



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298322





6058

Die  
**Grundlehren**  
der  
**Mathematischen Geographie**  
für die  
mittleren Klassen höherer Lehranstalten.

Von  
Gymnasiallehrer **Hugo Salomon.**

---

**Wissenschaftliche Beigabe**  
zum  
Jahresberichte des Herzoglichen Gymnasiums  
zu  
**Holzminden.**

---

**Holzminden.**  
Druck von J. H. Stöck's Buchdruckerei.  
1892.

1892, Progr.-Nr. 693.

6058

W 2 / 58

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

131422

Akc. Nr.

133 | 50

## V o r w o r t.

---

Die nachfolgende Arbeit entsprang einem praktischen Bedürfnisse und soll in erster Linie dieses befriedigen.

Als nämlich dem Verfasser vor fünf Jahren der Unterricht in der Geographie in der Obertertia des hiesigen Gymnasiums übertragen wurde, für welchen der Lehrplan die Behandlung der Grundlehren der mathematischen Geographie an der Hand von Daniels Leitfaden f. d. N. i. d. G. für das letzte Vierteljahr des Schuljahres in wöchentlich zwei Stunden vorschrieb, empfand derselbe recht unangenehm, daß der Abschnitt in dem Leitfaden, welcher über dieses Gebiet handelt, für den Unterricht in dieser Klasse unzulänglich ausgewählt und behandelt war.

Infolgedessen arbeitete er eine für diese Klasse passende Behandlung des Stoffes aus, wobei er sich bemühte, den doppelten Gesichtspunkt festzuhalten: sowohl an die Elementarkenntnisse der Unterstufe anzuknüpfen, als auch auf die Behandlung des Stoffes auf der Oberstufe hinzuleiten.

Dabei machte die Stoffauswahl nach ersterem Gesichtspunkte verhältnismäßig wenig Schwierigkeiten, zumal da hierbei das Lehrbuch hilfreich zur Seite stand; schwieriger wurde es, nach der anderen Hinsicht das Richtige zu treffen, und zwar in Bezug auf Stoffauswahl sowohl, als auch auf Form der Darstellung und Methode.

Hinsichtlich der Methode entschied sich Verfasser, an das Verfahren auf der Oberstufe sich insofern mehr, als bisher wohl üblich war, anzulehnen, als er von einer möglichst eingehenden Besprechung des Ptolemäischen Standpunktes ausgehen und von da aus zu dem Kopernikanischen Systeme übergehen wollte. Die ganze Behandlung mußte dadurch an geistiger Thätigkeit von Seiten der Schüler nur gewinnen: einmal, weil sie den Charakter einer bloßen Aufzählung von Thatsachen verlor, dann auch, weil es dem Schüler vorkommen mußte, als ob er ein Problem lösen solle, und nachher, als ob er dasselbe gelöst habe. Insbesondere durch letzteren Umstand mußte das Interesse des Schülers an der Sache gewonnen, und damit auch eine Schwierigkeit zu überwinden sein, welche sich beim Betreten dieses Weges scheinbar entgegenstellte. Es fragte sich nämlich, ob der Schüler dieser Klasse bereits

die bei dieser Behandlung notwendigen stereometrischen Anschauungen besäße. Und doch sollte man sich darüber eigentlich nicht zu großen Bedenken hingeben, da ja jeder Behandlung der mathematischen Geographie, auch der elementarsten, schon dreidimensionale Verhältnisse zu Grunde liegen. Es handelte sich somit nur darum, ob selbst bei ausschließlicher Beibehaltung des Äquatorialsystems die Schwierigkeiten der räumlichen Anschauung so wuchsen, daß sie der Obertertianer selbst dann nicht bewältigen konnte, wenn auf das volle Interesse an der Sache seitens desselben zu rechnen war.

Die Bedenken schwanden aber, als Verfasser den ersten Versuch mit dieser Behandlungsweise gemacht hatte. Die Brauchbarkeit derselben hat nunmehr insonderheit der Umstand bewiesen, daß nach Erörterung des Ptolemäischen Systems das Verständnis der Schüler stets soweit gefördert war, daß sie die Kopernikanische Erklärung teils völlig selbständig, teils mit geringer Leitung fanden.

Daß auch dem geometrisch-stereometrischen Unterrichte der Oberstufe auf diese Weise etwas zugute kommt, ist nicht zu bezweifeln.

Die Auswahl des Stoffes war nach dieser Entscheidung nahezu mitgegeben. Allen erschwerenden Ballast dabei über Bord zu werfen, hielt Verfasser für seine erste Pflicht.

Rücksichtlich der Form der Darstellung hofft Verf. im großen und ganzen die richtige Mitte zwischen der für ein Lehrbuch notwendigen Knappheit und der für diese Stufe nicht minder angebrachten Ausführlichkeit innegehalten zu haben.

Da das Diktieren Zeit raubt, das Abschreiben aus vielen Gründen verwerflich ist, so ist die Arbeit mit Hinzunahme des früher aus dem Leitfaden entlehnten Materials, sonst aber im wesentlichen so, wie sie entstanden ist, zum Druck gelangt.

Benutzt sind bei der Bearbeitung insbesondere: Fochmann, Geißbeck und Wezel.

Unsere Hilfsmittel beim Unterrichte sind außer Daniels Leitfaden:

- 1) Der Schulatlas von Diercke und Gäbler. (Größere Ausgabe.)
- 2) Ein Schul-Erdglobus.
- 3) Ein kleines Tellurium-Lunarium.
- 4) Wezels Wandkarte für mathematische Geographie.

Holzwinden, im Januar 1892.

Salomon.



## Begriff und Umfang der mathematischen Geographie.

Die mathematische oder astronomische Geographie ist ein Teil der Astronomie.

Während nämlich die **Astronomie** (τὸ ἄστρον, der Stern; ὁ νόμος, das Gesetz) von der Gestalt und Größe, vornehmlich aber von den **Gesetzen**, nach denen sich die **Sterne** bewegen, handelt, betrachtet die **mathematische Geographie** (ἡ γῆ, die Erde; γράφειν, schreiben, beschreiben) nur die Gestalt und Größe und die Bewegungsgesetze der **Erde** und derjenigen **Himmelskörper**, welche zu der Erde in nähere Beziehung treten.

Die **Astronomie** hat demnach von

- 1) **Fixsternen** (stellae fixae, festgeheftete, d. h. ihren Ort nicht ändernde Sterne),
  - 2) **Kometen** (coma, das Haar) oder Schweifsternen,
  - 3) **Planeten** (πλανᾶσθαι, umherirren, wandeln) oder Wandelsternen,
  - 4) **Monden** oder Trabanten und
  - 5) sonstigen Weltkörpern, wie Sternschnuppen, Meteoren,
- zu handeln; die **mathematische Geographie** dagegen betrachtet nur unser **Sonnensystem** (τὸ σύνστημα, die Zusammenstellung), d. h.
- 1) die **Sonne**,
  - 2) die zu dieser gehörigen **Planeten** — insbesondere die **Erde** — und
  - 3) die **Monde** der **Planeten**, — insbesondere den **Mond** unserer Erde.

Welche der drei Gestirne — Sonne, Erde, Mond — mit eigenem Lichte leuchten und welche an sich dunkel sind und nur beleuchtet werden, darüber konnte lange Zeit hindurch kein Zweifel bestehen; anders verhielt es sich mit der Antwort auf die Frage, welche von den drei Sternen still stehen und welche sich an oder von Ort oder auf beide Weisen bewegen.

So sind denn auch über die Bewegung dieses unseres Sonnensystems zwei entgegengesetzte **Ansichten** aufgestellt, deren Hauptvertreter **Ptolemäus** von **Alexandrien** (im 2. Jahrh. n. Chr.) und **Kopernikus** aus **Thorn** (1473—1543) sind.

Nach **Ptolemäus** steht die Erde still und wird von dem **Monde**,

den Planeten und der Sonne umkreist — **geocentrischer Standpunkt** —; nach Kopernikus dagegen steht die Sonne still, und um dieselbe bewegen sich die Planeten — **heliocentrischer Standpunkt** ( $\delta \eta \lambda \iota \omicron \varsigma$ , die Sonne; *centrum*, der Mittelpunkt).\*)

Die wesentlichste Aufgabe der mathematischen Geographie ist nun, zu zeigen, daß die kopernikanische Anschauung der **wahren Bewegung** der Sterne unseres Sonnensystems, die ptolemäische Auffassung dagegen nur der **scheinbaren Bewegung** der Himmelskörper entspricht.

## Teil I.

### Die scheinbare Bewegung unseres Sonnensystems und ihre Folgen.

#### § 1.

**Ausblick des Himmels.** (Figur 1a und b).\*\*)

1. Der Himmel scheint sich über uns in Gestalt einer Halbkugel zu wölben. Durch Vervollständigung dieser Halbkugel gelangt man zu der Vorstellung einer **Himmelskugel** oder **Himmelskugel** oder **Himmelskugel** ( $\eta \sigma \varphi \alpha \iota \rho \alpha$ , die Kugel).

2. Der Kreis, in welchem das Himmelsgewölbe mit der Erde zusammenzutreffen scheint und der unser Gesichtsfeld auf der Erde begrenzt, heißt **scheinbarer Horizont** ( $\delta \omicron \lambda \kappa \epsilon \omega$ , begrenzen) (hr). Der Mittelpunkt dieses Kreises ist unser **Standort** (O).

Unter **wahrem Horizonte** (HR) versteht man den durch den Mittelpunkt der Erde†) (E) parallel zum scheinbaren Horizonte gelegten größten Kreis der Himmelskugel.

**Anm.:** Im folgenden ist unter **Horizont** eines Ortes der **wahre Horizont** desselben zu verstehen.

3. **Zenith**††) (Z) oder **Scheitelpunkt**, **Nadir**††) (Na) oder **Fußpunkt** sind die beiden Punkte der Himmelskugel, in welchen die Vertikallinie (vortex, der Scheitel) eines Beobachters (O) dieselbe trifft.

\*) Siehe Fig. im Atlas.

\*\*) Zum Verständnisse der Figuren sind nur folgende Fragen zu beantworten: Wie sieht die Projektion einer Kugel auf die Ebene aus? Welche verschiedene Gestalt kann die centrale Projektion eines Kreises auf die Ebene annehmen? Wie sind vom Ptolemäischen Standpunkte aus die beiden Kreise zu zeichnen, welche Erd- und Himmelsgewölbe darstellen? — Die Antworten lassen sich durch Beobachtung des Schattens eines Globus und kreisförmiger Pappscheiben finden.

†) Die Kugelgestalt der Erde nahmen bereits die Pythagoräer an.

††) Arabische Bezeichnungen.

§ 2.

