Lehrbuch

der

mathematischen Geographie

von

Friedrich Kries,

Professor am Gymnasium zu Gotha, mehrerer gelehrten Gesellschaften Mitgliede.

Zweite, sorgfältig durchgesehene und verbesserte Auflage.

Mit sieben Kupfertafeln.

Leipzig,

bei Georg Joachim Göschen 1827.

Herrn

Hofrath und Ober-Bibliothekar

Jakobs

in Gotha

aus inniger Liebe und Hochachtung

gewidmet.

Als ich Ihnen, mein theurer Freund, dieses Buch vor dreizehn Jahren zum erstenmal zueignete, schwebten mir die frohen Tage, die ich vormals mit Ihnen und durch Sie verlebt hatte, vor Augen. Damals lag jene Zeit noch nicht so fern, daß sie sich, bei dem Rückblick auf die Vergangenheit, nicht leicht vergegenwärtigt hätte. Viele von den Personen, an welche sie uns erinnerte, zum Theil dem engern Kreise unsers freundschaftlichen Bündnisses angehörig, waren noch in unserer Mitte. Wie vieles hat sich seitdem geändert! Wie manche jener Theuern sind nicht mehr da! Jetzt wird es passender, den Blick dahin zu wenden, wohin jene vorausgegangen sind. Ich habe hierbei nur den Wunsch, daß ich so glücklich seyn möchte, den Freund, der mir bei meinem ersten Eintritt in diese Stadt, die mir schon lange als eine zweite Vaterstadt theuer geworden ist, so wohlwollend entgegen kam, und seine Liebe und Freundschaft bis diesen Augenblick unverändert bewahrt hat, auch auf dem letzten Theile meiner Laufbahn als einen treuen Führer und theilnehmenden Begleiter an meiner Seite zu behalten.

Gotha im März 1827.

Fr. Kries.

Vorrede

zur zweiten Auflage.

Das gegenwärtige Lehrbuch hat bei seinem ersten Erscheinen, im Jahr 1814, sich keiner ungünstigen Aufnahme zu erfreuen gehabt. Man hat sowohl den Plan, als die Ausführung desselben gebilligt. Gleichwohl hat es keinen schnellen Absatz gefunden. Hiervon hat vielleicht ein Hauptgrund in einer Eigenschaft desselben gelegen, die der Verfasser ihm gern als einen Vorzug anrechnen möchte, nämlich, in der genauern mathematischen Behandlungsart der Gegenstände. Dadurch war es für diejenigen, deren mathematische Vorkenntnisse nicht über den pythagoräischen Lehrsatz hinausgehen, zu schwer. Denn wenn gleich der Verfasser sich des Gebrauchs der höhern Mathematik oder der Analysis des Unendlichen enthalten, und sich bemüht hat, die mathematischen Erörterungen deutlich aus einander zu setzen, so hat er doch einige Kenntniß der Trigonometrie und einige Uebung in trigonometrischen Rechnungen, und selbst einige Bekanntschaft mit den Kegelschnitten voraussetzen müssen.

Es scheint aber, daß das Studium der Mathematik in der neuesten Zeit, vornehmlich durch die verbesserte Einrichtung der Schulen, unter uns mehr verbreitet und gehoben worden ist, und daß daher die Kenntnisse, welche zum Studium der mathematischen Geographie erforderlich sind, jetzt nicht mehr so selten angetroffen werden, als ehedem. Ist dieses, so darf es uns nicht gereuen, bei einem Lehrbuche eines mathematischen Gegenstandes mehr dahin gearbeitet zu haben, durch höhere Anforderungen ein gründlicheres Studium zu befördern, als durch Beschränkung auf die untersten

Elementar-Kenntnisse der Bequemlichkeit und Seichtigkeit einen Vorschub zu thun.

