

Kleine  
**Mathematische Geographie**

bearbeitet

von

**Johannes Biesemer,**  
Königl. Seminarlehrer.

---

Mit 38 in den Text gedruckten Figuren.

Fünfte, völlig umgearbeitete Auflage.



**Ferdinand Hirt,**

Königliche Universitäts- und Verlags-Buchhandlung.

**Wreslau, 1904.**

1.-

# Leitfäden und Lehrbücher der Geographie.

## G. von Seydlitzsche Geographie.

Ausgaben A, B, C

unter Mitwirkung vieler hervorragender Fachmänner herausgegeben von  
Prof. Dr. G. Oehlmann.

**Ausgabe A: Grundzüge der Geographie.** Eine Vorstufe zu der mittleren (B) und der größten Ausgabe (C). Mit 60 in den Text gedruckten Karten und erläuternden Abbildungen, einer Farbentafel, sowie einem Anhang von 22 Bildern. Durchgesehener Neudruck. 32.—73. Tausend der 24. Bearbeitung. 8°. 127 S. Geb. 1 *M.*

**Ausgabe B: Kleines Lehrbuch der Geographie.** Ausgestattet mit 112 in den Text eingestülpten bunten und schwarzen Karten, sowie erläuternden Abbildungen, 5 farbigen Tafeln und 46 typischen Darstellungen. Durchgesehener Neudruck. 41. bis 90. Tausend der 22. Bearbeitung. XII u. 372 S. Leinwandband 3 *M.*

**Ausgabe C: Großes Lehrbuch der Geographie.** Mit 284 Karten und erläuternden Abbildungen in Schwarzdruck, sowie 4 Karten und 9 Tafeln in vielfachem Farbendruck. 23. Bearbeitung. XVI und 684 S. Lwbd. 5,25 *M.*, Halbfranzband 6 *M.*

Die Ausgaben B und C sind seit Jahren an einer sehr großen Anzahl preussischer Seminare und Präparanden-Anstalten eingeführt. Beide Ausgaben werden auch außerhalb Preußens, besonders in Süddeutschland, in vielen Seminaren benutzt; somit dürfte der „Seydlitz“ das in Seminaren am meisten gebrauchte Lehrbuch der Geographie sein. — Als geographisches Hand- und Nachschlagewerk hat sich Ausgabe C (der Große Seydlitz) allenthalben bewährt. Sie bietet in gedrängter Kürze den Stoff für die Vorbereitung zur Mittelschullehrerprüfung. — In der neuen Gestaltung verdient das nützliche und reich ausgestattete Buch auch als Geschenkwert Verwendung zu finden.

**Ausgabe D** in 7 Hefen, bearb. v. Prof. Dr. Rohrmann, ist für höhere Schulen bestimmt.

### für höhere Mädchenschulen und verwandte Anstalten

ist erschienen, auf Grund der Bestimmungen vom 31. Mai 1894 von Paul Gockisch bearbeitet, eine

**Ausgabe E** in 5 Hefen (steif geheftet): Heft 1. (6. Aufl.) 8°. 63 S. 60 *M.* Heft 2. (7. Aufl.) 8°. 64 S. 60 *M.* Heft 3. (6. Aufl.) 8°. 96 S. 80 *M.* Heft 4. (5. Aufl.) 8°. 184 S. Geb. 1,60 *M.* Heft 5. (Für den Lehrer.) 8°. 128 S. Geb. 1,50 *M.*

## A. Hummels erdkundliche Schriften.

**Kleine Erdkunde.** In drei sich erweiternden Kreisen. In 2 Ausgaben:

**Ausgabe A** (ohne Aufgaben). 40. Auflage. 8°. 104 S. Geb. 40 *M.*, kart. 60 *M.*

**Ausgabe B** (mit Aufgaben). Mit 32 erläuternden Abbildungen. 23. Aufl. bearb. von A. Koch, Sem.-Lehrer. 8°. 128 S. Geb. 60 *M.*, kart. 80 *M.*

**Kleine Geographie in Überblicken und Lebensbildern.** 6. Auflage der „Anfangsgründe der Erdkunde“, zugleich Vorstufe zum Grundriß der Erdkunde, bearbeitet von A. Koch, Sem.-Lehrer. Mit einem Anhang von 20 Abbildungen. 8°. 64 S. Steif geheftet 60 *M.*

**Grundriß der Erdkunde** 23. Auflage, herausgegeben von A. Koch, Sem.-Lehrer. 8°. 128 S. Geb. 60 *M.*, kart. 80 *M.*

**Hilfsbuch für den Unterricht** zur Vertiefung und Belebung der Kenntnisse über die geographischen Hilfsmittel. 8°. VIII u. 400 S. Geb. 1,50 *M.*

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298481

## Ergänzungen zur G. von Sendtkitzschen Geographie.

Ein Hilfsmittel zur genaueren Kenntniss Deutschlands ist geboten in der Sammlung von Landes-(Heimat-)Kunden der Provinzen Preussens und der deutschen Einzelstaaten.

23 kartonierte Hefte, reich ausgestattet mit Bilderanhängen und Karten.

<b>Baden</b> von Univ.-Prof. Dr. L. Neumann in Freiburg. 5. Aufl. 8°. 40 S. . . . .	50 s
<b>Bayern</b> von Prof. M. Stauber in Augsburg. 5. Aufl. 8°. 48 S. . . . .	50 „
<b>Brandenburg-Berlin</b> von Prof. Dr. Paul Schwarz in Berlin. 5. Aufl. 8°. 80 S. . . . .	75 „
<b>Braunschweig und Hannover</b> von Prof. Dr. E. Dethmann in Hannover. 2. Aufl. 8°. 60 S. . . . .	60 „
<b>Bremen</b> von Prof. Dr. W. Wolfenbauer in Bremen. 4. Aufl. 8°. 40 S. . . . .	50 „
<b>Essen-Vohringen</b> von Prof. Dr. E. Rudolph in Strahburg. 2. Aufl. 8°. 48 S. . . . .	60 „
<b>Hamburg</b> von Prof. Dr. G. Dilling in Hamburg. 5. Aufl. 8°. 88 S. . . . .	75 „
<b>Hessen</b> (Großherzogtum) von Kreisschulinspektor H. Pfaff in Alzei. 2. Aufl. 8°. 32 S. . . . .	40 „
<b>Hessen-Rassau</b> von Rektor A. Bild in Kassel. 4. Aufl. 8°. 48 S. . . . .	40 „
<b>Lübeck</b> von Dr. H. Genz in Lübeck. 8°. 24 S. . . . .	30 „
<b>Mecklenburg</b> von Dr. Karl Kirchner in Wismar. 3. Aufl. 32 S. . . . .	50 „
<b>Oldenburg</b> von Prof. Dr. G. Rüdning in Oldenburg. 2. Aufl. 8°. 56 S. . . . .	75 „
<b>Ost- und Westpreußen</b> von Prof. Dr. H. Lillies in Königsberg. 5. Aufl. 8°. 56 S. . . . .	60 „
<b>Pommern</b> von Prof. Dr. Martin Behrman in Stettin. 4. Aufl. 8°. 40 S. . . . .	50 „
<b>Posen</b> (Provinz) von Adolf Tromnau in Bromberg. 2. Aufl. 64 S. . . . .	75 „
<b>Rheinprovinz</b> von Prof. Dr. Adolf Fahde in Arefeld. 3. Aufl. 8°. 56 S. . . . .	80 „
<b>Sachsen</b> (Königreich) von Prof. D. Lungwitz und Prof. Dr. F. W. Schröder. 6. Aufl. 8°. 40 S. . . . .	50 „
<b>Sachsen</b> (Provinz) mit Anhalt von Prof. Dr. G. Hertel in Magdeburg. 2. Aufl. 8°. 38 S. . . . .	40 „
<b>Schlesien</b> von Univ.-Prof. Geh. Reg.-Rat Dr. F. Partsch in Breslau. 4. Aufl. 8°. 32 S. . . . .	40 „
<b>Schleswig-Holstein</b> von Prof. Dr. D. Scholz in Altona. 2. Aufl. 8°. 56 S. . . . .	60 „
<b>Thüringen</b> von Univ.-Prof. Dr. Fritz Regel in Würzburg. 2. Aufl. 8°. 48 S. . . . .	50 „
<b>Weiskalen mit Walde und beiden Lippe</b> von Prof. Dr. Wormstall. 3. Aufl. 8°. 48 S. . . . .	60 „
<b>Württemberg und Hohenzollern</b> von Rektor Dr. Kapff in Stuttgart. 2. Aufl. 8°. 56 S. . . . .	50 „

Im Anschluß an diese Landeskunden seien empfohlen:

**Heimatkunde der Kreise Aschersleben, Calbe, Oschersleben und Wanzeleben.** Ein Führer durch die Heimat und ihre Geschichte und Sage. Im Anschluß an den von der kgl. Regierung zu Magdeburg entworfenen Lehrplan für den Geschichtsunterricht vom 11. Mai 1891 bearbeitet von **E. Lehmann**, Sem.-Lehrer, und **L. Müller**, Lehrer. Mit 10 Abbildungen im Text und einer Karte in Farbendruck. 2., vermehrte und verbesserte Auflage. 8°. 96 S. Steif geb. 1 M.

**Heimatkunde der Stadt Magdeburg** und ihrer nächsten Umgebung. Für den Schulgebrauch bearbeitet von den Lehrern **H. Henze** und **E. Martini**. Mit einem Bilderanhang und 2 Plänen. 3., durchgesehene Auflage. 8°. 60 S. Kart. 60 s. Begleitwort für die Hand des Lehrers. 20 s.

**Die Provinz Posen.** Das Land und seine Bewohner von **H. Werner**, Sem.-Lehrer. 3. Aufl. Mit Kartenskizze und farbiger Heimatkarte. 8°. 32 S. Geh. 30 s.

**Schlesien.** Eine Landeskunde als Grundlage für den Unterricht von **Fedor Sommer**, Präp.-Aust.-Vorst. Mit 50 Abbildungen und Kartenskizzen in Schwarzdruck, sowie einer farbigen Karte der Provinz. 2., vermehrte und verbesserte Auflage. 8°. 180 S. Kart. 2 M.

**Heimatkunde der Provinz Schlesien** von **L. Sturm**, Hauptlehrer. I. Teil: Geographie. II. Teil: Geschichte. Mit einem Bilderanhang. 8°. 48 S. 40 s.

Weitverbreitetes Lehrmittel zur Veranschaulichung der geographischen Grundbegriffe!

## Hirts Hauptformen der Erdoberfläche.

(Bildgröße: 1 m breit, 0,72 m hoch). Auf feinstem starkem Kartonpapier mit Riste 3 M. Auf Kartenleinen gedruckt und mit Stäben versehen, einschließlich Verpackung 5 M.

Als Ergänzung hierzu erschien:

**Oehlmann**, Prof. Dr. **E.**, Erläuterungen für die schulmäßige Behandlung des Hirtischen Anschauungsbildes: „Die Hauptformen der Erdoberfläche“. 2. Auflage. Mit 2 Tafeln. 8°. 23 S. 40 s. — Diese zwei Erläuterungstafeln sind auch einzeln zu haben. Beide zusammen 10 s. — 25 Stück davon 2 M.

44

Nov. 143

M

Kleine

# Mathematische Geographie

bearbeitet

von

Johannes Biesemer,

Königl. Seminarlehrer.

Mit 38 in den Text gedruckten Figuren.

Fünfte, völlig umgearbeitete Auflage.



Jos. Häusch

Ferdinand Hirt,

Königliche Universitäts- und Verlags-Buchhandlung.

Breslau, 1904.

182

KD 501: 523: 525(075.3)

Alle Rechte vorbehalten.



II 31766

Akc. Nr. 4055 / 50

## Aus dem Vorwort zur ersten Auflage.

Bei der Abfassung des vorliegenden Büchleins hat mich vorzugsweise der Gedanke geleitet, den Schülern durch die Benützung desselben die Wiederholung des vom Lehrer durchgearbeiteten Stoffes zu erleichtern. Bei der Auswahl des Stoffes ist sorgfältig alles Nebenwerk (alle überflüssigen Namen und Zahlen, nicht zum Verständnis notwendigen Einzelheiten und dergl.) vermieden worden. In der Form suchte ich mit der größten Einfachheit möglichste Klarheit zu verbinden. Wenn auch dies Werkchen in erster Reihe für Zöglinge des Seminars bestimmt ist, so bin ich doch gewiß, daß auch in den obern Klassen von Mittelschulen und höheren Töchterschulen mit Vorteil Gebrauch davon gemacht werden kann. Ebenso wird auch der Lehrer an der mehrklassigen Volksschule mehr als genug darin finden, den Forderungen der „Allgemeinen Bestimmungen vom 15. Okt. 1872“ nachzukommen. Die in den Text gedruckten 34 Figuren sollen die Vermittelung des Verständnisses erleichtern helfen. Außerdem wird vorausgesetzt, daß im Unterricht von den vorhandenen Globen, Tellurien und Karten der ausgiebigste Gebrauch gemacht wird.

Löbau, W.-Pr., im September 1885.

Biesemer.

## Die zweite Auflage

weist in dem Abschnitt über die Revolution der Erde zwei dem Verständnis dienende neue Figuren auf: die „Rückläufigkeit der Planeten“ und die „Aberration des Lichts“. Der Abschnitt von der Zeitgleichung hat am Anfang eine Umarbeitung erfahren; das 3. Kepler'sche Gesetz ist durch zwei Rechenbeispiele erläutert worden. Auch in andern Abschnitten wird man die bessernde Hand erkennen.

Löbau, W.-Pr., im August 1893.

Der Verfasser.

## Vorwort zur dritten Auflage.

Dem Abschnitt 16 (Revolution der Erde) sind erläuternde Zusätze beigelegt worden; die Entstehung der Mondphasen ist durch eine Zeichnung näher erklärt worden. Den Schluß des Büchleins bildet die Kant-Laplace'sche Hypothese über die Entstehung unseres Sonnensystems. Die übrigen Veränderungen sind geringer Natur.

Marienburg, W.-Pr., im März 1896.

Der Verfasser.

## Vorwort zur vierten Auflage.

Bermehrt ist dieselbe durch einen Abschnitt über die „mitteleuropäische Zeit“. Dem Abschnitt über die Kugelgestalt der Erde sind einige Berechnungen über den Durchmesser des Gesichtskreises beigelegt, ebenso dem Abschnitt 25 eine Berechnung des Durchmessers des Erdschattens in der Entfernung des Mondes. Der Ostertabelle ist die Gauß'sche Formel zur Auffindung der Ostertermine im 20. Jahrhundert angehängt worden. Die übrigen Verbesserungen sind unwesentlich.

Marienburg, W.-Pr., im April 1900.

Der Verfasser.

## Vorwort zur fünften Auflage.

Die vorliegende Ausgabe hat in allen Teilen umfangreiche Änderungen und Erweiterungen erfahren. Dem dargebotenen Zahlenmaterial liegen die Ergebnisse der neuesten Forschungen zugrunde. Zwei neue Abbildungen, Fig. 22 und Fig. 24, sind eingefügt. Von den Figuren der früheren Auflagen ist mehr als die Hälfte durch neuangefertigte ersetzt worden.

Marienburg, W.-Pr., im März 1904.

Der Verfasser.

## Inhalts-Verzeichnis.

	Seite
1. Der Horizont . . . . .	5
2. Zenit und Nadir . . . . .	5
3. Von der täglichen Bewegung der Sonne. (Fig. 1: Horizont, Zenit, Nadir, Culmination) . . . . .	5
4. Morgen- und Abendweite . . . . .	6
5. Auf welche Weise findet man die Himmelsgegenden genau? (Fig. 2—4: Auf- findung der Mittagslinie, Großer und Kleiner Bär, Windrose) . . . . .	7
6. Himmelsäquator und Himmelspole. (Fig. 5) . . . . .	9
7. Jährlicher Lauf der Sonne. (Fig. 6) . . . . .	10
8. Von der Dämmerung. (Fig. 7) . . . . .	11
9. Von der Ekliptik. (Fig. 8) . . . . .	12
10. Die schraubenförmige Bewegung der Sonne. (Fig. 9) . . . . .	14
11. Von der Kugelgestalt der Erde. (Fig. 10 und 11) . . . . .	15
12. Der Globus . . . . .	17
13. Die Rotation der Erde . . . . .	19
14. Weitere Beweise für die Rotation der Erde. (Fig. 12) . . . . .	19
15. Was folgt aus der Rotation der Erde? . . . . .	22
16. Die Bewegung der Erde um die Sonne. (Revolution.) (Fig. 13 und 14) . . . . .	23
17. Wie erklärt sich die Entstehung unserer Jahreszeiten? (Fig. 15—17) . . . . .	25
18. Von den Zonen . . . . .	29
19. Gegenfüßler, Gegenwohner, Nebenwohner . . . . .	31
20. Wie kommt es, daß das Sommerhalbjahr bei uns länger ist als das Winter- halbjahr? (Fig. 18: Elliptische Bahn der Erde) . . . . .	32
21. Von der Zeitgleichung . . . . .	33
22. Die mitteleuropäische Zeit . . . . .	34
23. Von der Zeitrechnung . . . . .	35
24. Das Planetensystem. (Fig. 19: Ptolemäisches System, Fig. 20: Koperni- kanisches System, Fig. 21 u. 22: Zum 2. Keplerschen Gesetz, Fig. 23: Größen- verhältnis der Planeten, Fig. 24: Entfernungsverhältnis der Planeten) . . . . .	38
25. Die Sonne. (Fig. 25 u. 26: Sonnenflecke) . . . . .	44
26. Der Mond. (Fig. 27: Mondbahn, Fig. 28: Mondphasen, Fig. 29: Knoten der Mondbahn, Fig. 30: Mondfinsternis, Fig. 31: Sonnenfinsternis) . . . . .	47
27. Ebbe und Flut. (Fig. 32: Mondanziehung, Fig. 33: Springflut und Nippflut) . . . . .	53
28. Von den Fixsternen. (Fig. 34: Nördlicher gestirnter Himmel) . . . . .	57
29. Von den Kometen. (Fig. 35: Komet, Fig. 36: Kometenbahn) . . . . .	59
30. Von den Sternschnuppen und Meteorcn. (Fig. 37: Augustschwärm) . . . . .	60
31. Wie hat man die Geschwindigkeit des Lichts berechnet? (Fig. 38) . . . . .	62
32. Die Kant-Laplace-Hypothese über die Entstehung unseres Sonnensystems . . . . .	63



## 1. Der Horizont.

Steht man auf einem eine freie Aussicht gewährenden Platze, so überblickt man einen Teil der Erdoberfläche, der kreisförmig begrenzt ist. Der Himmel scheint sich in der Grenze dieser Fläche mit der Erde zu berühren. Diese Grenzlinie nennt man Gesichtskreis oder Horizont. Der Horizont ist also die Kreislinie, in welcher sich Himmel und Erde zu berühren scheinen. Dies ist der natürliche Horizont. Derselbe ist um so größer, je höher der Standort des Beobachters über der Erdoberfläche liegt.

Legt man eine Ebene wagerecht durch den Standpunkt des Beobachters und denkt sie sich bis zum Himmel erweitert, so erhält man als Schnittlinie eine Kreislinie, die man den scheinbaren Horizont nennt.

Eine durch den Erdmittelpunkt parallel mit dem scheinbaren Horizont gelegte Ebene gibt den wahren Horizont.

## 2. Zenit und Nadir.

Der Himmel erscheint dem Auge als ein Teil einer großen hohlen Kugel, die der Horizont in die sichtbare und die unsichtbare Hälfte teilt. Der höchste Punkt an dem sichtbaren Teile der Himmelskugel, dem Himmelsgewölbe, liegt senkrecht über dem Haupte, dem Scheitel des Beobachters, und heißt Scheitelpunkt oder Zenit.

Der tiefste Punkt an dem unsichtbaren Teile der Himmelskugel liegt senkrecht unter unsern Füßen; er heißt Fußpunkt oder Nadir. Jeder Ort hat seinen besondern Zenit und seinen Nadir, welche sich diametral gegenüberstehen. Die Senkrechte, welche den Standpunkt mit dem Zenit verbindet, nennt man Scheitellinie. Scheitellkreise heißen die auf dem Horizont senkrecht stehenden Kreise an der Himmelskugel, die durch Zenit und Nadir gehen.

## 3. Von der täglichen Bewegung der Sonne.

Die Sonne erscheint des Morgens am östlichen Horizont, sie geht auf. Der Punkt des Horizontes, in welchem sie zuerst sichtbar wird, heißt ihr Aufgangspunkt. Sie beschreibt nun am Himmel einen Kreisbogen, um am Abend in einem Punkte des Horizontes, ihrem Untergangspunkte, unsern Augen zu entschwinden, setzt ihren Weg an dem unsichtbaren Teile der Himmelskugel fort, bis sie am nächsten Morgen wieder im Osten aufgeht. So vollendet die Sonne täglich einen Kreis, den Tageskreis. Der über der Horizontebene gelegene Teil des Tageskreises ist der Tagbogen,

der unter derselben gelegene Teil des Tageskreises der Nachtbogen. Beim Durchschreiten des Tagbogens nimmt die Sonne in der Mitte des Tages den höchsten Standpunkt ein; diesen nennt man ihren oberen Kulminationspunkt. Der aufsteigende Teil des Tagbogens heißt Vormittagsbogen, der absteigende Nachmittagsbogen. Um Mitternacht nimmt die Sonne den tiefsten Standpunkt am unsichtbaren Teile der Himmelkugel ein, den unteren Kulminationspunkt. Er teilt den Nachtbogen in den Vormitternachts- und den Nachmitternachtsbogen ein. Nebenstehende Zeichnung veranschaulicht die Sache.

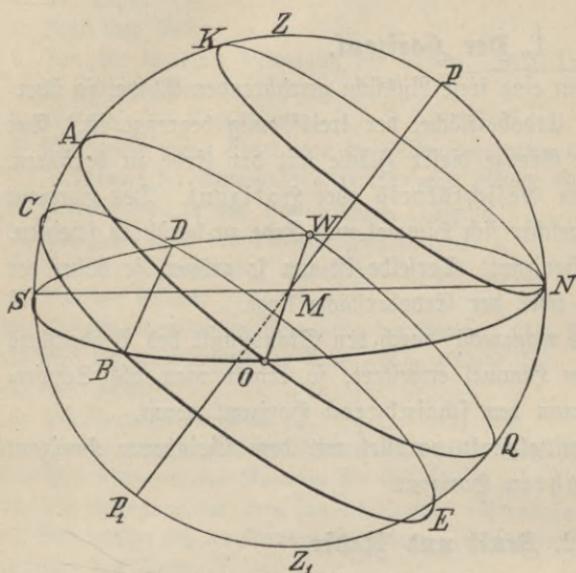


Fig. 1.

Der Kreis  $ZNZ_1S$  stellt die Himmelkugel dar. Kreis  $SONW$  ist der Horizont. Die Kreise  $CE$ ,  $AQ$ ,  $KN$  sind Tageskreise.  $BCD$  und  $OAW$  sind Tagbogen,  $BED$  und  $OQW$  Nachtbogen,  $B$  und  $O$  Aufgangs-,  $D$  und  $W$  Untergangspunkte.  $Z_1 =$  Nadir,  $Z =$  Zenit.  $C$ ,  $A$ ,  $K$  sind obere,  $E$ ,  $Q$  und  $N$  untere Kulminationspunkte. Linie  $PP_1 =$  Himmelsachse.

Der Kreis  $ZNZ_1S$  stellt die Himmelkugel dar. Kreis  $SONW$  ist der Horizont. Die Kreise  $CE$ ,  $AQ$ ,  $KN$  sind Tageskreise.  $BCD$  und  $OAW$  sind Tagbogen,  $BED$  und  $OQW$  Nachtbogen,  $B$  und  $O$  Aufgangs-,  $D$  und  $W$  Untergangspunkte.  $Z_1 =$  Nadir,  $Z =$  Zenit.  $C$ ,  $A$ ,  $K$  sind obere,  $E$ ,  $Q$  und  $N$  untere Kulminationspunkte. Linie  $PP_1 =$  Himmelsachse.

#### 4. Morgen- und Abendweite.

Wir müssen unterscheiden die Himmelsgegenden „Osten und Westen“ von dem „Ostpunkte“ und dem „Westpunkte“. Die Sonne geht wohl alle Tage im Osten auf und im Westen unter. Aber nur an zwei Tagen im Jahre geht sie bei uns genau im Ostpunkte auf und im Westpunkte unter, das ist am 21. März und am 23. September. Am 22. März geht sie schon ein wenig nördlich vom Ostpunkte auf und nördlich vom Westpunkte unter. Die Entfernung des Aufgangspunktes vom Ostpunkte heißt Morgenweite; die Entfernung des Untergangspunktes vom Westpunkte heißt Abendweite. In der Zeit vom 21. März bis zum 23. September hat die Sonne nördliche Morgen- und Abendweiten. In der Zeit vom 23. September bis zum 21. März, also im Winterhalbjahr, hat sie südliche Morgen- und Abendweiten. Die Morgen- und die Abendweiten werden mit Bogen des Horizontes gemessen. Die größte

nördliche Morgen- und Abendweite der Sonne haben wir in Berlin am 21. Juni mit  $41^\circ$ ; ihre größte südliche Morgen- und Abendweite beträgt daselbst am 21. Dezember auch  $41^\circ$ . Die Morgenweite in Marienburg beträgt am 21. Juni  $42\frac{1}{2}^\circ$ , in Leipzig  $39\frac{1}{2}^\circ$ , in Königsberg i. Ostpr.  $43\frac{1}{2}^\circ$ . So geht die Sonne bei uns am 21. Juni fast im Nordosten auf und im Nordwesten unter, am 21. Dezember fast im Südosten auf und im Südwesten unter.

### 5. Auf welche Weise findet man die Himmelsgegenen genau?

A. An heiteren Tagen. Die Sonne geht am Morgen in der Ostgegend auf, steht zu Mittag im Süden und geht am Abend in der Westgegend unter. Wie im vorigen Abschnitte schon angedeutet ist, geht die Sonne nur am 21. März und am 23. September genau im Ostpunkte auf und im Westpunkte unter. Wenn sie ihren oberen Kulminationspunkt erreicht hat, so steht sie genau über dem Südpunkte. An den andern Tagen des Jahres kulminiert sie stets in demselben Scheiteltreise; aber ihre Aufgangs- und Untergangspunkte liegen verschieden. Darum müssen wir uns zunächst an den Kulminationspunkt halten. Wie findet man diesen?

Man schlage (z. B. am 1. Mai) auf der wagerechten Platte eines Gartentisches einen Kreis (Fig. 2) und setze in den Mittelpunkt desselben senkrecht einen Stift. Der Stift sei so lang wie der Halbmesser des Kreises. Man wird nun beobachten, daß das Schattenende des Stifts am Morgen über den Kreis hinausreicht, allmählich kürzer wird und zu einer gewissen Zeit des Vormittags (S W in Fig. 2) in die Kreislinie fällt. Diesen Punkt, in dem das Schattenende mit der Kreislinie zusammenfällt, merke man sich. Stundenlang liegt das Schattenende des

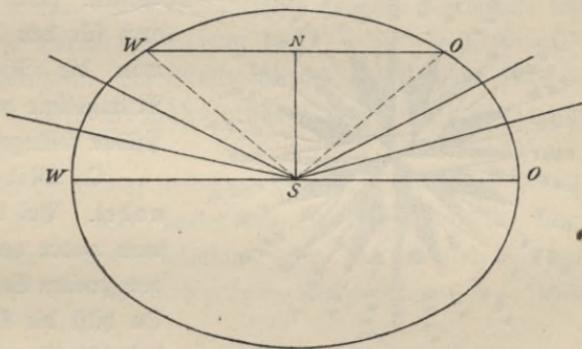


Fig. 2.