**Scheinbare tägliche Drehung der Himmelskugel. (Fig. 2.)**

1. An der scheinbaren Drehung der Himmelskugel nimmt ein Punkt über unserm Horizonte nicht teil. Dieser Punkt ist der **Nordpol** des Himmels (N).\* Verbindet man ihn mit dem Mittelpunkte der Erde (T) und verlängert die Linie bis zum abermaligen Durchschnitte mit dem Himmelsgewölbe, so gelangt man zum **Südpol** des Himmels (S). Die Verbindungslinie beider Pole (NS) führt den Namen **Himmelsachse**.

2. Der größte Kreis am Himmel, welcher durch N und S, Z und Na geht, heißt **Meridian** (meridies, der Mittag) oder **Mittagskreis** des Ortes, für welchen ZNa die Vertikallinie ist.

3. **Himmelsäquator** (AQ) heißt der größte Kreis am Himmel, welcher von der Himmelsachse senkrecht durchschnitten wird.

4. **Nord-** und **Südpunkt** eines Ortes (H und R) sind die beiden Punkte, in welchen der Meridian den Horizont schneidet. Die Verbindungslinie beider Punkte (HR) heißt **Mittagslinie**.

5. **Ost-** und **Westpunkt** eines Ortes (O und W) sind die beiden Punkte, in denen der Äquator den Horizont schneidet.

6. Alle Kreise, welche man sich am Himmelsgewölbe parallel (*παρά*, neben; *ἀλλήλων*, einander) zum Äquator gezogen denkt, heißen **Parallel-** oder **Breitenkreise**, und alle größten Kreise, welche durch N und S gehen und zu den Parallelkreisen senkrecht stehen, heißen **Meridiane** oder **Längenkreise**.

**Ann.:** Die Parallelkreise und Meridiane des Himmels werden genau so gezählt, wie die Parallelkreise und Meridiane der Erde. Jeder Punkt des Himmels ist — wie auf der Erde — durch den Schnitt eines Parallelkreises und Meridians bestimmt.\*\*)

§ 3.

**Scheinbare tägliche Bewegung der Sonne.\*\*\*)**

1. Die scheinbare tägliche Bewegung der Sonne geht in Parallelkreisen vor sich, und zwar **von Osten nach Westen**.

2. Die Schnittpunkte der Bahn mit dem Meridiane heißen **Kulminationspunkte** (culmen, der Gipfel). Man unterscheidet eine obere und untere Kulmination der Sonne; erstere findet um Mittag, letztere um Mitternacht statt.

3. Die Punkte, in welchen der Parallelkreis, in dem die Sonne sich im Laufe eines Tages bewegt, den Horizont schneidet, sind der **Auf-** und der **Untergangspunkt** der Sonne.

4. Der Teil der Bahn, welcher über dem Horizonte liegt,

\*) Der Nordpol fällt etwa mit der Lage des letzten Sternes im Schwanze des kleinen Bären, mit dem sogenannten Polarstern, zusammen. S. Atlas. — Pol vom lat. polus.

\*\*) S. Atlas: Übertragung der wichtigsten Himmelskreise auf die Erde.

\*\*\*) S. Fig. im Atlas.

heißt **Tagbogen**; derjenige, welcher unter dem Horizonte liegt, **Nachtbogen**. Durch die tägliche Bewegung der Sonne erklärt sich der Wechsel von Tag und Nacht auf der Erde.

Zusatz: Das im vorstehenden Paragraphen Gesagte gilt nicht nur von der Sonne, sondern auch von jedem anderen Fixsterne. Sterne, deren Bahn vollständig über dem Horizonte eines Ortes liegen, heißen **Circumpolarsterne** (circum, um, ringsum). So sind z. B. die Fixsterne, welche die bekannten Sternbilder — kleiner und großer Bär, Cassiopeja, Fuhrmann — bilden, Circumpolarsterne unserer Breite. Der Orion dagegen liegt bereits außerhalb des Kreises unserer Circumpolarsterne.\*)

§ 4.

**Zeit- und Längenunterschied zweier Orte der Erde. (Fig. 3.)**

1. Unter **Polhöhe** eines Ortes versteht man den Winkel, welchen die nach dem Himmelspol gerichtete gerade Linie (NO) mit ihrer Projektion auf dem scheinbaren Horizonte (hr) bildet ( $\angle y$ ).

2. Die **Polhöhe** eines Ortes ist gleich seiner **geographischen Breite**.

Beweis:  $\angle y + \angle \alpha = 1 \text{ R}$ , da  $OE \perp hr$ ,  
 $\angle x + \angle \beta = 1 \text{ R}$ , (siehe auch § 2, 3.)  
 $\angle y + \angle \alpha = \angle x + \angle \beta$ ,  
 $\angle \alpha = \angle \beta$ , da  $EN \parallel ON$ ,  
 $\angle y = \angle x$ .

3. Aus dem eben bewiesenen wichtigen Satze folgt unmittelbar: Alle Orte von gleicher geographischer Breite haben gleiche Polhöhe und umgekehrt.

4. Der Unterschied der Kulminationszeit der Sonne beträgt beim Fortschreiten um einen Längengrad nach Osten oder nach Westen den  $\frac{360}{24}$  Teil des Tages, d. h.  $\frac{24}{360}$  Stunden = 4 Minuten.

5. Daraus folgt unmittelbar: Alle Orte der Erde, welche auf einunddemselben Meridiane liegen, besitzen gleiche Ortszeit und umgekehrt.

6. Somit dient die Uhr zur Bestimmung des Meridians, während zur Bestimmung des Parallelkreises eines Ortes ein Winkelinstrument (Quadrant; Sextant) erforderlich ist. — Datumsgrenze.

§ 5.

**Die scheinbare jährliche Bewegung der Sonne. (Fig. 4a u. b.)**

1. Die Sonne bewegt sich scheinbar täglich in einem anderen Parallelkreise. Es ändert sich mithin auch von Tag zu Tag ihre

\*) S. Atlas.

obere Kulmination oder **Mittagshöhe**. Gleichzeitig verschoben sich die Punkte ihres Auf- und Unterganges in der Richtung von Norden nach Süden bez. umgekehrt. Den Abstand dieser Punkte vom Ost- bez. Westpunkte nennt man **Morgen-** bez. **Abendweite**,\*) dieselbe kann also nördlich und südlich sein.

Dadurch, daß die Sonne täglich einen anderen Parallelkreis beschreibt, ändert sich auch von Tag zu Tag die Länge ihrer Tage- und Nachtbogen; daraus erklärt sich die verschiedene Dauer von Tag und Nacht auf der Erde.

2. Die scheinbare jährliche Bewegung der Sonne geschieht bei west-östlicher Richtung in einem größten Kreise am Himmel, **Eklipitik**, (*ἡ ἐκλειψις*, das Ausbleiben, das Verschwinden)\*\*) statt, welcher gegen den Äquator unter  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  geneigt ist. Dieser Winkel heißt **Schiefe der Eklipitik**. (Fig. 4a.)

3. Die Durchschnittspunkte von Eklipitik und Äquator sind die **Äquinoktialpunkte** (aequus, gleich; nox, die Nacht) oder **Tag- und Nachtgleichpunkte** (Fr und He). Man unterscheidet eine **Frühlings-** und eine **Herbst-Tag- und Nachtgleiche**. Dieselben fallen auf den 21. März — **Frühlingsanfang** — bez. 23. September — **Herbstanfang**.

Am 21. Juni — **Sommersanfang** — und 21. Dezember — **Wintersanfang** — dagegen erreicht die Sonne die Punkte der größten nördlichen bezw. südlichen Abweichung vom Äquator, die sogenannten **Solstitialpunkte** (sol, die Sonne: stare, stehen, im Sinne von: stillstehen) oder **Sommer- und Winter-Sonnenwendepunkte** (K bez. E). (Fig. 4b.)

4. Die Parallelkreise, welche die Sonne zur Zeit der Solstitien (21|VI bez. 21|XII) beschreibt, sind der **Wendekreis des Krebses** (♋) bez. des **Steinbocks** (♏); zur Zeit der Tag- und Nachtgleichen (21|III und 23|IX) durchläuft sie den Äquator. (Fig. 4a u. b.)

5. Die Eklipitik teilt man vom Frühlingsäquinoktialpunkte aus — von Westen nach Osten — in 12 Sternzeichen, deren jedes sonach  $30^{\circ}$  umfaßt. Man merkt sich diese Sternzeichen, den sogenannten **Zodiacus** (τὸ ζῳδιακόν, das Tierchen) oder **Tierkreis**,\*\*\*) an folgenden beiden Hexametern:

Sunt: aries, taurus, gemini, cancer, leo, virgo

Libraque, scorpius, arcitenens. caper, amphora. pisces.

6. Errichtet man in dem Mittelpunkt der Eklipitik eine Senkrechte nach beiden Seiten, so heißen die Endpunkte dieser Senkrechten **Pole der Eklipitik** (Ne und Se). Die Parallelkreise, welche durch diese hindurchgehen, sind der **nördliche** bez. **südliche Polarreis**. (Fig. 4a u. b.)

\*) Fig. im Atlas.

\*\*) Der Mond wird nämlich verfinstert, wenn er in die Eklipitik gelangt.

\*\*\*) Die Sternzeichen sind nach den Sternbildern der ältesten Völker benannt. Die deutschen Namen und die Zeichen s. im Atlas.

7. Die Wendekreise liegen je  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  vom Äquator entfernt, die Polarkreise je  $66\frac{1}{2}^{\circ}$  — also je  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  von den Polen.

§ 6.

Die Verteilung von Tag und Nacht auf der Erde  
als Folge der scheinbaren Bewegung der Sonne.  
(Fig. 5a—d.)

1. Der scheinbare Horizont eines Polbewohners\*) steht senkrecht zur Himmelsachse, ist somit parallel zum Himmelsäquator; daher ist der wahre Horizont eines Polbewohners der Himmelsäquator selbst. Da nun die Sonnenbahn ein halbes Jahr nördlich, ein halbes Jahr südlich vom Äquator liegt, so hat der Bewohner des Pols ein halbes Jahr hindurch Tag und ein halbes Jahr Nacht\*\*), und zwar ist am Nordpol Tag, wenn am Südpol Nacht ist, und umgekehrt. Der Übergang von dem Tage zur Nacht, und umgekehrt, findet an den Tag- und Nachtgleichen statt. (Fig. 5a.)

2. Für den Äquatorbewohner ist ein Meridian der wahre Horizont. Alle Parallelkreise, welche die Sonne im Laufe eines Jahres beschreibt, werden von dem Horizonte halbiert. Der Äquatorbewohner hat daher in Verlauf von 24 Stunden 12 Stunden Tag und 12 Stunden Nacht. (Fig. 5b.)

**Ann.** zur Figur: NS ist der Durchschnitt des Meridians mit der Zeichenebene.

3. Für einen Bewohner zwischen Pol und Äquator sei HR der Horizont (Fig. 5c.) Der Ort hat die eine Hälfte des Jahres innerhalb 24 Stunden mehr als 12 Stunden Tag und weniger als 12 Stunden Nacht, in der anderen Hälfte des Jahres ist es umgekehrt. Nur am 21/III und 23/IX hat auch er 12 Stunden Tag und 12 Stunden Nacht. Bei einem Antipoden (*ἀντί* gegen, gegenüber; *ὁ πούς*, der Fuß) ist die Verteilung von Tag und Nacht die, daß bei ihm immer dann Tag ist, wenn der Bewohner der anderen Erdhälfte Nacht hat, und umgekehrt.

