

AB

25422



ERICH KRIENKE
BUCHBINDEREI
BILDERRAHMEREI
BUCH & PAPIERHANDLUNG
LESEZIRKEL-DRUCKEREI
OSCHERSLEBEN

105 Lm.





21



Das
Tellurium mit Lunarium
und
seine Anwendung.



Zum Gebrauch der von
Ernst Schotte
construirten und gefertigten Instrumente.

Ein Leitfaden für Lehrer und Schüler

von

Katal. der Lehrerbibl.

F. Wittsack

Lehrer in Berlin.

H 4. E 60

3. Auflage.



Verlag von Ernst Schotte & Co.
Geographisch - Artistische Anstalt. Königl. Hofbuchhandlung.

Berlin W.

Potsdamerstrasse 41a.

L 184,



Nach der Meinung des Herrn Verlegers, auf dessen Veranlassung das vorliegende Schriftchen entstanden ist, darf bei manchem Freunde der Himmelskunde das erwünschte Mass in der Kenntniss derjenigen Erscheinungen, deren Grund ein Tellurium veranschaulichen soll, nicht vorausgesetzt werden. Es ist deshalb im ersten Kapitel des Büchleins in der Kürze das zusammengestellt, beziehentlich entwickelt worden, was am Tellurium theils seine Erklärung finden, theils diese Erklärung befördern soll. Da ferner die Erklärungen aus den Lehren des Kopernikus hergeleitet werden, so schien es angemessen, im zweiten Kapitel mit den für den Zweck des Buches gebotenen Beschränkungen einer-, sowie mit der für nöthig erachteten Hervorhebung andererseits, das System des Kopernikus abzuhandeln. In Bezug auf die im dritten und vierten Kapitel gelieferten Erklärungen sei die Bemerkung gestattet, dass dabei nur die Bekanntschaft mit den geometrischen Lehren vorausgesetzt, die am Apparat selbst augenblicklich sich erweisen lassen.

Die im Anhang sich findenden kleinen Tabellen, die zum Theil auf strengste Genauigkeit keinen Anspruch machen, werden manchen Lesern nicht unwillkommen sein.

Berlin.

F. W.

Zeichen-Erklärung.

- N. Nordpunkt des Horizonts.
- S. Südpunkt.
- O. Ostpunkt.
- W. Westpunkt.
- P. Pol und Polarstern.
- ☉ Sonne.
- ☉S. Mittagshöhe der Sonne.
- Z. Scheitelpunkt.
- PN. Polhöhe.
- PZ. Abstand des Polarsterns vom Scheitel.
- J. Ort der Erde, wo die Sonne im Scheitel ist.
- Y. Ort der Erde, wo der Mond im Scheitel ist.
- B. Geographische Breite.

Erster Abschnitt.

Die Himmelserscheinungen.

A. Die Sonne.

1. In der Mitte einer Linie, die von den beiden am weitesten nach rechts gelegenen Sternen des grossen Bären oder grossen Wagens bis zur Milchstrasse hin gezogen wird, steht einsam der Stern, der unter allen Sternen, die den Bewohnern der N. Erdhälfte sichtbar werden, der für die mathematische Geographie bedeutsamste ist. Nicht seinem Lichtglanze verdankt er seine Wichtigkeit, denn er ist nur ein Stern 2ter Grösse; was ihn aber auszeichnet, ist, dass er allein zu allen Zeiten des Jahres und der Nacht immer ganz nahe an derselben Stelle des Himmels gefunden wird. Nur schwer kann es auch der oberflächlichsten Betrachtung entgehen, dass andere Sternbilder den nächtlichen Himmel zur Winterzeit besetzen, als zur Sommerzeit und sehr auffällig ist die Ortsveränderung mancher Sterne, z. B. des grossen Wagens schon im Laufe einer Stunde, doch schwer erkennt ohne Hilfsmittel ein Auge die geringe Bewegung, die jener Stern hat und es hält denselben für den Stern ohne Bewegung. Er ist deshalb für unsere Zeiten der Polarstern und in der folgenden Darstellung wird er für den „ruhenden Pol des Himmels“ selbst genommen. Dadurch ist er geeignet, Richtungspunkt bei der Bestimmung sowohl der Orte am Himmel, als derer auf Erden zu sein. Und hierin liegt die Bedeutung des Polarsterns.

2. Eine Linie, die vom Scheitelpunkt Z eines Beobachters durch den Polarstern zum Horizont herab gezogen wird, trifft den Horizont immer in demselben Punkt. Dieser Punkt ist der Nordpunkt des Horizonts. Die Linie selbst zwischen dem Nordpunkt und dem Scheitelpunkt gestaltet sich durch die Wölbung des Himmels zum Bogen von 90° oder zu einem Viertelkreise. Das Stück dieses Viertelkreises, das zwischen dem Nordpunkt und dem Polarstern liegt, heisst die Polhöhe. Sie wird in Graden angegeben, deren erster im Nordpunkt beginnt. Für Berlin beträgt sie z. B. $52\frac{1}{2}$ Grad. Für Orte, die wie Petersburg mehr nach N. liegen, ist sie grösser, für Orte, die südlicher als Berlin liegen, ist sie kleiner. Es rückt bei einer Reise nach N. der Scheitelpunkt dem Polarstern immer näher, bei einer Reise nach S. aber der Nordpunkt. Auf dem Aequator der Erde z. B. in Quito, erscheint der Polarstern im Nordpunkt des Horizont selbst, d. i. mit der Polhöhe von 0 Grad, auf dem Pol der Erde würde dagegen ein Beobachter den Polarstern im Scheitelpunkt haben, die Polhöhe daselbst also 90° betragen. Somit dient die Polhöhe zur Bestimmung der „geographischen Breite“ eines Ortes und die Zahl der Grade für die Polhöhe ist zugleich die Ordnungszahl des Breitenkreises, der durch einen Ort der Erde gezogen wird. So liegt Berlin mitten zwischen dem 52. und 53. N. Breitenkreise, da seine Polhöhe $52\frac{1}{2}^\circ$ beträgt. Dabei sei in Erinnerung gebracht, dass der N. Breitenkreis mit der Zahl $23\frac{1}{2}$, unter dem z. B. Kanton in China verzeichnet liegt, der N. Wendekreis der Erde, derjenige aber mit der Zahl $66\frac{1}{2}$, unter dem z. B. Tornea gelegen ist, der N. Polarkreis der Erde genannt wird.

3. Das andere Stück des Viertelkreises, das zwischen Scheitelpunkt Z und Polarstern P. liegt, heisst Polabstand vom Scheitel und wird ebenfalls in Graden angegeben, deren Zahl gleich dem Reste von 90 weniger Polhöhe ist. So beträgt der Polabstand in Berlin $37\frac{1}{2}^\circ$, in Quito 90° , in Kanton $66\frac{1}{2}^\circ$ in Tornea $23\frac{1}{2}$, in N-Pol selbst 0° . Die Bedeutung dieser Bogen erhellt aus folgender Betrachtung.

4. Werden sie nämlich, mithin der ganze Viertelkreis, zu dem sie gehören, über den Scheitelpunkt hinaus, nach der andern Seite des Himmels hin, bis zum Horizont hinab verlängert, so trifft diese Verlängerung den Horizont in dem Punkte, der der Südpunkt S. genannt wird, und es hat sich nunmehr ein Halbkreis gebildet, der den Namen Meridian für den Ort der Beobachtung z. B. für Berlin führt. Dieser Halbkreis ist dadurch von vorzüglichster Wichtigkeit, dass die Sonne und der Mond sowie alle Sterne stets dann in demselben gefunden werden, wenn sie ihren täglich höchsten Stand am Himmel einnehmen. Der Moment, in welchem dies bei der Sonne ☉ der Fall ist, heisst der wahre Mittag und die Zeit zwischen 2 aufeinander folgenden wahren Mittagen heisst: ein wahrer Sonnentag oder 24 Stunden wahre Sonnenzeit. — Der Moment, in welchem der Mond im Meridian gesehen wird, kann in jede Tages- oder Nachtstunde fallen, und auch die Zeit zwischen 2 aufeinander folgenden Meridianständen des Mondes, die ein wahrer Mondentag heissen könnte, weicht in der Länge beträchtlich von einem wahren Sonnentage ab. — Die Fixsterne, die in der Nähe des Polarsterns liegen, durchschneiden den Meridian sichtbar 2 Mal auf ihrer täglichen Bahn, die übrigen nur 1 Mal, wie die Sonne und der Mond. Die Zeit zwischen 2 aufeinander folgenden gleichartigen Meridianständen eines Fixsterns heisst ein Sterntag oder 24 Sternstunden.

5. Die Beobachtung lehrt hierüber:

- a) Alle Sterntage sind genau einander gleich, d. h. alle begreifen gleich viel Pendelschwingungen in sich;
- b) jeder Sonnentag ist grösser als ein Sterntag;
- c) die Sonnentage sind nicht unter einander von gleicher Länge. Man spricht deshalb von einem mittleren Sonnentage, der = 24 St., 3 Min., $56\frac{1}{2}$ Sek. Sternzeit ist, woraus sich ergibt, dass ein Sterntag = 23 St. 56 Min. 4 Sek. mittlere Sonnenzeit ist.

6. Sehr bekannt ist nun die Erfahrung, dass die Höhe der ☉ zur Mittagszeit oder der Bogen des Meridians zwischen dem Südpunkte und dem Mittagsorte der ☉, an den einzelnen Tagen des Jahres sehr verschieden ist. Es gilt aber hierüber folgende Regel:

- a) Am 21. März und am 23. September, also zu Anfang des Frühlings und des Herbstes beträgt die Mittagshöhe der Sonne $\odot S$ genau so viel Grad, als der Polabstand vom Scheitel;
- b) am 21. Juni, dem Anfang des Sommers, ist $\odot S =$ Polabstand und $23\frac{1}{2}^{\circ}$;
- c) am 22. December, dem Anfang des Winters, ist $\odot S =$ Polabstand weniger $23\frac{1}{2}^{\circ}$.

So ist z. B.:

- aa) in Berlin: $\odot S$ im Frühlings- und Herbstes-Anfg. = $37\frac{1}{2}^{\circ}$, im Sommersanfang = 61° , im Wintersanfg. = 14° . Die \odot steht deshalb an allen Tagen des Jahres Mittags über dem Südpunkte S. und an keinem Tage des Jahres im Scheitelpunkt Z. Dies Beides ist ein Merkmal der Orte, die zwischen dem Wendekreise und dem Polarkreise liegen.
- bb) in Tornea: am 21. März $\odot S = 23\frac{1}{2}^{\circ}$, am 21. Juni 47° , am 22. December 0° . Die \odot steht deshalb am kürzesten Tage nicht über, sondern im Südpunkt S. Sie erscheint und verschwindet Mittags im Südpunkt. Dies ist das Merkmal der Orte unter dem N. Polarkreise;
- cc) in Kanton, 21. März $\odot S = 66\frac{1}{2}^{\circ}$, 21. Juni = 90° d. h. die Sonne steht am längsten Tage des Jahres im Scheitel Z. Dies ist das Merkmal der Orte unter dem N. Wendekreis;
- dd) in Quito: 21. März $\odot S = 90^{\circ}$, 21. Septbr. = 90° , d. h. die Sonne steht zu Frühlings- und Herbstes-Anfang im Scheitel. 21. Juni $\odot S = 66\frac{1}{2}^{\circ}$, d. h. die \odot steht zu Sommersanfang $66\frac{1}{2}^{\circ}$ über dem Nordpunkt N., wirft ihren Schatten nach S. — 21. December $\odot S = 66\frac{1}{2}^{\circ}$, d. h. die Wintersonne wirft ihren Schatten nach N. — Diese Erscheinungen gehören den Orten unter dem Aequator der Erde an;
- ee) in Goa: (15° N. Br.) ist 21. Juni $\odot S = 75 + 23\frac{1}{2} = 98\frac{1}{2}^{\circ}$. Sie steht also auch zwischen Scheitel Z und Nordpunkt N. Sie hat deshalb schon vor dem 21. Juni den Scheitel Z erreicht und erreicht ihn nach dem 21. Juni zum 2. Male. Die grössten Mittagshöhen fallen hier auf zwei Tage, die nicht am Anfang, sondern innerhalb der Jahreszeiten liegen. Das ist den Orten zwischen den Wendekreisen eigenthümlich.