Stifts innerhalb des Kreises. Am Nachmittage wird der Schatten wieder länger, und das Schattenende des Stifts fällt wieder in die Kreislinie (O S). Auch diese Stelle merke man sich und verbinde die beiden vermerkten Punkte des Kreises durch eine Gerade. Die Mitte N dieser Sehne verbinde man mit dem Mittelpunkte des Kreises. Die Linie SN, die Mittagslinie genannt, zeigt genau von Norden nach Süden, während die Sehne WO genau von Osten nach Westen gerichtet ist. Fällt nun an jedem andern Tage der Schatten



## 6. Himmelsäquator und Himmelspole.

Der Kreis, den die Sonne am 21. März und am 23. September an der Himmelskugel beschreibt, ist der Himmelsäquator. Die Entfernung des Kulminationspunktes der Sonne an jedem dieser beiden Tage von dem Horizont, auf dem Meridiankreise gemessen, nennt man die Äquatorhöhe. Diese beträgt am Erdäquator

$90^\circ$ , in Berlin  $37\frac{1}{2}^\circ$ . Der Himmelsäquator teilt die Himmelskugel in die nördliche und die südliche Hälfte. Der Punkt auf der nördlichen Hälfte, welcher, im Meridian gemessen,  $90^\circ$  vom Äquator entfernt ist, heißt Nordpol des Himmels; der in der Meridianrichtung  $90^\circ$  vom Äquator entfernte Punkt auf der südlichen Hälfte heißt Südpol des Himmels. Die gerade Linie, die beide Pole verbindet, ist die Himmelsachse. Um diese dreht sich der Himmel scheinbar. Der Bogen des Meridiankreises zwischen Nordpunkt und Nordpol ist die Polhöhe; sie beträgt am Äquator  $180^\circ - (90^\circ + 90^\circ) = 0^\circ$ ; der Pol liegt also im Horizont. In Berlin beträgt die Polhöhe  $180^\circ - (90^\circ + 37\frac{1}{2}^\circ) = 52\frac{1}{2}^\circ$ . Die Polhöhe eines Ortes ist gleich seiner geographischen Breite.

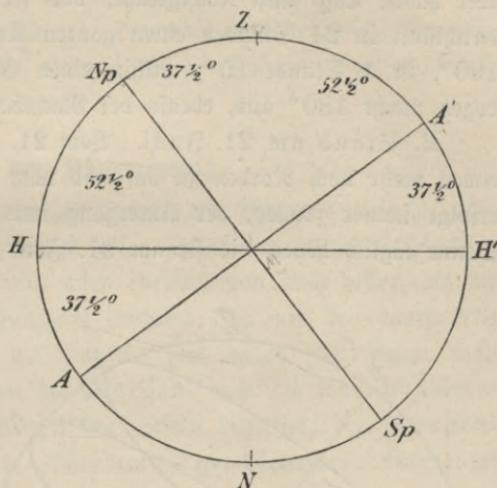


Fig. 5.

In der obenstehenden Zeichnung stellt der Kreis ZHNH' einen Schnitt durch die Himmelskugel dar. HH' deutet den Horizont an. Die Linie AA' liegt in der Ebene des Himmelsäquators. Np und Sp sind Nordpol und Südpol des Himmels. Die Linie NpSp = Himmelsachse; Z = Zenit, N = Nadir.

Aus der Figur ersieht man, daß der Bogen H'A', die Äquatorhöhe, gleich ist dem Bogen zwischen Pol und Zenit (NpZ), beide  $37\frac{1}{2}^\circ$  in Berlin; dagegen ist der Abstand des Äquators vom Zenit (A'Z) gleich der Polhöhe (HNp), beide  $52\frac{1}{2}^\circ$  in Berlin. Allgemein gelten für jeden Punkt der Erde folgende Sätze: Die Polhöhe ist gleich der Zenitdistanz des Äquators; die Äquatorhöhe ist gleich der Zenitdistanz des Pols.

Aus der Figur ersieht man, daß der Bogen H'A', die Äquatorhöhe, gleich ist dem Bogen zwischen Pol und Zenit (NpZ), beide  $37\frac{1}{2}^\circ$  in Berlin; dagegen ist der Abstand des Äquators vom Zenit (A'Z) gleich der Polhöhe (HNp), beide  $52\frac{1}{2}^\circ$  in Berlin. Allgemein gelten für jeden Punkt der Erde folgende Sätze: Die Polhöhe ist gleich der Zenitdistanz des Äquators; die Äquatorhöhe ist gleich der Zenitdistanz des Pols.

Diese Sätze sind anzuwenden auf Paris, Petersburg, Rom, Kalkutta, Kapstadt, Heimatort, deren geographische Breite = bezw.  $49^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $42^\circ$ ,  $23^\circ$ ,  $34^\circ$ .

### 7. Jährlicher Lauf der Sonne.

A. Am 21. März geht die Sonne genau im Ostpunkte um 6 Uhr morgens auf und im Westpunkte um 6 Uhr abends unter. Der Kreis, den sie durchläuft, ist der Himmelsäquator. Sie kulminiert in Berlin in einer Höhe von  $37\frac{1}{2}^{\circ}$ . Der Tag dauert 12 Stunden, die Nacht auch 12 Stunden. Wir haben Tag- und Nachtgleiche, das Frühlingsäquinoktium. Die Sonne durchläuft in 24 Stunden einen ganzen Kreis, also  $360^{\circ}$ , in 12 Stunden  $180^{\circ}$ , in 1 Stunde  $15^{\circ}$ ; mithin einen Grad in 4 Minuten. Der Tagbogen macht  $180^{\circ}$  aus, ebenso der Nachtbogen.

B. Stand am 21. Juni. Vom 21. März an geht die Sonne täglich etwas mehr nach Norden zu auf und nach Norden zu unter. Ihr Aufgang erfolgt immer früher, der Untergang immer später; zudem kulminiert die Sonne täglich höher, bis sie am 21. Juni den größten Tagbogen beschreibt

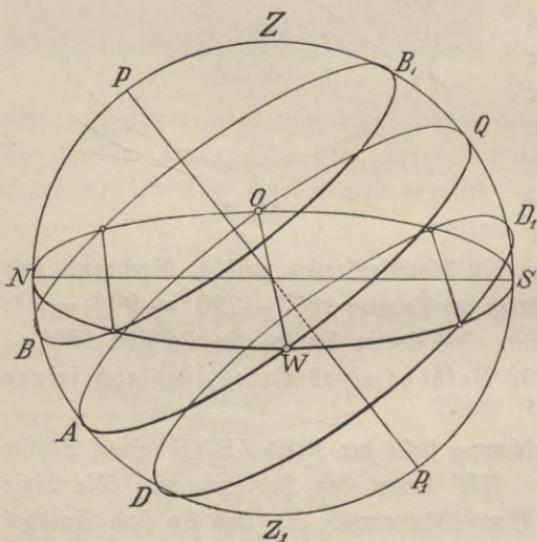


Fig. 6.

und  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  höher kulminiert als am 21. März. Sie erreicht an diesem Tage in Berlin eine Mittagshöhe von  $37\frac{1}{2}^{\circ} + 23\frac{1}{2}^{\circ} = 61^{\circ}$  und sinkt nur  $37\frac{1}{2}^{\circ} - 23\frac{1}{2}^{\circ} = 14^{\circ}$  unter den Horizont. Da die Sonne schon um  $3\frac{3}{4}$  Uhr morgens aufgeht und um  $8\frac{1}{4}$  Uhr abends untergeht, so dauert der Tag  $16\frac{1}{2}$  Stunden, die Nacht  $7\frac{1}{2}$  Stunden. Wir haben den längsten Tag und die kürzeste Nacht. Der Tagbogen beträgt  $16\frac{1}{2} \times 15^{\circ} = 247\frac{1}{2}^{\circ}$ , der Nachtbogen  $7\frac{1}{2} \times 15^{\circ} = 112\frac{1}{2}^{\circ}$ .

C. Vom 21. Juni ab verspätet sich der Aufgang der Sonne täglich, und der Untergang tritt früher ein. Am 23. September sind Tag und Nacht wieder gleich. Wir haben das Herbstäquinoktium.

D. Von nun an geht die Sonne täglich südlich vom Ostpunkte auf und südlich vom Westpunkte unter, bis sie am 21. Dezember morgens  $8\frac{1}{4}$  Uhr nahezu im Südosten aufgeht und des Nachmittags  $3\frac{3}{4}$  Uhr im Südwesten untergeht. Der Tag hat in der Breite von Berlin eine Länge von  $7\frac{1}{2}$  Stunden, die Nacht  $16\frac{1}{2}$  Stunden. Der Tagbogen beträgt  $7\frac{1}{2} \times 15^{\circ} = 112\frac{1}{2}^{\circ}$ , der Nachtbogen  $247\frac{1}{2}^{\circ}$ . Sodann kulminiert die

Sonne  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  tiefer als am 23. September, also in einer Höhe von  $37\frac{1}{2}^{\circ} - 23\frac{1}{2}^{\circ} = 14^{\circ}$ . — In der vorstehenden Figur 6 bedeutet NOSW den Horizont, AQ die Tageskreise vom 21. März und vom 23. September, BB' den Tageskreis am 21. Juni, DD' den Tageskreis am 21. Dezember; Punkte B', Q, D' sind die oberen Kulminationspunkte der Sonne an den genannten Tagen, Punkte B, A, D die unteren. Wie hoch steht die Sonne am 21. März, am 21. Juni und am 21. Dezember in Petersburg, Venedig, Madrid, Konstantinopel, Jerusalem, Kairo, Rio de Janeiro, Buenos Aires, Kapstadt, Angra Pequena, im Heimatort?

### 8. Von der Dämmerung.

A. Erscheinung. Noch ehe die Sonne des Morgens aufgeht, verkündet sie uns ihr Nahen durch einen hellen Schein am östlichen Himmel; wir sagen: Der Tag graut. Dann wird es nach und nach heller, bis die Sonnenscheibe selbst über dem Horizont erscheint und uns den neuen Tag bringt. Diesen Übergang von der dunkeln zur hellen Zeit nennt man Dämmerung. Wir unterscheiden die Morgen- und die Abenddämmerung. Beide werden von einem rötlichen Schein begleitet, der Morgen- und der Abendröte. Sprichwort: „Abendrot — gut Wetterbot“; Morgenrot bringt Schmutz und Kot“.

B. Erklärung. Bevor die Sonne mit ihren Strahlen unsern Wohnplatz erreichen kann, erleuchtet sie die über uns gelegenen Luftschichten. Diese haben das Vermögen, die Lichtstrahlen derart zu brechen, daß wir uns des Sonnenlichtes schon erfreuen, noch ehe die Sonne aufgegangen ist. Ist die Luft mit Dunstbläschen angefüllt, was bei uns meist der Fall ist, so wird das Licht rötlich gebrochen; wir haben das herrliche Schauspiel der Morgen- und der Abendröte, das Aufgang und Untergang der Sonne begleitet.

Von der Dichtigkeit der getroffenen Luftschichten hängt die Stärke der Lichtbrechung ab. Kurz vor Sonnenaufgang und gleich nach Sonnenuntergang werden die dichtesten Luftschichten über unserm Wohnplatz beleuchtet; deshalb ist dann die Helligkeit auch am stärksten. Je dünner die getroffenen Luftschichten werden, desto schwächer wird die Zurückwerfung, bis sie schließlich ganz aufhört.

C. Die Dauer der Dämmerung hängt einmal von der Höhe der Atmosphäre ab, dann aber auch von dem Winkel, unter welchem die Sonne bei ihrem Aufgange und ihrem Untergange den Horizont durchschneidet. Man hat gefunden, daß die Dämmerung so lange dauert, bis die Sonne  $18^{\circ}$  unter den Horizont gesunken ist. Man nennt den unmittelbar unter dem Horizont gelegenen  $18^{\circ}$  breiten Gürtel Dämmerungszone (Figur 7). Da nun die Sonne 4 Minuten braucht, um einen Grad zu durchlaufen, so wird sie am Äquator

18  $\times$  4 = 72 Minuten gebrauchen, um am 21. März und am 23. September die Dämmerungszone zu durchschneiden; am 21. Juni und am 21. Dezember dagegen beträgt sie mehr als 72 Minuten. Die Dauer von 72 Minuten und mehr hat die astronomische Dämmerung. Nach dieser Zeit sind auch die kleinsten der mit bloßem Auge wahrnehmbaren Sterne sichtbar.

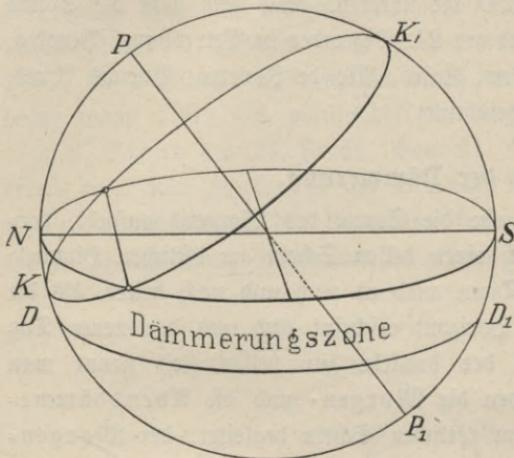


Fig. 7.

In unsern Breiten dauert die astronomische Dämmerung länger, weil die Sonne infolge der schiefen Lage ihrer Tageskreise zum Horizont länger in der Dämmerungszone verweilt. Die Dämmerung ist also verschieden lang und ändert sich mit der Deklination der Sonne. Von dieser Dämmerung unterscheidet man die bürgerliche; diese umfaßt den helleren Teil der astronomischen Dämmerung, in dem man gewöhnliche Schrift bequem lesen kann.

D. Von den sogenannten hellen Nächten. Die Sonne sinkt am 21. Juni in Berlin nur  $14^{\circ}$  unter den Horizont (s. Fig. 7), in Petersburg gar nur  $6\frac{1}{2}^{\circ}$ . ( $KK_1$  = Tageskreis am 21. Juni; Kreis NS = Horizont; ND und  $SD_1 = 18^{\circ}$ ;  $NK = 14^{\circ}$ .) Die Sonne verläßt die Dämmerungszone gar nicht; darum fließen Abenddämmerung und Morgendämmerung ineinander über. Es bleibt also bei klarem Himmel die ganze Nacht hell. Diese hellen Nächte dauern so lange, als die Sonne nicht über  $18^{\circ}$  unter den Horizont sinkt. Bei uns ist das etwa von Mitte Mai bis Ende Juli. In Venedig und Rom kennt man diese hellen Nächte nicht. Warum nicht? Dort dehnt sich die Dämmerung am 21. Juni auf etwa 110 Minuten aus. In der Nähe des Nordpols ersetzen die hellen Nächte monatelang die verschwundene Sonne. Wie kommt das?

## 9. Von der Ekliptik.

A. Die Sonne bewegt sich von Westen nach Osten. Die Sonne macht ihren täglichen Lauf von Osten nach Westen; denselben Weg nehmen täglich dem Augenscheine nach sämtliche Gestirne. Erblickt man nun bald nach Sonnenuntergang nahe dem westlichen Horizont eine Sterngruppe, so wird dieselbe nach einigen Tagen zu derselben Stunde von uns nicht mehr wahrgenommen, weil sie von der Helligkeit des Sonnenlichtes überstrahlt

wird. Nach mehreren Wochen jedoch können wir dieselbe Sterngruppe am Morgenhimmel kurz vor Sonnenaufgang bemerken. Die Sonne hat ihre Stellung zu dieser Sterngruppe also verändert. Während die Sterngruppe früher links, d. i. östlich von der Sonne stand, steht sie jetzt rechts, d. i. westlich von der Sonne. Die Sonne hat sich eine ganze Strecke von Westen nach Osten bewegt, was an der Sterngruppe eben nur zu merken ist. Zugleich weicht sie bei dieser Bewegung auch entweder nach Norden oder Süden vom Äquator ab.

B. Die jährliche Bahn der Sonne bildet einen Kreis. Wenn wie der Mond die Sonne es gestattete, die in ihrer Nähe stehenden Sterne zu sehen, so würde man bemerken, daß z. B. am 21. März ein bestimmter Stern gleichzeitig mit der Sonne den Meridian durchschneite. Am 22. März kulminiert der Stern 4 Minuten früher als die Sonne, weil diese um etwa  $1^\circ$  nach Osten zurückgeblieben ist. Zugleich weicht die Sonne auch ein wenig nach N. Sie schreitet täglich nach Osten um eine Strecke fort, die ungefähr so groß ist wie zwei Sonnenscheibendurchmesser. Im Zeitraum eines Jahres beschreibe sie einen vollständigen Kreis, den man die Ekliptik, d. i. Kreis der Finsternisse, nennt. Er heißt so, weil sich die Finsternisse in diesem Kreise ereignen.

Gewisse Sterngruppen hat man in Gedanken mit den Umrisslinien bestimmter Dinge umgeben, so daß eine Anzahl von Sternbildern entstand. Zu beiden Seiten der Ekliptik liegen zwölf solcher Sternbilder. Diese heißen: Widder, Stier, Zwillinge, Krebs, Löwe, Jungfrau, Waage, Skorpion, Schütze, Steinbock, Wassermann, Fische. Die meisten dieser 12 Sternbilder sind nach

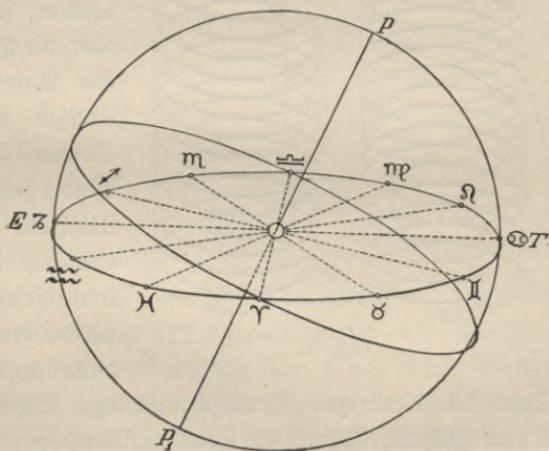


Fig. 8.

Tieren benannt; daher der Name Tierkreis oder Zodiacus für einen etwa  $10^\circ$  breiten Gürtel, dessen Mittellinie die Ekliptik ist.

C. Sternbild und Tierkreiszeichen. Jedes der 12 Sternbilder des Tierkreises nimmt eine Fläche von ungleicher Länge und Breite ein. In der Richtung der Ekliptik mißt das Sternbild des Widders etwa  $25^\circ$ , das des Krebses  $23^\circ$ , das der Waage  $22^\circ$ ; dagegen hat das Sternbild des Löwen  $36^\circ$ , das der Jungfrau  $45^\circ$ , das der Fische  $43^\circ$  Ausdehnung. Infolge dieser ungleichen Ausdehnung der Sternbilder hat man schon seit langer

Zeit die Ekliptik in 12 gleiche Teile eingeteilt und jeden Teil Zeichen der Ekliptik genannt. Bei der Benennung schloß man sich an die Sternbilder des Tierkreises an. So redet man von einem Sternbild des Widders und von einem Zeichen des Widders.

D. Lage der Zeichen der Ekliptik. Von den 12 Zeichen der Ekliptik durchläuft die Sonne im Frühlinge: Widder  $\Upsilon$ , Stier  $\mathbin{\text{♉}}$ , Zwillinge  $\mathbin{\text{♊}}$ ; im Sommer: Krebs  $\mathbin{\text{♋}}$ , Löwe  $\mathbin{\text{♌}}$ , Jungfrau  $\mathbin{\text{♍}}$ ; im Herbst: Wage  $\mathbin{\text{♎}}$ , Skorpion  $\mathbin{\text{♏}}$ , Schütze  $\mathbin{\text{♐}}$ ; im Winter: Steinbock  $\mathbin{\text{♑}}$ , Wassermann  $\mathbin{\text{♒}}$ , Fische  $\mathbin{\text{♓}}$ . Sechs von diesen Zeichen liegen nördlich, sechs südlich vom Äquator, weil die Ekliptik den Äquator (in einem Winkel von  $23\frac{1}{2}^\circ$ ) schneidet. Jene sind die Zeichen des Frühlings und des Sommers, diese die des Herbstes und des Winters. Die Zeichen des Winters und des Frühlings nennt man aufsteigende Zeichen, weil die Sonne beim Durchlaufen dieser Zeichen allmählich

um  $2 \times 23\frac{1}{2}^\circ$  steigt; die Zeichen des Sommers und des Herbstes heißen absteigende Zeichen. Tritt die Sonne in das Zeichen des Widders oder der Wage, steht sie also im Himmelsäquator, so haben wir die Frühlings-, oder die Herbst-Tag- und Nachtgleiche. Die Anfangspunkte der Zeichen des Krebses und des Steinbocks heißen Sonnenstillstandspunkte. Die Sonne wendet sich von diesen Punkten aus am 21. Juni abwärts, am 21. Dezember aufwärts; darum nennt man die Tageskreise dieser Tage Wendekreise und unterscheidet den Wendekreis des Krebses und den des Steinbocks. Figur 8,

Aufsteigende Kreise.

Absteigende Kreise.

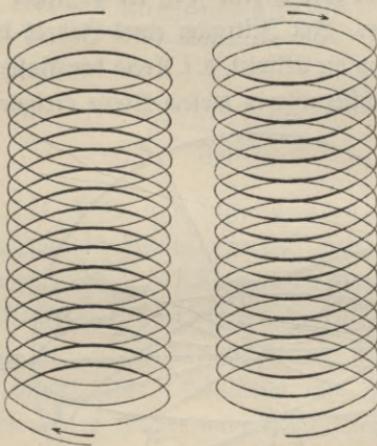


Fig. 9.

Seite 13 dient zur Veranschaulichung: Kreis  $PEP_1T$  = Himmelskugel;  $ET$  = Ekliptik;  $\mathbin{\text{♋}}$  und  $\mathbin{\text{♑}}$  Sonnenstillstandspunkte. (Vgl. auch Fig. 31.)

### 10. Die schraubenförmige Bewegung der Sonne.

Wenn wir uns eine genaue Vorstellung von der Bewegung der Sonne durch die Ekliptik machen wollen, so müssen wir uns auf den Nordpol ver-  
setzt denken. Dort steht die Sonne am 21. März im Horizont und umläuft an diesem Tage den ganzen Horizont. Nach 24 Stunden hebt sie sich schon etwas von dem Horizont ab. Ihr Tageskreis greift nämlich am Schlusse des Tages nicht wieder in dieselbe Stelle ein, wo er am Morgen begann, sondern etwas höher. Der Weg der Sonne gleicht den aufsteigenden Windungen

einer Schraube. Am 21. Juni steht sie  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  über dem Horizonte im Sommer Sonnenstillstandspunkte. Von nun an sinkt sie in absteigenden Windungen, bis sie am 23. September wieder unter den Horizont tritt. Die vorstehende Figur sucht die aufsteigenden und absteigenden Tageskreise der Sonne zu veranschaulichen.

### 11. Von der Kugelgestalt der Erde.

Die Völker des Altertums nahmen an, daß die Erde eine Scheibe sei; doch kannten bereits lange vor Christi Geburt die wissenschaftlich Gebildeten die wahre Gestalt der Erde. Wir haben folgende Gründe für die Kugelgestalt der Erde:

1. Mainz und Charkow in Rußland liegen auf demselben Parallelkreise ( $50^{\circ}$  n. Br.). — Zwei Freunde in Charkow stellten ihre richtig gehenden Uhren genau überein.

Dann reiste der eine nach Mainz. Der Beobachter in Charkow sah die Sonne am 21. März um 6 Uhr aufgehen. Der Freund in Mainz beobachtete auch an demselben Tage den Sonnenaufgang und stellte fest, daß nach seiner Uhr die Sonne um 7 Uhr 52 Minuten aufging. Woher kam das? Wäre die Erde eine Scheibe,

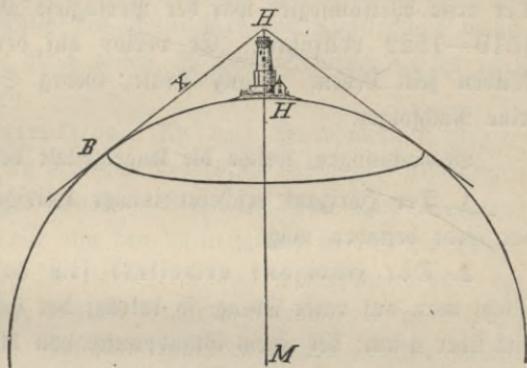


Fig. 10.

so müßte man die Sonne in Charkow und Mainz in demselben Augenblick aufgehen sehen; sie geht aber in Mainz 112 Minuten später auf. Das kann nur dadurch bewirkt sein, daß die Erdoberfläche von Osten nach Westen gekrümmt ist. Mainz liegt  $28^{\circ}$  westlich von Charkow. Die Sonne braucht 4 Minuten, um einen Grad zu durchlaufen, zu  $28^{\circ}$  also 112 Minuten.

2. Der Polarstern steht in Berlin  $52\frac{1}{2}^{\circ}$  über dem Horizont, in Petersburg  $60^{\circ}$ , in Hammerfest  $71^{\circ}$ , in Prag  $50^{\circ}$ , in Rom  $42^{\circ}$ , in Kairo  $30^{\circ}$ . Die verschiedene Höhe ein und desselben Sternes über verschiedenen Horizonten läßt sich nur daraus erklären, daß die Erde von Norden nach Süden gekrümmt ist. — Reist man auf demselben Meridian nach Süden, so sieht man in dieser Himmelsrichtung neue Sternbilder über den Horizont hervortreten, die uns bisher von der gekrümmten Erdoberfläche verdeckt wurden, z. B. das Kreuz des Südens. — Aus beiden Tatsachen geht hervor, daß die Erdoberfläche von Norden nach Süden gekrümmt ist. Nun ist

die Erdoberfläche nach allen Richtungen hin gleichmäßig gekrümmt. Eine nach allen Richtungen gleichmäßig gekrümmte Oberfläche hat nur eine Kugel; folglich hat die Erde Kugelgestalt.

3. An der Gestalt des Schattens erkennt man leicht die Gestalt des schattengebenden Körpers. Den Erdschatten kann man bei Mondfinsternissen beobachten; derselbe ist stets von kreisrunder Form. Einen kreisrunden Schatten kann bei einer bestimmten Lage auch wohl eine kreisförmige Scheibe werfen. Bei der Erde hat man in den verschiedensten Stellungen stets einen kreisrunden Schatten gesehen. Da einen solchen Schatten nur eine Kugel wirft, so muß die Erde auch Kugelgestalt haben.

4. Reisen um die Erde. Seitdem man die Erde zu Schiffe umreist hat, ist es zur unumstößlichen Gewißheit geworden, daß die Erde nirgend unterstützt wird, sondern daß sie frei im Weltenraume schwebt. Der erste Weltumsegler war der Portugiese Magalhaens, welcher das Werk 1519—1522 vollführte. Er verlor auf der Reise im Kampfe mit den Wilden sein Leben. Franz Drake, Georg Spilberg, James Cook waren seine Nachfolger.

Beobachtungen, welche die Kugelgestalt der Erde bestätigen:

1. Der Horizont erscheint immer kreisförmig, wo man sich auch auf der Erde befinden mag.

2. Der Horizont erweitert sich bei erhöhtem Standpunkte. Steht man auf einer Ebene, so beträgt der Halbmesser des Horizontes nicht viel über 4 km; bei einem Standpunkte von 100 m Höhe beträgt er 36 km, bei 1000 m = 113 km. Das ergibt sich aus dem Sekanten-Tangentenfuß. (Siehe Figur 10.) Es sei M der Mittelpunkt der Erdkugel, r der Radius derselben, h (= HH) die Höhe des Beobachtungsortes und x = der Strecke HB der an die Erdkugel gelegten Tangente. Dann ist  $h : x = x : (h + 2r)$ . Es ist klar, daß, wenn h größer oder kleiner wird, auch x in entsprechendem Verhältnis wächst oder abnimmt, und damit die zugehörigen Horizonte. Zahlen eingesetzt bei 100 m Höhe;  $0,1 : x = x : (0,1 + 12750)$ ;  $x^2 = 1275,01$ ,  $x = \sqrt{1275,01} = 35,7$  km. — Bei 1000 m Höhe ergibt sich folgende Proportion:  $1 : x = x : (1 + 12750)$ ;  $x^2 = 12751$ ;  $x = \sqrt{12751} = 111,6$  km. Die Gesichtswerte von der Schneefuppe aus ergibt sich aus der Proportion:  $1,6 : x = x : (1,6 + 12750) = x^2 = 20402,56$ ;  $x = \sqrt{20402,56} = 142,8$  km. Der Gesichtskreis vom Montblanc wird aus folgender Proportion berechnet:  $4,8 : x = x : 12754,8$ ;  $x^2 = 61223,04$ ;  $x = \sqrt{61223,04} = 247,4$  km. Diese berechneten Ausichtsweiten stimmen mit den beobachteten überein. Wäre die Erdoberfläche eine Ebene, so müßten die Ausichtsweiten viel größer sein.