4. Für die Bewohner der Polarkreise ist die Ekliptik — oder ein unter gleichem Winkel wie diese zum Äquator geneigter größter Kreis — der Horizont. (Fig. 5d.) Daher haben dieselben einmal im Jahre 24 Stunden hindurch Tag und einmal 24 Stunden Nacht, und zwar ist für die Bewohner des nördlichen

\*) Die Pole sind nicht bewohnt; nur für den vorliegenden Zweck ist das Wort Polbewohner gebraucht.

\*\*) Tag in dem Sinne von Licht oder Tageslicht, Nacht in dem Sinne von Dunkelheit oder Schatten.

Polarkreises am 21|VI 24 Stunden Tag, am 21|XII 24 Stunden Nacht. Für die Südpolarfreisbewohner ist es umgekehrt. Am 21|III und 23|IX haben auch die Polarfreisbewohner 12 Stunden Tag und 12 Stunden Nacht.

**Anm.:** Am 21|III und 23|IX sind also Tag und Nacht auf der Erde gleich verteilt: daher rührt auch der Name Tag- und Nachtgleichen.

§ 7.

**Die Verteilung der Wärme auf der Erde**

als Folge der Verschiedenheit der Mittagshöhe der Sonne. (Fig. 5a—d.)

1. Vermittelst der Figuren 5 läßt sich leicht die **Mittagshöhe** oder obere Kulmination der Sonne für den Nordpol (Fig. 5a.), den nördlichen Polarfreis (Fig. 5d.), den Wendekreiß des Krebses (Fig. 5d.) und den Aequator (Fig. 5b.) zur Zeit der Jahreszeitenanfänge bestimmen. Man findet folgende Winkel:

Datum		Nordpol 90° n. Br.	Nördl. Polarfr. 66½° n. Br.	Wendekr. d. Krebses 23½° n. Br.	Aequator 0°
21. März	Mittags- höhen	0°	23½°	66½°	90°
21. Juni		23½°	47°	90°	66½°
23. September		0°	23½°	66½°	90°
21. December		— 23½°	0°	43°	66½°

2. Aus vorstehender Tabelle folgt der Satz: Zur Frühlings- und Herbst-Tag- und Nachtgleiche ist die Mittagshöhe der Sonne für jeden Ort der Erde gleich dem Komplement\*) der geographischen Breite.

3. Desgl. lehrt die Tabelle: Die größte und kleinste Mittagshöhe eines Ortes findet man durch Addition bez. Subtraktion von 23½° zu den gefundenen Komplementen.

4. Da nun die Wärmemenge, welche die Sonne im Laufe eines Jahres an einem Orte erzeugt, wesentlich von ihrer Mittagshöhe daselbst abhängt, — je größer der Winkel ist, unter dem die Sonnenstrahlen einen Ort der Erde treffen, desto größer ist die daselbst entwickelte Wärmemenge — so folgt, daß

a. am Aequator die meiste Wärmemenge entwickelt wird, und zwar ist es dort am 21|III und 23|IX am heißesten;

\*) Das Komplement zu  $\sphericalangle\alpha^{\circ}$  ist  $\sphericalangle(90^{\circ}-\alpha^{\circ})$ .

b. die Wendekreise im Laufe eines Jahres je einmal senkrecht von den Sonnenstrahlen getroffen werden, zweimal unter  $66\frac{1}{2}^{\circ}$  und mindestens unter  $43^{\circ}$ ;

c. die Polarkreise einmal nicht beschienen werden, und auch sonst höchstens unter  $47^{\circ}$ ;

d. die Pole ein halbes Jahr kein Sonnenstrahl trifft und sie auch sonst nur im günstigsten Falle unter einem Winkel von  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  getroffen werden können; um ebendieselbe Größe sinkt die Sonne dort auch einmal unter den Horizont (vergl. Tabelle: —  $23\frac{1}{2}^{\circ}$ ).

5. Infolge dieser Verteilung der Sonnenwärme giebt es auf der Erde folgende **Zonen**:

a. Der Raum der Erde, in welchem die Sonne — wenigstens einmal im Jahre — im Zenith steht, ist die **heiße Zone** und liegt zwischen den Wendekreisen;

b. die Räume, in denen die Sonne den Zenithstand nie erreicht, aber auch niemals im Jahre auf 24 Stunden unter den Horizont sinkt, sind die **gemäßigten Zonen** und liegen zwischen den Wendekreis- und Polarkreisen;

c. die Räume endlich, in denen die Sonne wenigstens einmal 24 Stunden hindurch und bis zu einem halben Jahre nicht zu sehen ist, sind die **kalten Zonen** und liegen nördlich bez. südlich von den Polarkreisen.

**Ann.:** Alle Verhältnisse sind auf der südlichen Halbkugel der Erde in einem herausgegriffenen Augenblicke umgekehrt, wie auf der nördlichen.

6. Schließlich gestattet die Tabelle unter 1 noch folgende Schlüsse in Bezug auf die **Jahreszeiten** in den Zonen:

a. In den kalten Zonen giebt es nur eine kalte und eine sehr kalte Jahreszeit und jede dauert ein halbes Jahr;

b. in den gemäßigten Zonen giebt es eine warme und eine kalte und zwei Jahreszeiten von mittlerer Temperatur und jede dieser vier dauert ein Vierteljahr;

c. in der heißen Zone verwischen sich die Unterschiede der großen Wärmemenge wegen, so daß man nur von einer Jahreszeit sprechen kann.

## § 8.

### Der Kalender.\*)

1. Ein **Sonntag** ist die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Kulminationen der Sonne für einunddenselben Ort der Erde. Er dauert etwas länger als 24 Stunden wegen des täglichen Fortschreitens der Sonne in der Ekliptik.

2. Ein **tropisches Jahr** ( $\delta \kappa \upsilon \kappa \lambda \omicron \varsigma \tau \rho \omicron \pi \iota \kappa \acute{\omicron} \varsigma$ , der Wendekreis) ist die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Durchgängen der

\*) Kalendae, der erste Tag im Monat.



Sonne durch den Frühlings-Tag- und Nachtgleichpunkt und dauert nahezu  $365\frac{1}{4}$  Tage, genauer 365,24224 Tage.

3. Aus diesen beiden Ermittlungen über die Länge eines Jahres entstanden folgende beiden Kalender:

a. Der **Julianische Kalender** (Julius Caesar, gest. 44 v. Chr.), nach welchem jedes Gemeinjahr 365 Tage, jedes vierte Jahr jedoch 366 Tage haben soll. — Ein Jahr von 366 Tagen heißt **Schaltjahr**.

b. Der **Gregorianische Kalender** (Gregor XIII., Papst, 1582), welcher folgende Festsetzungen enthält:

a. alle 4 Jahre ein Schaltjahr;

β. die **Säkularjahre** (saeculum, das Jahrhundert) sind wieder Gemeinjahre;

γ. durch 400 teilbare Säkularjahre sind jedoch Schaltjahre.

**Ann.:** Man rechnet heute fast allgemein nach dem Gregorianischen Kalender, nur die griechisch-katholische Kirche rechnet noch nach dem Julianischen Kalender, wodurch dieselbe bereits 12 Tage hinter der genaueren Zeitrechnung Gregors zurückgeblieben ist.

## § 9.

### Die scheinbare Bewegung des Mondes.\*)

1. Die **scheinbare tägliche Bewegung** ist — wie die der Sonne — von Osten nach Westen gerichtet; jedoch gebraucht er für einen Umlauf etwa 50 Minuten mehr als die Sonne. Daher kommt es, daß er von Tag zu Tag nahezu je 50 Minuten später aufgeht, kulminiert und untergeht.

2. Um daher die **tägliche Bewegung** während eines vollen Umlaufs übersehen zu können, wollen wir eine bestimmte Annahme machen.

Es sei Frühlingsanfang (21. März) und zugleich **Vollmond**. Während die Sonne um 6 Uhr abends im Westpunkte untergeht, geht der Mond im Ostpunkte auf, durchläuft nahezu den Himmelsäquator, kulminiert etwa nachts 12 Uhr und geht am anderen Morgen (22. März) etwas nach 6 Uhr im Westpunkte unter. Am Abend des 22. März geht er nicht nur fast 50 Minuten später, sondern auch etwas südlich vom Ostpunkte auf. An den folgenden Tagen geht er noch später und noch weiter südlich auf; am siebenten Tage (28. März) geht er um Mitternacht auf, kulminiert morgens um 6 Uhr des folgenden Tages (29. März), geht bald nach Mittag dieses Tages unter und durchläuft den Wendekreis des Steinbocks. Er hat Sichelform angenommen; wir haben abnehmenden Mond oder **letztes Viertel**.

Nach weiteren 7 Tagen geht er mit der Sonne auf und unter und kreist nahezu wieder im Äquator. Wir sehen ihn

\*) Die Entstehung der 4 Lichtgestalten des Mondes sind an der Figur im Atlas zu ersehen.

nicht; wir haben **Neumond**. Nach abermaligem Verlauf von etwa 7 Tagen geht er nördlich vom Ostpunkte und mittags auf und kulminiert bei Sonnenuntergang. Er beschreibt den nördlichen Wendekreis und seine Sichel zeigt nach der entgegengesetzten Seite; wir haben zunehmenden Mond oder **erstes Viertel**. Nach weiteren 7 Tagen und einigen Stunden sehen wir ihn wieder als Vollmond in der Nähe des Äquators stehen.

Die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Vollmonden beträgt etwa  $29\frac{1}{2}$  Tage oder einen Monat.

3. Der Mond führt aber gleichzeitig noch eine zweite Bewegung\*) aus und zwar — wie die Sonne — **von Westen nach Osten**. Diese **zweite Bewegung** vollzieht sich etwa im Verlaufe eines Monats. Da dieselbe fast in der Ekliptik vor sich geht, so läßt sie sich dadurch verfolgen, daß man die Stellung des Mondes zu den Sternzeichen des Tierkreises beobachtet. Man wird den Mond nach etwa einem Monat um je ein Sternzeichen weitergerückt finden.

4. Aus dieser doppelten Bewegung folgt über die Sichtbarkeit des Mondes in der heißen Zone und den gemäßigten Zonen dieses: Der Vollmond scheint des Nachts, der Neumond steht am Tage am Himmel, das erste Viertel leuchtet in der ersten Hälfte der Nacht, das letzte Viertel in der zweiten Hälfte der Nacht.

Aus Teil I geht hervor, daß sich alle wichtigen Erscheinungen innerhalb unseres Sonnensystems vom geocentrischen Standpunkte aus erklären lassen, sogar verhältnismäßig einfach erklären lassen.

