Kalifornien bis zu den Aleuten.

Fast alle Vulkane liegen demnach auf Inseln oder nahe den Küsten.

IV. Ausbruchsmassen. Von den Vulkanen werden ausgeworfen: 1. Lava, d. i. das feuerflüssige Erdinnere; sie wird oft in ungeheuern Massen zu Tage gefördert. Merkwürdig ist, daß die Lava sich sehr rasch an der Oberfläche abkühlt, während im Innern die Glut sich ungemein lange erhält. Das berühmteste Beispiel liefern die Laven des Jorullo in Mejiko, die noch 45 Jahre nach ihrem Ausbruche rauchten. 2. Vulkanische Asche; sie ist zerriebene oder zertrümmerte Lava, ist infolgedessen sandähnlich, enthält aber auch gröbere Mischbestandteile; zuweilen wird sie vom Winde weit entführt. 3. Schlacken und Steine; erstere sind kleinere Gesteinsteile und heißen auch Lapilli oder Rapilli; letztere sind zuweilen von bedeutender Größe und Schwere. 4. Große Menge von Wasserdampf; er erzeugt zugleich die Gewitter in und über den aufsteigenden Rauchsäule und veranlaßt die Platzregen und Wolkenbrüche von denen vulkanische Ausbrüche begleitet sind.

Einer der großartigsten vulkanischen Ausbrüche, welche überhaupt jemals stattgefunden haben, ist jener des Inselvulkans von Krakatau, westlich der Sundastraße, vom 26. August 1883. Die wichtigsten Erscheinungen, welche dabei zutage traten, waren folgende:

1. Es ergaben sich sehr bedeutende Veränderungen des Terrains, indem die Hälfte der mehrere 100 m hohen Insel Krakatau in Meerestiefen von mehr als 300 m versank, während sich an anderen Stellen Inseln aus dem Meeresboden erhoben.

2. Die Höhe der ausgestoßenen Rauchsäule erreichte 11 000 m.

3. Der Ausbruch hatte Meereswellen im Gefolge, welche sich nicht nur im Indischen und Großen Ocean, sondern bis in den Atlantischen Ocean fühlbar gemacht haben.

4. Desgleichen wurde durch den Ausbruch eine atmosphärische Welle erzeugt, die wenigstens zweimal deutlich die ganze Atmosphäre durchlaufen hat.

5. Wahrscheinlich rührten auch jene ungewöhnlich farbenprächtigen Dämmerungserscheinungen, die sich damals mehrere Monate in weiten Teilen der Erdoberfläche gezeigt haben, von Beimengungen her, welche in die höheren Schichten der Atmosphäre bei jenem Ausbruch eindrangen.

6. Die Menge der bei diesem Ausbruch ausgeworfenen festen Massen soll nach einer Berechnung so groß gewesen sein, daß 7360 Bauten von der Größe der größten ägyptischen Pyramide nötig wären, um dem Kubikinhalt der ausgeworfenen Massen gleichzukommen.

7. Die ausgeworfene Masse verbreitete sich über einen Flächenraum von 750 000 qkm, d. i. ein Raum, der größer ist als Deutschland, Belgien, Dänemark nebst Island und Holland.

8. Durch den Ausbruch kamen 14 000 Menschen ums Leben.

V. Entstehung und Gestalt der Vulkane. Dieselben entstehen dadurch, daß die ausgeworfenen Massen um den Krater herum sich aufschütten (Aufschüttungstheorie). Die Vulkane wachsen demnach von innen heraus wie die Maulwurfshaufen. — Die Form des Berges ist meist die eines regelmäßigen Kegels, wie sie der Cotopaxi und der Citlaltepetl besonders schön zeigen.

VI. Gasquellen. Dem Vulkanismus sehr verwandte Erscheinungen sind die Gasquellen Sie sind:

1. Fumarolen (v. ital. fumo = Rauch), d. i. Gasquellen, die vorzugsweise Wasserdampf aussenden. Reich an solchen ist Oberitalien und Neuseeland.

2. Solfataren (v. ital. solfo = Schwefel), d. i. Gasquellen, denen vorherrschend Schwefeldämpfe entströmen; sie finden sich häufig auf Island, Neuseeland 2c.

3. Mofetten (v. franz. mofette = schädlicher Dunst), d. i. Quellen von Kohlensäure. Wegen ihres hohen specifischen Gewichtes sammelt sich die Kohlensäure unmittelbar über der Erdoberfläche; alle Tiere, die in den Bereich einer solchen Mofette kommen, werden daher rasch getötet. Zu den bekanntesten Mofetten gehört die „Hundsgrotte" bei Neapel.

VII. Die Ursache der vulkanischen Erscheinungen. Die sogen. plutonische Theorie erklärt dieselben also: Unter der festen Erdkruste befindet sich eine glühend-flüssige Masse (das sogen. Magma, v. griech. magma, eine geknetete Masse). Indem nun diese mit Wasser, das in die Erde eindringt, in Berührung kommt, wird das Wasser in Dampf verwandelt, und dieser wird durch seine furchtbare Spannkraft die Ursache der Ausbrüche.

Anmerkung. M. Neumayr äußert sich betreffs der Entstehung vulkanischer Ausbrüche also: „In der starren Erdkruste befinden sich feste Massen, die unter sehr hohem Drucke erstarrt sind und große Mengen von Gasen absorbiert enthalten. Wird durch die Bildung einer Spalte eine sehr bedeutende Entlastung einer solchen Masse herbeigeführt, so schmilzt sie und steigt, den Regeln der Hydrostatik entsprechend, in der Spalte auf, ohne jedoch, wenigstens in der Mehrzahl der Fälle, die Oberfläche erreichen zu können; um an diese zu gelangen, bedarf es gewöhnlich der Spannung überhitzter Dämpfe, die ursprünglich in dem Magma enthalten waren und nun frei werden. Die Bedeutung des von oben zu-

dringenden Wassers ist in der Regel eine sehr untergeordnete, wird aber wahrscheinlich bei der Hervorbringung der die Ausbrüche einleitenden Explosionen eine große."

Die Grundbedingung für vulkanische Erscheinungen ist hiernach das Vorhandensein einer Spalte, nicht die Nähe des Meeres.

b. Erdbeben[1].

I. Begriff. Erdbeben sind Erschütterungen größerer oder kleinerer Teile der festen Erdrinde. Als Begleiterscheinungen treten sehr häufig auf: donnerähnliches Getöse, elektrische Erscheinungen in der Luft, Ausströmungen von Dämpfen, eigentümliche Nebel, gewaltige Meeresbewegungen u. s. w.

II. Arten der Bewegung. Man unterscheidet deren zwei:

1. Die aufstoßende (succussorische[2]) Bewegung; wie heftig dieselbe sein kann, dafür liefert einen erschreckenden Beweis das Erdbeben von Riobamba (1797) in Südamerika, das sogar Leichen aus dem Boden des Kirchhofes in die Höhe schleuderte; bei dem kalabrischen Erdbeben von 1783 sollen sogar Bergspitzen auf und nieder gehüpft sein.

2. Die wellenförmige (undulatorische[3]) Bewegung; sie ist die häufigste und, wenn nicht sehr stark, am wenigsten gefährlich. Das älteste Beispiel für dieselbe giebt uns das mit dem Ausbruch des Vesuv im Jahre 79 verbundene Erdbeben; oft zeigt das von selbst erfolgende plötzliche Anschlagen der Turmglocken diese Bewegung an.

III. Erdbeben-Regionen der Erde. Die Erdbeben sind zwar über die ganze Erde verbreitet, doch vorzugsweise in vulkanischen Gegenden heimisch. In Europa treten sie nirgends heftiger auf, als in Unteritalien und seinen Inseln; in Asien haben außer den östlichen Archipeln Kleinasien und Syrien von ihnen zu leiden. Afrika scheint davon ziemlich verschont zu sein, dagegen gehören sie zu den schrecklichsten Heimsuchungen der Vulkangegenden von Süd- und Central-Amerika.

IV. Fortpflanzungsgeschwindigkeit, Dauer, Häufigkeit und Ursprungsort der Erdbeben. Die Geschwindigkeit, mit der sich die Erdbebenwellen fortpflanzen, ist eine sehr verschiedene. Sie hängt von der Natur der Gesteine und von dem Bau der Gebirge ab. Im allgemeinen kann man sagen, daß die Erdbebenwellen in der festen Erdkruste sich ungefähr mit der gleichen Geschwindigkeit fortbewegen, wie die Schallwellen in der Luft (pro Sekunde rund 340 m). — Die Dauer

---

[1] Die Lehre von dem Erdbeben heißt auch Seismologie (vom griech. seismós = Erdbeben, und lógos = Lehre).

[2] Vom lat. succutĕre = von unten schütteln

[3] Vom lat. unda = die Welle.

der Erdbeben hängt von der Häufigkeit der rasch aufeinander folgenden Stöße ab, von denen jeder einzelne nur eine oder ganz wenige Sekunden in Anspruch nimmt. Die verheerendsten Erdbeben waren das Werk eines Augenblicks. Caracas wurde 1812 in 30 Sekunden, Lissabon 1755 binnen 5 Minuten von Grund aus zerstört. — Die Häufigkeit der Erdbeben ist eine überraschend große. Nach neueren Erfahrungen rechnet man durchschnittlich zwei Erdbeben auf einen Tag. — Der Ursprungsort der Erdbeben liegt in verhältnismäßig geringer Tiefe (10—30 km), jedenfalls nicht auf der Grenze zwischen dem glutflüssigen Erdkern und der starren Kruste, sondern in dieser selbst.

V. Geographische Ausdehnung. Der Flächenraum, über den sich die Erschütterungen eines und desselben Erdbebens fühlbar machen, bewegt sich zwischen außerordentlich weiten Grenzen. Eines der ausgedehntesten Erdbeben war das Lissaboner vom 1. November 1755. Die Fläche der bei diesem Erdbeben ergriffenen Länder- und Meeresstrecken betrug $38^1/_2$ Mill. qkm, kommt demnach dem dreizehnten Teile der gesamten Erdoberfläche gleich.

VI. Ursache der Erdbeben. In dieser Beziehung unterscheidet Hochstetter: 1. vulkanische Erdbeben; sie stehen in engster Verbindung mit den vulkanischen Ausbrüchen. 2. Einsturzbeben; sie entstehen durch den Einsturz unterirdischer Hohlräume; solche können erzeugt werden durch die Erosionsthätigkeit der unterirdischen Gewässer. 3. Dislokationsbeben; sie scheinen in Verbindung zu stehen mit den gebirgsbildenden Vorgängen. Ihren Namen haben sie davon, daß mit solchen Erdbeben immer eine Verschiebung (Dislokation) der Gesteinsschichten eintritt. Zuweilen nennt man diese Erdbeben auch tektonische Erdbeben (v. griech. tektaínomai = ich baue), weil sie durch Änderungen im Bau der Erdrinde bedingt sind. Diese Änderungen sind aber eben die Folge von Bewegungen der sich zusammenziehenden, sich faltenden, reißenden und sich verschiebenden Erdrinde. — Falb ist der Meinung, daß die Erdbeben dadurch entstehen, daß der Mond eine Art Ebbe und Flut des feuerflüssigen Erdinnern verursache.

c. Hebungen und Senkungen des Bodens.

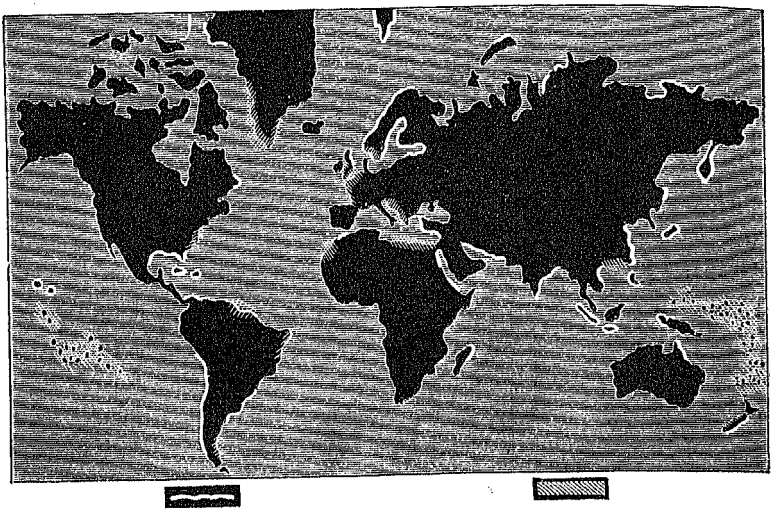
Arten. Hebungen und Senkungen des Bodens können

a) plötzlich eintreten im Gefolge von Vulkanausbrüchen oder Erdbeben; so ist im August 1883 infolge der großen vulkanischen Vorgänge in der Sundastraße die Insel Krakatau zur Hälfte versunken und sind neue Inseln entstanden.

b) Im Gegensatze zu den plötzlichen Hebungen und Senkungen stehen die säkularen, die sich so langsam vollziehen, daß ihre Wirkung kaum 1 m im Laufe eines Jahrhunderts (lat. saeculum) beträgt.

Einen Überblick über diese Hebungen und Senkungen der Erde giebt Fig. 44.

Die Hebungs- und Senkungsbewegungen des Landes werden neuestens nur als Scheinbewegungen aufgefaßt, hervorgerufen durch einen veränderlichen Niveaustand des Oceans. Hiernach wäre nicht mehr von säkularen



Aufsteigende Küsten. Fig. 44. Sinkende Küsten.

Hebungen und Senkungen zu sprechen, sondern nur von „Verschiebungen der Küstenlinie". Man bezeichnet diese Verschiebungen der Strandlinie, wenn sie aufwärts erfolgen, als positive, wenn abwärts, als negative.

Die Ursache hiervon erblickt man in einem infolge kosmischer Einflüsse (Veränderlichkeit der Stellung der Erdachse zur Ekliptik, Präcession der Äquinoktien) abwechselnden säkularen Zu- und Abströmen des Wassers vom Äquator nach den Polen hin und umgekehrt. Einige dagegen führen die Ursache dieser Schwankungen auf die wechselnde Anziehungskraft des Bodens auf das Wasser zurück. So ist die Eiszeit mit ihrer bald größern, bald geringern Eisbedeckung des Festlandes ganz besonders eine Zeit großartiger Schwankungen des Meeresspiegels gewesen.

Viertes Kapitel.

Veränderungen der Erdoberfläche.

Veränderungen der Erdoberfläche werden hervorgerufen 1. durch Vorgänge, die von außen her wirken; 2. durch Vorgänge im Innern.

I. Zu den durch innere Vorgänge verursachten Veränderungen zählen:

1. die durch vulkanische Eruptionen erzeugten;

2. die durch Erdbeben hervorgerufenen;

3. die durch die Auffaltung der Erdrindenmassen zu Gebirgsrücken bedingten.

II. Die von außen her auf die Erdoberfläche wirkenden Kräfte sind:

1. Die Atmosphäre. Ihre Thätigkeit zerfällt in die Verwitterung und die Denudation (vom lat. Verbum denudāre = entblößen) oder Abtragung (Ablation).

Die Verwitterung erfolgt wiederum teils auf mechanischem, teils auf chemischem Wege. Die mechanische Verwitterung vollzieht sich einerseits durch die Temperaturschwankungen, welche selbst die feinsten Gesteinsteilchen erst ausdehnen, dann zusammenziehen, so daß sich unzählige kleine Spalten, Sprünge und Risse bilden; andererseits durch das in die Felsen eindringende Regenwasser, das beim Gefrieren gleichfalls die Gesteine zu zerklüften vermag. — Die chemische Verwitterung erweist sich nicht minder wirksam. Der Sauerstoff der Luft und die im Regenwasser stets enthaltene Kohlensäure lösen einige Mineralien vollständig auf, z. B. Kalksteine, Dolomite u. s. w., andere Mineralien werden teilweise aufgelöst, teilweise umgewandelt. Das Resultat aller Verwitterung ist schließlich die Entstehung der Erdkrume.

Die Denudation besteht darin, daß die Verwitterungsprodukte (Staub, Erde u. s. w.) durch atmosphärische Kräfte abgetragen und anderwärts abgelagert werden. Eine Hauptrolle hierbei spielen die Winde. Ein großartiges Beispiel für derartige Wirkungen sind die chinesischen Lößablagerungen in Nordchina; auch die Dünen sind ein Werk der Winde.

2. Das Wasser und zwar a) das Meer, b) das fließende Wasser. Näheres hierüber siehe 2. Abschnitt.

3. Die Organismen. Welch großartige Werkmeister sind z. B. die Korallentiere! Auch der größte Teil der Kreidelager läßt sich als ein Werk der niedern Tierwelt bezeichnen. Nackte Felsmassen erfahren eine allmähliche Verwitterung durch Flechten, welche auf der Oberfläche vegetieren u. s. w.

4. Der Mensch; siehe 5. Abschnitt, Nr. VII.

Zweiter Abschnitt.

Das Wasser.

Das Wasser befindet sich in einem steten Kreislaufe. Verdunstung steigt es als Wasserdampf in die Höhe und fä folge von Verdichtung als Niederschlag wieder zur Erde Niederschlags geht durch Verdunstung sofort wieder verloren an der Oberfläche des Landes ab und $^1/_3$ wird vom Boden Der letztere Teil tritt in den Quellen wieder aus und fließt die sich zu Flüssen, dann zu Strömen vereinigen, dem oder sammelt sich in Seen.

Erstes Kapitel.

Die fließenden Gewässer.

a. Quellen.

I. Begriff und Entstehung. Quellen sind die fließenden Wassers, das freiwillig aus der Erde hervortritt. meist dadurch, daß das Wass fläche in den Boden eindrin wasserdichten Gesteinsschichten von diesen nach dem Thale (absteigende Quellen).

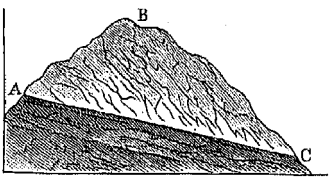


Fig. 45.

B einen Berg vor, der aus zerklüfteten Gesteinen besteht, d Schichte A C aber wasserhaltende Massen, z. B. Thon oder Me so wird das atmosphärische Wasser sich auf dieser Schichte an bei C als Quelle zum Vorschein kommen (Fig. 45).

II. A Brunnen wasserführe schicht mit h Lagerung (von zwei Gesteinsla schlossen, s Wasser wek noch nach fließen. A

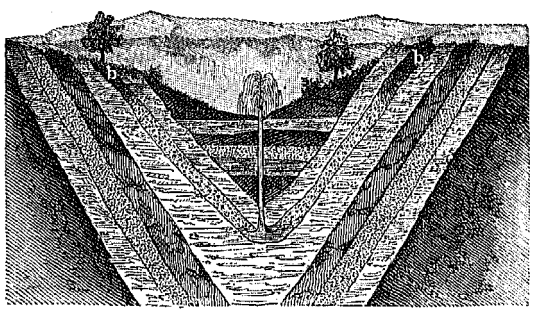


Fig. 46. Artesischer Brunnen.

künstlich ein Abflußrohr geschaffen, indem man die obere wasserdichte Schichte durchbohrt, so dringt das Wasser nach dem Gesetz der kommunizierenden Röhren im Bohrloch oder selbst noch über dasselbe so hoch empor, als dies der vorhandene Wasserdruck fordert. Solch künstlich erbohrte aufsteigende Quellen nennt man Bohrbrunnen oder artesische Brunnen (nach der Grafschaft Artois im nordöstlichen Frankreich, wo die Bodenbeschaffenheit die Anlage derselben besonders begünstigte).

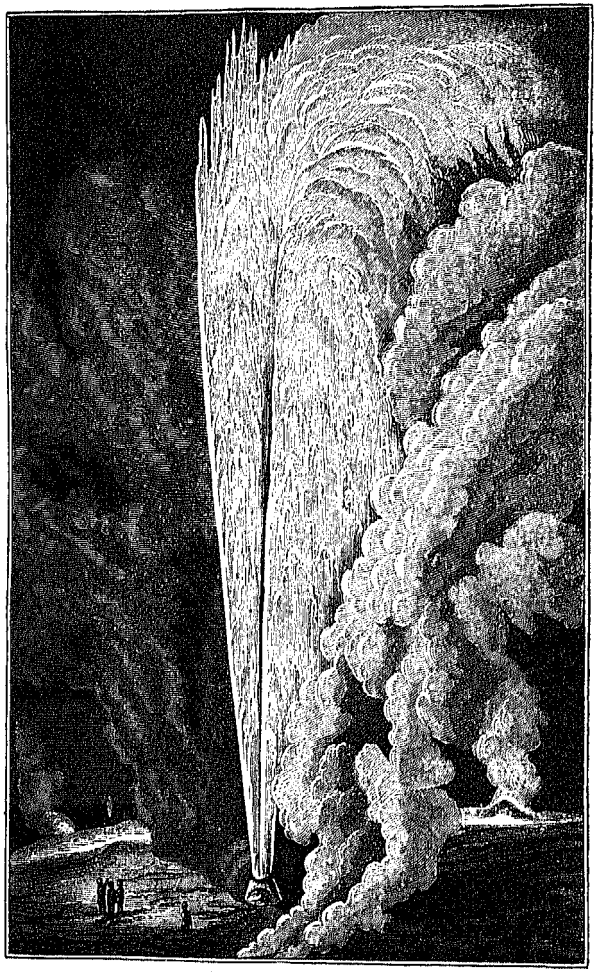


Fig. 47. **Der Beehive-Geyser** (in Nordamerika) **in Thätigkeit.** Höhe des Wasserstrahls gegen 70 m.

III. Wassermenge der Quellen. Danach unterscheidet man: 1. gleichförmige Quellen, die das ganze Jahr über eine fast stets gleich große Wassermenge behalten; 2. periodische Quellen, die in Übereinstimmung mit den Jahreszeiten eine Zu- oder Abnahme zeigen; 3. intermittierende (v. lat. intermittĕre = eine Zeitlang aufhören) Quellen, die zu gewissen Jahres- oder Tageszeiten aussetzen und nach einiger Zeit wiederkehren, so z. B. die heißen Quellen von Island.

IV. Warme und kalte Quellen. Quellen, die eine höhere Temperatur besitzen, als die durchschnittliche Luftwärme ihrer Umgebung,

werden warme, diejenigen, welche eine geringere Temperatur zeigen, kalte Quellen genannt. — Die warmen Quellen heißt man auch Thermen. Beispiele von solchen sind: der Sprudel von Karlsbad, die warmen Quellen von Wiesbaden ꝛc. Noch wärmer sind die Springquellen oder Geysirs in vulkanischen Gegenden, so in Island, Neuseeland ꝛc. (Fig. 47.)

V. Bestandteile des Quellwassers. Das Quellwasser nimmt bei seinem Durchgange durch die verschiedenen Erdschichten einen Teil der in ihnen enthaltenen löslichen Bestandteile auf. Solche Quellen nun, welche in größeren Mengen mineralische Bestandteile mit sich führen, heißen Mineralquellen. Man unterscheidet sie in Schwefelquellen, Salzquellen, Eisenquellen, Säuerlinge u. s. w.

b. Flüsse.

I. Die Stufen des Flußlaufes. Es lassen sich bei der Mehrzahl der Flüsse drei Stufen ihres Laufes unterscheiden:

1. Der Oberlauf; er gehört, wenn nicht dem Hochgebirge, doch dem Gebirge oder dem Hochlande an; in stark geneigtem Bette fließt er dahin, oft Stromschüsse und Wasserfälle bildend. Häufig nimmt am Fuße des Gebirges ein See den Fluß auf, der mit trüber Flut in ihn eintritt, aber sein Gerölle in ihm ablagert und mit klarem Wasser ihn verläßt. — Der Gebirgsstrom ist dem Menschen noch wenig dienstbar; höchstens führt er Bauholz in einzelnen Stämmen abwärts. Nicht selten aber verheert er, durch plötzliche Schneeschmelze oder Gewittergüsse rasch anschwellend, seine schmalen Uferstrecken und überschüttet, in einen Schlammstrom verwandelt, Felder und Wiesen.

2. Der Mittellauf; er beginnt beim Austritte des Stromes in das Stufen- oder Hügelland. Indem das Gebirge sich sanfter hinabsenkt, ändert sich auch der Charakter des Stromes. Statt zu stürzen, ergießt er sich in gemäßigterem, aber freierem Lauf; Gefälle und Geschwindigkeit haben abgenommen; die Thalränder treten zurück und lassen zu beiden Seiten einen Thalboden, durch welchen sich das Bett oft in vielfachen Krümmungen windet; hie und da unterbrechen noch Felsenengen und Klippenriegel seine Bahn. — Der Mittellauf ist dem Menschen schon dienstbarer; er trägt Schiffe und Flöße abwärts, und Städte und Dörfer säumen seine Ufer.

3. Der Unterlauf; derselbe bewegt sich im Tieflande; die Neigung des Bettes ist hier äußerst gering, die Ufer sind flach, der Strom zeigt Neigung, sich zu spalten und zu verästeln, und häufig bildet er, besonders nahe der Mündung, Sandbänke und Inseln.

Anmerkung. Ein treffliches Beispiel zur Veranschaulichung dieser drei Stadien des Flußlaufes bildet der Rhein. Daneben fehlt es nicht an größeren

Flüssen, welche nur eine dieser typischen Formen entwickeln. Die Flüsse Norwegens, die sich mit prächtigen Stürzen über hohe Felswände ins Meer ergießen, haben gleichsam nur einen Jugendlauf; dagegen kann der St. Lorenz wie ein kolossaler Unterlaufstrom betrachtet werden; zahlreiche Steppenflüsse Asiens endlich, wie der Gihon, Sarafu u. a., bleiben auf der zweiten Stufe der Entwicklung stehen.

II. Mündungsformen der Flüsse. An solchen unterscheiden wir:

1. Die einfache Mündung, bei welcher der Fluß ungeteilt und ohne Erweiterung des Flußbettes mündet.

2. Die Trichtermündung (Ästuarium, v. lat. aestus = Meeresflut); der Fluß erweitert sich vor seinem Austritte in das Meer zu einer Art Bucht, in welcher zuweilen Ebbe und Flut weit aufwärts bemerkbar wird, z. B. Elbe, Loire [loár], Amazonenstrom.

3. Die Haffmündung; sie besteht in einer Erweiterung der Flußmündung zu einer Bucht, die aber durch Landzungen (auch Nehrungen genannt) und Inseln vom Meere getrennt ist; an der Küste des Schwarzen Meeres heißen solche Mündungen Limans.

4. Deltas[1]; sie sind mit dem Festlande verbundene Mündungsschwemmländer, die ein Fluß in geteilter Strömung umschließt, z. B. Po, Nil, Mississippi. — Ihre Größe ist zuweilen sehr beträchtlich.

III. Gefälle und Geschwindigkeit. Der Höhenunterschied zwischen Quelle und Mündung eines Flusses heißt das Gefälle. — Von ihm hängt besonders die Geschwindigkeit des Flußlaufes ab. Je größer das Gefälle, um so größer ist die Geschwindigkeit des fließenden Wassers. Allein da die Reibung am Boden und an den Seiten des Flußbettes die Bewegung des Wassers verzögert, so ist das Fließen am Boden und an den Seiten langsamer. Die Geschwindigkeit ist also um so größer, je entfernter die Hemmnisse sind, am größten demnach an der Stelle des Flusses, wo er die größte Tiefe hat.

IV. Unregelmäßigkeiten des Flußlaufes. Wo sich das Bett eines Flusses plötzlich stark neigt oder durch hervortretende Uferberge eingeengt wird, entstehen Stromschnellen oder Katarakte; Beispiele sind die 13 Porogi des Dnjepr, die Katarakte des Nil, das Eiserne Thor von Orsowa u. a. — Nähert sich die plötzliche Neigung einem rechten Winkel, oder bildet sie gar einen Überhang, so entsteht ein Wasserfall. Besonders reich an Wasserfällen sind die Alpen, zu deren schönsten Zierden sie gehören, wie der Reichenbacher, Handeck-, Tosa- und der Rhein-Fall. Ihrer Schönheit wegen sind ferner berühmt: die Fälle des Niagara, des

[1] „Delta" wurde von den Griechen das Mündungsgebiet des Nil genannt, und zwar unter Hinweis auf seine Gestalt, welche derjenigen des griechischen Buchstabens Δ (Delta, D) nicht unähnlich ist.

Zambese, die Trolhättafälle in Skandinavien, die Yosemitefälle i
fornien (letztere 680 m) u. a. — Eine eigentümliche Erscheinu
die sogen. Flußschwinden, d. h. Stellen, wo ein Fluß unt
fließt. Reich an solchen Bächen ist der Krainer Karst; z. B.
Poik in die Adelsberger Höhle sich verlierende Fluß tritt als Un
heraus und erscheint dann nach mehrstündigem unterirdischem Lauf
als Laibach.

V. Stromsystem, Flußgebiet, Wasserscheide. Ein
fluß mit allen seinen Nebenflüssen bildet ein Stromsystem; d
Landstrich, welcher durch ihn entwässert wird, heißt sein Flußgeb
Die Grenzlinie zweier Stromgebiete heißt die Wasserscheide.
Kontinent durchziehen eine oder mehrere Hauptwasserscheid
Wasserscheiden erster Ordnung, denen die marinen
erster Ordnung entsprechen. Manche dieser Linien spalten sich,
später wieder zu vereinigen, und umschließen so abflußlose Gebiete.
den Hauptwasserscheiden zweigen sich sekundäre Wasserscheiden al
die Gebiete der primären Hauptflüsse trennen. Europa besitzt n
Hauptwasserscheide, die am Ural unter $61^2/_3{}^0$ n. Br. beginnt, d
landsrumpf in südwestlicher und die iberische Halbinsel in südlicher
durchzieht und hier unter 36^0 endet. Die nordwestliche Abdachun
oceanische, die südöstliche die mediterran-kaspische.

Die Wasserscheide selbst großer Flußsysteme liegt zuweilen völli
Ebene, so daß bei Hochwasser sogar Verbindungen benachbarter Stromsy
treten können, wie es in den Ebenen von Nordamerika oft der Fall ist, z
schen dem Illinois (Mississippi-Gebiet) und Michigan-See (Lorenzo-Str
es kommt vor, daß ein Fluß sich zerteilt und einen Arm an ein be
Wassersystem abgiebt. Das ist z. B. beim Orinoko der Fall, der den C
zum Rio Negro in das Gebiet des Amazonenstromes absendet. Eine sol
liche Verbindung zweier Stromsysteme nennt man Bifurkation (vom
cus = zweizinkig) oder Gabelung.

VI. Veränderungen der Flußläufe. Flüsse verän
Richtung namentlich da, wo ein schwach geneigtes und daher besti
erhöhendes Bett in lockerem Material liegt, also hauptsächlich im U
So liegt die älteste und zugleich nördlichste Mündungsstelle des
unter $39^2/_3{}^0$ n. Br., seine südlichste unter 34^0 n. Br. Der Amu
im Altertum in den Kaspisee. — Aber nicht bloß im Unterlauf kön
von derartigen Veränderungen betroffen werden. Der Bodensee z.
im W. in drei Zipfel; dem südlichsten entströmt jetzt der Rhein,
anderen sind alte Ausmündungsstellen.

VII. Veränderungen in den Flußsystemen. a) Se
Flüsse verschmelzen zu einem System; so verbanden sich Eup

Tigris zum Schat-el-Arab. Desgleichen vergrößerte die Rhone ihr Gebiet durch Aufnahme der früher selbständigen Durance.

b) Nebenflüsse werden zu selbständigen Flüssen. Die Gebiete des Po und der Etsch z. B. wurden durch Sedimentablagerung voneinander getrennt.

c) Ein Strom löst sich in *mehrere* Flüsse auf. Die Weichsel z. B. floß früher über das Netzethal in die Oder, und diese setzte sich über die Spree- und Havelniederung in der untern Elbe fort. Aus diesem einen Strom entstanden seit Eröffnung der Durchbruchsthäler durch den nördlichen Landrücken *drei* Flüsse (nach *Supan*).

Die nach Stromentwicklung und Stromgebiet *bedeutendsten* Flüsse der Erde sind:

	Stromentwicklung Kilom.	Stromgebiet □Kilom.
Missouri-Mississippi . .	6530	3 300 000
Nil	5940	3 080 000
Amazonenstrom	5710	7 000 000
Des Vergleiches halber seien noch erwähnt:		
Donau	2780	800 000
Rhein	1220	220 000
Po	600	77 000

c. Wirkungen des fließenden Wassers.

Die Wirkungen, welche das fließende Wasser ausübt, sind *zweierlei Art*: *mechanische* und *chemische*.

1. Die *mechanische* Wirkung des fließenden Wassers ist eine dreifache: eine *zerstörende*, eine *fortschaffende* und eine *ablagernde*.

a) Die wichtigste Schöpfung der *zerstörenden* oder *erodierenden* Thätigkeit des Wassers sind die *Thäler*; die meisten Gebirgsthäler sind z. B. durch Erosion entstanden; dabei vertieft sich das Thal zuerst in den unteren Regionen und wird dann nach oben, also rückwärts, immer tiefer ausgeschnitten. Wenn die Thalbildungen auf beiden Seiten eines Gebirgskammes einander entgegenarbeiten, so entstehen *Pässe*. — Großartige Beispiele für die Erosionsthätigkeit des Wassers sind die *Cañons* (Cañon = Röhre oder Rinne) des Colorado in Nordamerika (Fig. 48); es giebt dort Thalschluchten von 2000 m senkrechter Tiefe. — Gebirge werden von den Flüssen oft mitten durch *zersägt*, z. B. die Sächsische Schweiz durch die Elbe. — Stätten sehr heftiger Erosion sind die *Wasserfälle*. Infolge davon weichen dieselben stetig zurück; so ist z. B. der Niagara seit 1842 um 30 m zurückgewichen. — Durch Erosion sind jene merkwürdigen *Erdpyramiden* erzeugt, die in lehmig-sandigen Schuttanhäufungen entstehen, welche Stein- und Geröllmassen umfassen. Hier wirken bei fort-

schreitender Erosion die Gesteine als Schutz ihrer Unterlagen, und so erheben sich mit der Zeit Erdpfeiler, die an der Spitze eine Steinkappe tragen (Fig. 49). In der Nähe von Bozen im südlichen Tirol kommen solche Erdpfeiler zahlreich vor. — Auf Erosion ist teilweise auch die Terrassenbildung zurückzuführen. In dem engen Thale des obern Laufes der Flüsse sammelt sich das Geröll gewaltig an und erhöht immer mehr und mehr das Bett des Flusses. Oft aber gewinnt dieser wieder größere Fließkraft, sei es durch größere Wassermengen, oder dadurch, daß weiter thalabwärts ein Hindernis weggeräumt wird. Infolge davon schafft der Fluß einen Teil dieses Gerölles weg und vertieft dadurch sein Bett. Bleiben dabei zu beiden Seiten seines Laufes Reste des frühern höhern Bettes stehen, so bilden sie Terrassen über dem tieferliegenden neuern Ufer. Bei manchen Flüssen wiederholt sich dieser Vorgang des stufenweisen Tiefereinschneidens mehrmals, und so entsteht dann eine Reihe von Terrassen übereinander (Fig. 50). Die höchstgelegene ist natürlich die älteste [1].

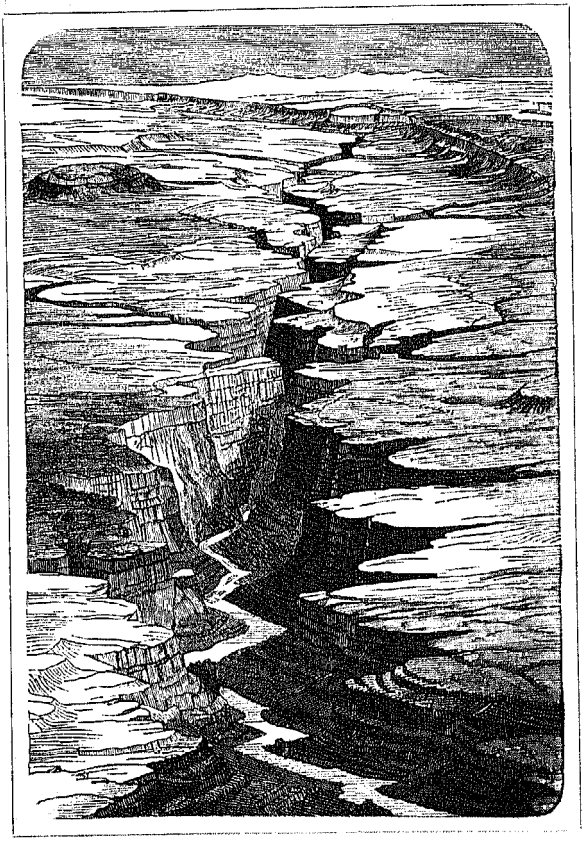


Fig. 48. Cañons des Colorado in Nordamerika.

[1] Die erodierende Thätigkeit des fließenden Wassers zerlegt man auch in die Ablation, d. i. die Loslösung gelockerter fester Stoffe durch die Kraft des fließenden Wassers allein, und in die Korrasion, d. i. die Reibung der suspendierten Teile gegen die Wände des Kanals, wodurch neues Material dem Flusse zum Transport überliefert wird.