3. Das allmähliche Erscheinen und Verschwinden der Gegenstände. Wenn man am Ufer des Meeres steht, so sieht man von einem sich nähernden Schiffe zuerst die Mastspitze, dann allmählich die Segel, das Verdeck und endlich den Rumpf des Schiffes. (Siehe Figur 11.) Fährt das Schiff aus dem Hafen, so werden umgekehrt zuerst der Rumpf, dann



Fig. 11.

das Verdeck, die Segel und endlich die Spitze des Mastes unserm Auge entzogen. Ähnliche Beobachtungen macht man auf dem Lande in ebener Gegend.

4. Schluß nach der Ähnlichkeit. An dem Monde, der Sonne und den Planeten hat man mit Hilfe des Fernrohres die Kugelgestalt wahrgenommen. Da nun die Erde gleich diesen ein Himmelskörper ist, so wird sie nicht eine Ausnahme machen.

5. Das Gesetz der Attraktion. An dem herabfallenden Regentropfen, an den Hagelkörnern, an dem am Grashalme hängenden Tautropfen bemerkt man die kugelförmige Gestalt. Beim Loslösen eines Tropfens gruppieren sich die flüssigen Teile um den Mittelpunkt, so daß die Kugelgestalt entsteht. Es wirkt hierbei das Gesetz der innern Anziehung oder der Attraktion. Nun nimmt man an, daß die Stoffe der Erde bei ihrer Bildung sich auch in dehnbar flüssigem Zustande befunden haben. Diese Stoffe gruppieren sich nach dem Gesetze der Attraktion um einen Mittelpunkt, wodurch die Erde die Kugelgestalt erhielt.

Die Erde ist nun eine Kugel, sie schwebt frei im Weltraume; es gibt auf ihr kein „oben“ und „unten“. Die uns entgegengesetzt Wohnenden sind ebensowenig unter uns zu denken, wie wir unter ihnen. „Oben“ ist überall auf der Erde die Richtung vom Erdmittelpunkte nach dem Weltraume, „unten“ die nach dem Mittelpunkte der Erde. Die innere Anziehungskraft verhindert das Wegfallen der der Erde angehörenden Körper in den Weltraum.

## 12. Der Globus.

A. Punkte und Linien auf dem Globus. Der Globus ist eine künstliche Nachbildung der Erde in verjüngtem Maßstabe. Auf seiner Oberfläche sind Länder, Meere, Gebirge, Ströme und Seen aufgezeichnet. Er ruht auf einem Gestell. Mitten durch den Globus geht ein Stab, der die Erdachse darstellt. Um diesen Stab dreht er sich. Die hervorragenden Spitzen desselben deuten den Nordpol und den Südpol der Erde

an. Gleich weit von diesen Polen sehen wir auf dem Globus einen Kreis, der die Erdoberfläche in die nördliche und die südliche Hälfte teilt; er heißt Gleichher oder Äquator. Der Äquator durchschneidet Afrika, die Inseln Sumatra, Borneo und Celebes und in Südamerika die Republiken Ecuador und Brasilien. — Mit dem Äquator laufen Kreise parallel; das sind die Parallelkreise oder Breitenkreise. Man zählt auf der nördlichen und der südlichen Halbkugel je 90 solcher Kreise; doch ist gewöhnlich nur der je 10. Kreis angedeutet. Sie sind um so kleiner, je weiter sie von dem Äquator entfernt sind; die beiden Pole, als äußerste Parallelkreise, sind endlich bloße Punkte. Breitengrade sind die Meridianstücke zwischen je zwei benachbarten Breitenkreisen. Man zählt also 90 Breitengrade nördlich vom Äquator und 90 südlich davon. An Breite sind sie sämtlich gleich; der Abstand zwischen zwei Breitenkreisen beträgt 111 km. Die Parallelkreise, welche sich  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  nördlich und südlich vom Äquator hinziehen, heißen Wendekreis des Krebses und Wendekreis des Steinbocks. Die beiden Parallelkreise, welche  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  von den Polen entfernt liegen, nennt man den nördlichen und den südlichen Polarkreis.

Der Äquator und die Parallelkreise werden rechtwinklig von Kreisen durchschnitten, die von Pol zu Pol gehen. Man nennt sie Längenkreise und zählt 180 ganze Kreise oder 360 Halbkreise. Die Halbkreise heißen Meridiane. Alle Orte, welche unter einem solchen Halbkreise liegen, haben zu gleicher Zeit Mittag. Auf dem Globus ist gewöhnlich auch nur der je 10. Meridian angedeutet. Die Deutschen nahmen früher den Meridian von Ferro als den Nullmeridian an. Von da aus zählten sie  $180^{\circ}$  östlicher Länge und  $180^{\circ}$  westlicher Länge. Die Franzosen nehmen den Meridian von Paris, welcher  $20^{\circ}$  östlich von Ferro liegt, als den Nullmeridian an, die Engländer den der Sternwarte von Greenwich,  $17\frac{2}{3}^{\circ}$  östlich von Ferro. In letzter Zeit erfährt der englische Nullmeridian in den kartographischen Darstellungen den Vorzug. — Will man nun die geographische Lage eines Ortes genau bestimmen, so gibt man seine Breite und seine Länge an. Berlin z. B. liegt in  $52\frac{1}{2}^{\circ}$  nördlicher Breite und  $13\frac{1}{3}^{\circ}$  östlicher Länge von Greenwich. Bestimme die Lage von Leipzig, Paris, Petersburg, Rom, New York, Kalkutta, Kapstadt, Rio de Janeiro und vom Heimort!

B. Größe der Erde. Der Äquator hat eine Länge von rund 40 070 km. Ein Längengrad mißt also am Äquator 111,3 km. Bei uns in Deutschland<sup>1)</sup> beträgt ein Längengrad in der Breite von Berlin rund

1) In $48^{\circ}$ Breite	74,6 km	In $52^{\circ}$ Breite	68,7 km
" $49^{\circ}$ "	73,2   "	" $52\frac{1}{2}^{\circ}$ "	67,9   "
" $50^{\circ}$ "	71,7   "	" $53^{\circ}$ "	67,1   "
" $51^{\circ}$ "	70,2   "	" $54^{\circ}$ "	65,6   "

68 km; denn die Meridiane laufen schließlich in den Polen zusammen. Der Durchmesser des Erdäquators beträgt  $40\,070 : 3,1415 = \text{rund } 12\,755 \text{ km}$ . Die Erdachse ist jedoch nur 12 712 km lang, weil die Erde an beiden Polen abgeplattet ist. Die Oberfläche der Erde ist nach der Formel  $4r^2 \cdot \pi = 510 \text{ Mill. qkm}$ ; ihr kubischer Inhalt beträgt nach der Formel  $\frac{4r^3 \cdot \pi}{3} = \text{rund } 1084 \text{ Milliarden ckm}$ . Das ist eine unvorstellbare Größe, und doch stellt die Größe unserer Erde nur einen winzigen Teil der Sonnengröße dar.

### 13. Die Rotation der Erde.

Die alten Griechen und Römer und auch die Völker des Mittelalters bis zur Zeit des Kopernikus dachten sich unsere Erde stillstehend in der Mitte des Weltalls. Um dieselbe wölbt sich der Himmel in der Form einer hohlen Kugel, an deren inneren Fläche sie sich die Sonne, den Mond und alle Gestirne angeheftet dachten. Das ganze Himmelsgewölbe mitsamt den Sternen schwang sich nach ihrer Meinung in genau 24 Stunden um die Erde. Diese Ansicht ist unwahrscheinlich. Wie wir heute wissen, sind die Himmelskörper zum allergrößten Teil unmeßbar weit von unserer Erde entfernt. Der Mond müßte bei seiner Entfernung in der Minute 1678 km, die Sonne 648 600 km und der nächste Fixstern gar 130 000 Mill. km zurücklegen. Das sind unmögliche Geschwindigkeiten. Außerdem ist unsere Erde viel zu klein, als daß sie die 323 000 mal so schwere Sonne veranlassen könnte, um sie herumzuspazieren. Um so weniger vermag sie das bei den Sternen, schon darum nicht, weil sie sich nicht im Mittelpunkt aller scheinbaren Sternenbahnen befindet.

Daraus geht hervor, daß nicht, wie es scheint, Sonne, Mond und Sterne in 24 Stunden um die Erde herumlaufen, sondern daß diese Erscheinung durch eine Drehung der Erde um ihre Achse zustande kommt. Diese Bewegung der Erde um ihre eigene Achse nennt man ihre Rotation (rota das Rad, rotare im Kreise herumdrehen).

### 14. Weitere Beweise für die Rotation der Erde.

Legt der Töpfer einen kugelförmigen Klumpen weichen Ton auf die Drehscheibe und setzt diese in Bewegung, so bemerkt man, daß der Tonklumpen an der Drehungsachse sich abplattet, in der Mitte (Äquator) dagegen an Umfang zunimmt. Dasselbe kann man an der bekannten schnellrotierenden Ringkugel wahrnehmen. Man nimmt an, daß sich die Erde bei ihrer Entwicklung in einem flüssigen Zustande befunden habe. Drehte sich nun die Erde um ihre Achse, so mußte sie sich an den Polen abplätten. Man kann aber auch umgekehrt von der Wirkung auf die Ursache schließen.

Ist die Erde an den Polen wirklich abgeplattet, so muß sie sich um ihre eigene Achse bewegen. Können wir also die Abplattung der Erde an den Polen nachweisen, so ist damit auch die Ursache, nämlich die Rotation der Erde, erwiesen.

1. Man hat Messungen auf ein und demselben Meridiane veranstaltet und gefunden, daß die Länge eines Breitengrades am Äquator beträchtlich geringer ist, als in der Nähe der Pole.<sup>1)</sup> Das läßt sich nur daraus erklären, daß die Erde in der Nähe des Äquators gewölbter ist, in der Nähe der Pole mehr flach oder abgeplattet.

2. Der Pendelbeweis. Der Franzose Richer nahm auf einer Reise von Paris nach Cayenne in Südamerika (5° nördlicher Breite) eine richtig gehende Pendeluhr mit. Er bemerkte, daß die Uhr sich in Cayenne täglich 148 Sekunden verspätete. Er mußte darum das Pendel entsprechend verkürzen, damit die Schwingungen desselben schneller würden. Mit diesem verkürzten Pendel kam er wieder in Paris an, und hier machte er die Erfahrung, daß seine Uhr sich täglich um 148 Sekunden verfrühte. Woran lag das? Die Schwingungszahl eines Pendels hängt von der Wirksamkeit der Anziehungskraft der Erde ab, die wir uns im Erdmittelpunkt vereinigt denken. Je mehr ein Pendel dem Erdmittelpunkt genähert wird, um so schneller schwingt es. Ein Pendel wird überall, wo es sich in gleichbleibender Entfernung vom Mittelpunkte der Erde befindet, in gleicher Zeit gleich viel Schwingungen ausführen. Macht es an irgend einem Orte in gleicher Zeit weniger Schwingungen, so muß es sich dort weiter vom Erdmittelpunkte befinden als an dem früheren. Da nun in Cayenne das Sekundenpendel (0,994 m lang) an einem Tage 148 Schwingungen weniger machte, als in Paris, so muß Paris offenbar dem Erdmittelpunkte näher liegen als Cayenne. (Die Höhe über dem Meere ist gleich hoch angenommen.) Da nun Cayenne in der Nähe des Äquators liegt, Paris unter 49° nördlicher Breite näher dem Pole, so ist ersichtlich, daß der Radius der Erdkugel am Äquator größer sein muß als in der Nähe der Pole, daß die Erde hier also abgeplattet sein muß. Nach den Berechnungen Bessels beträgt diese Abplattung  $\frac{1}{299}$  des Äquatorhalbmessers, so daß der Äquatordurchmesser 43 km länger ist als die Erdachse. Somit wäre erwiesen, daß die Erde abgeplattet ist. Diese Abplattung setzt aber als Ursache die Bewegung der Erde um ihre eigene Achse voraus.

3. Die Rotation der Erde geschieht von Westen nach Osten. Die Richtigkeit dieser Behauptung bestätigen angestellte Fallversuche.

<sup>1)</sup> In Lappland ist ein Grad 1300 m, in Frankreich 560 m länger als am Äquator.

Dreht sich die Erde um ihre eigene Achse, so muß z. B. die Spitze eines Turmes einen größeren Schwingungskreis durchlaufen als sein Fuß. Körper, die aus der Höhe der Spitze eines Turmes herabfallen, können nicht genau senkrecht fallen; sie müssen der größeren Geschwindigkeit wegen nach der Richtung, wohin sich die Erde bewegt, etwas voranfallen. Man hat von einem Kirchturme in Hamburg Steine herabfallen lassen und gefunden, daß dieselben um etwa 1 cm nach Osten zu vorfielen. Fallversuche in einem Bergwerksschachte zu Freiberg in einer Höhe von 160 m ergaben eine östliche Ablenkung von fast 3 cm. In der nebenstehenden Figur stellt der große Kreis die Erde dar. Punkt *M* deutet den Mittelpunkt der Erde an; *c* ist der Fuß, *a* die Spitze des Turmes. Von der Spitze des Turmes *a* läßt man einen Stein fallen. Der Fuß des Turmes legt während des Falles die Strecke *cd* zurück, während die Spitze den Weg *ab* macht. Der herabfallende Stein legt vermöge seiner beibehaltenen Schwungkraft dieselbe Strecke zurück. Er fällt darum nicht in *d*, senkrecht unter *b*, sondern in *e* zur Erde. Die Strecke *de* bestimmt die Ablenkung nach Osten. Man hat berechnet, daß ein Körper bei einer Fallhöhe von 10 000 m um 7 m nach Osten voranfällt.

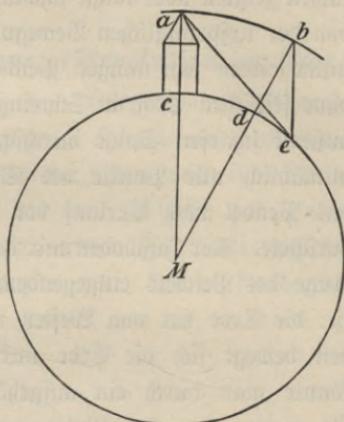


Fig. 12.

4. Die Passatwinde beweisen die Rotation der Erde von Westen nach Osten. In der Nähe des Äquators wird die Luft stark erwärmt und steigt infolgedessen nach oben. Der so erzeugte luftverdünnte Raum wird von der kälteren Luft der benachbarten Zonen alsbald wieder ausgefüllt. Dadurch werden zwei gegen den Äquator gerichtete Luftströmungen veranlaßt, die man Passatwinde nennt. Stände die Erde still, so würde die auf der nördlichen Erdhälfte gegen den Äquator gerichtete Luftbewegung als Nordwind, die auf der südlichen Hälfte als Südwind empfunden werden. Die Erde rotiert aber, und die Luft nimmt an der Umdrehungsgeschwindigkeit der einzelnen Erdstriche teil. Punkte in der Nähe des Äquators haben eine größere Umdrehungsgeschwindigkeit als solche, die sich mehr nach den Polen zu befinden. Deshalb wird die über dem Äquator oben abfließende warme Luft nach dem Beharrungsgesetze den Orten, wohin sie weht, voraneilen; ihre Bewegung wird auf der nördlichen Halbkugel als Südwestwind, auf der südlichen als Nordwestwind empfunden. Die Orte, wo die kühlen Passatwinde entstehen, haben eine geringere Umdrehungsgeschwindigkeit als die Orte am Äquator. Diese Geschwindigkeit behalten diese Winde bei und bleiben

daher hinter den Orten, wohin sie wehen, zurück. Sie treten als Nordost- und Südostwinde (Passatwinde) auf. In diesen Richtungen wehen die Winde erfahrungsgemäß. Darum können wir den Rückschluß machen: Die Erde rotiert von Westen nach Osten.

5. Der Foucault'sche Beweis. Das Pendel schwingt gemäß dem Beharrungsgesetz immer in derselben Schwingungsebene. Bei angestellten Versuchen zeigten aber lange schwingende Pendel scheinbar auffällige Abweichungen von der ursprünglichen Bewegungsrichtung. Der Pariser Foucault stellte nun unter einem sehr langen Pendel einen Kreis von Sägespänen her, den das ohne seitlichen Stoß in Schwingung versetzte Pendel an zwei Stellen mit einer äußerst scharfen Spitze durchschnitt. Diese Spitze traf nach der Beobachtung allmählich alle Punkte des Sägespänekreises von Osten nach Westen, bis das Pendel nach Verlauf von 32 Stunden wieder die ersten beiden Punkte berührte. Der Fußboden mit den Sägespänen hatte sich also der Schwingungsebene des Pendels entgegenbewegt von Westen nach Osten, oder was dasselbe ist: die Erde hat von Westen nach Osten rotiert. Genau  $360^\circ$  in 24 Stunden bewegt sich die Erde nur an den Polen dem Pendel entgegen. Hier könnte man durch ein aufgehängtes Pendel eine natürliche Uhr herstellen. Je weiter von den Polen entfernt, je mehr Zeit braucht das Pendel zu einer Umdrehung. Man hat berechnet, und die Erfahrung bestätigt diese Berechnung, daß das Pendel in Petersburg in 28, in Berlin in 30, in Kairo in 48 Stunden eine ganze Umdrehung vollendet, in Cayenne erst in  $13\frac{1}{2}$  Tagen. Und am Äquator ist gar keine Ablenkung zu bemerken, weil die Schwingungsebene senkrecht auf der Erdachse steht.

### 15. Was folgt aus der Rotation der Erde?

Wir haben früher ausgesprochen, daß es Tag wird, wenn die Sonne aufgeht, daß es Nacht wird, wenn die Sonne untergeht. So ist es scheinbar. Nun wir wissen, daß die Erde sich in 24 Stunden um ihre Achse dreht, können wir uns die Sache anders vorstellen. Nicht die Sonne läuft täglich von Osten nach Westen um die Erde, sondern die Erde rotiert von Westen nach Osten. Die der Sonne zugewandte Hälfte der Erde erhält Licht, hat also Tag; die ihr abgewandte Hälfte liegt im Dunkel, hat Nacht. Hat sich nun die Erde so weit nach Osten bewegt, daß ein bestimmter Punkt, z. B. Berlin, von den Sonnenstrahlen getroffen werden kann, so geht für diesen Ort die Sonne auf. Tritt der Ort nach weiterer Umdrehung unter den Meridian, so kulminiert die Sonne; der Ort hat Mittag. Wendet er sich von der Sonne ab, so sinkt diese immer tiefer, bis ihn die Sonnenstrahlen nicht mehr treffen können; sie geht für ihn unter. Je weiter demnach ein Ort nach Osten liegt, desto früher muß er sich der

Sonne nähern, desto früher geht diese auf, desto früher hat der Ort Mittag und Abend. — Wie wir schon gesehen haben, beträgt der Zeitunterschied für einen Grad 4 Minuten. Ein Punkt des Äquators legt also in 4 Min. 111,3 km zurück, in einer Minute = 27,77 km. Das ist die 60fache Schnelligkeit, wie sie ein mäßiger Eisenbahnzug hat.

Beranschaulichung am Globus — Stecknadel — Licht — Drehung — Tag — Nacht — Dämmerung.

### 16. Die Bewegung der Erde um die Sonne. (Revolution der Erde.)

Es wäre wunderbar, wenn die Erde bei ihrer Rotation im Weltraume auf derselben Stelle verharren würde. Sie bewegt sich vielmehr in einem Jahre um die Sonne. Diese Bewegung der Erde nennt man ihre Revolution. — Auch für die Revolution der Erde hat man indirekte und direkte Beweise. Es seien hier einige kurz angedeutet: Wenn die Revolution der Erde nicht stattfände, so fiel auch die Rotation fort, welche hinlänglich

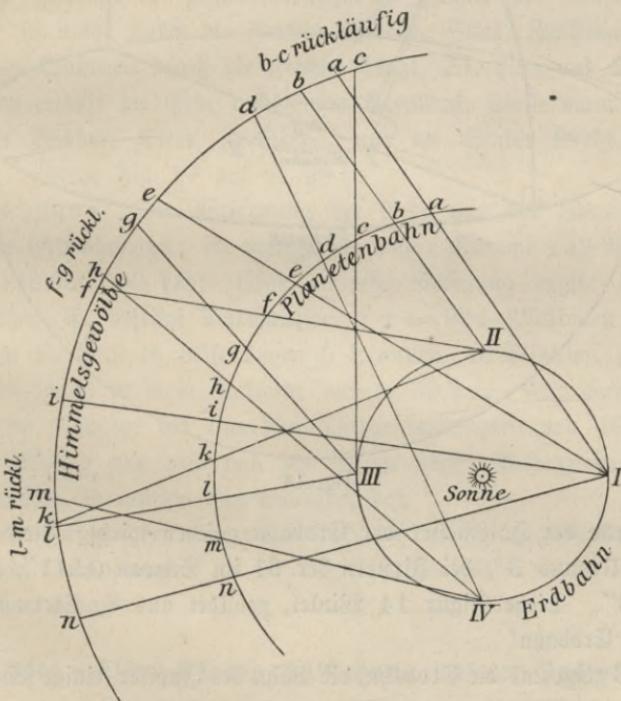


Fig. 13.

erwiesen ist. — Die andern Planeten bewegen sich um die Sonne; warum sollte die Erde allein eine Ausnahme machen? — Unmöglich kann die 323 000 mal so schwere Sonne sich um die kleine Erde bewegen. Direkte Beweise

bilden a) das Auffinden der Parallaxen der entfernteren Planeten und einiger Fixsterne (siehe Figur 14), b) die Rückläufigkeit der Planeten (siehe Figur 13), c) die Aberration des Lichts.

Die Parallaxe ist der Winkel, den zwei von verschiedenen Standorten nach einem Punkte gezogene Gesichtslinien bilden. Man unterscheidet u. a. Horizontal-Parallaxen und jährliche Parallaxen. Die Horizontal-Parallaxe eines Gestirns ist der Winkel, unter welchem einem im Mittelpunkte dieses Gestirns befindlichen Auge der Halbmesser der Erde erscheint. (Mond 57', Sonne 8,85''). Die jährliche Parallaxe ist der Winkel, unter welchem auf

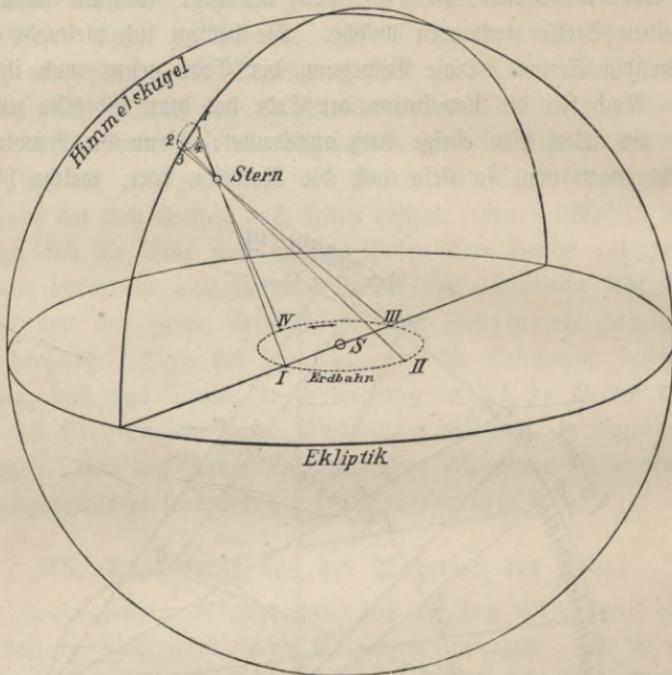


Fig. 14.

einem Gestirne der Halbmesser der Erdbahn gesehen wird. Diese Parallaxe beträgt bei Uranus  $3^{\circ}$ , bei Fixstern Nr. 61 im Schwan  $0,511''$ , bei  $\alpha$  Centauri  $0,918''$ . Siehe Figur 14 Winkel, gebildet aus S, Stern und einem Punkte der Erdbahn!

Fig. 13 zeigt uns die Erdbahn, die Bahn des Jupiter, einige seiner Standorte in gleichen Abständen a, b, c usw. und wie sie uns am Himmelsgewölbe erscheinen. (Dargestellt am äußeren Bogen.) Wir sehen auf der Erdbahnstrecke I II den Jupiter von a nach b ostwärts vorschreiten, also rechtläufig; von II—III sehen wir, wie Jupiter von b nach c westwärts, also rückläufig sich bewegt, von c—d—e—f rechtläufig, von f—g wieder rückläufig, ebenso

von l—m. Diese Rückläufigkeit läßt sich nur aus der Bewegung der Erde um die Sonne erklären; denn in Wahrheit schreitet der Jupiter ja immer rechtläufig oder von Westen nach Osten vor.

Die von Bradley (einem Engländer) 1728 gefundene jährliche Bewegung der Fixsternörter, welche er mit dem Namen der Aberration des Lichts bezeichnete, gibt einen unumstößlichen Beweis für die Bewegung der Erde um die Sonne. Jeder Stern zeichnet gleichsam in seiner Aberrations-Ellipse eine Ellipse auf den Himmel, welche ein treues Abbild der Erdbahn ist, wie sie von den verschiedenen Fixsternen aus erscheint.

Der Weg, den die Erde bei ihrer Revolution einschlägt, ist uns schon bekannt. Es ist nämlich derselbe, den die Sonne scheinbar während eines Jahres durch die zwölf Zeichen der Ekliptik zurücklegt. Die Sonne steht im Mittelpunkte dieser Bahn, welche wir uns vorläufig als einen Kreis vorstellen. — Steht nun die Sonne, von uns aus gesehen, beim Frühlingsanfang am 21. März im Zeichen des Widders, so steht die Erde, von der Sonne aus gesehen, im gegenüberliegenden Zeichen der Waage. Während die Sonne scheinbar durch die Zeichen Widder, Stier, Zwillinge geht, geht die Erde in Wahrheit durch die Zeichen Waage, Skorpion und Schütze. Im Sommer durchläuft die Erde die Zeichen Steinbock, Wassermann und Fische; im Herbst Widder, Stier, Zwillinge, und im Winter Krebs, Löwe und Jungfrau. (Siehe Fig. 17 auf S. 28.)

Berechnung. Die Entfernung der Erde von der Sonne macht den Radius der Erdbahn aus. Er beträgt in runder Summe 149 Millionen km (genauer 148 600 000 km). Eine einfache Rechnung ergibt den Umfang der Erdbahn. Er beträgt Durchmesser  $\times \pi = 934$  Millionen km. Diese Strecke legt die Erde in 365 Tagen 5 Stunden, 48 Minuten, 45 Sekunden zurück; das macht in einer Sekunde nahezu 30 km. Ein Punkt der Erdoberfläche im Äquator hat eine Rotationsgeschwindigkeit von 464 m in der Sekunde. Wollen wir uns von der Größe dieser Bewegungen eine Vorstellung machen, so müssen wir bedenken, daß

ein Fußgänger	in einer Sekunde	$1\frac{1}{3}$ m	zurücklegt,
ein Dampfwagen	" "	15—20 m	"
der Schall	" "	332 m	" .

### 17. Wie erklärt sich die Entstehung unserer Jahreszeiten?

Wir haben vier Jahreszeiten: Frühling, Sommer, Herbst und Winter. Sie unterscheiden sich wesentlich dadurch, daß die Sonne in ihnen einen verschiedenen hohen Stand hat. Je höher der Stand der Sonne ist, desto stärker wird die Erde erwärmt, und umgekehrt. Am 21. Juni scheint die Sonne bei uns  $16\frac{1}{2}$  Stunden, am 21. Dez. nur  $7\frac{1}{2}$  Stunden. Die Wirkung der

Sonnenstrahlen hängt also auch von der Länge des Tages ab. Wie kommt es nun, daß eine solche Verschiedenheit in der Wärme und der Tageslänge in den einzelnen Jahreszeiten vorhanden ist?