Wir werden nun auch verstehen, daß sich die Menschheit Jahrhunderte und Jahrtausende hindurch mit dieser Erklärung der Erscheinungen in unserem Sonnensysteme begnügt hat, und wie schwer es sein mußte, des Ptolemäus Ansicht zu stürzen und eine andere an die Stelle derselben zu setzen. Würde doch der Vertreter einer anderen Ansicht nicht nur alle Erscheinungen ebenso einfach erklären wie Ptolemäus, sondern auch triftige Gründe dafür hinzufügen, daß die ptolemäische Anschauung auf Schein beruhe.

Da nun Kopernikus von seinem Standpunkte aus zwar alle Erscheinungen, welche Ptolemäus erklärt hatte, ebenso deutlich wie dieser verständlich machte, aber keine schlagenden Beweise dafür erbrachte, daß seine Ansicht die richtige sei, verwarfen selbst hervorragende Gelehrte die Anschauung des Kopernikus als falsch, und seine Gegner verstümmten erst dann, als es gelang, schlagende Beweise für die Richtigkeit des heliocentrischen Standpunktes zu erbringen.

\*) S. § 16, 1, b.

Der Betrachtung dieser wahren Bewegung unseres Sonnensystems gehe eine Beschreibung der zu demselben gehörenden Himmelskörper voraus, wie sie dem Kopernikanischen Systeme entspricht.

## Teil II.

### Beschreibung unseres Sonnensystems.\*

#### § 10.

#### Die Sonne.

1. Beschaffenheit, Gestalt und Größe. Die Sonne, unser nächster Fixstern, ist eine aus feuerflüssigen Stoffen\*\*) bestehende, von einer Gashülle umgebene Kugel.

Ihr Durchmesser ist über 100 mal größer als derjenige der Erde und ihr Rauminhalt fast 800 mal größer, als der aller übrigen zu unserem Sonnensysteme gehörigen Weltkörper zusammen.

2. Bewegung. Die Sonne bewegt sich in etwa 25 Tagen um eine Achse. Diese Umdrehung läßt sich an der Bewegung der auf ihr befindlichen sogenannten Sonnenflecke\*\*\*) beobachten.

3. Die Entfernung der Sonne von der Erde. Diese beträgt etwa 24,000 Erdradien oder fast 150 Millionen km.

#### § 11.

#### Die Planeten im allgemeinen.

1. Die Namen der zu unserem Sonnensysteme gehörenden Planeten sind folgende: Merkur, Venus, Erde, Mars, die Planetoiden oder Asteroiden, Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun.†)

2. Die Dichtigkeit der vier ersten Planeten gleicht der der Erde, die Dichtigkeit der vier letzten ist wesentlich geringer.††)

\*) Bei den zur Sprache kommenden Zahlengrößen ist mehr auf Abrundung als auf wissenschaftliche Genauigkeit Gewicht gelegt.

\*\*) Man hat unzweifelhaft festgestellt, daß im Sonnenkörper dieselben Stoffe vorhanden sind, wie die, aus denen die Erde besteht.

\*\*\*) s. Atlas.

†) Die letzteren beiden waren dem Ptolemäus noch nicht bekannt; Neptun wurde erst um die Mitte dieses Jahrhunderts entdeckt.

††) Die größte Ähnlichkeit mit der Beschaffenheit der Erde zeigt der Mars, da er eine Lufthülle oder Atmosphäre ( $\sigma \text{ \acute{a}τμoς}$ , der Dunst), Wolkenmeer und Schneefall, Flüsse und Meere, Inseln und Festland, Gebirge und Thäler besitzt. Daß auch Pflanzen und Tiere auf ihm vorhanden sind, ist unter diesen Umständen sehr wahrscheinlich. Über die sonstige Natur der übrigen Planeten weiß man noch nicht viel. Als höchst auffallende Thatsache möge noch erwähnt sein, daß den Saturn ein concentrischer und geteilter Ring umschwebt.

Die astronomischen Zeichen für dieselben, ihre Größenverhältnisse, mittleren Entfernungen von der Sonne und Geschwindigkeiten lehrt der Atlas.

Zu bemerken wäre dabei noch, daß Merkur und Venus wegen der geringeren Entfernung von der Sonne dem Erdbewohner entweder als Morgen- oder als Abendsterne erscheinen.\*)

3. Ihre wahren Bewegungen und Umlaufzeiten um die Sonne sind gleichfalls aus dem Atlas ersichtlich. Alle bewegen sich in derselben Richtung um die Sonne, nämlich von W. n. O.

Die Umdrehungszeit der ersten vier ist annähernd gleich, beträgt also etwa 24 Stunden; bei den vier letzten ist sie wesentlich geringer, z. B. bei Jupiter und Saturn etwa gleich 10 Stunden.

Von der wahren Bewegung der Erde handelt § 14.

## § 12.

### Die Erde.

1. Gestalt. Die ältesten Völker hielten die Erde für eine vom Meere umflossene Scheibe.

Die Oberfläche der Erde ist aber nicht eben, sondern gekrümmt, denn

a. es erscheinen von Gegenständen, denen man sich aus der Ferne nähert, zuerst die oberen und nach und nach erst die unteren Teile, und umgekehrt verschwinden die Teile nacheinander von unten nach oben zu, wenn man sich von ihnen entfernt;

b. die Sonne geht nicht an allen Orten der Erde zu gleicher Zeit auf — daher muß die Erde eine Krümmung in der Richtung von Osten nach Westen besitzen — und bei einer Reise in der Richtung von Norden nach Süden sinken die am weitesten nach Norden stehenden Gestirne allmählich unter den Horizont des Reisenden, während im Süden immer neue über seinem Horizonte sichtbar werden — daher muß die Erde auch in der Richtung von Norden nach Süden gekrümmt sein.

Die Oberfläche der Erde muß aber eine in sich geschlossene krumme Fläche sein, denn man kann die Erde umfahren und kommt stets zu dem Ausgangspunkte zurück, wenn man die eingeschlagene Richtung nicht verändert.

Diese geschlossene krumme Fläche muß aber eine Kugel sein, da die Erde bei Mondfinsternissen immer einen kreisförmigen Schatten auf den Mond wirft.

\*) Daß nur die Venus als Morgen- oder Abendstern bekannt ist (die Alten hielten Lucifer und Hesperus für zwei verschiedene Sterne) rührt daher, daß der Merkur wegen seiner großen Nähe an der Sonne dem bloßen Auge nicht sichtbar ist. Von den übrigen Planeten lassen sich Mars und Jupiter mit bloßem Auge leicht erkennen; ersterer kennzeichnet sich durch sein rötliches Licht, letzterer ist einer der hellglänzendsten Sterne überhaupt.

2. Einteilung der Erdoberfläche.\*) Wegen der Kugelgestalt der Erde lassen sich alle mathematischen Eigenschaften der Kugel\*\*) auf dieselbe anwenden.

a. Erdachse ist der Teil der Himmelsachse, welcher innerhalb der Erde liegt. Die Endpunkte der Erdachse sind die Pole, von denen derjenige der Nordpol heißt, welcher dem Polarstern bez. dem Nordpol des Himmels zugekehrt liegt; der andere ist der Südpol.

b. Äquator ist der größte Kreis der Erde, welcher überall von den Polen  $90^\circ$  entfernt liegt. Er teilt die Erde in eine nördliche und südliche Halbkugel oder Hemisphäre (*τὸ ἡμισφαίριον*).

c. Meridiane sind die Hälften der Kreise — Meridian = oder Längenkreise —, welche durch die Pole gehen und auf dem Äquator senkrecht stehen, d. h. diesen so schneiden, daß die in einem der Schnittpunkte ihrer Peripherieen (*περὶ* um, herum; *φέρειν* tragen) an die beiden Kreise gelegten Tangenten rechte Winkel mit einander bilden.

Wie aus der Geometrie bekannt ist, teilt man einen Kreis in 360 Grade ( $^\circ$ ), jeden Grad in 60 Minuten ( $'$ ) und jede Minute in 60 Sekunden ( $''$ ).

Auch den Äquator und die Meridiankreise teilt man in dieser Weise ein, und indem man durch jeden Grad des Äquators einen Meridian gelegt denkt, hat man 360 Meridiane oder 180 Meridiankreise zu unterscheiden.

Denjenigen Meridian, welcher durch die Sternwarte von Greenwich (sprich: Grönitzsch) geht, nennt man den Null- oder Anfangsmeridian ( $0^\circ$ ) und teilt die Erde von dort in eine westliche und eine östliche Halbkugel.

Von dem Nullmeridian aus zählt man dann je 180 Meridiane nach Westen und nach Osten.

d. Indem man ferner durch jeden Grad eines Meridians Kreise parallel zum Äquator gezogen denkt, erhält man auf der nördlichen und südlichen Halbkugel je 89 Parallel- oder Breitenkreise, wobei der Äquator als  $0^\circ$  und jeder Pol als  $90^\circ$  zu zählen ist.

Die Wendekreise — der nördliche oder der des Krebses, der südliche oder der des Steinbocks — liegen je  $23\frac{1}{2}^\circ$  vom Äquator, die Polarkreise (nördlicher und südlicher) je  $23\frac{1}{2}^\circ$  von den Polen, also je  $66\frac{1}{2}^\circ$  vom Äquator entfernt.

\*) Erdglobus und Fig. im Atlas.

\*\*) Die wichtigsten Eigenschaften derselben erklären sich aus der Entstehung der Kugeloberfläche. Dieselbe entsteht aber dadurch, daß sich eine Kreislinie um einen ihrer Durchmesser dreht.

Zwischen den Wendekreisen liegt die heiße Zone, zwischen den Wendekreisen und Polarkreisen liegen die gemäßigten Zonen und von den Polarkreisen bis zu den Polen die kalten Zonen.

An Raum sind die beiden gemäßigten Zonen zusammen größer, als die heiße und die kalten zusammen.

e. Ein Längengrad, d. i. die Entfernung zweier aufeinanderfolgenden Meridiane, gemessen auf einem Parallelkreise der Erde, ist am Äquator etwas über 111 km, auf dem 52. Parallelkreise nur noch etwa 70 km und an den Polen 0 km groß.

Ein Breitengrad, d. i. die Entfernung zweier aufeinanderfolgenden Parallelkreise, gemessen auf einem Meridiane, beträgt überall etwa 111 km.\*)

f. Da Meridiane und Parallelkreise senkrecht aufeinander stehen, so ist jeder Punkt der Erde der Schnittpunkt zweier sich rechtwinklig schneidenden Kreise, und man nennt nun kurz den Bogen (O) des Meridians eines Ortes O (Fig. 6.), welcher zwischen dem Parallelkreise dieses Ortes und dem Äquator liegt, die geographische Breite dieses Ortes; während der Bogen des Äquators (aq) oder auch des Parallelkreises (p-kr.) des Ortes, welcher zwischen dem Meridiane des Ortes und dem Nullmeridian liegt, also aO oder pO, die geographische Länge des Ortes genannt wird.