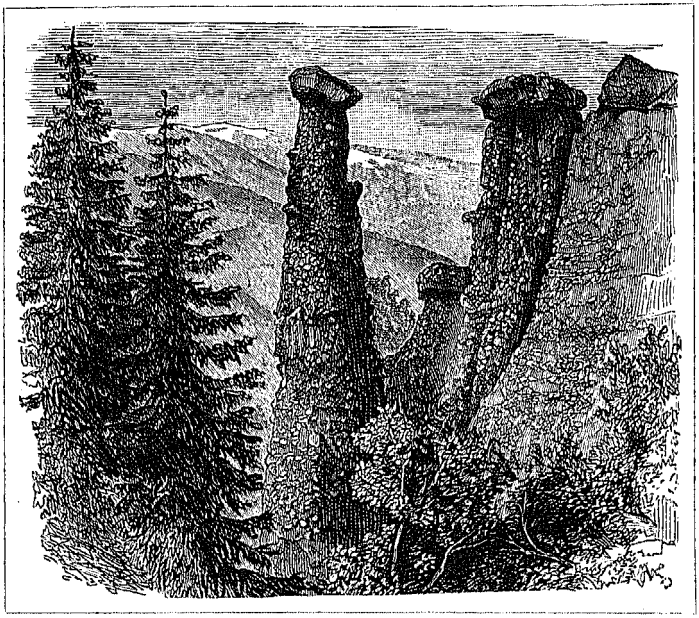


Fig. 49. **Erdpfeiler in Tirol.**

b) Die fortschaffende Kraft eines Flusses ist bei niedrigem Wasserstande geringer als bei höherem, im Oberlaufe größer als im Unter-

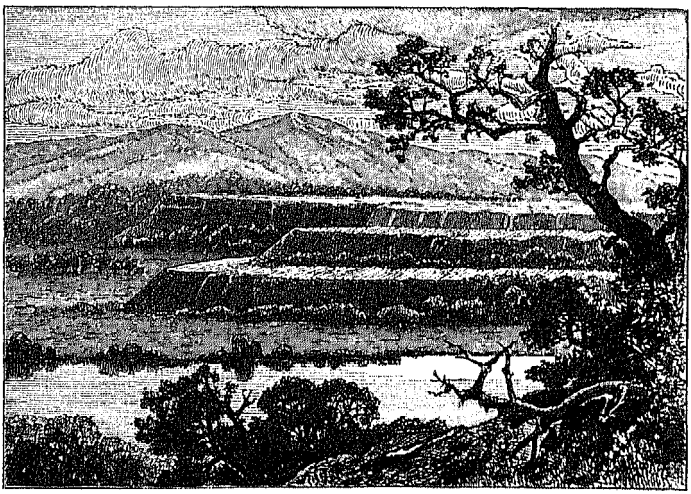


Fig. 50. **Terrassen des Connecticut.**

laufe. Die Größe und Art der sogen. Schwemmgebilde, d. h. derjenigen, die nicht aufgelöst sind, sondern nur in der Masse schwimmen, ist

sehr verschieden; sie wechselt von gewaltigen Felsblöcken bis zum staubfeinen Löß; jedenfalls aber sind die Massen, welche die Flüsse mechanisch mit sich führen, ganz ungeheure.

Die Masse, welche z. B. der Ganges jährlich in den Bengalischen Meerbusen führt, würde dem Volumen nach gleich 60 der größten Pyramiden sein, oder, über eine Fläche von ca. 700 qkm ausgebreitet, diese $^1/_3$ m hoch bedecken.

c) Ablagerungen der Flüsse finden überall da statt, wo deren Geschwindigkeit abnimmt, daher bei jeder Verminderung des Gefälls; eine solche ist namentlich durch den Eintritt eines Flusses in die Ebene oder durch die Mündung eines solchen in eine andere Wassermasse gegeben. Diese aufbauende Thätigkeit der Flüsse tritt uns vielfach entgegen. Aller Alluvialboden[1], ferner die Bänke und Inseln im Flußbett sind als ein Werk der Ströme zu betrachten; dann sind hierher besonders die Deltas zu rechnen, doch ist bezüglich letzterer zu bemerken, daß deren Bildung keineswegs nur durch die von den Flüssen mitgeführten Schwemmstoffe bedingt ist; gar viele Flüsse führen große Massen hiervon bis zur Mündung, ohne Deltas zu erzeugen. Nach R. Credner sind es säkulare Hebungen der flachen Mündungsgebiete, unter deren Einfluß die Anschwemmungen der Flüsse als Deltas über den Wasserspiegel hervortreten, während Senkungen der Meeresküsten die Bildung von Deltas verhindern. (Siehe aber auch S. 73, c.)

2. Die chemische Wirkung des fließenden Wassers ist eine doppelte: a) eine zerstörende; b) eine neubildende.

a) Die zerstörende Wirkung beruht auf der Eigenschaft des Wassers, Stoffe der verschiedensten Art aufzulösen. Diese gelösten Mengen sind oft ganz gewaltig. Eine der interessantesten unter den Auflösungswirkungen ist jedenfalls die Bildung von unterirdischen Hohlräumen; am häufigsten kommen solche vor in Kalk- und Gipsgebirgen; zu den berühmtesten gehören: die Adelsberger Grotte im Karst, die Baumannshöhle im Harz, die Mammuthöhle in Kentucky[2].

b) Neubildende Wirkung. Kohlensäure, die im Wasser oft sehr reichlich enthalten ist, löst besonders den Kalk aus dem Gesteine des Erdinnern auf, und das Wasser führt ihn dann als doppeltsauren Kalk mit sich fort; sobald aber dasselbe in Berührung mit der äußern Luft tritt und damit ein Teil der Kohlensäure entweicht, scheidet es den Kalk in Gestalt erdigen Bodensatzes wieder ab. Das giebt dann die Kalktuffe

[1] Vom lat. ad = zu, an, und luo = wasche, also angewaschenes Land.

[2] Die Erscheinungen, welche auf die chemisch lösende Wirkung des Wassers zurückzuführen sind, bezeichnet man auch als Korrosion der Gesteine.

und Kalksinter. Eines der bekanntesten Beispiele für solche Absätze liefert der Karlsbader Sprudel, der eine ungeheure Menge von verschieden gefärbten Massen, unter dem Namen Sprudelsteine vielfach verarbeitet, absetzt; wohl nirgends aber sind die Ablagerungen des Kalks aus Quellen in solcher Ausdehnung zu finden, wie an den Abhängen der Apenninen in Italien, besonders bei San Filippo in Toscana und bei Tivoli. Das Kolosseum, die Peterskirche und eine Reihe anderer großartiger Architekturen sind aus diesem Kalksinter, „Travertin“ [1] genannt, aufgeführt. Auch die Tropfsteine sind solche Bildungen von kohlensaurem Kalke, die das Wasser in den Höhlungen der Gebirge absetzte. Man nennt die von der Decke der Höhle abwärts wachsenden Gebilde Stalaktiten (v. griech. stalásso = ich tropfe), die von unten ihnen entgegenwachsenden Stalagmiten (v. griech. stalágma = der Tropfen) (Fig. 51). — Seltener setzt sich Kieselsäure ab. Besonders großartig sind die Ablagerungen von Kieselsäure in den heißen Quellen Neuseelands.

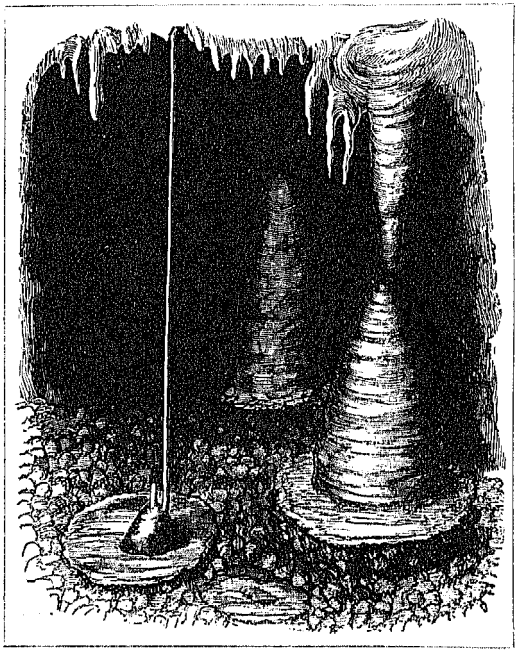


Fig. 51. **Stalaktiten und Stalagmiten.**

Bedeutung der Ströme. Die Ströme sind von Wichtigkeit: I. Für den Haushalt der Natur. 1. Sie verteilen die an den zerstreuten Punkten ihres Bereiches niederfallenden Regen- und Schneewasser gleichmäßig über das Festland; 2. sie entbinden dadurch in demselben die befruchtenden Stoffe und rufen allenthalben die Keime des Lebens hervor. 3. Die Flüsse stehen in der vordersten Reihe jener plastischen Kräfte, welche langsam, aber unablässig zufolge ihrer mechanischen und chemischen Wirkung das Oberflächenbild der Erde verwandeln und ebnen. 4. Sie mildern die klimatischen Kontraste der Gegenden. 5. Sie sind die Heimat zahlloser Tiergeschlechter.

II. Für das Leben der Völker. 1. In dem Schoße der Flüsse suchte

[1] Wahrscheinlich abgeleitet von dem alten Lapis Tiburtinus = Tiberstein.

zuerst der Fischer, an ihren Ufern der Jäger seine Beute, und auch der Hirte fand da für seine Herden üppige Triften; wir sehen deshalb Jäger- und Fischervölker wie Nomaden an das fließende Wasser gebunden. 2. Die große Fruchtbarkeit ihrer Ufer hat schon in frühester Zeit auch ackerbautreibende Völker in ihre Thäler und Niederungen herabgelockt; daher finden sich auch die ältesten Kulturstitze an den Ufern der Flüsse, so des Ganges, Nil, Euphrat und Tigris. 3. Sie bilden die vorzüglichsten Verkehrslinien und begünstigen dadurch in hohem Grade Handel und Verkehr. 4. Auch zur Anlegung trockener Verkehrswege zeigen die Flüsse den Weg, da ihr Jahrtausende in derselben Richtung fließendes Wasser Hindernisse geebnet und in der Regel die kürzesten und bequemsten Wege gefunden. Von alters her haben deshalb die Landstraßen die Flußthäler aufgesucht, und noch heute benützen alle Alpen-Eisenbahnen Flußthäler bis zur Wasserscheide. 5. Insbesondere haben die Ströme dazu beigetragen, das fernliegende Innere der Kontinente zu erschließen. So war Südamerika, der stromreichste aller Erdteile, in den Hauptzügen 50 Jahre nach der Entdeckung bekannt. 6. Trotz dieser völkerzusammenführenden, völkervereinigenden Wirkung hören die Flüsse doch nicht auf, trägen Völkern Grenzen zu setzen oder als Scheidelinien bei großen historischen Dispositionen über Länder und Völker zu dienen. 7. Im Kriege endlich bilden die Flüsse sehr wichtige Operationslinien, und viele Schlachten sind deshalb an den Ufern der Flüsse geschlagen worden.

Zweites Kapitel.

Die stehenden Gewässer.

Seen.

I. Begriff. Unter Seen versteht man natürliche Wasseransammlungen mit dauerndem Wasserspiegel in den Vertiefungen der Erdoberfläche.

II. Einteilung. Man kann die Seen unterscheiden:

1. je nachdem sie einen Abfluß haben oder nicht, in Abflußseen, z. B. Bodensee, Züricher See, oder in abflußlose Seen, z. B. der Aralsee, das Tote Meer;

2. nach der Beschaffenheit des Wassers: a) in süße, b) in Salzseen;

3. nach den Erdbodenformen, in denen sie vorkommen: a) in Strandseen, entstanden aus Wasseransammlungen hinter den Dünen der Meeresküste mit direktem Abfluß zum Meere; b) in Tieflandsseen; c) in Plateauseen; d) in Gebirgsseen.

4. Ihrer Entstehung nach sind die Seebecken: a) Schuttlandbecken; diese verdanken ihre Entstehung unebener Ablagerung, wie solche z. B. der von Gletschern transportierte Schutt (der Glacialschutt) vielfach wahrnehmen läßt. Es sei auch an die Schuttmassen großer Bergabrutschungen erinnert, in deren Vertiefungen zuweilen schöne Seen eingebettet sind, wie bei Flims in Graubünden. b) Abdämmungsbecken;

sie werden hervorgerufen durch Dämme, die durch Bergstürze, Gletscher, Lavaströme u. s. w. quer gegen ein Flußbett aufgeworfen werden. c) Ausräumungsbecken; die bei deren Entstehung thätigen Kräfte sind besonders Eis und Wind. Es ist z. B. thatsächlich erwiesen, daß durch glaciale Ausräumung Becken in lockerem Schutt ausgehöhlt werden. In Centralasien wieder, wo die Vegetation infolge des stark kontinentalen Klimas zeitweise erstirbt, werden die Produkte der Verwitterung durch die Kraft des Windes entführt und auf diese Weise Becken erzeugt[1]; freilich ist in diesem Gebiete wegen des trockenen Klimas nur vereinzelt ein See anzutreffen. d) Explosionsbecken; sie werden gebildet durch Aufwerfen eines Ringwalles mittels explosiver Thätigkeit. Beispiele hierfür sind die Kraterseen. e) Einbruchsbecken; sie entstehen durch Einbrüche infolge örtlicher Entziehung der Unterlage. Hierher gehören z. B. größtenteils die Seen und Dollinen des Karst. f) Tektonische Becken. Mit diesem Namen lassen sich alle diejenigen Becken bezeichnen, welche durch tektonische Vorgänge, also durch Bewegungen in der Erdrinde, entstanden sind und in einem erkennbaren ursächlichen Zusammenhang mit dem innern Gebirgsbau stehen. Verwerfung, Faltung und Überschiebung sind die drei wesentlichen Faktoren dieser Vorgänge. g) Abgliederungsbecken. Teile von Landseen und Meeresbuchten werden nicht selten in gesonderte Becken verwandelt. So ist z. B. der See von Verceja vom Comer See durch das Schuttland der Adda getrennt. Meeresteile können abgeschnürt werden durch riffbauende Korallen, durch Niveauverschiebung u. s. w. Solche Seen, die ursprünglich Teile eines Meeres gewesen, nennt man Reliktenseen (vom lat. relictus = zurückgelassen). Ein sicherer Beweis dafür, daß ein Seebecken ein festländisch gewordener Teil eines frühern Meeresbodens ist, kann nur aus den fossilen Überresten der Salzwasser-Fauna in den Umgebungen des Sees hergeleitet werden.

Beispiele von Reliktenseen sind die Seen in Centralasien, in Nordrußland, Schweden u. s. w.

III. Regionale Gruppierung der Seen. Mit Rücksicht hierauf kann man unterscheiden: Regionen der Küstenseen, Seeregionen der Flußniederungen, Seeregionen der Gebirge, Seen der vulkanischen Gebiete, Seen der Glacialgebiete, abflußlose Seen der Centralgebiete (wie in Innerasien), isolierte Seen.

IV. Größe, Niveau und Tiefe der Seen. Die größten Flußseen der Erde sind der Obere See (84 000 qkm) und der Ukerewe-See (80 000 qkm). Der größte See Europas ist der Ladoga (18 000 qkm),

[1] Man redet in diesem Falle von äolischer Ausräumung (Äolus [Ä] = der Gott des Windes).

der größte See der Alpen der Genfer See (über 550 qkm). — In Bezug auf die Seehöhe hat das Tote Meer die tiefste Lage (— 394 m), die Seen des Plateau von Tibet wohl die höchste (bis über 5000 m). — Die Tiefe der Seen ist vielfach überschätzt worden. Der Baikalsee hat wohl eine Tiefe von 1200 m, die tiefste Stelle der Alpenseen (und zwar im Genfer See) mißt nur 300 m.

V. Erlöschen der Seen. Dieses kann erfolgen 1. durch Austrocknung, wie sie z. B. am Aralsee wahrzunehmen ist, und überhaupt an den Seen solcher Gegenden, wo die Verdunstung beträchtlich größer ist als die Niederschlagsmenge; 2. durch Ausfüllung mit den Geschiebeablagerungen der Zuflüsse.

Diesbezügliche Beispiele sind der Genfer See, der einst bis Bex, und der Lago Maggiore, der früher bis Bellinzona reichte; 3. durch Vermoorung, wie sie z. B. der Kochelsee zeigt. Eine hervorragende Rolle bei diesem Prozesse spielen die Pflanzen.

Drittes Kapitel.

Das Meer.

I. Die Oceane und ihre Größe. Man hat die große zusammenhängende Wassermasse, von der das Festland umgeben wird, in fünf Teile geschieden, die man Meere oder Oceane nennt. Diese sind, ihrer Größe nach geordnet, folgende (nach Guthe-Wagner):

	qkm	Nördl. Eismeer = 1
1. Nördliches Eismeer . .	15 300 000	1
2. Südliches Eismeer . .	20 500 000	1,3
3. Indischer Ocean . .	74 000 000	4,8
4. Atlantischer Ocean . .	88 600 000	5,8
5. Großer Ocean . . .	175 600 000	11,5

Hiernach ist das Südliche Eismeer $1^1/_3$mal, der Indische Ocean $4^4/_5$mal, der Atlantische Ocean $5^4/_5$mal und der Große Ocean $11^1/_2$mal größer als das Nördliche Eismeer.

Anmerkung. Krümmel unterscheidet: A. Selbständige Meeresräume, d. i. mit eigenem System der Meeresströmungen versehene offene Oceane. Hierher rechnet er: 1. den Atlantischen Ocean; 2. den Indischen Ocean; 3. die Südsee. B. Unselbständige Meeresräume, d. i. von den offenen Oceanen in ihrem Wesen und ihrer Existenz abhängige Meere. Sie sind wieder: a) Mittelmeere, d. i. zwischen die größeren Land- und Kontinentalmassen eingeschaltete Meere, z. B. das afrikanisch-europäische, das amerikanische (zwischen Nord- und Süd-Amerika) und das austral-asiatische (zwischen Südost-Asien und

Australien). b) Randmeere, d. i. an die großen Landmassen angelagerte Meere, z. B. die Nordsee, das Japanische, Ochotskische Meer.

Das Niveau. Siehe S. 18, § 7, letzte Anm.

II. Eigenschaften des Meeres. 1. Die Tiefe des Meeres ist sehr ungleich. Die größte bis jetzt ermittelte Tiefe findet sich im Großen Ocean südöstlich von Japan unter 44° 55′ n. Br. und 152° 26′ östl. L. und beträgt 8513 m (Mount Everest 8840 m). Die größte bekannte Tiefe des Atlantischen Oceans, 185 km nordwestlich von St. Thomas, erreicht 8341 m. Im ganzen haben die neueren Messungen nur sehr selten eine Tiefe von mehr als 6000 m ergeben, dagegen hat man Tiefen bis zu 5000 m (Montblanc 4800 m) in fast allen Oceanen gefunden.

Anmerkung 1. Man kann annehmen, daß die mittlere Tiefe der großen Oceane gegen 3700 m beträgt. Da nun nach früheren Angaben die Kontinente eine Mittelhöhe von 440 m haben, so liegen die großen Thalebenen der Oceane etwa 8mal so tief unter dem Meeresspiegel, als sich die Gesamtheit der Ländermassen darüber erhebt. Da ferner die Volumina der Kontinente, soweit sie über dem Meeresspiegel liegen, und jene der Weltmeere sich zu einander verhalten wie 1 : 21,4, so könnten die festländischen Massen auch 21,4mal in die vom Meere erfüllten Räume hineingeschüttet werden. Die Weltmeere erlitten daher, würden alle Unebenheiten der Festländer bis zum Wasserspiegel abgetragen und in jene geworfen werden, einen kaum merklichen Verlust an Tiefe. Krümmel schätzt diesen Tiefenverlust auf nur 160 m.

Anmerkung 2. Die Tiefe der Oceane wurde lange Zeit ebenso überschätzt wie die Höhe der Berge. Laplace z. B. gab die größte Meerestiefe zu ca. 19 000 m an.

Anmerkung 3. Die Seeleute bestimmen noch heute die Tiefe meist nach „Faden" à 6 engl. Fuß = 1,83 m, 100 Faden also = 183 m. Die größten Verdienste bezüglich der Erforschung der Meerestiefen erwarben sich das englische Schiff „Challenger" (1872—1876), die amerikanische „Tuscarora" (1874—1876) und die deutsche „Gazelle" (1874—1876).

2. Der Meeresgrund ist vor allen jenen zerstörenden Einwirkungen geschützt, die an der trockenen Oberfläche eine der Hauptursachen der Unebenheiten sind. Die Weltmeere haben daher auf ihrem Grund und Boden keine Gebirge und Thäler, wie die Kontinente. Wohl zeigt das Meer Unebenheiten, aber diese Niveau-Unterschiede sind durch sehr sanft geböschte Abhänge miteinander verbunden. Eine Ausnahme machen nur die vulkanischen und die Koralleninseln, die oft plötzlich aus großen Meerestiefen aufsteigen.

Anmerkung. Die Stoffe, welche zur Sedimentbildung auf dem Meeresboden beitragen, können sein:

1. Abrasionsprodukte[1] der Festländer und festländischen Inseln und durch Flüsse ins Meer geführter Detritus[2];

[1] Abrasion (vom lat. abradĕre = abnagen) ist die mechanische Zerstörung der Festlandsmassen durch das Meer. [2] Vom lat. deterĕre = zerreiben.

2. die dem Meere in chemischer Lösung durch die Flüsse zugeführten Stoffe, welche zu Ausscheidungen in fester Form verwendet werden können;
3. Auswurfsmaterial der Vulkane;
4. äolisch (d. h. durch den Wind) transportierter Staub;
5. Driftmaterial, d. h. feste Massen, welche durch schwimmendes Eis transportiert werden;
6. Abrasionsprodukte der Koralleninseln (Korallensand und Korallenschlamm);
7. die kalkigen und kieseligen Ausscheidungen schwimmender Organismen;
8. die festen Ausscheidungen und Gehäuse am Boden des Meeres lebender Organismen;
9. kosmische Stoffe.

3. Die Farbe des Meeres ist nach den neueren Beobachtungen ein schönes, reines Blau. Sehr salzhaltige Gewässer, wie der Golfstrom, der Kuro Siwo, haben eine rein indigoblaue Farbe. Im übrigen sind auf die Farbe verschiedene Ursachen von Einfluß, wie das Hindurchschimmern des Untergrundes, dem Meere zugeführter Schlamm, Infusorien und Korallenbänke.

4. Das Leuchten des Meeres. Diese über alle Beschreibung prächtige Erscheinung wird durch kleine Meertiere verursacht, besonders aus den Klassen der Krebse und Quallen, welche, ähnlich unseren Johanniswürmchen, während ihres Lebens Licht zu entwickeln im stande sind.

5. Der Salzgehalt des Meeres beträgt im freien Ocean durchschnittlich $3^1/_2$ %; er ist geringer in Binnenmeeren, in welche viele Flüsse münden, wie im Schwarzen Meere (2 %), größer in geschlossenen Binnenmeeren, die eine sehr starke Verdunstung haben, wie im Mittelmeere (4 %); in letzterem würde infolge der starken Verdunstung das Wasser unfehlbar beständig abnehmen, wenn nicht eine durch die Straße von Gibraltar aus dem Atlantischen Ocean eintretende Strömung das Gleichgewicht herstellte. — Wegen seines Salzgehaltes ist das Wasser aller Meere tragfähiger als das der Flüsse und Süßwasserseen und gefriert erst unter 0°.

6. Temperatur der Meere. Die Oberfläche der Tropenmeere erwärmt sich bis zu 32° C., dagegen zeigt die Oberfläche der Polarmeere eine Temperatur selbst bis zu — 3°. Es ist ferner bemerkenswert, daß in den offenen Meeren der gemäßigten und heißen Zone die Temperatur erst ziemlich rasch, dann langsamer abnimmt, bis sie auf 4° C. gesunken ist; letzteres ist der Fall bei einer Tiefe von 730—1100 m. Von da ab fällt die Temperatur noch langsamer, bis sie auf dem Meeresboden zwischen 2° und 0° und in den kälteren Meeren sogar bis zu — 2,5° beträgt. Die Bodentemperaturen des Meeres schwanken somit zwischen + 2° und — 2,5°, die der Oberflächen der Meere aber zwischen + 32° und — 3°. — Daß die Temperatur der Tiefsee in den wärmeren Meeren verhältnis-

mäßig niedriger ist, als diejenige, welche ihr nach den bekannten niedersten Oberflächentemperaturen zukäme, erklärt sich aus einer mächtigen, aber langsamen Wasserbewegung der gesamten unteren Meeresschichten von den Polen nach dem Äquator zu.

III. Das organische Leben der Oceane. a) Das Meer ist nicht eine leblose, öde Wasserwelt, sondern wird von einer zahllosen Menge organischer Wesen belebt. Was zunächst die Tierwelt betrifft, so ist dieselbe außerordentlich mannigfaltig; es finden sich nicht bloß Fische in demselben, sondern Tiere aller Klassen in großer Masse, besonders gewisse mikroskopische Schalenorganismen (Fig. 52). Dabei ist die Thatsache höchst bemerkenswert, daß die Tierwelt des Meeres keine Tiefgrenze hat; denn Tiere wurden am Meeresboden in allen Tiefen gefunden.

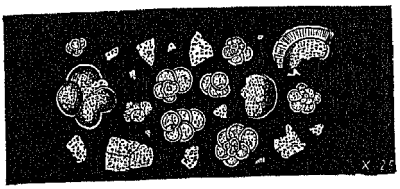


Fig. 52. **Schlick oder Tiefseeschlamm vom Grunde des Atlant. Oceans** (nach Gelkie).

b) Die Flora des Meeres besteht, wenige Ausnahmen abgerechnet, aus Tangen, die bekanntlich zu den elementarsten Gebilden des Pflanzenlebens gehören.

IV. Bewegungen des Meeres. Man unterscheidet eine dreifache Bewegung: Wellenbewegung, Ebbe und Flut (Gezeiten oder Tiden) und Strömungen.

1. Die Wellen. Die Wellenbewegung entsteht durch den Druck des Windes auf die Oberfläche des Wassers. Eigentümlich ist dabei, daß die Wasserteilchen sich wesentlich nur auf und ab bewegen, aber nicht seitwärts fortschreiten (Fig. 53). Die Wasserteilchen beschreiben Kreise oder Ellipsen um ihre Ruhelage, nur die Bewegungsform pflanzt sich fort. Von dieser Art der Bewegung überzeugt schon ein einfacher Versuch. Wirft

Fig. 53. **Die Bewegung der Wellen.**

man einen Stein in einen Teich, auf dessen Oberfläche Blätter schwimmen, so sieht man letztere wohl sich heben und senken, aber ihren Ort verändern sie nicht. — Der große, lange und breite Wogengang, den man auf offener See bemerkt, und der in majestätischer Gemessenheit voranschreitet, wird Dünung genannt. Bei der Welle unterscheidet man Wellenthal und

Wellenberg. Der vertikale Abstand ihrer äußersten Punkte ist die Höhe der Welle. Diese erreicht auf hoher See wohl nicht über 10 m; jedenfalls sind die früheren Erzählungen von turm- und berghohen Wellen stark übertrieben. Wo dagegen Steilufer dem Anpralle des Meeres sich entgegensetzen, wird der Gischt der Wellen wohl um das Vierfache höher geschleudert. — Ebenso wird die Steilheit der Wellen gerne überschätzt; bei den steilsten verhält sich nach Klein Höhe zu Breite wie 1 : 12; bei Wellen von 8 m Höhe haben also die Thäler gegen 100 m Länge. Man kann daraus auf das imposante Aussehen dieser bewegten Wassermasse schließen. — Die Geschwindigkeit des Fortschreitens der Wellen beträgt bis 30 m per Sekunde; sie ist also eine 3mal größere als die eines schnellen Windes; ein hoher Seegang kann dem Seefahrer darum schon einen Sturm ankünden, bevor noch andere Anzeichen desselben eingetreten sind.

Wesentlich verschieden von den Windwellen sind die Erdbebenwellen. Von solchen Wellen waren z. B. die furchtbaren Vulkanausbrüche in der Sundastraße vom 26. August 1883 begleitet. Die durch die Explosion des Krakatau-Vulkans erzeugte Flutwelle erschütterte nicht nur den ganzen Indischen Ocean, sondern pflanzte sich auch in den Pacifischen fort, und selbst im Atlantischen Ocean noch wurde die Erschütterung verspürt (s. S. 70).

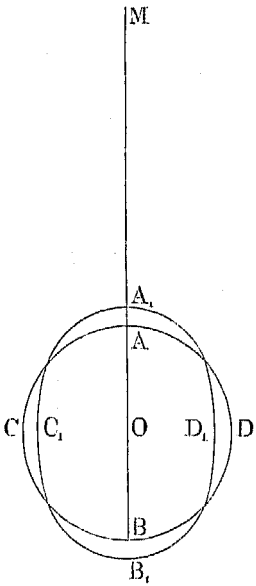


Fig. 54.

2. Ebbe und Flut (Gezeiten, Tiden). Man versteht darunter das regelmäßige, zweimal des Tages (genauer in 24 Stunden 50 Minuten) eintretende Anschwellen und Zurückweichen des Meeres.

a) Die Ursache dieser Erscheinung ist vorzugsweise die Anziehungskraft unseres nächsten Weltkörpers, des Mondes, zum geringern Teil der Sonne.

b) Erklärung der Erscheinung. Es sei M der Mond und ABCD die Erde, die wir uns ganz mit Wasser bedeckt denken wollen. Die Erdstelle A, weil dem Monde näher als der Mittelpunkt O, wird stärker angezogen als dieser, sobald der Mond über A kulminiert. Andererseits wird aus dem gleichen Grunde O stärker vom Monde angezogen als die Gegend bei B. Dadurch erfährt nun allerdings die feste Masse der Erde keine Veränderung ihrer Gestalt, wohl aber das Meer mit seinen leicht verschiebbaren Teilchen. Dieses schwillt nämlich sowohl bei A als auch bei B zu einer flachen

Welle an, weil es beiderseits das Streben erhielt, sich vom Anziehungspunkte O zu entfernen; es ist Flut. Dagegen ist auf den von der beiderseitigen Welle um 90 Längengrade entfernten Meridianen Ebbe, weil von dort die Wasserteilchen nach den Flutseiten abgelenkt werden; es geht also in C das Wasser nach C_1 zurück und ebenso in D nach D_1 (Fig. 54).

c) Spring- und Nippfluten. Die Gezeiten wirken jeden Monat zweimal, zur Zeit des Neu- und Vollmondes, am stärksten (Springfluten), und zweimal, zur Zeit des ersten und letzten Viertels, am schwächsten (Nippfluten). Bei Neumond, wo Sonne und Mond auf derselben Seite der Erde stehen und in derselben Richtung die Erde anziehen, wird durch das Zusammenwirken die Zenithflut verstärkt; bei Vollmond stehen sich Sonne und Mond diametral gegenüber, und die Sonne verstärkt durch ihre Anziehung die Nadirflut. Beim ersten und letzten Viertel stehen Sonne und Mond rechtwinklig zur Erde, und der Mond bewirkt da eine Flut, wo die Sonne eine Ebbe hervorruft. Daher ist die Flut geringer, eine Nippflut; beide Wirkungen schwächen einander.

d) Fluthöhe. Im offenen Weltmeere beträgt der Unterschied zwischen Ebbe und Flut höchstens $2^1/_2$ m, in engen Kanälen aber steigt die Flut weit höher; so im Kanal von Bristol bis auf 15 m, im hintersten Ende der Fundy-Bai (Nordamerika) sogar bis auf 30 m.

Anmerkung 1. Die Erscheinung der Flut spielt auch eine wichtige Rolle in der Physik der Erde. Da sich nämlich die Erde von Westen nach Osten um ihre Achse dreht, während die Flutwellen die direkt entgegengesetzte Bewegung haben, so muß die durch die Strömung der Gewässer erzeugte Reibung und insbesondere der Druck, den die Flutwellen gegen die festen Teile der Erdrinde, die Kontinente, ausüben, die Umdrehungsgeschwindigkeit der Erde vermindern, resp. die Gesamtdauer von Tag und Nacht verlängern. Die Verlangsamung ist übrigens praktisch nur eine sehr geringe; sie beträgt im Laufe mehrerer Jahrtausende kaum eine Sekunde.

Anmerkung 2. Nach den Untersuchungen des englischen Physikers William Thomson und G. H. Darwins (des Sohnes von Charles Darwin) nimmt auch die feste Erdrinde an der Flutbewegung teil. Freilich giebt der Erdkörper den anziehenden Kräften der Himmelskörper nur so wenig nach, als wenn er ganz aus Stahl bestände (Krümmel, Der Ocean, S. 205).

e) Hafenzeit. Den Zeitunterschied zwischen der Kulmination des Mondes und dem wirklichen Eintreffen des Hochwassers nennt man Hafenzeit. Sie ist für verschiedene Punkte eine verschiedene. Namentlich bewirken Untiefen des Meeres, daß selbst sehr nahe gelegene Häfen von den Flutwellen zu sehr verschiedener Zeit erreicht werden. — Linien, welche die Orte mit gleicher Hafenzeit verbinden, heißen Isorachien (vom griech. ísos, gleich, und rachía, die Flut) (Fig. 55). Karten mit solchen Linien (bezogen auf den Meridian von Greenwich) konstruierte zuerst der Engländer Whewell. Diese Linien stimmen zwar mit den

beobachteten Hafenzeiten an den Küsten überein, aber ihre Verlängerung in das Meer hinaus ist lediglich ein Phantasiegemälde. Nach solcher Darstellung trifft z. B. an der Themsemündung die Flut 11 Stunden nach dem Meridiandurchgang in Greenwich ein.

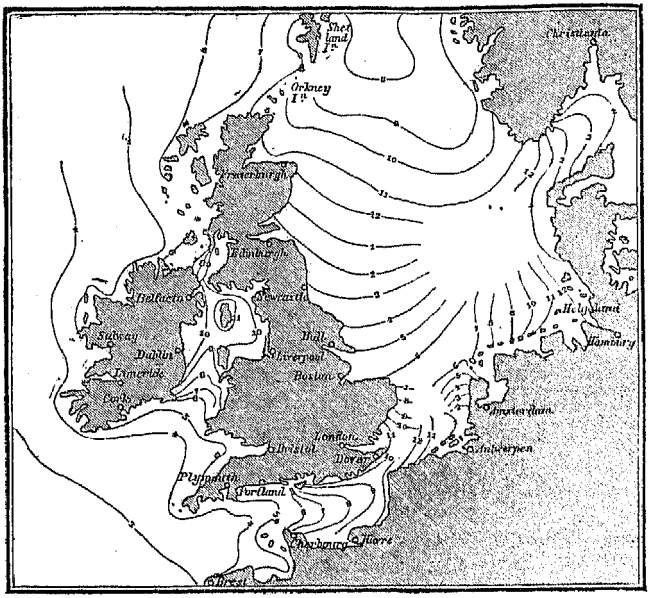


Fig. 55. **Isorachien.**

3. Meeresströmungen. a) Die bedeutendsten Meeresströmungen (Fig. 56). α. Aus dem Nördlichen Eismeere kommt zunächst der Ostgrönlandstrom, der zwischen Grönland und Island in den Nordatlantischen Ocean geht und sich hierauf zurück gegen N. in die Davisstraße wendet. Ein zweiter Strom kommt sodann aus der Baffinsbai, zieht an den Küsten von Labrador vorüber, daher auch Labradorstrom genannt, und trifft bei Neufundland auf den aus der Straße von Florida kommenden und die Ostküste Nordamerikas begleitenden Floridaoder Golfstrom.

β. Aus dem Südlichen Eismeere zieht die antarktische Strömung ohne Widerstand bis zur Südspitze Amerikas und teilt sich hier in zwei Arme, von denen der eine der Richtung der Südwestküste Amerikas nach Norden folgt und der Peruanische Strom, unpassend auch Humboldts-Strömung heißt, der andere Arm aber um das Kap Hoorn herumbiegt und sich ebenfalls nach N. in den Atlantischen Ocean wendet. — Auch an der Südspitze Afrikas geht eine Abzweigung

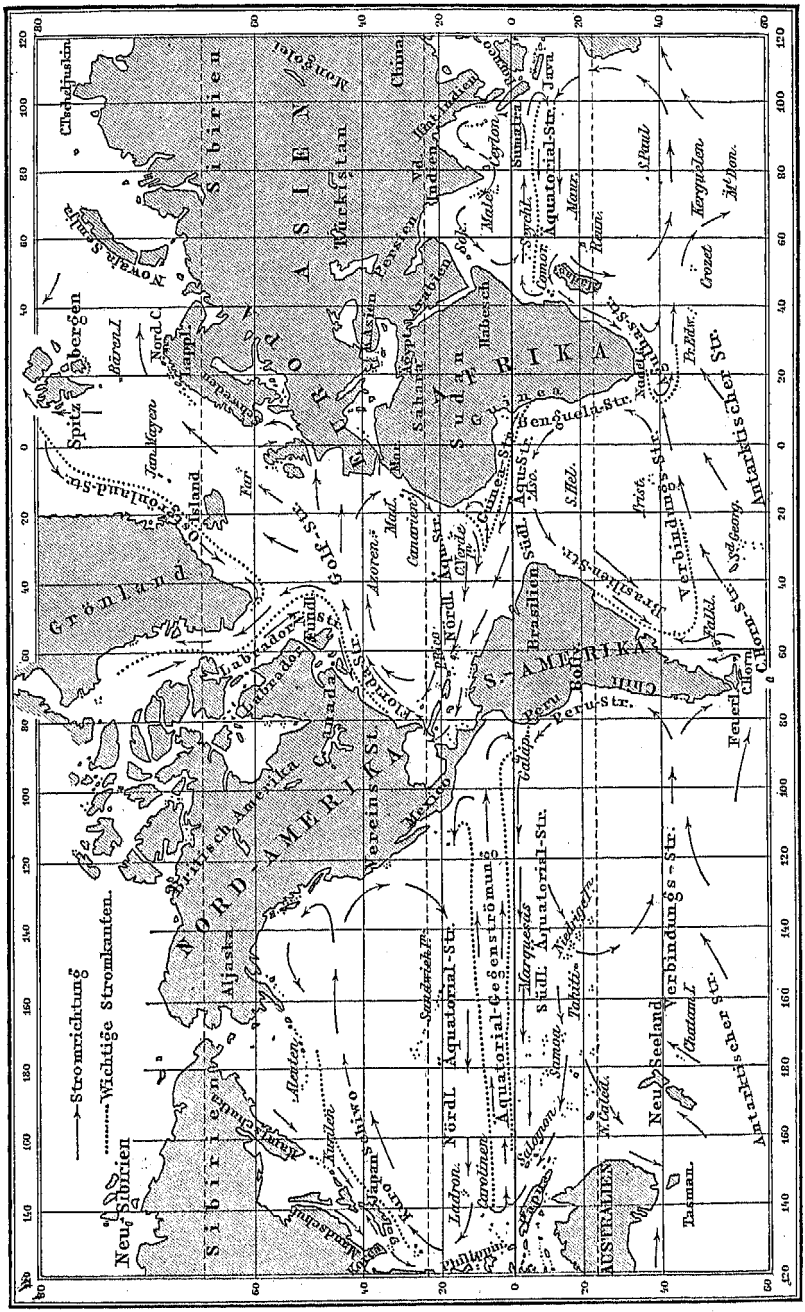


Fig. 56. Übersicht der Meeresströmungen. (Nach Krümmel, Der Ozean.)

der antarktischen Strömung an der Westküste Afrikas — als Benguela-Strom — gegen N.; mit ihr vereinigen sich noch Teile des sogen. Verbindungsstromes, der Fortsetzung des Brasilien-Stromes.