Der Verfasser ist daher auch bei dieser neuen Auflage seinem frühern Plane treu geblieben. Weder in der Anordnung, noch in der Behandlung der Materien ist eine wesentliche Veränderung gemacht worden. Dagegen hat er sich bemüht, die ihm bekannt gewordenen Mängel im Einzelnen zu verbessern und das Fehlende zu ergänzen. In dieser Absicht hat er die Bemerkungen anderer gewissenhaft benutzt, und namentlich die Erinnerungen des Rezensenten in den Götting. gel. Anz. (1814. 95. St.) beachtet, dem er sich besonders dafür verpflichtet fühlt. Der achte und zehnte Abschnitt haben die meisten Zusätze erhalten. Der letztere enthielt in der vorigen Auflage nur eine Anleitung zur Auflösung mathematisch-geographischer Aufgaben vermittelst des Globus; dießmal ist bei mehrern Aufgaben auch die mathematische Auflösung durch Rechnung hinzugekommen; doch gestatteten die Grenzen dieses Lehrbuches hierin keine große Ausführlichkeit. Daher ist bei der Aufgabe über die Dauer der Dämmerung — die durch Hülfe des Globus leicht aufgelöst werden kann und deßhalb hier einen Platz gefunden hat, ob sie gleich mehr in die physische, als in die mathematische Geographie gehört — die Frage von der Zeit der kürzesten Dämmerung nicht berührt worden. Eben so hat die Aufgabe den Flächeninhalt eines Landes zu finden, hier nur kurz und im Allgemeinen aufgelöst werden können.

Auch in den Kupfertafeln sind einige Veränderungen gemacht, und einige neue Figuren eingeschaltet worden.

Mit Recht kann daher diese neue Auflage eine verbesserte genannt werden.

Gotha im März 1827.

Fr. Kries.

Inhalts-Anzeige.

Einleitung.

1. Die Betrachtung des Erdkörpers hat für den Menschen, der im Stande ist, sich mit seinem Geiste über seine nächsten Umgebungen zu erheben, etwas sehr anziehendes und belehrendes. Denn die Erde bietet uns, im Ganzen wie im Einzelnen, einen unerschöpflichen Stoff der Untersuchung dar, und da sie der Schauplatz ist, auf welchen die Natur uns gestellt hat, so muß die Kenntniß desselben ein desto größeres Interesse für uns haben. Auch die Theilnahme an dem Schicksale des übrigen Menschengeschlechts fordert uns auf, uns mit seinen Wohnungen, seiner Lage und seinen Verhältnissen bekannt zu machen — wodurch zugleich der Weg zu einer nähern Verbindung mit demselben geöffnet wird. Und wir erheben uns über die übrigen Geschöpfe des Erdbodens und machen uns gleichsam zu Herren desselben, indem wir seine Beschaffenheit und Größe mit unsern Gedanken umfassen.

2. Bei einem so vielseitigen Gegenstande der Betrachtung aber lassen sich verschiedene Gesichtspunkte auffassen, und der allzu mannigfaltige und ungleichartige Stoff kann in mehrere Theile von weniger verschiedenem Inhalt getheilt werden. Man kann entweder auf dasjenige sehen, was unsere Erde als Weltkörper betrachtet auszeichnet; oder die eigenthümliche Beschaffenheit ihrer Oberfläche und ihrer Erzeugnisse untersuchen; oder die zufällige Eintheilung der Länder und die Verhältnisse ihrer Bewohner betrachten. Diese verschiedenen Theile machen den Gegenstand der mathematischen, der physischen und der politischen Geographie oder Erdbeschreibung aus.

Die mathematische und physische Geographie werden auch unter dem gemeinschaftlichen Namen der allgemeinen Geographie begriffen.

3. Wenn man die Erde als Weltkörper betrachten will, so hat man nur auf diejenigen Erscheinungen bei ihr zu sehen, die unabhängig von ihrer physischen Beschaffenheit sind und bei jedem andern Weltkörper an ihrer Stelle auf ähnliche Art statt haben würden. Von dieser Art ist die Gestalt und Größe derselben, und was darauf Bezug hat; ihre Lage gegen die übrigen Weltkörper und vornämlich gegen die Sonne; die Art und die Geschwin-

digkeit ihrer **Bewegung**, und die Erscheinungen, die hieraus auf ihrer Oberfläche entspringen. Solche Gegenstände aber gehören ganz eigentlich in das Gebiet der Mathematik, und daher hat man denjenigen Theil der Geographie, welcher sich mit Betrachtung derselben beschäftigt, die **mathematische Geographie** genannt.

4. Lehrt die mathematische Geographie uns die Gestalt der Erde kennen, so können wir von ihr auch füglich eine Anweisung erwarten, diese Gestalt, entweder im Ganzen oder nach einzelnen Theilen ihres Umrisses, verkleinert darzustellen. Daher handelt sie auch **von der Verfertigung und dem Gebrauch künstlicher Erdkugeln** und **Landkarten**, und liefert dadurch ein überaus wichtiges Hülfsmittel zum geographischen Studium überhaupt.