7. Aus dem Vorstehenden folgt für die Entfernung der \odot vom Polstern P

- a) zu Anfang des Frühlings und Herbstes ist $\odot P = 90^{\circ}$;
- b) zu Anfang des Sommers ist $\odot P = 66\frac{1}{2}^{\circ}$, d. h. der Pol ist der Sonne um $23\frac{1}{2}^{\circ}$ zugeneigt;
- c) zu Anfang des Winters ist $\odot P = 131\frac{1}{2}^{\circ}$, d. h. der Pol ist der \odot um $23\frac{1}{2}^{\circ}$ abgeneigt.

8. Hieraus ergibt sich:

Die Sonne befindet sich in den 4 Jahreszeiten an sehr verschiedenen Orten des Himmelsgewölbes. Da nun die Fixsterne zum Polarsterne selbst immer diese Lage behalten, so scheint die Sonne in einem Jahre unter oder bei sehr verschiedenen Sternen des Himmels zu stehen. Diese Sterne, die man zu 12 Sternbildern geordnet hat, bilden den sogenannten Thierkreis, dessen Mittellinie von der \odot selbst beschrieben, die Ekliptik ist. Der Punkt der Ekliptik, den die Sonne am 21. März einnimmt, und der 90° vom Polarstern entfernt ist, heisst: erster Punkt des Widders, der am 21. Juni: erster Punkt des Krebses, am 23. September: erster Punkt der Waage; am 22. December: erster Punkt des Steinbocks.

Auf das Zeichen des Widders¹ folgt das des Stiers² und der Zwillinge³; auf das Zeichen des Krebses⁴ folgt das des Löwen⁵ und der Jungfrau⁶; auf das Zeichen der Waage⁷ folgt das des Scorpions⁸ und des Schützen⁹, auf das Zeichen des Steinbocks¹⁰ folgt das des Wassermanns¹¹ und der Fische¹².

Von den Sternbildern dieses Namens liegen stets 6 über dem Horizonte. Sie sind in der angegebenen Ordnung zu finden, doch so, dass man bei der Wendung des Gesichts nach S. von Rechts nach Links, d. i. von W. über S. nach O. die Richtung zu nehmen hat.

B. Der Mond.

9. Wie die Sonne, so beschreibt auch der Mond seine tägliche Bahn von O. nach W. — Erreicht er in dieser täglichen Bahn seinen höchsten Stand, so befindet er sich, wie die Sonne im Meridian. Die Augenblicke aber, in welchen er diesen Stand einnimmt, treffen auf sehr verschiedene Tages- und Nachtzeiten. In Bezug auf die Meridianhöhen des Mondes gilt im Allgemeinen

- a) dass der Mond in jedem Monat eine grösste und eine kleinste Meridianhöhe hat;
- b) dass diese Grenzhöhen in jedem Monat etwas verschieden sind;
- c) dass die überhaupt grösste Meridianhöhe des Mondes in 1 Jahr höchstens 5° mehr, so wie die kleinste höchstens 5° weniger beträgt, als die grösste oder kleinste Mittagshöhe

der Sonne für einen bestimmten Ort. So kann z. B. der Mond zu Zeiten in Berlin $61^{\circ} + 5^{\circ} = 66^{\circ}$ hoch stehen, zu Zeiten nur $14 - 5 = 9^{\circ}$ (S. § 6. aa.)

10. Im Besonderen lässt sich noch sagen:

- a) Als Neumond hat der Mond ungefähr die Höhe der Sonne für diesen Tag. Ist seine Höhe als Neumond der Sonnenhöhe gleich, so entsteht eine Sonnenfinsterniss.
- b) Als Erstes Viertel hat er ungefähr die Höhe, welche die Sonne nach 3 Monaten hat, z. B. Erstes Viertel im Frühlings- und Sonne zu Sommers Anfang.
- c) Als Vollmond hat er die Höhe der 6 Monate spätern oder frühern Sonne, z. B. December-Vollmond und Juni-Sonne. Ist dies genau der Fall, so entsteht eine Mondfinsterniss.
- d) Als Letztes Viertel hat er die Höhe der 9 Monat spätern oder 3 Monat frühern Sonne, z. B. Letztes Viertel im Juni und Sonne im März.

11. In Betreff des Aufganges gilt im Ganzen:

- a) Der Neumond geht mit der Sonne auf.
- b) Das Erste Viertel geht bei Tage auf.
- c) Der Vollmond geht auf bei Sonnen-Untergang.
- d) Das Letzte Viertel geht auf ungefähr 6 Stunden früher, als es die Sonne 3 Monate vorher that: z. B.: Ist am 22. December Letztes Viertel, so geht es um 12 Uhr Nachts auf, das sind 6 Stunden vor dem Aufgang der Sonne am 22. Septbr.

12. In Betreff des Unterganges:

- a) Der Neumond geht mit der Sonne unter.
- b) Das Erste Viertel geht 6 Stunden später unter, als es die Sonne nach 3 Monaten thun wird, z. B.: Ist am 22. Septbr. Erstes Viertel, so geht es ungefähr um 10 Uhr unter, denn die Sonne geht am 22. December gegen 4 Uhr unter und $4 + 6 = 10$.
- c) Der Vollmond geht unter mit Aufgang der Sonne.
- d) Das Letzte Viertel geht bei Tage unter.

13. In Betreff der Zeit der Culmination:

- a) Der Neumond culminirt mit der Sonne seines Tages, also Mittags.
- b) Das erste Viertel culminirt ungefähr 6 Stunden vor dem Momente, in welchem die Sonne nach 3 Monaten untergehen wird.
- c) Der Vollmond culminirt Mitternachts.
- d) Das Letzte Viertel culminirt ungefähr 6 Stunden nach der Tagesstunde, zu welcher die Sonne vor 3 Monaten aufging.*)

*) Bemerkung: Ein Blick in den Kalender zeigt indess, dass diese Angaben eben nur „ungefähr“ zutreffen, dass sie zuweilen gegen 1 Stunde von der genauen Angabe des Kalenders abweichen. Es ist die Bestimmung des Mondlaufes eine sehr zusammengesetzte Aufgabe.

14. Ausser der täglichen Bahn hat der Mond eine monatliche. Innerhalb eines Monats (richtiger in 28 Tagen) durchläuft er die 12 Sternbilder des Thierkreises in der Richtung von W. nach O. Was also für die Sonne ein Jahr, das ist ungefähr für den Mond ein Monat. Verweilt die Sonne im ersten Zeichen des Thierkreises 1 Monat, so verweilt der Mond nur durchschnittlich $2\frac{1}{2}$ Tag, wie es der Kalender angiebt.

Zweiter Abschnitt.

Das System des Kopernikus.

1. Im Sinne des Kopernikus wird zunächst der alte, noch heute sprachgebräuchliche Gegensatz von „Himmel und Erde“ aufgehoben und ein neuer Gegensatz in die Weltansicht eingeführt: der von Fixsternhimmel und Sonnenwelt. Diese beiden Gebiete sind durch eine unendlich weite Kluft von einander geschieden und ihr räumliches Verhältniss ist von Kopernikus so gefasst, wie das der Oberfläche einer Kugel zu dem Raume, der nahe um den Mittelpunkt derselben liegt. Von der unendlichen Weltkugel ist der Fixsternhimmel die Ober- und die Grenzfläche, das Sonnengebiet der innere Raum, der um den Mittelpunkt, welcher die Sonne ist, herum liegt. Indem nun Kopernikus gleichsam die Sonne, den Mond und die 5 damals bekannten Planeten vom Himmel herabzog, führte er andererseits die Erde in den Chorus der „himmlischen“ Körper ein. Ueber die Stellung des Sonnengebietes herrschen heut andere Ansichten als die des Kopernikus, doch auch heut noch gilt die Entfernung der Sonne von den Fixsternen für unermesslich, und mehr als die Stellung ist es die Anordnung der Körper im Gebiet selbst, welches als das Wesentliche der Kopernikanischen Lehre angesehen werden muss. In Bezug auf die Fixsterne bleibt Kopernikus in der Vorstellung des alten Systems, nach welcher der Fixsternhimmel die achte,

letzte Sphäre oder Kugelschicht der Welt ist, nur sprach er derselben die Bewegung ab und setzte sie in „unendliche“ Entfernung von den übrigen Sphären.

2. Bestehen liess Kopernikus von dem alten oder Ptolemäischen System folgende Sätze:

a) Die Erde ist eine Kugel. Ueber die Grösse derselben herrschten schon richtige Vorstellungen.

b) Der Mond ist der der Erde nächste Himmelskörper. Ueber die Entfernung selbst fand er die richtige Vorstellung vor, dass sie 60 Erdhalbmesser beträgt.

c) Die Sonne ist viel weiter von der Erde, als der Mond. Ueber diese Entfernung hatte er die sehr unrichtige Vorstellung, dass die Sonne von der Erde ungefähr 20 Mal so weit entfernt sei als der Mond, d. i. ungefähr 1 Million Meilen. Sie ist in der That aber 20 Millionen Meilen von der Erde entfernt.

d) Die Fixsterne sind viel weiter als die Sonne. Er nannte diese Entfernung unendlich, d. h. so gross, dass nicht nur die grösste Weite auf der Erde selbst, sondern auch die Entfernung des Mondes von der Erde, ja auch die ungeheure Entfernung der Sonne von der Erde gegen den Abstand der Fixsterne von der Erde unbedeutend, verschwindend klein erscheint.

Im Besondern ist auch der Polarstern als Fixstern unendlich weit von der Erde. Alle Linien von den verschiedenen Erdorten zum Polarstern hinauf können deshalb für zusammenfallend genommen werden, ähnlich wie alle Linien von den verschiedensten Punkten einer gewöhnlichen Kugel auf der Erde bis zum Monde hin gedacht.

3. Dagegen bestritt Kopernikus:

a) dass die Erde sowohl der Mittelpunkt der Welt, als der des Sonnengebietes oder der Planetenwelt sei;

b) dass sich die Erde in Ruhe befinde;

c) dass sich die Sonne, der Mond und der Fixsternhimmel täglich in der Richtung von O. nach W. um die Erde bewege.

Diese Sätze, behauptet er, sprächen nicht wirkliche, sondern nur scheinbare Vorgänge aus.