γ. Im Atlantischen Ocean zieht eine doppelte warme Strömung auf der Nord- und Südseite des Äquators von O. nach W.; zwischen beiden bewegt sich die Guinea-Strömung in entgegengesetzter Richtung. Die nördliche Äquatorial-Strömung sendet einen Zweig, den Antillenstrom, nördlich an den gleichnamigen Inseln vorbei; die südliche spaltet sich an der Ostspitze Südamerikas (Kap S. Roque) in zwei Arme, deren einer nach S. ausweicht als Brasilianische Strömung, während der andere in den Nordatlantischen Ocean übertritt und an der Guyanaküste entlang den Guyana-Strom liefert. Dieser und die Hauptmasse des nördlichen Äquatorialstromes liefern dann zusammen jene kräftige Westströmung, die durch die Karibische See in den Golf von Mejiko geht und aus diesem durch den Kanal von Florida als Florida- oder Golfstrom heraustritt; dieser begleitet dann die Küste Nordamerikas, bis ihm bei Neufundland eine kalte Polarströmung (die Labrador-Strömung) entgegentritt, wodurch er sich teils gegen N.-O. wendet und bis ins Nördliche Eismeer vordringt, teils gegen S.-O. der Küste Afrikas zugeht.

Indem ein Zweig des Golfstroms über die Azoren und Kanarien zu seinem Ursprung zurückkehrt, entsteht ein geschlossener Kreis, innerhalb dessen die von der Strömung zusammengetriebenen Tangmassen die Sargassowiese bilden (portugiesisch sargaçao = wilde Weintraube), die auch unter der stark übertriebenen Bezeichnung Sargassomeer bekannt ist.

Charakteristisch ist der Golfstrom durch die schöne blaue Farbe seines Wassers, die sich scharf gegen die Ränder hin abgrenzt; besonders merkwürdig aber ist er durch die hohe (bis 24°) Temperatur seiner Gewässer, wodurch er sehr wohlthätig auf das Klima von Nordwesteuropa einwirkt. Doch ist seine Bedeutung in dieser Beziehung bisher ohne Zweifel überschätzt worden. An der beträchtlichen Temperaturerhöhung des genannten Gebietes sind wohl weit mehr die aus den tropischen Gegenden langsam nach Nordost fließenden Oberflächenwasser beteiligt. — Der Golfstrom bildet auch die Bahn mächtiger Wirbelstürme, weshalb ihn der Seemann gerne den „Sturmkönig" nennt.

δ. Was die Strömungen des Indischen Oceans betrifft, so wechseln dieselben im nördlichen Teile halbjährig ihre Richtung nach den Monsuns. Im südlichen Teile herrscht eine beständige Strömung des warmen Wassers dieses Oceans nach S.-W. gegen Afrika, durch dessen Ostküste sie gegen S. in den Kanal von Mozambique und nach dem Vorgebirge der guten Hoffnung gedrängt wird; sie geht aber nicht in den Atlantischen Ocean, sondern biegt hier als Agulhas-Strom plötzlich um und geht wieder nach O. zurück.

ε. Dem Großen Ocean strömt von S. her eine Strömung kalten Wassers zu, die schon genannte Peruanische Strömung an der Westküste Südamerikas; ebenso mündet in denselben aus dem Nördlichen Eismeer ein Strom kalten Wassers. — Zwischen den Wendekreisen zieht die warme Äquatorialströmung, die in eine nördliche und eine südliche zerfällt, westwärts nach Australien und zur hinterindischen Inselwelt. Bei letzterer beginnt eine nordöstliche Strömung, welche durchaus dem Golfstrom des Atlantischen Oceans entspricht. Es ist der Kuro Siwo der Japaner, d. h. Schwarzer Strom, der den äußersten Saum der ostasiatischen Inselreihen begleitet, an den Küsten Nordamerikas umbiegt, um sich dann wieder mit der großen Äquatorialströmung zu vereinigen. Er mildert ebenso das Klima der Alëuten und Kamtschatkas, wie der Golfstrom das des nördlichen Skandinavien. Ein anderer Teil der Äquatorialströmung fließt an der Ostküste von Australien nach Süden. — In der Äquatorialregion ist ferner (wie auch im Atlantischen Ocean) eine rücklaufende, von W. nach O. gerichtete Strömung bemerkbar, die sogen. Äquatorial-Gegenströmung.

Wie das nordatlantische Becken zeigt auch der nordpacifische Ocean eine Kreisströmung, in deren Mitte sich eine ruhige Meeresfläche befindet, die gleichfalls von Seetang bedeckt ist.

b) Ursachen der Meeresströmungen. Als die wichtigste derselben gelten die Winde. Es geht dies hervor aus der großen Übereinstimmung zwischen vorherrschenden Winden und vorherrschenden Oberflächenströmungen der Meere. Der Richtung der Passate entsprechen z. B. die großen äquatorialen, von O. nach W. gerichteten Ströme. Die Strömungen des Indischen Oceans stimmen mit den Monsuns überein.

Außerdem kommen noch in Betracht: α) Ungleiches Meeresniveau, verursacht durch beträchtliche Unterschiede in der Regenmenge und der Verdunstung des Wassers. So ergießen sich in das so ungemein stark verdampfende Mittelmeer vom Atlantischen Ocean wie vom Schwarzen Meere her Strömungen zur Ausgleichung der so erzeugten Niveau-Differenz.

β) Unterschiede in der Temperatur sowie im Salzgehalt und dadurch bedingte Ungleichheit des specifischen Gewichtes. So fließt das schwere kalte Polarwasser in der Tiefe von den Polen zum Äquator und das leichte warme Wasser der Tropenmeere an der Oberfläche vom Äquator zu den Polen.

Auf die Richtung der Meeresströmungen ist von wesentlichem Einfluß die Rotation der Erde. Jeder Meeresstrom nämlich, welcher aus höheren Breiten in niedrigere vordringt, muß, weil er aus Gegenden geringerer Rotationsgeschwindigkeit in solche größerer Rotationsgeschwindigkeit eindringt,

zurückbleiben und wird daher in westlicher Richtung abgelenkt; jede Meeresstrom dagegen, welcher aus niedrigen in höhere Breiten vordringt wird aus dem entgegengesetzten Grunde in östlicher Richtung abgelenkt

Anmerkung. Bedeutung der Meeresströmungen. Sie sind von großer Wichtigkeit: 1. Für das Klima, so der Golfstrom und der Kuro Siwo 2. Für den Verkehr; denn seit der genauern Kenntnis der Meeresströmungen ist die Schiffahrt viel weniger gefahrvoll geworden, und die Wege werden in viel kürzerer Zeit durchmessen. 3. Für die Verbreitung von Organismen. Es ist z. B. ziemlich wahrscheinlich, daß die Kokospalme von den Küsten Amerikas durch die Äquatorialströmung des Stillen Oceans bis nach Ceylon gekommen ist. 4. Für den Fischfang. So folgen z. B. der Polar- oder Labrador-Strömung unzählige Massen von Fischen, denen aber das warme Wasser des Golfstromes nicht zusagt, so daß sie sich an seinen Rändern wie an einer undurchdringlichen Mauer sammeln. Daher liegen hier die unerschöpflichen Fischereigründe auf der Neufundlands-Bank.

V. Küsten. Küstentypen nach der Gestalt des Vertikalprofils[1]. Hiernach sind zu unterscheiden: a) Die Steilküste; sie besteht aus Felsabstürzen, welche sich in die Tiefe des Meeres hinabsenken ohne daß die Berührungslinie mit der Meeresoberfläche durch eine wesentliche Änderung in der Form bezeichnet ist. Hierher gehören große Teile der Fjordküsten; b) die Strandküste mit Steilrand; d. i. diejenige Küstenform, welche aus einer von der Flutwelle erreichten und auf einen Strand abfallenden Felswand gebildet wird. Solche Küsten sind die eigentliche Werkstätte der Brandungswelle; ihr Vorkommen ist ein sehr häufiges c) die Strandküste mit zurückliegendem Steilrand; diese Form unterscheidet sich von der vorhergehenden dadurch, daß der höchste Meeresstand nicht bis zum Steilrand heranreicht, sondern durch eine dem Charakter des Strandes entsprechende Zone flachen Landes von ihm getrennt bleibt d) die Flachlandküste; sie senkt sich allmählich unter den Meeresspiegel hinab. Hierher gehören die meisten Küsten der flachen Tiefländer.

Anmerkung 1. Einzelgliederung der Küsten. Charakteristische Küstentypen sind: 1. Die Fjordküsten, z. B. an der Küste von Skandinavien 2. die Riasküsten; dieser Typus ist bezeichnend für die Küsten des galizisch-asturischen Berglandes, für die Küsten der Bretagne, des südwestlichen Irland, des südlichen China[2]; 3. der dalmatische Typus; er ist am vollkommensten an der dalmatischen Küste vertreten; 4. der Liman-Typus, z. B. an der Nordwestküste des Schwarzen Meeres, an der Küste des südöstlichen England, an den Küsten der Chesapeake-Bai und Delaware-Bai; 5. Lagunenküsten, z. B. die venetia-

[1] Man erhält das Abbild der vertikalen Gestalt der Küsten durch Querschnitte, welche vom Meeresboden nach dem Innern des Landes geführt werden.

[2] Der Name Rias war ursprünglich nur für die Einbuchtungen des Meeres an der galizisch-asturischen Küste üblich, wird aber jetzt auch auf ähnliche Küstenformen anderer Länder übertragen.

nische Küste, die südliche französische Küste westlich von den Rhonemündungen, die Küste von Guinea westlich von den Nigermündungen.

Anmerkung 2. Praktischer Wert der Küsten; Seehäfen. a) Der Wert einer Küste für die Verkehrsbeziehungen beruht einerseits in dem harmonischen Verhältnis zwischen der Zugänglichkeit zur See (durch gute Häfen) und der Zugänglichkeit zu Lande, anderseits in dem Vorhandensein erreichbarer und ähnlich begünstigter Gegenküsten. Es ist daher in Beziehung auf die Landseite nicht nur auf den Grad der Ansiedlungsfähigkeit und Produktionskraft des Küstenlandes selbst, sondern auch darauf zu achten, inwieweit das Hinterland durch Ströme und natürliche Verkehrswege geöffnet oder durch Gebirge, Sumpfland oder Wasserlosigkeit unzugänglich ist. Bis zu einem gewissen Grade werden jetzt diese Hindernisse allerdings durch Eisenbahnen überwunden. —

In einzelnen Fällen kann es geschehen, daß ein Hafenplatz ohne Hinterland wegen seiner Vorteile für die Schiffahrt höhere Bedeutung erlangt, so z. B., wenn er am Brennpunkt von Verkehrslinien liegt, wie das bei Singapur, Colombo, Aden, St. Thomas und anderen der Fall ist.

b) Hauptbedingungen eines guten Seehafens sind: Schutz vor den herrschenden Winden und den gegen die Küste rollenden hohen Wellen des Meeres, hinreichende Tiefe für Fahrzeuge von bestimmter Größe, sicherer Ankergrund, Abwesenheit von Klippen und leichte Zufahrt. — Mit Rücksicht auf die Küstengliederung sind zu unterscheiden: α) Buchthäfen; diese finden sich dort, wo die Festlandsgliederung in dem gegenwärtigen Begrenzungsniveau von Land und Meer das Eintreten des letztern in Buchten gestattet. Den in größter Zahl vertretenen, aber keineswegs den wichtigsten diesbezüglichen Typus bilden die Fjordhäfen. Andere Beispiele von Buchthäfen sind die Riashäfen (Smyrna, Toulon), die Thalmuldehäfen (San Francisco, Cattaro), die Limanhäfen (Baltimore, die Häfen an den südenglischen und normannischen Küsten), die Baien der vulkanischen Gegenden (die Baien von Neapel, Manila). β) Wallhäfen. Der Schutz des Hafens beruht hier auf Wällen, welche das Meer aufwirft. Auf Absperrung mittels solcher natürlicher Wälle beruhen die stillen Wasser der Haffe an den Ostseeküsten, der Lagunenhafen von Venedig u. s. w. Auch die von Korallen gebauten Wälle schließen nicht selten Meeresteile in der Weise ab, daß diese als Häfen zu benützen sind, wie an den Küsten von Cuba. γ) Fluthäfen. Die Flut erstreckt sich hier weit flußaufwärts bis zu einem für Niederlassung und Verkehr günstig gelegenen binnenländischen Platze. Die eminente Wichtigkeit, welche viele von diesen Orten als Handelsemporien erreicht haben (London, Hamburg, Bremen, Antwerpen, Rotterdam, Bordeaux, Calcutta, Schanghai u. s. w.), beruht übrigens nicht sowohl in der Bequemlichkeit und dem vollkommenen Schutz ihrer Häfen, als vielmehr darin, daß sie reichbevölkerte, fruchtbare Gebiete beherrschen und die Ansatzpunkte für bequeme binnenländische Verkehrswege zu Wasser und zu Lande sind. Sie überragen aus diesem Grunde häufig an Bedeutung die in der Nähe gelegenen Küstenhäfen anderer Kategorien.

VI. Dünen. Eine häufige Erscheinung an den Flachküsten sind die Dünen. Wo nämlich der Strand mit Sand bedeckt ist, da wird dieser, sobald er trocken geworden, vom Winde landeinwärts getragen. Da oder dort staut er sich nun vor einem Hindernis auf, und so ent-

steht ein immer höher anwachsender Sandhügel. Die Bildung einer Düne veranschaulicht Fig. 57. Auf der Windseite ist die Böschung stets sanfter als auf der Leeseite, wo der Sand nur der Schwerkraft folgt (Fig. 58). — Da das Baumaterial nicht immer gleichmäßig ist, so tritt auch Schichtung ein (Fig. 59). — Die Dünen liegen oft in mehreren Parallelreihen hintereinander.

VII. Wirkungen des Meeres. Dieselben sind, wie die des fließenden Wassers, chemische und mechanische.

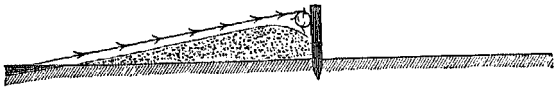


Fig. 57.

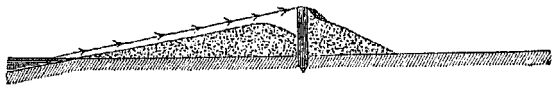


Fig. 58.

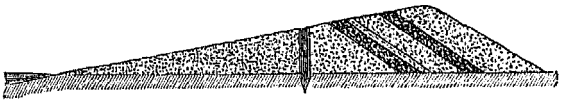


Fig. 59.

1. Die chemischen Wirkungen des Meeres bestehen hauptsächlich in dem Absatz der in ihm gelösten Salze. Ein solcher Absatz findet besonders dort statt, wo das Meerwasser in abgeschlossenen Buchten oder Becken durch Verdunstung und fortgesetzte Salzzufuhr nach und nach zu einer übersättigten Salzlauge wird, aus der sich dann die im Überschuß gelösten Salze absetzen. Auf solche Weise sind z. B. alle unsere zahlreichen Steinsalz-Ablagerungen in den Alpen und in den Karpaten entstanden.

2. Die mechanischen Wirkungen des Meeres sind gleich denen des fließenden Wassers a) zerstörender (erodierender) Art. Großartig treten diese Zerstörungen besonders an der Wind- und Wetterseite der Festlande auf. Dabei ist nicht ohne Belang die Beschaffenheit des Ufergesteins, die Höhe, Richtung und Geschwindigkeit der Wellen.

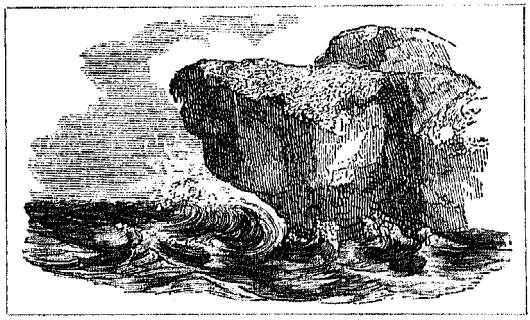


Fig. 60. **Beispiel von Felsauswaschungen.**

An den Küsten von Frankreich und England sind derartige Wirkungen nicht selten (Fig. 60). Die Küste von Suffolk z. B. ist in wenigen Jahren um 16 m zurückgewichen. Reich an Beispielen von der landzerstörenden Wut des Meeres ist auch die Küste der Nordsee von Holland bis Jütland. Von Texel bis zur Eider

waren zu der Römer Zeiten noch 23 Inseln vorhanden; 7 von ihnen sind spurlos verschwunden, und die übrigen gehen alle dem gleichen Schicksale entgegen. Noch zu Anfang des 13. Jahrhunderts war keine Spur von den großen Meerbusen vorhanden, die jetzt als Dollart und Jadebusen einen Raum von über 300 qkm einnehmen. Ebenso wurde die große Zuyder-See vom Meere (1219 bis 1287) in einen Meerbusen verwandelt.

b) An manchen Stellen wirkt das Meer aufbauend, besonders da, wo es an sandige, flache Küsten grenzt, wenn anders die Verhältnisse von Wind und Wetter hierzu günstig sind. — Zu den merkwürdigsten dieser Erzeugnisse des Meeres gehören die bereits besprochenen Dünen.

Bedeutung des Meeres. 1. Im Haushalte der Natur. a) Das Meer beeinflußt durch seine mechanischen und chemischen Wirkungen die Gestaltung des Festlandes. b) Groß ist ferner dessen klimatische Wichtigkeit; denn es ist die Quelle des Regens und ist von beträchtlichem Einfluß auf die Temperatur, besonders auch durch die schon erwähnten Strömungen. c) Ebenso hat das Meer seine ganz eigentümliche Flora und Fauna.

2. Das Meer in seiner Wichtigkeit für das Leben der Menschen. a) Der Ocean als Vermittler des Verkehrs und der Kultur. In früherer Zeit war der Ocean für die Nationen eine trennende Schranke; in unserer Zeit ist er zur Brücke geworden, welche die Erdteile verbindet und dem Weltverkehr einen großartigen Aufschwung verliehen hat.

Der oceanische Verkehr selber trägt wieder dazu bei, die geistige Bildung der Kulturvölker zu erhöhen, ihren Gesichtskreis zu erweitern und die weniger civilisierten Nationen in überseeischen Erdräumen einer höhern Gesittungsstufe entgegenzuführen.

b) Einfluß des Meeres auf den Charakter und das Leben der Seevölker. Das Leben zur See ist ein Leben der Kraft und des Kampfes; darum zeigen alle wahren Seevölker Rüstigkeit und Mut.

Das Meer regt die intellektuellen Kräfte der Seevölker an, entwickelt und schärft sie, macht erfinderisch, berechnend u. s. w., namentlich durch die fortwährende Bedrohung des Landes. Bei den Friesen z. B. überwiegt so sehr der Verstand, daß sich das Sprichwort bildete: Frisia non cantat (das Land der Friesen singt nicht).

Die offene See macht die ganze Welt zum Markte für ihre Anwohner; deren Handel wird der größten Ausdehnung fähig, und Handel erzeugt Reichtum. Bei allen Seevölkern fast bemerken wir denn auch einen gewissen Nationalwohlstand.

Viertes Kapitel.

Schneelinie — Gletscher.

I. Schnee. Sobald die Temperatur einer Luftschicht unter 0° sinkt, erfolgt die Ausscheidung der Feuchtigkeit aus derselben nicht mehr als Regen, sondern als Schnee (Fig. 61). Derselbe zeigt Kryställbildung, die um so vollkommener ist, je ruhiger und trockener die Luft ist.

II. Schneegrenze. Die Gebirge der gemäßigten und heißen Zone ragen häufig in Höhen hinauf, in welchen der Schnee das ganze Jahr hindurch nicht mehr schmilzt. Diese untere Grenzlinie des nicht mehr verschwindenden Schnees heißt Schneegrenze oder Schneelinie.

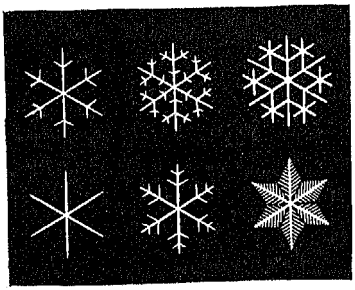


Fig. 61. Schneekrystalle.

Die Höhe der Schneelinie hängt vor allem ab von der geographischen Lage und von der Menge der Niederschläge, dann von der Beschaffenheit der Winde und der Nähe großer, wärmestrahlender Hochebenen. In den Alpen z. B. liegt die Schneegrenze bei 2700 m, auf den Anden von Quito dagegen, also unter dem Äquator, bei 4800 m. Im Himalaya liegt die Schneegrenze auf der Südseite nur 4900 m hoch, auf der Nordseite dagegen 5250 m hoch. Hier ist die Ursache dieser Ungleichheit den verschiedenen Luftströmungen zuzuschreiben. Auf die Nordseite nämlich treffen nur trockene Winde, „Schneefresser", auf der Südseite aber schütten die Monsune ihre Feuchtigkeit aus, und zwar unten als Regen, oben als Schnee.

III. Lawinen[1]. Man versteht darunter größere, plötzlich ins Gleiten oder Fallen gekommene Schnee- oder Eismassen. Gewöhnlich werden sie eingeteilt in: 1. Staublawinen, die aus lockerem Schneestaub bestehen; ihr steter Begleiter ist ein heftiger Windstoß, der durch die Bewegung der Lawine erzeugt wird; 2. Grundlawinen, bei denen ganze Schneedecken abrutschen; 3. Eislawinen, d. i. von jähen Gehängen abstürzende Eismassen.

IV. Gletscher. 1. Entstehung der Gletscher. An den unteren Grenzen des ewigen Schnees schmelzen unter dem Einflusse der Sonne die oberen Schichten, und die Tröpfchen Wasser dringen in das Innere der Schneemassen. Da diese letzteren sehr schlechte Wärmeleiter sind, so herrscht im Innern derselben noch häufig eine sehr tiefe Temperatur, wenn auch die obere Decke bereits infolge der Wärme sich auflöst; daher gefrieren die eindringenden Wassertropfen wieder, und es bildet sich auf diese Weise allmählich eine körnige Eismasse, Firn genannt. Indem letztere immer wieder demselben Prozeß des Schmelzens in den oberen Schichten und des Gefrierens im Innern ausgesetzt ist, verwandelt sich die ganze Masse in durchsichtiges, blaues, krystallklares Eis; unterstützt wird dieser Umwand-

[1] Das Wort „Lawine" ist nach Heim aus dem lat. labi = herunterrutschen entstanden.

lungsprozeß durch den Druck, den die höher liegenden Massen auf die tiefer liegenden ausüben. Solche zusammenhängende, stromartige Eismassen werden Gletscher genannt.

Die Dicke des Firns hat man in den Alpen zu 200 bis 500 m, diejenige des Gletschereises am obern Ende zu 200—300 m geschätzt. Von da nimmt letztere ab, und am untern Ende beträgt dieselbe meist nur 15 bis 30 m. Sehr viel höhere Zahlen würde man im Himalaya und Karakorum erhalten.

2. Bewegung der Gletscher. Zu den interessantesten Phänomenen der Gletscher gehört die Art ihrer Bewegung. Diese Eisströme sind nämlich wie eine zähe, halbstarre Flüssigkeit in einem steten Herabgleiten begriffen und würden demzufolge immer weiter in die Thäler hinabsteigen, wenn nicht das Abschmelzen am untern Ende dem Vorrücken eine Grenze setzen würde. Die Größe dieser Bewegung beträgt in unseren alpinen Gletschern im Mittel 100 m per Jahr, wächst aber bei den polaren Gletschern ganz bedeutend. — Die Ursache dieser Bewegung ist die Schwere des Eises.

Anmerkung 1. Es ist berechnet worden, daß der niederfallende Schnee zur Zurücklegung seiner verschiedenen Metamorphosen in Firneis und Gletschereis und bis zum letzten Abschmelzen am untern Ende bei der Mehrzahl der Alpengletscher eines Zeitraumes von 60—100 Jahren, bei einigen jedoch von 300 und selbst 400 Jahren bedarf.

Anmerkung 2. Eine wichtige Rolle spielen die Gletscher durch ihre Bewegungen im Haushalte der Natur. Wie nämlich Verdunstung und Flüsse in wärmeren Ländern den Kreislauf des Wassers vermitteln und die Anhäufung desselben auf dem Lande verhindern, so sind es die Gletscher der Hochregionen und noch mehr die der Polarländer, die demselben Zwecke dienen; beide Gebiete würden von einer immer dicker werdenden Eisrinde eingehüllt, und da die Verdunstung allein nie dem Betrag der Niederschläge in diesen Gegenden gleichkommt, würde ein unablässig wachsender Teil des Wassers dem Kreislaufe entzogen werden. So aber werden diese Eis- und Schneemassen dahin geschoben, wo ihre Verflüssigung durch den Schmelzungsprozeß und somit ihre Rückkehr in den allgemeinen Kreislauf des Wassers zuwege gebracht wird.

3. Gletscherphänomene (v. griech. phainómena = Erscheinungen). a) Dadurch, daß die Gletscheroberfläche von den Sonnenstrahlen getroffen wird, wird Eis geschmolzen; das so entstandene Schmelzwasser fließt teils auf dem Rücken des Gletschers ab, teils sammelt es sich auf dem Grunde desselben und tritt dann häufig an dessen unterem Ende, nicht selten durch ein Eisthor, das sogen. Gletscherthor, in Form eines Baches hervor, der den Namen Gletscherbach führt, wegen seiner trüben Farbe aber auch Gletschermilch heißt.

b) Am häufigsten und bekanntesten sind die zahlreichen Spalten der Gletscheroberfläche, die zuweilen eine Breite von 30 m erreichen. Sie sind

es, die das Überschreiten der Gletscher so gefährlich machen, da sie oft durch eine trügerische Decke von Schnee dem Wanderer verborgen sind. — Hie und da stürzen in solche Gletscherspalten die auf der Oberfläche des Eises entstehenden Bäche; dieselben bilden dann rundliche Löcher im Eise, sogen. Gletschermühlen. — Die etwa in solche Löcher geratenden Steine werden durch die Sturzbäche in eine kreisende Bewegung gesetzt und höhlen dann die sogen. Gletscher- oder Riesentöpfe (Strudellöcher) aus (Fig. 62).

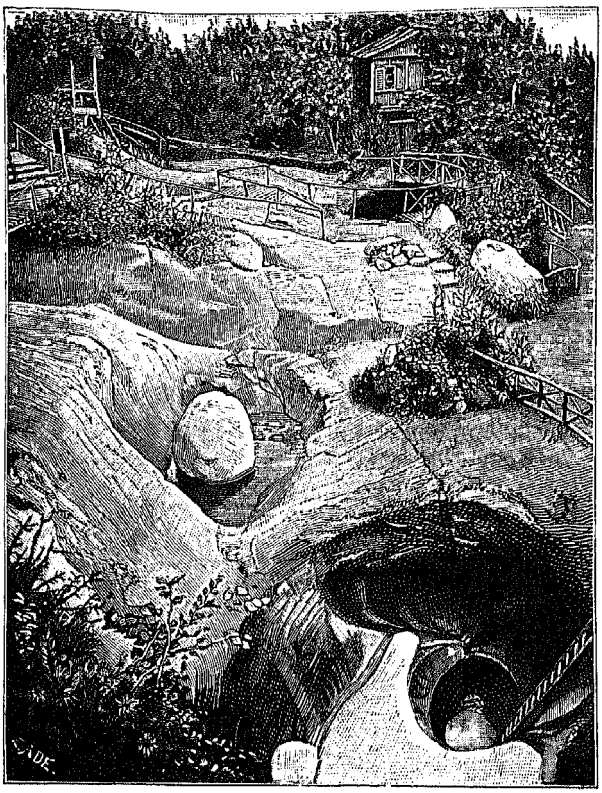


Fig. 62. Strudellöcher aus dem Gletschergarten in Luzern.

c) Vielfach gewähren einzelne isolierte Steinblöcke dem Eise einen Schutz gegen die Sonnenstrahlen. Während daher diese die entblößte Eisfläche ringsumher in Wasser auflösen, bleiben größere oder kleinere Eiskegel stehen, auf deren Spitzen je ein solcher Stein ruht. Man bezeichnet derartige Gestalten als Gletschertische (Fig. 63).

d) Von den benachbarten Felswänden der Gletscher stürzen, teils infolge der Verwitterung des Gesteins, teils durch Frost zerrissen, größere oder kleinere Felstrümmer auf deren Oberfläche hernieder. Diese Felsblöcke bilden, da der Gletscher abwärts rückt, allmählich lange, linienförmig angeordnete Gesteinswälle, sogen. Moränen. — Die an den Seiten des Gletschers sich hinziehenden Moränen heißen Seitenmoränen. — Mittelmoränen entstehen stets da, wo zwei Gletscher sich zu einem vereinigen, aus je einer Seitenmoräne der beiden sich vereinigenden Gletscherarme. — Am untern Ende des Gletschers bilden sich infolge der Abschmelzung zu-

weilen ebenfalls Schutt- und Steinwälle. Das sind die sogen. End- oder Stirnmoränen (vgl. hierzu Fig. 63). — Ein Teil des Gesteinsmaterials, das der Gletscher transportiert, gelangt endlich durch die Gletscherspalten und an den Seiten ins Innere und auf den Grund des Gletschers; dieser

Fig. 63. Der Aargletscher.

Teil bildet die Grundmoräne. Ihr Material wird unter dem Drucke der ungeheuern Eismasse, welche auf ihm lastend sich fortbewegt, zu einer lehmig-griesigen Schlammschicht zermalmt.

e) Durch die schleifende Wirkung der Gletscher werden große Flächen des Felsenbettes, in welchem der Gletscher dahingleitet, glatt gescheuert und vollständig poliert (Schlifflächen, Gletscherschliff). — Rauhe, zackige Erhöhungen des Gletscherbodens werden geglättet und so zu Rundhöckern umgestaltet.

Anmerkung. Noch wenig aufgeklärt ist die Thatsache, daß die Gletscher in gewissen Perioden vorrücken und dann wieder einschrumpfen.

4. Geographische Verbreitung der Gletscher. Hiernach unterscheidet man Hochgebirgs- und Polargletscher.

a) Hochgebirgsgletscher. In Europa findet sich die stärkste Gletscherentwicklung in den Alpen.

b) Polargletscher. Die großartigsten Gletscherbildungen treffen wir in den Polargegenden, wo sie sich oft bis ins Meer erstrecken.

So ist z. B. Grönland in einer Ausdehnung von 1 100 000 qkm von einer Eisschale bedeckt.

5. Die Eiszeit. Die Gletscher hatten ehedem eine viel größere Ausdehnung, als gegenwärtig. Nicht bloß in den Alpen, auch in den Vogesen, in den Gebirgen von Wales, Schottland und Irland, in Skandinavien, in den Karpaten und in den Sudeten haben sich Gletscher befunden, ja ein großer Teil der Alten und Neuen Welt war einst mit einem dichten Schnee- und Eismantel umhüllt und begrub unter sich alles organische Leben. Man nennt diese frühere geologische Periode, in welcher bereits Spuren von Menschen sich finden, die Eiszeit.

Beweise für die vormalige Ausdehnung der Gletscherwelt sind:

a) Schliffflächen an den Felsen und Rundhöcker.

b) Moränen; solche werden besonders in den Alpen in großen Entfernungen von dem jetzigen Gletschergebiete angetroffen.

c) Erratische (v. lat. errare = umherirren) Blöcke (Irr- oder Wanderblöcke); am mächtigsten tritt diese Erscheinung in unserem Erdteile auf. Denn von den Quellen der Dwina und Petschora an den

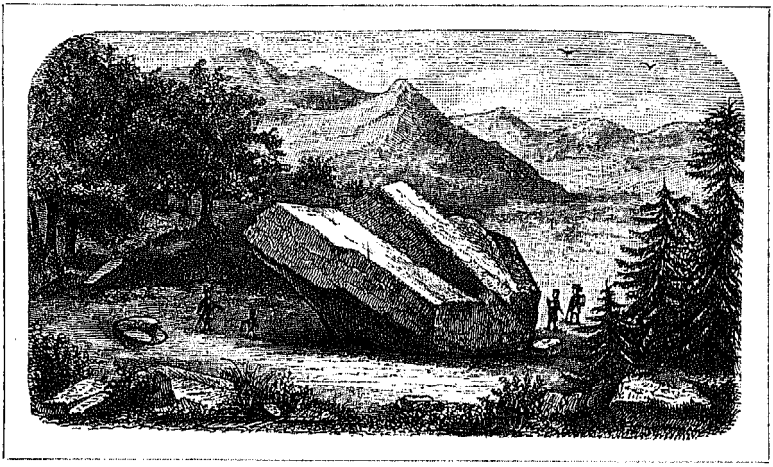


Fig. 64. Der Pierre-à-Bot bei Neuschâtel.

Grenzen Asiens bis zur Straße von Calais reicht hier das nördliche Gebiet der erratischen Bildungen. Dieses Gesamtgebiet der Ausstreuung zieht sich wie in einem gewaltigen Bogen um die skandinavische Alpenmauer. Dort ist das Centrum, von dem aus, nach Lyell, die Trümmer- und Schuttlinien sich allmählich verbreiteten, und nur dorthin weisen auch deren Gesteinsarten; durch Gletscherbruchstücke, die sich von skandinavischen Gletschern losgelöst, konnten diese Felsblöcke nach dem damals noch mit Meer bedeckten

Lande geführt worden sein (Drift- oder Eisbergtheorie). Zahlreich finden sich solche erratische Blöcke auch in der Schweiz (Fig. 64) und auf der schwäbisch-bayerischen Hochebene.

Anmerkung. Neuestens mußte die Drifttheorie der Gletschertheorie wieder weichen. Der schwedische Geologe Torell u. a. nehmen im Gegensatze zu Lyell eine vollkommene Vergletscherung Nordeuropas und Norddeutschlands während der Eiszeit an; danach rührten diese Schutt- und Geschiebe-Ablagerungen von jenen Riesengletschern her, welche von dem hohen Norden bis an die mitteleuropäische Gebirgskante reichten.

Ursachen der Eiszeit. Zur Erklärung der Eiszeit wurden im Laufe der Zeit zahlreiche Theorien aufgestellt. Die wichtigsten davon sind folgende:

a) Ein Teil der Naturforscher erkannte den Grund der Eiszeit in der Verschiedenheit der Temperatur des Weltraums, den unser Sonnensystem durchläuft.

b) Andere erblickten die Ursache darin, daß die Sonne infolge besonders zahlreicher Sonnenflecke periodisch weniger Wärme ausgestrahlt habe.

c) Mohr hat angenommen, daß in der Epoche der Eiszeit die Erde viel weiter von der Sonne entfernt gewesen sei, als gegenwärtig.

d) Eine weitere Theorie erklärt die Eiszeit aus periodischen Änderungen in der Bahn- und Achsenstellung der Erde (Adhémar, James Croll, Schmick).

e) Der Engländer Lyell (Leiell) suchte endlich die Ursache der Gletscherperiode in einer andern Verteilung von Land und Wasser.

Dritter Abschnitt.

Die Atmosphäre.

I. Bestandteile der Atmosphäre. Die Atmosphäre ist ein Gemenge von 79 Raumteilen Stickstoff und 21 Raumteilen Sauerstoff. Diesen Hauptbestandteilen der atmosphärischen Luft sind noch beigemischt Wasserdampf und Kohlensäure, freilich verhältnismäßig in geringen Mengen.

II. Gestalt und Höhe der Atmosphäre. Die Lufthülle hat am Äquator eine größere Höhe als an den Polen, weil sie dort durch die bedeutende Wärme ausgedehnt wird. Die Atmosphäre wird demnach auch ein Sphäroid bilden, das aber wahrscheinlich noch mehr abgeplattet ist, als das Erdsphäroid.

Das Ende der Abenddämmerung, welches eintritt, wenn die Sonne etwa 16^0 unter den Horizont gesunken ist, erlaubt, für die Atmosphäre eine Höhe von circa 60 km anzunehmen. Allein das Aufleuchten der Sternschnuppen, eine Folge ihrer Erhitzung durch den Luftwiderstand, führt zur Annahme einer Lufthöhe von 300 km.

III. Farbe der Luft. Die Luft ist zwar der durchsichtigste Körper, den wir kennen, aber sie ist, wie die Bläue des Himmels lehrt, nicht vollkommen durchsichtig. Sie wirft die blauen Strahlen des Lichtes zurück, während sie andere zurückhält. Diese blaue Farbe verdankt der Himmel den in der Luft schwebenden Wasserbläschen, von deren größerer oder geringerer Anzahl und verschiedener Größe die verschiedene Intensität der Bläue des Himmels abhängt.

Erstes Kapitel.

Die Luftwärme.