5. Aber auch außer diesem ist der Einfluß der mathematischen Geographie auf die beiden andern Theile dieser Wissenschaft, die physische und politische Geographie, unverkennbar, und daher einige Kenntniß von jener bei dem Studium der letztern unentbehrlich. Denn die Beschaffenheit und die Erzeugnisse des Bodens hängen zum Theil von der Lage desselben gegen die Sonne und der täglichen Erleuchtung und Erwärmung durch dieselbe ab, worüber uns eben die mathematische Geographie unter-

richtet. Und die Bestimmung der Lage sowohl einzelner Orte, als ganzer Länder erfordert Kenntniß der mathematischen Eintheilung der Erdkugel.

6. Auf der andern Seite steht die mathematische Geographie in genauer Verbindung mit der Astronomie, oder vielmehr, sie macht einen Theil derselben aus. Denn die Erde gehört als Weltkörper zu den Planeten, die einer der vornehmsten Gegenstände der Astronomie sind. Es bedarf daher zum Verständniß der mathematischen Geographie der Kenntniß mancher astronomischen Gegenstände, und viele mathematisch-geographische Operationen sind entweder ganz das Geschäft des Astronomen, oder erfordern die Hülfe desselben. Man ist daher genöthigt, beim Vortrage der mathematischen Geographie in das Gebiet der Astronomie überzugehen, und es möchte schwer seyn eine scharfe Grenzlinie zwischen beiden Wissenschaften zu ziehen. So bestätigt sich auch hier der Satz, daß keine Wissenschaft isolirt da steht, sondern daß alle in einander greifen, und durch ein gemeinschaftliches Band zusammengehalten werden.

7. Einen kurzen Abriß der mathematischen Geographie findet man gewöhnlich bei den Lehrbüchern der politischen. Oft ist sie in Verbindung mit der physischen, seltner allein abgehandelt worden. Zu den vorzüglichern Werken darüber gehören folgende:

Bernh. Varenii geographia generalis — aucta et illustrata ab Is. Newton. Cantabrig. — ein gewöhnlicher Nachdruck: Jenae 1693. 8. min.

Riccioli Geographia reformata. Venet. 1672.

Lulofs Einleitung zur mathemat. und physikal. Kenntniß der Erdkugel — Aus dem Holländ. übers. von Kästner. Göttingen und Leipzig 1755. 4.

Funks Anfangsgründe der mathemat. Geographie. Leipzig 1771. 8.

Mallet allg. oder mathemat. Beschr. der Erdkugel. Aus dem Schwedischen übers. von Röhl. Greifsw. 1774. 8.

Bode's Anleitung zur allg. Kenntniß der Erdkugel. Berlin 1803. 8.

Ausführliche mathematische Geographie — ein Lesebuch für die Jugend von Walch. 3te Aufl. Göttingen 1807. 8.

Weitere Ausführung der mathemat. Geogr. von Kästner. Gött. 1795. 8.

Anleitung zur mathematischen, physischen und Staatsgeographie, von G. W. Bartholdy, 1ster Theil, (welcher die mathemat. und phys. Geographie enthält.) Berlin 1801. 4.

Introduction à la Géographie mathématique et critique, et à la Géogr. physique par S. F. Lacroix Paris. 1811. 8.

J. G. Schmidt's Lehrb. der mathemat. Geographie, besonders für den öffentlichen Unterricht auf Gelehrten- und Bürgerschulen. Leipz. 1810. 8.

C. F. Hochstetter's allg. mathemat. u. physikal. Erdbeschr. 2 Thle. Stuttg. 1819 u. 1820. 8.

A. Tellkampf's Darstellung der mathemat. Geogr. mit besonderer Rücksicht auf geograph. Ortsbestimmung. Hannov. 1824. 4.

Erster Abschnitt.

Von der Gestalt des Erdkörpers im Allgemeinen.

8. Es könnte auf den ersten Anblick befremdend scheinen, daß es so lange gedauert hat, ehe die Menschen die Gestalt des Erdkörpers, den sie bewohnen, auch nur ungefähr kennen lernten, und daß noch jetzt die meisten eine unrichtige Vorstellung davon haben. Aber die Ursache davon ist, daß die Mittel, wodurch wir sonst die Gestalt der Körper erkennen, hier entweder gar nicht anwendbar, oder unzulänglich sind, nämlich: Untersuchung durch das Gefühl oder Betasten, und Ueberblick des ganzen Körpers, oder Anschauung seines Umrisses von allen Seiten. Das erstere Mittel können wir nicht gebrauchen, weil der Körper zu groß ist, und das letztere wird unvollkommen, weil wir ihm zu nahe stehen.