4. Dagegen lehrte er:

a) Die Sonne ist der Mittelpunkt der Welt, der sogenannten Planetenwelt. Sie ist ein Fixstern, und befindet sich für die Erde ruhend an demselben Ort.

b) Die Erde hat eine doppelte Bewegung, nämlich:

aa) die Erde dreht sich um ihre Achse. Diese Bewegung heisst Rotation. Sie erfolgt in der stets gleichen Zeit von 24 Sternstunden. Die Richtung der Rotation ist der Richtung des scheinbaren täglichen Sonnen- und Mondlaufes entgegengesetzt, sie erfolgt also von

W. nach O., das ist für einen auf der N. Halbkugel der Erde befindlichen Beobachter der Sonne von rechts nach links.

bb) die Erde fliegt um die Sonne. Diese Bewegung heisst Umlauf oder Rotation. Zu einem Umlauf gebraucht die Erde die Zeit, die wir ein Erdenjahr nennen, und die ungefähr $365\frac{1}{4}$ Tage beträgt. Die Richtung dieser Bewegung ist dieselbe, die die Sonne scheinbar in ihrer jährlichen Bahn verfolgt, es ist die von W. nach O., also auch dieselbe, in welcher die Achsendrehung stattfindet.*)

c) Die Achse der Erde steht auf der Bahnfläche der Erde unter einem Winkel von $66\frac{1}{2}^{\circ}$, d. h. sie weicht um $23\frac{1}{2}^{\circ}$ von der senkrechten Lage ab. — Sie liegt also nicht wie die Achse einer rollenden Kegelkugel, die parallel mit der Bahnfläche liegt; auch steht die Erdachse nicht wie die Achse eines tanzenden Kreisels, d. h. nicht senkrecht.

d) Die Achse der Erde bleibt sich während des Umlaufs parallel. Sie ändert also ihre Lage zur Bahnfläche nicht, wie die Achse einer rollenden Kegelkugel, wenn diese eine Kreisbahn durchläuft; es wird daher die Verlängerung der Erdachse immer denselben unendlichen weiten Ort am Fixsternhimmel, d. i. der Polarstern, treffen.

e) Der Mond läuft um die Erde

aa) in der Zeit von 28 Tagen,

bb) in der Richtung von W. nach O., d. i. in der Richtung seines scheinbaren monatlichen Laufes durch die Sternbilder des Thierkreises und in derselben Richtung, in der die Erde um die Sonne läuft. Die Richtung des Mondlaufes um die Erde ist aber entgegengesetzt der Richtung des täglichen Laufes, den er von O. nach W. vollbringt. Ein Auge in der Sonne gedacht, das den Mond in seiner Bahn verfolgt, würde ihn von rechts nach links laufen sehen, und zwar immerfort in dieser Richtung, da die Erde in ihrer Bahn auch fortschreitet. Stände aber die Erde still, so würde ein Beobachter auf der Sonne den Mond, wenn er hinter der Erde ist, von rechts nach links, wenn er aber vor der Erde ist, von links nach rechts laufen sehen. — Die Mondbahn

*) Bemerkung: Es empfiehlt sich, den Umlauf der Erde sich in der freien Natur so zu versinnlichen, dass man sagt beim Anblick der Mittagssonne, die Erde kommt her von einer Stelle hinter der Sonne, ist links gegangen bis zu einem äussersten Punkt, dann nach rechts vor der Sonne vorbei bis zum äussersten Punkt, um nun wieder nach links ihre Bahn fortzusetzen hinter der Sonne. Von rechts nach links, d. i. von W. nach O., passt also nur für den Theil der Erdbahn hinter der Sonne, d. i. an den Fixsternen vorüber.

ist also nicht zu vergleichen einem geschlossenen Kreise, sondern eher einer in sich zurücklaufenden Schlangen- oder Wellenlinie. Geometrisch heisst sie Cycloide. Es ist deshalb besser zu sagen, der Mond begleitet die Erde in seiner Bahn um die Sonne, denn der eigentliche Mittelpunkt seiner Bahn ist nicht die Erde, sondern die Sonne.

Dritter Abschnitt.

Von der Einrichtung des Telluriums.

(Siehe Abbildung.)

1. Wenn man von denjenigen Theilen absieht, die zur Herstellung der Bewegung und des Gleichgewichts vorhanden sind, so finden wir an einem Tellurium folgende wesentliche Stücke:

- 1) als Bild der Sonne, die Lampe,
- 2) als Bild der Erde, den Erdglobus,
- 3) als Bild des Mondes die kleinere silberne Kugel,
- 4) die horizontale oder Orientirungs- (astronomische) Scheibe.

2. In Bezug auf die gegenseitige Lage ist zu bemerken,

a) dass der Mittelpunkt des Lichts in gleicher Höhe mit dem Mittelpunkt des Erdglobus liegt. Eine Linie, die beide genannten Punkte verbindet, hat daher horizontale Richtung, läuft also mit der Orientirungsscheibe parallel. Es beschreibt somit diese Linie bei der Bewegung der Erde um die Sonne eine Fläche, genauer eine Ebene, in welcher der Mittelpunkt der Sonne und der der Erde in jedem Punkte ihres Umlaufs liegt und die durch die Kreislinie des Umlaufs selbst begrenzt wird. Diese wichtige Ebene ist die sogenannte Bahnfläche der Erde oder die Ebene der Erdbahn.

b) Die Mondkugel liegt nicht in der Verbindungslinie des Erd- und Sonnen-Mittelpunktes. Eine Linie vom Mittelpunkt des Mondes zum Mittelpunkt der Erde wird also beim Umlauf um die Erde eine andere Ebene beschreiben, als die Ebene der Erdbahn. Nennt man diese zweite Ebene die Bahnfläche des Mondes, so ist zu sagen, dass die Bahnflächen der

Erde und des Mondes sich scheiden. Dies entspricht der Wirklichkeit. Es ist der Winkel in der Natur 5° gross. Diese geringe Grösse musste am Tellurium indess nicht unbedeutend erweitert werden und zwar wegen der Ungenauigkeit der genommenen Entfernungen. Mit Recht ist nämlich beim Tellurium Abstand genommen worden, die Grössenverhältnisse zu versinnlichen, denn diese Versinnlichung hätte der Maschine eine Ausdehnung gegeben, die die Uebersichtlichkeit ausschliesst. Hauptaufgabe eines Telluriums soll sein eine Versinnlichung der Kopernikanischen Idee und diese ist möglich ohne Genauigkeit in den Grössenverhältnissen. Dies gilt besonders vom Monde.

3. In Bezug auf die Erde selbst ist zu bemerken: Die Stellung der Axe. Der Wirklichkeit entsprechend steht die Axe auf der Ebene der Erdbahn nicht senkrecht, sondern weicht um $23\frac{1}{2}^{\circ}$ von der senkrechten Lage ab, so dass sie unter einem Winkel von $66\frac{1}{2}^{\circ}$ auf der Bahnfläche der Erde steht. Von ganz besonderer Wichtigkeit ist es nun, zu bemerken, dass die Erdaxe sich selbst bei ihrem Umlauf um die Sonne parallel bleibt. Dadurch geschieht es, dass sie zwar immer denselben Winkel zur Erdbahn beibehält, dass aber ihre Endpunkte, d. i. die Erdpole in verschiedene Lagen zur Sonne kommen. Dieser Lagen giebt es wesentlich verschiedene drei. Es können nämlich

a. beide Pole gleich weit von der Sonne abstehen;

b. der Nordpol kann der Sonne näher liegen als der Südpol.

c. der Nordpol kann der Sonne ferner liegen als der Südpol. Die erste Lage kann ferner auf zwei Weisen stattfinden. Denkt man sich nämlich einen Beobachter auf der Sonne befindlich, dessen Blick nach der Erde gerichtet ist, so wird einmal der Nordpol rechts oben vom Erdmittelpunkt liegen, das andere Mal aber links oben, der Südpol dagegen das erste Mal links unten, das andere Mal rechts unten. In beiden Fällen werden indess beide Pole gleich weit vom Lichte abstehen. Das erste Mal stellt nun die Erde in ihrer Lage am 21. März, das zweite Mal in ihrer Lage am 23. September vor. — Liegt der Nordpol der Sonne näher, als der Südpol, so befindet sich die Erde in der Stellung vom 21. Juni; liegt endlich der Nordpol der Sonne ferner, als

der Südpol, so befindet sich die Erde in der Stellung vom 22. December (s. Kap. I. § 7).

4. Hierbei sei nun gleich bemerkt, dass die Richtung, die die Erde in ihrem Umlauf um die Sonne verfolgt, die von W. nach O. genannt wird. Dieser Name ist, wie leicht ersichtlich, bei einer Kreisbewegung nicht ganz bestimmt, da er ohne Erklärung auch das Gegentheil bedeuten könnte. Er ist hergenommen von der Anschauungsweise eines zur Mittagssonne gewendeten Beobachters, der die Bewegung von rechts nach links, als die in der Richtung von W. nach O. bezeichnet.

5. Hieran schliesst sich die Bestimmung der Richtung der Rotation*). Ein Blick auf das Instrument zeigt, dass es gleichgültig ist für den Umlauf, ob die Erde so, wie sie es thut, oder in entgegengesetzter Richtung rotirt. Es ist in der That bei der Erde die Richtung der Rotation und beiläufig auch die Geschwindigkeit dieser Bewegung unabhängig von dem Umlauf. Die Erscheinungen an anderen Planeten und am Monde bekräftigen dies. — Denkt man sich nun

a. ein Auge in der Sonne, so wird dasselbe einen bestimmten Ort der Erde, z. B. Berlin, in Folge der Rotation seinen Weg über die Erdoberfläche von links nach rechts nehmen sehen. Von der Sonne aus gesehen, würde also die Erde von O. nach W. zu rotiren scheinen. In der der Sonne abgewendeten Seite bewegt Berlin sich aber von rechts nach links, was man von W. nach O. nennt. Es ergiebt der An-

*) Denkt man sich nämlich die Erde ohne Rotation und auf ihr einen Beobachter mit dem Blick zur Sonne gewandt, so wird derselbe die Sonne von rechts nach links laufen sehen, wenn die Erde in der oben angegebenen Weise aus der Stellung vom 21. März in die des 21. Juni, dann in die des 23. September, dann in die des 22. December und endlich wieder in die des 21. März übergeht. Da nun die Richtung der scheinbaren Sonnen-Bahn mit der Richtung der wirklichen Erdbahn übereinstimmt (siehe Seite 13, 4bb.), so sagt man in diesem Sinne: die Erde läuft um die Sonne in der Richtung von W. nach O.

blick von der Sonne her also etwas Zweifelhaftes. Deshalb denkt man sich wieder

h) den Beobachter auf der Erde mit dem Blicke zur Mittagssonne. Die Sonne wird ihm von links nach rechts zu gehen scheinen, da er sich selbst von rechts nach links bewegt. Da nun von links nach rechts hier scheinbar, von rechts nach links aber wirklich ist, so nennt man die Richtung, in der die Erde rotirt, die von rechts nach links, das ist die von W. nach O.

6. In Bezug auf die Mondkugel ist zu bemerken, dass sie der Wirklichkeit entsprechend, immer dieselbe Seite der Erde zukehrt. Der Sonne dagegen wird sie bei einem Umlauf um die Erde nach und nach alle Theile ihrer Oberfläche zukehren, ähnlich wie es die Erde auch ohne Axendrehung innerhalb eines Jahres thun würde. Ein Beobachter in der Sonne würde also den Mond während eines Monats eine Axendrehung machen sehen. — Stände die Erde in einem Punkte ihrer Bahn still, so würde die Mondesbahn als kreisförmige Linie erscheinen. Da aber die Erde sich um die Sonne bewegt, so wird die Mondbahn eine wellenförmige Gestalt haben müssen. Die Linie, die der Mond in seiner Bahn beschreibt, heisst in der Geometrie Radlinie, welcher Name hergekommen ist von der Linie, die ein Nagel im Ringe eines Wagenrades, das sich fortbewegt, beschreibt.

7. Was endlich die horizontale oder Orientirungs-(astronomische) Scheibe betrifft, so hat sie eine doppelte Aufgabe zu lösen. Zum Verständniss derselben stehen hier folgende Auseinandersetzungen.