I. Ursachen der Wärmeverteilung auf der Erdoberfläche. Die Wärmemenge, welche die Sonne einem Punkte der Erdoberfläche zustrahlt, ist vorzugsweise abhängig von der Tageslänge und der Größe des Winkels, unter welchem die Sonnenstrahlen die Erdoberfläche treffen, also von der geographischen Breite eines Ortes. Der hierdurch bedingte Wärmegrad heißt das mathematische Klima. Davon weicht aber das wirkliche oder physische Klima eines Ortes oft sehr erheblich ab. So hat z. B. Hamburg unter 53,3° n. Br. eine mittlere Jahrestemperatur von + 8,1° C., Barnaul in Westsibirien unter demselben Breitengrade + 0,2° C. Die Ursachen, die diese Störungen in der Verteilung der Sonnenwärme veranlassen, sind folgende:

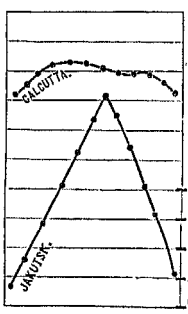


Fig. 65. Oceanisches und kontinentales Klima.

1. Die Atmosphäre selber. Wolken und Nebel z. B. dämpfen im Sommer die Wirksamkeit der wärmenden Sonnenstrahlen; im Winter dagegen hindern sie die Ausstrahlung der Wärme gegen den Himmelsraum und wirken dadurch erhöhend auf die Temperatur.

2. Oceanische oder kontinentale Lage einer Gegend. Das Land erwärmt sich rasch unter der Einwirkung der Sonne, verliert aber seine Wärme ebenso rasch durch Ausstrahlung; das Wasser dagegen wird viel langsamer warm vermöge seiner geringen Absorptionsfähigkeit und seiner großen Wärmekapacität; aus denselben Gründen erkalten aber auch große Wasserflächen sehr langsam. Darauf beruht der Unterschied zwischen kontinentalem und oceanischem Klima. Ländergebiete nämlich, welche nahe dem Meere oder im Meere selbst liegen, erfahren den Winter über zumeist eine beständige Wärmezufuhr vom Meere her, wodurch die Kälte des Winters gemildert wird; andererseits übt die Nähe des

Meeres im Sommer auf die schon sehr stark erhitzten Länderstrecken eine kühlende Wirkung. Im Innern des Festlandes dagegen, entfernt von den Küsten, folgt erstarrender Kälte in raschem Übergange sengende Sommerhitze (Fig. 65).

3. Die Höhenlage über dem Meeresspiegel. Mit der Erhebung über das Meeresniveau nimmt die Temperatur ab. Die Erwärmung der Luft erfolgt nämlich zum geringsten Teile unmittelbar. Zwar sendet die Sonne ihre Strahlen durch die Atmosphäre; allein nur ein Teil dieser Strahlen ($^1/_4$) wird von der Atmosphäre direkt aufgenommen; der bei weitem größere Teil derselben ($^3/_4$) erreicht den Erdboden und erwärmt diesen; erst von dem so erwärmten Boden empfangen die darüber liegenden Luftschichten ihre Wärme. Indem wir uns also in die Höhe begeben, entfernen wir uns von der Wärmequelle, von der die Lufthülle ihre Wärme borgt; es wird somit nach der Höhe zu kühler.

Anmerkung. Das Gesetz von der vertikalen Wärmeabnahme wird zuweilen außer Wirksamkeit gesetzt. Es geschieht dies besonders in Gebirgsthälern, wenn kalte schwere Luft über dem Boden lagert und wärmere Schichten darüber. Die Grundbedingung dieses Phänomens ist hoher Barometerstand; denn mit demselben ist meist heiterer Himmel, der die Wärmeausstrahlung des Bodens befördert, und schwach bewegte Luft- oder Windstille verbunden, welche die Mischung der atmosphärischen Schichten hindert. Am häufigsten wurde diese Erscheinung im Winter beobachtet, wenn der schneebedeckte Boden die untersten Luftschichten erkaltet.

4. Die Streichung der Gebirgszüge. Je nach ihrer Richtung können diese kalte Winde abhalten, aber auch den mildernden Einfluß warmer Luftströme hemmen. Bekannt ist in dieser Beziehung der Gegensatz im Klima zwischen dem Nord- und Südfuß der Alpen. Noch großartiger zeigt sich dieser Einfluß der Gebirgszüge in Asien, wo eine gewaltige centrale Erhebung den Kontinent von Westen nach Osten durchzieht.

5. Die herrschenden Winde. So erklärt sich z. B. die tiefe Temperatur Ostasiens und Ostamerikas während des Winters vorzugsweise daraus, daß die genannten Gebiete in dieser Zeit hauptsächlich unter dem Einflusse kalter Landwinde stehen.

6. Der Niederschlag. Hierbei kommt weniger die jährliche Menge des Niederschlags und namentlich des Regens, als die jahreszeitliche Verteilung desselben in Betracht; diese namentlich ist für das örtliche Klima und dessen Folgen von höchster Bedeutung. Denn wenn auch in den Tropenlandschaften binnen Jahresfrist mehr Regen herabfällt, wie in den gemäßigten Zonen, so wird doch die größere Menge in jenen durch außerordentlich starke Ergüsse in kürzester Zeit angesammelt, während sich in diesen die geringere Menge viel gleichmäßiger auf eine weit größere Zahl

von Regentagen verteilt. Die jährliche Anzahl der Regentage hat somit für den örtlichen Klimacharakter eine weit höhere Bedeutung, als die absolute jährliche Menge des Regens.

7. Die Meeresströmungen. Eine große Rolle spielt z. B. unter ihnen der schon öfters erwähnte Golfstrom, der das Klima Nordwesteuropas mildert; dagegen drücken der arktische Strom an der Küste Nordamerikas und der antarktische Strom an der Küste Westafrikas die Temperatur beträchtlich herunter.

8. Die Beschaffenheit des Bodens. Dichte und harte Felsflächen stehen in der Beförderung von Verdunstung, Trockenheit und Wärme obenan; darauf folgen kiesige und sandige Schichten, endlich die Thonerden, welche mit größter Begierde die Feuchtigkeit an sich ziehen, möglichst lange zurückhalten und demzufolge naßkalten Boden liefern.

9. Die Vegetationsdecke, besonders die Wälder. Ausgedehnte Wälder wirken durch Schattenkühle, Verdunstung und Strahlung erniedrigend auf die Temperatur; pflanzenleerer Boden dagegen erwärmt sich sehr schnell, giebt aber ebenso rasch seine Wärme ab.

II. Mittlere Temperatur. Dividiert man die Summe der an einem Orte beobachteten Thermometerstände durch die Anzahl der Beobachtungen, so erhält man die mittlere Temperatur für diesen Zeitraum. Es giebt also eine mittlere Tages-, Monats-, Jahreszeiten- und Jahres-Temperatur.

III. Isothermen. Diejenigen Linien, welche die Orte mit gleicher (auf den Meeresspiegel reduzierter) mittlerer Jahreswärme verbinden, heißen Isothermen (v. griech. ísos = gleich und thermé = die Wärme). Sie wurden zuerst von A. v. Humboldt eingeführt (1817) (Fig. 66).

Ihre Abweichung von der Richtung der Breitenkreise zeigt die Abweichung des wirklichen oder physischen Klimas von dem mathematischen an. Der Grund dieser Biegungen liegt in jenen allgemeinen Einflüssen, die bereits besprochen sind. Eine Betrachtung der Jahres-Isothermen-Karte läßt namentlich folgende Punkte erkennen:

a) Die Wärme eines Ortes ist um so geringer, je weiter er vom Äquator entfernt ist; gleichweit vom Äquator entfernte Orte haben also auch ungefähr gleiche Wärme: es deutet dies darauf hin, daß die Sonne und die mehr oder weniger schiefe Richtung der Strahlen den Haupteinfluß üben.

b) Auf der nördlichen Halbkugel sind die Unregelmäßigkeiten der Wärmeverhältnisse bedeutend stärker als auf der südlichen.

c) Auf der nördlichen Halbkugel sind an den Ostküsten die Isothermen dem Äquator, an den Westküsten den Polen näher; die Westküsten sind somit wärmer als das Innere des Festlandes und die Ost-

küsten; die Ursachen hiervon liegen in den Windverhältnissen, dann aber auch in den warmen Meeresströmungen.

IV. Isotheren und Isochimenen. Nicht alle Orte unter gleicher Isotherme haben auch in den verschiedenen Jahreszeiten gleiche Wärme; es können vielmehr zwei Orte, welche auf derselben Isotherme liegen, ein sehr verschiedenes Verhältnis in der Wärmeverteilung auf die einzelnen Jahreszeiten zeigen. Es reichen somit die Jahres-Isothermen zur Darstellung der Klimate nicht aus. Humboldt fügte ihnen darum noch die Linien gleicher mittlerer Winter- und gleicher mittlerer Sommertemperatur hinzu. Erstere heißen Isochimenen (v. griech. ísos = gleich, und cheimón = der Winter), letztere Isotheren (v. griech. ísos und théros

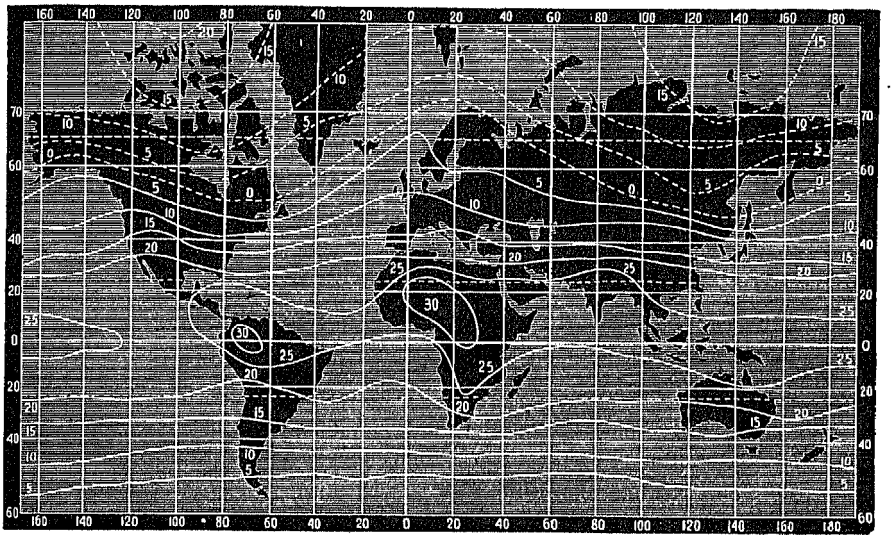


Fig. 66. Jahres-Isothermen.

= der Sommer). Noch deutlicher aber wird die Vorstellung von den Wärmeverhältnissen, wenn man die Isothermen für alle einzelnen Monate bestimmt und auf der Erdkarte verzeichnet (Monats-Isothermen).

Anmerkung. Auf Grund der Abweichung der Isothermen von der Richtung der Breitenkreise schlägt Supan an Stelle der schon von dem Griechen Parmenides (460 v. Chr.) aufgestellten Einteilung der Erde in drei Zonen, deren Grenzen die Polar- und Wendekreise bilden, die aber nur noch als Beleuchtungszonen aufzufassen sind, eine andere, an den Verlauf der Isothermen sich anschließende Einteilung in drei Haupt- und sechs Subzonen vor. Die drei Hauptzonen sind nach Supan:

1. Die warme Zone zwischen den Jahres-Isothermen von 20 ° C.
2. Die gemäßigte Zone zwischen den Jahres-Isothermen von 20 ° und 0 °.
3. Die kalte Zone jenseit der Jahres-Isothermen von 0 °, charakterisiert durch beständiges Bodeneis.

V. Extreme Temperatur. Kältepole. Die höchsten Temperaturen finden sich in der heißen Zone. So beobachtete man zu Maskat (Arabien) über + 50° C., zu Mursuk (Sahara) sogar + 56,2° C. In Abessinien soll die Lufttemperatur im Schatten bisweilen auf + 60° C., ja an der Küste des Roten Meeres bei bedecktem Himmel auf + 65° C. steigen. — Was die Kälte anbelangt, so giebt es zwei voneinander getrennte Gebiete, die im Januar stets niedrigste Temperaturen aufweisen. Man bezeichnet sie als Kältepole. Der eine liegt in Sibirien nordwärts von Jakutsk, der andere im arktischen Amerika nordwestlich von den Parry-Inseln. Der sibirische Kältepol weist die niedrigsten Temperaturen auf, welche man auf der Erdoberfläche kennt. Dort liegt der Ort Werchojansk in $67^1/_2°$ n. Br., und daselbst wurde am 15. Januar 1885 eine Minimaltemperatur von — 68° C. beobachtet; die mittlere Temperatur des Januar ist — 52,7° C.

VI. Thermische Anomalie. Isanomalen. Fast jeder Ort der Erde zeigt, wie sich aus dem Vorhergehenden ergiebt, eine andere Temperatur, als die ihm nach seiner Breitenlage zukommende; entweder ist sie im Vergleich zu dieser zu hoch oder zu niedrig. Diese Abweichung der Temperatur eines Ortes von der mittlern Temperatur seiner Breite heißt thermische Anomalie. Dieselbe ist positiv, wenn ein Ort relativ zu warm, negativ, wenn ein Ort relativ zu kalt ist. Verbindet man alle Orte von gleicher Anomalie durch Linien, so erhält man die Isanomalen[1].

VII. Temperaturschwankungen. Weder in der täglichen noch in der jährlichen Temperaturperiode fällt das Maximum mit dem höchsten und das Minimum mit dem tiefsten Sonnenstande zusammen. In der täglichen Periode tritt das Maximum nicht um Mittag, sondern 2—3 Stunden später, das Minimum nicht um Mitternacht, sondern kurz vor Sonnenaufgang ein. Den Unterschied zwischen der höchsten und tiefsten Temperatur des Tages nennt man die tägliche Wärmeschwankung. Sie vermindert sich in den meisten Fällen vom Äquator nach den Polen und verschwindet allmählich fast ganz. Sie ist am größten auf trockenen Hochebenen der gemäßigten Zone. — Das jährliche Maximum tritt nicht am 21. Juni ein, sondern (in den gemäßigten Zonen) ungefähr einen Monat später. Der Unterschied zwischen der Mitteltemperatur des kältesten und des wärmsten Monats heißt die jährliche Wärmeschwankung. Sie wächst im allgemeinen vom Äquator nach den Polen, wird aber durch die Verteilung von Land und Wasser vielfach modifiziert.

---

[1] Die Begriffe „thermische Anomalie" und „Isanomalen" wurden 1852 von dem Meteorologen Dove in Berlin eingeführt.

Diese allbekannten Erscheinungen entstehen durch die Zusammenwirkung von Ein- und Ausstrahlung. „Bei Nacht findet nur Ausstrahlung statt, also sinkt die Temperatur um so mehr, je länger die Ausstrahlung dauert, ist also vor Sonnenaufgang am niedrigsten. Bei Tag findet Ausstrahlung statt und Einstrahlung, und zwar vormittags schwache Ausstrahlung, weil die Temperatur noch niedrig ist, aber stets steigende Einstrahlung, durch welche die Temperatur, also auch die Ausstrahlung steigt. Nach 12 Uhr nimmt die Einstrahlung nur wenig ab, also steigt die Temperatur noch; mit steigender Temperatur nimmt aber auch die Ausstrahlung zu, während die Einstrahlung abnimmt; erst wenn die beiden gleich geworden sind, hört die Temperatur auf zu steigen. — Ganz in derselben Weise ist wegen der langen Sommertage nach dem 21. Juni die Einstrahlung noch stark, so daß die Temperatur noch zunimmt; da aber mit dieser die Ausstrahlung wächst, so kann dieselbe Ende Juli gleich der abnehmenden Einstrahlung werden. Nach dem 21. Dezember ist wegen der langen Winternächte die Ausstrahlung noch überwiegend, wodurch die Temperatur noch sinkt; mit dieser sinkt auch die Ausstrahlung und wird Ende Januar der zunehmenden Einstrahlung gleich, so daß die Temperatur dann nicht mehr sinkt. — Das Ansteigen der Luftwärme von Januar bis Juli und das Sinken von Juli bis Januar geschieht nicht regelmäßig, sondern mit Rückfällen (die drei Eisheiligen im Mai). (Reis' „Naturlehre".)

Was die Kälterückfälle im Mai betrifft, so sind dieselben (nach Bezold) die Folge der ausnahmsweisen Erwärmung, die Ungarn schon Mitte Mai durch die nordwärts schreitende Sonne erfährt. Infolge der starken Erhitzung dieser Ebene entsteht nämlich hier ein Luftdruckminimum, während um diese Zeit im Westen und Norden Europas noch hoher Luftdruck herrscht. Damit ist denn der um diese Zeit vorherrschende Nordwind erklärt. Da aber durch die stark wehenden Nordwinde das europäische Festland in wenig Tagen sich abkühlt, so verlieren sich die Barometer-Unterschiede sehr bald, Windstille mit heiterem Himmel tritt ein und infolge der wachsenden Sonnenkraft eine gleichmäßig verbreitete allgemeine Erwärmung.

Zweites Kapitel.

Der Luftdruck.

I. Druck der Luft. Die Luft hat zwar das Bestreben, sich wie alle Gase im Raume möglichst auszudehnen; doch steht sie auch gleich allen anderen Körpern unter dem Gesetze der Schwere; sie wird deshalb von der Erde angezogen und übt auf alle Gegenstände einen Druck aus. — Gemessen wird der Druck der Luft durch das Barometer (v. griech. báros = Schwere und métron = das Maß).

II. Schwankungen des Luftdruckes. Der Druck der Luft bleibt sich an einem bestimmten Orte nicht immer gleich; es finden vielmehr Schwankungen (Oscillationen, v. lat. oscillare = schwanken) statt. Dieselben sind entweder regelmäßige oder unregelmäßige; regelmäßige sind die täglichen und die jährlichen.

III. Isobaren. Die Linien, welche alle Punkte des gleichen (auf den Meeresspiegel reduzierten) Luftdruckes miteinander verbinden, heißen Iso-

baren (v. griech. ísos = gleich, und báros = Schwere). Wenn man i
Zahl von 760 mm als den Ausdruck des mittlern Luftdruckes am Meere
spiegel annimmt, so erhält man darunter den zu niedrigen, darüber d
zu hohen Luftdruck. Der Verlauf dieser Linien umschließt eine ungehe
Menge meteorologischer und speciell klimatischer Daten; sie bieten d
Schlüssel zum Verständnisse fast aller Erscheinungen, welche in der a
gemeinen Meteorologie des Erdballes auftreten; man kann deshalb il
Bedeutung nicht hoch genug anschlagen.

Wie sich aus der beigegebenen Isobarenkarte (Fig. 67) ergiebt, las
sich auf der Erde im allgemeinen drei große Gebiete niedrigen Lu

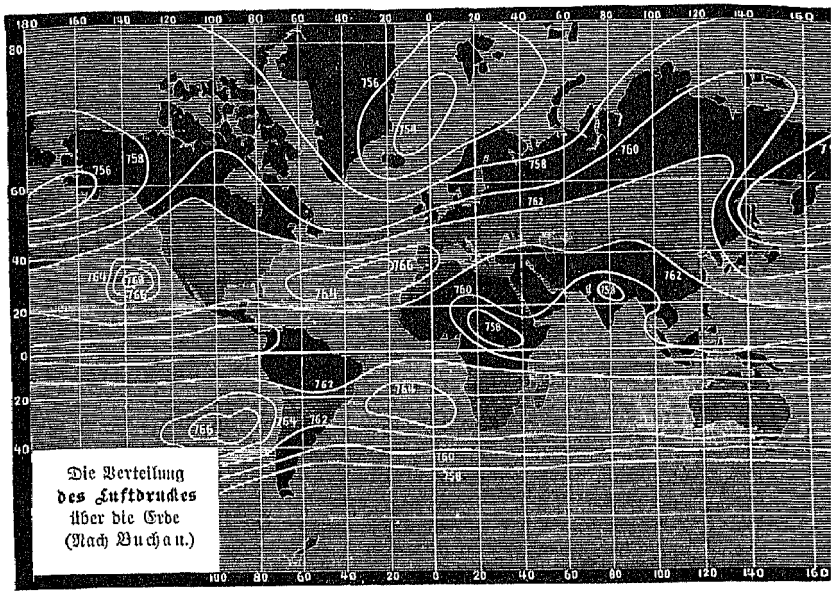


Fig. 67.

drucks unterscheiden. Eines derselben erstreckt sich als breiter Gürtel ri
um den Äquator; die andern beiden liegen um die Pole herum. Z
Zonen hohen Luftdruckes dehnen sich beiderseits längs des Äquator
gürtels aus und trennen diesen von den Polarzonen mit niedrigem L
drucke. — Der mittlere Luftdruck beträgt am Äquator 760 mm, wi
bis etwa 30° Breite auf 765 mm, nimmt dann mit zunehmender B
wieder ab, bis er in 60—70° Breite den kleinsten Betrag von 754
erreicht und in noch höheren Breiten wieder zunimmt.

IV. Ursache der ungleichartigen Verteilung des L
druckes. Die Ursache der für die Witterungsverhältnisse so hochwicht

Verschiedenheiten im Luftdrucke liegt hauptsächlich in dem Umstande, daß die Schichten der Erdatmosphäre ungleichförmig erwärmt werden. (Näheres hierüber im dritten Kapitel unter VI.)

Drittes Kapitel.

Die Winde.

I. Begriff. Winde sind Luftströme, die von Stellen höhern Luftdruckes nach Stellen niedrigern Luftdruckes gehen.

II. Richtung und Stärke der Winde. Die Richtung des Windes wird stets durch den Ort des niedrigern Luftdruckes bestimmt. Die Stärke desselben wird von dem Gradienten bedingt. Man versteht unter letzterem die Luftdruck-Differenz, gemessen in der Richtung senkrecht zu den Isobaren und bezogen auf eine Einheit der Entfernung (jetzt allgemein 1 Äquatorgrad = 111 km). Je größer der Gradient ist, desto größer ist die Geschwindigkeit des Windes.

III. Barometrisches Minimum und Maximum. Von besonderer Bedeutung sind die Maxima und Minima des Luftdruckes. Die Stelle, wo das Barometer höher steht, der Luftdruck somit größer ist als in der ganzen Umgebung, nennt man das barometrische Maximum. Es ist dadurch charakterisiert, daß die Luft nach allen Seiten von ihm wegströmt. — Die Stelle, wo das Barometer tiefer steht, der Luftdruck also geringer ist wie in der ganzen Umgebung, heißt das barometrische Minimum. Es ist dieses der Ort, wohin von allen Seiten am Boden die Luft zuströmt.

IV. Ablenkung der Winde. Die Luftbewegung vom Gebiete des hohen Druckes nach demjenigen des niedern erfolgt nicht direkt in gerader Linie, sondern die Luft wird auf ihrer Bahn auf der nördlichen Hemisphäre nach rechts, auf der südlichen nach links abgelenkt. Dadurch ist die Bewegung der Luft im Wirbel bestimmt, die Luft umkreist das Minimum in spiralförmigen Bahnen. Auf der nördlichen Halbkugel ist diese Bewegung der Drehung des Uhrzeigers entgegengesetzt (cyklonale Luftbewegung). Die Luftbewegung im Maximum erfolgt ebenfalls in spiralförmigen Bahnen, nur drehen sich in diesem Falle die Luftmassen wie die Zeiger einer Uhr (anticyklonale Luftbewegung) (Fig. 68). — Ein Gebiet geringen Luftdrucks nennt man auch eine Cyklone oder eine Depression; ein solches mit hohem Luftdruck eine Anticyklone.

V. Ursache der Ablenkung. Die Ursache der Ablenkung der Winde ist die Rotation der Erde, infolgederen horizontale Bewegungen von jeder beliebigen Richtung auf der nördlichen Halbkugel rechts, auf der südlichen links abgelenkt werden.

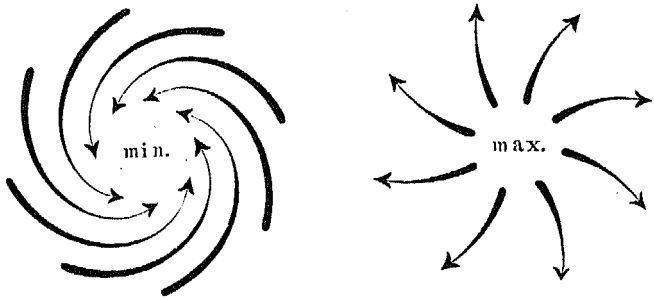


Fig. 68.

VI. Verteilung der Winde auf der Erde. 1. In der Nähe des Äquators wird infolge der starken Erwärmung durch die scheitelrechte Sonne die Luft in viel stärkerem Grade als in den höheren Breiten aufgelockert und ausgedehnt. Da demnach die Flächen gleichen Luftdrucks in der Äquatorialgegend mehr gehoben werden, als die Flächen desselben Luftdrucks in den benachbarten Gebieten, so findet in der Höhe ein Abfließen der Luft nach den beiden Polen statt. Die nächste Folge aber dieses Abfließens der Luft über dem Äquatorialgebiete ist die, daß der Luftdruck hier sinkt; denn das Gewicht der drückenden Luftsäule hat sich um die abgeflossene Luftmenge vermindert.

Etwa 30° nördlich und südlich von diesem Hitzegürtel sinkt, wenigstens großenteils, die oben abfließende Luft wieder auf die Oberfläche der Erde herab; es geschieht das vor allem infolge der in der Höhe eintretenden Abkühlung. Dadurch nun, daß in diesen höheren Breiten ein steter Zufluß von Luft stattfindet, entsteht hier eine Erhöhung des Luftdruckes, und infolge davon tritt ein Abströmen vom Orte des höhern gegen den des niedrigern Luftdruckes ein, d. h. aus den höheren Breiten strömt die Luft an der Erdoberfläche beiderseits gegen den Äquator. Zwischen Äquator und etwa 30° findet also ein vollständig geschlossener Kreislauf statt. — Jenseits dieser Breiten und dieses Gürtels hohen Luftdruckes folgen die Zonen der veränderlichen Winde, die unter dem wechselnden Einflusse des Äquatorial- und Polarstromes stehen (Fig. 69).

2. Nach dem bereits oben erwähnten Gesetze der Ablenkung der Winde erfahren die Winde der nördlichen Halbkugel eine Ablenkung nach rechts,

die der südlichen Halbkugel nach links. Daher erscheinen die unteren Luftströmungen zwischen 0° und 30° als nordöstliche auf der nördlichen und als südöstliche auf der südlichen Halbkugel; es sind das die sogen. Passate, die ihren Namen davon haben, daß die Segelschiffe ihn zur Überfahrt (passata) von Spanien nach Brasilien benützen. Die oben abfließenden Winde der Tropenzone und die polwärts gerichteten Winde der höheren Breiten, die sogen. Antipassate, werden dagegen auf der nördlichen Halbkugel zu südwestlichen, auf der südlichen Halbkugel zu nordwestlichen Winden.

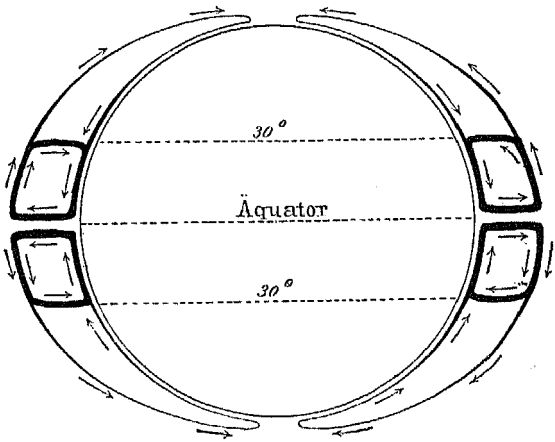


Fig. 69.

Die westliche Richtung der Antipassate ist durch verschiedene Beobachtungen bestätigt worden. So kann man an den mehr gegen die Tropenzone liegenden hohen Bergen, wie an dem Pic de Teyde (auf Teneriffa) oder an den Vulkanen Mauna-Loa und Mauna-Kea der Sandwich-Inseln, bemerken, wie die unteren Teile unter dem Einflusse des Passates, die Spitzen dagegen unter jenem des Antipassates stehen.

3. Der schmale Gürtel zwischen den beiden Passaten heißt der Kalmengürtel (v. lat. calmus, ruhig, still) des Äquators, weil hier fast immer Windstille herrscht; er bezeichnet im allgemeinen die Zone der größten Erwärmung und folgt der Sonne im Laufe des Jahres gegen N. und S. Die Luft steigt hier, infolge ihrer Erhitzung sehr leicht gemacht, nur aufwärts, es herrscht der Ascensionsstrom (v. lat. ascendĕre, in die Höhe steigen), eine wagerechte Luftbewegung kommt nicht zu stande. Ebenso sind die Gebiete des hohen Luftdruckes an der Polargrenze der Passate, etwa 30° nördlich und südlich vom Äquator, durch größere Ruhe charakterisiert; man bezeichnet sie als „Roßbreiten", wohl auch als Kalmen der Wendekreise. Der erstere, etwas seltsame Name kommt daher, daß früher die von Neu-England nach Westindien mit einer Deckladung von Pferden bestimmten Schiffe in dieser Kalmenregion oft so lange aufgehalten wurden, daß man aus Mangel an Wasser einen Teil der Pferde über Bord werfen mußte.

Ein Bild der Windverteilung auf der Erde giebt Fig. 70.

VII. Jahreszeitenwinde. Das geschilderte herrschende Windsystem erfährt mannigfache Abänderungen, besonders durch die kalmenbildende Kraft der Kontinente. Am großartigsten tritt diese Erscheinung im nördlichen Teile des Indischen Oceans auf. Hier weht im Winterhalbjahre (vom Oktober bis April) Nordostwind und im Sommerhalbjahre (vom April bis Oktober) Südwestwind. Diese Winde heißen Monsune, ein Name, der wohl von dem arabischen Worte mausim = Jahreszeit abgeleitet ist, also einen mit den Jahreszeiten wechselnden Wind bezeichnet.

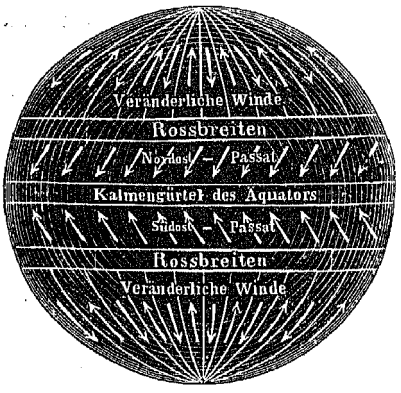


Fig. 70. **Windverteilung auf der Erde.**

Die Erklärung dieser Erscheinung liegt in folgendem: Die über Arabien, Persien und Indien im Sommerhalbjahre gesteigerte Hitze und die große Erwärmung der Landmasse von Asien überhaupt hat einen luftverdünnten Raum zur Folge, der die kühlere Luft des Indischen Oceans gewaltsam herbeizieht. So entsteht ein Südwind, der durch die Ablenkung nach rechts ein S.-W. wird. Im Winterhalbjahre dagegen ist das Festland kühler als der Ocean; die Luft fließt daher von dem kälteren Lande nach dem wärmern Meere; durch die Ablenkung wird nun aus dem Nordwind ein N.-O. Dieser N.-O. ist aber nichts anderes als der gewöhnliche Passat, der nur hier den Namen N.-O.-Monsun führt. — Eine ähnliche periodische Windbewegung, aber von geringerer Ausdehnung, wird durch den australischen Kontinent hervorgerufen. Der Norden von Australien hat im Südsommer N.-W.-, im Winter S.-O.-Winde.

VIII. Tageszeitenwind. Wie die Monsune von den Jahreszeiten, so hängen die Land- und Seewinde von den Tageszeiten ab. Bei Tag ist das Land bekanntlich wärmer als das Meer, daher weht bei Tag Seewind; nachts ist das Land kühler als das Meer, daher weht Landwind. In den Tropen ist der Seewind sehr kräftig, erfrischend und gesund, so daß er hie und da geradezu „der Doktor" genannt wird.

IX. Lokale Winde. Durch Einwirkung von Gebirgen, Flußthälern, Wüsten u. s. w. werden ganz specielle, nur in beschränkten Gebieten auftretende Winde hervorgerufen.

Solche lokale Winde sind die Sturzwinde. Es sind das Luftkaskaden, von einem höhern nach einem tiefern Niveau gerichtet und wie eine Wasserflut nach diesem herabstürzend; Ursache dieser Winde sind eine hohe Differenz in der Stärke des Luftdrucks an dem Ort, von dem der Wind kommt, und der Stelle, nach der er strömt, und die mit solcher Differenz allgemeiner verbundenen Luft-

bewegungen. — Man unterscheidet *kalte* und *heiße Sturzwinde*. — *Kalte Sturzwinde* ereignen sich dort, wo kalte Luft bei hohem barometrischen Druck auf dem Boden eines Sammelbeckens lagert und eine Scharte in der Umrandung einen Ausweg nach einem tiefern und erheblich wärmern Boden gewährt, in welchem, zufolge eines in der Nähe befindlichen barometrischen Minimums, eine jenes Reservoir gleichsam anzapfende Bewegungsrichtung herrscht. Der *Mistral* in Südfrankreich und die *Bora* am Nordende des Adriatischen Meeres sind die bekanntesten der hierher gehörigen Winde. — Beispiele von *heißen Sturzwinden* sind die *Föhnwinde* der Alpen. Nach *Hann* tritt der Föhn auf der Nordseite der Alpen dann auf, wenn hier der Luftdruck geringer ist als auf der Südseite. In diesem Falle strömt die Luft vom Südabhange über die Pässe in die nördlichen Alpenthäler hinein und kommt hier, da durch die Abkühlung der aufsteigenden Luft am Südabhang häufig Niederschläge erzeugt werden, ziemlich *trocken* an. Indem dann der Luftstrom in die nördlichen Alpenthäler infolge des hier herrschenden geringen Luftdrucks gleichsam herabgesaugt wird, gelangt er zugleich unter höhern Luftdruck und wird also durch Volumverminderung auch *erwärmt*. Wärme und Trockenheit sind aber die charakteristischen Eigenschaften des *Föhns*. *Föhnwinde giebt es übrigens* (nach *Hann*) *überall dort, wo höhere Gebirgsketten von stürmischen feuchten Winden überweht werden*. Es hat deshalb auch die Südseite der Alpen ihren *Nordföhn*. — Zu den lokalen Winden gehören auch noch die furchtbar trockenen und heißen, mit Staub beladenen Winde, die man in Ägypten als *Chamsin* oder *Samum*, im südlichen Mittelmeer als *Scirocco* bezeichnet. Ihr Ursprung wird aus den Wüsten Nordafrikas und Arabiens hergeleitet.

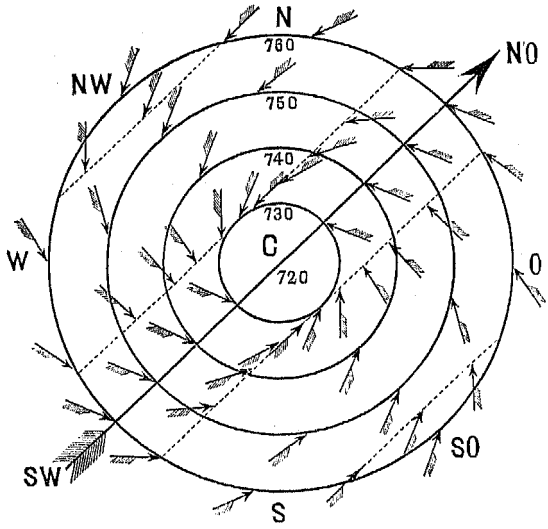


Fig. 71.

X. *Stürme*.

1. Stürme, d. i. Winde mit 30—50 m Geschwindigkeit per Sekunde, sind Wirbelbewegungen der Luft um ein Minimum des Barometerstandes [1]. Die heftigsten Stürme sind die *Cyklone* der tropischen Gegend, die *Hurrikanes* in den westindischen und die *Teifune* in den chinesischen Gewässern.

2. Die *Bewegung* der Stürme ist eine zweifache: eine

[1] Die barometrischen Minima haben eine sehr verschiedene Ausdehnung, die barometrischen Maxima erstrecken sich meist über große Flächenräume.

kreisende und eine fortschreitende. Die kreisende erfolgt, entsprechend dem Ablenkungsgesetze, auf der nördlichen Halbkugel entgegengesetzt der Uhrzeigerrichtung, auf der südlichen Halbkugel mit dieser übereinstimmend; die fortschreitende besteht darin, daß das Minimum und mit ihm der ganze Wirbelsturm oft Hunderte von Meilen fortzieht. Fig. 71, die einen Wirbelsturm der nördlichen Halbkugel darstellt, läßt entnehmen, wie die Windrichtung wechselt an einem Orte, über den ein Wirbelsturm hinwegschreitet. Liegt der Ort z. B. in der Bahn des Centrums, so wütet der erste Teil des Sturmes unausgesetzt aus N.-O.; den heftigsten Stößen folgt, während das Centrum passiert, eine unheimliche Totenstille; nachher bricht der Sturm mit erneuter Wut aus S.-W. herein.

3. Die Sturmbahnen sind bei den Wirbeln der gemäßigten Zone meist östlich; bei den tropischen Cyklonen, und zwar auf der nördlichen Halbkugel, zieht die Sturmbahn in der heißen Zone von S.-O. nach N.-W.; auf dem Wendekreise aber biegt dieselbe um und verläuft nach N.-O. In der südlichen Halbkugel haben die Cyklone gerade umgekehrt in der heißen Zone eine südwestliche und in der gemäßigten Zone eine südöstliche Richtung (Fig. 72).

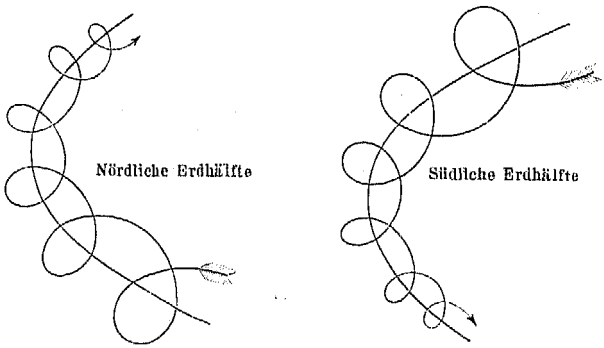


Fig. 72.