Das hängt von der Stellung der Erdbachse zur Erdbahn ab. Denken wir uns zuerst die Erdbachse auf der Erdbahn senkrecht stehend. Welche

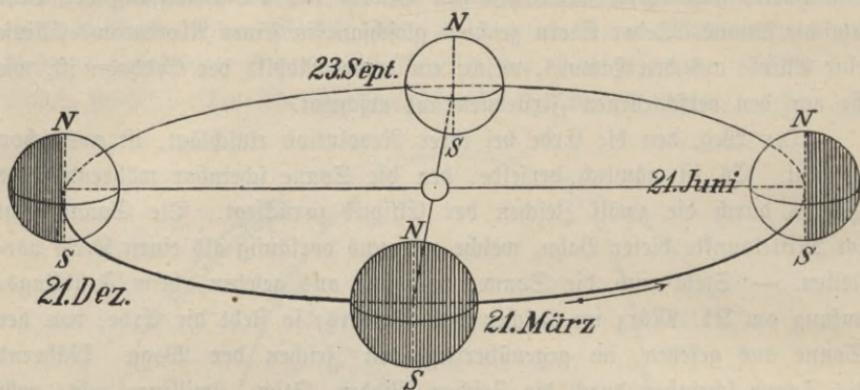


Fig. 15.

Folgen ergeben sich daraus? Es würden die Sonnenstrahlen jahraus, jahrein senkrecht auf den Äquator fallen. (Siehe Figur 15.) Alle andern Orte empfangen die Sonnenstrahlen mehr oder weniger schräg. Am Nordpol

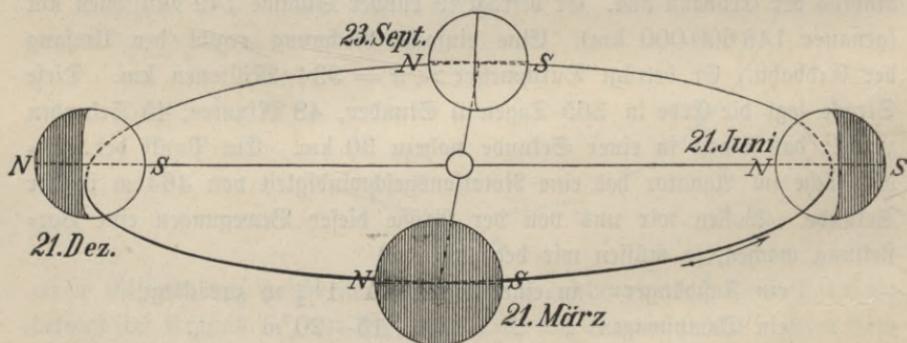


Fig. 16.

würde die Sonne Tag für Tag im Horizonte stehen. Wir hätten also an einem bestimmten Orte immer dieselbe Höhe des Sonnenstandes, und alle Tage des Jahres würden einander gleichen. Jeder Ort hätte nur eine Jahreszeit. Wir in Deutschland würden also ewig Frühling oder Herbst haben. Da diese Folgen der Wirklichkeit nicht entsprechen, so kann die Erdbachse nicht rechtwinklig auf der Erdbahnebene stehen.

Nehmen wir an, die Erdbachse liege in der Erdbahnebene, habe sozusagen eine wagerechte Stellung. Welches wären da die Folgen? Am 21. März würden dieselben Verhältnisse obwalten wie bei der senkrechten Stellung. Von da ab würden bis zum 21. Juni nacheinander alle Orte zwischen dem Äquator und dem Nordpol senkrecht getroffen. Am 21. Juni stünde die Sonne senkrecht über dem Nordpol, und zwar nicht, wie am Äquator, bloß zu Mittag, sondern den ganzen Tag. Es müßte eine Hitze entstehen, die alle Lebewesen töten würde. Sodann würde an diesem Tage die ganze südliche Erdhälfte Nacht haben; die Gegenden am Südpole hätten schon seit drei Monaten Nacht. Am Äquator würde man unter Eis und Schnee vor Kälte zittern! (Siehe Figur 16.)

Nach einem Vierteljahr, am 23. September, würden die Sonnenstrahlen wieder senkrecht auf den Äquator fallen, wie am 21. März. Tag und Nacht wären wieder auf der ganzen Erde gleich. Von da ab würde die südliche Halbkugel auf ein Halbjahr von der Wärme begünstigt werden. Auf der nördlichen Halbkugel müßte alles Leben vor Frost erstarren, während auf dem Südpole dieselben Verhältnisse eintreten müßten, wie vor einem halben Jahre auf dem Nordpole. Wesen, wie sie die Erde jetzt trägt, könnten bei einem solchen Temperaturwechsel nicht bestehen. Tatsächlich entsprechen die hier gezogenen Folgen der Wirklichkeit nicht. Daraus geht hervor, daß auch die besprochene Stellung der Erdbachse zur Erdbahnebene nicht der Wirklichkeit entspricht.

Wenn nun die Erdbachse nicht senkrecht zur Erdbahnebene steht und auch nicht parallel mit ihr liegt, so muß sie schief auf derselben stehen. In Wahrheit weicht die Erdbachse von der senkrechten Stellung um  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  ab, hat also zur Erdbahn einen Neigungswinkel von  $66\frac{1}{2}^{\circ}$ . Diese Schiefe behält die Erdbachse in jedem Punkte ihrer Bahn bei. Sie zeigt immer auf ein und denselben Punkt des Himmels, den Nordpol, und bleibt sich stets parallel. (Wir veranschaulichen uns den Wechsel der Jahreszeiten am Tellurium. Ein einfacher Globus genügt schließlich auch. Haben wir nur den letzteren zur Verfügung, so setzen wir ein Licht, welches die Sonne vorstellen soll, in die Mitte des Lehrtisches. Die Erdbahn bezeichnen wir durch einen Kreis auf dem Tische. Dann geben wir dem Globus die Stellung, die die Erde am 21. März einnimmt. (Siehe Fig. 17.)

I. Wir bemerken, daß die Sonnenstrahlen senkrecht auf den Äquator fallen, dagegen die beiden Pole nur streifen. Alle Parallelkreise werden zur Hälfte beleuchtet. Darum sind Tag und Nacht überall auf der Erde gleich. Wir haben Tag- und Nachtgleiche. Bei uns beginnt der Frühling, auf der südlichen Hälfte der Erde dagegen der Herbst. Die Erde steht von der Sonne aus gesehen in dem Zeichen der Waage, die Sonne von der Erde aus gesehen in dem Zeichen des Widder. In Berlin kulminiert sie in einer Höhe von  $37\frac{1}{2}^{\circ}$ .

II. Von nun an durchläuft die Erde allmählich den vierten Teil ihrer Bahn, geht scheinbar durch die Zeichen Waage, Skorpion, Schütze, die Sonne durch Widder, Stier, Zwillinge. Täglich wendet sich die nördliche Erdhälfte mehr der Sonne zu. Täglich steigt die Sonne darum höher, täglich geht sie mehr nach Norden zu auf und nach Norden zu unter. Nicht mehr der Äquator wird zu Mittag senkrecht von der Sonne getroffen, sondern Punkte, die

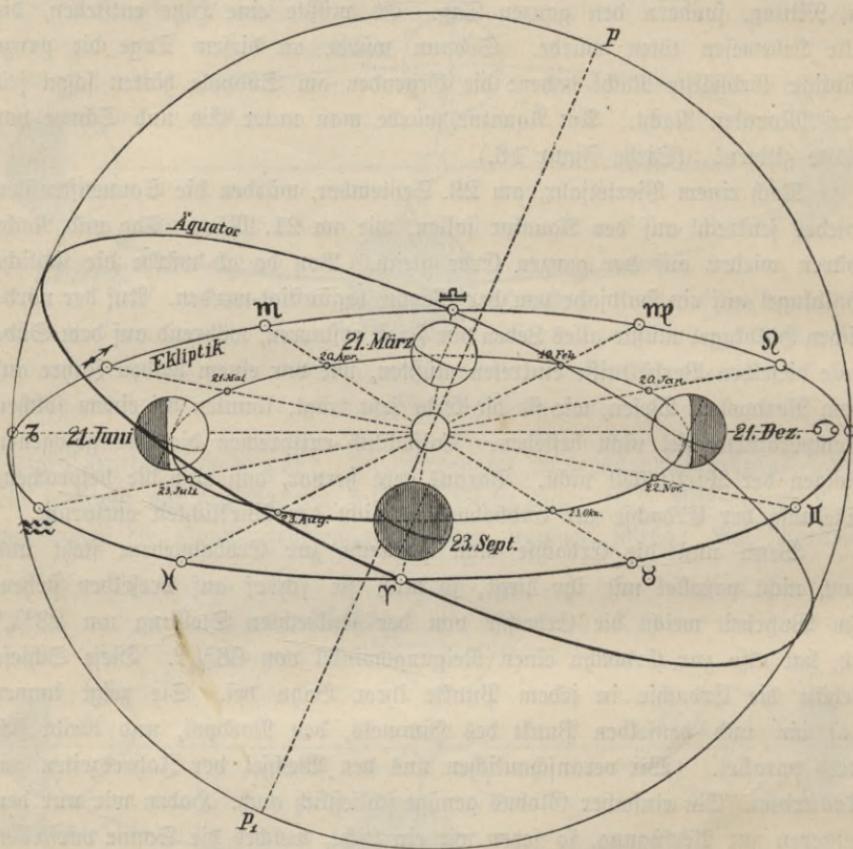


Fig. 17.

nördlich vom Äquator liegen. Am 21. Juni hat sie endlich ihren höchsten Stand erreicht. In Berlin steht sie  $37\frac{1}{2} + 23\frac{1}{2} = 61^\circ$  hoch. Der Wendekreis des Krebses,  $23\frac{1}{2}^\circ$  nördlich vom Äquator, wird senkrecht von der Sonne getroffen. Die Lichtstrahlen greifen über den Nordpol hinaus, so daß der Flächenanteil innerhalb des nördlichen Polarkreises Tag hat. Der Tag hat am Nordpole schon 3 Monate gedauert; am nördlichen Polarkreise dauert er 24 Stunden. Auch wir haben die kürzeste Nacht und den längsten Tag, nämlich  $7\frac{1}{2}$  und  $16\frac{1}{2}$  Stunden. Es beginnt für uns der Sommer. Auf der südlichen Halbkugel tritt dagegen der Winter ein. Die Fläche inner-

halb des südlichen Polarkreises hat Nacht. Die Lichtgrenze reicht eben nur bis an diesen Kreis. Dort wird der tiefste Sonnenstand, der kürzeste Tag, die längste Nacht, natürlich auch die geringste Wärme beobachtet.

III. Die Sonne tritt scheinbar in das Zeichen des Krebses, die Erde in das Zeichen des Steinbocks. Während des Vierteljahrs, in dem die Sonne nun scheinbar die Zeichen Krebs, Löwe, Jungfrau und die Erde die Zeichen Steinbock, Wassermann, Fische durchläuft, sinkt die Sonne allmählich tiefer, bis endlich am 23. September die Sonnenstrahlen wieder senkrecht auf den Äquator fallen. Die beiden Pole werden wieder gestreift. Wir haben die zweite Tag- und Nachtgleiche. Bei uns beginnt der Herbst, auf der südlichen Halbkugel dagegen der Frühling. Die Sonne tritt in das Zeichen der Waage, die Erde in das Zeichen des Widders.

IV. Während der nächsten drei Monate wendet sich die südliche Hälfte der Erde immer mehr der Sonne zu. Dort steigt die Sonne immer höher und höher, bis sie am 21. Dezember senkrecht über dem Wendekreise des Steinbocks steht. Es treten nun für die südliche Halbkugel dieselben Verhältnisse ein wie am 21. Juni auf der nördlichen Halbkugel. Dort beginnt der Sommer, bei uns der Winter. Die Sonne hat während dieser Zeit scheinbar die Zeichen Waage, Skorpion und Schütze durchlaufen, die Erde in Wahrheit Widder, Stier, Zwillinge. Bei uns hat die Sonne den tiefsten Stand erreicht; sie steht in Berlin nur  $37\frac{1}{2} - 23\frac{1}{2} = 14^\circ$  hoch. Wir haben die längste Nacht und den kürzesten Tag. Am nördlichen Polarkreise dauert die Nacht 24 Stunden, am südlichen ebensolange der Tag.

Vom 21. Dezember bis zum 21. März steigt die Sonne wieder allmählich höher. Die Tage werden länger, die Nächte kürzer, bis endlich am 21. März wieder Tag und Nacht gleich lang sind. Die Sonne hat scheinbar die Zeichen des Winters: Steinbock, Wassermann, Fische durchlaufen, während die Erde sich durch die Zeichen Krebs, Löwe, Jungfrau bewegte. Die Erde hat auf ihrer Bahn den Frühlingspunkt wieder erreicht. Sie hat einen Kreislauf vollendet und dazu ein Jahr oder die Zeit von  $365\frac{1}{4}$  Tagen gebraucht.

### 18. Von den Zonen.

Wir haben im vorigen Abschnitte gesehen, daß die Sonnenstrahlen manchen Punkt der Erde senkrecht treffen, manchen nur schräge, manchen zuweilen gar nicht. Davon hängt die Wärme einer Gegend hauptsächlich ab. Die Wärmeentwicklung wird darum auf der Erde sehr verschieden sein müssen. Wir unterscheiden danach 5 Wärmegürtel oder Zonen, nämlich die heiße Zone, die nördliche und die südliche gemäßigte Zone, die nördliche und die südliche kalte Zone.

I. Die heiße Zone. Sie liegt zu beiden Seiten des Äquators. Ihre nördliche Grenze ist der Wendekreis des Krebses, ihre südliche der Wendekreis des Steinbocks. Sie erstreckt sich also durch 47 Breitengrade und nimmt nahezu 0,4 der ganzen Erdoberfläche ein (204 Mill. qkm). Der Bewohner dieser Zone sieht die Sonne zweimal im Jahre senkrecht über seinem Haupte; er ist alsdann unschattig. An den übrigen Tagen des Jahres fällt der Schatten mittags je nach dem Sonnenstande nach Norden oder nach Süden; der Bewohner ist also zweischattig. Die Tage sind nahezu gleich lang; an den Wendekreisen dauert der längste  $13\frac{1}{2}$ , der kürzeste  $10\frac{1}{2}$  Stunden. Von vier Jahreszeiten ist in der heißen Zone nicht die Rede. Man kennt nur eine trockene und eine nasse Jahreszeit. Diese Regenzeit tritt bald nach dem höchsten Stande der Sonne ein, fällt also in der Nähe des nördlichen Wendekreises in unsern Sommer, in der Nähe des südlichen Wendekreises in unsern Winter, am Äquator in unsern Frühling und unsern Herbst. Hier gibt es also zwei Regenzeiten. Wo der Boden fruchtbar ist, da entwickelt sich unter dem Einflusse der Wärme und der Feuchtigkeit ein überaus üppiger Pflanzenwuchs. Blumen, Schmetterlinge, Vögel und auch größere Tiere zeichnen sich durch Farbenpracht aus. Auf den Menschen übt die große Wärme dagegen eine erschlassende Wirkung aus.

II. Die gemäßigten Zonen. Die beiden gemäßigten Zonen liegen zwischen den Wendekreisen und den Polarkreisen. Jede von ihnen reicht also durch 43 Breitengrade. Beide zusammen nehmen etwas mehr als 0,5 der ganzen Erdoberfläche ein (264 Mill. qkm). Die Sonnenstrahlen treffen jeden der Orte mehr oder weniger schräg. Die Bewohner sind einschattig. Auch die Länge der Tage ist sehr verschieden. In der Nähe der Wendekreise ist der längste Tag 13,5, der kürzeste 10,5 Stunden; an den Polarkreisen beträgt der längste Tag 24, der kürzeste 0 Stunden. Die Wärmeentwicklung ist darum auch sehr ungleich. Man unterscheidet hier 4 Jahreszeiten: Frühling, Sommer, Herbst und Winter. In der Nähe der Wendekreise ist der Winter sehr kurz, in der Nähe der Polarkreise dagegen sehr lang; nur in den mittleren Strichen sind die Jahreszeiten nahezu gleich lang. Die beiden gemäßigten Zonen haben stets entgegengesetzte Jahreszeiten. Ist bei uns der Frühling eingetreten, so beginnt in der südlichen gemäßigten Zone der Herbst; haben wir Sommer, so ist dort Winter. Der Boden bringt nicht von selbst eine solche Fülle von Produkten hervor wie in den Tropen; der Mensch ist vielmehr genötigt, schwer zu arbeiten, damit er dem Boden seinen Unterhalt abgewinne. Das hat seinen Körper gestählt und seinen Geist gestärkt. Die Bewohner der gemäßigten Zone sind infolgedessen die Beherrscher der Erde geworden.

III. Die kalten Zonen. Die beiden kalten Zonen umfassen die inner-

halb der Polarkreise gelegenen Erdoberflächenteile. Ihr Gebiet beträgt etwa 0,1 der ganzen Erdoberfläche. Am Nordpol ist es 6 Monate lang Tag, ebensovlang Nacht. Im Winter herrscht eine Kälte, daß das Quecksilber gefriert, im Hochsommer steigt die Wärme an günstig gelegenen Orten bedeutend.

Die Bewohner sehen in der Zeit des immerwährenden Tages den Schatten nach allen Himmelsgegenden fallen; sie sind umschattig. Hier sind nur zwei Jahreszeiten vorhanden, nämlich ein kurzer Sommer und ein langer Winter. Die lange Nacht wird den Bewohnern der kalten Zone durch die monatelang währende Dämmerung verkürzt; zudem erhellt auch ab und zu ein prächtiges Nordlicht die lange Dunkelheit. Die Bewohner sind körperlich zurückgeblieben und durch die lang andauernde Kälte geistig abgestumpft. (Eskimos, Lappländer, Samojuden.)

### 19. Gegenfüßler, Gegenwohner, Nebenwohner.

1. Gegenfüßler. Wir denken uns von unserm Standpunkte durch den Erdmittelpunkt eine gerade Linie gezogen, die am entgegengesetzten Ende die Erdoberfläche wieder erreicht. Die Bewohner dieser Stelle richten ihre Füße nach der Gegend des Himmels, wohin wir mit unserm Haupte weisen, und ihr Haupt dahin, wohin wir mit unsern Füßen weisen. Man nennt sie Gegenfüßler oder Antipoden. Ein Teil der Bewohner der Pyrenäenhalbinsel hat die Bewohner Neu-Seelands zu Gegenfüßlern. Da Neu-Seeland  $180^{\circ}$  östlich von der pyrenäischen Halbinsel liegt, so ist dort Mittag, wenn in Spanien und Portugal Mitternacht ist. Sie haben also entgegengesetzte Tageszeiten. Die Pyrenäenhalbinsel liegt in der nördlichen gemäßigten Zone, Neu-Seeland in der südlichen gemäßigten Zone. Wenn also in Spanien Winter ist, so ist in Neu-Seeland Sommer. Die beiden Länder haben demnach auch entgegengesetzte Jahreszeiten. Gegenfüßler der gemäßigten oder der kalten Zonen haben also entgegengesetzte Tages- und Jahreszeiten. Wir in Deutschland haben nur reisende Gegenfüßler. Warum? Was gilt von Gegenfüßlern der heißen Zone?

2. Gegenwohner. Die Insel Kreta liegt in  $35^{\circ}$  nördlicher Breite und etwa  $40^{\circ}$  östlicher Länge. Die Südspitze von Afrika hat etwa  $35^{\circ}$  südliche Breite und  $40^{\circ}$  östliche Länge. Da diese Gegenden unter einem Meridiane liegen, so kulminiert die Sonne in beiden zu gleicher Zeit; sie haben also gleiche Tageszeit. Anders ist es mit den Jahreszeiten. Wenn in Krete der Sommer anfängt, beginnt im Kaplande der Winter. Warum? Die beiden Länder haben also entgegengesetzte Jahreszeiten. Bewohner mit gleichen Tages- und entgegengesetzten Jahreszeiten heißen Gegenwohner. (Philadelpchia und Valdivia.)

3. Nebenwohner. Berlin liegt  $52\frac{1}{2}^{\circ}$  nördlich vom Äquator und  $13^{\circ} 20'$  östlich von Greenwich oder  $31^{\circ}$  östlich von Ferro. Gehen wir auf demselben Parallelkreise  $180^{\circ}$  nach Osten, so treffen wir auf die Inselgruppe der Aleuten. Die Bewohner dieser Inseln haben die entgegengesetzte Tageszeit. Warum? Die Jahreszeiten sind dagegen dieselben, wie wir sie in Deutschland haben. Weshalb? Bewohner, welche gleiche Jahreszeit, aber entgegengesetzte Tageszeiten haben, heißen Nebenwohner. — Welches sind die Nebenwohner von Quito? Welches sind die Gegenfüßler von Quito?

## 20. Wie kommt es, daß das Sommerhalbjahr bei uns länger ist als das Winterhalbjahr?

Wir haben bisher angenommen, daß die Erdbahn ein vollkommener Kreis sei, in dessen Mittelpunkt die Sonne stehe. Schon seit Jahrhunderten weiß man aber, daß die Erdbahn eine Ellipse ist. Bei einer Ellipse unterscheidet man zwei Brennpunkte. Die Entfernung eines Brennpunktes von dem Mittelpunkte wird die Exzentrizität der Ellipse genannt. Verbindet man die Brennpunkte durch eine gerade Linie und führt diese bis zur Peripherie, so hat man die große Achse der Ellipse. Der Durchmesser, welcher die große Achse im Zentrum senkrecht schneidet, wird die kleine Achse ge-

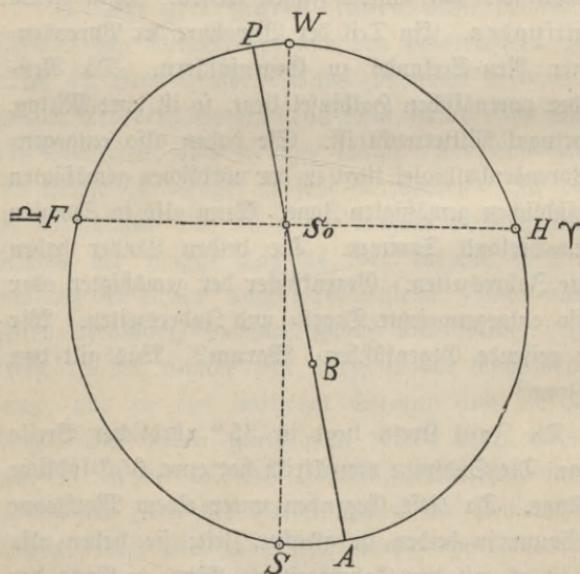


Fig. 18.

nannt. Die nebenstehende Ellipse FSHW stelle die Erdbahn dar. B und  $S_o$  sind die beiden Brennpunkte; die Sonne steht in  $S_o$ . Der Abstand der Sonne vom Mittelpunkt der Erdbahn, d. i. die Exzentrizität der Erdbahn, beträgt 2 490 000 km, das ist ziemlich genau  $\frac{1}{60}$  der halben großen Achse. Da die Sonne nicht im Mittelpunkte einer kreisförmigen Erdbahn steht, so verändert sich der Abstand der Erde von der Sonne während eines

Umlaufs. Den Punkt der Sonnennähe P (Perihelium) und den der Sonnenferne A (Aphelium) nennt man Apfiden. Die große Achse wird deshalb Apfidenlinie genannt. Die durch den Brennpunkt  $S_o$  gelegte gerade Linie FH

heißt Äquinoctiallinie, weil sie die Äquinoctialpunkte F und H verbindet. S und W sind die Solstitialpunkte. So wird die Erdbahn in 4 Teile geteilt, von denen jeder von der Erde in einer Jahreszeit durchlaufen wird, von F bis S im Frühlinge, von S bis H im Sommer, von H bis W im Herbst und von W bis F im Winter. Aus der Zeichnung ersieht man, daß die Teile der Bahn ungleich lang sind. Dazu kommt noch, daß die Erde im Perihelium von der Sonne stärker angezogen wird als im Aphelium. Sie bewegt sich darum zwar in der Nähe des Periheliums nicht schneller um ihre eigene Achse, legt aber eine etwas größere Strecke ihrer Bahn zurück. Ihre durchschnittliche Winkelgeschwindigkeit ist täglich ungefähr  $59'$ , im Perihelium dagegen  $61'$ , im Aphelium nur etwa  $57'$ .

Daher kommt es, daß die Erde

von F bis S, also im Frühlinge, 93 Tage gebraucht,

„ S „ H, also im Sommer,  $93\frac{1}{2}$  „ „

Das Sommerhalbjahr hat =  $186\frac{1}{2}$  Tage.

Von H bis W, also im Herbst, gebraucht die Erde  $89\frac{3}{4}$  Tage,

„ W „ F, also im Winter, „ „ „ nur 89 „

Das Winterhalbjahr hat =  $178\frac{3}{4}$  Tage.

Es ist also das Sommerhalbjahr um  $7\frac{3}{4}$  Tage länger als das Winterhalbjahr.

## 21. Von der Zeitgleichung.

Die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Kulminationen eines Fixsternes heißt Sterntag. In dieser Zeit legt jeder Punkt der Erde mit Ausnahme der Pole in Folge der Achsendrehung einen Kreis von  $360^\circ$  zurück. Alle Sterntage sind einander gleich. — Ein wahrer Sonnentag umfaßt die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Kulminationen der Sonne. Wegen der fortschreitenden Bewegung der Erde ist der Sonnentag länger als der Sterntag, nämlich um die Zeit, welche die Erde gebraucht, um den täglichen Bogen ihrer Bahn zu durchlaufen. Diese täglichen Bogen sind aber in Folge ihrer ungleichförmigen Bewegung durch die Ekliptik erheblich verschieden lang. Daher sind auch die wahren Sonnentage von verschiedener Länge. Diese Ungleichheit der Sonnentage ist aber wenig geeignet, ein genaues Grundmaß zum Messen der Zeit abzugeben. Unsere Uhren können wir danach nicht einrichten. Man ist deshalb darauf bedacht gewesen, sich in Gedanken eine Sonne zu konstruieren, die täglich in gleichförmiger Geschwindigkeit im Äquator läuft. Gleichwie nun die wahre Sonne am wahren Mittage kulminiert, so kulminiert die gedachte Sonne am mittleren Mittage. Mittlerer Mittag und wahrer Mittag stimmen aber nur selten überein. Der Unterschied zwischen diesen beiden Mittagen wird Zeit-

gleichung genannt. In den meisten Kalendern treffen wir Tafeln, die für bestimmte Tage des Jahres angeben, wieviel Minuten und Sekunden eine richtig gehende Taschenuhr oder Pendeluhr am wahren Mittag mehr oder weniger zeigen muß als 12 Uhr. Aus dieser Tafel erfieht man, daß der mittlere Mittag mit dem wahren nur an 4 Tagen des Jahres genau übereinstimmt, nämlich am 15. April, am 14. Juni, am 31. August und am 24. Dezember. An den übrigen Tagen ist ein Zeitunterschied vorhanden. Am größten ist die Differenz in den Monaten Februar und November. Am 11. Februar tritt der mittlere Mittag 14,5 Minuten früher ein als der wahre Mittag. Um diese 14,5 Minuten wird der Vormittag verkürzt und der Nachmittag verlängert. Der Nachmittag dauert also im ganzen 29 Minuten länger als der Vormittag. — Umgekehrt verhält sich die Sache im November. Am 5. November tritt der wahre Mittag um 16,3 Minuten früher ein als der mittlere. Um diese 16,3 Minuten wird der Nachmittag verkürzt und der Vormittag verlängert. Dadurch gewinnt der Vormittag dem Nachmittage gegenüber  $2 \times 16,3 \text{ Min.} = 32,6 \text{ Minuten}$ . — Im Frühlinge und Sommer beträgt der Unterschied zwischen den beiden Mittagen nur höchstens 6 Minuten.