Wenn die Sonne in die Mitte der Erdbahn gestellt worden ist, so ist damit ihr wirklicher Ort im Sonnensystem bezeichnet worden. Diesen Ort können wir uns jedoch nur denken. Von ihm verschieden ist der Ort, wo wir die Sonne erblicken. So wie wir nämlich die Vögel und die Wolken, die uns im Vergleich zum Monde und zur Sonne sehr nahe sind, an einem Orte des Himmels zu

sehen meinen, d. i. an einer Stelle der Hinterfläche, oder des allgemeinen Hintergrundes, vor dem sie sich befinden, so versetzen wir auch den Mond und die Sonne wegen ihrer gewaltigen Entfernung an der Hinterfläche für diese Körper. Diese Hinterfläche ist der Fixsternhimmel, der in unendlicher Entfernung hinter der Sonne sich befindet. In der Linie nun vor unserem Auge zur Sonne hin und über die Sonne hinaus zu den Fixsternen hin können wir den wirklichen Ort der Sonne mit unserem Auge nicht unterscheiden, wohl aber die Stelle des Himmels erkennen, d. i. den Ort unter den Sternen, wo jene Linie eintrifft. Dieser Ort ist der scheinbare Ort der Sonne. Er muss sich wegen der um die Sonne laufenden Erde für einen Beobachter auf der Erde immerfort ändern und diese Erscheinung ist der Vorgang des jährlichen Sonnenlaufes. Um sich den scheinbaren Sonnenlauf beim Tellurium auch zu versinnlichen, hat man sich als Fixsternhimmel die senkrechten Wände des Zimmers, in dem das Tellurium aufgestellt ist, hinzu zu denken, wobei es wünschenswerth ist, dass die genannten Wände eine Cylinderfläche bildeten, wie sie es in einer kreisförmigen Halle thun. Unter dieser Voraussetzung würde nun die Sonne im Tellurium trotzdem, dass sie still steht, gleichwohl für ein Auge auf dem Erdglobus an der Wand des Zimmers eine scheinbare Kreislinie ziehen. Diese Kreislinie ist die sogenannte Ekliptik. Der Gürtelraum um sie herum ist der Thierkreis mit seinen 12 Zeichen und Bildern. Statt dieses sehr schwer herzustellenden äusseren Gürtels ist nun die horizontale Scheibe dicht um die Sonne vorhanden, also nicht ausserhalb sondern innerhalb der Erdbahn. Es folgt daraus für die Uebersichtlichkeit, dass jedes Sternbild, das hinter der Sonne stehen müsste, im Tellurium vor der Sonne zu finden ist. Die Aufeinanderfolge der Zeichen und Sternbilder war nicht nöthig zu ändern, denn es ergiebt eine einfache Ueberlegung, dass im vorliegenden Falle, d. i. beim Umlauf der Erde um die Sonne, die Richtung des wirklichen Erdumlaufs mit der Richtung des scheinbaren Sonnenumlaufs zusammenfällt. — Die erste Aufgabe der horizontalen Scheibe

ist daher, als Ersatz oder Auskunftsmittel für die Ekliptik und dem Thierkreis zu dienen. Die zweite Aufgabe besteht in der Nachweisung der wirklichen Erdorte in der Erdbahn, d. h. der Punkte in der Erdbahn, in welchen sich die Erde in den verschiedenen Monaten und Tagen des Jahres befindet. Die horizontale Scheibe trägt desshalb

- 1) die Zeichen der Ekliptik,
- 2) die Namen der Monate, und
- 3) die Namen der Weltgegenden.

Es ist zu dem Zwecke der Rand der Scheibe in vier Viertelkreise, in 12 Bogen zu 30° , im Ganzen also in 360° getheilt.

Vierter Abschnitt.

Erklärung der Erscheinungen am Tellurium.

1. Es ist an einem Orte der Erde, z. B. in Berlin, Tag, so wird nicht dieser Ort allein von der Sonne beschienen, auch nicht blos das kreisförmige Stück Erdfäche, das ein Beobachter überschauen kann und welches der irdische Horizont genannt wird. Sogar bei einem Standpunkte auf dem höchsten Berge der Erde, wo der Horizont eine Kreisfläche von 6000 □ Meilen in sich fasst, beträgt dieselbe doch nur den 800. Theil des erleuchteten Ganzen. Dies Ganze ist nämlich wegen der überwiegenden Grösse der leuchtenden Sonne gegen die an sich dunkle Erde etwas mehr als die Hälfte der ganzen Erdoberfläche, soll im Folgenden aber der Anschaulichkeit wegen gerade der Hälfte der Erdoberfläche gleich gesetzt werden. Der Name dafür ist Lichtseite der Erde, der Gegensatz davon ist die Nachtseite. Es handelt sich zunächst um die Lichtseite.

Sie ist keine Ebene oder Scheibenfläche, als welche der irdische Horizont bei der geringen Augenhöhe von 5 Fuss über der Erdoberfläche wohl angesehen wird; die Lichtseite ist eine gewölbte, eine Kugelfläche. Sie wird von der Ebene der Erdbahn mitten durchschnitten, umfasst daher Gegenden, die N. und S. vom Aequator der Erde liegen, fällt jedoch nur ausnahmsweise mit einer der Oberflächen der östlichen und westlichen Halbkugel der Erde zusammen.

2. Aus der Kugelgestalt der Erde folgt nun:

- A) dass es in der Lichtseite einen Punkt geben muss, welcher der \odot am nächsten liegt. Dieser Punkt liegt a. in der Bahnfläche der Erde, b. in einer Linie, die vom Mittelpunkt der Erde nach der \odot gezogen wird, also c. in der Verlängerung eines Erdhalbmessers, deshalb fallen d. die Strahlen der \odot auf den Ort der Erde in diesem Punkte senkrecht. Dieser Punkt heisst der Bahnpunkt, sein Zeichen sei I. Er bezeichnet nicht sowohl einen Ort der Erdoberfläche selbst, als vielmehr eine Stelle des Lichtmantels, mit dem die Sonne die Erde zur Hälfte einhüllt.
- B) Die Grenze zwischen der Licht- und Nachtseite der Erde ist eine Kreislinie, und weil die Lichtseite der halben Erdoberfläche gleich ist, so ist diese Kreislinie ein grösster Kreis. Er heisst die Lichtgrenze oder der Beleuchtungskreis. Denkt man sich ihn durch einen grossen Drahttring versinnlicht, so lässt sich leicht erkennen, dass a. derselbe senkrecht auf der Bahnfläche der Erde steht, b. dass jeder Punkt in seinem Umfange 90° eines grössten Kreises vom Punkte I., dem Bahnpunkte, entfernt ist, c. dass sein Mittelpunkt der Mittelpunkt der Erde ist, dass also jede Linie von einem Punkte seines Umfanges zum Mittelpunkt der Erde ein Halbmesser der Erde ist, d. dass eine Linie von einem Punkte seines Umfanges zur Sonne mit dem Erdhalbmesser dieses Punktes einen Winkel von 90° macht, dass deshalb e. die

Strahlen der Sonne einen Ort in diesem, wie in jedem Punkt des Beleuchtungskreises, horizontal treffen müssen, d. h. dass die Sonne einem Beobachter an diesem Ort der Erde im Horizont erscheinen muss.

3. Unter den Punkten des Umfanges der Lichtgrenze giebt es einen, der am weitesten von der Bahnfläche der Erde nach oben, d. i. nach dem Nordpol der Erde hin liegt, sowie einen anderen, der am weitesten abwärts nach dem Südpole hin liegt. Beide fallen nicht mit den Polen der Erde zusammen, denn diese liegen der Bahnfläche näher. Die eben erwähnten Punkte der Lichtgrenze mögen die Lichtpole heissen, der eine der N., der andere der S. Lichtpol. Die Verbindungslinie beider ist ebensowohl ein Durchmesser des Erleuchtungskreises, als der Erde selbst. Sie ist auch so gross, als die Axe der Erde, doch hat sie eine andere Lage. Während die Axe der Erde schief gegen die Bahnfläche der Erde liegt, steht die Linie von dem einen zum anderen Lichtpole senkrecht darauf. Der N. Lichtpol heisse kurzweg L.

4. In der Lichtgrenze kann auch der Nordpol der Erde liegen. Dann liegt auch der Südpol der Erde darin. In diesem Falle ist der Lichtpol L. vom Nordpol der Erde $23\frac{1}{2}^{\circ}$ entfernt. Der Bahnpunkt I. ist dagegen vom Nordpol der Erde in dieser Lage 90° entfernt, wie von jedem Punkte der Lichtgrenze. Ein Punkt aber, der vom Nordpol 90° entfernt ist, muss im Aequator der Erde liegen. Befindet sich daher der N. Pol der Erde in der Lichtgrenze, so liegt der Bahnpunkt I. im Aequator der Erde. Nun kann der Nordpol an zwei Stellen der Lichtgrenze liegen, entweder rechts oder links vom Lichtpol L., das menschliche Auge in der \odot gedacht. Liegt der Nordpol rechts von L., so hat die Erde die Lage vom Frühlingsanfange (21. März), liegt der Nordpol links von L., so ist es die Lage von Herbstesanfang (23. September). Am 21. März sowohl, als am 23. September wird deshalb den Bewohnern der Erde

unter dem Aequator die Sonne im Scheitelpunkt, den etwaigen Beobachtern im Nordpol oder Südpol aber im Horizont erscheinen.

5. Alle Punkte in der Lichtseite ausser dem Bahnpunkte I, haben eine solche Lage, dass eine Linie von ihnen zur Sonne hin weder ein verlängerter Halbmesser, noch eine Berührungslinie des zu dem Punkte gehörenden Längenkreises ist. Die Sonnenstrahlen werden daher überall weder senkrecht, noch horizontal auffallen, sondern schräg, d. h. die ☉ wird an diesem Orte der Erde weder im Scheitelpunkt, noch im Horizont, sondern in einer zwischen 0° und 90° liegenden Höhe gesehen werden.

6. Die Lichtseite kann man sich auf sehr verschiedene Weise halbirt denken. Jedes Mal wird aber 1) der halbirende Halbkreis ein grösster Halbkreis sein, und 2) wird derselbe durch den Bahnpunkt I gehen. Eine solche Halbirungslinie lässt sich von einem zum andern Lichtpole gezogen denken. Sie wird auf der Bahnfläche der Erde senkrecht stehen. — Ein zweiter Halbirungskreis wird von der Bahnfläche der Erde selbst gebildet. — Er schneidet den Aequator der Erde in zwei Punkten, die 180° von einander abstehen. — Ein dritter Halbirungskreis lässt sich durch beide Pole gelegt denken, wenn beide, wie oben erwähnt, in der Grenze der Lichtseite liegen. Dieser Halbkreis muss ein Längenkreis der Erde sein. Er steht nicht senkrecht auf der Bahnfläche der Erde, aber er steht senkrecht auf dem Aequator der Erde und deshalb stehen auf ihm alle Parallelkreise der Erde senkrecht. Da er nothwendig durch I, den Bahnpunkt geht, so heisse er der Meridian für I. Wir werden ihn auch in dem Falle gezogen denken, wenn nicht beide Pole der Erde in der Lichtgrenze liegen. Er wird dann wenigstens einen Pol in der Lichtseite durchlaufen und diesen mit dem Bahnpunkt I. verbinden. Es wird aber in diesem Falle weder der Punkt I. im Aequator der Erde liegen, noch der Pol P. vom Bahnpunkt 90° entfernt sein.

Nun denke man sich die Erde ohne Axendrehung nur im Umlauf um die Sonne, so ergeben sich nachstehende

Folgen des Umlaufes der Erde um die Sonne.

7. Betreffs des Punktes J, d. i. des Punktes der scheinbaren Sonne.

- a) Am 21. März liegt ein Ort des Aequators in I.
- b) Am 21. Juni liegt ein Ort des Wendekreises des Krebses in I.
- c) Am 23. September liegt wieder ein Ort des Aequators in I.
- d) Am 22. December liegt ein Ort des Wendekreises des Steinbocks in I.
- e) In der Zeit vom 21. März bis 21. Juni rückt der Punkt I. nach Orten der Erde, die immer mehr vom Aequator entfernt liegen, bis der Wendekreis des Krebses erreicht ist.
- f) In der Zeit vom 21. Juni bis zum 23. September rückt der Punkt I. immer mehr wieder vom Wendekreis ab, bis der Aequator erreicht ist.
- g) In der Zeit vom 23. September bis zum 22. Decbr. rückt der Punkt I. unter den Aequator, bis der Wendekreis des Steinbocks erreicht ist.
- h) In der Zeit vom 22. December bis zum 21. März rückt der Punkt I. wieder aufwärts, vom Wendekreis ab, zum Aequator hin, den er am 21. März erreicht.

8. Daraus folgt:

- a) Der Punkt I. hat im Laufe eines Jahres über die Erde einen Kreis gezogen, der sich mit dem Aequator in 2 Punkten schneidet, die 180° von einander liegen und der beide Wendekreise berührt. Es ist dieser Kreis also ein grösster Kreis, der sich mit dem Aequator der Erde unter dem Winkel von $23\frac{1}{2}^{\circ}$ schneidet. Es wird auf dem Globus als Ekliptik oder Sonnenbahn verzeichnet.