4. Die Lage des Centrums wird nach der Buys-Ballotschen[1] Regel leicht erkannt; hat man den Sturm im Rücken, so liegt das Minimum links etwas nach vorn. Dieses Centrum und das „gefährliche Viertel" des Wirbels vermeidet der Seemann; andere Stellen benützt er zu einer schnellern Fahrt.

5. Entstehung der Stürme. Die stürmische Luftbewegung wird stets durch große Unterschiede im Barometerstande nahe bei einander liegender Orte veranlaßt, also durch starke Gradienten. Doch ist die erste Entstehung jener bedeutenden Verminderung des Luftdruckes über einer Stelle der Erdoberfläche, die zu einem Sturmcentrum wird, noch nicht hinlänglich aufgeklärt.

[1] Buys-Ballot (beiß ballo), ein bedeutender niederländischer Meteorolog.

6. Die Wirkung der Stürme, besonders der Cyklone, ist zuweilen ganz furchtbar. Durch den Cyklon von Kalkutta am 5. Oktober 1864 sind Sturmfluten von mehr als 6 m Höhe über das Land hereingebrochen und haben 48 685 Menschen den Tod gebracht, und im November 1876 sind durch einen Cyklon, der im Mündungsgebiete des Ganges wütete, in wenigen Stunden 215 000 Menschen ums Leben gekommen.

7. Tornados. Man versteht darunter Wirbelstürme von kleinem Durchmesser, bei denen die Drehbewegung nur gering ist.

8. Tromben. Den Tornados verwandte Erscheinungen sind die Tromben, Sand- und Wasserhosen (Fig. 73). Die mechanische Gewalt dieser Meteore ist häufig eine ungeheure.

Bedeutung der Winde. 1. Für die Gestaltung der Erdoberfläche.

a) Sie wirken auf die Umgestaltung der Terrainverhältnisse durch das Aufwirbeln, also Heben, Davontragen (Ablation) und Absetzen der Staub- und Schuttmassen. Ein großartiges Beispiel für derartige Wirkungen sind die chinesischen Löß-Ablagerungen, die (nach Richthofen) lediglich ein Erzeugnis des Windes sind, von Nordenskjöld freilich für Meteorstaub gehalten werden. Eine andere mechanische Wirkung der Winde ist die Korrasion. Mittels derselben höhlt und schleift der Wind den Stein ebenso wie das Wasser. Der Vorgang besteht darin, daß der Wind Mineralteilchen als Projektile gegen das Gestein schleudert. Der äolischen Korrasion ist z. B. die Glättung der Wüstenkiesel zuzuschreiben.

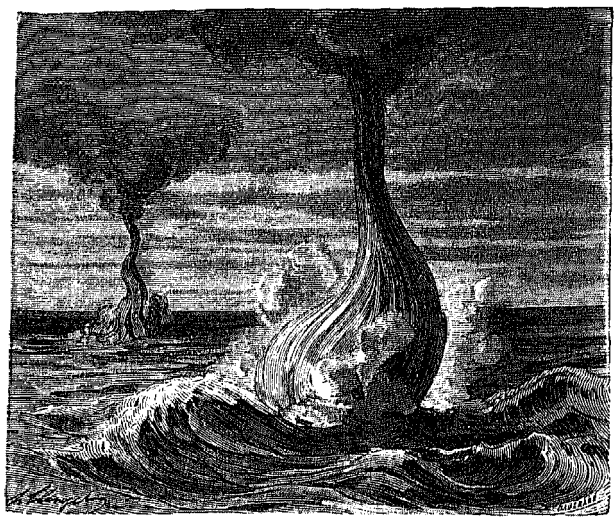


Fig. 73. **Die Wasserhose.**

b) Als Ursache der Wellen wirken sie teils landaufbauend, teils zerstörend.

c) Insofern die Winde Träger der Feuchtigkeit sind, ist von ihnen nicht bloß die Fülle des fließenden Wassers, sondern auch die nivellierende Thätigkeit desselben bedingt.

2. Für die klimatisch-meteorologischen Verhältnisse der Erde.

a) Die Äquatorialströme bewirken eine beträchtliche Erhöhung der Temperatur, während uns die Polarströme direkt unter den Einfluß der kalten Zone stellen; der große klimatische Gegensatz namentlich zwischen den West- und Ostküsten der Erdteile ist, wie schon erwähnt, vor allem durch die Winde bedingt.

b) Von der Bahn der Winde hängt größtenteils die Verteilung des Regens ab. Denn da die Luftströmungen den Wasserdampf mit sich fortführen, so sind sie von wesentlichem Einfluß auf den Dampfgehalt der Luft über dem festen Lande und auf die Niederschläge aus derselben. In Südamerika z. B. führen die Passatwinde vom Atlantischen Ocean die Feuchtigkeit herbei, während an der Westküste Nordamerikas die vom Stillen Meere ausgehenden Luftströmungen den Regen bringen.

3. Für die Pflanzenwelt.

a) Die bewegte Luft entführt leichte Früchte, Samen und Sporen und befördert so die Verbreitung der pflanzlichen Organismen.

b) Da der Wind der Träger der Feuchtigkeit ist, von dieser aber die Vegetation bedingt wird, so ergiebt sich daraus von selbst die hohe Bedeutung der Winde für das Gedeihen der Pflanzen.

c) An manchen Orten hindern die Winde jegliche Vegetation, indem sie den Boden von der Dammerde entblößen; so macht z. B. die Bora in Dalmatien jede Humusbildung unmöglich.

4. Für die Menschenwelt.

a) Durch die Winde werden besonders die Verkehrsbahnen der Völker über die Meere bestimmt.

b) Auch in der Geschichte der Völker und Staaten spielen die Winde eine große Rolle. Eine Sturmflut soll die Cimbern und Teutonen zur Wanderung veranlaßt haben. Stürme und Windstillen retteten England vor Philipps II. Angriffen und brachen die Seemacht Spaniens.

Viertes Kapitel.

Die Niederschläge.

I. Der Wasserdampf in der Atmosphäre. 1. Die Atmosphäre enthält stets und überall Wasser in Gestalt von unsichtbarem Dampfe und in sehr veränderlicher Menge.

2. Hauptquelle des Wassergehaltes der Luft ist die ununterbrochen fortdauernde Verdunstung der irdischen Wassermassen.

3. Die Menge von Wasserdampf, welche die Luft aufnehmen kann, ist von der Temperatur abhängig. Sie steigt und sinkt mit dieser. — Hat ein bestimmtes Volumen Luft allen Dampf aufgenommen, den es zu fassen vermag, so hat es seinen Sättigungspunkt erreicht.

4. Ist die Luft weit von ihrem Sättigungspunkte entfernt, so nennen wir sie trocken; ist sie dem Sättigungspunkte nahe, so bezeichnen wir die Luft als feucht.

5. Man bezeichnet den wirklichen Gehalt der Luft an Wasserdampf als die absolute Feuchtigkeit, und die Zahl, die angiebt, wieviel Prozente des gesättigten Dampfes die Luft enthält, die relative Feuchtigkeit. So ist der absolute Dampfgehalt der Luft im Sommer weit bedeutender als im Winter, aber infolge der höhern Temperatur ist die Luft

im Sommer durchschnittlich weiter von ihrem Sättigungspunkte entfernt als im Winter, oder: in der heißen Jahreszeit ist die relative Feuchtigkeit geringer als in der kühlern.

II. Die atmosphärischen Niederschläge. 1. Ursache des Niederschlages. Ein Niederschlag des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes erfolgt, wenn der Sättigungspunkt überschritten oder die Temperatur der Luft erniedrigt und diese dadurch unfähig gemacht wird, die frühere Menge von Wasserdampf zu behalten.

2. Formen des Niederschlages. a) Treten die Dämpfe der Luft zu kleinen Wasserbläschen zusammen, so entstehen dadurch Wolken oder Nebel. Wenn diese Bläschen in der Nähe der Erdoberfläche schweben, nennt man die Erscheinung Nebel; schweben sie in größerer Entfernung von der Erde, so bilden sie Wolken[1]. b) Regen entsteht, wenn infolge fortschreitender Verdichtung (Kondensation, v. lat. condensare = verdichten) der Wasserdämpfe die einzelnen Bläschen immer größer werden und schließlich durch ihre eigene Schwere als Regentropfen herabfallen. c) Ist es in den höheren Luftregionen sehr kalt, so gefrieren die Wasserbläschen, und indem sich mehrere aneinander hängen, entstehen die Schneeflocken. d) Eine seltene, aber noch nicht hinreichend erklärte Form des Niederschlages ist der Hagel. e) Tau und Reif entstehen durch die starke Ausstrahlung der Erdwärme in klaren Nächten, und zwar schlägt sich der in der Luft enthaltene Wasserdampf als Tau nieder, wenn die Temperatur über 0° bleibt, als Reif, wenn sie unter 0° herabsinkt.

3. Zonen des Niederschlags. Es kann an einer bestimmten Örtlichkeit entweder nur regnen, oder es wechselt im Laufe des Jahres Regen und Schnee ab, oder es fällt nur Schnee.

Danach unterscheidet man im Tieflande Zonen des unveränderlich flüssigen, des veränderlichen und des unveränderlich festen Niederschlags, an den Bergen in derselben Weise dieselben Regionen.

4. Menge des Niederschlags. a) Man bestimmt dieselbe durch die Höhe, in welcher das Regenwasser oder der Schnee, nachdem er geschmolzen, die Erdoberfläche bedecken würde, wenn das Wasser nicht verdunstete oder versickerte. Gewöhnlich wird die Höhe nach Centimetern oder Millimetern angegeben.

[1] Die drei Hauptformen der Wolken sind: Cirrus oder Federwolke, feine, zarte, weiße Wolkenstreifen; Cumulus oder Haufenwolke, dicke, rundliche Wolkenballen, und Stratus oder Schichtwolke, wagrechte, langgestreckte Wolkenschichten, an Farbe meist graublau. — Renou hat auch die Orte gleicher mittlerer Bewölkung durch Linien miteinander verbunden; er nennt letztere Isonephen (vom griech. isos = gleich und néphos = die Wolke).

b) Die Verteilung der Regenmenge auf der Erdoberfläche hängt hauptsächlich ab:

α) von den Winden; kalte Landwinde sind relativ trocken; warme Seewinde dagegen sind eigentliche Regenwinde;

β) von der Streichung der Gebirge; tritt ein Gebirge de Richtung des Regenwindes senkrecht in den Weg, so ist die Wind- ... Luvseite desselben reich an Niederschlägen; denn die Luft drängt an demselben in die Höhe und spendet infolge der dabei erlittenen Abkühlung Niederschlag (Steigungsregen). Die Leeseite, die dem Winde abgewandte Seite, die, wie man passend sagt, im Windschatten des Gebirges liegt, ist trocken, bisweilen bis zur Steppe oder Wüste;

γ) von der Temperatur; große Wärme begünstigt starke Verdunstung und Wolkenbildung und darum auch reichlichen Niederschlag; niedrige Temperatur verringert die Dampfbildung und damit auch die

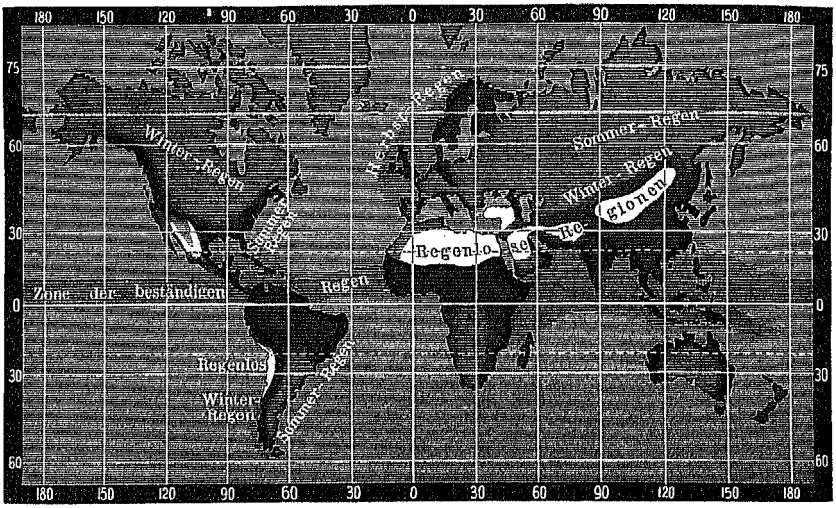


Fig. 74. **Verteilung des Regens über die Erdoberfläche.**

Menge des Niederschlags; die Niederschlagsmenge nimmt deshalb auch ab vom Äquator gegen die Pole;

δ) von der Entfernung von den Küsten; wo der herrschende Wind vom Meere herweht, fällt viel Regen, namentlich dann, wenn noch Gebirge an der Küste emporsteigen. Die Regenkarte (Fig. 74) stimmt hiermit auch völlig überein.

Regenreiche Gebiete sind z. B. der Kalmengürtel, das ostindische Monsungebiet an jenen Orten, wo der S.-W.-Monsun auf ein Gebirge

trifft, die gebirgigen Westküsten Europa's, die N.-W.-Küste von Nordamerika u. a.

Als ein Beispiel tropischer Regenmenge nennen wir Sierra Leone an der Westküste Afrikas mit einer jährlichen Regenmenge von 4800 mm. Deutschland hat eine solche von nur 700 mm. In Maranhão in Brasilien beträgt dieselbe 7110 mm; an den Westghats steigt sie auf 4500—6500 mm. Die größte jährliche Regenmenge der Erde erreicht Tscherrapundschi am Südabhange des Himalaya, nördlich von Kalkutta, mit 12 525 mm; es regnet hier in einem einzigen Jahre fast ebensoviel, als in Alexandrien in einem ganzen Jahrhundert (1861 Regenhöhe: 22 990 mm!).

Regenarme oder nahezu regenlose Gebiete sind z. B. der große Steppen- und Wüstengürtel, welchen die Sahara, die Libysche Wüste, Arabien und Syrien bilden; dieses ganze Gebiet liegt beständig unter trockenen Winden; ferner die Gobi, die Kalahari, die Steppe des großen Salzsees, der Küstensaum von Peru und Chile; diese Gebiete liegen an der Trockenseite regenfangender Gebirge.

III. Verteilung der Niederschläge in die Jahreszeiten. Mit Rücksicht darauf kann man unterscheiden:

1. Tropenregen und zwar: a) Äquatorialregen (bis zu 4° N. und S.); die im Kalmengürtel senkrecht aufsteigende Luft erzeugt hier fast täglich (in den Nachmittagsstunden) starke Wolkenbildung und heftigen Gewitterguß; b) Zenithalregen (bis zu 28° N. und S.); sie fallen in den übrigen Teilen der heißen Zone um die Zeit des Zenithstandes der Sonne, und zwar in der Nähe der Wendekreise einmal, in den anderen Gebieten zweimal. Diese Zenithalregen sind für die heiße Zone so charakteristisch, daß man hier das Jahr in eine nasse und eine trockene Jahreszeit einteilt.

2. Subtropische Regen (von 28° N. und S. bis zu 40° N. und S.). Diese Niederschläge fallen im Winter (so im Mittelmeergebiet). — Die Regenlosigkeit dieser Gebiete im Sommer erklärt sich dadurch, daß der Passatgürtel während des sommerlichen Sonnenstandes seiner Halbkugel seine Polargrenze am weitesten über den Wendekreis hinausrückt. Da nämlich der Passat hierbei in niedere Breiten zieht, sich also nicht abkühlt, so spendet er auch keinen Regen; daher die Regenarmut im Ansaume der Tropenzone. In der winterlichen Jahreshälfte hingegen bringt dem subtropischen Gürtel der über ihn sich verbreitende Äquatorialstrom reichlichen Regen.

3. Gleichmäßige Niederschläge, d. h. solche, die zu allen Jahreszeiten eintreten; sie haben ihr Verbreitungsgebiet besonders in den mittleren und höheren Breiten. Doch kann man auch hier eine Jahreszeit als die vorwiegend regnerische bezeichnen; so empfangen z. B. die Westküsten der Kontinente vorwiegend Herbstregen, die Binnenländer meist Sommerregen.

4. Die Monsungebiete haben periodischen Regenfal im Sommer infolge der Seewinde Regen, im Winter der Landwin halber Dürre.

Aus dem Zusammenspiel der eben besprochenen atmosphärischen E scheinungen ergiebt sich das Klima eines Ortes.

Anmerkung. Die Frage, ob das Klima der Erde in historischer Zeit f geändert hat, ist noch nicht spruchreif.

Anhang.

1. Wetterkarten. Die von den meteorologischen Centralstationen pub zierten Wetterkarten werden in der Weise erstellt, daß die an diesen Station

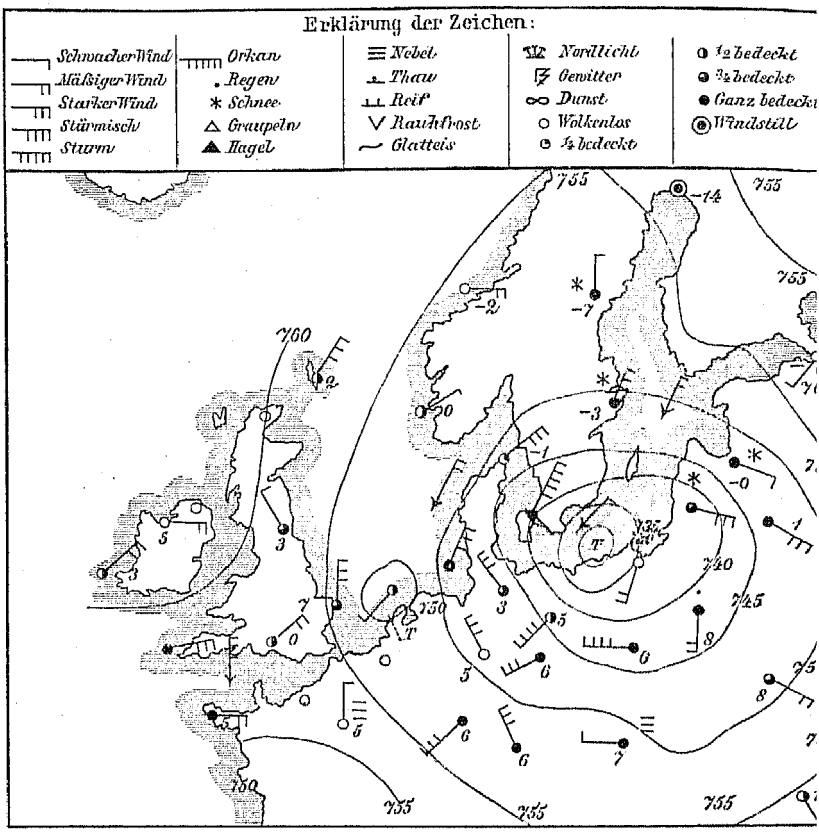


Fig. 75. Wetterkärtchen.

täglich einlaufenden Wetterberichte, die sich auf Luftdruck, Temperatur, Windr tung und -stärke, Bewölkung und Niederschlag beziehen, in eine geographische Ka in folgender Weise eingetragen werden: Der Barometerstand (auf das Mee

niveau reduziert) wird auf der Karte neben der durch einen kleinen Kreis bezeichneten Station eingetragen. Nach diesen Zahlen werden sodann die Isobaren gezogen, durch die man die klarste Übersicht über die Verteilung des Luftdruckes erhält. — Die Richtung des Windes wird durch Pfeile bezeichnet, die mit dem Winde laufen. Windstille wird durch einen Ring um den Ort der Station angedeutet. — Die Stärke des Windes giebt die Anzahl der Federn in der Fahne des Windpfeiles an. — Die Bewölkung wird gewöhnlich durch die Ausfüllung der Ringe veranschaulicht; ein unausgefüllter Ring bedeutet einen heitern, ein ganz ausgefüllter einen völlig bedeckten Himmel. — Auch die Hydrometeore, als Regen, Schnee ꝛc., werden durch entsprechende Zeichen versinnlicht. — Die Temperaturen werden meist den Stationen in Graden beigeschrieben. — Ein Bild einer Wetterkarte giebt uns Fig. 75.

Anmerkung. Die von der Hamburger Seewarte ausgegebenen Wetterprophezeiungen werden auf ihre Treffsicherheit einer Prüfung unterworfen; dabei hat sich ergeben, daß von 100 ausgegebenen Prognosen circa 80—85 genau eintrafen, 5—10 nur teilweise und der Rest ganz fehlerhaft war. Die Prüfung der Hamburger Prognosen durch Dr. Klein ergab freilich wesentlich ungünstigere Resultate.

Zwei Ursachen sind es, welche zur Zeit die Wettervoraussage noch sehr erschweren: 1. es fehlen noch vollständig die Anhaltspunkte über die Geschwindigkeit in der Fortbewegung der Depressionen; 2. man hat es nicht immer mit ausgesprochenen Typen einer Cyklone oder Anticyklone zu thun.

Im allgemeinen gelten folgende Gesetze: Da im Maximum die Luft senkrecht nach unten fällt, so gelangt sie unter höheren Druck, wird wärmer und infolgedavon relativ wasserdampfärmer; das Wetter in der Anticyklone ist darum meist trocken und heiter. Im Minimum dagegen steigt die Luft in die Höhe und wird durch Abkühlung feucht und regnerisch. Cyklonalen Gebieten ist daher meist trübes Wetter mit Niederschlägen eigen.

2. Erdmagnetismus und Polarlicht. Ersterer wird in Erscheinungen sichtbar, die man an der Magnetnadel wahrnimmt. Diese Erscheinungen sind dreierlei: a) Die Magnetnadel zeigt nach den mit den Erdpolen nicht zusammenfallenden magnetischen Polen. Der eine von diesen ist an der Westküste von Boothia Felix, der andere bei den Vulkanen Erebus und Terror im Südpolarlande. Man nennt die (östliche und westliche) Abweichung von der wahren Nordrichtung die Deklination; Linien, welche die Orte gleicher Deklination verbinden, heißen Isogonen (v. griech. isos = gleich und gonia = Winkel). b) Hängt man eine Magnetnadel frei beweglich in ihrem Schwerpunkte auf, so steht sie im allgemeinen nicht mehr horizontal. Der Winkel, welchen die Magnetnadel mit der Horizontalen bildet, heißt Inklination (v. lat. inclinare = sich neigen), und die Linien, welche die Punkte gleicher Inklination verbinden, nennt man Isoklinen (v. griech. isos = gleich und klinein = sich neigen). Am magnetischen Äquator, einer Linie, die in der Nähe des mathematischen Äquators um die Erde verläuft, ist die Inklination = 0; an den magnetischen Polen beträgt sie 90°. c) Läßt man eine und dieselbe Magnetnadel an verschiedenen Stellen der Erde schwingen, so erfolgen die Schwingungen mit ungleicher Zeitdauer. Der Magnetismus der Erde wirkt an verschiedenen Stellen der Erde mit verschie-

dener Kraft auf die Nadel. Man nennt das Maß der magnetischen Kraft die Intensität, und die Linien, welche die Orte mit gleicher magnetischer Intensität verbinden, Isodynamen (v. griech. ísos = gleich und dýnamis = Kraft).

Deklination und Inklination sind fortwährenden Änderungen unterworfen. Zuweilen erleidet aber der Stand der Nadel ganz außerordentliche Störungen. Solche werden z. B. wahrgenommen beim Erscheinen eines Nordlichtes. Letzteres steht also in Zusammenhang mit dem Erdmagnetismus, mit den elektrischen Strömen der Erdrinde. Als Ursache der Nordlichter werden elektrische Strömungen angesehen, die in der Atmosphäre wie in der Erde verlaufen und in der Nähe der Erdpole sich vereinigen oder entladen. — Größere Fleckenbildung auf der Sonne bewirkt ebenfalls starke Unruhe der Magnetnadel. Überhaupt ist unter allen Arten von Erscheinungen, die wir auf der Erde wahrnehmen können, keine einzige so empfindlich gegen die Ereignisse in unserem Sonnensystem, wie der Magnetismus der Erde: „Er scheint das Band zu sein," sagt Hann, „das unsere Erde am engsten mit anderen Himmelskörpern verknüpft."

Vierter Abschnitt.

Die Pflanzen- und Tierwelt.

I. Verbreitung des organischen Lebens. Während man früher das organische Leben nur auf die Erdoberfläche beschränkt glaubte, hat die neuere Forschung dargethan, daß für das organische Leben keine Grenze besteht.

1. Die Polarfahrer haben in den höchsten erreichten Breiten noch ein reiches Leben gefunden, und ebenso leben im Gletschereise der Hochgebirge Insekten und Infusorien, so das karminrote Schnee-Urkorn und der schwärzliche Gletscherfloh. Für die Bakterien vollends kennt man keinen Kältegrad, der so stark ist, sie zu töten. Die Kälte ist demnach nicht absolut lebensfeindlich.

2. Nicht minder widersteht das Leben der Hitze. In heißen Quellen von 50° C. wachsen noch Konferven und Oscillatorien, und die Bakterien sterben erst bei einer Temperatur von 110—120° C.

3. Auch in völlig lichtlosen Räumen fehlt es nicht an Leben; die tiefsten Schachte und die dunkelsten Höhlen bergen in ihrem Schoße noch zahlreiche Organismen.

4. Ebenso ist vom Wasser bekannt, daß in den größten Tiefen desselben trotz des ungeheuren Druckes und der niedrigen Temperatur noch viele organische Wesen munter gedeihen.

5. Endlich macht selbst die Trockenheit in den dürrsten Wüsten die Existenz von Organismen nicht völlig unmöglich.

Trotz dieser unbegrenzten Ausdehnung des organischen Lebens ist nun doch nicht zu verkennen, daß dasselbe von gewissen Faktoren mehr oder minder begünstigt oder gehemmt wird.

II. Bedingungen des pflanzlichen und tierischen Lebens. Die organischen Wesen bedürfen zu ihrem Gedeihen: 1. einer gewissen Beschaffenheit des Bodens; Gräser z. B. haben zu ihrem Wachstum Kieselsäure nötig; sie können darum nur da in Menge vorkommen, wo reichliche Bewässerung die im Boden enthaltene Kieselsäure löslich macht; andere Pflanzen verlangen für ihren Aufbau Kalk, andere Natron u. s. w. — Unter den Tieren sind hauptsächlich die gehäustragenden Weichtiere an kalkreiche Bodenarten gebunden. — Auch die physikalischen Eigenschaften des Bodens sind von wesentlicher Bedeutung für solche Tiere, die sich unterirdische Gänge und Höhlen graben. Der Maulwurf würde seine labyrinthischen Gänge nicht in einem lockern, sandigen Erdreich graben können, das hinter ihm zusammenfallen würde;

2. einer bestimmten Menge von Feuchtigkeit; giebt es doch Pflanzen, die kaum stundenlang der belebenden Feuchtigkeit entbehren können; ebenso gedeihen viele Tiere am besten nur am Ufer von Sümpfen oder Flüssen in einer reich mit Wasserdünsten gesättigten Atmosphäre;

3. einer bestimmten Menge von Licht. Ihr Hauptnahrungsmittel, die Kohlensäure, kann die Pflanze ja nur im Sonnenlichte zerlegen, und bei Tieren giebt sich der Mangel an Licht durch die Verkümmerung der Sehorgane ganz deutlich zu erkennen; auch das Farbenkleid der Tiere ändert sich vielfach, je nach der Stärke des Lichtes;

4. einer gewissen Wärmemenge; bezüglich der Pflanzen gilt hier das Gesetz, daß vom Äquator gegen die Pole die Zahl der Arten, die Größe der Individuen und sogar der einzelnen Organe abnimmt; in gleicher Weise zeigt sich die Abhängigkeit der Pflanzenwelt von der Wärme durch ihre Abnahme nach der Höhe zu. Im ganzen bestehen für die Tierwelt dieselben Gesetze; nur sind für sie die Grenzen nicht so streng gezogen, wie für die Pflanzen, die ihren Standort nicht zu ändern vermögen. Affen, Papageien und Kolibris gehen nur selten über die Tropenzone hinaus; ebensowenig fühlt sich der Bär oder das Renntier in großer Hitze behaglich. Man unterscheidet darum in der Verbreitung der Tier- und Pflanzenwelt Horizontal- und Vertikalzonen; letztere heißen auch Regionen.

5. Für die tierischen Organismen ist weiter noch die Luft von hoher Bedeutung — denn sie unterhält ja den Atmungsprozeß — und das Vorhandensein von entsprechender Nahrung.

III. Verbreitungsgebiete der Pflanzen und Tiere. In dieser Beziehung besteht eine außerordentliche Verschiedenheit. Es giebt

Pflanzen, die über die ganze Erde verbreitet gefunden werden, so Brennnessel, Gänseblümchen, Nachtschatten, Hirtentäschchen u. s. w. Andere Pflanzen sind wieder auf ein sehr enges Gebiet beschränkt. So wächst die kalifornische Riesenceder nur in wenigen Hainen; von den 8000 Arten des Kaplandes sind $^3/_4$ demselben eigentümlich. — Ähnlich steht es mit den Tieren. Die Hausmaus, die Stubenfliege, die braune Ratte sind auf der ganzen Erde zu finden. Dagegen sind von Australiens Säugetieren $^3/_4$ sonst nirgends zu treffen.

IV. Ursachen der Ausbreitung der Organismen. Alle organischen Wesen haben schon von Natur aus das Bestreben, sich immer mehr zu vervielfachen und auszubreiten. So schätzte Fries die Sporen eines Pilzes auf 10 Millionen; Ehrenberg glaubte, daß das Rädertier in zehn Tagen eine Million hervorbringen könne. Nun hat außerdem die Natur noch durch die mannigfaltigsten Mittel und oft durch die wunderbarsten Vorkehrungen für die Erhaltung und Verbreitung der Organismen Sorge getragen. Die wichtigsten Mittel hierfür sind folgende:

1. Die willkürliche Bewegung der Organismen; so fliegen die Schwalben vom Polarkreise bis Ägypten; Störe und Alsen steigen zur Laichzeit aus dem Meere in die Flüsse und Bäche hinauf. Bei Pflanzen kann freilich von solcher Bewegung keine Rede sein; aber nicht unerwähnt soll bleiben, daß einige Pflanzen durch Entwicklung elastischer Organe ihre Sporen selbst fortschleudern, und daß die Sporen der Algen wie Tiere im Wasser umherschwärmen und sich gleichsam selbst eine Keimstelle suchen.

2. Die Winde; in großem Maßstabe werden die Sporen der Flechten und Moose durch die Luft geführt. — In den Tropen hebt der aufsteigende Luftstrom nicht selten Schmetterlinge und kleinere Insekten in den Bereich des ewigen Schnees.

3. Die Flüsse und Meere; die Flüsse führen die Pflanzen des Gebirges in die Ebene herab, und das Meer verschlägt Samen und ganze Baumstämme an die entferntesten Küsten. Früchte und Hölzer aus Mexiko stranden an den westeuropäischen Ländern, Fichtenstämme von den westindischen Inseln an den Azoren. — Ebenso sieht man auf schwimmenden Eisschollen die Bären und Wölfe des Nordens von Grönland nach Island oder gar bis nach Europa kommen; ganz allgemein verbreiten sich durch Strömungen und Wellenbewegungen die winzigen Eier und Jungen der Wassertiere.

4. Die Tiere; so tragen Vögel in ihren Eingeweiden Samenkörner fort, die unverdaut ihre Keimkraft nicht verloren haben. Auf Ceylon überläßt man den Elstern die Verbreitung des Zimtbaumes, auf Banda den Tauben die der Muskatnuß. — An die Federn der Wasservögel hängen sich Eier

der Schnecken, Krebse und Fische, die von Teich zu Teich getragen werden; das große Heer der Schmarotzer wandert mit seinen Wohntieren.

5. Der Mensch. a) Seit Handel und Völkerverkehr in nie gekannter Ausdehnung die Weltteile verbinden, findet zwischen den entlegensten Ländern der großartigste, absichtliche Austausch der Erzeugnisse statt. So haben wir aus dem neuen Weltteil Amerika Kartoffeln, Mais und Tabak für Korn und Weizen eingetauscht; der Kaffeestrauch und das Zuckerrohr, Farbhölzer und Gewürze aus dem fernen Osten haben in dem fernen Westen ein neues Vaterland gefunden; die Baumwollenstaude aus Ostindien giebt jetzt in Westindien und Brasilien, in Ägypten und Algier reiche Ernten. Auch die bekanntesten Sträucher und Bäume unserer Gärten, wie die Zierpflanzen unserer Zimmer, sind Fremdlinge aus den fernsten Himmelsstrichen. — Die ersten Seidenraupen brachten zwei Mönche im 6. Jahrhundert nach Europa, das Kamel wurde erst von den Arabern nach Nordafrika eingeführt. Viele unserer Haustiere stammen aus Asien, und noch jetzt werden zur Zucht Pferde aus Arabien und Hühner aus China nach Europa gebracht.

b) Während die bisher erwähnten Tiere und Pflanzen durch absichtliche Thätigkeit des Menschen ihre Verbreitung gefunden, wurden andere durch die menschliche Thätigkeit ganz zufällig verschleppt, mit Handelswaren, durch Schiffe, Heereszüge ꝛc. Den Wegerich nennen die Indianer Amerikas die Fußstapfe des Weißen; das Flohkraut unserer Felder kam in einem ausgestopften Vogel aus Amerika, das Guineagras mit den Negersklaven nach Brasilien. — So ist auch der Sperling mit dem Ackerbau nach Sibirien und Afrika gekommen, die Ratte durch die Schiffahrt nach Amerika und Australien gelangt. Auch die Phylloxera [ê] (v. griech. phýllon = das Blatt und xeraíno = ich trockne aus) und der Koloradokäfer seien hier erwähnt.

6. Endlich spielen bei der Verbreitung von Organismen eine hervorragende Rolle die im Laufe der Zeit eingetretenen klimatischen und geologischen Veränderungen, in letzterer Beziehung besonders die Verschiebungen, denen Land- und Wassermassen in früheren Weltaltern unterworfen waren. Den Schlüssel für das Verständnis der Thatsache z. B., daß unsere Hochgebirgs-Flora und -Fauna mit der polaren Flora und Fauna übereinstimmt, während die dazwischenliegenden Tieflande keine Spur von diesen Pflanzen und Tieren aufweisen, giebt uns die Eiszeit. Bei den damaligen Temperaturverhältnissen war nämlich die Verbreitung der polaren Fauna und Flora auch in den tieferen Regionen des Festlandes möglich. Als dann die Eiszeit einem mildern Klima wich, mußten vor der zunehmenden Wärme die Pflanzen und Tiere sich

zurückziehen, sei es gegen Norden oder die Gipfel des Hochgebirges, um hier die Bedingungen ihrer Existenz zu finden. Die Übereinstimmung der Tierwelt Englands und Irlands mit der des Kontinentes beweist uns, daß beide Inseln in vorhistorischen Zeiten Teile Europas waren. So erklärt sich auch die vielfache Ähnlichkeit der amerikanischen Flora und Fauna mit der europäischen aus der früher zwischen beiden Kontinenten bestehenden Landbrücke, welche die Einwanderungen von der Alten in die Neue Welt vermittelte u. s. w.

V. Hindernisse der Verbreitung der Organismen. Die Verbreitung der Organismen ist selbstverständlich da unmöglich, wo die oben bereits angeführten, für deren Existenz unbedingt notwendigen Voraussetzungen fehlen, wie entsprechender Boden, passendes Klima ꝛc. Es giebt aber außerdem noch weitere, die Verbreitung der Organismen hemmende Faktoren; solche sind:

1. Gebirge; es kommen hier natürlich nur solche Erhebungen in Betracht, die Gebiete mit nicht allzu verschiedenen Boden- und klimatischen Verhältnissen trennen; so finden am Uralgebirge der Igel und das Heidekraut ihre Grenze.

2. Meere und Meerengen; es ist kein Beispiel bekannt, daß in historischer Zeit auch nur eine Pflanze über den Kanal oder über die Meerenge von Messina durch Naturkräfte sich verbreitet hätte. Die merkwürdigste aller solcher Meeresgrenzen ist die Straße zwischen den hinterindischen Inseln Bali und Lombok. Östlich und westlich der Straße finden sich vielfach verschiedene Pflanzen- und Tierarten.

3. Wüsten und Steppen; erstere namentlich für solche Tiere, die zu ihrer Existenz der Flüsse bedürfen, letztere für solche, die dem Baumleben streng angepaßt sind.

4. Die Konkurrenz der Organismen untereinander. Da dieselben alle das Bestreben haben, sich auszubreiten, so ist ein Kampf ums Dasein nicht zu vermeiden. In diesem Kampfe aber trägt stets nur diejenige Art den Sieg davon, deren Natur die bestehenden Verhältnisse am besten entsprechen, so daß sie sich kräftiger als die anderen entwickeln kann.

5. Der Mensch; gar manche Tiere wurden von ihm schon ausgerottet, anderen steht der Untergang bevor. Die straußartigen Riesenvögel Neuseelands, der deutsche Wisent und Schelch sind verschwunden; mehr und mehr vermindern sich der Steinbock der Alpen, Auerochs und Elen, Bison und Biber ꝛc. Dagegen ist kein sicheres Beispiel einer in geschichtlicher Zeit verschwundenen Pflanze bekannt; aber manche hiervon bedürfen bereits des staatlichen Schutzes, um vor Vernichtung gesichert zu sein: so die Riesenhaine der Mammutsbäume in Nordamerika.

6. Die Verschiebungen der Festlands- und Wassermassen. So erklärt sich der Mangel solcher Tierformen in Großbritannien und Irland, die im übrigen Europa vorhanden sind, leicht aus dem Umstande, daß beide Gebiete von Europa durch das Meer schon geschieden waren, als jene Tierformen in unsern Kontinent einwanderten.