Es ist zu bemerken, daß wir überhaupt die Gestalt eines Körpers nicht unmittelbar durchs Gesicht wahrnehmen können, sondern durch dasselbe nur die Data erhalten, woraus wir auf die Gestalt des Körpers schließen. Mannigfache Erfahrungen lehren uns freilich diesen Schluß in vielen Fällen sehr schnell zu machen, besonders dient die Mischung von Licht und Schatten unser Urtheil zu bestimmen. Von dem Erdkörper übersehen wir auf einmal einen zu kleinen Theil, als daß wir daraus seine ganze Gestalt sogleich erkennen sollten. Denn selbst von einem Berge von 10000 Fuß Höhe, dergleichen schon sehr selten von Menschen bestiegen werden, kann man nur ein Stück übersehen, dessen Durchmesser im Bogen noch nicht ganz $3\frac{2}{3}$ Grad beträgt. Man müßte sich schon in einer Entfernung von 356 geographischen Meilen von der Oberfläche befinden, um ein Stück derselben zu übersehen, dessen Durchmesser im Bogen sich auf 90° erstreckt; und in einer Entfernung von 4090 Meilen, um ein Stück von 160° im Durchmesser überblicken zu können Indessen würde uns der Körper, auch aus diesen Entfernungen gesehen, immer nur flach erscheinen, und es würde mancher Vergleichung bedürfen, um schließen zu können, daß er wirklich kugelförmig sei.

9. Wann und unter welchem Volke man zuerst gelehrt habe, daß die Erde kugelförmig sei, läßt sich aus Mangel an Nachrichten nicht entscheiden. Die meisten der ältern griechischen Dichter und Philosophen blieben bei dem Scheine stehen, daß die Erde flach sei. Erst in den sokratischen Schulen wurde die Vorstellung von ihrer Kugelgestalt herrschend, und man fing selbst an die Größe der Erdkugel auszuforschen. Indessen waren die Gründe, womit man diese Meinung unterstützte, nicht sehr einleuchtend, und daher geschah es, daß auch späterhin viele zu der frühern Vorstellung zurückkehrten.

Vergl. Voß über die Gestalt der Erde nach den Begriffen der Alten — im N. D. Museum 1790. 8. St.

Schaubachs Geschichte der griech. Astronomie bis auf Eratosthenes. Gött. 1802. 8.

F. A. Ukert's Geograph. der Griechen u. Römer von den frühesten Zeiten bis auf Ptolemäus. 1. Th. Weimar 1816. 8.

10. Gleichwohl giebt es einige sehr gemeine Erscheinungen, aus welchen sich auf die Kugelgestalt der Erde schließen läßt. Dahin gehört zuerst die kreisförmige und scharf abgeschnittene Gestalt des Horizonts, die wir überall wahrnehmen, wo die Aussicht frei und offen ist. Denn von einem jeden freien Standpunkt übersehen wir einen gewissen Abschnitt der Erde; und nur die Kugel hat die Eigenschaft, daß jeder Abschnitt derselben durch einen Kreis begrenzt wird. Freilich ist das Stück, welches wir jedesmal übersehen, wie schon vorhin bemerkt worden ist, nur klein; daher führt der Anblick uns nicht so leicht auf die Gestalt des ganzen Körpers; allein wenn wir diese Erscheinung genauer untersuchen und erwägen, daß sie an allen Orten der Erde auf ähnliche Art statt findet, so setzt sie nothwendig einen Körper voraus, in welchem auch die kleinen Durchschnitte, die man sich nahe an der Oberfläche mit einer Ebene gemacht vorstellt, lauter Kreise sind — und dieß ist kein anderer als die Kugel.