- b) Der Punkt I. hat jeden Breitenkreis der Erde zwischen Aequator und Wendekreis in zwei Punkten geschnitten, die aber nicht, wie die beiden Punkte des Aequators 180° , sondern in sehr verschiedener Weite von einander liegen. Je näher dem Wendekreise, desto näher liegen sich die 2 Schnittpunkte eines Breitenkreises; je näher dem Aequator, desto mehr nähert sich der Zwischenbogen der Grösse eines Halbkreises. Der Wendekreis selbst ist nur in Einem Punkte getroffen.

9. Rotirte also die Erde nicht bei ihrem Umlaufe, so würden

- a) zwar auch sehr verschiedene Punkte der Erde im Laufe eines Jahres die Sonne in ihrem Scheitel haben und im Besonderen würde jeder Breitenkreis zwischen Aequator und $23\frac{1}{2}^{\circ}$ N. und $23\frac{1}{2}^{\circ}$ S. davon betroffen werden,
- b) aber würden es von jedem Breitenkreise, wie vom Aequator selbst, nur 2 Punkte oder Orte sein, von jedem Wendekreise gar nur Ein Ort, der die \odot in seinem Scheitel hätte.
- c) Jeder dieser Orte hätte seinen bestimmten Moment im Jahre, wo ihn die Sonnenstrahlen scheinrecht trafen.

10. Betreffs des Nordpols der Erde.

- a) Am 21. März liegt er in der Lichtgrenze. Die Sonne erscheint im Horizont.
- b) Am 21. Juni liegt er innerhalb der Lichtseite, $23\frac{1}{2}^{\circ}$ südlich vom Lichtpol L. Die Sonne steht $23\frac{1}{2}^{\circ}$ über dem Horizont.
- c) Am 23. September liegt er wieder in der Lichtgrenze, die Sonne steht wieder im Horizont.
- d) Am 21. December steht er in der Nachtseite.
- e) Vom 21. März bis 23. September war er also unausgesetzt im Licht der \odot , d. h. es war für ihn $\frac{1}{2}$ Jahr Tag.

- f) Vom 23. September bis 21. März ist er unausgesetzt ohne Licht der ☉, d. h. es ist für ihn $\frac{1}{2}$ Jahr Nacht.
- g) Die Höhe der Sonne über dem Horizonte wechselte also während des Sommers zwischen 0° und $23\frac{1}{2}^\circ$.

11. Betreffs der Lichtgrenze.

Sie zieht im Laufe des Jahres über alle Orte der Erde. Allmählich kommt sie auf der einen Seite zu neuen Orten, ebenso treten aus der andern Seite aus ihr Orte der Erde in die Nachtseite ein. Jeder Ort sieht die Sonne zuerst im Horizont, dann steigt sie $\frac{1}{4}$ Jahr, darauf fällt sie $\frac{1}{4}$ Jahr, bis sie wieder den Horizont erreicht hat und dann ist für jeden Ort $\frac{1}{2}$ Jahr Nacht, falls die Erde nicht rotirt!

Folgen der Rotation der Erdkugel.

In Betreff des Bahnpunktes J.

- a) Am 21. März tritt jeder Punkt des Aequators der Erde in den Punkt I. Alle Orte der Erde im Aequator haben daher die Sonne in einem Moment des 21. März in ihrem Scheitel. Da nun die Erde von W. nach O. rotirt, so tritt der Moment der scheinbar rechten Sonne für die mehr nach O. gelegenen Orte früher ein, als für die W. davon gelegenen Erdorte. Für jeden Ort wird es aber gerade die Mitte der Zeit sein, welche er in der Lichtseite verweilt, denn der Bahnpunkt liegt ja gleich weit von der Lichtseite entfernt. Die Zeit, die ein Ort in der Lichtseite verweilt, heisst aber Tag, der Moment der scheinbar rechten Sonne ist deshalb der Mittag.
- b) Am 21. Juni hat jeder Ort im Wendekreis des Krebses die Sonne Mittags im Scheitel.
- c) am 23. September alle Orte des Aequators wie am 21. März,
- d) am 22. December alle Orte des Wendekreises des Steinbocks.



- e) In der Zeit vom 21. März bis 21. Juni gelangen an jedem Tage alle Orte des Breitenkreises zum Bahnpunkt, der diesen Punkt überhaupt in sich hat.
- f) In der Zeit vom 21. Juni bis 23. September sind es dieselben Orte wie in Nr. 5. Die Tage der scheinbaren \odot in den Orten zwischen Aequator und N. Wendekreis liegen aber desto näher an einander, je näher die Erdorte dem Wendekreis liegen.
- g) In der Zeit vom 23. September bis 21. März tritt Gleiches wie in Nr. 5. und 6. für die Erdorte zwischen Aequator und S. Wendekreis ein.

13. In Betreff des N. Pols der Erde.

Da derselbe als Pol an der Axendrehung der Erde selbst nicht Theil nimmt, so bleiben für ihn die Erscheinungen dieselben, wie sie in § 10 aufgeführt sind. Da er aber im strengsten Sinne des Worts ein Punkt, also ohne Ausdehnung ist, der sogenannte Standpunkt eines Beobachters dagegen eine Fläche ist, so würde es einem stillstehenden Beobachter bei unveränderter Augenrichtung scheinen, als wenn die Sonne einen Kreis am Himmel während eines Tages durchlief, beispielsweise am 21. März also den ganzen Horizont. Dasselbe gilt vom S. Pol der Erde.

14. In Betreff der Lichtgrenze.

a) Am 21. März und 23. September fällt sie mit Längengraden der Erde zusammen. Es treten deshalb in Folge der Rotation an diesem Tage alle Orte der Erde nach und nach in die Lichtseite durch die Lichtgrenze ein und scheiden eben so aus der Lichtseite aus, indem sie durch die Lichtgrenze in die Nachtseite eintreten. Der Moment, in welchem ein Ort in die Lichtgrenze von der Nachtseite her gelangt, ist der Zeitpunkt, in welchem \odot dem senkrecht stehenden Beobachter in horizontaler Linie erscheint, d. h. wo sie im Horizont sichtbar wird. Dieser Moment ist der Morgen oder Anfang des Tages. Der Augenblick dagegen, wo ein Ort der Erde durch die Lichtgrenze in die Nachtseite eintritt,

ist der Moment des Sonnenuntergangs oder des Anfangs der Nacht. Die Zeit nun, die ein Ort in der Lichtseite selbst verweilt, ist der bürgerliche Tag des Orts. Er muss am 21. März und 23. September gerade die halbe Rotationsdauer betragen, d. i. 12 Stunden. Der Weg selbst, den der Ort in der Lichtseite beschreibt, ist wegen der Kugelgestalt der Erde ein Kreis und zwar ein Parallelkreis mit dem Aequator der Erde. Er wird auf diesem Wege also der Sonne zuerst sich nähern, dann aber sich wieder von ihr entfernen. Er wird, so zu sagen, zuerst bergauf, dann bergab gehen, und somit also an eine Stelle gelangen, wo er der Sonne am nächsten ist. Diese Stelle ist für die Orte des Aequators der Bahnpunkt. Für einen andern Ort z. B. Berlin, der zwischen dem N. Wende- und N. Polarkreis liegt, kann es nicht der Bahnpunkt selbst sein, wohl aber ein Punkt in dem Längengrade, der vom Bahnpunkt J nach dem N. Pol gezogen wird, d. i. im Meridian für J. Ist Berlin durch die Rotation der Erde aus der Lichtgrenze bis zu diesem Meridian gekommen, so hat es für diesen Tag den Punkt in der Lichtseite erreicht, der in dem Parallelkreis Berlins der Sonne am nächsten liegt. Eine Linie von Berlin aus diesem Punkte zur ☉ hin wird nun weder horizontal, noch senkrecht zu Berlin stehen, jedenfalls aber am meisten für diesen Tag von der horizontalen Lage abweichen, d. h. die Sonne wird einem Beobachter alsdann am weitesten sich vom Horizont entfernt zu haben scheinen, d. i. sie wird alsdann scheinbar am höchsten am Himmel stehen.

Es ist aber der Erdort, wenn er im Meridian für J sich befindet, gerade in der Mitte seiner Tagesbahn durch die Lichtseite. Deshalb ist es eben die Mitte des Tages, in welcher für einen Erdort die ☉ die grösste tägliche Höhe scheinbar erreicht. Somit erklärt sich aus der Rotation der Erde der tägliche Aufgang der Sonne als Eintritt des Erdortes in die Lichtseite; der Untergang der ☉ als Austritt des Erdortes aus der Lichtseite; der höchste mittägliche Stand der ☉ als nächster täglicher Stand des Erdortes in der Lichtseite gegen die Sonne. Es erklärt sich zugleich,

dass alle Orte, die in einem Längenkreise liegen, zu gleicher Zeit Mittag, d. i. den Moment des höchsten täglichen Sonnenstandes haben.*)

Am 21. Juni fällt die Lichtgrenze nicht mit Längenkreisen der Erde zusammen. Es treten daher in Folge der Rotation nicht alle Orte der Erde in die Lichtseite ein und scheiden nicht alle Orte der Erde aus ihr, um in die Nachtseite zu gelangen. Im Besonderen ist es der N. Pol und die um ihn bis auf $23\frac{1}{2}^{\circ}$ Entfernung herumliegenden Gegenden, die aus der Lichtseite nicht heraustreten. Sie haben also in dieser Lage gar keine Nacht. Der S. Pol dagegen und die um

*) Bemerkung. Zu einer sehr wirksamen Verdeutlichung des scheinbaren täglichen Auf- und Absteigens der Sonne dient es, wenn man sich eine etwa 1 Zoll hohe Menschenfigur beschafft, deren Kopf mittelst eines Charniers zurückgeklappt werden kann. Diese Figur befestige man auf einer Papierscheibe, die etwa die Grösse eines 50 Pfennigstücks hat, und die auf der untern Seite gummirt ist, um auf den Erdglobus festgeklebt werden zu können. Sie sollen ein Bild des irdischen Horizonts sein. Deshalb ist sie mit 2 Durchmessern zu versehen, deren einer bei gehöriger Verlängerung den Nordpol der Erdkugel trifft, und deren anderer auf dem ersten senkrecht steht. Die Endpunkte des ersten sind N. nach dem Pole hin, und S. die des zweiten O und W, so dass die Figur in der Mitte der Papierscheibe und zur Sonne hingewandt, links O, rechts W hat. Die Scheibe behält ihre feste Lage während einer Rotation. Da die Figur auf der Scheibe senkrecht steht, so liegt sie in der Verlängerung eines Erdhalbmessers, entsprechend der Stellung eines aufrecht stehenden Menschen auf der Erde selbst. Eine Linie, etwa ein gerader Draht, so an den Kopf der Figur gelegt, dass Figur und Draht einen rechten Winkel bilden, bezeichnet die horizontale Gesichtslinie. In diese Linie wird die Sonne zu liegen kommen, wenn der Erdort in der Lichtgrenze sich befindet. So wie aber der Erdort seine Bahn in der Lichtgrenze vollzieht, so wird die Sonne über der gedachten Linie liegen. Soll sie daher in derselben erscheinen, die Linie selbst aber senkrecht auf dem Kopfe der Figur verbleiben, so muss der Kopf der Figur zurückgeschlagen werden, d. h. es muss dasselbe mit diesem Bilde geschehen, was wir in Wirklichkeit auch thun, wenn wir die Sonne, die sich über den Horizont erhoben hat, ansehen, d. h. es bewirken wollen, dass ihre Strahlen eine senkrechte Linie auf unsern Augapfel, genauer auf unsere Pupille, bilden. — Auch bei dem Mondlauf (§ 18) ist die eben beschriebene Vorrichtung mit Vortheil anzuwenden.

denselben herumliegenden, bis auf $23\frac{1}{2}^{\circ}$ entfernten Gegenden haben keinen Tag, da sie durch die Rotation gar nicht aus der Nachtseite herausgelangen. — Am 21. December wechseln die Pole die Rolle, die sie am 21. Juni spielten.