VI. Botanische und zoologische Reiche. Aus einer Betrachtung der Verteilung der Organismen auf der Erdoberfläche ergiebt sich, daß auch große Gebiete sich durch eine gewisse Einheit in der Flora oder Fauna charakterisieren. Mit Rücksicht darauf unterschied man botanische und zoologische Reiche. So unterscheidet Wallace 6 zoologische Reiche und Engler 4 Florenreiche.

VII. Vegetationsformen. Die wichtigsten derselben sind:

1. Wüsten mit fehlender oder ganz spärlicher Vegetation.

Anmerkung. a) Die Ursache der Wüsten ist hauptsächlich Regenarmut, die selber wieder ihren Grund hat in der Trockenheit der über die Wüsten streichenden Winde. Daneben ist aber auch, wie in der Sahara, die große Verbreitung eines sehr quarzreichen Sandsteines der Grund der Wüstenbildung. Der Quarz des zerfallenden Gesteins erzeugt nämlich nur gröbern oder feinern Sand, der durchaus unveränderlich ist, die Ackerkrume nicht vermehrt und der Pflanze kein Nahrungsmittel zu liefern vermag. b) Der Sand der Wüsten ist zum Teil früheren Meeresarmen in der Form von Dünen entstiegen, zum Teil aber ist er das Produkt der Verwitterung ausgedehnter Sandstein-Plateaus. c) Das Salz der Wüsten ist ein Beweis für die frühere Bedeckung derselben mit Wasser; doch stammt nicht alles Salz der Wüsten aus eingedampften Meeresarmen, sondern auch von früheren Binnenseen, die ebendadurch, daß sie nach und nach verdampften, gleichfalls zu Salzpfannen wurden. d) Auch im Natur- und Völkerleben spielen die Wüsten eine große Rolle. So bilden sie für die Verbreitung der Organismen vielfach eine unübersteigliche Schranke; ebenso sind sie für Verbreitung von Kultur und Sitte ein mächtiges Hindernis; eine Hauptursache der späten Verknüpfung Europas mit China war, abgesehen von der Unzugänglichkeit der Terrassen Centralasiens, die Wüste Gobi. Selbst Gesellschaftszustände werden durch die Wüsten bedingt; so begünstigen sie besonders das Räuberleben, und zwar nicht bloß durch die Versuchung, in die deren Bewohner versetzt werden, wenn ringsum grüne Weide lockt, sondern auch durch die Straflosigkeit, womit ein Raub verübt werden kann; denn nur der Kundige entdeckt unter Sand und Dünen den richtigen Pfad. In der Sahara z. B. hausen die Tuareg, in Arabien die Beduinen, im turanischen Sandmeer die Turkmenen.

2. Tundren, vorwiegend mit Moosen, Flechten und Gräsern bedeckt; sie finden sich in der kalten und gemäßigten Zone. Arten: a) Torfwiesen, b) Moostundren, c) Flechtentundren.

3. Wiesen; sie bilden eine zusammenhängende Pflanzendecke aus Kräutern und Gräsern, doch herrschen die letzteren hierbei meist vor. Arten: a) Wiesenfluren, überwiegend aus kurzem Gras bestehend;

Prärien, Pampas, Pußten, Alpenmatten; b) Savannen, mit höheren Gräsern bedeckt: Savannen des Sudan, Llanos.

4. Gebüschformen; sie bestehen aus Gesträuch oder strauchartigen Bäumen. Arten: a) Verzwergte Wälder an den Polar- und Höhengrenzen der Waldregionen; b) Dschungel (Röhricht); c) Heide; ihr ist ein massenhaftes Auftreten niedriger Sträucher eigentümlich.

5. Wälder. Arten: a) Der tropische Wald; er ist durch bunte Mannigfaltigkeit der Baumarten charakterisiert und durch Sträucher und Schlinggewächse häufig undurchdringlich; b) der Wald der gemäßigten Zone; er besteht aus wenigen vorherrschenden Arten und ist nur wenig mit Gesträuch und Schlinggewächsen durchsetzt. Nach den Baumarten ist er Laubwald oder Nadelwald; c) der Wald der kältern Zone, fast nur aus Nadelhölzern bestehend.

6. Kulturland. Durch die Thätigkeit des Menschen sind verschiedene Vegetationsformen geschaffen worden: Saatfelder, Weinberge, Gärten ꝛc.

Bedeutung der Pflanzenwelt. 1. Für das Festland sind die Pflanzen insofern von Bedeutung, als auch durch sie die Bildung der Erdrinde mit beeinflußt worden ist. So haben sie z. B. vorherrschend Kohlenstoff für die Schichten der Erde geliefert. — In vielen Fällen halten sie das Erdreich fest und verhindern die Abschwemmungen desselben, namentlich von steilen Bergabhängen.

2. Auch für das Klima haben die Pflanzen Wichtigkeit (vgl. S. 110 Nr. 9).

3. Sie machen die Erde für animalische Wesen erst bewohnbar; denn sie erzeugen einen großen Teil des Sauerstoffs, den diese einatmen, und bilden mittelbar oder unmittelbar ihre Nahrung.

4. Eine ganz besonders große Rolle spielen sie aber im Leben der Menschen. a) Die verschiedene Entwicklung der Pflanzenwelt an den verschiedenen Stellen der Erde hat die menschliche Gesellschaft aufs mannigfachste gefördert und gehemmt. — Das reiche Vorkommen und üppige Wachstum der Cerealien rief die Kulturstaaten in Mesopotamien hervor; der Reis ist die Ursache der chinesischen Kultur u. s. w. — Der gänzliche Mangel an nutzbaren Gewächsen hielt die Rothäute Nordamerikas, sowie die Urbevölkerung Australiens auf der Stufe des Jagd- und Sammellebens zurück. — Zu große Freigebigkeit der Natur, wie in den Ländern der heißen Zone, hat vielfach Trägheit zur Folge.

b) Die Erzeugnisse der Pflanzenwelt haben ferner großen Anteil an der Verbreitung der Völker. Die Gewürzpflanzen lockten z. B. die Portugiesen nach Ostindien, und die Engländer haben sich der Reisausfuhr wegen in den Besitz der Häfen von Akyab, Rangun und Mulmein gesetzt.

c) Viele Pflanzen oder deren Produkte haben merkantile oder industrielle Bedeutung erlangt, wie Getreide, Thee, Kaffee, Baumwolle, Lein, Zucker u. s. w.

d) Die Pflanzenwelt ist selbst nicht ohne Einfluß auf Dichtung, Kunst und Religion der Völker. Die klassische Formenstrenge der antiken Poesie ist gleichsam nur ein Reflex der fast geometrisch regelmäßigen Formen der Cypresse,

der Pinie und Palme; der Einfluß des Akanthus in der griechischen, der Palme und des Lotos in der ägyptischen Baukunst ist längst anerkannt, weniger klar ist der so oft behauptete Einfluß unserer „Buchenhallen" auf die Gotik. Der kaum übersehbare Formenreichtum des indischen Waldes spricht sich aus in der Maßlosigkeit der religiösen Vorstellungen der Inder. Wälder überhaupt begünstigen den Polytheismus; denn die vielen Stimmen des Waldes erregen in uns nur gar zu gerne das Truggefühl unsichtbarer Belebtheit; dagegen ist die Wüste, eben weil sie dieser zahlreichen Stimmen entbehrt und überdies bei der Trockenheit und Klarheit der Luft die Sinne nicht jenen reizenden Wahnbildern des Waldlandes aussetzt, zur Weckung des Monotheismus sehr hilfreich. Wenn aber auch ein sonniges Land die monotheistischen Regungen begünstigt, so ist doch zugleich jede Religionsschöpfung wieder der Ausdruck der Rassenbegabung und wurzelt schließlich in einer höhern Offenbarung.

Bedeutung der Tierwelt. 1. Durch die Tiere, und zwar besonders die niederen Tiere, erfährt die Oberfläche der Erde großartige Veränderungen. Welch große Werkmeister sind die Korallen! Auch der größte Teil der so mächtigen Kreidelager läßt sich als ein Werk der niedern Tierwelt bezeichnen. 2. Der Pflanzenwelt dienen die Tiere, wie bereits erwähnt, durch die Verbreitung gewisser Pflanzen; auch vermitteln sie zuweilen die Befruchtung der Pflanzen. — Aber auch einen zerstörenden Einfluß üben die Tiere auf die Pflanzenwelt aus. Nicht nur die großen Pflanzenfresser (Rinder, Schafe u. s. w.), sondern vor allem die kleinen Pflanzenfeinde, das ungezählte Heer der Insekten und die pflanzenfressenden Schnecken, sind hier thätig. 3. Von großem Einfluß ist die Tierwelt wie die Pflanzenwelt auch auf das Menschenleben: a) in Bezug auf gesellschaftliche Verhältnisse: so machte der Mangel an Haustieren in Australien die Entwicklung von Hirten- und Nomadenvölkern unmöglich; b) in Bezug auf die Verbreitung der Völker: den Hunnen und den Mongolen haben es vor allem die Pferde ermöglicht, in großartigen Völkerstürmen über die Nachbarländer dahinzubrausen; um der Pelztiere willen ist Sibirien bis an das Stille Meer von den Russen durchzogen worden; die Walfische haben die Seefahrer nach dem hohen Norden gelockt; die Wüsten wurden den Völkern durch das Kamel zugänglich ꝛc. Aber auch gehemmt wird die Verbreitung der Menschen durch Tiere: so wurden die südafrikanischen Boers durch die Tsetsefliege vom Vordringen über den 20. Grad hinaus abgehalten; c) in Bezug auf Handel und Industrie: Wolle, Seide, Pelze, Häute, Fleisch und andere tierische Produkte spielen in beiden Beziehungen eine große Rolle; d) in Bezug auf das Seewesen: der Heringsfang ist die Schule der holländischen Seeleute und damit die Basis von Hollands maritimer Entwicklung geworden; der Stockfischfang wurde für Englands Flottenwesen einflußreich, und für das Aufblühen der nordamerikanischen Marine wurde der Walfischfang maßgebend; e) in Bezug auf Ernährung und Kleidung der Menschen: von hoher Bedeutung sind hier besonders die Haustiere; f) in Bezug auf Religion: einzelne Tiere genießen sogar religiöse Verehrung, am häufigsten Schlangen; noch heute empfangen die Cobra oder Brillenschlangen in Indien von den Brahminen öffentliche Verehrung.

Fünfter Abschnitt.

Die Menschenwelt.

I. Zahl und Dichtigkeit der Menschen. Die Zahl der Menschen auf der Erde wird auf 1483 Millionen geschätzt. Davon treffen

auf Europa	339 000 000	Einwohner,
„ Asien	829 000 000	„
„ Afrika	206 000 000	„
„ Amerika	104 000 000	„
„ Australien und Polynesien .	5 000 000	„

Sehr verschieden ist die Dichtigkeit der Bevölkerung in den verschiedenen Erdteilen. Sie beträgt ungefähr: in Europa 34, in Asien 18, in Afrika 7, in Amerika 2,7 und in Australien und Polynesien 0,5, auf der ganzen Erde gegen 10,8 per qkm. Viel wichtiger aber als die mittlere Volksdichtigkeit eines Landes ist die Frage nach der wirklichen Verteilung der Bevölkerung innerhalb desselben. Denn hier treten stets die lokalen, d. h. von der einzelnen Erdstelle unmittelbar abhängenden Faktoren als die maßgebenden auf.

Diese Faktoren, durch welche die Ansiedlung der Menschen vorzugsweise bedingt ist, sind verschiedene. Im Anschluß an Behm bemerken wir folgendes:

1. Vor allem zieht die Wärmeverteilung, wie der Lauf der Erde um die Sonne und die schiefe Stellung der Erdachse zur Erdbahn sie bedingen, dem Menschen ebenso wie den Pflanzen und Tieren eine bestimmte Grenze, die er auf die Dauer nicht überschreiten kann.

2. Ähnlich wie gegen die Pole hin setzt der Wärmemangel den Menschen eine Grenze in betreff der Erhebung über den Meeresspiegel. Schneefelder und Gletscher üben nur durch ihre landschaftliche Schönheit Anziehungskraft auf den modernen Kulturmenschen aus, der sie vorübergehend besucht, aber nicht zu seiner Wohnstätte macht. Nur auf den Massenerhebungen der südamerikanischen Anden und des tibetanischen Hochlandes erreichen die ständig bewohnten Orte eine ziemlich beträchtliche Höhe.

3. Mindestens von ebenso entscheidendem Einfluß wie die Verteilung der Wärme ist die des Regens. Betrachtet man eine Bevölkerungskarte der ganzen Erde, so erkennt man mit einem Blicke die Bahnen der trockenen Polarwinde. Der ganze breite Streifen von Ost-Sibirien durch Mittel-Asien über Persien, Arabien und die Sahara ist äußerst dünn bevölkert. Hier befinden sich die großen menschenleeren, höchstens von einzelnen

Oasen unterbrochenen Wüsten, die ausgedehnten Steppen, die bei oft vorzüglichem Boden zu kurze Zeit oder zu wenig Feuchtigkeit empfangen, die deshalb nur Hirtenvölker beherbergen und, weil diese ein weites Gebiet zur Ernährung ihrer Herden bedürfen, von verhältnismäßig wenig Menschen bewohnt sind.

4. Eine wichtige Rolle bezüglich der Verdichtung der Bevölkerung spielen ferner die Flüsse durch ihre Befeuchtung des Bodens, das fruchtbare Schwemmland, das sie absetzen, und durch ihre Erleichterung des Verkehrs. Fast in den meisten Flußthälern Europas ist daher an den Ufern eine Erhöhung der Volksdichtigkeit ersichtlich: so am Rhein, am Po, an der Seine u. a.; ähnlich in den übrigen Erdteilen.

5. Auch die geologische Beschaffenheit des Bodens ist nicht zu übersehen. So wird der Ackerbau, wenn Quarz, Kalk und Gips ungemengt größere Strecken bedecken, wesentlich erschwert, und wo diese Gesteine Plateaus bilden, die das Wasser rasch in die Tiefe sinken und ablaufen lassen, entsteht immer ein unfruchtbarer, menschenarmer Fleck Erde.

6. Ebenso allgemein anerkannt ist die Anziehung des Meeres auf den Menschen. Keines der großen Menschencentren der Erde liegt vom Meere abgeschnitten; alle sind vom Meere umgeben, durch Häfen und Flüsse mit ihm in engster Verbindung. Das Rheindelta, die Küsten von Frankreich, England, die Küsten von Indien und China treten auf einer Bevölkerungsdichtigkeitskarte der Erde als Zeugen für die Eigenschaft des Meeres auf, die Menschen an seinen Ufern zu sammeln.

7. Endlich sind für die Verteilung der Bevölkerung nicht ohne Belang die sogenannten Lockmittel des Verkehrs. Die Entdeckung von Gold erfüllte Kalifornien und Australien plötzlich mit einer zahlreichen Bevölkerung, die Portugiesen wurden von den Gewürzinseln des Morgenlandes angezogen, die Russen sind als Eroberer in dem Verbreitungsgebiete der Pelztiere bis nach dem äußersten Osten Sibiriens, ja selbst bis nach Amerika vorgedrungen, und der Kabliau-Fang führte die Franzosen nach Neu-Fundland.

II. Die Menschenrassen. Man hat verschiedene Einteilungen des Menschengeschlechtes versucht, aber jede ist wegen der unmerklichen Übergänge der Klassen ineinander schwierig und ungenau. Die bekannteste ist die von Blumenbach; er unterschied nach der Hautfarbe 5 Rassen: 1. die Kaukasier — weiß, schlichthaarig; 2. die Mongolen — gelb, schlichthaarig, mit geschlitzten Augen und vorstehenden Backenknochen; 3. die Neger — schwärzlich, wollhaarig, mit dicken Lippen und breiter stumpfer Nase; 4. die Rothäute (oder Indianer) — rötlich-braun, schlichthaarig, mit breitem Gesicht und scharfen Zügen; 5. die Malayen — braun, mit straffem, grobem Haar, breiter Nase und großem Mund.

Anmerkung. Die Menschen wurden ferner eingeteilt: a) nach der Schädelbildung und Zähnestellung. In dieser Beziehung nahm Retzius an: geradzähnige Langköpfe (Kaukasier) und schiefzähnige Langköpfe (Neger); ferner: geradzähnige Kurzköpfe (Amerikaner) und schiefzähnige Kurzköpfe (Mongolen). Bei den Langköpfen (Dolichokephalen, v. griech. dolichós = lang, und kephalé = der Kopf) verhält sich der Längsdurchmesser zum Querdurchmesser wie 9 : 7, bei den Kurzköpfen (Brachykephalen, v. griech. brachýs = kurz, und kephalé) wie 8 : 7. Die Schiefzähner (Prognathen, v. der Präp. pro = vor, hervor, und gnáthos = Kinnbacken, Kiefer) haben die Schneidezähne schräg in den Kiefern, die Geradzähner (Orthognathen, v. griech. orthós = gerade, und gnáthos) senkrecht;

b) nach der Behaarung. Mit Rücksicht darauf unterscheidet Häckel Wollhaarige und Schlichthaarige. Die Wollhaarigen zerfallen wieder in Büschelhaarige (Hottentotten) und Vließhaarige (Neger, Kaffern); die Schlichthaarigen in Straffhaarige (Mongolen, Australier u. s. w.) und Lockenhaarige (besonders Kaukasier);

c) nach dem Gesichtswinkel. Man versteht nach Camper darunter den Winkel, den Stirne und Kiefern miteinander bilden; er beginnt mit 70° bei den Negern und steigt bis zu 85° bei den Europäern.

d) Oskar Peschel, der die Menschen im Gegensatze zu anderen Naturforschern nicht nach nur einem Merkmale in Rassen sondert, sondern deren verschiedene berücksichtigt, unterscheidet sieben Gruppen: 1. die Australier; 2. die Papuanen; 3. die mongolenähnlichen Völker, zu denen er nicht nur die Mongolen Asiens, sondern auch die Malayen, Polynesier und Amerikaner rechnet; 4. die Dravidas oder die Bewohner Vorderindiens von nicht arischer Abkunft; 5. die Hottentotten und Buschmänner; 6. die Neger; 7. die mittelländischen Völker, welche den Kaukasiern Blumenbachs entsprechen.

III. Verbreitung der Menschenrassen. Der Zahl nach weit überwiegend sind:

1. die Kaukasier oder Mittelländer; sie haben inne Europa, Vorderasien bis Hinterindien, Nordafrika und einen großen Teil von Nordamerika, die Küsten Australiens und viele Inseln; ihre Zahl beträgt etwa 633 Mill.;

2. die Mongolen mit 589 Mill.; sie bewohnen vorzugsweise den Norden und Osten Asiens;

3. die Neger, besonders in Afrika, mit 178 Mill.; die Gesamtzahl dieser drei Rassen macht somit volle 1400 Mill. Der Rest der Menschen trifft auf 4. die amerikanische Rasse, ausschließlich in Amerika, 11 Mill., 5. auf die malayische Rasse, die über die asiatisch-australische Inselwelt zerstreut ist, 32 Mill., und 6. auf die Dravidas, 40 Mill.

IV. Die Sprachverschiedenheiten. Die Sprachen, deren man auf der Erde gegen 800 zählt, gruppieren sich in 3 Hauptabteilungen, welche zugleich Entwicklungsstufen der Sprachbildung bezeichnen:

1. Die einsilbigen Sprachen, welche ursprünglich nur aus einsilbigen, getrennten, nicht flexibeln Wörtern bestehen, wie die chinesische,

siamesische. Das Chinesische namentlich ist die Sprache, welche aller grammatischen Sinnbegrenzungen entbehrt. Ihr fehlen alle Beugungen, jede Unterscheidung von Haupt- und Zeitwort, jede Wortbildung überhaupt. Die Lautgruppe sin z. B. kann Ehrlichkeit, ehrlich, ehrlich sein, ehrlich handeln, ja sogar trauen bedeuten. Was sie in einem gegebenen Falle bedeutet, entscheidet die Stellung im Satze und der Sinn der ganzen Rede.

2. Die agglutinierenden (d. i. anleimenden, v. lat. agglútino = ich leime an) oder polysynthetischen (v. griech. polýs = viel, und griech. sýnthetos = zusammengesetzt) Sprachen kennen noch keine Trennung von Wort und Satz. Die einzelnen Wörter werden aneinander gehängt und verschmelzen zu einem zusammengesetzten Worte von der Bedeutung eines Satzes. Hierher gehören z. B. die dravidischen Sprachen Vorderindiens, die australischen, malayischen Sprachen und die Mehrzahl der afrikanischen Sprachen; ebenso haben die Ursprachen Amerikas einen entschieden polysynthetischen Charakter.

3. Die Flexionssprachen, in welchen die Beziehung der Wörter durch Flexion (Deklination und Konjugation) bezeichnet wird; sie stellen die höchste Stufe der Sprachbildung dar; hierher gehören insbesondere die semitischen Sprachen, wie Chaldäisch, Syrisch, Hebräisch, Äthiopisch, und die indogermanische Sprachfamilie, welche die indischen, persischen, slavischen, germanischen, griechischen und romanischen Sprachen umfaßt.

V. Einteilung des Menschengeschlechtes nach Religionen. Aus den vielen Religionsformen lassen sich zwei Hauptklassen bilden: 1. das Heidentum oder der Polytheismus (Verehrung von mehreren Göttern); 2. der Monotheismus (Verehrung Eines Gottes).

A. Die verschiedenen Arten des Heidentums sind:

1. Der Fetischismus; er ist die niedrigste Stufe der Gotteserkenntnis. Alles, was die Blicke des Wilden an sich zieht, kann ihm zum Sitze einer Gottheit werden. — Der Fetischismus ist noch vielfach verbreitet: so bei den Negern, den Dayaken auf Borneo, den Ostjaken u. s. w. Die Bezeichnung „Fetischismus" stammt von dem portugiesischen Worte fetisso, d. h. Zauberding.

2. Der Naturdienst, d. i. die dauernde Anbetung von Naturgegenständen und Naturkräften. Verehrt werden:

a) Steine, so seit uralten Zeiten der (Meteor-) Stein in der Kaaba; ebenso wallfahren die Umpkwa-Indianer in Oregon zu einem Felsblocke; hierher gehört auch der Dienst der Höhen (hoher Steinkegel), gegen welchen die Propheten des Alten Testamentes predigten. Selbst noch im 11. Jahrhundert der christlichen Zeitrechnung ergingen Verbote gegen den Steindienst in England.

b) Bäume und Haine. Das Flüstern im stillen, das Rauschen im erregten Walde, das Brechen oder Knarren des Holzes, all das erweckt nur zu gerne

die Täuschung, als stehe man einer belebten Persönlichkeit gegenüber. — Der Baumdienst war früher über die ganze Erde verbreitet und findet sich noch jetzt bei den Ureinwohnern von Indien, in Nordasien und bei den Rothäuten.

c) Tiere; am häufigsten haben die Schlangen Verehrung genossen, nirgends aber mehr als in Indien, wo, wie schon erwähnt, noch heute die Cobra oder Brillenschlange öffentliche Verehrung von den Brahminen empfängt.

d) Quellen und Flüsse; schon den Altpersern war das fließende Wasser heilig; besonders aber von den Hindu ist dasselbe als etwas Göttliches betrachtet worden.

e) Sonne, Mond und Sterne bei den Mongolen Nordasiens, den Chinesen und manchen Stämmen der Rothäute.

3. Der Schamanismus. Er beruht auf dem Irrtum, daß der Mensch mit unsichtbaren Mächten sich in Verkehr setzen und sie zum Gehorsam zwingen könne. Beides geschieht durch die Anwendung von sinnbildlichen Gebräuchen und geheimen Kraftsprüchen, worauf sich vorzugsweise die Zauberer, die sogen. Schamanen, verstehen, die sich vorher durch Fasten, Einsamkeit und den Genuß gemütsaufregender Mittel in wahnsinnige, mit körperlichen Krämpfen verbundene Verzückung versetzen. Fast alle Völker sind diesem Wahne erlegen; noch jetzt treibt er sein Spiel bei vielen Völkern.

Anmerkung. Der Name „Schamanismus" ist aus einer Verderbung von Çramana entstanden, wie in Indien die buddhistischen Einsiedler und Büßer geheißen werden.

4. Der Brahmaismus in Vorderindien; er stellt an die Spitze des Glaubens die sogen. Trimurtti, d. i. die dreigeteilte Einheit der Götter Wischnu, des Welterhalters, Siwa, des Zerstörers, und Brahma, des Anfangs aller Dinge.

5. Der Buddhismus, besonders in Hinterindien und dem malayischen Archipel, sowie in China und Japan. Er läßt zwar die Gottheiten des Brahmaismus bestehen, aber die Hauptsache ist ihm die Moral, deren Hauptgebote vielfach mit der christlichen Pflichtenlehre zusammenfallen. Durch diese moralischen Vorschriften, sowie durch die Lehre von der Gleichheit der Menschen und der Möglichkeit für alle, glücklich zu werden und sich aus den Banden der Sünde zu befreien, hat sich der Buddhismus in hohem Grade kulturfördernd erwiesen. Freilich ist auch der Buddhismus vor Veräußerlichung und Entartung nicht bewahrt geblieben. Die bekannten Gebetstrommeln sind eine Erfindung des Buddhismus. — Ihren Namen trägt diese Religionsform von Buddha, einem Königssohne, der im sechsten Jahrhundert v. Chr. in Indien auftrat. — Brahmaismus und Buddhismus stehen auf der Stufe des Anthropomorphismus, der die Götter zu menschenähnlichen Wesen stempelt.

6. Der Parsismus. Die Hauptsätze dieser Lehre sind: In dem Weltall sind von Anfang an zwei Geister thätig: einer Leben schaffend (Ormuzd), der andere Leben verderbend (Ahriman). Diese beiden verursachen allen Streit in der Welt, der aber mit dem Siege alles Guten endigt. An diesem Streite soll nun der sterbliche Mensch teilnehmen, zwischen Licht und Finsternis wählen, den Sieg des Guten durch das Gewicht seiner Werke herbeiführen und nicht durch böse Thaten die Siegesaussicht Ahrimans vergrößern. Die Seele des Reinen wird einst ewiges Leben genießen, die des Gottlosen hat ewige Strafe zu erwarten.

Der Parsismus repräsentiert uns die Stufe des Dualismus, der den Gegensatz von Gut und Böse in die Götter selbst verlegt. — Der Stifter des Parsismus ist Zarathustra (Zoroaster); nur ist dabei zu bemerken, daß nach dessen ursprünglicher Lehre es noch keine Zweiteilung in Ormuzd und Ahriman gab; nach ihm vereinigte das höchste Wesen in sich einen weißen oder heiligen und einen dunklen oder finstern Geist; im Laufe der Zeit aber verdunkelte sich diese Lehre.

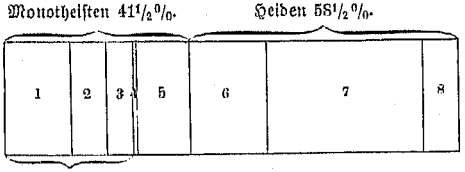
B. Die monotheistischen Religionsformen sind: 1. der israelitische Monotheismus; 2. das Christentum; 3. der Islam.

1. Das Judentum war dazu bestimmt, den religiösen Glauben der Urväter der Menschheit von neuem zu beleben und zu erhalten. Darum wies auch die Vorsehung dem jüdischen Volke jene merkwürdige Erdstelle zur Wohnung an, die, rings von Meer und Wüste umgeben, eine Isolierung des Volkes ermöglichte, also den Verkehr mit heidnischen Völkern erschwerte, und die mit ihrer verhältnismäßig armen Natur auch geringere Gefahr für die Erhaltung des Glaubens mit sich brachte.

2. Das Christentum ist die höchste aller Religionsformen. Nicht auf dem Wege stufenweiser Entwicklung, sondern nachdem der Boden im Judentum ihm zubereitet war, ist es durch die Offenbarung Gottes in Christus der Menschheit gegeben. Es macht den Menschen frei vom Banne der Natur und der Nationalität; darum ist es die Weltreligion.

3. Der Islam ist ein Versuch, das Juden- und Christentum mit dem uralten Glauben der semitischen Völker zu verbinden. — Die fünf Grundpfeiler des von Mohammed (gest. 632 n. Chr.) gestifteten Islams sind: Glaube an einen einzigen unsichtbaren Gott und an dessen Gesandten Mohammed, ferner Gebet, Fasten, Almosengeben und eine Pilgerfahrt nach den heiligen Stätten. Lohn für die treue Erfüllung dieser Pflichten ist das Paradies, dessen höchste irdische Freuden bis in alle Ewigkeit dem Gläubigen in Aussicht gestellt sind.

Fig. 76. **Religionsverhältnisse** (nach Steinhauser).



1. Katholiken 14%; 2. Evangelische 8¼%; 3. Griechen (nicht uniert) 6½%; 4. Juden ⅓%; 5. Mohammedaner 12⅔%; 6. Brahminen 17%; 7. Buddhisten 36%; 8. Fetischanbeter ꝛc. 5½%.

Die Zahl der Heiden beträgt etwa 856 Mill.; die Zahl der Christen beläuft sich auf ungefähr 448 Millionen; hiervon sind etwa

katholisch 201 Millionen, griechisch (nicht uniert) 88 Millionen und protestantisch 151 Millionen. Mohammedaner giebt es an 173 Millionen und Juden etwa 7 Millionen (Fig. 76).

VI. Die verschiedenen Kulturzustände der Menschheit.

In dieser Beziehung unterscheidet man die Völker der Erde in Natur- und Kulturvölker.

Die Naturvölker zerfallen wieder in solche ohne und solche mit Eigentum.

1. Die Naturvölker ohne Eigentum sind:

a) Sammelvölker, die von dem leben, was sie gerade auffammeln;

b) Fischervölker, die, von Fischen lebend, an den Ufern der Flüsse oder an den Küsten des Meeres wohnen;

c) Jägervölker, die meist einen Jagdgrund nach dem andern ausbeuten.

2. Die Naturvölker mit Eigentum sind:

a) wandernde Völker (Nomaden); sie leben von dem Ertrage ihrer Herden;

b) ackerbautreibende Völker; unter ihnen allein treffen wir Kulturvölker. Freilich sind nicht alle Ackerbauer auch Kulturvölker; nur wenn sich bei dieser notwendigen Grundlage höherer Gesittung auch die Entwicklung der geistigen Kräfte zeigt, reden wir von Kulturvölkern. Diese gründen geordnete Staatswesen, es entstehen Gewerbe, Handel, und die Krone der Kultur bildet die Pflege der Künste und Wissenschaften.

Anhang. Verkehrsmittel und Welthandel. An dieser Stelle mag wohl am geeignetsten der mächtigen Entwicklung gedacht werden, die Verkehrsmittel und Welthandel in den letzten Decennien genommen haben.

A. Verkehrsmittel. 1. Die Eisenbahnen. Das Eisenbahnnetz der Erde hat in den letzten Decennien eine außerordentliche Ausdehnung erfahren. Noch 1830 betrug die Länge der Linien nur 332 km, und 1885—1886 geben die Aufzeichnungen eine solche von über 518 600 km an. Auf allen Kontinenten und Inselgruppen, in allen Ländern, die von der europäischen Kultur berührt wurden, haben auch die Schienenstraßen ihren Platz gefunden.

Die Länge der Eisenbahnen betrug 1885—1886:

	km		km
in Amerika . . .	270 000	in Australien . .	14 310
„ Europa . . .	202 210	„ Afrika	7 740
„ Asien	24 340		

Die Anlagekosten der Eisenbahnen der Erde belaufen sich rund auf 104 Milliarden Mark. Auf den Eisenbahnen Europas standen 1884 nicht weniger als 56 551 Lokomotiven, 116 516 Personenwagen und 1 360 677 Lastwagen, auf den Eisenbahnen der ganzen Erde aber 94 918 Lokomotiven, 141 674 Personenwagen und

2 436 511 Lastwagen in Verwendung. Damit wurden auf der ganzen Erde 2030 Mill. Personen und 1262 Mill. metr. Tonnen Frachten befördert, so daß im Durchschnitt täglich mehr als 7 Mill. Personen auf allen Schienenstraßen der Erde verkehren und ungefähr 3,3 Mill. Tonnen Güter an ihren Bestimmungsort gebracht werden.

2. Handelsschiffahrt. Die Handelsmarine hat auch heute noch immer den hervorragendsten Anteil an der Verfrachtung der Massengüter in weite Zonen. Dabei ist zu bemerken, daß die Verkehrsleistung der Handelsflotten nicht so sehr durch die Zunahme der Anzahl von Fahrzeugen, als vielmehr durch die Steigerung ihrer Tragfähigkeit und den Übergang von der Segel- zur Dampfschiffahrt gehoben wurde.

Stand der Handelsmarine 1885—1886.

	Schiffe.	Tausend Tonnen.	Davon Dampfer.	Tausend Tonnen.
Europa	68 860	15 666	10 884	6 547
Amerika	29 320	4 200	3 861	875
Asien	19 460	608	722	174
Afrika	560	56	88	30
Australien	2 890	398	918	154
Zusammen	121 090	20 928	16 473	7 780

3. Telegraphen. Keine der staatsgesellschaftlichen Institutionen ist binnen gleich wenigen Jahren auf eine so hohe Stufe der Ausbildung und allgemeinen Nützlichkeit gebracht worden wie das Telegraphenwesen.

Ganz besondere Beachtung verdient die enorme Ausdehnung der unterseeischen Drahtleitungen oder Kabel. Es sind gegenwärtig etwa 950 submarine Kabel im Betriebe, die eine Länge von rund 200 000 km umfassen. Bereits ist der äußerste Osten Japans mit dem äußersten Westen Europas direkt verbunden; von Neu-Seeland führt teils unterseeisch, teils zu Lande der Telegraph über Australien, Java und Britisch-Indien nach Europa, und nach dem Westen hin besorgen nicht weniger wie zwölf Kabel die telegraphische Korrespondenz. Wird auch noch die submarine Verbindung zwischen dem Westen von Amerika und Japan erstellt, so ist der Gürtel um die Erde geschlossen.

Das Telegraphennetz der einzelnen Erdteile ist nach den neuesten Ermittlungen (1885—1886) folgendes:

	Länge in km der Linien	Länge in km der Drähte
Europa	604 200	1 855 400
Amerika	414 700	1 249 960
Asien	72 380	181 420
Australien	59 910	115 830
Afrika	32 140	54 830
Internationale Kabel .	190 210	198 550

Das Telegraphennetz der ganzen Erde umfaßte somit 1885—1886 1 373 540 km Linien mit 3 655 990 km Drähten.

Der Gebrauch, welcher davon in den Telegraphenämtern der Welt gemacht wird, drückt sich in der Zahl von jährlich (rund) 260 Mill. Depeschen aus, welche von Ort zu Ort, von Land zu Land, von Erdteil zu Erdteil stetig gewechselt werden und die Telegraphie zu einem echten Weltverkehrsmittel gestaltet haben.

4. Weltpostverkehr. Die Weltpost bringt zu den äußersten Pionieren der Gesittung; denn Postdampfer-Linien umgeben die ganze Erde von Neu-Seeland bis Hammerfest. Im Jahre 1884 gestaltete sich der Weltbriefverkehr, wie nachstehende Tabelle ihn darstellt.

Erdteile.	Einwohner Mill.	Postanstalten-Zahl.	Briefkasten-Zahl.	Postpersonal.	Anzahl der aufgelieferten					Auf einen Menschen entfallen	
					Briefe, gewöhnliche und eingeschriebene	Postkarten	Zeitungen, Drucksachen, Geschäftspapiere	Warenproben	Zusammen Stück	insgesamt Stück	Briefe u. Postkart. Stück
					in Millionen.						
Europa . . .	339	68 000	233 500	334 800	3 894,1	597,5	2 681,9	75,8	7 249,3	22,10	13,69
Asien	829	22 400	43 400	61 000	246,0	80,0	62,9	0,7	389,6	0,49	0,41
Afrika . . .	206	500	1 100	2 000	18,7	0,3	11,0	0,7	30,7	0,15	0,09
Amerika . .	104	59 100	30 800	85 900	1 596,8	398,0	1 798,2	26,0	3 819,0	38,19	19,95
Australien .	5	4 000	4 200	5 300	93,4	1,2	56,0	0,8	151,4	37,85	23,65
Erde: rund	1 483	154 000	313 000	489 000	5 849,0	1 077,0	4 610,0	104,0	11 640,0	8,31	4,95

Die Gesamtzahl der im Jahre 1884 auf der ganzen Erde beförderten Postsendungen betrug 12 041 Millionen, der Wertbetrag der beförderten Geldsendungen belief sich auf 48 717 Millionen Mark.

B. Der Welthandel. Den gesamten Ausdruck der Weltwirtschaft finden wir in den riesigen Totalwerten, welche der Gütertausch unter allen Völkern des Erdballes repräsentiert. Seit einer kurzen Spanne Zeit entwickeln sich die Beziehungen der Menschheit in erstaunlichster Weise. 1860 betrugen die in der Ein- und Ausfuhr umgesetzten Gütermengen ungefähr 30 Milliarden Mark, 1868 44 Milliarden, und heute belaufen sie sich auf ungefähr 67 Milliarden Mark. Der gesamte Außenhandel der einzelnen Erdteile stellt sich folgendermaßen:

Afrika	1 570	Mill. Mark.
Australien	2 369	„ „
Asien	5 497	„ „
Amerika	11 719	„ „
Europa	45 970	„ „

VII. Die Überlegenheit des Menschengeistes. In den vorhergehenden Abschnitten wurde vielfach die Einwirkung der geographischen Verhältnisse auf den Menschen zur Sprache gebracht. In demselben Maße jedoch, als die Menschen an Einsicht und Freiheit gewannen, lernten sie auch eine Rückwirkung auf die Außenwelt üben, unter deren Einflüssen sie bisher gelitten hatten. Diese Rückwirkung ist dazu so bedeutend, daß sie in alle geographischen Verhältnisse ändernd und umgestaltend einwirkt. Oberländer, dem wir hierin folgen, hat die bezüglichen Punkte also gruppiert:

1. Schon die geographische Lage gewisser Lokalitäten ist im Laufe der Zeiten für und durch die Menschen eine andere geworden. Mehr als ein Erdraum hat seine insulare Lage verloren dadurch, daß der Mensch durch kühne Brückenbauten ihn mit dem Festlande zu verbinden wußte (Insel Anglesea an der Westküste von England, Lindau und Mainau im Bodensee, Venedig im Adriatischen Meere). Umgekehrt sucht er auch peninsulare Länder in Inseln zu verwandeln, um den Seefahrern Umwege zu ersparen, wie dies z. B. mit Afrika durch den Kanal von Suez geschehen ist. — Infolge der gegenwärtigen Ausbildung der Dampfschiffahrt und des Eisenbahnwesens existieren heutzutage auch keine abgelegenen Erdräume mehr.