11. Ferner, wenn wir an einem Orte in die Höhe steigen, so erweitert sich der Horizont nach allen Seiten, je höher wir steigen, und bleibt dabei immer kreisförmig. Dieß kann gleichfalls nur auf einer Kugel statt finden. Denn je weiter wir uns von einer Kugel entfernen, ein desto größeres Stück derselben können wir übersehen; und dieses Stück ist wieder ein Abschnitt der Kugel, folglich durch einen Kreis begrenzt. Wäre die Erde flach, so würde man durch eine größere Erhöhung über die Oberfläche nicht eine weitere Aussicht gewinnen, oder die Aussicht würde nur auf der Seite wachsen, wo sie vorher durch erhabene Gegenstände oder eine zufällige Ungleichheit des Bodens beschränkt war, und man würde an jeden Ort, durch die Erhöhung des Standpunktes, eine andere Art von Erscheinung in Absicht auf die Größe und Gestalt des Horizontes bekommen.

12. Eine andere Erscheinung, die von der Kugelgestalt der Erde zeugt, ist die verhältnißmäßig geringe Entfernung, in welcher große Gegenstände auf der Erde unserm Auge verschwinden. Auf einer ebenen Fläche würden uns die Gegenstände nur dann unkenntlich werden, wenn sie uns unter einem allzukleinen Winkel erschienen, oder wenn die zwischen ihnen und unserm Auge liegende Luftmasse von den Lichtstrahlen nicht mehr

durchdrungen werden könnte. Rechnet man, daß Gegenstände bei einem Sehwinkel, der kleiner als eine Minute ist, unkenntlich werden, so müßte z. B. ein Berg von 6000 Fuß Höhe auf einer Ebene 860 Meilen weit zu sehen seyn. Denn man setze, es sei AB (1. Fig.) die Länge der Ebene, BC die Höhe des Berges, und der Winkel bei A der Sehwinkel $= 1'$, so ist:

$$AB : BC = 1 : \tan A$$

folglich

$$AB = \frac{BC}{\operatorname{tg} A} = \frac{6000}{\operatorname{tg} 1'} = 20626000 \text{ Fuß},$$

dieß giebt, die Meile zu 24000 Fuß gerechnet, beinahe 860 Meilen. Wir wissen aber, daß auch der höchste Berg auf der Erde lange nicht so weit gesehen werden kann. Es tritt also etwas zwischen das Auge und den Gegenstand, wodurch dieser verdeckt und unsern Blicken entzogen wird, und die Art, wie dieses geschieht, ist ein offenbarer Beweis von der Kugelgestalt der Erde.

13. Denn er verschwindet nicht dadurch, daß er nach und nach immer undeutlicher würde — wie es geschehen müßte, wenn die Undurchsichtigkeit der Luft die Ursache des Verschwindens wäre — sondern weil er von dem Erdkörper selbst verdeckt wird. Diese Verdeckung fängt unten an und steigt immer höher, je mehr die Entfernung zunimmt. Dabei bleibt

der unverdeckte Theil noch vollkommen sichtbar. Umgekehrt, kommen die Gegenstände mit ihrem obersten Theile zuerst zum Vorschein, wenn man sich ihnen nähert, und der unterste, wenn gleich größte und dickste, Theil erscheint zuletzt. So muß es sich aber auf einer Kugel verhalten. Denn man denke sich, es sei in a (2. Fig.) ein erhabener Gegenstand, a d, und es gehe jemand von a nach b, so ist in b der untere Theil von a d nicht mehr zu sehen, weil die gerade Linie von a nach b durch die Kugel geht, und wir nur nach geraden Linien sehen können. Die Kugel selbst verdeckt also den untern Theil von a d. Dagegen ist der über b e liegende Theil von a d in b noch zu sehen; und erst, wenn man sich noch weiter nach c hin entfernt, verschwindet auch dieser. Kommt man aber in umgekehrter Richtung von c nach a, so muß zuerst die Spitze und nach und nach ein immer größrer Theil von a d zum Vorschein kommen. Da es sich nun mit dem Verschwinden und Wiedererscheinen der Gegenstände überall auf der Erde auf diese Weise verhält, vorausgesetzt, daß keine Gebirge oder andere Hindernisse die Aussicht hemmen, so folgt, daß die Erde kugelförmig sei.