## 22. Die mitteleuropäische Zeit.

Jeder Ort hat seine besondere mittlere Ortszeit, die durch den Durchgang der mittleren Sonne durch den Meridian bestimmt wird. Ist z. B. in Königsberg in Ostpr. die mittlere Zeit 12 Uhr mittags, so ist sie in Cöln erst 11 Uhr 6 Min. vorm. Diese Ungleichheit der Ortszeiten ist im Verkehrsleben, namentlich im Eisenbahn- und Telegraphenverkehr, als sehr lästig empfunden worden. Deshalb haben verschiedene europäische Völker sich vereinbart, eine einheitliche Zeit anzunehmen. Zu dem Zwecke hat man die Erdoberfläche in Stundenzonen, 24 möglichst durch Meridiane begrenzte Flächenstücke der Erde von je 15 Längengraden Breite, eingeteilt. Da jetzt allgemein der Meridian von Greenwich als Nullmeridian gilt, so reicht die 1. Zone, damit der Nullmeridian die Mittellinie dieser Zone werde, von  $7\frac{1}{2}^{\circ}$  westlich bis  $7\frac{1}{2}^{\circ}$  östlich von Greenwich. England und Frankreich richten sich nun nach der Ortszeit von Greenwich; sie haben die westeuropäische Zeit. Die 2. Zeitzone reicht von  $7\frac{1}{2}^{\circ}$  bis  $22\frac{1}{2}^{\circ}$  östlich von Greenwich. Ihre Mittellinie ist der Meridian von  $15^{\circ}$  östlicher Länge, das ist der Meridian von Stargard in Pommern. Die Ortszeit dieses Ortes gilt in Deutschland als Einheitszeit. Diese Zeit haben auch Schweden und Norwegen, Dänemark, Österreich und Italien angenommen. Das sind die mitteleuropäischen Länder. Deshalb nennt man diese Einheitszeit die mitteleuropäische Zeit. Nach dieser mitteleuropäischen Zeit richten wir uns in

Deutschland seit dem 1. April 1893 im gesamten Verkehrsleben. Doch ist die Anwendung der mittleren Ortszeit nicht ausgeschlossen; bei Wetterbeobachtungen z. B. wird sie ausdrücklich gefordert. Um die mittlere Ortszeit aus der mitteleuropäischen Zeit zu finden, muß man bei den östlich vom 15°. gelegenen Orten eine Anzahl von Minuten zulegen, bei den westlich gelegenen abziehen. Zuzulegen sind in Königsberg i. Ostpr. 22, in Tilsit 28, in Warschau 24, in Marienburg 16, in Danzig 14, in Graudenz 15, in Bromberg 12, in Breslau 8 Minuten. Abzuziehen sind von der mitteleuropäischen Zeit in Aachen 36, in Düsseldorf 33, in Karlsruhe 26, in Frankfurt a. M. 25, in Hamburg 20, in Rom 10, in Berlin 6, in Dresden 5, in Stettin 2 Minuten.

### 23. Von der Zeitrechnung.

1. Der Tag. Der kürzeste natürliche Zeitabschnitt ist der Tag. Es ist die Zeit, welche die Erde gebraucht, um sich einmal um ihre Achse zu bewegen. Wir unterscheiden den Sonnentag vom Sterntag. Der letztere ist rund 4 Minuten kürzer als der Sonnentag. Dieser mißt 24 Stunden, der Sterntag nur 23 Stunden 56 Minuten mittlerer Zeit. Wir unterscheiden ferner den bürgerlichen, den astronomischen und den natürlichen Tag. Die natürlichen Tage reichen von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang, sind also verschieden lang. — Der bürgerliche Tag ist ein Sonnentag, der von der unteren Kulmination der Sonne, also von 12 Uhr nachts bis wieder dahin reicht. Wir teilen ihn in  $2 \times 12$  Stunden ein. — Der astronomische Tag ist ein Sonnentag, der mit der oberen Kulmination, also zu Mittag, beginnt und schließt. Er wird in  $1 \times 24$  Stunden eingeteilt, die fortlaufend gezählt werden. Wann stimmt die bürgerliche Uhr mit der astronomischen überein? Wann nicht? Wieviel Uhr ist es, wenn die astronomische Uhr 22 zeigt?

2. Die Woche. Ein zweiter größerer Zeitabschnitt ist die Woche. Sieben Tage zählt sie wahrscheinlich deshalb, weil der Mond nach etwa 7 Tagen in die nächste Hauptlichtgestalt tritt. Die Namen der Wochentage sind ägyptischen Ursprungs. Die alten Ägypter dachten sich, daß jede Stunde des Tages von einem Gestirn regiert würde. Sie begannen die Woche mit dem Sonnabend. Die 1. Stunde dieses Tages wurde regiert von Saturn, darum hieß der Tag bei ihnen auch Saturnstag. Die 2. Stunde regierte Jupiter, die 3. Mars, die 4. die Sonne, die 5. Venus, die 6. Merkur, die 7. der Mond, die 8. endlich wieder Saturn, ebenso die 15., die 22.; die 23. Jupiter, die 24. Mars, die 25. oder die 1. Stunde des nächsten Tages die Sonne. Darum hieß dieser Tag der Sonntag. Setzte man die Berechnung weiter fort, so regierte die 1. Stunde des 3. Tages der Mond (darum Montag), die 1. Stunde des 4. Tages Mars (darum Marstag oder

nach dem germanischen Kriegsgotte Ziu Ziuſtag, jetzt Dienſtag), die 1. Stunde deſ 5. Tages Merkur (jetzt Mittwoch), die 1. Stunde deſ 6. Tages Jupiter (jetzt Donnerstag; Donar), die 1. Stunde deſ 7. Tages Venus (jetzt Freitag nach der germaniſchen Göttin Freia).

3. Der Monat. Wir unterſcheiden den ſideriſchen vom ſynodiſchen Monat. Der ſideriſche Monat iſt der Zeitabſchnitt, den der Mond braucht, um an der Himmelskugel ſcheinbar einen vollen Kreis zu beſchreiben. Es ſind daſ 27 Tage und 7 Stunden. — Der ſynodiſche Monat umfaßt den Zeitabſchnitt, nach welchem der Mond wieder dieſelbe Stellung zur Erde und zur Sonne einnimmt. Von einem Neumond biſ zum andern verſtreicht eine Zeit von 29 Tagen 12 Stunden. Auf dieſen ſynodiſchen Monat gründen die Türken noch heute ihre ganze Zeitrechnung. Unſere Monate dauern 31 oder 30 Tage; der Februar zählt nur 28, bezw. 29 Tage. — Unſere jetzigen Monatsnamen haben wir den Römern entlehnt. Bei ihnen fing daſ Jahr biſ 46 v. Chr. mit dem März an; bei unſ beginnt eſ mit dem 1. Januar. Der Januar hat ſeinen Namen von dem Gotte Januſ mit den beiden Angeſichtern, der Februar von Februuſ, dem italiſchen Gott der Unterwelt, dem dieſer Monat geweiht war. Der März iſt nach dem Kriegsgotte Marſ benannt; der April führt ſeinen Namen von aperire = öffnen, weil ſich in dieſem Monate in Italien die Blüten öffnen. Der Mai hat ſeinen Namen von der Göttin Maja erhalten, der Juni von Juno oder Juniuſ, der Juli von Juliuſ Cäſar (früher hieß er Quintiliſ = der fünfte), der Auguſt von Auguſtuſ (früher hieß er Sextiliſ). Der September bedeutet der ſiebente (März der erſte), der Oktober = der achte, der November = der neunte, der Dezember = der zehnte. — Die von Karl dem Großen herrührenden Monatsnamen haben ſich nur wenig Geltung verſchafft. Sie heißen: Wintermonat, Hornung, Lenzmonat, Öſtermonat, Wonnemonat, Heumonat, Brachmonat, Erntemonat, Obſtmonat, Weinmonat, Windmonat, Chriſtmonat.

4. Daſ Jahr. Die Türken beginnen ihre Zeitrechnung mit der Flucht Mohammedſ von Mekka nach Medina im Jahre 622 unſerer Zeitrechnung. Sie rechnen 12 ſynodiſche Monate von je  $29\frac{1}{2}$  Tagen zu einem Mondjahre von 354 Tagen. Auch die Juden rechnen nach Mondjahren. In einem Birkel von 19 Jahren geben ſie 12 Jahren je 12 Monate und 7 Jahren je 13 Monate. Auf dieſe Weiſe kommt daſ jüdiſche Jahr dem chriſtlichen ſehr nahe. Die Zeit, welche die Erde von dem Frühlingſpunkte ihrer Bahn biſ wieder zu demſelben gebraucht, bildet die Grundlage unſerer chriſtlichen Zeitrechnung. Dieſ Jahr hat eine Dauer von 365 Tagen 5 Stunden 48 Min. 45 Sek. Die alten Römer, von denen wir unſere Zeitrechnung haben, rechneten anfangſ daſ Jahr nur zu 365 Tagen; da-

durch eilten sie der Sonne voran. Dieser Unordnung machte Julius Cäsar ein Ende. Er schaltete zunächst 67 Tage dem Jahre 46 v. Chr. ein. Dann nahm er das Jahr zu 365 Tagen 6 Stunden an, zählte dreimal hintereinander das Jahr zu 365 Tagen, sparte die unberücksichtigten 18 Stunden auf und schaltete einen neuen Tag dem Februar des 4. Jahres ein. Von da an war nun jedes 4. Jahr ein „Schaltjahr“. Dieser von Julius Cäsar verbesserte Kalender ist noch heute bei den Russen im Gebrauch.

Die von Julius Cäsar angenommene Jahreslänge war aber um 11 Minuten 15 Sekunden zu groß; darum blieb man nun hinter der rechten Zeit zurück. In 4 Jahren machte das  $\frac{3}{4}$  Stunden, in 400 Jahren = 75 Stunden = 3 Tage 3 Stunden. Im 16. Jahrhundert betrug dies Zurückbleiben schon 10 Tage. Da befahl der Papst Gregor XIII. in einer Bulle, daß man nach dem 4. Oktober 1582 gleich den 15. schreiben sollte. Für künftige Zeiten bestimmte Gregor, daß in 400 Jahren drei Schalttage ausfallen sollten. Es sollte dies in den vollen Jahrhunderten stattfinden, deren Zahl sich nicht durch 4 ohne Rest teilen läßt. So blieb denn 1600 ein Schaltjahr, 1700 und 1800 waren Gemeinjahre, und auch das Jahr 1900 war ein Gemeinjahr, während das Jahr 2000 ein Schaltjahr sein wird. Dieser so von Gregor verbesserte Kalender hat seit dem Jahre 1700 bei den Völkern des Abendlandes Geltung. Die Völker griechisch-katholischer Konfession sind bei ihrem alten Kalender nun schon 13 Tage hinter der Sonne zurückgeblieben; sie schreiben z. B. den 1. Januar an unserm 14. Januar. Doch scheint ein Anschluß der Russen an unsern Kalender bevorzustehen.

5. Die Obergrenzen. In unserm Kirchenjahre unterscheiden wir bewegliche und unbewegliche Feste. Von den letzteren fällt das Neujahrsfest auf den 1. Januar, das Epiphaniastfest auf den 6. Januar, das Fest Johannis des Täufers auf den 24. Juni, das Michaelistfest auf den 29. September, das Reformationsfest auf den 31. Oktober, das Fest der Geburt des Heilandes auf den 25. Dezember.

Das Pfingstfest, das Himmelfahrtstfest, der Karfreitag, Fastnacht, Fronleichnam, überhaupt alle beweglichen Feste richten sich nach dem Osterfeste. Dieses Fest fällt nicht immer auf denselben Tag. Im Jahre 325 n. Chr. beschloß die Kirchenversammlung zu Nicäa, daß Ostern immer an dem ersten Sonntage nach dem ersten Frühlingsvollmonde gefeiert werden sollte. Frühlingsanfang fällt auf den 21. März. Haben wir an diesem Tage Vollmond, und ist derselbe ein Sonnabend, so kann am nächsten Tage Ostern gefeiert werden. Der 22. März ist also der früheste Osterttermin. — Haben wir aber am 20. März Vollmond, und ist dieser Tag ein Sonnabend, so darf am 21. März noch nicht Ostern gefeiert werden. Man muß den nächsten Vollmond abwarten. Derselbe fällt 29 Tage

12 Stunden später, d. i. auf den 18. April. Dieser Tag ist nach dem angenommenen Datum ein Sonntag; es darf also Ostern erst eine Woche später, am 25. April, gefeiert werden. Dieser Tag bildet den spätesten Ostertermin. Auf diese beiden äußersten Termine fällt das Osterfest sehr selten, meistens auf dazwischenliegende Tage. Weil die Feier des Osterfestes sich nun stets zwischen dem 22. März und dem 25. April bewegt, also weder früher noch später fallen kann, so nennt man diese beiden Tage die Ostergrenzen.

Ostern fällt:

Ostertabelle.

1904 auf d. 3. April;	1909 auf d. 11. April;	1914 auf d. 12. April;
1905 " " 23. "	1910 " " 27. März;	1915 " " 4. "
1906 " " 15. "	1911 " " 16. April;	1916 " " 23. "
1907 " " 31. März;	1912 " " 7. "	1917 " " 8. "
1908 " " 19. April;	1913 " " 23. März;	1918 " " 31. März.

Die Gaußsche Formel zur Auffindung der Ostertermine im 20. Jahrhundert möge hier noch eine Stelle finden:

$n : 19$	gibt Rest $a$
$n : 4$	" " $b$
$(n + 3) : 7$	" " $c$
$(19a + 24) : 30$	" " $d$
$(2b + 4c + 6d + 5) : 7$	" " $e$

„Ostern fällt auf den  $(22 + d + e)$ ten März, oder auf den  $(d + e - 9)$ ten April.“ Anmerkung:  $n = 5$  für 1905,  $n = 10$  für 1910.

## 24. Das Planetensystem.

Die Planeten werden auch Wandelsterne genannt, weil sie ihre Stellung zu den andern Sternen des Himmels verändern, während die Fixsterne einen festen, bestimmten Platz an der Himmelskugel einnehmen. Außer

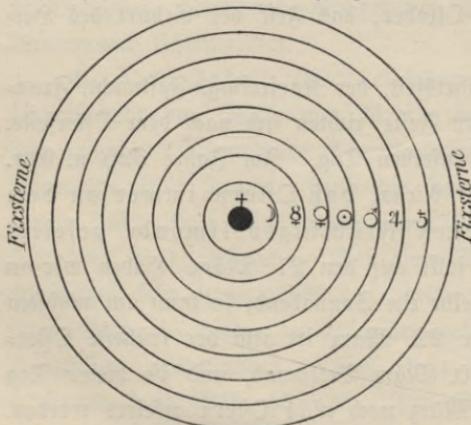


Fig. 19.

dieser Eigenschaft zeigen sie noch folgende: Sie sind an sich dunkle Körper, leuchten also nicht mit eigenem Lichte, sondern empfangen dasselbe von der Sonne. Sie funkeln gewöhnlich nicht, sondern haben ein ruhiges Licht. Endlich erscheinen sie im Fernrohre scheibenförmig, während die Fixsterne auch mit dem schärfsten Fernrohre als leuchtende Punkte bemerkt werden.

Die alten Völker zählten 7 Wandelsterne, nämlich Mond  $\text{D}$ , Merkur  $\text{F}$ , Venus  $\text{G}$ , Sonne  $\text{O}$ , Mars  $\text{J}$ , Jupiter  $\text{U}$ , Saturn  $\text{H}$ .

Sie meinten, diese Planeten bewegten sich in der genannten Reihenfolge um die Erde, die sie sich ruhend dachten. Am vollkommensten wurde dieses System ausgebildet durch Ptolemäus, welcher um das Jahr 150 n. Chr. lebte. Nach ihm nannte man es das ptolemäische System. Figur 19 veranschaulicht es.

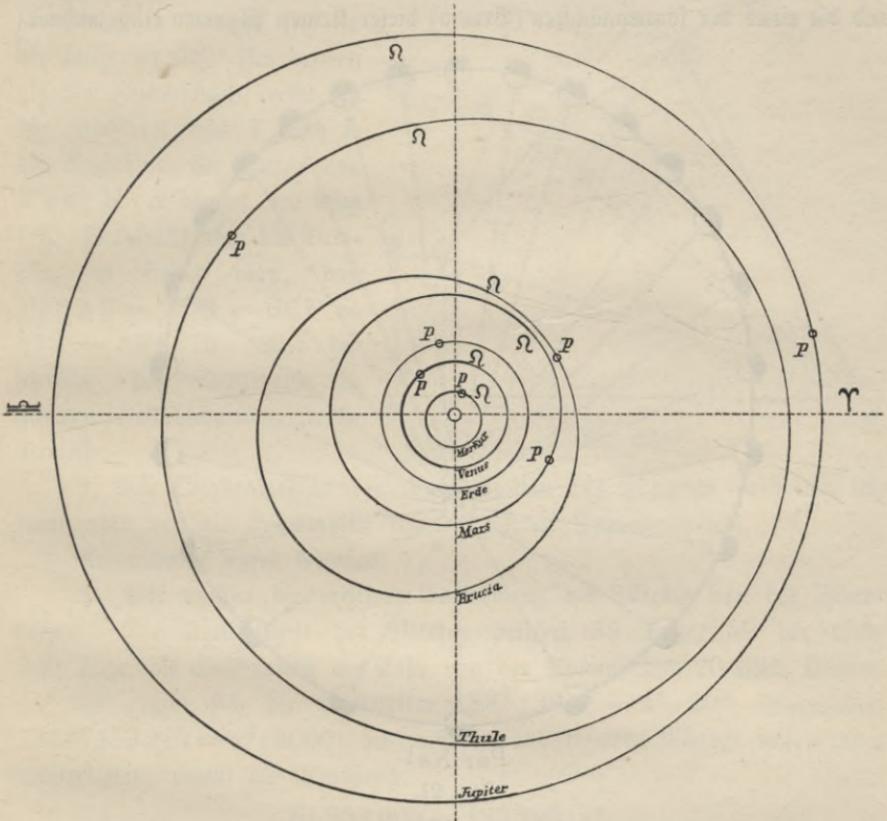
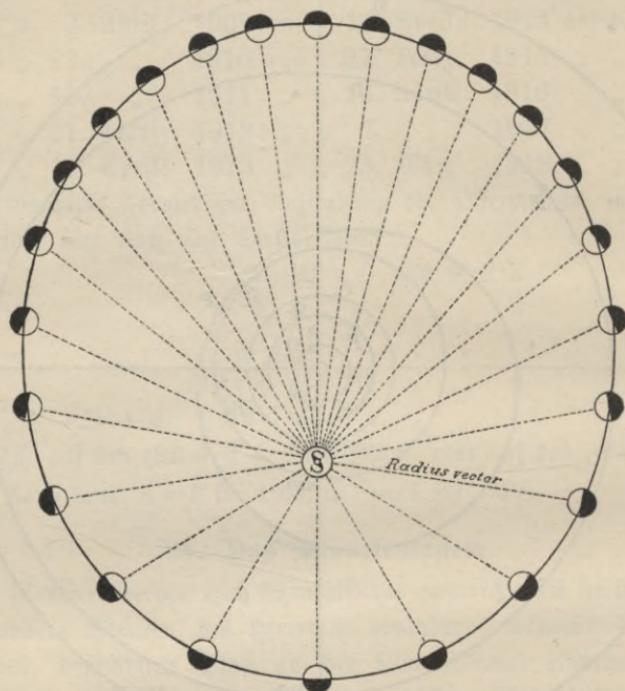


Fig. 20.

Wir haben schon erkannt, wie grundfalsch dies System ist, da die Erde ja nicht stillsteht. Trotzdem hat dies System mehr als 1400 Jahre Geltung gehabt. Ja ein Mann wie Galilei wurde in Untersuchungshaft genommen, weil er es angriff. Erst Kopernikus, der 1473 zu Thorn geboren wurde und 1543 als Domherr zu Frauenburg starb, unternahm es, das alte System zu stürzen und ein neues an seine Stelle zu setzen. Er lehrte: Die Erde steht nicht still, sondern bewegt sich in 24 Stunden um ihre eigene Achse. Dagegen steht die Sonne still. Sie bildet den Mittelpunkt des Planetensystems. Die

Erde ist ein Planet und bewegt sich mit den übrigen Planeten um die Sonne. Der Mond bewegt sich um die Erde. — Das Denkmal des Kopernikus in Thorn trägt die bezeichnende Inschrift: „Beweger der Erde, Befestiger der Sonne“. — Figur 20 veranschaulicht das kopernikanische System, bis zur Jupiterbahn. Das stark ausgezogene Stück einer jeden Bahn liegt nördlich von der Ebene der Ekliptik (Erdbahn). P = Perihel;  $\Omega$  = aufsteigender Knoten. Von den Asteroiden ist die Bahn eines der sonnenfernsten (Thula) und die eines der sonnennächsten (Brucia) dieser kleinen Planeten eingezeichnet.



Perihel

Fig. 21.

Das System des Kopernikus ist von Kepler, einem süddeutschen Astronomen (1571—1630), und von Newton, einem Engländer (1642—1727), vervollkommen worden. Kepler entdeckte die Form der Bahn der Planeten und aller Himmelskörper und die Gesetze ihrer Bewegung in derselben. Seine drei Gesetze lauteten:

1. Die Bahn eines jeden Planeten ist eine Ellipse, in deren einem Brennpunkte die Sonne steht.

2. Der Radiusvektor (die Gerade, welche einen Punkt der Planetenbahn mit der Sonne verbindet) überstreicht in gleichen Zeiten gleiche Flächen, d. i. Ellipsenausschnitte (s. Figur 21).

Jeder Planet ist auf seiner Bahn zwei Kräften unterworfen, nämlich der Fliehkraft und der Anziehungskraft der Sonne. Würde ein Planet nach seiner Fliehkraft die Strecke AD (Figur 22) zurücklegen wollen, so wird er von der Sonne die Strecke BC angezogen. Er legt in Wirklichkeit die Diagonale des Parallelogramms ABCD zurück, nämlich den Weg AC. Die Fliehkraft treibt ihn von B nach G, die Anziehung der Sonne von C nach E; er gehorcht beiden Kräften und bewegt sich in der Richtung CF. Im dritten gleichen Zeitabschnitt treibt ihn die Fliehkraft von F nach J, die Anziehung der Sonne von F nach H; er nimmt den Weg FK. Vergleicht man die Dreiecke, so findet man, daß  $\triangle SAC = \triangle SCG = \triangle SCF = \triangle SFJ = \triangle SFK$  ist. Also beschreibt der Leitstrahl in gleichen Zeitabschnitten gleiche Dreiecke.

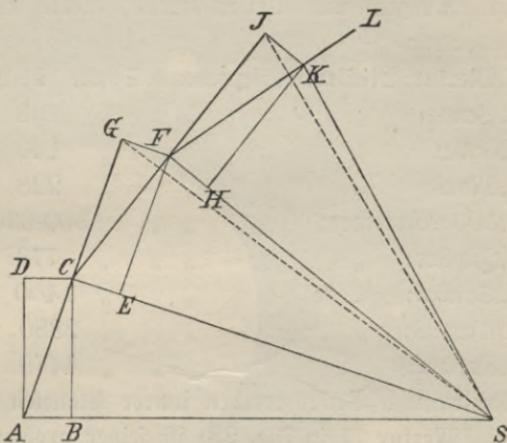


Fig. 22.

3. Die Quadratzahlen der Umlaufzeiten der Planeten verhalten sich zueinander wie die Kubikzahlen ihrer mittleren Sonnenabstände.

Anwendung dieses Gesetzes:

A. Wir wollen die mittlere Entfernung des Merkur von der Sonne suchen. Die Umlaufzeit des Merkur beträgt 88 Tage, die der Erde 365 Tage, die Entfernung der Erde von der Sonne rund 20 Mill. Meilen.

Es ergibt sich die Proportion:  $88^2 : 365^2 = x^3 : 20^3$ ; ausgeführt:  $7744 : 133225 = x^3 : 8000$ ; die äußeren und inneren Glieder miteinander multipliziert, ergibt die Gleichung:

$$61\,952\,000 = 133\,225 \cdot x^3;$$

$$x^3 = 61\,952\,000 : 133\,225 = 465;$$

$$x = \sqrt[3]{465} = 7,74 \text{ Mill. Meilen oder } 58 \text{ Mill. km.}$$

B. Die Umlaufzeit des Jupiter ergibt sich aus folgender Proportion;  $1^2 : x^2 = 20^3 : 104^3$ ; in Form der Gleichung:  $1\,124\,864 = 8\,000 \cdot x^2$ ;

$$x^2 = 1\,124\,864 : 8\,000 = 140,6;$$

$$x = \sqrt{140,6} = 11,8 \text{ Jahre.}$$

Diesen drei Gesetzen setzte Newton die Krone auf durch sein Gesetz von der allgemeinen Schwere oder Gravitation, welches lautet: Jeder Körper zieht den andern an mit einer Kraft, die sich verhält, wie die Massen der

Körper zueinander und umgekehrt wie die Quadrate ihrer Entfernungen. (Die Anwendung dieses Gesetzes von Newton siehe § 27: Ebbe und Flut B.)

Je näher also ein Planet der Sonne steht, desto stärker wird er angezogen, desto schneller bewegt er sich daher um die Sonne, desto kürzer ist seine Umlaufszeit.

Es folgen nun hier die früher schon genannten Planeten mit ihren Entfernungen und Umlaufzeiten, sowie auch die in neuerer Zeit erst entdeckten:

1. Merkur:	Mittlere Entfern. von d. Sonne	58 Mill. km,	Umlaufsz. =	88 Tage
2. Venus:	" " " " "	108 " " "	" " "	225 "
3. Erde:	" " " " "	149 " " "	" " "	365 $\frac{1}{4}$ "
4. Mars:	" " " " "	228 " " "	" " "	1 J. 322 "
5. 500 Asteroiden:	" " " " "	300-630 " " "	" " "	3—9 Jahre
6. Jupiter:	" " " " "	773 " " "	" " "	11,8 "
7. Saturn:	" " " " "	1400 " " "	" " "	29 $\frac{1}{2}$ "
8. Uranus:	" " " " "	2880 " " "	" " "	84 "
9. Neptun:	" " " " "	4470 " " "	" " "	165 "

Merkur und Venus werden innere Planeten genannt, die andern äußere.

Merkur (1 in Fig. 23) ist seiner großen Sonnennähe wegen in unsern Gegenden nur selten sichtbar; besser kann man ihn in südlicheren Gegenden beobachten. Seine Größe beträgt nur  $\frac{1}{20}$  der Erde. Seine Masse ist 0,7 mal so dicht als die Erde, so daß erst 30 Merkurkugeln der Erde das Gleichgewicht halten. Nach Schiaparelli (Mailand) dreht sich der Merkur erst in einem ganzen Umlauf von 88 Tagen einmal um seine eigene Achse, indem er der Sonne immer dieselbe Seite zuwendet. Seine Bahn weicht  $7^{\circ}$  von der Ekliptik ab.

Venus (2 in Fig. 23) bezeichnen wir bald als Abendstern, bald als Morgenstern, je nachdem wir diesen Planeten gleich nach Sonnenuntergang links, oder kurz vor Sonnenaufgang rechts von der Sonne sehen. Er hat unter allen Sternen des Himmels den größten Glanz. Seine Größe kommt der der Erde fast gleich. Doch ist seine Dichtigkeit nur 0,8 von der der Erde, so daß sie  $\frac{4}{5}$  mal so schwer ist. Über die Rotationszeit dieses Planeten sind die Astronomen geteilter Meinung. Seine Bahn weicht  $3\frac{1}{2}^{\circ}$  von der Ekliptik ab. Darum sind Merkur- und Venusdurchgänge vor der Sonne nur selten zu beobachten. Diese Beobachtungen geben die sichersten Mittel, die Entfernung der Erde von der Sonne zu berechnen.

Mars (4 in Fig. 23) erscheint uns in rötlichem Lichte; nach dem Kriegsgotte ist er so benannt worden. Er ist viel kleiner als die Erde; 7 Marskugeln geben erst eine Erde. Seine Dichte beträgt 0,7, so daß 10 Marskugeln so schwer sind wie unsere Erde. Er wird von 2 Monden

begleitet. Rotationszeit:  $24\frac{1}{2}$  Stunde. Mit der Erde hat er gemein, daß seine südliche Halbkugel die wasserreichere ist; doch beträgt die Meeresoberfläche auf ihm nur  $\frac{1}{2}$  von der des festen Landes. Auf dem Mars sieht man eine Reihe von parallelen Linien, die die Astronomen als künstliche Kanäle deuten.



Fig. 23.

Die Asteroïden sind sehr kleine Planeten. Viele von ihnen haben einen Durchmesser von kaum 10 km. Ceres mit 804 km, Pallas mit 486 km, Juno mit 386 km Durchmesser und Vesta sind die größten unter ihnen; sie wurden am Anfange des 19. Jahrhunderts entdeckt. Jetzt kennt man schon mehr als 500 dieser kleinen Weltkörper.

Jupiter (5 in Fig. 23) ist der größte aller Planeten, 1360 mal so groß als unsere Erde. Er wird von 5 Monden (S. 5 in Fig. 23 die

vier links und rechts neben Jupiter stehenden Abbilder) umkreist. Seine Rotation vollzieht sich in 10 Stunden. Wie lang ist der Vormittag also auf dem Jupiter? Was folgt aus dieser schnellen Rotation in bezug auf seine Abplattung? Da seine Dichte 0,25 von der Erde beträgt, so ist seine Masse zwar nur 308 mal so schwer als die Erde; doch beträgt sie immerhin fast noch 2 mal so viel als die der übrigen Planeten zusammen genommen. Jupiter zeigt auf seiner Oberfläche zahlreiche sehr veränderliche Streifenbildungen (Fig. 23) von verschiedener Farbe und Helligkeit. Auf seiner Oberfläche ist er jedenfalls noch nicht erkaltet, so daß er seinen 5 Monden noch viel Eigenwärme spenden kann.