2. Die horizontale Gliederung der Erdräume versteht der Mensch insofern zu ändern, als er dem Meere trockenen Boden abgewinnt und dadurch die Arealverhältnisse des Landes vergrößert. Ein treffliches Beispiel ist die Nordseeküste.

3. Sogar der geologische Bau des Bodens kann der umgestaltenden Hand des Menschen nicht entgehen. Erze, Steine und Kohlen werden durch den Bergmann der Erdkruste geraubt, und gewaltsam vermag außerdem der Mensch in die natürliche Verteilung oder Beschaffenheit der verschiedenen Gesteinsarten einzugreifen, aus denen die Erdrinde zusammengesetzt ist.

4. Die Oberflächengestalt und die Oberflächenbeschaffenheit erleiden durch die Hand des Menschen mannigfache Veränderungen. So macht die Anlage von Verkehrsstraßen im Hochgebirgsland die Abtragung von Gebirgsteilen und Ausfüllung von Schluchten notwendig. Bei Eisenbahnbauten werden gar oft die Gebirgsketten durchbrochen (Mont-Cenis- und Gotthard-Tunnel). Noch großartiger ist die umgestaltende Thätigkeit des Menschen in der Ebene. Landseen legt er trocken (Harlemer Meer); Sümpfe verwandelt er in Fruchtfelder (Oderbruch); in der Wüste schafft er Oasen, Wiesen; Heideland und Wald wandelt er in Kornfelder und Gärten um.

5. Auch die Gewässer erfahren die Herrschaft des Menschen. Er schreibt den Flüssen ihren Lauf vor, beseitigt Stromschnellen und Strudel, baut künstliche Strombetten, Kanäle genannt, und heißt in ihnen die Schiffe auch bergauf fahren. — Durch unsere fortgeschrittenen Verkehrsmittel ist ebenso die trennende Kraft den Gewässern längst benommen.

6. Der Mensch besitzt weiter Macht über das Klima. Er ändert das Klima und die Regenmenge durch Anpflanzung und Ausrodung von Wäldern. Er schafft in seinen Wohnungen sich künstliche Wärme und durch sinnreiche Vorrichtungen mehr Kühle, als der Himmelsstrich gewährt. So bereitet er sich die Möglichkeit, in allen Zonen zu leben.

7. Groß ist der Einfluß des Menschen auf die Pflanzenwelt. Er zieht in seinen Treibhäusern die Pflanzen und Früchte der Tropen, er erweitert den Verbreitungsbezirk der Gewächse nach seinen Absichten, sorgt aber auch unabsichtlich für die Verbreitung einer Menge von Pflanzen, wozu namentlich das Heer der Unkräuter gehört. Ebenso zwingt er die Pflanzen, bestimmte Eigenschaften nach seinem Willen zu entwickeln (die veredelten Obstarten).

8. In ähnlicher Weise hat der Mensch auch auf die Tierwelt gewirkt. In gewissen Gegenden hat die menschliche Kultur schädliche Tiere verdrängt (Auerochs, Lämmergeier) oder geradezu ausgerottet (Löwe in Europa, Wolf in England). Nützliche weiß der Mensch zu seinem Vorteile zu vermehren (Haustiere) und über ganz neue Gebiete zu verbreiten. Etliche formt er um zu seinem Nutzen; der einen Pferdeart vergrößert er die Schnelligkeit, einer andern die Kraft; von etlichen Schafen erzwingt er Feinheit, von anderen Menge der Wolle u. s. w.

Erster Anhang.

Aufgaben für den Unterricht in der astronomischen Geographie.

Vorbemerkung. Solche finden sich in folgenden Arbeiten:

1. Krumme, Aufgaben zur Einführung in die astronomische Geographie. (Pädagogisches Archiv, Stettin, Herrcke u. Lebeling, 1880.)
2. Krumme, Über den Unterricht in der astronomischen Geographie in den unteren und mittleren Klassen höherer Schulen. (Pädagog. Archiv, 1882.) [Diese Arbeit sei überhaupt jedem Lehrer der Geographie aufs wärmste zum Studium empfohlen! Nur ein nach den Anweisungen Krummes erteilter Unterricht wird auf sichere Erfolge im Gebiete der astronomischen Geographie rechnen dürfen!]
3. Reidt, Über Beobachtungen und Aufgaben zum Unterrichte in der astronomischen Geographie. (Pädagog. Archiv, 1876.)
4. Vermehren, Über die Benützung der künstlichen Himmelskugel beim Unterrichte in der mathematischen Geographie. (Jahresbericht der Domschule zu Güstrow. Ostern 1881.)
5. Anleitung zum Gebrauche der Adamischen künstlichen Erdkugel, bezw. Himmelskugel. (Berlin, Dietrich Reimer.)
6. Rusch, Beobachtungen, Fragen und Aufgaben aus dem Gebiete der elementaren astronomischen Geographie. (Wien, Hölder, 1887.)

Außerdem sind derartige Aufgaben in den Lehrbüchern der Astronomie von Bartholomäi, Diesterweg, Effert, Wetzel u. s. w. enthalten. — Auch die folgenden Aufgaben sind größtenteils den vorgenannten Werken entnommen.

Zu § 1 und § 2.

1. Wie viele Grad Höhe hat ein Punkt im Horizonte? 2. Wenn jeder Fixstern bei der Umdrehung des Himmelsgewölbes einen vollen Kreis zurücklegt, wie viele Grade durchmißt er in 1 Stunde, wie viele in 1 Minute? 3. Wie viele Grade hat der Tagebogen eines Gestirns, das 14 Stunden 36 Minuten über dem Horizonte bleibt? 4. Wenn Regulus am 21. Februar, Arktur am 24. April um Mitternacht kulminiert, um wieviel Uhr stehen diese Sterne am 1. Oktober im Meridian? 5. An welchen Tagen sind die Tagebogen der Sonne 180^0? in welcher Zeit größer, wann kleiner als 180^0? 6. An welchem Tage beschreibt die Sonne einen Nachtbogen, der dem Tagebogen an Größe gleich ist, den sie am 21. Juni beschreibt?

7. An welchem Tage beginnt das Wachstum der Tagebogen? wie lange dauert es? von welchem Tage an bis zu welchem Tage nehmen die Tagebogen ab? 8. Worauf wird die Morgen- und Abendweite gemessen? 9. Wievielerlei Morgen- und Abendweite hat die Sonne? 10. Wann ist Morgen- und Abendweite der Sonne $= 0°$? 11. Wann ist ihre nördliche Morgen- und Abendweite am größten? 12. In welchen Jahreszeiten ist die Morgen- und Abendweite der Sonne südlich, in welchen nördlich? 13. Von welchem Tage an hat die südliche Morgen- und Abendweite der Sonne noch 10 Tage a) zuzunehmen, b) abzunehmen? 14. Mache für die Tage: 22. Januar, 24. März, 27. Juni, 2. Dezember folgende Tabelle:

Tag.	Welche Morgen- und Abendweite?	Veränderungen der Morgen- und Abendweite	Wie lange dauert die Veränderung noch?	Änderung der Tagebogen	Änderung der Tage	Änderung der Nächte	Änderung des Sonnenstandes
22. Jan.	südlich	nimmt ab	58 Tage	nehmen zu	nehmen zu	nehmen ab	steigt.

15. Der wievielste Teil der Ekliptik liegt immer über dem Horizonte? 16. Welche Zeichen befinden sich über dem Horizonte morgens bei Sonnenaufgang: am 21. März, am 21. Juni, am 23. September, am 21. Dezember? 17. Welcher Teil der Ekliptik befindet sich am 21. März mittags 12 Uhr, abends 6 Uhr über dem Horizonte? 18. Welche Zeichen liegen unter dem Horizonte im Augenblicke des Aufgangs des Vollmondes, wenn derselbe sich im Anfangspunkte des Zeichens des Widders, des Krebses, der Wage ereignet? 19. Zu welcher Tageszeit liegen am 21. März die südlichen, wann die nördlichen, wann die aufsteigenden, wann die niedersteigenden Zeichen über dem Horizonte? 20. Wenn der Mond östlich von der Sonne steht, nimmt sein Licht ab oder zu? 21. Welcher Rand des Mondes ist erleuchtet, a) wenn er abnimmt, b) wenn er zunimmt? 22. Wodurch ist die Lage eines Sternes gegeben a) in Bezug auf den Horizont, b) in Bezug auf den Äquator, c) in Bezug auf die Ekliptik?

Zu § 4.

1. Die Höhe des Brockens beträgt 1140 m; wie groß ist die Aussichtsweite von demselben? 2. Wie groß ist die Fläche der Erde, die man vom Brocken aus übersieht? 3. Wie weit dringt das Licht von einem 20 m hohen Leuchtturme? 4. Der höchste Berg Bayerns, die Zugspitze, hat eine Höhe von ca. 3000 m; wie groß ist der Radius des Horizontes auf demselben? 5. Wie weit kann man vom höchsten Berge der Erde (Gaurisankar, 8800 m) sehen? 6. Die Flagge eines Schiffes ist 30 m über dem Wasserspiegel; in welcher Entfernung vom Lande wird dieselbe am Horizonte sichtbar sein? 7. Wie groß ist das Gesichtsfeld, das man von einem 100 m hohen Turme aus übersieht? 8. Welchen Umfang hat der Horizont vom Montblanc aus (4800 m)?

Zu § 5.

Welche Begriffe entsprechen sich in den Kreissystemen des Horizonts, des Himmelsäquators, der Ekliptik und des Erdäquators?

Zu § 6.

1. Welcher Zeitunterschied ist zwischen Tilsit (22°) und Gravelotte (6° ö. von Greenwich)? 2. Eine in Paris um 10 Uhr aufgegebene und direkt beförderte Depesche kommt in Venedig um 10 Uhr 40 Minuten an. Um wie viele Grade liegt demnach Venedig östlich von Paris? 3. Welche Zeit hat Madrid (14°), wenn München (29° 14′ ö. v. Ferro) Mittag hat? 4. Ein Ort hat 3 Stunden früher Mittag als der Meridian von Ferro; welches ist seine Länge? 5. An einem Orte ist der Nordpol 50° 31′ über dem Horizonte, und die Ferrosche Uhr zeigt nachmittags 1 h 10′ 16″ auf 12; welcher Ort ist es? 5. Die beiden Endpunkte der nordamerikanischen Pacificbahn sind New-York (74°) und San Francisco (123° w. von Greenwich). Wenn es in New-York 12 Uhr mittags ist, welche Zeit zeigt die Uhr in San Francisco? 7. Eine in Berlin um 9 Uhr 5 Min. aufgegebene Depesche kommt in Liverpool schon um 8 Uhr (also scheinbar über eine Stunde vor der Abgabe) an. Woher rührt dieser scheinbare Widerspruch, und wie läßt sich aus diesen Zahlen die Längendifferenz beider Städte berechnen? 8. Die Ferrosche Uhr ging an einem Orte 3 h 57′ 28″ zu früh, und der Nordpol stand 38° 53′ über dem Horizonte; welcher Ort war es?

Zu § 7 und § 8.

1. Wie weit ist der Nordpol in deutschen Meilen entfernt a) vom nördlichen Polarkreis, b) vom Wendekreis des Krebses? 2. Welcher Ort ist 754 Meilen vom Äquator nach N. entfernt auf 28° 37′ ö. Länge? 3. Der 60. Parallelkreis ist halb so groß als der Äquator; wie lange ist ein Grad auf demselben (in Meilen und Kilometern)? 4. Quito (78° westl. v. Greenwich) und die Mündung des Amazonenstromes (50° westl. v. Greenwich) liegen am Äquator; wie viele Meilen sind beide Punkte voneinander entfernt? 5. Wie lange braucht ein Dampfschiff, das stündlich 22,2 km zurücklegt, von Toulon (43°) bis an die Küste von Algier (37°)? 6. Welcher Ort hat 1 h 1′ später Mittag als Jena (29° 15′ östl. L. v. Ferro), Petersburger Jahreszeit und 606¼ Meilen Entfernung vom Äquator? 7. Wenn man die Erde als Globus von 3 m Durchmesser darstellt, wie groß müßte an diesem Globus die Abplattung sein?

Zu § 10.

1. Wie schnell rotiert ein Punkt a) des Äquators, b) der Wendekreise (Größe eines Wendekreises = 4952 Meilen), c) der Polarkreise (Größe eines Polarkreises = 2153 Meilen)? 2. Welche Orte rotieren gleichschnell? 3. Wieviel Mal rotiert ein Punkt des Äquators schneller als a) ein Punkt des Wendekreises, b) des Polarkreises? 4. Vergleiche mit der Schnelligkeit der Rotation eines Punktes am Äquator die Schnelligkeit einer Kanonenkugel (400 m in 1 Sekunde)! 5. In Petersburg dauert der längste Tag 18 Stunden 30 Minuten, der kürzeste Tag 5 Stunden 30 Minuten; um wieviel Uhr geht dort an beiden Tagen die Sonne auf und unter?

Zu §§ 11—15.

1. Wie verhielte es sich auf der Erde mit den Tages- und Jahreszeiten, falls die Achse der Erde während ihrer ganzen Revolution a) senkrecht, b) wagerecht auf der Erdbahn stände? Zeichnung! 2. Wie lange ist die Erdbahn, wenn man sie

als Kreis für 20 Millionen Meilen Halbmesser betrachtet? 3. Welchen Weg legt die Erde durchschnittlich in 1 Tag, 1 Stunde, 1 Min., 1 Sek. zurück? 4. Wie oft ist der Erdhalbmesser (858,48 Meilen) in der Entfernung der Erde von der Sonne (20 Mill. Meilen) enthalten? 5. In welcher Zone sind die Tagesdifferenzen a) am größten, b) am kleinsten? 6. Welche Jahreszeit ist in diesen Tagen am Kap der guten Hoffnung? 7. Welcher Ort hat dieselbe Jahreszeit wie Stockholm, einstündige Tagesdifferenz und 6 h 38′ 8″ eher Mittag als Ferro? 8. Nach Jenaſcher Uhr hatte ich an einem Orte am 6. Oktober zu Mittag 1 h 22′ 24″; der Pol stand 37° 2′ über dem Horizonte, und es war Herbst. Welcher Ort war es? 9. Welche Orte haben gleiche, welche entgegengesetzte Tageszeit? 10. Welche Länge und Breite haben die Nebenwohner, Gegenwohner und Gegenfüßler von a) Rom (41° 54′ n. Br. und 30° 57′ ö. L. v. Ferro), b) Leipzig (51° 20′ n. Br. und 30° 2′ ö. v. Ferro)?

Zu § 19.

1. Am 2. März ist die Zeitgleichung + 12 Minuten, die Tageslänge 10 Stunden 55 Minuten; wann geht die Sonne auf und unter? 2. Am 1. Januar ist die Zeitgleichung + 4 Minuten, die Tageslänge 8 Stunden 10 Minuten; wann findet Auf- und Untergang der Sonne statt? 3. Am 13. November geht bei uns die Sonne um 7 Uhr 8 Minuten auf und um 4 Uhr 20 Minuten unter; wann kulminiert sie, und wie groß ist die Zeitgleichung?

Zu §§ 20—25.

1. Wie lange muß eine Kanonenkugel, welche in der Sekunde 400 m zurücklegt, fliegen, um von der Erde zum Monde zu gelangen? 2. Welche beiden Erdteile würden ungefähr auf der Oberfläche des Mondes Platz haben? 3. Wie viele Sonnen- und Mondsfinsternisse waren seit Christi Geburt, wenn in 18 Jahren und 11 Tagen 29 Monds- und 41 Sonnenfinsternisse stattfinden? 4. Nach 18 Jahren, 11 Tagen und 8 Stunden kehren die verschiedenen Finsternisse in derselben Reihenfolge wieder; wenn also 1863 am 1. Juni 12 Uhr nachts und am 25. November 10 Uhr vormittags Mondsfinsternisse waren, wann finden solche im Jahre 1881 statt? 5. Die Länge des Schattenkegels der Erde ist gleich dem Produkt aus dem Radius der Erde und der Entfernung der Erde von der Sonne, dividiert durch den Unterschied der Radien der Sonne und der Erde; wie lange ist demnach der Schattenkegel der Erde, wenn der Radius der Erde 860 Meilen, der Radius der Sonne 96 000 Meilen und die Entfernung der Erde von der Sonne 20 Millionen Meilen beträgt?

Zu § 28.

1. Wie groß ist die mittlere Entfernung des in 88 Tagen um die Sonne kreisenden Merkur, wenn die Umlaufszeit der Erde 365 Tage und ihre mittlere Entfernung von der Sonne 20 Mill. Meilen beträgt? 2. In wieviel Jahren bewegt sich Jupiter um die Sonne, wenn dessen mittlere Entfernung von der Sonne 104 Mill. Meilen, die Umlaufszeit der Erde 1 Jahr und ihre mittlere Entfernung von der Sonne 20 Mill. Meilen beträgt? 3. Der Planetoid Vesta hat eine Umlaufszeit von 3,63 Jahren; wieviel Mal weiter ist er von der Sonne entfernt als die Erde? 4. Der Planetoid Pallas ist 2,77mal soweit von der Sonne entfernt als die Erde; wie groß ist seine Umlaufszeit (in Jahren)?

Zu § 31.

1. Welche Planeten haben die kürzesten Tage? 2. Wie viele Jupitertage (jeder zu 10 Stunden gerechnet) hat ein Jupiterjahr? 3. Wie groß sind die Entfernungen der Planeten von der Sonne, wenn eine Meile dargestellt wird a) durch 1 m, b) durch 1 cm? 4. Die Bahnen der Planeten um die Sonne sollen in kleinem Maßstabe gezeichnet und dabei 5 Mill. Meilen = 1 mm genommen werden. 5. Die Intensität der Sonnenstrahlen auf einem Planeten im Vergleiche zur Erde erhält man, wenn man die Entfernung der Erde von der Sonne (20 Mill. Meilen) durch die Entfernung des Planeten von der Sonne dividiert und diesen Bruch quadriert. Es soll hiernach die Intensität der Sonnenstrahlen für die verschiedenen Planeten unseres Sonnensystems berechnet werden.

Vermischte Aufgaben.

1. Wie groß ist die Deklination des äußersten Cirkumpolarsternes für einen Bewohner des 48. Grades n. Br.? 2. Es betrage an einem Tage die nördl. Deklination der Sonne $21^1/_2{}^0$; wie hoch steht die Sonne an diesem Tage über dem Horizont von Paris, wenn Paris unter $48^0\ 50'$ n. Br. liegt? 3. Welches Sternbild des Zodiakus wird am 23. Sept. um Mitternacht kulminieren? 4. Sirius hat $16^0\ 30'$ südl. Deklination; für welche Erdorte ist er nie sichtbar? für welche ist er Cirkumpolarstern? über welchen Erdorten steht er bei seiner Kulmination senkrecht? 5. In welcher Himmelsgegend erscheint die Sonne zur Zeit ihrer Kulmination den Bewohnern der Kapstadt? 6. Einem Orte liegt der Südpol 47^0, einem andern der Nordpol 25^0 über dem Horizonte; wie viele Grade sind beide Orte voneinander entfernt? 7. Welchen Sternbildern gehören Sirius, Capella und Wega an? 8. Die geogr. Länge von Köln beträgt $24^0\ 37'\ 28''$, die von Wien $34^0\ 2'\ 36''$, die von Breslau $34^0\ 42'\ 9''$; welche Zeit zeigen die Uhren in den beiden letzteren Städten, wenn es in Köln Mittag ist? 9. Welche Sterne sind für einen Ort mit 62^0 n. Br. Cirkumpolarsterne, welche sind für ihn nur teilweise, welche gar nicht sichtbar? 10. Wann geht den Bewohnern des Nordpols die Sonne auf, wann unter? 11. Wie groß ist die Polhöhe, wenn die obere Kulmination des Sterns Alderamin (α Cepheus) mit 80^0, die untere aber mit 24^0 gemessen wird?

Zweiter Anhang.

A. Litteratur.

I. Mathematische Geographie.

a. Lehrbücher.

Günther, Grundlehren der mathematischen Geographie. 2. Aufl. München, Ackermann, 1886. 2 *M.*

Heckenhayn, Methodisches Handbuch für den ersten Unterricht in der astronom. Geogr.; zugleich eine Beantwortung der Fragen und eine Lösung der Aufgaben in „Bartholomäis astron. Geogr." enthaltend. Dresden, Bleyl und Kämmerer, 1884. 2 *M.* 40 *Pf.* (Ein vorzügliches Werk.)

Hoffmann, Mathematische Geographie. Ein Leitfaden für obere Klassen höherer Lehranstalten. 3. Aufl. Paderborn, Schöningh, 1881. 2 *M.*

Martus, Astronomische Geographie. Ein Lehrbuch angewandter Mathematik. Schulausgabe. Leipzig, Koch, 1881. 2 *M.* 60 *Pf.*

Pick, Die elementaren Grundlagen der astron. Geographie. Wien, Julius Klinckhardt, 1883. 2 *M.* 40 *Pf.* (Methodisch und sachlich ausgezeichnet.)

Steinhauser, Grundzüge der mathematischen Geographie und Landkartenprojektion. 3. Aufl. Wien, Beck, 1887. 3 *M.* 60 *Pf.*

Wetzel, Kleines Lehrbuch der astronomischen Geographie. 3. Aufl. Berlin, Stubenrauch, 1884. 2 *M.*

(Die Werke von Günther, Hoffmann und Martus [alle sehr gründlich] setzen mathematische Kenntnisse voraus, während Steinhausers, Heckenhayns, Picks und Wetzels Arbeiten elementar gehalten sind.)

b. Größere Werke.

Diesterweg, Populäre Himmelskunde und astronomische Geographie. 10. Aufl. von Strübing. Berlin, Enslin, 1879. 6 *M.* (Meisterhaft besonders in Bezug auf die Methode.)

Klein, Astronomische Abende. Verein für deutsche Litteratur, Berlin, 1884. (Wie alle Werke Kleins sehr anregend und fesselnd geschrieben.)

Klein, Allgemeine Himmelskunde. 2. Aufl. Stuttgart, Weisert, 1888. 5 *M.* (Durchaus verlässig; der Stoff ist lexikographisch geordnet.)

Littrow, Wunder des Himmels. 7. Aufl. Berlin, Dümmler, 1885. 17 *M.*

Mädler, Der Wunderbau des Weltalls oder populäre Astronomie. 7. Aufl. von Klinkerfues. Berlin, Bichteler und Cie., 1879. 11 *M.*; dazu ein Atlas, 13 *M.*

(Die Werke Littrows und Mädlers bedürfen keiner Empfehlung.)

Martus, Astronomische Geographie. Ein Lehrbuch angewandter Mathematik. 2. Aufl. Leipzig, Koch, 1888. 7 *M.* 50 *Pf.*

Meyer, Spaziergänge durch das Reich der Sterne. Wien, Hartleben, 1885. 4 *M.* (Geistreich und fesselnd geschriebene Feuilletons.)

Meyer, Kosmische Weltansichten. Berlin, Verein für deutsche Litteratur, 1886. 5 *M.* (In ähnlicher Weise geschrieben wie das vorgenannte Buch.)

— Die Lebensgeschichte der Gestirne. Jena, Mauke, 1888. 4 *M.*

Newcomb, Populäre Astronomie. Leipzig, Engelmann, 1881. 12 *M.*

Siegmund, Durch die Sternenwelt oder die Wunder des Himmelsraumes. Wien, Hartleben, 1879. 10 *M.* 80 *Pf.*

Ule-Klein, Die Wunder der Sternenwelt. 2. Aufl. Leipzig, Spamer, 1877. 8 *M.* (Das Werk zeichnet sich aus durch durchsichtige Klarheit, gemütvolle Darstellung, sachliche Korrektheit und prächtige Ausstattung.)

Valentiner, Der gestirnte Himmel. Stuttgart, Enke, 1887. 6 *M.* (Recht empfehlenswert.)

Wetzel, Allgemeine Himmelskunde. 3. Aufl. Berlin, Stubenrauch, 1875. 10 *M.* (Ist für den Lehrer neben dem Werke Diesterwegs wohl die beste umfänglichere und elementar gehaltene Einführung in das Studium der mathematischen Geographie.)

Nautisches Jahrbuch. Berlin, Heyman, 1885. 1 *M.* 50 *Pf.*

II. Mathematische und physikalische Geographie.

Cornelius, Grundriß der physikal. Geographie. 6. Aufl. Halle, H. W. Schmidt, 1886. 2 *M.* 40 *Pf.*

Geykie, Kurzes Lehrbuch der physikalischen Geographie, übersetzt von Weigand. Straßburg, Trübner, 1881. 5 *M.* (Das Buch, eine Weiterentwicklung des Elementarbuches der physikalischen Geographie, legt den Schwerpunkt auf die induktive Ermittlung der physikalischen Gesetze; es ist überdies reich illustriert.)

Günther, Lehrbuch der Geophysik und physikalischen Geographie. 2 Bde. Stuttgart, Ferd. Enke, 1885. 25 *M.* (Charakteristisch ist für das Buch die stärkere Betonung der mathematischen Entwicklung und die größere Rücksichtnahme auf die geschichtliche Entstehung und Ausbildung unseres Wissens von der Erde. Ein Werk von eminenter Gründlichkeit und wahrhaft staunenswertem Fleiße.)

Hann, Hochstetter und Pokorny, Allgemeine Erdkunde. Ein Leitfaden der astronomischen Geographie, Meteorologie, Geologie und Biologie. Mit vielen Tafeln und Holzschnitten. 4. Aufl. Prag, Tempsky, 1886. 12 *M.* (Das [darwinistisch gehaltene] Buch giebt die mathematisch-naturwissenschaftlichen Elemente der Erdkunde sehr vollständig, im Sinne der neuesten Forschungsergebnisse und dabei sehr verständlich. Es ist für jeden Lehrer der Erdkunde wohl unentbehrlich.) Eine vermehrte und erweiterte Ausgabe dieses Werkes bildet den 1. Bd. von „Unser Wissen von der Erde", herausgegeben von Kirchhoff. Leipzig und Prag, Freytag und Tempsky, 1886. Preis dieser Ausgabe 45 *M.*

Jakob, Unsere Erde. Astronomische und physische Geographie. Mit 95 in den Text gedruckten Holzschnitten, 24 Vollbildern und einer Spektraltafel in Farbendruck. Freiburg, Herder, 1882. 8 *M.* (Populär im edelsten Sinne und von christlicher Weltanschauung durchhaucht; feinste Ausstattung.)

Kaltbrunner, Der Beobachter; allgemeine Anleitung zu Beobachtungen über Land und Leute. Zürich, Wurster u. Cie., 1882. 13 *M.* 50 *Pf.* (Das treffliche Werk erscheint eben in 2. Auflage.)

Klein und Thomé, Die Erde und ihr organisches Leben. 2 Bde. Stuttgart, Spemann, 1880. (Der erste, von Klein bearbeitete Band dieses Werkes [18 *M.*] behandelt in formvollendeter Darstellung und mit fachlicher Meisterschaft die einzelnen Teile der physikalischen Geographie.)

Müller, Kosmische Physik. 4. Aufl. Zweite Ausgabe. Braunschweig, Vieweg und Sohn, 1883. 12 *M.*

Peschel-Leipoldt, Physische Erdkunde. 2 Bde. 2. Aufl. Leipzig, Duncker und Humblot, 1884. 28 *M.* (Aus dem litterarischen Nachlaß des großen Geographen selbständig bearbeitet und herausgegeben von Leipoldt.)

Ratzel, Die Erde. In 24 gemeinverständlichen Vorträgen über allgemeine Erdkunde. Stuttgart, Engelhorn, 1881. 6 *M.* (Das Buch, in fesselnder Sprache geschrieben, wird allen Freunden der Erdkunde willkommen sein.)

Reis, Lehrbuch der Physik. 6. Aufl. Leipzig, Quandt u. Händel, 1885. 8 *M.* 40 *Pf.* (Ein ganz vorzügliches Werk.)

Richthofen, Führer für Forschungsreisende; Anleitung zu Beobachtungen über Gegenstände der physischen Geographie und Geologie. Berlin, R. Oppenheim, 1886. 16 *M.* (Das Buch bietet eine Fülle anregenden Materials; sein Studium ist wohl jedem Lehrer der Erdkunde unerläßlich.)

Süeß, Das Antlitz der Erde. 2 Abteilungen. Leipzig, Freytag, 1883 u. 1885. 26 *M.* (Ein großartig angelegtes Werk.)

Supan, Grundzüge der physischen Erdkunde; mit 139 Abbildungen und 20 Karten in Farbendruck. Leipzig, Veit u. Cie., 1884. 10 *M.* (Das Werk zählt zu den gediegensten der geographischen Litteratur.)

Ule, Die Erde und die Erscheinungen ihrer Oberfläche in ihrer Beziehung zur Geschichte derselben und zum Leben ihrer Bewohner. Eine physische Erdbeschreibung nach Reclus. 2 Bde. Leipzig, Frohberg, 1876. 23 *M.* 25 *Pf.* (Die Wechselwirkung der geographischen Objekte, insbesondere deren Einfluß auf Kulturleben und Völkergeschichte, wird in allen Abschnitten des Werkes gründlich erörtert.)

III. Spezialwerke.

1. Mathematische Geographie.

a. Kartenprojektion.

Coordes, Kleines Lehrbuch der Landkartenprojektion. Kassel, Keßler, 1882 1 *M.* 50 *Pf.* (Wird von Kirchhoff in Halle und Keil in Halberstadt bestens empfohlen.)

Gretschel, Lehrbuch der Landkartenprojektionen. Weimar, Voigt, 1873. 7 *M.*

Herz, Lehrbuch der Kartenprojektionen. Leipzig, Teubner, 1885. 10 *M.*

Möllinger, Lehrbuch der wichtigsten Kartenprojektionen. Zürich, Schmidt, 1882. 3 *M.*

(Die drei letztgenannten Werke haben ziemlich bedeutende mathematische Kenntnisse zur Voraussetzung.)

Wenz, Die mathematische Geographie in Verbindung mit der Landkartenprojektion. München, Oldenbourg, 1883. 7 *M.* (Das Buch giebt im 1. Abschnitte die

für die Projektionslehre nötigen mathematischen Kenntnisse und empfiehlt sich dadurch besonders zur Einführung in dieses Studium.)

Zöppritz, Leitfaden der Kartenentwurfslehre. Leipzig, Teubner, 1884. 4 *M.* 40 *Pf.* (Ein ganz vorzügliches Werk, aber streng mathematisch gehalten.)

b. Sonstige Materien.

Nasmyth und Carpenter, Der Mond, betrachtet als Planet, Welt und Trabant. Mit Erläuterungen und Zusätzen von Klein. 2. Aufl. Leipzig, Voß, 1880. 12 *M.* 50 *Pf.*

Neison, Der Mond. 2. Aufl. Braunschweig, Vieweg, 1881. 18 *M.* (Jedes dieser beiden Werke über den Mond ist ein Meisterwerk.)

Secchi, Die Sonne. Braunschweig, Westermann, 1872. 21 *M.* (Epochemachend.)

— Die Sterne. Leipzig, Brockhaus, 1878. 8 *M.*

Valentiner, Kometen und Meteoriten. Prag, Tempsky, 1884. 1 *M.*

Young, Die Sonne. Leipzig, Brockhaus, 1883. 6 *M.*

Zöllner, Über die Natur der Kometen. 3. Aufl. Leipzig, Staakmann, 1882. 10 *M.*

Die Kenntnis des Sternenhimmels vermitteln:

Emmerig, Unser nächtlicher Sternenhimmel. Bamberg, Buchner. 2. Aufl. 1888. 2 *M.* (Bestens zu empfehlen.)

Klein, Anleitung zur Durchmusterung des Himmels. Astronomische Objekte für gewöhnliche Teleskope. 2. Aufl. Braunschweig, Vieweg u. Sohn, 1882. 24 *M.* (Das treffliche Buch ist nicht minder für jene geeignet, welche sich für die Ergebnisse der Astrophysik interessieren.)

— Sternatlas, Für Freunde der Himmelsbeobachtung. Leipzig, E. H. Mayer. 1888. 16 *M.*

Möllinger, Lehrbuch der Astrognosie. 3. Aufl. Zürich, Schmidt, 1878. 3 *M.*

c. Zeitschriften.

Sirius, Zeitschrift für populäre Astronomie, herausgegeben von Dr. H. Klein; Preis jährlich 12 *M.* Leipzig, Scholtze.

Wochenschrift für Astronomie und Meteorologie, herausgegeben von Dr. H. Klein; jährlich 10 *M.* Halle, Schmidt.

Himmel und Erde, herausgegeben von Dr. W. Meyer. Berlin, Paetel. 12 *M.*

2. Physikalische Geographie.

a. Orographie.

Heim, Die Gebirge. Basel, Schweighauser, 1881. 1 *M.*

Löwl, Thalbildung. Prag, Dominicus, 1884. 2 *M.* 80 *Pf.*

Pfaff, Der Mechanismus der Gebirgsbildung. Heidelberg, Winter, 1880. 4 *M.* 80 *Pf.*

Rütimeyer, Über Thal- und Seebildung. 2. Auflage. Basel, Schweighauser, 1874. 4 *M.*

b. Vulkane und Erdbeben.

Fuchs, Vulkane und Erdbeben. Leipzig, Brockhaus, 1875. 6 *M.*

Pfaff, Die vulkanischen Erscheinungen. München, Oldenbourg, 1871. 3 *M.*

c. Hebungen und Senkungen.

Hahn, Unterſuchungen über das Aufſteigen und Sinken der Küſten. Leipzig, Duncker und Humblot, 1879. 4 *M.*

— Inſelſtudien. Leipzig, Veit u. Cie., 1883. 7 *M.* 20 *Pf.*

d. Das Waſſer.

Attlmayr, Köttstorfer u. a., Handbuch der Oceanographie und maritimen Meteorologie. Wien, Hof- und Staatsdruckerei, 1883. 2 Bde. 20 *M.* 30 *Pf.* (Sehr bedeutend.)

Boguslawski-Krümmel, Handbuch der Oceanographie. Stuttgart, Engelhorn. 2 Bde. 1884 u. 1888. ca. 18 *M.* (Gleichfalls ein hervorragendes Werk.)

Geiſtbeck, Al., Die Seen der deutſchen Alpen. Leipzig, Duncker u. Humblot, 1885. 10 *M.* (Grundlegende Arbeit.)

Geikie, Class-book of Geology. London, Macmillan and Co., 1886.

Heim, Handbuch der Gletſcherkunde. Stuttgart, Engelhorn, 1885. 13 *M.* 50 *Pf.* (Ein Werk erſten Ranges.)

Krümmel, Verſuch einer vergleichenden Morphologie der Meeresräume. Leipzig, Duncker u. Humblot, 1878. 4 *M.* 40 *Pf.* (Die erſte grundlegende Arbeit in dieſer Richtung.)

— Der Ocean. Leipzig, Freytag, 1886. 1 *M.* (Vorzüglich.)

Partſch, Die Gletſcher der Vorzeit. Breslau, Koebner, 1882. (Sehr gediegene Arbeit.)

Penk, Die Vergletſcherung der Alpen; ihre Urſachen, periodiſche Wiederkehr und ihr Einfluß auf die Bodengeſtaltung. Leipzig, Barth, 1882. 12 *M.* (Der Verfaſſer hat ſtets das Phänomen der Vergletſcherung in ſeiner Geſamtheit vor Augen und verbreitet ſich ſchließlich auch über die Urſachen der Eiszeit.)

Über die bisher erwähnten Abſchnitte der phyſikaliſchen Geographie geben recht gute Aufſchlüſſe auch die Lehrbücher der Geologie; wir bemerken hiervon:

Credner, Elemente der Geologie. 5. Aufl. Leipzig, Engelmann, 1883. 14 *M.*

Fritſche, Allgemeine Geologie. Stuttgart, Engelhorn. 1887. 14 *M.*

Neumayr, Geſchichte der Erde. 2 Bde. Leipzig, Bibliogr. Inſtitut. 1886 bis 1888. 30 *M.*

Senft, Geognoſie. Hannover, Hahn, 1878. 16 *M.* 50 *Pf.*

Vogt, Lehrbuch der Geologie und Petrefaktenkunde. 4. Aufl. Braunſchweig, Vieweg und Sohn, 1879. 24 *M.*

e. Die Atmoſphäre.

Günther, Der Einfluß der Himmelskörper auf die Witterungsverhältniſſe. 2. Aufl. Ansbach, Ballhorn, 1884. 1 *M.* 50 *Pf.* (Ein ſehr intereſſantes Schriftchen).

Hann, Handbuch der Klimatologie. Stuttgart, Engelhorn, 1883. 15 *M.* (Ein Meiſterwerk.)

Klein, Allgemeine Witterungskunde nach dem gegenwärtigen Standpunkte der meteorologiſchen Wiſſenſchaft. Mit vielen Abbildungen. Leipzig, G. Freytag, 1882. 1 *M.* (Vorzüglich und dabei ſehr billig.)