15. Wenn nun auch am 21. Juni und am 21. December die Lichtseite nicht durch 2 Längenkreise begrenzt wird, so wird sie gleichwohl, wie oben (§ 6) angegeben, durch einen Längenkreis halbirt, durch den nämlich, der durch den Pol der Erde und den Bahnpunkt J gezogen wird. Dieser halbirt auch am 21. Juni, wie am 21. März, die Tagesbahnen der Erdorte in der Lichtseite; denn dieselben werden ja in ihrer Richtung durch die Lage der Erdaxe bestimmt. Jeder Ort der Erde erreicht in dem Längenkreise vom Pol zum Bahnpunkt, d. i. im Meridian für J, seine grösste tägliche Sonnennähe, nicht aber in demjenigen senkrechten grössten Halbkreise, der beide Lichtpole vereinet. Der höchste Stand der Sonne findet also überall in der Mitte des Tages d. i. um Mittag statt. Es ist aber ersichtlich, dass a) am 21. Juni jedem Orte der N. Halbkugel der Erde Mittags die Sonne $23\frac{1}{2}^{\circ}$ höher am Himmel zu stehen scheinen wird, als am 21. März, denn der Bahnpunkt liegt im Wendekreis des Krebses, ist also vom N. Pol nicht mehr 90° , sondern $23\frac{1}{2}^{\circ}$ weniger, d. i. nur $66\frac{1}{2}^{\circ}$ entfernt. b) Am 21. December dagegen wird jedem Orte der N. Halbkugel die Sonne Mittags $23\frac{1}{2}^{\circ}$ niedriger am Himmel zu stehen scheinen, als am 23. September oder am 21. März, denn der Bahnpunkt liegt alsdann $23\frac{1}{2}^{\circ}$ S. vom Aequator der Erde, nämlich im Wendekreis des Steinbocks, also nicht wie am 21. März 90° , sondern $113\frac{1}{2}^{\circ}$ vom N. Pol der Erde entfernt. — c) Die Tagesbahnen der Erde auf der N. Halbkugel begreifen in der Zeit vom 21. März bis 23. September mehr als 180° in sich, daher ist der Tagesbogen der Sonne im Sommer mehr als 180° gross, am 21. Juni am grössten. d) In der Zeit vom 23. September bis 21. März sind die Tagesbahnen der Erdorte der N. Halbkugel kleiner als 180°

daher sind die Tagesbogen der Sonne im Winter kleiner als 180° , am 22. December am kleinsten. (Tabelle V.)

16. Rotation und Umlauf in Verbindung bewirken den Unterschied zwischen Sonnentag und Sterntag. Stände nämlich die rot. Erde in ihrem Umlauf still, so würde kein Unterschied zwischen Sonnentag und Sterntag sein. Nach Verlauf einer Rotation würde sowohl die \odot , wie die anderen Fixsterne, denselben Ort am Himmel einzunehmen scheinen. Da aber die Erde in der Zeit einer Rotation, d. i. in 24 Stunden ungefähr 1° in ihrem Umlaufe zurücklegt, so hat die Sonne scheinbar sich nach 1 Tage um 1° nach O. bewegt. Ein Stern, bei dem sie also z. B. gestern Mittag stand, steht heut Mittag 1° westlich der Sonne. Die von W. nach O. rotirende Erde wird daher den Stern früher im Meridian haben, als die Sonne und zwar um so viel Zeit, als ungefähr 1° erfordert; die Sonne dagegen wird um so viel Zeit später im Meridian stehen, d. h. die Zeit zwischen zwei Sonnenculminationen ist grösser, als die zwischen 2 Sternculminationen. (Seite 7.)

Die Ungleichheit der Sonnentage unter sich rührt von dem Umstande her, dass die Erde nicht täglich einen gleich grossen Bogen ihrer Bahn zurücklegt, sondern im Winter etwas mehr als 1° , im Sommer etwas weniger als 1° .

Die Erscheinungen am Monde.

17. In Betreff derer während eines Monats, also der sogenannten Mondphasen.

Zur Beobachtung derselben ist es nöthig, dass der Beobachter sich so stellt, dass er vor sich die Erde und in gerader Linie vor derselben den Mond hat. Es folgt daraus, dass der Stand nach und nach verändert werden muss. Steht nun 1) der Mond gerade zwischen Sonne und Erde,

so kehrt er der Erde seine dunkle, von der Sonne nicht erleuchtete Seite zu, er ist deshalb den Erdbewohnern unsichtbar, er wird die Stellung des Neumondes haben. Dabei ist zu bemerken, dass er nur den in der Lichtseite der Erde befindlichen Erdorten sichtbar werden kann, wie dies unter Umständen möglich ist, wovon weiter unten. — 2) Ist der Mond um 45° in seiner Bahn um die Erde weiter gerückt, so wird von seiner Lichtseite nur ein kleiner, rechts, d. i. nach W. liegender Streifen sichtbar sein, der grösste Theil der der Erde zugekehrten Hälfte dagegen in der Nachtseite des Mondes liegen, uns Erdbewohnern daher unsichtbar sein. Der Mond wird in dieser Lage dem Beobachter als schmale Sichel erscheinen, deren hohe Seite nach links, d. i. nach O. gekehrt ist. Er heisst zunehmender Mond. — 3) Ist der Mond um weitere 45° in seiner Bahn fortgeschritten, so hat sich die Sichel zum Halbkreis erweitert. Die der Sonne zugekehrte Seite ist rechts erleuchtet, links unsichtbar. In dieser Stellung ist der Mond im ersten Viertel. Als solcher ist er nicht bloss in Orten der Erde, in deren Lichtseite, sondern auch an Orten der Erde, die in deren Nachtseite liegen, sichtbar, d. h. das erste Viertel kann schon bei Tage und in der Nacht gesehen werden. — 4) Rückt der Mond nun um 90° weiter, so steht die Erde gerade zwischen ihm und der Sonne. Er zeigt der Erde seine von der Sonne erleuchtete Hälfte, d. i. wir sehen seine ganze Lichtseite, wir erblicken ihn als runde Scheibe. Er ist aber jetzt nur den Orten der Erde sichtbar, die in der Nachtseite derselben sich befinden, d. h. der Vollmond ist des Nachts nur am Himmel befindlich. — 5) Rückt der Mond in seiner Bahn wieder weiter, so entzieht sich wieder ein Theil seiner Lichtseite dem Blicke des Erdbewohners. Der uns sichtbare Theil seiner Oberfläche scheint abzunehmen, da wir immer mehr seiner Schattenseite gegenüberreten. Nach zurückgelegten 90° nach der Vollmondstellung erscheint er als Halbkreis in einer dem ersten Viertel entgegengesetzten Lage. Er

befindet sich dann im letzten Viertel. Hier ist er wieder sowohl an Orten der Erde, die in der Nachtseite, als auch an solchen, die in der Lichtseite der Erde liegen, zu sehen, d. h. er ist bei Nacht und bei Tage sichtbar. — Auf einer fortgesetzten Bahn wird der Mond allmählich wieder die Gestalt einer Sichel annehmen, die immer schmäler wird und deren hohle Seite nach rechts, d. i. nach W. gekehrt ist. — Nach 90° Fortschreiten ist er endlich wieder in die Stellung zwischen Erde und Sonne gelangt, wo wir ihn Neumond nennen.

18. In Betreff derer während oder innerhalb der Dauer einer Erdrotation, also der Tagebogen des Mondes.

Es wird genügen, diese Erscheinungen für einen bestimmten Tag zu erklären. Es sei der Anfangstag des Frühlings, der 21. März, wo also Tag und Nacht gleich, mithin je 12 Stunden lang sind. Da nun der Mond zu einem ganzen Umlauf um die Erde, d. i. zu 360° etwa 28 Tage gebraucht, so ändert er in einem Tage seinen Ort am Himmel wirklich und sichtlich in 13° , in 12 Stunden um $6\frac{1}{2}^\circ$, diese Zahlen jedoch nur durchschnittlich genommen. Er behält daher nicht, wie die Sonne, seinen festen Platz im Sonnensystem und Weltraum im Sinne des Kopernikus, im Gegentheil, er ändert ihn unaufhörlich. Da aber die Erdorte in Folge der Rotation ihren Ort in 12 Stunden um 180° verändern, so erscheint die Aenderung des Ortes des Mondes von $6\frac{1}{2}^\circ$ vergleichungsweise gering, so dass wir ihn für die Zeit von 12 Stunden als an derselben Stelle des Fixsternhimmels zu sehen vermeinen. Es empfiehlt sich, dass man sich den Mond bei der Erklärung seines Tagebogens, d. i. seines Aufganges, Aufsteigens, Absteigens und Untergangs ohne Fortbewegung in seiner Bahn um die Erde denke und diese Voraussetzung wird hiermit ausdrücklich gemacht.

Ist nun am 21. März

a) Neumond, so hat der Mond an diesem Tage seinen scheinbaren Ort am Himmel dicht bei der Sonne. Wie die Sonne und mit derselben wird er im O. aufgehen, im W. untergehen und culminiren im Meridian, d. i. senkrecht über dem Südpunkte des irdischen Horizontes.

b) Ist am 21. März Vollmond, so wird der Mond einem Erdorte erst sichtbar, wenn dieser aus der Lichtseite in die Nachtseite eintritt, d. h. der Vollmond geht um Sonnenuntergang auf. Der Erdort verliert den Mond, wenn der Ort in die Lichtseite eintritt, d. h. der Vollmond geht mit Sonnenaufgang unter. Für einen zum Mond gewendeten Beobachter hat sich der Erdort von rechts nach links durch die Nachtseite der Erde bewegt, daher der Vollmond seine scheinbare Bahn von links nach rechts gezogen. Dies wird der Beobachter nennen von Osten nach Westen.

Wenn man ferner erwägt, dass der Vollmond für die Nachtseite der Erde in Bezug auf Erleuchtung die Stelle der Sonne für die Lichtseite einnimmt, so wird es klar sein, dass es in der Nachtseite der Erde einen Punkt geben muss, der dem Monde am nächsten liegt. Dieser Punkt heiße der Aehnlichkeit wegen der Mondbahnpunkt Y, mit Hinblick auf den Bahnpunkt I, der oben bezeichnet wurde. Der Längenkreis durch Y wird alle Bahnen der Erdorte durch die Nachtseite der Erde halbiren. Befindet sich also ein Erdort in diesem Längenkreis, so ist die halbe Nacht vorbei, es ist Mitternacht, Eine Linie, vom Erdorte zum Monde wird für diese Nacht am meisten von der horizontalen Lage abweichen, d. i. der Vollmond wird zur Mitternacht am höchsten stehen oder culminiren. Eine Linie, die Nord- und Südpunkt des irdischen Horizontes verbindet, wird dann in dem genannten Längenkreise liegen, d. i. der Mond wird bei seiner Culmination über dem Südpunkte stehen, d. i. er culminirt im Meridian des Ortes.

18. Zur Erläuterung dieser letzten Erscheinung diene noch Folgendes: Die Namen Ostpunkt, Westpunkt, Süd-

Wittsack, Tellurium.

3

punkt, Nordpunkt bezeichnen nicht feste Punkte des irdischen Horizonts (Kap. I. 2.). In Folge der Rotation der Erde ändert sich nun die Lage des irdischen Horizonts zum Fixsternhimmel, folglich auch die Lage der 4 Hauptpunkte des Horizonts zu einem Fixstern, deshalb auch zu dem Monde, der, wie oben erwähnt, für die Zeit von 12 Stunden als fester Punkt des Himmels, d. i. als Fixstern genommen wird. Eine Linie vom Standpunkt des Beobachters, d. i. vom Mittelpunkt des irdischen Horizonts zum Monde hin, wird deshalb immer über andern Punkten des Horizonts zu liegen scheinen, zuerst in dem Ostpunkt, zuletzt im Westpunkt, in der Mitte der Nacht über dem Südpunkte. Das Letztere bedeutet nun, dass der Vollmond zur Mitternacht im Meridian eines Ortes steht, denn der Meridian enthält alle Punkte am Himmel, die senkrecht über dem Südpunkte liegen.