Saturn (6 in Fig. 23) zeichnet sich dadurch aus, daß er von mehreren ringförmigen Gebilden umgeben ist. 8 Monde begleiten ihn. Seine Größe übertrifft die der Erde 874 mal; aber schon 93 Erdfugeln würden dem Saturn das Gleichgewicht halten.

Uranus (7 in Fig. 23) ist 1781 entdeckt worden, Neptun (8 in Fig. 23) erst 1846. Der erstere ist 71 mal, der andere 55 mal so groß als die Erde. Trotzdem sind sie mit bloßem Auge nicht zu sehen. Uranus wird von 4, Neptun von einem Monde begleitet.

In der neuesten Zeit ist auf der Berliner Sternwarte Urania ein den Asteroiden zugehöriger Planet entdeckt worden, dem der Name „Ceres“ beigelegt worden ist. Er hat eine Bahn, die ihn uns unter Umständen so nahe bringt wie keinen andern Planeten, nämlich bis auf 21 Mill. km, anderseits reicht seine Bahn über die Marsbahn hinaus. — Das Größenverhältnis der einzelnen Planeten zueinander wird durch Figur 23 veranschaulicht. Das der Figur entsprechende Sonnenbild hat einen Durchmesser von 42,6 mm. Fig. 24 veranschaulicht das Entfernungsverhältnis der Planeten von der Sonne und gibt die Größe ihrer Bewegung in 88 Tagen. Nr. 3 in Fig. 23 veranschaulicht die Größe der Erde und des Mondes.

## 25. Die Sonne.

A. Die Größe. Die Sonne, dieser Licht- und Wärmespender für unsere Erde, hat ein so glänzendes, blendendes Licht, daß man sie nur mit geschütztem Auge betrachten kann. Sie ist von der Erde im Mittel 149 Mill. km entfernt. Darum erscheint sie uns so klein, obwohl sie so groß ist, daß erst  $\frac{5}{4}$  Millionen

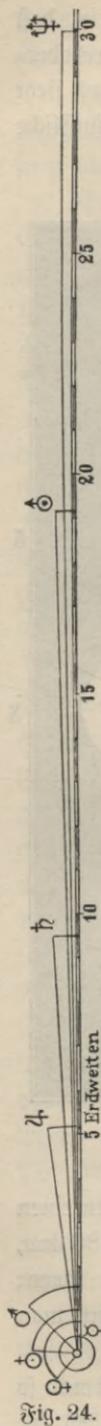


Fig. 24.

Erden dasselbe Volumen haben würden. Ihr Durchmesser ist 108 mal so groß als der der Erde, nämlich 1 383 000 km. Wenn die Sonne hohl wäre, so könnte nicht bloß die ganze Erde in ihrem Innern Platz finden, sondern auch der Mond könnte wie jetzt um die Erde herumspazieren und würde noch 300 000 km von dem Sonnenrande entfernt bleiben. Die Dichtigkeit der Sonnenmasse ist gleich  $\frac{1}{4}$  der der Erde, so daß sie 323 000 mal so schwer ist als diese. Ihre Masse übertrifft 700 mal diejenige aller Planeten zusammen; darum ist es ihr möglich, die Herrschaft über die Planeten auszuüben.

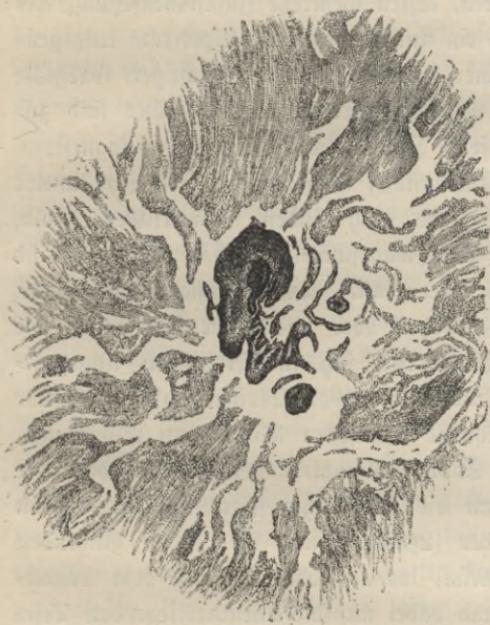


Fig. 25.

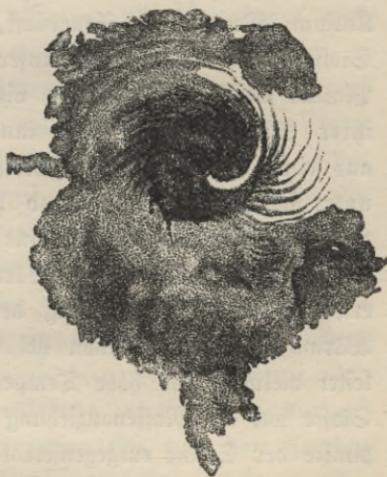


Fig. 26.

B. Die Sonnenflecke. Wenn man die Sonne durch ein gewöhnliches Fernrohr betrachtet, so sieht man sie in einem ruhigen, gleichmäßigen Licht. Bei starker Vergrößerung nimmt die Sonnenoberfläche ein eigentümliches flockiges Aussehen an, das den Eindruck hervorbringt, als ob ihre leuchtende Masse von zahllosen Adern eines weniger hell leuchtenden Stoffes durchzogen ist. Man nennt diese Gestaltung „Granulation“. — Die helle Oberfläche der Sonne wird häufig von dunkeln Stellen unterbrochen, die man Sonnenflecke nennt. (Siehe Fig. 26.) Wir unterscheiden bei diesen Flecken den Kernfleck von dem grauen Lichthofe, der den Kernfleck strahlenartig umgibt. Dieser Lichthof wird Penumbra genannt. Solche Sonnenflecke haben eine beträchtliche Größe, so daß ihr Flächeninhalt die

Erdoberfläche oft 50 bis 70 mal übertrifft. Die Bewegung der Sonnenflecke läßt erkennen, daß auch die Sonne eine Bewegung um ihre Achse hat. Sie vollendet eine Umdrehung in etwa  $25\frac{1}{4}$  Tagen. Die Sonnenflecke treten in einem periodischen Wechsel von  $11\frac{1}{9}$  Jahren häufiger auf. Auf der Erde werden zur Zeit ihrer größten Häufigkeit mehr als sonst Wirbelstürme, Zyklone, Typhone beobachtet, ebenso häufigere Nordlichter und stärkere Niederschläge auch in unsern Breiten.

C. Woraus besteht der Sonnenkörper? Über die physische Beschaffenheit des Sonnenkörpers sind die Meinungen der Astronomen noch sehr geteilt. Der weißglühende Kern, dessen chemische Zusammensetzung wir nicht ermitteln können, weil er uns ein ununterbrochenes Spektrum entgegenstrahlt, die Photosphäre, ist von einer unvollkommen durchsichtigen Gashülle umgeben. Die Gasmassen dieser Chromosphäre genannten Hülle sind zusammengesetzt aus Eisen, Kupfer, Zink, Nickel, Chrom, Magnesium, Kalium, Aluminium, Sauerstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff. Das sind lauter Stoffe, wie wir sie auf unserer Erde auch finden. Quecksilber, Gold, Platina weist das Spektrum nicht auf; wahrscheinlich gehören diese Stoffe ihrer Schwere wegen dem innern Kern an. Dieser innere Kern kann aus einer glühendflüssigen Masse bestehen oder aus einer Gasmasse, die unter hoher Temperatur und hohem Druck sich im „kritischen Aggregatzustande“ befindet. Wenn eine Verbrennung von Stoffen auf der Sonne stattfände und als einzige Wärmequelle anzusehen wäre, dann müßte man erwarten, daß die Wirkung der Sonne allmählich geringer würde, ihre Wärme abnähme. Davon hat man bis jetzt nichts spüren können. Man leitet vielmehr die hohe Temperatur ( $20\,000^{\circ}$  und mehr) der glühenden Stoffe auf die Massenanziehung zurück, wonach jedes Teilchen dem Mittelpunkt der Sonne entgegenstrebt und dabei auf die darunterliegenden Teile einen Druck ausübt. Durch diesen Druck wird einmal große Wärme entwickelt, sodann der Sonnenkörper verdichtet. Man hat berechnet, daß noch etwa 17 Millionen Jahre vergehen können, bis die Sonne die Dichtigkeit unserer Erde erreicht.

Die Gasmassen der Chromosphäre werden in der Nähe des Äquators durch Kräfte, die ihren Sitz in der Photosphäre haben, vielfach als Feuerfäulen, Protuberanzen, Sonnenfackeln (Fig. 25) bis zu einer Höhe von 50 000 km emporgeschleudert. Durch die Bildung von Hohlräumen infolge der Tätigkeit obengenannter Kräfte und durch Abkühlung der emporgeschleuderten Massen denkt man sich die Sonnenflecke entstanden.

Zur Zeit einer totalen Sonnenfinsternis bemerkt man noch eine gasförmige Hülle, die man die Korona nennt; wahrscheinlich besteht sie aus glühendem Wasserstoff. Verschiedenen Beobachtern ist sie in grünlichem Lichte erschienen.

Der größte Sonnenforscher der Neuzeit war der Italiener Secchi († 1878).

Woher kommt es, daß die Sonnenscheibe beim Auf- und Untergange von rechts nach links in größerer Ausdehnung erscheint, als von oben nach unten?

## 26. Der Mond.

A. Größe. Der Mond, der treue Begleiter der Erde, der mit seinem milden Lichte einen großen Teil unserer Nächte erhellte, erscheint unserm Auge fast so groß wie die Sonne. Das hängt mit seiner geringen Entfernung von der Erde zusammen. Dieselbe beträgt im Durchschnitt 384400 km. Seine Bahn um die Erde hat die Form einer Ellipse. Der Unterschied zwischen seiner Erdnähe und seiner Erdferne beträgt 42000 km. — Das Volumen des Mondes verhält sich zu dem der Erde wie 1 : 50; aber erst 80 Mondkugeln würden der Erde das Gleichgewicht halten. Der Durchmesser des Mondes beträgt in runder Zahl 3480 km. Den etwaigen Mondbewohnern muß unsere Erde 14 mal so groß erscheinen, als uns der Mond.

B. Oberfläche. Schon mit dem bloßen Auge sehen wir auf dem Monde hellere und dunklere Stellen, die zu dem Märchen von dem „Mann im Monde“ Veranlassung gegeben haben. Wenn der Mond eine Sichel bildet, so erscheint der innere Rand sehr zerrissen; es treten vielfach Hörner hervor. Im Fernrohre zeigt die Mondoberfläche viele Unebenheiten. — Die helleren Stellen und die hervortretenden Hörner hat man als Berge und Hochländer erkannt, die dunkleren Partien als mehr oder weniger ebene Flächen. Die Mondberge übertreffen nach angestellten Messungen die höchsten Berge der Erde. Einige steil aus der Ebene hervortretende Berge sind ringförmig und zeigen in der Mitte kraterähnliche Vertiefungen, die auf vulkanischen Ursprung schließen lassen. Oft zeigen sich auch tiefe Furchen in der sonst ebenen Oberfläche, die viele Kilometer lang sind. — Der Schatten der Mondberge ist scharf abgegrenzt, daraus schließt man, der Mond habe keine Atmosphäre. Auch spricht man ihm das Wasser ab und somit auch die Wolkenbildung. Das Fehlen der Atmosphäre macht das Hören, das Sprechen, das Singen unmöglich. Auf dem Monde herrscht die Stille des Grabes. Ebenso könnten dort lebende Wesen der Nase und der Zunge entbehren, weil Geruch und Geschmack dort zu den unmöglichen Dingen gehören. Eine Dämmerung ist auf dem Monde nicht vorhanden, weil diese an die Atmosphäre geknüpft ist. Wo der Sonnenstrahl nicht direkt hinfällt, herrscht vollkommene Dunkelheit. Aus dem allen geht hervor, daß die etwaigen Bewohner des Mondes jedenfalls anders gebaut sein müßten als die Bewohner der Erde; für diese fehlt jegliche Lebensbedingung.

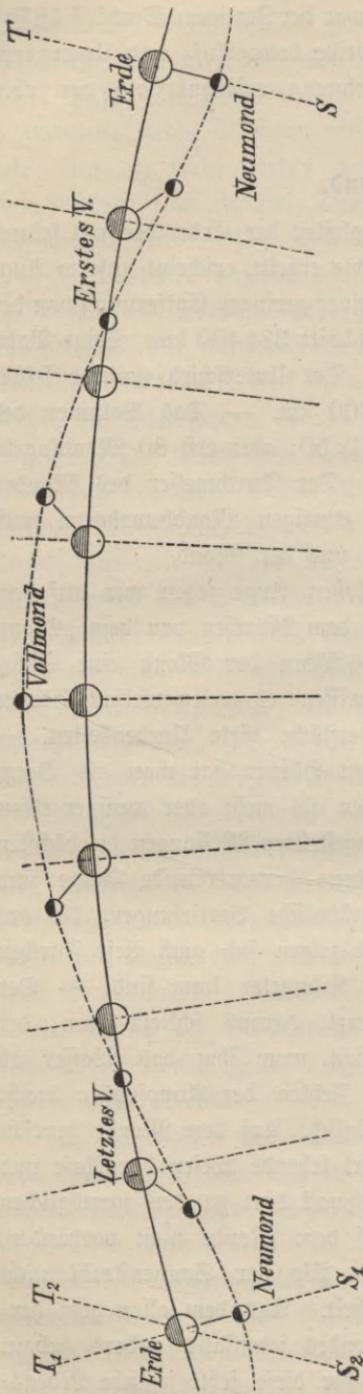


Fig. 27.

C. Von der Bewegung des Mondes. Der Mond zeigt eine mehrfache Bewegung. Sein täglicher Weg von Osten nach Westen erklärt sich durch die Rotation der Erde. Wir bemerken aber noch andere Bewegungen an ihm. Wenn heute der Mond dicht neben einem Sterne steht, so sehen wir ihn am nächsten Tage um dieselbe Zeit weit links von demselben Sterne. Der Mond hat sich inzwischen um  $13^{\circ}$  von Westen nach Osten bewegt. Darum kulminiert er auch täglich durchschnittlich 50 Minuten später. In der Zeit von 27 Tagen und 7 Stunden kehrt er wieder zu demselben Sterne zurück. Er hat in bezug auf dieses Gestirn einen Kreis von  $360^{\circ}$  vollendet. (Berechnung: Täglich  $13,18^{\circ}$ ; einen ganzen Kreis in  $360^{\circ} : 13,18^{\circ} = 27,32$  Tagen = 27 Tagen 7,7 Stunden.) Die Zeit, in der der Mond an der Himmelskugel scheinbar einen ganzen Kreis beschreibt, nennt man den siderischen Monat (sidus = Gestirn). Nach Ablauf eines siderischen Monats hat der Mond noch nicht die bei Beginn desselben beobachtete Phase erreicht; erst zwei Tage später sehen wir ihn in der anfangs gesehenen Lichtgestalt. Die Zeit bis zur Wiederkehr derselben Mondphase bezeichnet man mit dem Namen synodischer Monat (synode = Zusammenkunft); derselbe umfasst den Zeitraum von 29 Tagen 12,7 Stunden.

Der Mond kehrt der Erde stets dieselbe Seite zu.

D. Von den Lichtgestalten (Phasen) des Mondes. Der Mond ist an sich ein dunkler Körper. Er empfängt sein Licht von der Sonne, wie unsere Erde, der er auch einen Teil durch Zurückstrahlung spendet. Aber wir sehen nicht beständig die von der Sonne belichtete Hälfte der Mondkugel

ganz; meist sehen wir nur Bruchteile derselben. Das hängt mit der Stellung des Mondes zur Erde und zur Sonne zusammen. Wenn der Mond zwischen der Erde und der Sonne steht, wie uns in Fig. 27 die Stellung auf dem Strahl TS veranschaulicht (die Sonne müssen wir uns in der Entfernung von 387 Mondabständen denken), so sehen wir von der erleuchteten Hälfte des Mondes nichts; er kehrt uns seine dunkle Seite zu. Wir haben Neumond. Der Mond geht mit der Sonne nahezu gleichzeitig auf und unter und kulminiert auch mit ihr zugleich. Er steht mit ihr in Konjunktion.

Von nun an wendet sich der Mond so, daß wir täglich mehr von seiner erleuchteten Hälfte sehen. Nach drei Tagen sehen wir ihn als eine Sichel am Himmel stehen, die ihre Hörner nach Osten gerichtet hat. Das erleuchtete Stück des Mondes bildet den Anfang zu einem „ $\delta$ “, man spricht vom „zunehmenden Monde“. Der nicht erleuchtete Teil des Mondes erscheint nicht ganz dunkel, sondern in einem aschgrauen Dämmerlichte. Dieser Schein rührt von der Erde her; denn auch die Erde wirft einen Teil des empfangenen Lichtes auf den Mond zurück. Nach 7 Tagen 9 Stunden tritt er in die Stellung 3 zur Erde. Wir sehen seine rechte Seite erleuchtet. Der Mond steht im ersten Viertel oder in der Quadratur. Die beiden geraden Linien Erde—Sonne und Erde—Mond bilden einen rechten Winkel. Zur Zeit des ersten Viertels kulminiert der Mond 6 Stunden nach der Sonne, also 6 Uhr abends.

Von nun an verschwindet der dunkle Teil der Mondhälfte immer mehr, bis wir ihn nach abermals 7 Tagen 9 Stunden in der Stellung 5 als vollkommen runde Scheibe erblicken. Wir haben Vollmond. Der Mond steht jetzt, von der Sonne aus gesehen, hinter der Erde, in Opposition. Er geht auf, wenn die Sonne untergeht, und umgekehrt; er kulminiert 12 Stunden nach der Sonne, also um Mitternacht. Somit erhellt er zur Zeit des Vollmondes unsere Nacht. Obwohl uns die Lichtfülle des Vollmondes bedeutend erscheint, so ist seine Lichtstärke doch nicht mehr als  $\frac{1}{618\,000}$  von der der Sonne.

Von jetzt ab verdunkelt sich die rechte Seite der Mondscheibe täglich mehr, bis wir nach 7 Tagen 9 Stunden nur noch die linke Hälfte erleuchtet sehen. Der Mond steht in der zweiten Quadratur, wie die Figur 27 ihn uns in Stellung 7 zeigt. Er steht im letzten Viertel. Der erleuchtete Teil der Mondhälfte bildet den Anfang zu einem  $\alpha$ , man spricht vom „abnehmenden Monde“. Der Mond geht jetzt erst um Mitternacht auf und kulminiert 6 Stunden vor der Sonne, also 6 Uhr morgens, so daß wir noch den größten Teil des Vormittags den blassen Mond am Himmel bemerken können.

Von dieser Zeit an geht das erhelltete Stück des Mondes immer mehr zur Sichel über, bis wir nach abermals 7 Tagen 9 Stunden nichts mehr von dem Monde sehen; wir haben wieder Neumond. Der Mond hat somit

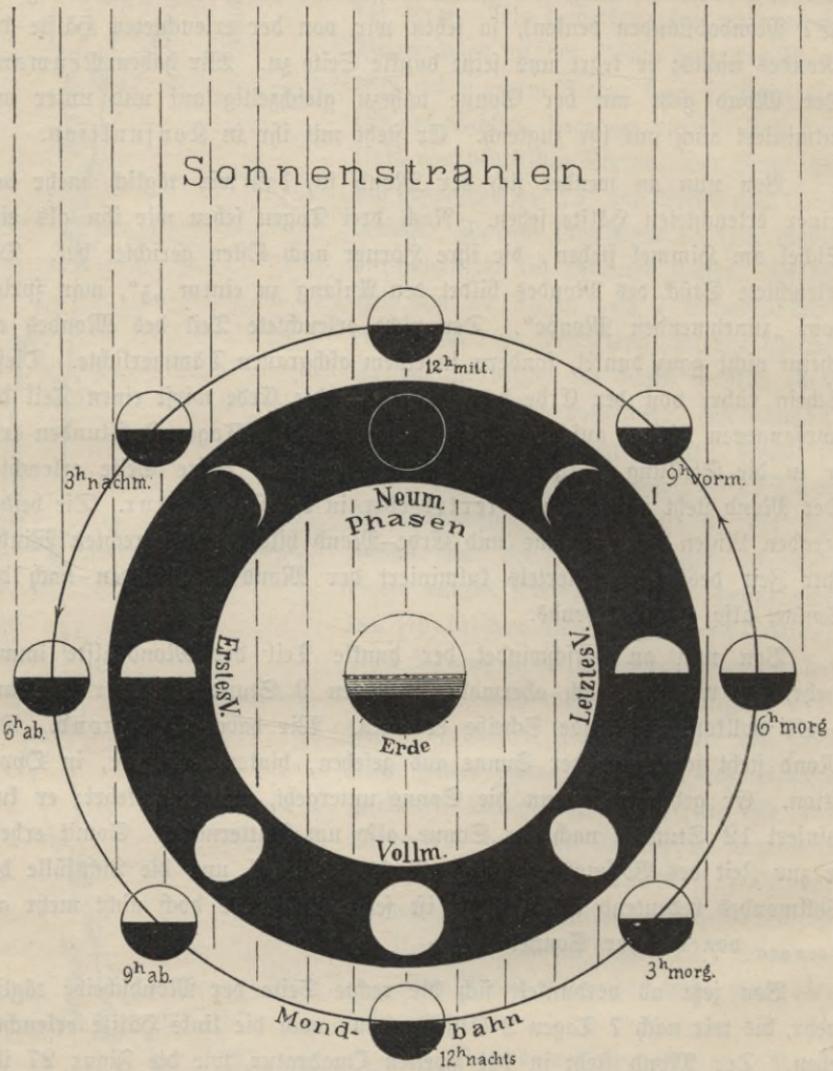


Fig. 28.

nach  $29\frac{1}{2}$  Tagen wieder dieselbe Stellung zur Erde und zur Sonne eingenommen oder einen Kreislauf vollendet. Wie aber aus der Figur 27 ersichtlich ist, gleicht die Bahn des Mondes nicht einem Kreise, sondern mehr einer Schlangelinie. Ein Teil der Mondbahn liegt außerhalb, der andere innerhalb der Erdbahn.

Figur 28 stellt das Bild eines (synod.) Umlaufs des Mondes um die Erde dar und gibt acht gleich weit von einander entfernte Orte des Mondes in seiner Bahn um die Erde. Das dem Bilde entsprechende Sonnenbild denke man sich in 30 m Entfernung. Das eingezeichnete kreisförmige schwarze Band zeigt die jeder der acht Mondstellungen entsprechende Mondphase. Die Zahlen geben die Zeit der oberen Kulmination der zugehörigen Phase. In der Erdschattendarstellung ist die wahre Breite der Dämmerungszone leicht erkennbar angedeutet.

E. Von den Sonnen- und den Mondfinsternissen. Eine Sonnenfinsternis kann nur zur Zeit des Neumondes eintreten, eine Mondfinsternis nur zur Zeit des Vollmondes. Wenn die Mondbahn in der Ebene der Erdbahn läge, so würde bei jedem Neu- und jedem Vollmonde eine Finsternis eintreten. Die Mondbahn durchschneidet die Erdbahn aber unter einem Winkel von  $5^\circ$ . Darum liegt ein Teil derselben nördlich, der andere südlich der Erdbahn. Die Schnittpunkte der Mondbahn werden Knoten genannt. (Fig. 29.)

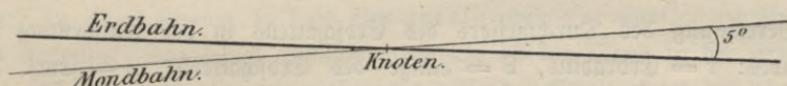


Fig. 29.

Man unterscheidet einen aufsteigenden und einen absteigenden Knoten, die man auch mit Drachenkopf und Drachenschwanz bezeichnet. Im aufsteigenden Knoten begibt sich der Mond auf die nördliche (sozusagen obere) Seite der Erdbahnebene, im absteigenden auf die südliche. Diese Knoten bleiben nicht an derselben Stelle der Mondbahn, sondern durchwandern innerhalb  $18\frac{3}{5}$  Jahren einen ganzen Kreis. Die Zeit des Umlaufs des Mondes vom aufsteigenden Drachenkopf bis wieder dahin wird Drachenmonat genannt. Er dauert 27 Tage 5 Stunden.

Tritt nun der Mond zur Zeit des Neu- und des Vollmondes in einen Knoten, so liegen die drei Zentren von Mond, Erde und Sonne in einer Linie. Es muß eine Finsternis stattfinden. Eine Finsternis ist noch möglich, wenn der Mond nicht mehr als  $18^\circ$  (Sonnenfinsternis), bezw.  $12^\circ$  (Mondfinsternis) von den Knoten entfernt ist. — Wir betrachten nun noch im besondern:

F. Die Mondfinsternisse. Bei einer Mondfinsternis, die nur zur Zeit des Vollmondes eintreten kann, wie schon oben gesagt wurde, tritt der Mond in den Schattenkegel der Erde, dessen Querschnitt in der Entfernung des Mondes noch einen Durchmesser von 9 232 km hat, wie folgende Berechnung ergibt:

a) Berechnung der Länge des Erdschattens an der Figur vom abgestumpften

Regel.  $h$  = Entf. der Erde von der Sonne,  $R$  = Sonnenradius,  $r$  = Erdradius,  $x$  = Länge des Schattenkegels.  $x = \frac{rh}{R-r}$ . Dafür Zahlen eingesetzt:  $x = (6\,375 \cdot 150\,000\,000) : (691\,050 - 6\,375) = 1\,396\,000$  km.

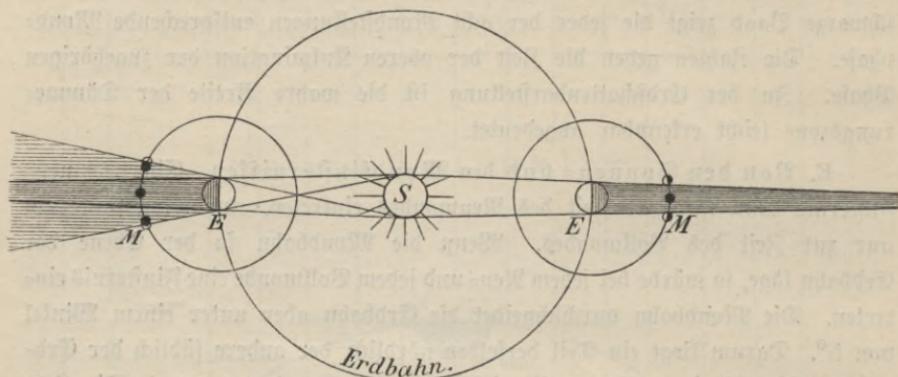


Fig. 30.

b) Berechnung des Durchmessers des Erdschattens in der Entfernung des Mondes:  $r$  = Erdradius,  $S$  = Länge des Erdschattens,  $m$  = Entf. des

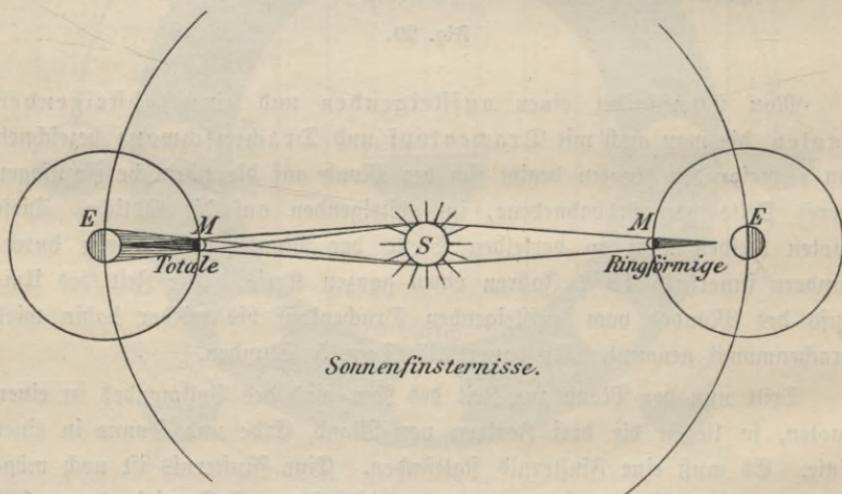


Fig. 31.