14. Auch der Himmel bietet uns verschiedene Beweise von der Kugelgestalt der Erde dar. Wäre sie eine Ebene, so würde man an allen Orten nicht

nur einerlei Gestirne, sondern diese auch zu gleicher Zeit auf- und untergehen sehen. Die Erfahrung aber lehrt, daß, wenn wir in der Richtung von Norden nach Süden fortgehen, das Schauspiel des Himmels sich beständig ändert: gegen Süden kommen Gestirne zum Vorschein, die man vorher nicht sehen konnte, und im Norden verschwinden andere, die vorher sichtbar waren. Ferner sind die Bogen, welche die Gestirne über dem Horizont beschreiben, theils in Ansehung ihrer Größe, theils in Ansehung ihrer Neigung gegen den Horizont, an Orten, die in verschiedener Entfernung vom Aequator liegen, verschieden. Endlich gehen die Gestirne in einer Gegend eher auf und unter, als in einer andern, die jener gegen Westen liegt. Alle diese Erscheinungen aber lassen sich nur mit der Kugelgestalt der Erde vereinbaren.

Daß dieselben Gestirne an verschiedenen Orten zu verschiedener Zeit auf- und untergehen, kann heutzutage, bei den bequemen tragbaren Uhren, sehr leicht ausgemacht werden. Bei den Alten mußte dieß größere Schwierigkeit haben.

15. Eben so ist es ein Beweis dieser Kugelgestalt, daß wir nur einen verhältnißmäßig kleinen Weg auf der Erde zu machen brauchen, um einen Stern gerade in unsern Scheitelpunkt zu bringen, der vorher um einen oder mehrere Grade davon ent-

fernt war. Gesetzt es befinde sich jemand in A (3. Fig.) und habe den Stern a in seinem Scheitelpunkt, der Stern b aber sei um den Winkel a A b davon entfernt, so bedarf es nur des Weges von A nach B, um den Stern b in seinem Scheitelpunkt zu sehen. Wäre aber die Erde eben, so müßte er von A bis C gehen, d. i. so weit als der Abstand der beiden Perpendikel a A und b C von einander beträgt. Allein die Größe eines einzigen Grades am Himmel macht ohne allen Vergleich mehr aus, als der Abstand der entferntesten Punkte auf unsrer Erde von einander.

Wäre der scheinbare Abstand der beiden Sterne von einander ein Grad, so würde der Bogen A B nur 15 geographische Meilen ausmachen, die Linie A C aber über 17000 Millionen Meilen lang seyn, wenn man auch den Abstand der Sterne von der Erde nur eine Billion Meilen rechnen wollte, welches noch viel zu wenig ist.

16. Bei den Mondfinsternissen fällt der Schatten der Erde auf den Mond, und da er bei den verschiedensten Lagen der Erde gegen die Sonne immer kreisförmig erscheint, oder wenigstens so weit, als er auf der Mondfläche zu sehen ist, durch einen Kreisbogen begrenzt wird, so folgt auch hieraus, daß die Erde eine Kugel sei. Denn gliche sie einer runden Scheibe, so könnte ihr Schatten nur in

gewissen Lagen gegen die Sonne auf dem Monde kreisförmig erscheinen.

Der Schatten einer runden Scheibe kann auf einer ebenen Wand entweder rund, oder elliptisch, oder als eine gerade Linie erscheinen, je nachdem sie gegen das Licht gehalten wird; der Schatten einer Kugel aber erscheint immer rund an der Wand, man mag sie gegen das Licht halten wie man will.

Eigentlich ist der Schatten der Erde auf dem Monde der Durchschnitt eines geraden Kegels und einer Kugel, und seine Grenze daher eine Linie von doppelter Krümmung; allein so wie die Halbkugel des Mondes als eine Kreisfläche erscheint, so projicirt sich auch auf ihr der Schatten der Erde als ein Stück einer Kreisfläche.

17. Da man indessen auf der Mondscheibe nur einen kleinen Theil des Erdschattens auf einmal übersehen kann, so sind Mondfinsternisse nicht sehr geschickt uns auf die Vorstellung von der Kugelgestalt der Erde zu führen. Hierzu kommt noch, daß wegen des Halbschattens die Begrenzung nicht einmal scharf ist.

Wenn auch der ganze Durchmesser des Mondes die Sehne des Bogens wird, welcher den Erdschatten begrenzt, so beträgt der Bogen in der mittlern Entfernung des Mondes von der Erde und der Erde von der Sonne noch nicht 45 Grad (nur 44° 21′), also noch nicht den achten Theil der ganzen Peripherie.