18. Ist am 21. März erstes Viertel, so wird der Mond in dieser Phase seinen höchsten Stand am Himmel haben, wenn der Erdort sich in der Lichtgrenze befindet, um in die Nachtseite zu treten, d. h. das erste Viertel culminirt um Sonnenuntergang. Dass die Culmination jetzt auch im Meridian des Erdortes stattfindet, geschieht wieder aus dem Grunde, dass der irdische Horizont so liegt, dass eine Linie vom Beobachter zum Monde hin gerade über dem Südpunkt des irdischen Horizonts zu liegen kommt.

Ist am 21. März letztes Viertel, so muss nach dem Vorigen der Mond um Sonnenuntergang culminiren und zwar wie immer im Meridian.

19. Aus der Erwägung, dass zur Zeit des 21. März der Mond in jeder Stufe seiner verschiedenen Phasen sich befinden kann, folgt, dass die Zeit des Auf- und Untergangs, sowie die der Culmination zu den verschiedensten Tages- und Nachtstunden stattfinden wird. — Ferner, wenn seine Fortbewegung in dem Umlauf um die Erde berücksichtigt wird,

so erhellt, dass die Zeit von einer Culmination bis zur folgenden so viel Minuten mehr als ein Sonnentag betragen muss, als 13 Grad Bewegung in der Rotation für einen Erdort erfordern. Es sind dies durchschnittlich 13×4 Minuten = 52 Minuten Zeit.

20. In Betreff der Verschiedenheit der Mondhöhen im Laufe eines Jahres.

Das Tellurium lässt erkennen, dass der Vollmond zur Frühlings- und Herbstzeit gleiche Höhen mit der Sonne zu diesen Zeiten, zur Sommerzeit gleiche Höhen mit der Winter- sonne, zur Winterzeit gleiche Höhen mit der Sommersonne hat.

21. In Betreff der Finsternisse.

a) Eine Sonnenfinsterniss

entsteht zur Zeit des Neumondes. Er muss dann in der Ebene der Erdbahn sich befinden, die drei Mittelpunkte: der Sonne, des Mondes und der Erde liegen in einer Linie. Er entzieht einem Theile der Lichtseite der Erde das Licht. Die Sonnenfinsterniss ist daher nur an gewissen Orten der Erde bemerkbar. Wegen seines Umlaufs um die Erde rückt er von rechts nach links in die Sonnenscheibe und eben so wieder heraus. Bei einer Sonnenfinsterniss kann also der dunkle, sonst unsichtbare Neumond sichtbar werden. (§ 16, Seite 30.)

b) Die Mondfinsterniss.

Sie kann nur bei Vollmond statthaben. Befindet sich zur Zeit des Vollmondes der Mittelpunkt des Mondes in einer Linie mit denen der Erde und der Sonne, so entzieht die Erde dem Monde das Licht ganz; die Mondfinsterniss ist dann total. Kleine Abweichungen von der eben erwähnten Linie bringen partielle Finsternisse zu Wege. Der Erdschatten zieht sich von links nach rechts über die Mondscheibe. — Wegen der Verschiedenheit der Erdbahn- von der Mondbahn-

Ebene kann nicht bei jedem Vollmonde eine Mondfinsterniss, nicht bei jedem Neumonde eine Sonnenfinsterniss eintreten. Genauere Betrachtungen lassen sich am Tellurium über Finsternisse nicht anstellen, weil die Grössen-Verhältnisse ausser Betracht bleiben mussten.

Anhang.

Tabelle I.

Die Grössenbestimmungen.

1. Unter einem Längengrad der Erde versteht man den kürzesten Weg auf der Oberfläche der Erde von einem Ort A bis zu einem Orte B, der genau N von A liegt, und dessen Polhöhe genau 1° mehr oder weniger beträgt, als die Polhöhe von A. Die Bestimmung der Grösse eines Längengrades ist eine der subtilsten wissenschaftlichen Aufgaben. Man hat gefunden, dass die Längengrade der Erde nicht unter einander gleich sind, woraus folgt, dass die Erde nicht genau als Kugel zu denken ist. Doch bleibt die Kugelgestalt der Erde im Ganzen bestehen. Man spricht deshalb von einem mittleren Erdgrade. Die Länge desselben ist 57040 Toisen à 6 Pariser Fuss. Diese Länge nennt man 15 geographische Meilen. Da nun der Aequator der Erde ein grösster Kreis ist, so ist:

- a) Die Länge eines Aequators = 15 Meilen.
- b) Die Länge des ganzen Aequators = 360. 15 Ml.
oder Erd-Umfang (Erd-U.) = 5400 Ml.
- c) Der Durchmesser des Aequators oder der Erde selbst
= $\frac{7}{22} \cdot 5400 = 1718\frac{4}{7}$ Ml. oder rund: Erd-D. = 1720 Ml.

- d) Der Halbmesser der Erde = $859\frac{2}{7}$ oder rund: Erd-R. = 860 MI.
- e) Die Oberfläche der Erde $859\frac{2}{7} \cdot 859\frac{2}{7} \cdot 3\frac{1}{7} 4$, d. i. Erd-F. = rund 9 Millionen und 283000 □MI.
- f) Der körperliche Inhalt der Erde = $1718\frac{4}{7} \cdot 1718\frac{4}{7} \cdot 1718\frac{4}{7} \cdot \frac{1}{6} \cdot 3\frac{1}{7}$ = Erd-J. rund 2650 Mill. Kubik-Meilen.

2. Der Monddurchmesser erscheint nicht immer von derselben Grösse. Daraus folgt, dass der Mond nicht immer gleich weit von der Erde entfernt ist. Man spricht deshalb von der mittleren Entfernung des Mondes. Zufolge astronomischer Berechnung hat sie sich ergeben = $60\frac{1}{3}$ Erd-Halbmesser, = rund 51,800 MI.

- a) Aus der Entfernung des Mondes und seinem scheinbaren Durchmesser berechnet sich der wahre Durchmesser des Mondes, Mond-D. = $\frac{3}{11} \cdot 1720$ = 469 MI.
- b) Deshalb ist die Oberfläche der Mondkugel = $\frac{3}{11} \cdot \frac{3}{11} \cdot \text{Erd-OF.}$ = rund $\frac{1}{13} \cdot \text{Erd-OF.}$
- c) Der körperliche Inhalt des Mondes $\frac{3}{11} \cdot \frac{3}{11} \cdot \frac{3}{11} \cdot \text{Erd-J.}$ = rund $\frac{1}{49} \cdot \text{Erd-J.}$

- d) Die Erde wird vom Monde aus als Scheibe erscheinen, die im Durchmesser $1\frac{1}{3}$ mal so gross ist, als die Vollmonds-Scheibe auf der Erde gesehen. Die Flächen beider Scheiben haben das Verhältniss wie 13 zu 1.

3. Auch der scheinbare Durchmesser der Sonne ist nicht immer von derselben Grösse. Am 1. Januar erscheint er am grössten, am 1. Juli am kleinsten. Daraus folgt, dass die Erde der Sonne am 1. Januar am nächsten, am 1. Juli am fernsten ist. Die Erdbahn ist also keine Kreislinie. Man spricht deshalb von einer mittleren Entfernung der Erde von der Sonne.

- b) Diese beträgt 400 Mondweiten in runder Zahl, d. i. 20 Millionen Meilen, genauer 20,666,800 Meilen.
- b) Der Umfang der Erdbahn, als Kreis genommen, beträgt deshalb $6\frac{2}{7}$ Sonnenweiten = 129 Millionen und 844,330 Meilen.

Zu diesem Wege braucht die Erde $365\frac{1}{4}$ Tag, also ist ihr täglicher Weg = 355,488 Meilen, ihr Weg in 1 Stunde = 14,812 Meilen in 1 Sekunde also $4\frac{1}{10}$ Meilen. Das sind mittlere Bestimmungen. Am 1. Januar ist die Geschwindigkeit der Erde am grössten, am 1. Juli am kleinsten.

c) Aus der Entfernung der Sonne von der Erde und ihrem scheinbaren Durchmesser berechnet sich der wirkliche Durchmesser der Sonne:

☉D. = 112 . Erd-D., also ist der Halbmesser der Sonne

☉R. = 112 . Erd-R., = 96,497 Ml., d. i. fast das Doppelte der Entfernung des Mondes von der Erde, so dass der Mond bei fast verdoppeltem Abstände von der Erde in der Sonnenkugel die Erde umkreisen könnte.

d) Die Oberfläche der Sonne ist das 112 . 112fach der Erdoberfläche: ☉OF. = 12544 Erd-OF.

e) Der körperliche Inhalt der Sonne ist 112 . 112 . 112, d. i. 1 Million und 404,928 Mal so gross, als Erd-J.

f) Die Erde würde von der Sonne aus als Sternpünktlein erscheinen, dessen Durchmesser den 112. Theil des auf der Erde erscheinenden Sonnendurchmessers beträgt.

Tabelle II.

Die Gesichtswreiten.

Ist der Blick durch keinen Gegenstand beschränkt, so übersieht ein Auge in der Höhe von 5 Fuss über der Erdoberfläche, von der Oberfläche der Erde ein kreisförmiges Stück, das $\frac{7}{10}$ Meilen im Halbmesser hat, dessen Flächeninhalt daher $= \frac{7}{10} \cdot \frac{7}{10} \cdot 3\frac{1}{7} = 1,54$, also etwas mehr $1\frac{1}{2}$ □ Meilen beträgt, bei:

50 Fs. Höhe ist Halbmess.	= 2	Ml. u. Fläche =	$12\frac{4}{7}$ □ Ml.
100 „ (Schloss in Berlin)	2,75	„ „ „	23,7 „ „
500 „	6,16	„ „ „	119,2 „ „
1,000 „	8,66	„ „ „	235,6 „ „
2,000 „	12,3	„ „ „	475,3 „ „
3,000 „	15	„ „ „	706,8 „ „
4,000 „	17,36	„ „ „	946,7 „ „
5,000 „ (Schneekoppe)	19,4	„ „ „	1,182,3 „ „
6,000 „	21,25	„ „ „	1,481 „ „
10,000 „	27,45	„ „ „	2,365 „ „
12,000 „	30,63	„ „ „	2,947 „ „
14,000 „ (Mont-Blanc)	32,5	„ „ „	3,319 „ „
20,000 „ (Chimborazo)	38,8	„ „ „	4,730 „ „
24,000 „ (Dholagir)	41,56	„ „ „	5,426 „ „
10 Ml.	131,5	„ „ „	54,326 „ „
30 „	129,1	„ „ „	164,892 „ „

Die Gesichtswreite bei einem Standpunkte von 3000 F. Höhe ist gleich der Höhe eines Erdgrades.

Bei 5,000 Fuss ist sie	=	1° 16 Minuten,
„ 10,000 „ „	=	1° 48 „
„ 1 Ml. „ „	=	2° 45 „
„ 10 „ „	=	8° 42 „
„ 50,000 „ „	=	89° 1 „
„ 21 Mil. „ „	=	80° 59' 51''

d. h. ein Auge auf dem Monde würde nicht die ganze Erdhälfte überschauen, es würde eine Zone von ziemlich 1° in der Breite daran fehlen. Bei einem Standpunkte auf der Sonne ist es auch nicht die ganze Erdhälfte, die man übersehen würde, doch fehlte hier nur eine Zone von 9 Sekunden in der Breite.

Tabelle III.

Um die Mittagshöhe der Sonne zu haben, muss man zur Frühlings- oder Herbstes-Mittags-Sonnen-Höhe, d. i. zum Pol-Abstand eines gegebenen Ortes.