Mondes,  $x$  = Radius des Erdschattens in der Entfernung des Mondes.  $r : x = S : (S - m) = x = \frac{r \cdot (S - m)}{S}$ . Zahlen eingesetzt:

$x = (6\,375 \cdot [1\,396\,000 - 385\,000]) : 1\,396\,000 = x = 4\,616$  km, der Durchmesser also 9 232 km. Steht der Mond genau in einem Knoten seiner Bahn, so findet eine totale Mondfinsternis statt. Ist das nicht der Fall, so tritt nur teilweise eine Verdunkelung des Mondes ein; wir haben

dann eine partiale Mondfinsternis. Eine totale Mondfinsternis dauert gewöhnlich  $4\frac{1}{2}$  Stunden. Die Mondscheibe nimmt dabei zuerst eine aschgraue Farbe an, die nach und nach in ein eigentümliches Kupferrot übergeht. Durch die Mitte des Kernschattens wird der Mond mitunter ganz verdunkelt. Totale Mondfinsternisse sind selten, häufiger sind partiale; in 18 Jahren finden etwa 29 Verfinsterungen statt.

G. Die Sonnenfinsternisse. Der Name „Sonnenfinsternis“ ist geradezu verkehrt. Richtig ausgedrückt müßte man sagen „Erdfinsternis“; denn nicht die Sonne, sondern die Erde wird verfinstert. Doch der Name ist nun einmal gebräuchlich. — Eine Sonnenfinsternis tritt ein, wenn der Mond als Neumond in den Kegele Raum tritt, der von der Peripherie der Sonne und der der Erde bestimmt wird. Da dieser Kegele in der Entfernung des Mondes eine viel größere Durchschnittsfläche hat, als der Schattenkegele der Erde, so ist ersichtlich, daß es mehr Sonnen- als Mondfinsternisse geben muß. Es ereignen sich in der That in 18 Jahren 42 Sonnenfinsternisse. — Steht der Mond zur Zeit einer Sonnenfinsternis genau in einem Knoten, so kann eine totale oder eine ringförmige Finsternis eintreten. Das hängt nämlich davon ab, ob der Mond in der Erdnähe oder Erdferne steht. In seiner Erdnähe trifft der Schattenkegele des Mondes die Erde und beschattet wohl eine ganze Fläche derselben; dann haben diese beschatteten Orte der Erde eine totale Sonnenfinsternis. Steht der Mond aber in der Erdferne, so erreicht sein Schatten die Erde nicht. Er erscheint uns kleiner als die Sonne, so daß diese nur in der Mitte verdunkelt wird. Man nennt eine solche Finsternis eine „ringförmige“. — Steht der Mond nicht genau in einem Knoten, so haben wir nur eine partiale Sonnenfinsternis.

Bei einer totalen Sonnenfinsternis wird zuerst die rechte (westliche) Seite der Sonnenscheibe verdunkelt, während es bei einer Mondfinsternis umgekehrt zugeht. Ihre Dauer beträgt mehr als 4 Stunden, während eine partiale höchstens 3 Stunden anhält. Beim Eintritt einer totalen Finsternis entsteht ein unheimliches Dämmerlicht. Die Tiere werden unruhig; die Blumen schließen ihre Kelche; die Nachtvögel kommen aus ihren Schlupfwinkeln hervor; selbst den Menschen beschleicht ein Bangen. Um den dunkeln Mond sieht man einen hellen Strahlenkranz, der hier und da von rot funkelnenden Sonnenfackeln unterbrochen wird. Endlich bricht auf der rechten Seite des verdunkelten Mondes die leuchtende Sonne wieder hervor.

## 27. Ebbe und Flut.

A. Beschreibung. Das Meer hat eine dreifache Bewegung. Es bewegt sich durch den Wellenschlag, die Meeresströmungen und durch Ebbe und Flut. Die letztere Bewegung kann man an den Küsten der Nordsee

beobachten. Auf Norderney z. B. bemerkt man, daß das Meer auf weite Strecken hin zurücktritt. Auf dem entblößten Meeresboden jammeln die Strandbewohner Seetiere. Dies Zurücktreten des Meeres nennt man Ebbe; sie dauert ungefähr 6,2 Stunden. Nachdem das Wasser einige Minuten auf dem tiefsten Standpunkte verharret hat, kehrt es wieder zurück. Es steigt höher und höher, bedeckt Sandbänke und Inseln, bis es nach abermals 6,2 Stunden seinen höchsten Stand erreicht. Dieses Steigen des Wassers nennt man Flut. Der höchste Stand der Flut heißt Hochmeer, der tiefste Stand zur Zeit der Ebbe Tiefmeer. An den Steilküsten Englands findet nicht ein Zurücktreten, sondern ein Fallen des Wassers zur Ebbezeit statt. Klippen und Riffe treten alsdann hervor, über welche man zur Flutzeit mit dem Boote hinwegfahren kann. Ebbe und Flut heißen auch die Gezeiten des Meeres.

Tag für Tag treten zweimal Ebbe und Flut ein. Doch ist heute 6 Uhr morgens Hochmeer, so ist es morgen erst 6 Uhr 50 Minuten. Außerdem bemerkt man zur Zeit des Neu- und des Vollmondes ein stärkere Flut, während sie zur Zeit des ersten und des letzten Viertels schwächer ist. Jene heißt Springflut, diese Nippflut. Zur Zeit der Äquinoktien und des Winters ist die Flut höher als im Sommer. Am Äquator wird eine stärkere Flut beobachtet als nach den Polen zu; ja über den 65°. hinaus ist sie wenig mehr zu spüren. Dasselbe ist der Fall in den Binnenmeeren. Im Schwarzen und im Kaspiischen Meere hat man die Gezeiten noch gar nicht bemerkt; an den Küsten der Ostsee beträgt die Flut nur etwa 10 cm, an denen des Mittelmeeres auch nur 0,33 m. Im Weltmeere treten die Gezeiten durchschnittlich stärker an den Ostküsten auf als an den Westküsten. Im Golf von Martaban steigt die Flut 8 m hoch, in St. Malo 15 m, und in der Fundybay im britischen Nordamerika gar 20 m hoch. Dagegen merkt man an den Inseln, die im Weltmeere liegen, z. B. an den Sandwichinseln, nur eine Fluthöhe von 1 m. — Die Flut steigt auch in die Flüsse hinauf. In der Weser dringt die Flutwelle 67,5 km aufwärts, in der Themse 90 km (bis oberhalb London) und in der Elbe 150 km (bis oberhalb Hamburg) vor. Im St. Lorenzstrom ist die Flut 750 km aufwärts, im Amazonenstrom gar 1125 km weit landeinwärts zu verspüren.

B. Erklärung. Die tägliche Verspätung der Ebbe und der Flut um 50 Minuten weist auf den Veranlasser dieser Erscheinung deutlich hin. Es ist der Mond, der ja täglich durchschnittlich so viel später kulminiert. Daraus, daß die Gezeiten zur Zeit der Tag- und Nachtgleiche und der Sonnennähe stärker sind, geht hervor, daß auch die Sonne bei dieser Erscheinung tätig ist. In der That liegt in der Anziehung der Sonne und des Mondes die

Ursache von Ebbe und Flut. Diese Anziehung geschieht nach dem Newtonschen Gravitationsgesetze: „Jeder Körper übt auf alle andern eine Anziehung aus, die im geraden Verhältnis zu der Masse und dem umgekehrten Verhältnis der Quadrate der Entfernung steht.“ Setzen wir die Anziehung des Mondes = 1. Die Erde hat 80mal so viel Masse als der Mond. Die Sonne wirkt gar mit einer 320 000fachen Kraft wie die Erde, also mit  $80 \times 320\,000$ facher Kraft. Die Sonne ist aber im Durchschnitt 400mal so weit entfernt als der Mond. Darum müssen wir diese Kraft durch das Quadrat von 400 teilen; es ergibt sich

$$= \frac{80 \cdot 320\,000}{400^2} = \frac{80 \cdot 320\,000}{160\,000} = 80 : 2 = 160.$$

Demnach zieht die Sonne die Erde 160mal stärker an als der Mond. Veranschaulichung:

Der Einfachheit halber denken wir uns die Erde vollständig mit Wasser bedeckt; es stelle demnach der Kreis  $FEF_1E_1$  einen Schnitt durch die Meeresoberfläche dar. Für den Punkt F steht der Mond in der oberen Kulmination. Er steht dem Monde näher als die Punkte E und  $E_1$ . Darum wird er stärker angezogen als diese Orte, und seine flüssigen Teile eilen dem Monde zu. In F muß also Flut sein. Der Punkt  $F_1$  wird offenbar schwächer angezogen als  $E_1$  und E. Seine flüssigen Teile bleiben daher zurück. Durch dies Zurückbleiben entsteht bei  $F_1$  ebenfalls eine Anhäufung der Wasserteile. Es ist also auch in F Flut, während in E und  $E_1$  Ebbe sein muß. So ist ersichtlich, daß es zugleich 2 Ebben und 2 Fluten auf der Erde geben muß, die täglich um die Erde herumwandern. Außerdem erkennen wir, daß nicht die absolute Anziehung Ebbe und Flut erzeugt, sondern die Differenz zwischen der Anziehung der nahen und der fernen Teile.

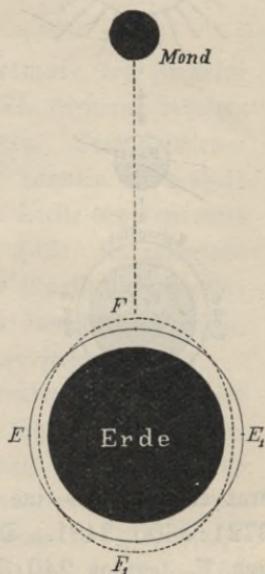


Fig. 32.

Die Sonne zieht die Erde aus einer so ungeheuren Entfernung an, daß der Erddurchmesser dagegen fast verschwindet; er beträgt nur ungefähr  $\frac{1}{12\,000}$  der Entfernung der Sonne von der Erde. Es werden demnach die der Sonne zugekehrten Teile der Erde nicht viel stärker angezogen, als die von ihr abgekehrten. Das Verhältnis der Entfernung dieser Teile von der Sonne ist 23 999 : 24 000 : 24 001. (Siehe Figur 32 = F : E :  $F_1$ .) Nach dem Gravitationsgesetz ins Quadrat erhoben und das Verhältnis umgekehrt, er-

gibt = 576 048 001 : 576 000 000 : 575 952 001. Die Differenz zwischen dem Quadrat von  $F$  und  $F_1$  beträgt 96 000, das ist  $\frac{1}{6000}$  von der Anziehung des Mittelpunktes der Erde durch die Sonne. Da dieselbe mit 160 facher Kraft dem Monde gegenüber einwirkt, so beträgt die Differenz der Anziehung für die entgegengesetzten Punkte der Erde  $\frac{160}{6000} = \frac{16}{600} = \frac{2}{75}$ . — Anders ist es bei dem Monde. Die 12 750 km des Durchmessers der Erde fallen bei der geringen Entfernung des Mondes sehr ins Gewicht. Der Durchmesser der Erde beträgt etwa  $\frac{1}{30}$  der Entfernung des Mondes von der Erde, das sind 60 Erdhalbmesser. Die Entfernungen der Punkte  $F$ ,  $E$  und  $F_1$  vom Monde verhalten sich wie 59 : 60 : 61. Das gibt, ins Qua-

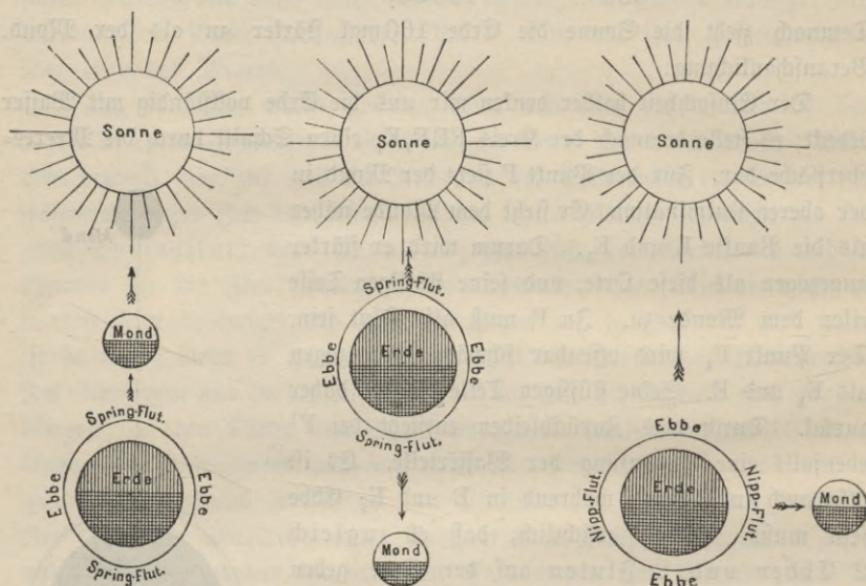


Fig. 33.

drat erhoben und ins umgekehrte Verhältnis gesetzt, eine Anziehung von 3721 : 3600 : 3481. Der Unterschied in der Mondanziehung zwischen  $F$  und  $F_1$  beträgt 240 Teile, das ist  $\frac{1}{15}$  der im Erdzentrum wirkenden Anziehungskraft. Da aber die Mondanziehung mit 1 bezeichnet ist, so ist  $\frac{1}{15} \times 1$  zu nehmen, d. i.  $\frac{5}{75}$ . Demnach bewirkt die Sonne mit 2 facher Kraft Ebbe und Flut, der Mond aber mit 5 facher; oder die Sonnenflut verhält sich zur Mondflut wie 2 : 5. Daraus ergibt sich, daß der Mond in erster Reihe der Erzeuger von Ebbe und Flut ist.

Zur Zeit des Ne- und des Vollmondes stehen Sonne, Mond und Erde in einer Linie; dann wirken die beiden Körper zusammen und erzeugen eine  $2 + 5 = 7$  fache Flut; so erklärt sich die Springflut. Zur Zeit des ersten

und des letzten Viertels stehen Erde, Mond und Sonne in einem rechten Winkel. Sonne und Mond wirken sich darum entgegen. Die Flut wird in diesen Zeiten also nur mit  $5 - 2 = 3$  facher Kraft bewirkt; so erklären sich die Rippfluten.

Weil nun der Mond der hauptsächlichste Erzeuger von Ebbe und Flut ist, so müßte das Hochmeer eines Hafens mit der Kulmination des Mondes für diesen Ort zusammenfallen. Das beobachtet man aber nur selten. Verschiedene Umstände, vor allen die besondere Lage eines Ortes, bewirken einen Unterschied in der Zeit der Kulmination des Mondes und dem Eintritte des Hochmeeres. Diese Abweichung nennt man die Hafenzzeit eines Ortes. Ein Seemann muß die Hafenzeiten für bestimmte Orte genau kennen, damit er die rechte Zeit zum Einlaufen in den Hafen nicht verpaßt. — Die Linien, welche die Orte, die in gleicher Zeit Hochwasser haben, verbinden, heißen Zorachien. So liegen Kap Blanco im Westen Afrikas und Haïti, die Kanarischen Inseln und Neufundland auf derselben Zorachie.

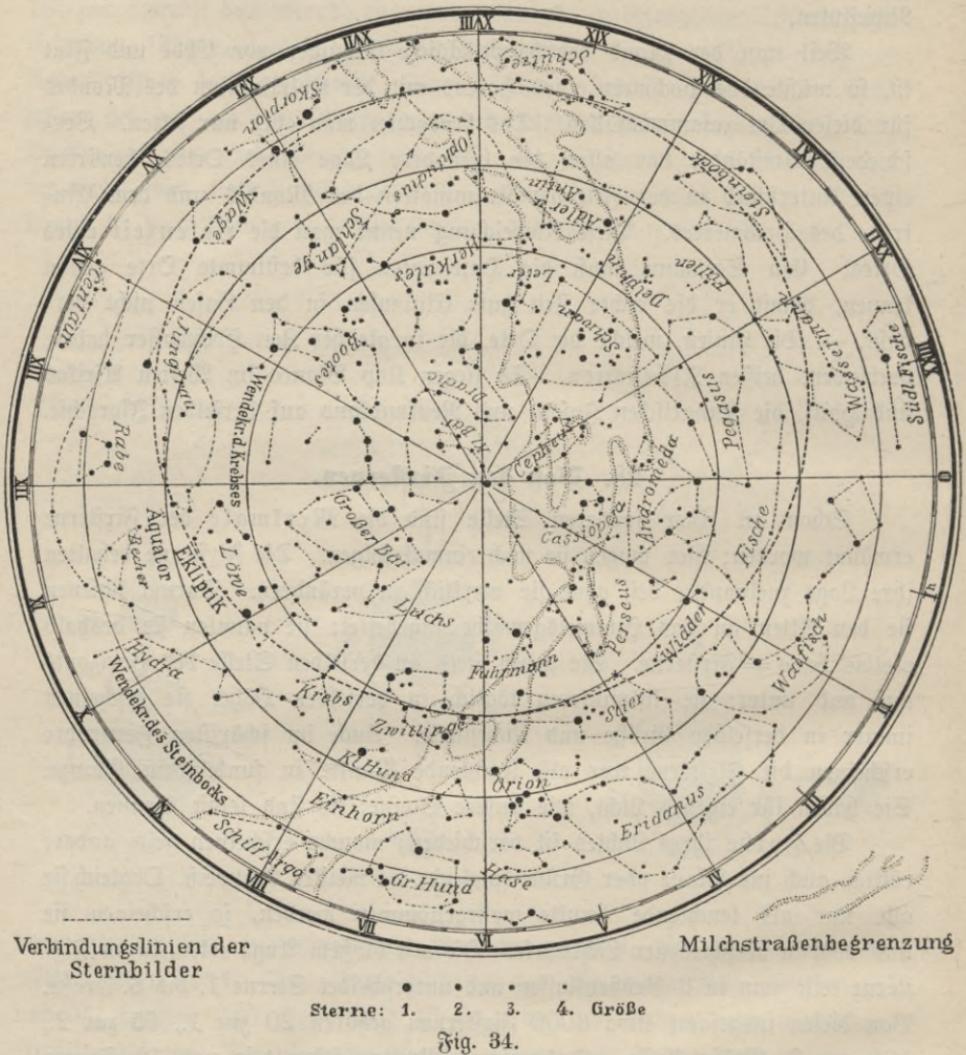
## 28. Von den Fixsternen.

Schon an einer früheren Stelle sind die Merkmale der Fixsterne erwähnt worden; hier mögen sie noch einmal folgen. Die Fixsterne behalten ihre Lage zueinander bei, ohne sie merklich zu verändern. Darum schienen sie den Alten an das Himmelsgewölbe angeheftet; sie nannten sie deshalb *stellae fixae* = Fixsterne. Sie gehen stets an derselben Stelle des Horizonts auf und unter; sie kulminieren täglich in derselben Höhe; sie erscheinen immer in derselben Größe und Lichtstärke. Auch im schärfsten Fernrohre erscheinen die Fixsterne nur als leuchtende Punkte in funkelndem Glanze. Sie haben ihr eigenes Licht, wie unsere Sonne; sie sind selbst Sonnen.

Die Farbe ihres Lichtes ist verschieden; manche erscheinen gelb, andere rötlich, auch ins Blaue oder Grüne spielend, die meisten lichtweiß. Obgleich sie alle nur als leuchtende Punkte wahrgenommen werden, so erscheinen sie uns doch in verschiedener Lichtstärke. Die mit bloßem Auge erkennbaren Fixsterne teilt man in 6 Größenklassen und unterscheidet Sterne 1. bis 6. Größe. Von diesen insgesammt etwa 6000 Fixsternen gehören 20 zur 1., 65 zur 2., 190 zur 3. Größenklasse. In unseren Breiten sehen wir nur 12 Sterne der 1. Größe. Mit Hilfe des Fernrohres erblickt man viele Millionen von Fixsternen; ja sie sind unzählbar.

Aus Abschnitt 9 ist uns bekannt, daß man unter den Sternbildern Fixsterngruppen versteht, die mit zum Teil aus uralter Zeit stammenden eigenen Namen belegt worden sind (siehe Fig. 34). An dieser Stelle sind die 12 Sternbilder des Tierkreises schon besprochen worden. Am nördlichen Himmel fallen uns besonders in die Augen der Große und der Kleine Bär,

dessen letzter Schweifstern der Polarstern ist. Weiter bemerken wir den Fuhrmann, Perseus, Cassiopeja, Andromeda, den Schwan, die Leier, den Adler und zwischen Herkules und Bootes den Sternenzanz der Nördlichen



Krone. Im Stier sehen wir das Siebengestirn oder die Plejaden. Der größte Stern dieser dichtgedrängten Sterngruppe, Alkhone, wurde vom Astronomen Mädler für die Zentralsonne gehalten, um welche sich auch unser Sonnensystem bewegen solle. An Winterabenden sehen wir am Südhimmel das schönste der bei uns sichtbaren Sternbilder, den Orion mit dem Jakobstab (drei in eine Reihe gestellte Sterne 2. Größe), und den Großen Hund mit Sirius, dem hellsten aller Fixsterne.

Die Milchstraße, welche den Himmel wie ein in weißlichem Lichte schimmernder vielfach zerrissener Gürtel umzieht, löst sich mit Hilfe des Teleskops teilweise in einzelne Fixsterne und sogenannte Nebelflecke auf.

Die Entfernung der Fixsterne ist eine ungeheuer große. Man hat berechnet, daß der nächste Fixstern,  $\alpha$  im Centaur auf der südlichen Hemisphäre, 41 Billionen km von uns entfernt ist. Um das zu begreifen, bedenke man, daß diese Entfernung 275 000 mal so groß ist als die Entfernung der Sonne von der Erde. Die Entfernung der meisten Fixsterne kann man nicht angeben; sie sind unendlich weit entfernt.

Und dies große, große Weltall trägt der Herr in seiner Hand und weist einem jeglichen Himmelskörper seine Bahn an, die dieser unbehindert wandelt; ja er vergißt nicht des einzelnen Geschöpfes auf jedem dieser Millionen Welten, sondern sättigt alles, was da lebet, mit Wohlgefallen.

Herr, wie sind deine Werke so groß und viel; du hast sie alle weislich geordnet, und die Erde ist voll deiner Güter!

## 29. Von den Kometen.

Die Kometen sind Angehörige oder Gäste unseres Sonnensystems, die ganz anders gestaltet sind, als die von uns bisher betrachteten Himmelskörper. In ihrer in die Erscheinung tretenden Gestalt unterscheidet man drei Stücke, nämlich den Kern, die Lichthülle und den Schweif. Nach dem letzteren Bestandteile nennt man sie auch Schweifsterne. Dieser Name paßt aber nicht für alle Kometen, weil nicht alle einen Schweif haben. Die Alten nannten sie „Kometen“, d. i. die „Bebarteten“. Die Lichthülle und der Kern sind von so geringer Dichte, daß sie nicht einmal imstande sind, uns das Licht der etwa dahinterstehenden Fixsterne zu entziehen. (Fig. 35.)

Die Bahnen der Kometen sind stark exzentrische Ellipsen, Hyperbeln oder Parabeln. Nur die Kometen mit ellipsenförmiger Bahn sind ständige Mitglieder unseres Sonnensystems. Die in anders gearteten Bahnen laufenden Kometen kommen nur zum Besuche in unser Sonnensystem und eilen auf Nimmerwiedersehen zu andern Sonnen. Einige der Kometen nähern sich der Sonne bis auf weniger als 700 000 km; dann entfernen sie sich wieder mehr als 70 000 Millionen km. Sie binden sich nicht an die Bewegungsrichtung

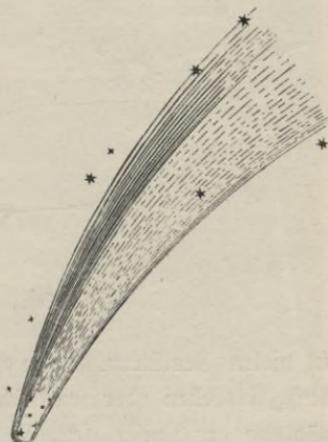


Fig. 35.

anderer Himmelskörper von Westen nach Osten; manche von ihnen durchheilen den Himmelsraum von Osten nach Westen, andere von Süden nach Norden, noch andere von Norden nach Süden. (S. in Fig. 37 die Bewegungsrichtung des Sternschnuppenschwärmes.) Weil die Kometen eine geringe Masse besitzen, so werden sie durch die Planeten stark von ihrer Bahn abgelenkt. Sie ändern dieselbe also unaufhörlich; dadurch wird die Bahn so unregelmäßig, daß sie nur schwer zu berechnen ist. Viele Kometen bilden erst in der Nähe der Sonne einen Schweif, der regelmäßig von der Sonne abgekehrt ist. (Siehe Fig. 36.) Bei manchen Kometen hat die Berechnung ergeben, daß der Schweif mehrere Millionen km lang ist. Doch ist die Länge sehr veränderlich. Auch die Lichthülle ist sehr veränderlich; gewöhnlich verkleinert sich der Durchmesser in der Nähe der Sonne und nimmt in der Sonnenferne wieder zu. Diese Erscheinung läuft der Erfahrung geradezu entgegen, wonach die Wärme die Körper ausdehnt und die Kälte sie zusammenzieht.

Verschiedene Kometen sind wahre Zierden am Himmel gewesen, an dem sie oft viele Monate lang beobachtet werden konnten. Zu solchen

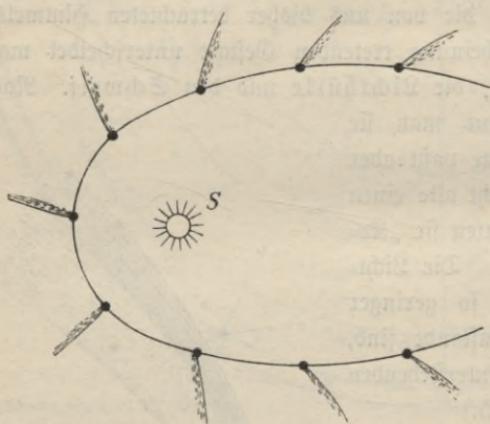


Fig. 36.

Zierden gehörten in der jüngsten Zeit die prachtvollen Kometen von 1858 (der Donatische) und der zweite Komet von 1861. Aus früherer Zeit gehört hierher der große Komet von 1811, von 1680, 1264. Vielleicht ist auch der große Stern, den die Weisen aus dem Morgenlande zur Zeit der Geburt Christi sahen, ein Komet gewesen.

In früherer Zeit erweckte das Erscheinen von Kometen Furcht, Angst und Schrecken

in vielen Gemüthern. Man wählte, ein solcher Komet verkünde Krieg, Pestilenz, Erdbeben oder sonst schreckliche Ereignisse. Soll doch nach einer Erzählung der Kaiser Karl V. durch den Kometen von 1556 bewogen worden sein, die Krone niederzulegen und sich ins Kloster zurückzuziehen.