Um den Halbmesser des Erdschattens in der Entfernung des Mondes zu finden, denke man sich, es sei der Kreis um S (Fig. 4. a) die Sonne, der Kreis um E die Erde, und b C g der Schattenkegel derselben. Ferner sei der Halbmesser der Sonne $Sa = R$; der Halbmesser der Erde $Eb = r$; der Abstand der Erde von der Sonne $SE = a$; der Abstand der Erde von dem Monde $Ef = b$; alsdann stellt fd den Halbmesser des Erdschattens in der Entfernung des Mondes vor. Nun ist

$$CS : Sa = CE : Eb$$

woraus sich leicht $CE = \frac{ar}{R-r}$ findet. Man setze $CE = x$, so ergiebt sich, aus der Aehnlichkeit der Dreiecke CEb und Cdf, $fd = r\frac{x-b}{x}$, indem man ohne merklichen Fehler $Cb = CE$ setzen kann; und substituirt man für x den Werth desselben, so ist $fd = \frac{ar+br-Rb}{a}$. Es ist aber

$$Ef : fd = 1 : \text{tang}\, dEf$$

folglich $\text{tang}\, dEf = \frac{ar+br-Rb}{ab} = \frac{r}{b} + \frac{r}{a} - \frac{R}{a}$.

Hier drückt $\frac{r}{b}$ die Tangente der sogenannten Horizontalparallaxe des Mondes; $\frac{r}{a}$ die Tangente der Horizontalparallaxe der Sonne, und $\frac{R}{a}$ die Tangente des scheinbaren Halbmessers der Sonne aus. Nimmt man aber statt der Tangenten die Winkel selbst — welches erlaubt ist, da man es hier nur mit kleinen Winkeln zu thun hat — so erhält man die bekannte Regel, „daß die schein=

„bare Größe des Halbmessers des Erdschat„tens auf dem Monde = der Summe der „horizontalen Parallaxe des Mondes und „der Sonne weniger dem scheinbaren Halb„messer der Sonne ist.“

18. Einen der einleuchtendsten Beweise, daß die Erde kugelförmig sei, geben uns die **Reisen um die Welt**, d. i. um den Erdkörper selbst herum. Zwar könnte man auch auf einer ebenen Erde um dieselbe herümfahren, indem man immer am Rande oder in der Nähe desselben hinführe; alsdann aber müßte man, um auf denselben Platz zurückzukehren, von welchem man ausgegangen wäre, in der Ebene des Horizontes selbst herumfahren, und so nach und nach alle möglichen Richtungen in Absicht auf den Horizont nehmen. Allein auf einer kugelförmigen Erde kann man auf denselben Platz zurück gelangen, von welchem man ausgegangen ist, ohne seine Richtung in Absicht auf den Horizont zu verändern; indem man immer nach derselben Richtung fortgeht, ohne zur Rechten noch zur Linken zu weichen. Und auf die letztere Art sind die Reisen um die Welt gemacht worden. Zwar hat man dabei wirklich vielfache Ausbeugungen zur Rechten und zur Linken gemacht — durch die Lage der Länder und Meere genöthigt — aber im Ganzen doch einerlei Richtung gehalten. Auch die Grundsätze der Schiffahrt, die

man dabei befolgt, stützen sich auf die Voraussetzung, daß die Erde eine Kugel sei.

Man hat zwar die Erde nur in der Richtung von Osten nach Westen, und umgekehrt, umschifft, man darf aber darum nicht schließen, als ob sie auch nur nach dieser Richtung gekrümmt wäre, und folglich eine walzenförmige Gestalt hätte. Denn andere bei jenen Reisen beobachtete, weiter unten zu erklärende, Umstände beweisen gleichwohl, daß sie eine Kugel sei.

Die erste Reise um die Welt geschah in den Jahren 1519 — 22, unter Anführung des Portugiesen Hernando Magalhaens (Ferdinand Magellan) auf spanischen Schiffen.

In demselben Jahrhundert wurden ähnliche Reisen unternommen

von dem Engländer Francis Drake 1577 — 80.

von dem Engländer Thomas Cavendish oder Candish 1586 — 88.

von den Holländern Jacob Mahu und Simon de Cordes 1598.

und zu derselben Zeit mit größerm Glück von dem Holländer Olivier de Noort 1598 — 1601.

In das siebenzehnte Jahrhundert gehören die Reisen von

Georg Spilberg, einem Deutschen in holländischen Diensten 1614 — 17.

den Holländern Jacob le Maire und Cornelius Schouten 1615 — 17.

den Holländern Jacob l'Hermite und Hugo Schapenham 1623 — 26.