Da nun ein Kreisbogen durch seinen Centriwinkel gemessen wird, — d. h., da ein Kreisbogen ebensoviele Bogen=Grade, =Minuten und =Sekunden besitzt, wie der zugehörige Centriwinkel Winkel=Grade, =Minuten und =Sekunden zählt, — so ist  $\angle x$  die geographische Breite des Ortes O und  $\angle y$  seine Länge, wenn naqs den Nullmeridian darstellt.

3. Die Abplattung und die Größe der Erde. (Fig. 7.) Da ein Körper desto mehr von der Erde angezogen wird, je näher er ihrem Mittelpunkte liegt, so beweist die Thatsache, daß ein und dasselbe Pendel desto schneller schwingt, je weiter man sich mit demselben von dem Äquator nach den Polen begiebt, daß die Erde nach den Polen abgeplattet ist. Außerdem ist die Abplattung auch durch unmittelbare Meridianmessungen nachgewiesen.

Die Erde ist also keine Kugel (*σφαῖρα*), sondern ein abgeplattetes Sphäroid (*σφαιροειδής*, kugelartig). Indessen ist diese Abplattung nicht so bedeutend, daß sie die Kugelgestalt der Erde wesentlich veränderte.

\*) Daß gegen die Pole zu eine geringe Abnahme der Breite der Breitengrade stattfindet, wird aus dem unter Nr. 3 dieses Paragraphen Erwähnten hervorgehen.

Es ist nämlich der Radius des Äquators ( $r$ ) = 6377 km,  
 der nach den Polen gerichtete Radius ( $\rho$ ) . . . = 6356 km,  
 somit ist der Unterschied der beiden Radien . . . = 21 km.

Rechnet man die Länge eines Erdradius gleich 6300 km, so  
 beträgt demnach die Abplattung der Erde  $\frac{1}{300}$  desselben.\*)

Der Umfang der Erde beträgt etwa 40,000 km; also ist die  
 Länge eines Erdquadranten (s. Fig. 7.) 10,000 km = 10 Millionen  
 m. Es ist somit 1 m gleich dem 10-millionsten Teile eines Erd-  
 quadranten.

### § 13.

#### Die Monde der Planeten.

1. Alle großen Planeten außer Merkur und Venus besitzen  
 einen oder mehrere Monde. Ihre Größe, Umdrehungs- und  
 Umlaufzeit sind sehr verschieden von einander. Abgesehen von  
 dem Monde der Erde, sind sie sämtlich nur durch Fernröhre  
 sichtbar.

2. Der Mond unserer Erde hat, wie diese, Kugelgestalt.  
 Er ist — wie alle Monde — ein nicht leuchtender Körper und  
 erhält — gleich wie die Erde — sein Licht von der Sonne. Die  
 auf ihm sichtbaren, weniger hellen Stellen sind Thäler und Tief-  
 ebenen,\*\*) die hellleuchtenden Teile sind Berge und Hochflächen.\*\*\*)

Erst neuerdings will man festgestellt haben, daß er von einer  
 sehr dünnen Lufthülle umgeben ist, so daß es also auch Wasser  
 und Geschöpfe auf ihm geben kann; bis dahin sprach man ihm  
 jede Atmosphäre ab, weil man nie eine Dämmerung auf ihm be-  
 merkt hatte und die Sonnenstrahlen selbst bei Mondfinsternissen  
 keinerlei Brechung zu erfahren schienen.

Seine Entfernung von der Erde ist etwa gleich 60 Erd-  
 radien, während sein Radius nur etwas mehr als den vierten  
 Teil des Erdradius beträgt.

Von seiner wahren Bewegung handelt § 16.

\*) Bei einem Erbglobus von 60 cm Durchmesser müßte dieselbe darnach  
 $\frac{1}{300} \cdot 30 \text{ cm} = 1 \text{ mm}$  betragen, d. h. sie würde mit dem Auge überhaupt  
 nicht wahrnehmbar sein.

\*\*) Dieselben geben dem Monde das scheinbare Aussehen eines mensch-  
 lichen Gesichtes, weshalb man wohl von einem Mann im Monde spricht.

\*\*\*) Abbildung im Atlas. Warum die Bezeichnung mare?

## Teil III.

### Die wahren Bewegungen unseres Sonnensystems, ihre Beweise und ihre Folgen.

#### § 14.

Die wahren Bewegungen der Erde und die Beweise dafür.

#### A. Die tägliche Achsendrehung der Erde (Rotation).

Der Jahrtausende hindurch gültigen Ansicht des Ptolemäus, daß sich sämtliche Gestirne im Verlaufe von 24 Stunden von O. nach W. einmal um die Erde drehen, während die Erde selbst unbeweglich im Raume verharre, setzte Kopernikus die umgekehrte Annahme entgegen, daß die Erde in 24 Stunden von W. nach O. einmal um eine stets gleichgerichtete Achse sich drehe (rotiere).

Er stützte seine Ansicht zunächst nur dadurch, daß er darauf hinwies, wie unwahrscheinlich es sei, daß sich sämtliche, so sehr verschieden entfernte Gestirne, gleichzeitig in 24 Stunden um die — gegen die meisten derselben — verhältnismäßig kleine Erde drehen sollten. Später führte er als beweisführend noch den Umstand an, daß sich nur durch seine Annahme die verwickelten Bewegungen der Planeten zwanglos erklären ließen. Doch verfangen diese Gründe bei seinen Gegnern nicht.

Erst durch folgende drei Gründe wurde seine Annahme zur Gewißheit:

1. Der Fallversuch. Ein aus einer gewissen Höhe herab freifallender Körper fällt immer östlich von dem Fußpunkte der von der Ruhelage aus auf die Erde gefällten Senkrechten nieder.

Die Erklärung dieser Erscheinung ist nur möglich, wenn man eine Rotation der Erde annimmt. In diesem Falle muß nämlich der Körper ursprünglich schneller rotieren, als der senkrecht unter ihm liegende Punkt, da er ja einen größeren Kreisbogen beschreibt als letzterer. Nach dem Gesetze der Beharrung behält er aber im Fallen seine ursprüngliche Geschwindigkeit bei.

Da nun seine Abweichung von der Vertikalen östlich ist, so muß seine Anfangsbewegung von W. nach O. gerichtet gewesen sein. Daher muß sich auch die Erde von W. nach O. bewegen.

2. Der Foucault'sche\*) Pendelversuch. Läßt man ein längeres Pendel in der Meridianebene schwingen, so beobachtet man, daß sich seine Schwingungsebene mit der Zeit scheinbar in der

\*) Foucault (spr. Fulkolt) war ein französischer Physiker um die Mitte dieses Jahrhunderts.



Richtung von O. nach W. dreht; die Drehung ist um so größer, je näher man sich an den Polen befindet.\*)

Diese Drehung kann nur dadurch erklärt werden, daß sich die Erde in umgekehrter Richtung gedreht hat, da ein freischwebendes Pendel nach dem Gesetze der Beharrung stets seine Schwingungsebene beibehält.\*\*)

3. Die Ablenkung der Passatwinde. Die Erfahrung lehrt, daß in der heißen Zone und zwar nördlich vom Äquator ein Nordostwind, südlich davon jedoch ein Südostwind herrscht.\*\*\*)

Die Entstehung von oberen warmen Luftströmungen, welche vom Äquator nach den beiden Polen gerichtet sind, und von unteren kalten Luftströmungen, welche entgegengesetzt fließen, erklärt sich aus der bedeutend verschiedenen Erwärmung der Luftschichten am Äquator und an den Polen. Diese vier Strömungen nennt man Passate oder Passatwinde.

Stände nun die Erde still, so müßten die kalten Strömungen auf der nördlichen Halbkugel in der Richtung von N. nach S., auf der südlichen umgekehrt über die Erde verlaufen; da aber die einen nordöstlich, die anderen südöstlich gerichtet sind, so müssen sie beide unterwegs eine Ablenkung erfahren haben. Diese Ablenkung erklärt sich, wenn man eine Rotation der Erde von W. nach O. annimmt. Denn dann werden — wiederum nach dem Gesetze der Beharrung — die Teile des nördlichen Polarstroms allmählich gegen die Drehung der Erde zurückbleiben müssen, d. h. sie werden nicht nach S., sondern nach SW. gerichtet, also von NO. herzukommen scheinen. Ähnlich erklärt sich der SO.-Polarstrom. Auch läßt sich nunmehr leicht schließen, daß die oberen Passate oder Äquatorialströme nach NW. bez. SW. gerichtet sein müssen.

## B. Die jährliche Bewegung der Erde um die Sonne.

(Revolution.) (Fig. 8.)

Aus der Rotation der Erde erklärt sich leicht, weshalb Sonne, Mond und Sterne sich scheinbar täglich um die Erde bewegen,†) dagegen läßt dieselbe die scheinbare jährliche Bewegung der Sonne in der Ekliptik unerklärt. Ptolemäus schrieb diese

\*) In 24 Stunden beträgt die Drehung am Äquator  $0^{\circ}$ , in der Breite von Holzwinden ( $51^{\circ} 49' 42''$ ) etwas über  $283^{\circ}$ , an den Polen  $360^{\circ}$ . Ausführung des Versuchs für einstündige Beobachtungszeit.

\*\*) Beweis durch den Versuch mit dem Rotationsapparat.

\*\*\*) s. Atlas.

†) Man denke nur an die Sinnestäuschung, daß man beim Abfahren des Eisenbahnzuges, in welchem man selbst sitzt, glaubt, der auf dem Nebengeleise stehende Zug setze sich in Bewegung.

einer jährlichen Bewegung der Sonne um die Erde zu; Kopernikuskehrte auch hier den Standpunkt um und behauptete, die Erdebewege sich in einem Jahre von W. nach O. um die Sonne.

Die Form der Erdbahn hielt er für einen excentrischen Kreis; Kepler\*) wies jedoch nach, daß dieselbe — wie bei allen übrigen Planeten — eine Ellipse\*\*) sei, in deren einem Brennpunkte (S) die Sonne stehe. (Fig. 8.)

Betrag nach Ptolemäus die Schiefe der Ekliptik das ganze Jahr hindurch  $23\frac{1}{2}^{\circ}$ , so muß nach Kopernikus die Neigung des Erdäquators zur Erdbahn immer  $23\frac{1}{2}^{\circ}$ , somit der Winkel, welchen die Erdachse mit der Erdbahn bildet, stets  $66\frac{1}{2}^{\circ}$  betragen, d. h. die Erdachse bleibt sich immer parallel.

Auch für die Revolution der Erde machte Kopernikus geltend, daß es wahrscheinlicher sei, die kleine Erde bewege sich um die große Sonne und nicht umgekehrt diese um jene. Da indessen auch hier kein Grund nicht überzeugend genug war, so forschte man auch für die Revolution nach schlagenden Beweisen. Von den letzteren ist der Beweis vermittelst der Aberration (aberrare, abirren, abweichen) des Lichtes einer der wichtigsten.