### 30. Von den Sternschnuppen und Meteoren.

Mit den Kometen stehen im engsten Zusammenhange die Sternschnuppen und Meteore. Bei der Beobachtung des nächtlichen Himmels können wir

täglich eine Menge von Sternschnuppen wahrnehmen. Sie glimmen plötzlich wie ein Licht am Himmel auf, ziehen in einem glänzenden Streifen dahin und verschwinden nach wenigen Sekunden ebenso plötzlich, wie sie erschienen sind. Die Entfernung von der Erde zur Zeit ihres Aufleuchtens wechselt zwischen 10 km und 200 km. Ihr Leuchten wird dadurch verursacht, daß ihre Masse durch die Schnelligkeit, mit der sie unsere Atmosphäre durchschneiden, in einen glühenden Zustand versetzt wird. Sie bewegen sich durchschnittlich mit einer Geschwindigkeit, die der Bahngeschwindigkeit der Erde nahekommt. Ein einzelner Beobachter bemerkt in der Stunde 5—7 Sternschnuppenfälle; man hat nun berechnet, daß an einem Tage von allen Punkten der Erde zusammen mehr als 3 Millionen beobachtet werden können. Welche erstaunliche Zahl macht das in einem Jahre! Nach Mitternacht beobachtet man eine größere Anzahl als vor Mitternacht. Das ist leicht erklärlich, weil wir dann den Teil des Himmels über uns haben, wohin sich die Erde auf ihrer Bahn bewegt. Besonders starke Schwärme von Sternschnuppen bemerken wir in den Nächten vom 10. bis zum 12. August und vom 13. zum 14. November. Dieser Auguststrom (Fig. 37) und der Novemberstrom kehren alljährlich wieder; man nennt darum diese Ströme periodische. Davon unterscheidet man die sporadisch auftretenden Sternschnuppen. Durch genaue Beobachtungen ist festgestellt worden, daß die Sternschnuppenschwärme in ganz bestimmten Bahnen um unsere Sonne kreisen. Die eine Bahn wird von der Erde im August,

die andere im November durch-

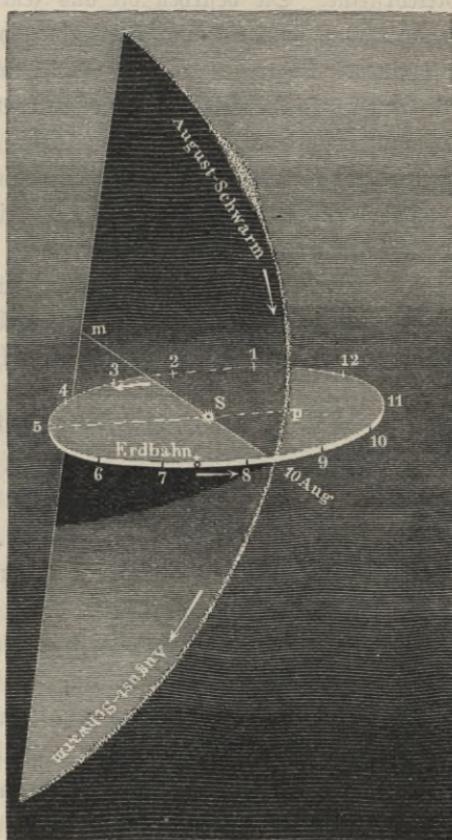


Fig. 37.

schnitten. Diese Schwärme sind nicht an allen Stellen ihrer Bahn gleich stark; man unterscheidet bei ihnen einen Kopf und einen Schweif. Geht die Erde jetzt durch den Kopf, dann geht sie das nächste und dritte Jahr

durch den Schweif, so daß dieser die ungeheure Länge von 380 Millionen Meilen mißt. Kopf und Schweif erinnern uns an die Kometen. Man hält diese Sternschnuppenschwärme für vielfach zerteilte Kometen.

Mit den Sternschnuppen haben die Feuerkugeln oder Meteore die größte Ähnlichkeit und wahrscheinlich auch gleiche physische Beschaffenheit. Sternschnuppen werden dann Feuerkugeln oder Meteore genannt, wenn sie von ungewöhnlicher Größe sind und solchen Glanz verbreiten, daß sie unter Umständen auch am Tage sichtbar werden. Man hat beobachtet, daß die Leuchtkraft mancher Feuerkugeln die des Mondes übertrifft. Keiner Feuerkugel fehlt ein längere Zeit sichtbarer Schweif. Häufig zerspringen sie unter einem donnerartigen Getöse, und ihre Teile fallen zur Erde. Diese Steine heißen Meteorsteine. Sie bestehen oft aus zentnerschweren Massen; manchmal sind sie aber auch so klein und über eine so weite Fläche verbreitet, daß man von einem Steinregen redet. Solch ein Steinregen ist in Frankreich am 26. April 1803 beobachtet und von Alexander von Humboldt in seinem Kosmos beschrieben worden. — Die Untersuchung solcher Meteore hat ergeben, daß viele von ihnen aus gediegenem Eisen bestehen. Auch der „schwarze Stein“ von Mekka, der, in Silber gefaßt, in eine Wand der würfelförmigen Kaaba eingemauert ist, ist jedenfalls ein Meteorstein.

Die Araber halten ihn für heilig und behaupten, der Engel Gabriel habe ihn dem Abraham vom Himmel gebracht.

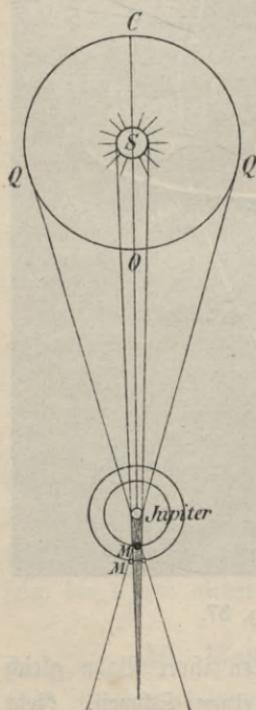


Fig. 38.

### 31. Wie hat man die Geschwindigkeit des Lichtes berechnet?

Man hat diese Geschwindigkeit auf verschiedene Weise gefunden. Unter anderem haben die Verfinsterungen der Jupitermonde ein Mittel an die Hand gegeben, diese Geschwindigkeit zu berechnen. Der Jupiter wird von 5 Monden begleitet, die bei jeder Revolution in den Schatten ihres Hauptplaneten treten und somit Verfinsterungen erleiden. Bald nach der Erfindung des Fernrohres berechnete ein dänischer Astronom genau die Zeit, wann diese Verfinsterungen eintreten mußten. Es seien in Fig. 38 S die Sonne, CQO die Erdbahn, M Jupitermonde. Wenn die Erde zur Sonne und zum Jupiter in einem rechten Winkel stand, also in der Quadratur (in Q), dann stimmte diese Berechnung. Stand aber der Jupiter in Konjunktion (in C) oder in

Opposition (in O) zur Sonne, dann differierte der Eintritt der Verfinsternung mit der Berechnung um 8 Minuten. Lange konnte man sich dies nicht erklären. Endlich kam man darauf, daß das Licht bei der Stellung der Erde in der Opposition Jupiters einen um etwa 150 Millionen km kürzeren Weg zurückzulegen hat, als wenn er in der Quadratur steht. Hierzu braucht das Licht 8 Minuten weniger Zeit. Sinegen ist der Weg, den das Licht zur Zeit der Konjunktion Jupiters zur Erde zurückzulegen hat, um 150 Millionen km länger als bei der Stellung Jupiters in der Quadratur. Darum gelangt dann das Licht 8 Minuten später zu uns. Braucht nun das Licht, um 150 Millionen km zurückzulegen, 8 Minuten Zeit, so legt es in einer Sekunde  $150\,000\,000 : 480 = 312\,500$  km oder in runder Zahl 310 000 km zurück.

Wir schließen weiter: Die Strecke von 150 Millionen km ist die Sonnenferne. Das Sonnenlicht braucht also 8 Minuten, ehe es zu uns gelangt. Es geht uns demnach die Sonne 8 Minuten später auf, als es geschehen würde, wenn das Licht gar keine Zeit gebrauchte. Ebenso am Abend: die Sonne ist schon 8 Minuten früher untergegangen, wenn wir ihre Scheibe unter den Horizont sinken sehen. Man schließt weiter, daß das Licht mancher Fixsterne viele Jahre gebraucht hat, ehe es zu uns gelangt ist. Wir sehen demnach nicht das Licht, das ein bestimmter Himmelskörper uns in diesem Augenblicke zusendet, sondern das er vor Minuten, Stunden, Tagen, Jahren ausstrahlte. Wir sehen also gegenwärtig zum größten Teile die Vergangenheit der Himmelskörper.

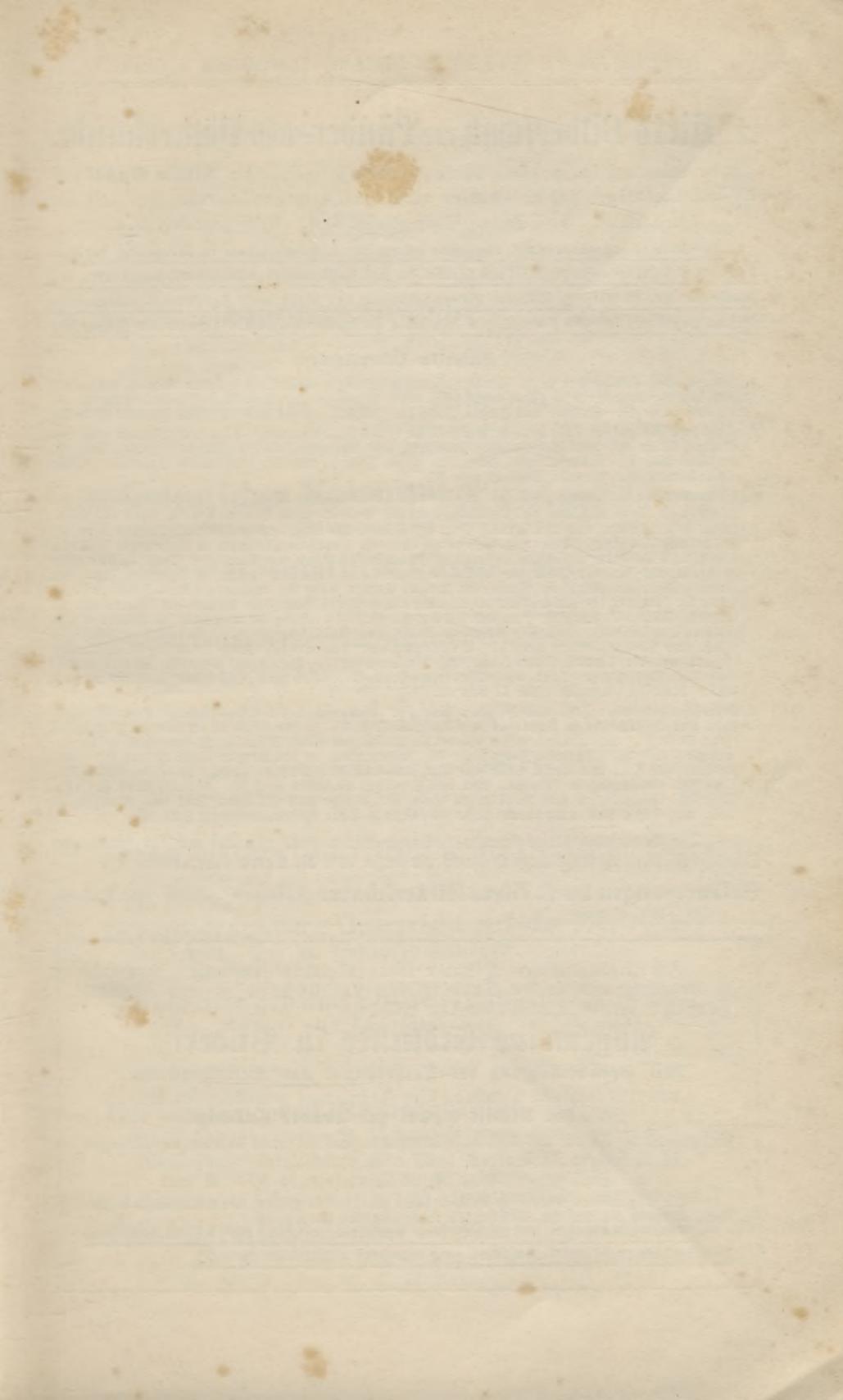
### 32. Die Kant-Laplacesche Hypothese über die Entstehung des Sonnensystems.

Gießt man in ein Glas, welches halb mit Wasser gefüllt ist, etwas Öl, so schwimmt dieses als eine besondere Schicht auf dem Wasser. Warum? Tut man so viel Alkohol zum Wasser, bis das Gemisch das spezifische Gewicht des Oles hat, so kann man etwas Öl mittels einer Pipette zu einer in dem Gemisch frei schwimmenden Kugel formen. Bringt man eine Stricknadel durch die im Gemisch freischwebende Ölkugel und dreht die Nadel ohne jeglichen seitlichen Stoß erst langsam, dann allmählich schneller um, so wird auch nach und nach die Ölkugel in rotierende Bewegung versetzt. Dabei bemerkt man an den Polen eine Abplattung, an dem Äquator ein immer stärkeres Anwachsen des Umfanges. Endlich löst sich ein Ring von der Ölkugel ab, rotiert in gleicher Richtung, zerreißt endlich und bildet eine neue, kleinere Kugel, welche in gleicher Weise rotiert.

Auf diesen Versuch stützte sich Kant, der große Königsberger Philosoph, und nach ihm der französische Geometer Laplace bei der Erklärung der Ent-

stehung des Sonnensystems. Kant nahm an, daß unsere Sonne einst eine ungeheure Gas- und Nebelfugel war, die weit über die Bahn des Neptun hinausreichte. Durch Wärmeausstrahlung in den Weltraum und durch die eigene Anziehung ihrer Teile zog sich diese Kugel immer mehr zusammen; sie ward kleiner. Dadurch wurde eine raschere Rotation hervorgerufen und zugleich eine Zunahme der Schwungkraft. Die Kugel plattete sich an den Polen immer mehr ab und nahm an dem Äquator immer mehr zu. Da die Teile am Äquator am meisten von der Schwungkraft ergriffen waren, so lösten sie sich schließlich in der Form eines Ringes ab; dies wiederholte sich noch mehrfach. Jeder dieser Ringe zerriß endlich und ballte sich ebenfalls zu einer Kugel zusammen, die die gleiche rotierende Bewegung beibehielt. Auch von diesem Planeten lösten sich Ringe ab, welche die Monde bildeten. Nur beim Saturn blieben die innern Ringe als solche bestehen. Der Rest des ursprünglichen Zentralkörpers bildete die Sonne. Infolge der Zusammenziehung mußten sich die entstandenen Kugeln erhitzen, bis endlich die Ausstrahlung in den kalten Weltraum der Erhitzung das Gleichgewicht hielt und sie nachher überwog. Die Erkaltung mußte um so rascher vor sich gehen, je kleiner die betreffende Masse war. Am schnellsten erkalteten also die Monde und die kleineren Planeten zwischen Mars und Jupiter. Während von den bedeutenden Planeten die minder großen nur im Innern noch nicht erkaltet sind, glühen Jupiter und Saturn heute noch an ihrer Oberfläche. Die Erde hat sich schon mit einer starken Erstarrungskruste bedeckt, ist aber im Innern wahrscheinlich noch im flüssigen Zustande. Die Sonne ist dagegen bei ihrer großen Masse noch jetzt flüssig oder gasförmig.





## F. Hirts Bilderschatz zur Länder- und Völkerkunde.

Für die Belehrung in Haus und Schule zusammengestellt von Dr. **Ulwin Opyel** und **Arnold Ludwig**. 432 Abbildungen nebst einem kurzen erläuternden Text. 21. bis 24. Tausend. Groß-Folio. Steif geheftet 3 *M.* Reich gebunden 4 *M.*

Zur Anschaffung ausdrücklich empfohlen seitens des k. Oberstudienrats in Straßburg, der kgl. Provinzial-Schulkollegien zu Kassel und Stettin, der kgl. Regierungen zu Düsseldorf, Frankfurt a. O., Marienwerder, Merseburg, Minden, Posen, Schleswig und Stade; vom kgl. Preuss. Kultusministerium angekauft in 1800 Exempl. zum Verteilen an die verschiedensten Schulen der Monarchie.

### Inhalts-Übersicht:

- A. Allgemeine Erdkunde:** Vergleichende Zusammenstellungen Seite 7. Die Ebene Seite 8. Hügel- und Mittelgebirge Seite 9. Das Hochgebirge Seite 10 und 11. Entstehung und Gesteinsbildung der Gebirge Seite 12. Vulkane und Inseln Seite 13. Flüsse Seite 14 und 15. Küstenformen Seite 16.
- B. Landeskundefunde:** Das Deutsche Reich Seite 17 bis 24. Österreich Seite 25. Ungarn und die Schweiz Seite 26. Italien Seite 27. Frankreich und Spanien Seite 28. Nordwesteuropa Seite 29. Rußland und die Balkanhalbinsel Seite 30. Asien Seite 31 und 32. Australien Seite 33. Afrika Seite 34 und 35. Amerika Seite 36 und 37.
- C. Völkerkunde:** Rassenköpfe Seite 38. Volkstrachten im Deutschen Reich und in der Schweiz Seite 39. Trachten in Süddeutschland und Österreich Seite 40. Volksleben im Deutschen Reich Seite 41. Volksleben in der Schweiz und in Österreich Seite 42. Slaven und Magyaren in Österreich-Ungarn Seite 43. Typen und Trachten in Süd- und Westeuropa Seite 44. Typen und Trachten in Nordeuropa Seite 45. Typen und Trachten in Osteuropa Seite 46. Trachten in Asien und Australien Seite 47. Trachten in Afrika und Amerika Seite 48. Ländliche Bauart im Deutschen Reich, in Österreich und der Schweiz Seite 49. Ländliche Bauart im übrigen Europa Seite 50. Bauart der Naturvölker in Asien Seite 51. Bauart der Naturvölker in Australien und Afrika Seite 52. Bauart der Naturvölker in Amerika Seite 53. Religiöse Bauwerke in Europa Seite 54. Religiöse Bauwerke in Osteuropa und Vorderasien Seite 55. Religiöse Bauwerke in Asien Seite 56. Religiöse Bauwerke im heiligen Lande und Missionsbauten Seite 57. Städtebilder: Das Deutsche Reich Seite 58–60. Österreich-Ungarn und die Schweiz Seite 61 und 62. Italien Seite 63. Westeuropa Seite 64. Nordwesteuropa Seite 65. Nordeuropa Seite 66. Osteuropa Seite 67. Asien und Australien Seite 68 und 69. Afrika Seite 70. Amerika Seite 71 und 72.
- D. Wirtschaftsfunde:** Jagd und Fischerei Seite 73. Viehzucht in Asien und Europa Seite 74. Viehzucht und Schlächtereien in Australien und Amerika Seite 75. Vodenanbau in der älteren gemäßigten Zone Seite 76. Vodenanbau in der wärmeren gemäßigten Zone Seite 77. Vodenanbau in der gemäßigten und der tropischen Zone Seite 78. Vodenanbau in den Tropen Seite 79 und 80. Verwertung von Holz und Stein Seite 81. Bergbau Seite 82. Salzgewinnung, Weberei, Glasbläse Seite 83. Großindustrie Seite 84. Aus den Deutschen Kolonien Seite 85. Verkehrsmittel zu Lande Seite 86. Schiffslinien und Kanäle Seite 87. Schiffe und Schiffbau Seite 88. Dampfschiffe Seite 89. Häfen und Leuchttürme Seite 90. Brücken Seite 91. Eisenbahnen Seite 92.

Die Benutzung dieses überaus billigen Bilderwerks gestaltet sich für Haus und Schule erst wirklich nutzbringend durch die dazu von **R. Leite** bearbeiteten

**Erläuterungen zu f. Hirts Bilderschatz.** 2. Aufl. 8°. 128 S. Geb. 1,25 *M.*

Zur Ergänzung der Abschnitte über „allgemeine Erdkunde“ in Hirts Bilderschatz und in den Seydlichschen Lehrbüchern ist noch folgendes Prachtwerk bereits in dritter Auflage erschienen:

### Allgemeine Erdkunde in Bildern.

Mit Berücksichtigung der Völkerkunde und Kulturgeschichte unter Mitwirkung hervorragender Fachmänner herausgegeben von Prof. Dr. **Ulwin Opyel** und **Arnold Ludwig**.

Enthaltend 30 Tafeln mit 346 Abbildungen in Schwarzdruck und 28 Abbildungen in vielfachem Farbendruck, sowie erläuternden Text. Groß-Folio.

== Steif geheftet 6,50 *M.*, in Leinwandband 8,50 *M.* ==

Die Allgemeine Erdkunde in Bildern bietet einen orbis pictus, wie er in gleicher wissenschaftlicher und künstlerischer Gediegenheit kaum gefunden werden dürfte.

Bei Anschaffungen für Lehrer- und Schülerbibliotheken und bei der Wahl von Prämienbüchern sei auf dieses Werk ganz besonders aufmerksam gemacht.

## Geographie, bearbeitet von Sem.-Lehrer **H. Nowack.**

**Ausgabe ohne Karten.**

Mit einem Bilderanhang.

8. Hefte, durchgesehene Aufl. 203.—228 Tausend.)  
8<sup>o</sup>. 104 S. Text und 16 S. Bilder.

Dauerhaft kart. 50 *M.* (Hirts Realienbuch Nr. 3.)

**Ausgabe mit 26 bunten Karten**

im Text und einem Bilderanhang.

5. Hefte, durchgesehene Aufl. (27.—32. Tausend.)  
8<sup>o</sup>. 112 S. Text und 16 S. Bilder.

Dauerhaft kart. 1 *M.* (Hirts Realienbuch Nr. 4.)

**Kleine Geographie für einfache Schulverhältnisse.**

Mit 14 Karten. Zweite, durchgesehene Aufl. 8<sup>o</sup>. 48 S. Steif geb. 25 *M.* (Hirts Realienbuch Nr. 30.)

**Kleine Handelsgeographie** von **C. Rasche**, Schuldirektor. Mit 3 Karten in Schwarzdruck, 1 farbigen Weltverkehrskarte und 1 farbigen Karte über die bedeutendsten Handelsgegenstände aus dem Tier- und Pflanzenreiche. 8. u. 9. Auflage. 8<sup>o</sup>. 160 S. Quddb. 2 *M.*

**Die Handelswege und Verkehrsmittel der Gegenwart**, unter Berücksichtigung früherer Verhältnisse, von Dr. **M. Schmidt**. Mit farbiger Weltverkehrskarte u. vielen Abbildungen u. Tafeln. 8<sup>o</sup>. 87 S. Geh. 1,50 *M.*, geb. 1,80 *M.*

**Die deutschen Kolonien.** Für Schule und Haus bearbeitet von Prof. Dr. **C. Oehlmann**. Mit vielen Karten und Abbildungen. 3., durchgesehene und erweiterte Auflage. 8<sup>o</sup>. Im Druck.

**Kleine mathematische Geographie** bearbeitet v. **Johannes Ziesemer**, Sem.-Lehrer. Mit 38 in den Text gedruckten Figuren. 5., völlig umgearbeitete Aufl. Kart. 1 *M.*

**Deutschlands Oberflächenform.** Versuch einer übersichtlichen Darstellung auf orographischer und geologischer Grundlage zu leichterer Orientierung im deutschen Vaterlande von Prof. Dr. **O. Delitsch**. Mit 3 Karten. 8<sup>o</sup>. VIII u. 88 S. Geh. 1,60 *M.*

**Die Erdrinde.** Leitfaden für den Unterricht in der Geognosie von **J. Hindenburg**, Sem.-Lehrer. Mit 46 Abbild. u. 1 Karte. 8<sup>o</sup>. 69 S. Geh. 1 *M.*, geb. 1,30 *M.*

**Werden und Vergehen der Erdoberfläche.** Haupttatsachen der physischen Erdkunde in allgemein verständlicher Darstellung von Dr. **C. Worgitzky**. Mit 76 Figuren. 8<sup>o</sup>. 127 S. Geh. 1,60 *M.*

**Lehrerführer bei dem Unterrichte in der Heimatkunde** nach begründender Methode und mit vorwiegender Betrachtung des Kulturbildes der Heimat. Von **H. Kerp**, Gymnasiallehrer. Mit 10 Abbildgn. 2. Aufl. 8<sup>o</sup>. 168 S. Geh. 2,25 *M.*

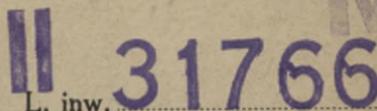
**Der geographische Unterricht auf der Mittelstufe** für die Hand des Lehrers. Von **H. Schneiderwirth**, Seminar-Lehrer. Mit 9 Abbildgn. 8<sup>o</sup>. 61 S. Geh. 1 *M.*

**Vorbereitungen und Entwürfe aus der Geographie (Heimat-, Länder-, Völker- und Himmelskunde)** von **W. Keil**, Taubstummenschulstalts-Direktor und **A. H. van der Laan**, Seminar-Lehrer. Mit 17 Text-Abbildungen und Bilderanhang. Zweite Auflage. 8<sup>o</sup>. 135 S. Geh. 1 *M.* (Sprochhoff's Vorbereitungen. Heft 4/5.)

**Der Unterricht in der Geographie.** Eine methodische Anweisung mit Lehrproben. Von **H. Nowack**, Sem.-Lehrer. Mit 15 Text-Figuren. Vierte, verbesserte Auflage. 8<sup>o</sup>. 78 S. Geh. 75 *M.* (Der Unterricht in den Realien. Teil I.)

Geographie behandeln in dem **Hohmann'schen** Sammelwerk für

**Die Mittelschullehrer- und die Rektoratsprüfung** die 6. Hefte beider Reihen, bearbeitet von **Joh. Ziesemer**, Sem.-Lehrer. 8<sup>o</sup>. I. Reihe. 48 S. Geh. 50 *M.*, II. Reihe, 32 S. Geh. 40 *M.*


 II 31766  
 L. inw.

## • Geographische

**Umschau in Heimat und**

Prof. Dr. Hentschel und Prof.  
Deutschland. 2. Aufl. gr. 8°. 41

## • Geographische

**Geographische Fremdsprache**

für die Zwecke der Schule. Zweite, verbesserte Auflage, bearbeitet von J. Behr,  
A. Hummel, F. Marthe, E. Dehmann und B. Wolz. 8°. 60 S. Geh. 1 M.

Diesem Heft ist die Schreibweise der geographischen Namen in der Seydlitzschen Geographie  
und den Hummelschen Leitfäden angepaßt.

**Etmologisches Wörterbuch geographischer Namen**, namentlich solcher aus dem Bereiche der Schulgeographie. Von **A. Thomas**, Oberlehrer.  
8°. IV u. 192 S. 3 M.

**Deutsches Land und Volk im Volksmunde**. Eine Sammlung von  
Sprichwörtern, Sprüchen und Redensarten von **M. Plaut**. 8°. 120 S. Geh. 1 M.,  
in Halbfranzband 2 M.

## • Kartographie. •

**Leitfaden zur Geschichte der Kartographie in tabellar.**

**Darstellung**. Mit Hinweis auf die Quellen-Literatur von Prof. Dr. **W.  
Wolfenbauer**. 8°. 93 S. Geh. 2 M.

## • Länderkunde. •

**Das deutsche Land** in seinen charakteristischen Zügen und seinen Beziehungen  
zu Geschichte und Leben der Menschen. Von Prof. Dr. **J. Ruhen**. Vierte Aufl.,  
gänzlich umgearbeitet von Dr. **Viktor Steinecke**. Mit 116 Karten und Ab-  
bildungen in Schwarzdruck, sowie 5 Karten und 4 Tafeln in vielfachem Farbendruck.  
gr. 8°. 602 S. Geh. 10 M., in Halbfranzband 12,50 M.

Das Werk soll kein Lehrbuch sein, sondern ein Lesebuch für Gebildete und zugleich ein Hilfs-  
buch für Lehrer. Es ist in vaterländischem Geiste geschrieben und wird hoffentlich auch in dieser neuen  
Form geeignet sein, nach Kuhnens Absicht „für unser an Naturvorzügen so reiches und insofern seiner  
Naturbeschaffenheit geschichtlich so bedeutungsvolles Vaterland zu erwärmen“.

**Schlesien**. Eine Landeskunde für das deutsche Volk, auf wissenschaftlicher Grund-  
lage bearbeitet v. Dr. **Joseph Partsch**, Geh. Reg.-Rat u. ord. Prof. der Erdkunde  
an der Universität Breslau. I. Teil. Das ganze Land. Mit 6 farbigen Karten  
und 23 Abbildungen. gr. 8°. XII u. 420 S. Geh. 9 M., in Halbfranzband 11,50 M.

II. Teil: Landschaften und Siedelungen. I. Heft: Oberschlesien. Mit 1 schwarzen  
und 1 farbigen Karte, sowie 12 Abbildungen in Schwarzdruck. gr. 8°. 186 S. Geh. 5 M.

Der bekannte Verfasser bietet in vorstehendem Werke die Ergebnisse vielfähriger Forschungen  
in gemeinverständlicher und lesbar zu gestalten und auch trockensten Stoffen gefällig

Zu dem I. Teile  
Bevölkerung behandelt, der I  
das Zusammenwirken aller

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298481

Seiten seiner Natur und  
umfassend, vorliegt, wird  
schildern.

**Grundzüge der**

Untericht an höheren Lehranstalten bearbeitet von Dr. **F. Hölz**, Oberlehrer. Mit  
50 Abbildungen u. 2 farbigen Karten. 8°. 189 S. Geh. 3 M., in Halbfrzbbd. 4 M.