Am		zu- zählen Grad.		Am		Am	ab- ziehen Grad.	Am	
21.	März	0.	Septbr.	23.	März	21.	0.	23.	Septbr.
23.		1.		20.		18.	1.	26.	
26.		2.		18.		16.	2.	28.	
28.		3.		15.		13.	3.	1.	Octbr.
31.		4.		13.		10.	4.	3.	
2.	April	5.		10.		8.	5.	6.	
5.		6.		7.		5.	6.	9.	
8.		7.		5.		3.	7.	11.	
10.		8.		2.	Februar	28.	8.	14.	
13.		9.	August	30.		25.	9.	16.	
16.		10.		27.		23.	10.	19.	
19.		11.		25.		20.	11.	22.	
22.		12.		22.		17.	12.	25.	
25.		13.		19.		14.	13.	28.	
28.		14.		16.		11.	14.	31.	
1.	Mai	15.		12.		8.	15.	3.	Novbr.
4.		16.		9.		5.	16.	6.	
8.		17.		5.		2.	17.	10.	
11.		18.		2.	Januar	29.	18.	13.	
15.		19.	Juli	29.		25.	19.	17.	
20.		20.		24.		21.	20.	22.	
26.		21.		19.		16.	21.	27.	
1.	Juni	22.		12.		10.	22.	2.	Decbr.
10.		23.		4.		1.	23.	11.	
21.		23 ^{1/2} .	Juni	21.	Decbr.	22.	23 ^{1/2} .	22.	

Tabelle IV.

Berechnung der Schattenlinien.

Die Schattenlinie eines Stabes von 10 Maass Länge, der senkrecht auf einer horizontalen Fläche steht, beträgt in Berlin am kürzesten Tage, 22. December, Mittags, wo die Sonnenhöhe 14° ist, 40 Maass, ist also das vierfache der Länge des Stabes. Ist der Schatten eines senkrechten Gegenstandes daher am 22. December Mittags 800' so ist der Gegenstand selbst, z. B. der Thurm = 200'. Am 21. Juni beträgt die Schattenlinie Mittags, wo die Sonnenhöhe 61° ist von jenem Stabe nur $5\frac{1}{2}$ Maass, d. i. nur wenig mehr als die Hälfte des Stabes, genauer $\frac{11}{20}$ oder $\frac{55}{100}$ der Länge des Stabes. Ist daher am 21. Juni Mittags die Länge des Schattens eines senkrechten Gegenstandes 60 Fuss, so ist der Gegenstand selbst = $60 \cdot \frac{20}{11} = 109\frac{1}{11}$ Fuss. Am 21. März und 23. September ist die Länge des Schattens obigen Stabes zur Mittagszeit, wo die Sonnenhöhe = $37\frac{1}{2}^{\circ}$ ist, 13 Maass, d. i. $1\frac{3}{10}$ mal so lang, als der Stab selbst. Ist daher die Schattenlänge eines senkrechten Gegenstandes am 21. März Mittags in Berlin 50', so ist der Gegenstand $\frac{10}{13} \cdot 50' = 38\frac{6}{13}$ Fuss hoch.

Hat der Stab hundert beliebige, kleine Maass in der Länge, so ist die Schattenlinie bei einer Sonnenhöhe von $90^{\circ} = 0$ Maass:

Bei $85^{\circ} =$	8 Maas.	Bei $40^{\circ} =$	119 Maas.
„ $80^{\circ} =$	17 „	„ $35^{\circ} =$	142 „
„ $75^{\circ} =$	26 „	„ $30^{\circ} =$	173 „
„ $70^{\circ} =$	36 „	„ $25^{\circ} =$	214 „
„ $65^{\circ} =$	46 „	„ $20^{\circ} =$	275 „
„ $60^{\circ} =$	57 „	„ $15^{\circ} =$	373 „
„ $55^{\circ} =$	70 „	„ $10^{\circ} =$	567 „
„ $50^{\circ} =$	83 „	„ $5^{\circ} =$	1143 „
„ $45^{\circ} =$	100 „	„ $1^{\circ} =$	5729 „

Tabelle V.

Berechnung der Tagebogen der Sonne.

Polhöhe		21. Juni, Tagebogen = 15° mal:	22. Dec. d. Sonne	Polhöhe		21. Juni, Tagebogen = 15° mal:	22. Dec. d. Sonne
Grad.	Min.			Grad.	Min.		
0.	0.	12.	12.	60.	0.	18 1/2.	5 1/2
8.	34.	12 1/2.	11 1/2.	61.	19.	19.	5.
16.	44.	13.	11.	62.	26.	19 1/2.	4 1/2.
24.	12.	13 1/2.	10 1/2.	63.	23.	20.	4.
30.	49.	14.	10.	64.	11.	20 1/2.	3 1/2.
36.	32.	14 1/2.	9 1/2.	64.	50.	21.	3.
41.	24.	15.	9.	65.	23.	21 1/2.	2 1/2.
45.	33.	15 1/2.	8 1/2.	65.	57.	22.	2.
49.	3.	16.	8.	66.	8.	22 1/2.	1 1/2.
52.	0.	16 1/2.	7 1/2.	66.	22.	23.	1.
54.	31.	17.	7.	66.	30.	23 1/2.	1/2.
56.	39.	17 1/2.	6 1/2.	66.	32.	24.	0.
58.	28.	18.	6.			z. B.	

z. B. Petersburg unter 60° hat am 21. Juni 18 1/2° = 277 1/2°, d. i. mehr als 3/4 des ganzen Kreises: am 22. December 5 1/2 . 15° = 82 1/2°, d. i. noch nicht 1/4 eines Kreises. Am 21. und 23. September aber 180°. Die Grade am längsten und kürzesten Tage sind kleiner als die Grade am 21. März und 23. September; 1° der letzteren verhält sich zur ersteren wie 10 : 9. Die Zahlen, mit denen 15° multiplicirt werden, geben zugleich die Zahl der Stunden an, die in der daneben stehenden Breite der längste oder kürzeste Tag lang ist, denn 15° kommen auf eine Stunde. So dauert in Petersburg der längste Tag 18 1/2 Stunde (ohne die Dämmerung) und der kürzeste 5 1/2 Stunde. Die Sonne geht also dort am 21. Juni um 2 3/4 Uhr auf und um 9 1/4 Uhr unter, dagegen am 22. December um 9 1/4 Uhr auf und um 2 3/4 Uhr unter.

Tabelle VI.

Orts-Tafel.

N. B.		O. Länge v. Ferro	N. Br.		O. Länge v. Ferro			
Gr.	Min.		Grd.	Min.				
0.	0.	130.	—.	48.	46.	Stuttgart	26.	50.
11.	41.	68.	52.	48.	50.	Paris	20.	0.
14.	43.	1.	53.	50.	6.	Frankfurt a/M.	26.	1.
18.	56.	90.	34.	50.	9.	Prag	32.	5.
23.	8.	130.	56.	50.	50.	Brüssel	22.	1.
31.	47.	53.	—.	51.	—.	Weimar	29.	0.
32.	4.	136.	27.	51.	2.	Dresden	31.	22.
33.	47.	20.	43.	51.	19.	Cassel	27.	15.
36.	54.	134.	8.	51.	28.	Greenwich	17.	39.
36.	6.	12.	19.	51.	30.	London	17.	34.
36.	4.	41.	23.	52.	7.	Magdeburg	29.	18.
38.	6.	31.	2.	52.	14.	Warschau	38.	42.
38.	42.	8.	22.	52.	20.	Frankfurt a/O.	32.	13.
39.	57.	*57.	30.	52.	22.	Amsterdam	22.	32.
40.	24.	14.	—.	52.	22.	Hannover	27.	24.
40.	42.	*56.	20.	52.	31.	Berlin	81.	3.
44.	51.	31.	55.	53.	23.	Dublin	11.	21.
41.	—.	46.	38.	53.	33.	Hamburg	27.	38.
41.	54.	30.	6.	54.	42.	Königsberg	38.	9.
43.	46.	28.	55.	55.	40.	Kopenhagen	30.	14.
44.	24.	26.	34.	55.	45.	Moskau	55.	12.
44.	50.	17.	—.	55.	56.	Edinburg	14.	27.
45.	4.	25.	20.	59.	20.	Stockholm	35.	43.
45.	25.	30.	—.	59.	56.	Petersburg	47.	57.
46.	12.	23.	49.	60.	27.	Abo	39.	56.
46.	20.	65.	43.					
46.	28.	48.	23.					
47.	33.	25.	15.					
48.	8.	29.	14.					
48.	12.	34.	2.					

*) = W. L.
von Ferro.

Inhalt.

I. Abschnitt.

	Seite
Die Himmelserscheinungen:	
A. Die Sonne	5
B. Der Mond	9

II. Abschnitt.

Das System des Kopernikus	11
-------------------------------------	----

III. Abschnitt.

Von der Einrichtung des Telluriums	14
--	----

IV. Abschnitt.

Erklärungen der Erscheinungen am Tellurium	19
Folgen des Umlaufs der Erde um die Sonne	23
Folgen der Rotation der Erdkugel	25
Die Erscheinungen am Monde	30

Anhang.

I. Grössenbestimmungen	36
II. Gesichtswelten	39
III. Tabelle zur Berechnung der Mittagshöhen	40
IV. Tabelle zur Berechnung der Schattenlinien	41
V. Tabelle der Tagebogen der Sonne	42
VI. Ortstafel	43

et



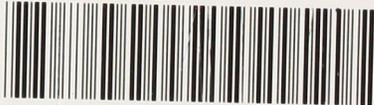


AB 25 422

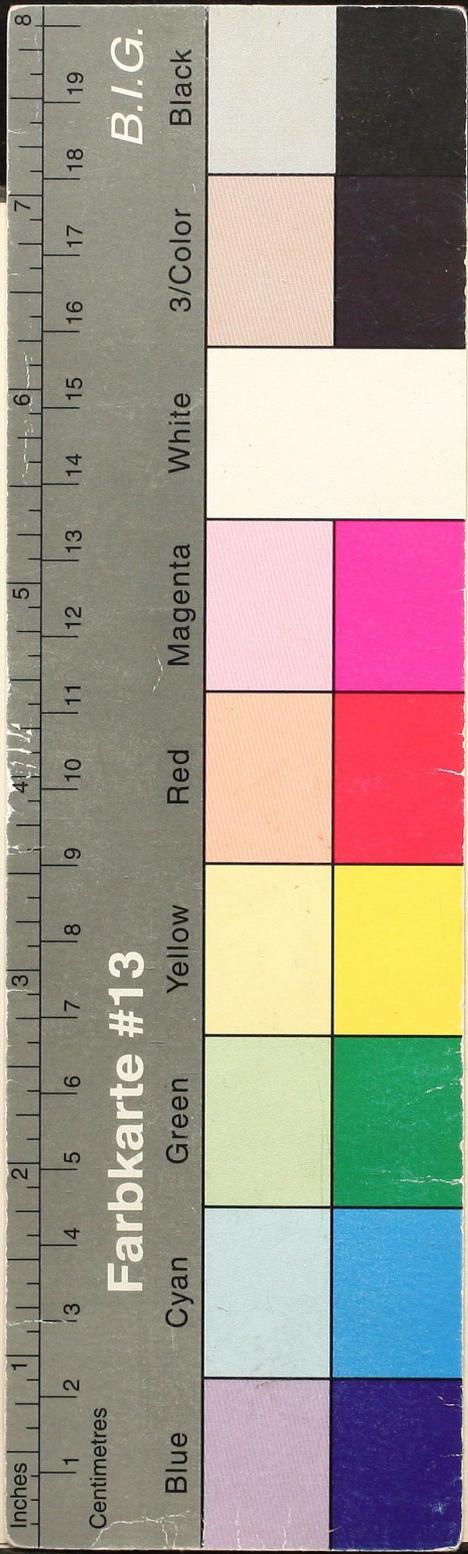
ULB Halle

3

002 721 945







Das
Tellurium mit Lunarium
und
seine Anwendung.

Zum Gebrauch der von

Ernst Schotte

construirten und gefertigten Instrumente.

Ein Leitfaden für Lehrer und Schüler

von *Katal. der Lehrerbibl.*

F. Wittsack

Lehrer in Berlin.

H 4. E 60

3. Auflage.



Verlag von Ernst Schotte & Co.
Geographisch-Artistische Anstalt. Königl. Hofbuchhandlung.

Berlin W.

Potsdamerstrasse 41a.