Genauere Beobachtungen haben nämlich ergeben, daß man einen Fixstern nur dann im Fernrohre behält, wenn man dasselbe allmählich etwas nach O. neigt, und daß bei einer über ein Jahr ausgedehnten Beobachtung sämtliche Fixsterne eine Ellipse zu beschreiben scheinen.

Diese Erscheinung erklärt sich nur durch die Annahme, daß sich die Erde in einer Ellipse um die Sonne bewegt und durch die Thatsache, daß das Licht eine gewisse Zeit\*\*\*) gebraucht, um einen bestimmten Weg zu durchlaufen. Bewegt sich nämlich die Erde nicht von Ort, so müßte ein Lichtstrahl, der von einem Fixsterne auf das Objektivglas†) eines Fernrohres fällt, auch bei einer jährlichen Beobachtung des Sternes durch das Okularglas††) zu sehen sein. Da man aber von Tag zu Tag das Fernrohr nach

\*) Lebte 1571—1630 und war ein Württemberger von Geburt.

\*\*) Wenn man die Enden eines Fadens befestigt und einen Schreibstift in der Ebene der beiden Endpunkte des Fadens so bewegt, daß der Faden immer straff gespannt bleibt, so beschreibt der Stift eine geschlossene krumme Linie, welche den Namen Ellipse führt. Die Endpunkte des Fadens werden dabei zu Brennpunkten der Ellipse.

Im Atlas und beim Tellurium steht die Sonne im Mittelpunkte der Bahn, was also nicht ganz richtig ist.

\*\*\*) Etwa 300,000 km in 1<sup>o</sup>.

†) objicere, entgegenwerfen, hier im Sinne von entgegengerichtet sein.

††) oculus, das Auge.

O. neigen muß, so muß eine Bewegung der Erde in dieser Richtung stattfinden; da ferner bei einer jährlichen Beobachtung das Objectiv des Fernrohrs eine Ellipse beschreibt, so muß auch die Bahn der Erde elliptisch gestaltet sein.

Die Aberration des Lichtes entdeckte der englische Astronom Bradley (spr. Brädlö) um die Mitte des vorigen Jahrhunderts.\*)

§ 15.

Die Folgen der doppelten Bewegung der Erde.\*\*)

1. Ein Tag — in dem Sinne von 24 Stunden irdischer Zeit — ist nach Kopernikus somit die Zeit einer einmaligen Umdrehung der Erde um ihre Achse.

Ein Jahr dagegen ist die Zeit, welche die Erde zu einem Umlaufe um die Sonne gebraucht.

2. Der Wechsel von Tag und Nacht — im Sinne von Licht und Finsternis —, die Verschiedenheit der Tages- und Nachtlängen und die Entstehung der Jahreszeiten erklären sich nunmehr unter Berücksichtigung folgender Thatfachen:

I. Wegen der kugelförmigen Gestalt der Erde ist dieselbe stets zur Hälfte beleuchtet, zur Hälfte beschattet. Die Beleuchtungsgrenze ist stets ein größter Kreis, auf welcher die Centrale von Erde und Sonne senkrecht steht.

II. Der Punkt (Ort), in welchem die Centrale der beiden Gestirne die Erde schneidet, wird senkrecht, also unter  $90^\circ$ , von den Sonnenstrahlen getroffen; die Beleuchtungsgrenze dagegen unter  $0^\circ$ , da sie von jenem Punkte um  $90^\circ$  entfernt liegt. Alle anderen Orte der beleuchteten Hälfte werden von den Sonnenstrahlen unter einem spitzen Winkel getroffen.

III. Der senkrecht beschienene Punkt ist wegen der Rotation der Erde in jedem Augenblicke ein anderer; somit ist auch die Beleuchtungsgrenze immer ein anderer größter Kreis.

im großen und ganzen auf diese Weise:

a. Am 21. März ist der Schnittpunkt der Centrale von Sonne und Erde immer ein Punkt des Äquators, daher geht die Beleuchtungsgrenze durch die Pole, d. h. sie ist ein Meridian. Da nun jeder Meridian alle Parallelkreise halbiert und die Erde in 24 Stunden um ihre Achse rotiert, so sind Tag und Nacht überall auf der Erde gleich, d. h. sie dauern je 12 Stunden.

Die Sonnenstrahlen treffen den Äquatorbewohner vertikal, daher hat er Sommer. Jeder Ort zwischen Äquator und Pol

\*) Da Kopernikus diese scheinbare jährliche Bewegung der Fixsterne mit den optischen (vom Stamme  $\sigma\tau$  des Verbums  $\sigma\sigma\alpha\nu$ , sehen) Apparaten seiner Zeit nicht festzustellen vermochte, so fing er selbst an, die Richtigkeit seiner Erklärungen zu bezweifeln. Daraus erklärt sich auch, weshalb er das Werk, welches er über sein System geschrieben hat, erst kurz vor seinem Tode drucken und herausgeben ließ.

\*\*\*) S. Tellurium, bez. Atlas.

empfangt die Sonnenstrahlen unter einem spitzen Winkel, und zwar alle Orte gleicher nördlichen und südlichen geographischen Breite unter gleichem spitzen Winkel. Die Pole selbst werden unter  $0^\circ$  von den Sonnenstrahlen getroffen, jedoch tritt der Nordpol aus einer halbjährigen Nacht hervor, der Südpol in eine halbjährige Nacht zurück.

In den folgenden Tagen bis zum 21. Juni geht die Centrale in Folge der Erdrevolution und der unveränderten Neigung der Erdoberfläche zur Erdbahn durch einen Punkt zwischen Äquator und nördlichem Wendekreis; die Winkel, unter denen die Orte der nördlichen Halbkugel von den Sonnenstrahlen getroffen werden, wachsen somit, während sie auf der südlichen Halbkugel abnehmen.

Somit beginnt am 21. März auf der nördlichen Halbkugel der Frühling, auf der südlichen dagegen der Herbst.

b. Am 21. Juni durchschneidet die Centrale den Wendekreis des Krebses; die Beleuchtungsgrenze geht an diesem Tage stets durch je einen Punkt der Polarkreise. Der Äquator wird von derselben zwar noch immer halbiert, so daß hier Tag wie Nacht auch noch je 12 Stunden dauern, aber die Parallellkreise der nördlichen Halbkugel liegen mit einem Bogen, der größer als ein Halbkreis ist, auf der beleuchteten Halbkugel, — der nördliche Polarkreis sogar völlig daselbst; während die Parallellkreise der südlichen Hälfte mit einem Bogen, der kleiner ist als ein Halbkreis, in der beleuchteten Hälfte liegen —, der südliche Polarkreis sogar ganz in Nacht gehüllt ist.

Es müssen ferner für die Bewohner zweier Orte, welche gleiche geographische Breite haben, aber auf verschiedenen Seiten des Äquators liegen, die Tageslängen des einen gleich den Nachtlängen des anderen sein, und umgekehrt.

Da nun die Centrale in den Tagen nach dem 21. Juni die Erdoberfläche wieder südlich vom Wendekreis des Krebses durchschneidet, so folgt daraus, daß die Bewohner der nördlichen gemäßigten Zone am 21. Juni den längsten Tag bez. die kürzeste Nacht haben, während in der südlichen gemäßigten Zone gerade das Gegenteil der Fall ist; ein Polarkreisbewohner und jeder Bewohner der kalten Zonen hat dann 24 Stunden Tag bez. 24 Stunden Nacht.

Am 21. Juni treffen die Sonnenstrahlen den Bewohner des nördlichen Wendekreises vertikal, die Bewohner aller übrigen Parallellkreise der nördlichen Halbkugel unter einem größeren spitzen Winkel, als die Bewohner der Parallellkreise von gleicher südlichen Breite. Auf der nördlichen Halbkugel beginnt daher der Sommer, auf der südlichen wird es Winter. Der Nordpol hat die Mitte seines sechsmonatlichen Tages erreicht, der Südpol die Mitte seiner halbjährigen Nacht.

c u. d. Die Ableitung der Erscheinungen für die übrige Zeit des Jahres, insbesondere an den beiden anderen charakteristischen Tagen des Jahres — dem 23. September und 21. December — ergibt sich von selbst, wenn man berücksichtigt, daß die Centrale am 23. September wieder durch den Äquator, am 21. December durch den Wendekreis des Steinbocks geht.

Somit erklären sich nach Kopernikus

a) der Wechsel von Tag und Nacht durch die Rotation der Erde,

β) die Verschiedenheit der Tag- und Nachtlängen dagegen, sowie der Wechsel der Jahreszeiten aus der Revolution der Erde unter Berücksichtigung der gleichförmigen Neigung der Erdachse zur Erdbahn.

3. Die Einteilung der Erdoberfläche in 5 Zonen erklärt sich aus der Richtung, in welcher die Sonnenstrahlen den Horizont der verschiedenen Orte der Erde in den verschiedenen Jahreszeiten treffen, nimmehr gleichfalls von selbst.

4. Aus der Rotation der Erde folgt auch die Abplattung des Erdkörpers in der Nähe der Pole.\*)

### § 16.

Die wahren Bewegungen des Mondes\*\*) und die Beweise dafür.

1. Der Mond führt eine dreifache Bewegung aus und zwar a. um eine Achse (Rotation), welche nahezu senkrecht zur Erdbahn steht,

b. um die Erde (Revolution)\*\*\*) in einer gegen die Erdbahn unter  $5^\circ$  geneigten fast kreisförmigen Ellipse, und zwar von W. nach O.,

c. mit der Erde um die Sonne.

Die beiden ersten Bewegungen vollziehen sich in gleicher Zeit, nämlich etwa im Verlaufe eines Monats.

2. Die scheinbare tägliche Bewegung des Mondes ist wie die scheinbare tägliche Bewegung der Sonne eine Folge der Rotation der Erde.

3. Die tägliche Verspätung des Aufganges und die scheinbare monatliche Bewegung des Mondes erklären sich durch die Bewegung des Mondes um die Erde. Während eines Tages rückt nämlich der Mond in seiner Bahn um die Erde in der Richtung von W. nach O. um so viel weiter, daß er erst nach

\*) Beweis durch die Abplattung, welche ein rotierender Metallring an den Endpunkten seiner Rotationsachse erleidet.

\*\*) S. Atlas, bemerke jedoch, daß nur die untere Figur das richtige Bild der Mondbahn liefert. Lunarium.

\*\*\*) S. § 9,3.

Verlauf von 24 Stunden und 50 Minuten für einunddenjelben Bewohner der Erde wieder sichtbar wird. Die Dauer eines einmaligen Umlaufes nennt man nach dem Worte *Mond*: *Monat*.

4. Daß der Mond außer dieser Bewegung um die Erde zu und in gleicher Zeit eine Bewegung um eine zur Erdbahn fast senkrecht Achse ausführt, beweist der Umstand, daß derselbe unserer Erde stets fast genau dieselbe Hälfte zugehrt.

5. Giebt man eine Revolution des Mondes um die Erde zu und eine Revolution der Erde um die Sonne, so ist man auch gezwungen, anzunehmen, daß der Mond die Erde auf ihrem Wege um die Sonne — wie ein Trabant — begleitet.