Mohn, Grundzüge der Meteorologie. 3. Aufl. Berlin, Dietrich Reimer, 1883. 6 *M.* (Auf dem Gebiete der Meteorologie die bedeutendſte Arbeit.)

Van Bebber, Handbuch der ausübenden Witterungskunde. 2 Teile. Stuttgart, Enke, 1885 u. 1886. 18 *M.*

Woeikof, Die Klimate der Erde. 2 Bde. Jena, Costenoble, 1886. 18 *M.*

f. Geographie der Naturprodukte.

Drude, Die Florenreiche der Erde. Gotha, Perthes, 1884. 4 *M.* 60 *Pf.*

Engler, Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt, insbesondere der Florengebiete seit der Tertiärperiode. 2 Teile. Leipzig, Engelmann, 1879 u. 1882. 18 *M.*

(Die bahnbrechende Arbeit vergleicht die Verteilung der Pflanzenfamilien in der heutigen Periode mit der in verschwundenen Perioden.)

Grisebach, Die Vegetation der Erde. 2 Bde. 2. Aufl. Leipzig, Engelmann, 1884. 18 *M.*

Neumann-Spallart, Übersichten über Produktion, Verkehr und Handel in der Weltwirtschaft. 4 Jahrgänge. Stuttgart, Maier. Jahrg. 1878 u. 1879 à 6 *M.*, 1880 8 *M.*, 1881/82 10 *M.* (Äußerst verdienstvolle Arbeiten.)

Scherzer, Das wirtschaftliche Leben der Völker; ein Handbuch über Produktion und Konsum. Leipzig, Dürr, 1885. 18 *M.* (Sehr instruktiv.)

Wallace, Geographische Verbreitung der Tiere. 2 Bde. Dresden, Zahn, 1876. 36 *M.* (Epochemachend.)

g. Die Menschenwelt.

Geistbeck, M., Bilder aus der Völkerkunde. Mit zahlreichen Illustrationen. Breslau, Hirt, 1882. 3 *M.* (Das reich illustrierte, billige Werk sucht in ansprechender Darstellung die Resultate der Völkerkunde weiteren Kreisen zugänglich zu machen.)

Hellwald, Naturgeschichte des Menschen. Stuttgart, Spemann, 1882. 2 Bde. geb. 33 *M.* 50 *Pf.* (Das Werk zählt unbedingt zu den bedeutendsten Werken über Völkerkunde.)

Müller, Allgemeine Ethnographie. 2. Aufl. Wien, Hölder, 1879. 12 *M.* (Höchst bedeutsam.)

Peschel, Völkerkunde. 6. Aufl., herausgegeben von Kirchhoff. Leipzig, Duncker u. Humblot, 1885. 11 *M.* 20 *Pf.* (Sachlich und formell ein klassisches Werk.)

Ratzel, Anthropo-Geographie oder Grundzüge der Anwendung der Erdkunde auf die Geschichte. Stuttgart, Engelhorn, 1882. 10 *M.* (Eine Philosophie der Geographie im besten Sinne des Wortes.)

— Völkerkunde. Leipzig, Bibliogr. Institut. 3 Bde. 48 *M.* (Eine Leistung ersten Ranges.)

Schneider, Die Naturvölker; Mißverständnisse, Mißdeutungen und Mißhandlungen. 2 Teile. Paderborn, Schöningh, 1885. 10 *M.* (Eine sehr tüchtige Arbeit.)

Tylor, Einführung in das Studium der Anthropologie und Civilisation. Übersetzt von Siebert. Braunschweig, Vieweg u. Sohn, 1883. 10 *M.* (Das Werk bietet in angenehmster Form einen wahren Schatz der gediegensten Kenntnisse.)

Waitz-Gerland, Anthropologie der Naturvölker. 6 Bde. 2. Aufl. Leipzig, Fleischer, 1877. 62 *M.* 50 *Pf.* (Das umfassendste diesbezügliche Werk; seinerzeit grundlegend.)

Unter den periodischen Schriften ist für die allgemeine Geographie von der größten Wichtigkeit:

Das geographische Jahrbuch. Gotha, Perthes. Bis jetzt 10 Bde. (Sie sind

eine wahre Fundgrube des Wissens für die verschiedenen Zweige der wissenschaftlichen Geographie.)

h. Verkehrsgeographie.

Geistbeck, M., Der Weltverkehr; Telegraphie und Post, Eisenbahnen und Schiffahrt. Freiburg, Herder, 1887. 8 *M.* (Der Verfasser war bemüht, in diesem Werke in nicht allzu großem Umfange und in gemeinverständlicher Darstellung die modernen Verkehrsmittel in ihrer Gesamtheit und nach dem neuesten Stand ihrer Entwicklung darzustellen. Die Kritik hat sich über die Arbeit einstimmig aufs anerkennendste geäußert und sie, als einem wahren Bedürfnis entgegenkommend, freudigst begrüßt.)

B. Lehrmittel.

I. Handatlanten.

Berghaus' Physikalischer Atlas. Gotha, Perthes; bis jetzt 16 Lieferungen à 3 *M.*, vollständig in 25 Lieferungen. (Das Vorzüglichste auf diesem Gebiete; unentbehrlich.)

II. Wandkarten.

1. Für den Unterricht in der mathematischen Geographie.

Jausz, Wandkarte für den Unterricht in der mathematischen Geographie. Wien, Hölzel. Aufgezogen 18 Mark.

Letoschek, Tableau der wichtigsten astronomisch-geographischen Verhältnisse. Wien, Hölzel. 8 *M.* (Das ganze Tableau ist artistisch vorzüglich ausgeführt und deshalb besonders für höhere Lehranstalten als ein wertvolles Veranschaulichungsmittel für den math.-geogr. Unterricht sehr zu empfehlen.)

Wetzel, Wandkarte für den Unterricht in der mathematischen Geographie. 4. Aufl. Berlin, Dietr. Reimer, 1884. Aufgezogen 20 *M.* (Beide Karten sind treffliche Veranschaulichungsmittel.)

2. Für den Unterricht in der Sternkunde.

Brülow und Straube, Schulwandkarte vom nördlichen Sternenhimmel. Berlin, Straube, 1878. 7 *M.* 50 *Pf.* (Der maßvollen Auswahl des Stoffes und der praktischen Darstellung halber recht beachtenswert.)

Möllinger, Neue große dritte Himmelskarte mit beweglichem Horizont und transparenten Sternen. Zürich, Schmidt, 1878. Aufgezogen 20 *M.* (Diese Karte ist in Verbindung mit Möllingers Lehrbuch der Astrognosie weitaus das beste diesbezügliche Lehrmittel.)

Reuter, Wandkarte des nördlichen gestirnten Himmels. 4. Aufl. Gotha, Perthes, 1874. Aufgezogen 7 *M.* 90 *Pf.*

3. Für den Unterricht in der physikalischen Geographie.

Berghaus, Chart of the World. 10. Aufl. Gotha, Perthes, 1882. Aufgezogen in Mappe 17 *M.* (Ein Meisterwerk.)

Debes, Physikalische Wandkarte der Erde. Leipzig, Wagner und Debes, 1885. 12 *M.* („In einem ganz riesengroßen Rechteck gewährt sie eine so ausgezeichnet klare und naturwahre Ansicht der Länderumrisse, der Bodenerhebung, der Landgewässer und der Meeresströmungen, wie uns eine Wandkarte noch nie eine solche geboten hat.")

Letoschek, Tableau der wichtigsten meteorologisch-geographischen Verhältnisse. Wien, Pichlers Witwe und Sohn, 1882. 8 *M.*

Simony, Gletscherphänomene. Wien, Hölzel, 1884. 4 *M.* (Ein Lichtdruckbild.)

Supan, Karte der Jahres-Isothermen. Wien, Hölzel, 1884. Auf Leinwand 15 *M.*

III. Apparate und Modelle.

„Die richtige Erfassung und Aneignung der Begriffe, mit denen die astronomische Geographie zu thun hat, bietet", wie Krumme mit Recht sagt, „so große Schwierigkeiten, daß ohne den Gebrauch geeigneter Apparate und Modelle bei der überwiegenden Mehrzahl der Schüler ein Erfolg des Unterrichtes geradezu ausgeschlossen ist. Unbedingt erforderlich sind deshalb Apparate zur Veranschaulichung der wirklichen und der scheinbaren Bewegungen." Solche sind:

Das Sphäro-Tellurium von Ed. Wetzel (Berlin, Puttkamerstraße 10). Alle Thatsachen und Begriffe, die beim Unterrichte in der astronomischen Geographie nur irgendwie in Frage kommen können, lassen sich mittelst dieses Apparates erläutern. Preis des vom Verfertiger zu beziehenden Apparates 360 *M.*

Der Universal-Apparat von Adolf Mang; derselbe ist gleichzeitig Armillarsphäre und Tellurium, dient gleich dem Wetzelschen Apparate zur Veranschaulichung aller auf den Unterricht in der astronomischen Geographie bezüglichen Thatsachen und Begriffe und ist überdies einfacher und billiger als Wetzels Sphäro-Tellurium. Der Preis des Mangschen, von dem Buchhändler Fr. Ackermann in Weinheim (Baden) zu beziehenden Universal-Apparates beträgt mit allen Nebenapparaten und 2 Broschüren 200 *M.*

Wertvolle Ergänzungen des Mangschen Apparates sind:

ein Erd- und ein Himmelsglobus. Vollständig ausreichend sind die von Dietrich Reimer (Berlin) gelieferten von 34 cm Durchmesser Nr. 6 und 8 des Verzeichnisses zu je 54 *M.* mit Verpackung. — Auch Felkl und Sohn in Rostock bei Prag liefern vorzügliche Erd- und Himmelsgloben.

(Mangs Universal-Apparat, dazu ein Erd- und Himmelsglobus, sind für den Unterricht in der astronomischen Geographie vollständig ausreichend und kosten zusammen nicht mehr als ca. 300 *M.*)

Andere Apparate von Mang sind:

Mang, Tellurium-Lunarium. Weinheim, Ackermann. 50 *M.*

Mang, Einfachstes Tellurium. Ebenda. 25 *M.* (Auch diese Apparate verdienen wegen ihrer leichten Handhabung, Einfachheit und Solidität unbedingte Empfehlung.)

Weitere empfehlenswerte Lehrmittel dieser Art sind:

1. Letoschek, Universal-Tellurium, 1884, im Selbstverlage (Wien, Goldeggasse Nr. 30). 43 *M.*

2. Das Tellurium des Prof. Wilh. Schmidt am k. k. Gymnasium in Wien, 4. Bezirk.
3. Armillarsphäre von Ed. Hölling (ganz einfach), beziehbar durch die Verlagshandlung von Schilp, Warburg (Westfalen).
4. Die Sonnenuhr von Bartz, Prediger in Plötzensee bei Berlin. 35 *M.* (Krumme sagt über diesen Apparat: „Derselbe ist für die Schule ganz vortrefflich, weil es dadurch möglich wird, unter direkter Verwertung der Begriffe Himmelsäquator, Abweichung, Stundenkreis und Stundenwinkel dem Schüler einen klaren Begriff zu geben von wahrer Zeit und von der Art, sie zu bestimmen.")
5. Edlers Apparat zur Erläuterung der drei Keplerschen Gesetze. 27 *M.* 50 *Pf.* Reichardt, Halle an der Saale.
6. Schneider und Weinek, Rotierende transparente Karte des nördlichen Sternhimmels. Mit einfacher Transparenz 75 *M.*, mit fünffacher Transparenz 80 *M.*, mit einfacher Transparenz und Uhrwerk 100 *M.* (Der Apparat, welcher bestimmt ist, die Armillarsphäre und den Globus zu ersetzen, veranschaulicht alle scheinbaren Bewegungen des Fixsternhimmels und gestattet, die Aufgaben des Globus in der Ebene zu lösen; er verdient die wärmste Empfehlung.)
7. Tellurien und Planetarien liefert Schotte in Berlin. Auch die Apparate von Felkl und Sohn in Rostock bei Prag, von Joh. Zink in Budweis und von Heinzelmann (Magdeburg, Kronings Söhne) sind sehr brauchbar und gut.
8. Ein vorzügliches Lehrmittel ist das von Wigand in Zeitz (bei Leipzig) zu beziehende Skioptikon, wozu Dr. Weinek ausgezeichnete Photogramme aus dem Gebiete der Astronomie besorgte. Preis des Skioptikons 100 *M.*, 25 Photogramme 30 *M.*; den Katalog der Photogramme aus dem Gebiete der Astronomie liefert gleichfalls Wigand in Zeitz; desgleichen ist sehr empfehlenswert das Skioptikon von Fritz in Görlitz in Schlesien, 100 *M.* Die trefflichen Photogramme aus dem Gebiete der Astronomie stellte Prof. Börnstein zusammen; 25 Platten 30 *M.*
9. Demjenigen Lehrer, dem Zeit und Verhältnisse es gestatten, auch die Lehre von den Projektionen zum Gegenstand des Unterrichtes zu machen, werden Krummes Modelle sich sehr vorteilhaft erweisen. Dieselben sind von dem Klempnermeister Louis Meyerding in Braunschweig zu beziehen.
10. Der Sternenhimmel zu jeder Stunde des Jahres. Ausgabe für Mitteleuropa. 4. Aufl. Lehrmittelanstalt in Leipzig, von Schneider. 1 *M.* 50 *Pf.* (Für die Hand der Schüler ein ganz vorzügliches Lehrmittel zur Orientierung am Fixsternhimmel.)

Register.

Abendweite 6.
Aberration 24.
Abplattung 17.
Aerolithen 48.
Agulhas-Strom 96.
Anomalie, thermische 112.
Anthropomorphismus 140.
Anticyklone 115.
Antillenstrom 96.
Antipassate 117.
Antipoden 29.
Aphelium 31.
Äquator, der Erde 14.
— des Himmels 4.
— magnetischer 127.
Äquatorhöhe 4.
Äquatorialgegenström. 97.
Äquatorialregen 125.
Äquatorialströmung 96.
Äquinoktialpunkt 6.
Äquinoktium 5.
Artesische Brunnen 77.
Ascensionsstrom 117.
Asteroiden 41.
Astralsystem 50.
Ästuarium 79.
Atmosphäre 107.
Atoll 58.
Aufsteigung, gerade 9.
Azimut 3.

Barometer 113.
Beleuchtungsgrenze 27.
Benguela-Strom 96.
Berge 62.
— die höchsten 63.
Bevölkerungsdichtigkeit 136
Bifurkation 80.
Boden, Hebungen und Senkungen desselben 73.
Bora 119.
Brahmaismus 140.
Brasilianische Strömung 96
Breite, astronomische 9.
Breite, geographische 14. 18.
— Bestimmung der 15.
Breitenkreise 9.
Buddhismus 140.
Buys-Ballotsche Regel 120.

Cañons 81.
Centrallinie 27.
Chamsin 119.
Christentum 141.
Cirkumpolarsterne 3.
Cyklon 119.
Cyklone 115.

Dammriff 58.
Darwinsche Senkungstheorie 58.
Delta 79. 84.
Deklination des Gestirns 4.
— des Magnets 127.
Deklinationskreise 4.
Denudation 75.
Depression 69. 115.
Doppelsterne 50.
Drifttheorie 106.
Dschungel 134.
Dünen 75. 99.

Ebbe und Flut 92.
Eisbergtheorie 106.
Eisenbahnen 142.
Eiszeit 106.
Ekliptik 6.
— Pole der 7.
— Zeichen der 7.
Erdachse 14.
— Neigung und Parallelismus der 26.
Erdäquator 14.
Erdbahn, Gestalt der 30.
Erdbeben 72.
Erdbebenwellen 92.
Erde, Abplattung der 17.
— Achsendrehung der 21.
Erde, Dichtigkeit der 19.
— Gestalt der 12. 17.
— Größe u. Umfang der 18.
— jährliche Bewegung derselben um die Sonne 23.
— ungleiche Geschwindigkeit der 31.
Erdmagnetismus 127.
Erdoberfläche, Einteilung der 14.
— Größe der 18.
— Veränderungen der 74.
Erdpole 14.
Erdpyramiden 81.
Erdsenken 69.
Erdteile 57.
Erosion 81.
Erratische Blöcke 106.

Fallversuche 21.
Festland 55.
Fetischismus 139.
Firn 102.
Fixsterne 49.
Floridastrom 94.
Flüsse, Ablagerungen der 84.
Fluß 78.
Flußgebiet 80.
Flußschwinden 80.
Flut 92.
Föhnwind 119.
Foucaults Pendelversuch 22
Fumarolen 71.
Fußpunkt 1.

Gabelung 80.
Galilei 40.
Gasquellen 71.
Gebiete, regenarme 125.
— regenreiche 124.
Gebirge 64.
Gebüschformen 134.
Gegenbewohner 29.
Gegenfüßler 29.

Gesichtskreis 1.
Gesichtsweite 13.
Geysirs 78.
Gezeiten 92.
Gletscher 102.
Gliederung, senkrechte 61.
— wagrechte 55.
Golfstrom 94.
Gradient 115.
Gravitationsgesetz 41.
Guinea-Strömung 96.
Guyana-Strom 96.

Hafenzeit 93.
Haffmündung 79.
Hagel 123.
Halbinseln 57. 60.
Halbschatten 35.
Heide 134.
Herbstregen 125.
Himmelsachse 3.
Himmelsäquator 4.
Himmelsgegenden 2.
Himmelskugel 1.
Himmelspole 3.
Himmelssphäre 1.
Hochflächen 63.
Hochgebirge 64.
Hochland 61.
Höhe 3. 62.
Höhenkreise 2.
Höhenmessung d. Berge 62.
Horizont, astronom. 13.
— natürlicher 1.
— scheinbarer 13.
— wahrer 13.
— Kardinalpunkte dess. 2.
Horizontalzonen 129.
Horizontfläche 1.
Humboldts-Strömung 94.
Hurrikanes 119.

Inklination 127.
Inseln 57.
Isanomalen 112.
Islam 141.
Isobaren 113.
Isochimenen 111.
Isodynamen 128.
Isogonen 127.
Isoklinen 127.
Isonephen 123.
Isorachien 93.
Isotheren 111.
Isothermen 110.

Jahr, sidirisches 8.
— tropisches 9.
Jahreszeiten 25. 26.
Jahreszeiten, ungl. Dauer der 31.
Jahreszeitenwinde 118.
Judenthum 141.

Kalender 51.
Kalksinter 85.
Kalktuff 84.
Kältepole 112.
Kälterückfälle im Mai 113.
Kalmen d. Wendekreise 117.
Kalmengürtel 117.
Katarakt 79.
Kepler 30. 40.
Keplersche Gesetze 40.
Kernschatten 35.
Klima 108. 126.
Knoten der Mondbahn 33.
Kometen 46.
Kopernikus 30. 40.
Korrasion 121.
Korrosion 84.
Kulmination 3.
Kulturzustände der Menschheit 142.
Kuro Siwo 97.
Küsten 98.
Küstenriff 58.

Labradorstrom 94.
Landhalbkugel 56.
Landwind 118.
Länge, astronomische 9.
— geographische 15.
— Bestimmung ders. 15.
Lawinen 102.
Leben, organisches 128.
— Verbreitung dess. 128.
— Bedingungen dess. 129.
Limans 79.
Löß 75.
Luft, Farbe der 108.
— feuchte 122.
— trockene 122.
— Sättigungspunkt d. 122.
Luftbewegung, anticyklonale und cyklonale 115.
Luftdruck 113.
Luftwärme 108.

Maximum, barometrisches 115.
Meer 88.
— Wirkungen dess. 100.
— Bedeutung dess. 101.
Meeresströmungen 94.
— Bedeutung der 98.
Mensch, Einwirkung dess. auf die Außenwelt 147.
Menschen, Zahl u. Dichtigkeit der 136.
Menschenrassen 137.
Menschenwelt 136.
Meridian 2. 14.
Meridiangebirge 64.
Meteore 48.
Meteoriten 48.
Milchstraße 50.
Mineralquellen 78.
Minimum, barometr. 115.
Mistral 119.
Mittagskreis 2.
Mittagslinie 2.
— Bestimmung der 2.
Mittelgebirge 64.
Mofetten 71.
Monat, sidirischer 11.
— synodischer 11.
Mond 32.
— Physik desselben 37.
— scheinbarer Lauf desselben 9.
Mondbahn 33.
Mondphasen 10. 34.
Mondfinsternis 37.
Monotheismus 139. 141.
Monsun 97. 102. 118.
Moränen 104.
Morgenweite 6.

Nachtbogen 3.
Nachtgleichenpunkte 6.
Nadir 1.
Naturdienst 139.
Nebel 123.
Nebenbewohner 29.
Nehrung 79.
Neumond 10.
Newton 41.
Niederschläge 123.
Nippflut 93.
Nordlicht 128.
Nordpol 3. 14.
Nordpunkt 2.

Ocean 88.
Ortsbestimmung der Gestirne 9.
Ostpunkt 2.

Parallelgebirge 64.
Parallelkreise 4. 14.
Parsismus 141.
Paß 66.
— Entstehung desselben 81.
Passat 22. 97. 117.
Perihelium 31.
Peruanischer Strom 94. 97.

Pflanzen und Tiere, Verbreitungsgebiete der 129.
Pflanzen- und Tierwelt 128.
Pflanzenwelt, Bedeutung der 134.
Planeten 38. 44.
Planetenbahn 45.
Planetensystem 39.
Planetoiden 41.
Plutonische Theorie 71.
Polarkreise 15.
Polarlicht 128.
Polarstern 3.
Pole, der Erde 14.
— des Himmels 3.
— magnetische 127.
Polhöhe 4.
— Bestimmung der 16.
Polytheismus 139.
Präcession 7.
Protuberanzen 44.

Quadraturen 10.
Quellen 76.

Regen 123. 125.
Reiche, botan. u. zool. 133.
Reif 123.
Rektascension 9.
Religionen 139.
Revolution der Erde 23.
Roßbreiten 117.
Rotation der Erde 21.
— des Mondes 33.

Samum 119.
Sargassowiese 96.
Sättigungspunkt 122.
Savannen 134.
Schamanismus 140.
Scheitelkreise 2.
Scheitellinie 2.
Scheitelpunkt 1.
Schiffahrt 143.
Schnee 101. 123.
Schneegrenze 102.
Schneelinie 102.
Schwemmgebilde 83.
Scirocco 119.
Seehafen 99.
Seen 86.
Seewind 118.
Siwa 140.
Solfataren 71.
Solstitialpunkte 6.
Solstitium 5.
Sommerregen 125.
Sonne 43.
— scheinbarer Lauf der 4.
Sonnenbahn, jährliche 6.
Sonnenferne 31.
Sonnenfinsternis 36.
Sonnenflecken 44.
Sonnennähe 31.
Sonnentag, mittlerer 32.
— wahrer 31.
Sonnenwende 5.
Spektralanalyse 48.
Spektroskop 48.
Sphäre, parallele 20.
— schiefe 20.
— senkrechte 19.
Sprachen 138.
Springflut 93.
Stalagmiten 85.
Stalaktiten 85.
Sternbilder d. Ekliptik 53.
— des nördl. Himmels 52.
— des südl. Himmels 53.
Sterne, neue 49.
Sternschnuppen 48.
Sterntag 3.
Ströme, Bedeutung der 85.
Stromschnellen 79.
Stromsystem 80.
Sturm 119.
Sturmbahn 120.
Sturzwinde 118.
Subtropische Regen 125.
Südpol 4. 14.
Südpunkt 2.
Syzygien 10.

Tafelländer 64.
Tagbogen 3.
Tageslänge 25. 26. 29.
Tageszeitenwinde 118.
Tag- und Nachtgleiche 5.
Tau 123.
Teifune 119.
Telegraphen 143.
Temperatur, mittlere 110.
— extreme 112.
Temperaturschwankungen 112.
Terrassen 82.
Thal 67.
— Entstehung des 81.
Theorie, plutonische 71.
Thermen 78.
Tiefland 61. 68.
Tierkreis 7.
Tierwelt 128.
— Bedeutung der 135.
Tornados 121.
Trichtermündung 79.
Tromben 121.
Tropenregen 125.
Tropfstein 85.
Tundren 133.
Tycho de Brahe 40.

Vegetationsformen 133.
Verkehrsmittel 142.
Vertikalkreise 2.
Vertikallinie 2.
Vertikalzonen 129.
Verwitterung 75.
Viertel, erstes 10.
— letztes 10.
Vollmond 10.
Vulkane 69.
Vulkanismus 69.

Wald 134.
Wälder, verzwergte 134.
Wallriff 58.
Wanderblöcke 106.
Wasser 76.
— fließendes, chem. Wirkung desselben 84.
— — mech. Wirkung desselben 81.
Wasserfälle 81.
Wasserhalbkugel 56.
Wasserscheide 65. 80.
Wechsel von Tag u. Nacht 23.
Wellen 91.
Weltachse 3.
Welthandel 144.
Weltpole 3.
Weltpostverkehr 144.
Wendekreise 5. 7. 14.
Westpunkt 2.
Wetterkarten 126.
Wiesen 133.
Winde 115.
— Bedeutung der 121.
Wischnu 140.
Wolken 123.
Wüsten 133.

Zarathustra 141.
Zeichen der Ekliptik 7. 8.
Zeitgleichung 32.
Zenith 1.
Zenithalregen 125.
Zodiakallicht 42. 49.
Zodiakus 7.
Zonen 29. 111.
Zoroaster 141.

In der **Herderschen Verlagshandlung** zu **Freiburg im Breisgau** erscheint und ist durch alle Buchhandlungen zu beziehen:

Illustrierte Bibliothek

der

Länder- und Völkerkunde.

Unter diesem Titel erscheint in unserem Verlage eine Sammlung illustrierter Schriften zur Länder- und Völkerkunde, die sich durch zeitgemäßen, interessanten und gediegenen Inhalt, gemeinverständliche Darstellung, künstlerische Schönheit und sittliche Reinheit der Illustration, sowie durch elegante Ausstattung auszeichnen sollen.

Die Entdeckungsgeschichte der Erde — die physische Geographie — sowie die specielle Länder- und Völkerkunde werden in geeigneten Bearbeitungen vertreten sein.

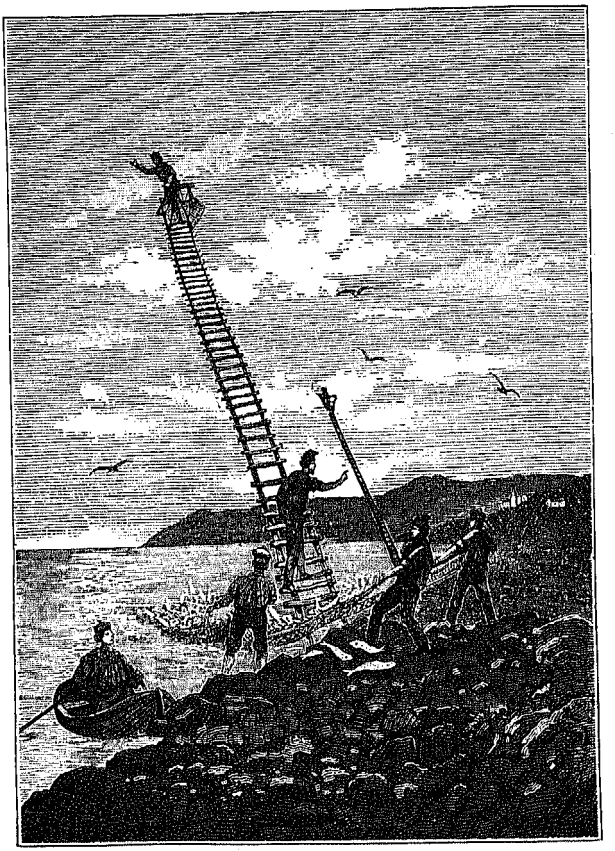
So hoffen wir eine Reihe geographischer Werke zu schaffen, die für jeden Gebildeten höchst interessant und lehrreich sein werden, die den Lehrern der Erdkunde zur Belebung und Vertiefung des Unterrichtes dienen können, die endlich bei der studierenden Jugend Freude und Lust an der geographischen Wissenschaft wecken sollen.

Neuester Band:

Das Mittelmeer. Von **Amand Freiherrn von Schweiger-Lerchenfeld.** Mit 55 Illustrationen und einer Karte. gr. 8°. (XII u. 316 S.) *M.* 6; in Original-Einband, Leinwand mit reicher Deckenpressung *M.* 8.

„In der wissenschaftlich gehaltenen, durchweg verständlichen und lebendigen Darstellung der ältesten Völkerbewegungen am Mittelmeer sind mancherlei neue Gesichtspunkte in kulturgeschichtlichen Fragen aufgestellt und festgehalten worden. Der Verfasser war namentlich bestrebt, den inneren Zusammenhang gewisser, bisher immer getrennt behandelter Momente im Völkerleben des Alterthums an der Hand auffälliger Thatsachen darzulegen. Das Urteil gründet sich auf eine unbefangene, mehrentheils aus eigener Anschauung gewonnene Beobachtung der Länder und Völker. Die mit dem Text in unmittelbarer Verbindung stehenden eingedruckten Bilder wurden nach sorgfältiger Auswahl charakteristischen Originalen entnommen; die Tonbilder der Ruinen von Utika, des ehemaligen Tyrus, Gibraltar, die Ruinen von Ephesos, die Ansichten von Beirut, Algier und Triest gewähren ein sehr deutliches Bild. Der Verfasser beherrscht den reichhaltigen Stoff vollständig und benutzte die einschlagende Litteratur umsichtig. Freiherr von Schweiger-Lerchenfeld hat mit Sachkenntnis verstanden, in einem Bande von nur mäßiger Ausdehnung die Beschreibung von Landschaften und Städten der Vergangenheit und Gegenwart, der Ethnographie, Geschichte und Kultur des Mittelmeeres so geschickt und harmonisch unter sich zu vereinigen, daß alle Verhältnisse und Zustände desselben gründlich erkannt werden können."

(Deutscher Reichs-Anzeiger u. Kgl. Preuß. Staats-Anzeiger. Berlin 1888. Nr. 312.)



Probe der Illustration aus Schweiger-Lerchenfeld, Das Mittelmeer: **Fischereivorrichtung im Quarnero.** (Fig. 5.)

Außerdem sind erschienen:

Der Weltverkehr. Telegraphie und Post, Eisenbahnen und Schiffahrt in ihrer Entwicklung dargestellt von Dr. **M. Geistbeck.** Mit 123 Abbildungen und 33 Karten. gr. 8°. (XII u. 495 S.) *M.* 8; in Original-Einband, Leinwand mit reicher Deckenpressung *M.* 10.

„Der Verfasser hat das beste und zuverlässigste Material benutzt, so daß sein Buch zugleich lehrreich und anregend ist. Sowohl zum Nachschlagen für den praktischen Gebrauch, als zum Studium ist es sehr geeignet."
(Zeitung f. Litteratur, Kunst und Wissenschaft. 1886. Nr. 27.)

Kanada und Neu-Fundland. Nach eigenen Reisen und Beobachtungen von **E. von Hesse-Wartegg.** Mit 54 Abbildungen und einer Übersichtskarte. gr. 8°. (XII u. 224 S.) *M.* 5; in Original-Einband, Leinwand mit reicher Deckenpressung *M.* 7.

„Mit Vergnügen können wir konstatieren, daß wir selten ein Buch mit größerem Interesse gelesen haben, als das in Rede stehende, und daß der Herr Verfasser, welcher Kanada zu wiederholten Malen durchquert, viele Jahre dort gelebt und seine Schilderungen gleich an Ort und Stelle zu Papier gebracht hat, nicht nur äußerst anziehend zu erzählen versteht, sondern auch alle Momente, die ein allgemeines Interesse zu beanspruchen geeignet sind, in den Kreis seiner Betrachtungen zieht. Viele herrliche Illustrationen und eine dem äußerlich musterhaft ausgestatteten Werke angefügte große Landkarte Kanadas erhöhen dessen Wert ganz besonders und wir wünschen von Herzen, daß dasselbe das Seine dazu beitragen möchte, der ‚Illustrierten Bibliothek der Länder- und Völkerkunde' zu weiterer Anerkennung zu verhelfen."
(Freie pädagog. Blätter. Wien 1888. Nr. 1.)

Unsere Erde. Astronomische und physische Geographie. Eine Vorhalle zur Länder- und Völkerkunde. Von **A. Jakob.** Mit 100 in den Text gedruckten Abbildungen, 26 Vollbildern und einer Spektraltafel in Farbendruck. gr. 8°. (XII u. 485 S.) *M.* 8; in Original-Einband, Leinwand mit reicher Deckenpressung *M.* 10.

„Es ist in der That ein geographisches Haus- und Lehrbuch im besten Sinne des Wortes, das ganz besonders auch für Schülerbibliotheken und zu Festgeschenken in hohem Grade sich eignet." (Pädagog. Blätter v. Kehr. 1884. 4. Heft.)

Assyrien und Babylonien nach den neuesten Entdeckungen. Von Dr. **F. Kaulen. Dritte, abermals erweiterte Auflage.** Mit Titelbild, 78 in den Text gedruckten Abbildungen, 6 Tonbildern, einer Inschrifttafel und zwei Karten. gr. 8°. (XII u. 266 S.) *M.* 4; in Original-Einband, Leinwand mit reicher Deckenpressung *M.* 6.

„In der That möchte man nicht leicht irgendwo anders eine ebenso anziehende wie gewissenhafte Darstellung aller Ergebnisse der neuern Keilschriftforschung treffen." (Deutsches Tagblatt. 1885. Nr. 252.)

Ägypten einst und jetzt. Von Dr. **Fr. Kayser.** Mit 85 in den Text gedruckten Abbildungen, 15 Vollbildern, einer Karte und einem Titelbild in Farbendruck: „Die Pyramiden von Gizeh", aus **K. Werners „Nilbildern".** gr. 8°. (XII u. 237 S.) *M.* 5; in Original-Einband, Leinwand mit reicher Deckenpressung *M.* 7.

„Der Verfasser erweist sich in seiner Arbeit als ein in der Geschichte und Kultur des Nillandes gewiegter und erfahrener Kenner. Dies zeigt sich nicht nur in der glücklichen Auswahl aus dem großen vorhandenen Materiale, sondern auch in der Sichtung und kritischen Behandlung." (Humboldt. 1885. 9. Heft.)

Nach Ecuador. Reisebilder von **J. Kolberg. Dritte, umgearbeitete und mit der Theorie der Tiefenkräfte vermehrte Auflage.** Mit 122 Abbildungen, 15 Tonbildern und einer Karte von Ecuador. gr. 8°. (XX u. 550 S.) *M.* 8; in Original-Einband, Leinwand mit reicher Deckenpressung *M.* 10.

Die Balkanhalbinsel (mit Ausschluß von Griechenland). Physikalische und ethnographische Schilderungen und Städtebilder von **A. E. Lux.** Mit 90 Abbildungen, einem Panorama von Konstantinopel und einer Übersichtskarte. gr. 8°. (X u. 276 S.) *M.* 6; in Original-Einband, Leinwand mit reicher Deckenpressung *M.* 8.

„Es geht uns soeben dieses vorzügliche Werk zu, welches bei dem jetzt allgemein herrschenden Interesse für die Balkanhalbinsel sicherlich allen Gebildeten hochwillkommen sein wird. Im Werke selbst sind interessante Angaben über die verschiedenen Sprachen der Bewohner der Balkanhalbinsel enthalten, und da auch durch vorzügliche Illustrationen das Verständnis des Werkes wesentlich gefördert wird, so können wir allen unseren Lesern die Anschaffung dieses Werkes durchaus empfehlen." (Deutsche Weltpost. Berlin 1887. Nr. 24.)

Die Sudânländer nach dem gegenwärtigen Stande der Kenntnis. Von Dr. **Ph. Paulitschke.** Mit 59 in den Text gedruckten Abbildungen, 12 Tonbildern, zwei Lichtdrucken und einer kolorierten Übersichts-Karte der Sudânländer. (Maßstab 1:11 500 000.) gr. 8°. (XII u. 311 S.) *M.* 7; in Original-Einband, Leinwand mit reicher Deckenpressung *M.* 9.

„Das Buch ist allen Freunden der Erdkunde, welche nicht Gelegenheit haben, die zahlreichen und teilweise umfangreichen Originalwerke über die in Rede stehenden Länder zu lesen, aufs beste zu empfehlen, insbesondere aber ist das inhaltsreiche Buch für die studierende Jugend geeignet."

(Mitteilungen aus der k. k. geographischen Gesellschaft in Wien. 1885.)

Der Amazonas. Wanderbilder aus Peru, Bolivia und Nordbrasilien von **Damian Freiherrn von Schütz-Holzhausen.** Mit 31 in den Text gedruckten Abbildungen und 10 Vollbildern. gr. 8°. (XVI u. 243 S.) *M.* 4; in Original-Einband, Leinwand mit reicher Deckenpressung *M.* 6.

„Der Verfasser hat neunzehn Jahre in Amerika gelebt und Land und Leute hinreichend kennen gelernt, außerdem auch die besten Arbeiten über jene Länder kritisch benutzt, so daß sein Werk eine wirkliche Bereicherung der geographischen Litteratur bildet. Es darf mit Recht als die beste Beschreibung angesehen werden, welche über jene Gegenden vorhanden ist."

(Blätter für litterarische Unterhaltung. 1884. Nr. 9.)

Jeder Band besteht für sich als ein selbständiges, in sich abgeschlossenes Werk und ist einzeln käuflich. — Die Einbände sind in weißer, grüner oder brauner Farbe zu beziehen.

Von den vier Werken:

v. Schweiger-Lerchenfeld, Das Mittelmeer,
Geistbeck, Der Weltverkehr,
Lux, Die Balkanhalbinsel,
Paulitschke, Die Sudânländer,

haben wir außer dem gewöhnlichen Original-Einband noch einen von der „Illustrierten Bibliothek" unabhängigen neuen Einband in Leinwand mit reicher Deckenpressung in Farbendruck herstellen lassen, der dem Inhalt des Buches besonders entspricht.