6. Die aus den drei gleichzeitigen Bewegungen resultierende Bewegung ist eine Schlangenlinie, welche gegen die Sonne hin stets konkav (*concavus*, hohl) gekrümmt ist.

### § 17.

#### Die Folgen der dreifachen Bewegung des Mondes.

1. Die Lichtgestalten des Mondes, kurz *Mondphasen*\*) (*phases* scheinen, leuchten) genannt, entstehen dadurch, daß wir die uns zugekehrte Hälfte des Mondes entweder ganz oder teilweise oder gar nicht erleuchtet sehen.

a. Kommt der Mond bei seinem Laufe um die Erde so zu stehen, daß ihn die Sonnenstrahlen in der Richtung der Centrale der Sonne und der Erde treffen, so ist die uns zugekehrte Hälfte entweder ganz beleuchtet oder gar nicht, d. h. wir haben *Vollmond* bez. *Neumond*.

b. Bildet dagegen die Centrale der Sonne und Erde mit der Centrale des Mondes und der Erde rechte Winkel, so erscheint uns nur die eine bez. die andere Hälfte der zugekehrten Mondhälfte beleuchtet, d. h. wir haben *erstes* bez. *letztes Viertel*.

2. Die verschiedene Sichtbarkeit des Mondes in den verschiedenen Zonen und in den verschiedenen Jahreszeiten macht man sich schneller, als durch eine Beschreibung, an einem *Lunarium* klar.

3. Eine Folge der Mondrevolution ist auch die Erscheinung auf dem Meere, die wir mit dem Namen *Gezeiten* oder *Ebbe* und *Flut* belegen.

Wenn nämlich, — wie nicht zu bezweifeln ist, — die Weltkörper eine Anziehung aufeinander ausüben, so muß sich die Anziehung des Mondes auf die Erde bei dem leicht beweglichen Elemente des Wassers sichtbar zeigen. In der That folgt dem Monde eine Flutwelle des Meeres um die Erde, welcher auf der

\*) S. Fig. im Atlas; *Lunarium*.

diametral (*διούπερος*, Durchmesser) entgegengesetzten Seite der Erde eine zweite Flutwelle entspricht. Die Gezeiten wechseln daher nach etwa 6 Stunden.\*)

Bei Voll- und Neumond wird die Anziehungskraft des Mondes auf einen Ort der Erde durch die der Sonne noch verstärkt, so daß in diesem Falle eine Springflut eintritt.

4. Mit den Bewegungen des Mondes hängt auch die Lage des Osterfestes zusammen.

Das Konzil zu Nicaea (325 n. Chr.) bestimmte nämlich: Pasa cha celebrandum est Dominica prima post plenilunium vernum.

Darnach ist der früheste Ostertermin der 22. März, wenn nämlich der 21. März ein Sonnabend und an diesem Tage Vollmond ist; die späteste Lage dagegen der 25. April, wenn nämlich am 18. April ein Sonntag und zugleich Vollmond ist.

### § 18.

#### Folgen des Stillstandes der Sonne und der Bewegungen von Erde und Mond.\*\*)

Jedesmal wenn Sonne, Erde und Mond so zu einander stehen, daß ihre Mittelpunkte genau oder nahezu in einer geraden Linie liegen, tritt für den Erdenbewohner eine Sonnen- oder eine Mondfinsternis ein.

Würde die Mondrevolution in derselben Ebene vor sich gehen, wie die Erdrevolution, so müßten diese Finsternisse regelmäßig jeden Monat wiederkehren; da die beiden Bewegungen jedoch in Bahnen stattfinden, die unter einem Winkel von 5° gegeneinander geneigt sind, so finden die Finsternisse nicht so oft statt, immerhin aber mehrere Male im Jahre, da der Neigungswinkel ihrer Bahnebenen ja nur klein ist.

1. Eine Mondfinsternis (wirkliche Verfinsternung) tritt ein, wenn die Erde zwischen Sonne und Mond steht. Dieselbe kann also nur zur Zeit des Vollmondes eintreten.

Das Unsichtbarwerden des Vollmondes tritt nur ein, wenn der Mond in den Kernschatten\*\*\*) der Erde tritt. Da der Durchmesser dieses Kernschattenkegels in der Entfernung des Mondes von der Erde fast 3 Monddurchmesser ausmacht, so kann eine solche Finsternis 4 $\frac{1}{2}$  Stunden dauern und von allen Teilen der Erde aus, über welchen der Mond steht, gleichzeitig gesehen

\*) Genauer nach  $\frac{24^h 50^m}{4} = 6^h 12^m 30^s$ . Örtliche Verhältnisse be-

wirken freilich, daß Abweichungen von dieser errechneten Zeit stattfinden.

\*\*) S. Atlas: Finsternisse.

\*\*\*) S. Atlas.

werden. Die Finsternis beginnt wegen der westöstlichen Bewegung des Mondes um die Erde immer am östlichen Rande der Wondscheibe.

Partial (pars, der Teil) nennt man die Verfinsternung, wenn nur ein Teil des Vollmondes unsichtbar wird. Total (totus, ganz) dagegen, wenn die ganze Mondhalbkugel verfinstert wird.

2. Eine Sonnenfinsternis (scheinbare Verfinsternung) findet statt, wenn der Mond zwischen Sonne und Erde tritt. Das ist aber nur zur Zeit des Neumondes möglich.

Da der Kernschattenkegel des Mondes die Erde entweder gar nicht oder nur eben noch erreicht, so dauert eine Sonnenfinsternis für ein und denselben Ort günstigen Falls  $4\frac{1}{2}$  Minuten und insgesamt höchstens  $4\frac{1}{2}$  Stunden. Die Verfinsternung ist wegen der westöstlichen Bewegung des Mondes um die Erde zuerst am westlichen Sonnenrande sichtbar.

Die Sonnenfinsternisse können partial und central sein, je nachdem die Mittelpunkte der drei Himmelskörper in einer nur wenig gebrochenen oder in einer geraden Linie liegen. Bei einer centralen Verfinsternung kann die Sonne sowohl total als auch ringförmig verdunkelt werden, je nachdem der Mondkernschatten die Erde erreicht oder nicht.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

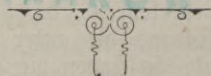




Fig. 1<sup>a</sup>

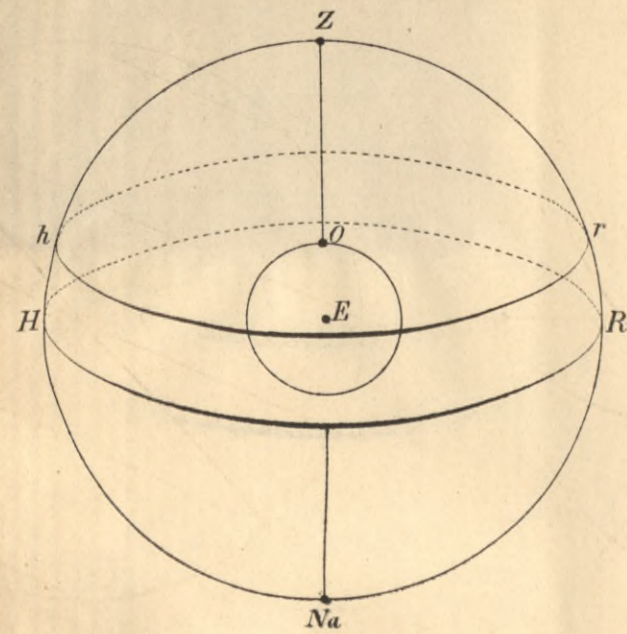


Fig. 2.

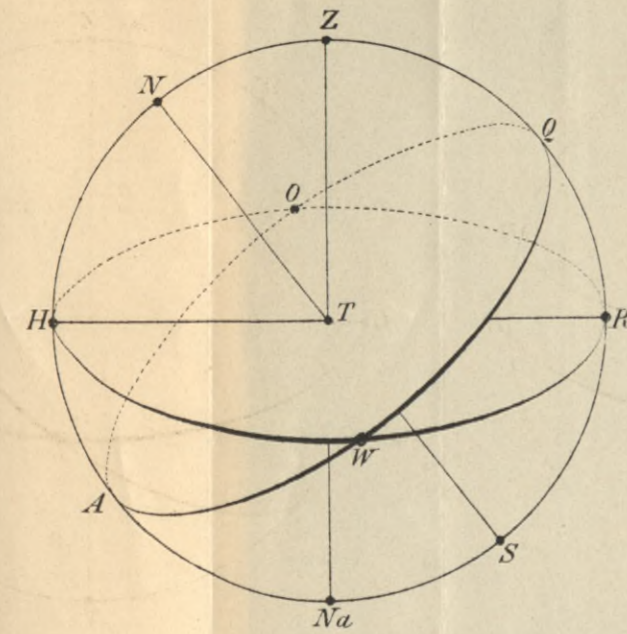


Fig. 4<sup>a</sup>

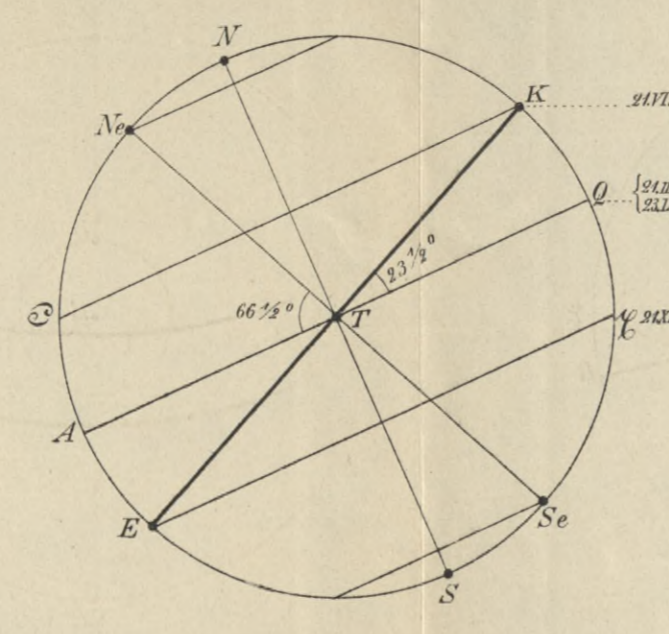


Fig. 5<sup>a</sup>

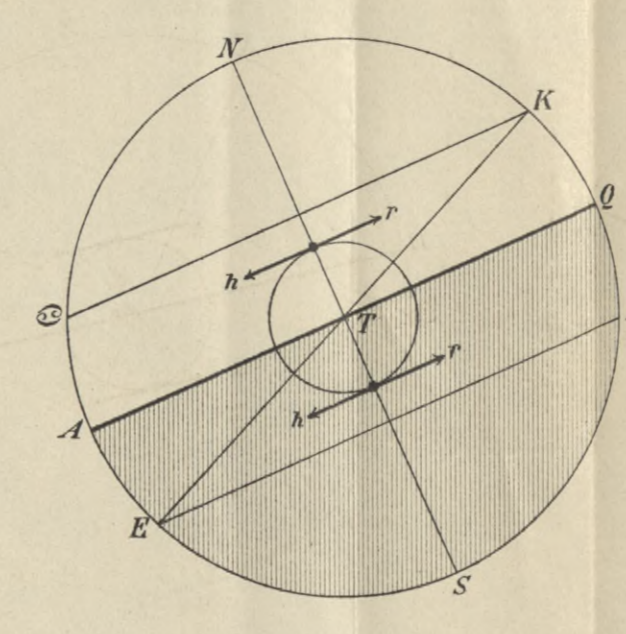


Fig. 5<sup>c</sup>

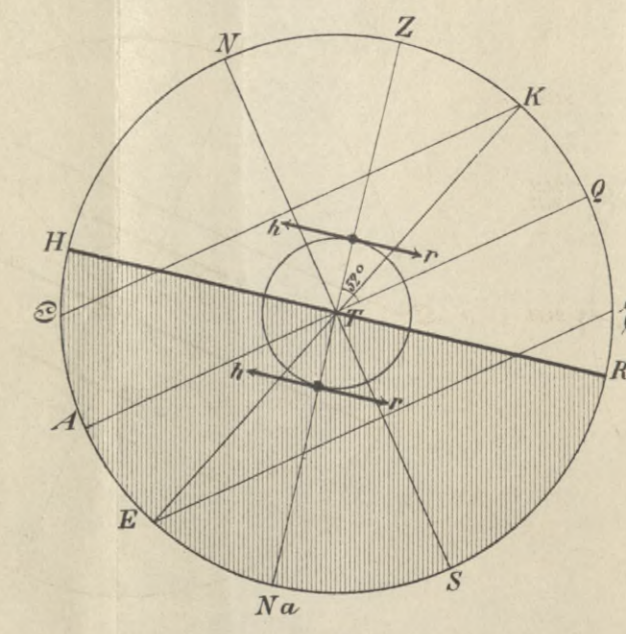


Fig. 8.

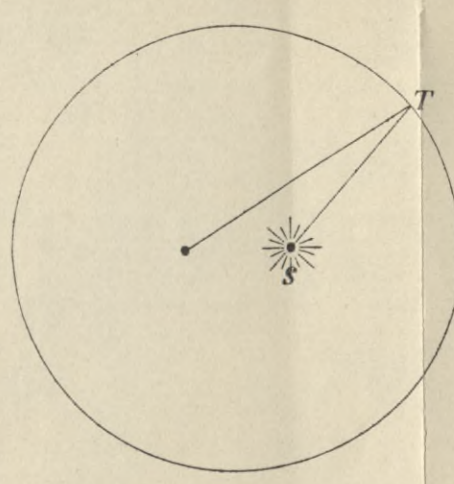


Fig. 1<sup>b</sup>

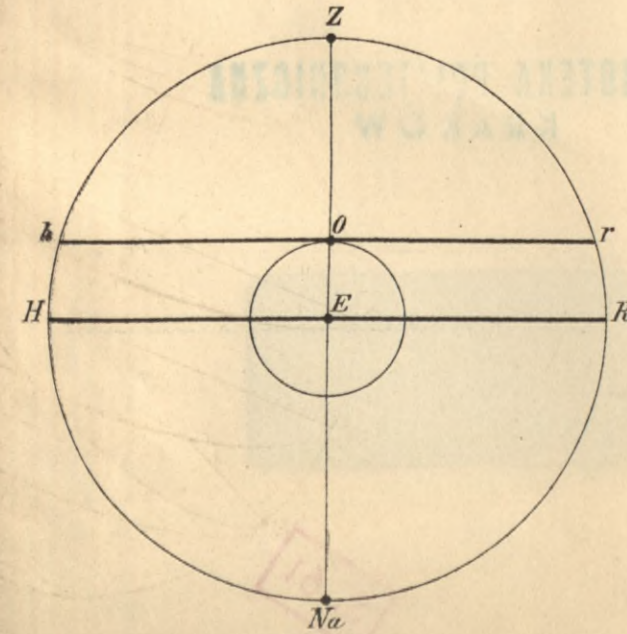


Fig. 3.

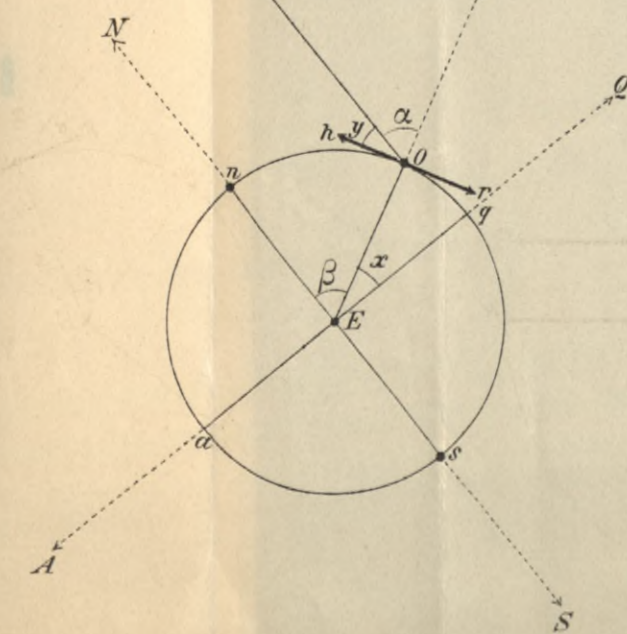


Fig. 4<sup>b</sup>

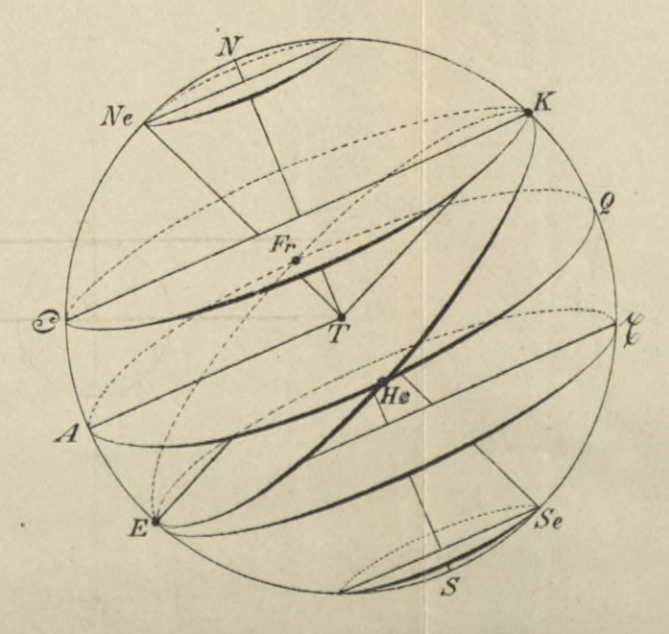


Fig. 5<sup>b</sup>

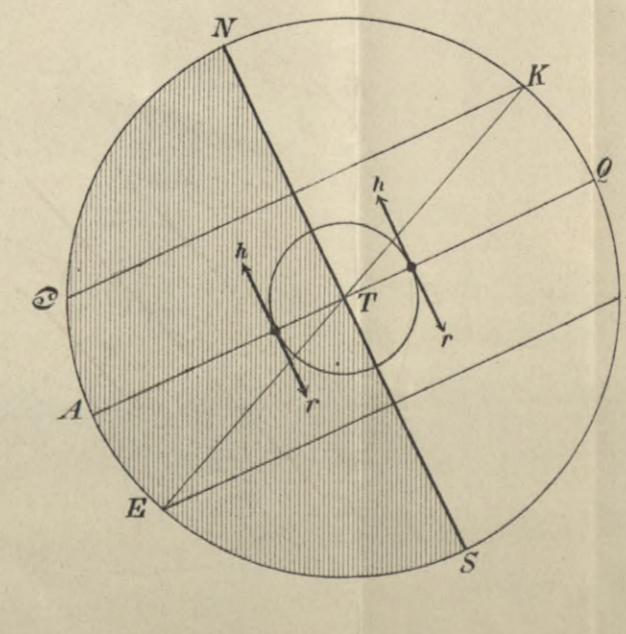


Fig. 5<sup>d</sup>

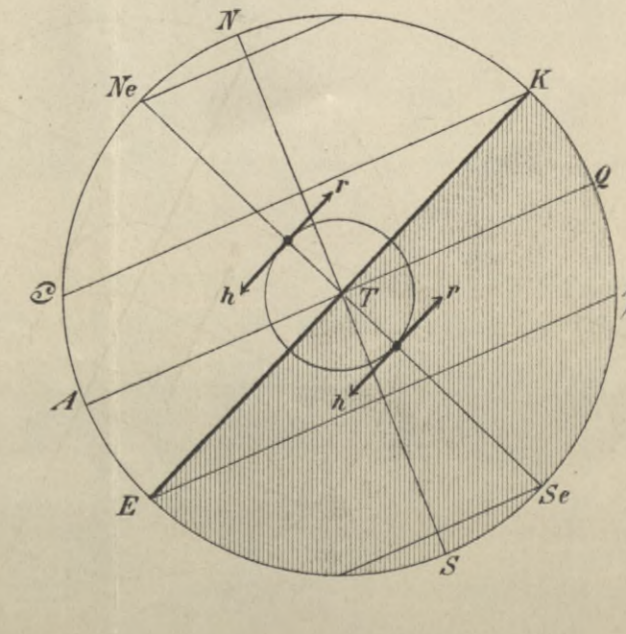


Fig. 7.

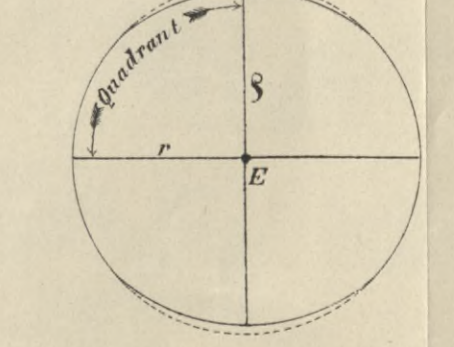
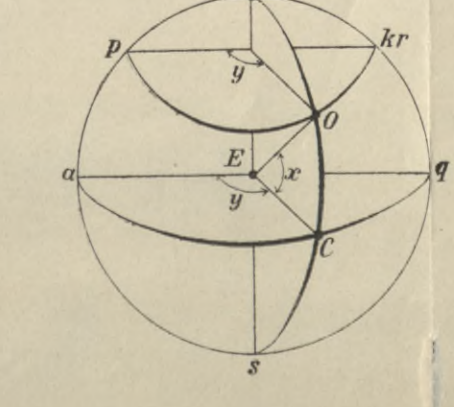


Fig. 6.



WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

L. inw. 31422

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298322

5. 61







Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**II-31422**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**10000298322**