

Würdigung der elementaren Beweise für die Kugelgestalt der Erde, bezüglich des Unterrichts in der mathematischen Geographie

Autor(en): [s.n.]

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Allgemeine schweizerische Schulblätter**

Band (Jahr): **11 (1845)**

Heft 3

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-865796>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Würdigung der elementaren Beweise für die Kugelgestalt der Erde, bezüglich des Unterrichts in der mathematischen Geographie.

Herr Dr. Birnbaum in Helmstädt hat die „gebräuchlichsten „sogenannten Beweise für die Kugelgestalt der Erde, so weit „dieselben der mathematischen Geographie auf Schulen angehören,“ in einem ausführlichen Aufsätze (Allg. Schulz. No. 34—37) einer Prüfung unterworfen, deren Resultate so überraschend und interessant sind, daß eine Darlegung der Hauptmomente hier nicht am unrechten Orte scheint. Nach seiner Erörterung muß es in der That auffallen, daß diese Beweise schon so lange in ungeschwächtem Ansehen bestehen konnten, und daß selbst große Astronomen in ihren populären Schriften sich derselben bedienen mochten, da sie doch in wissenschaftlichen Werken dieselben verschmäht haben. Hr. Birnbaum weist in seiner gründlichen Erörterung des Gegenstandes nach, daß sie unzulänglich und unzweckmäßig sind. Hier folgen seine Hauptgedanken:

Erster Beweis. „Wie könnte die Erde wohl anders als kugelförmig rund sein, da sie, von jedem freien Standpunkte aus gesehen, uns nie anders als kreisförmig rund begrenzt erscheint, und da uns diese kreisförmige Begrenzung immer größer und größer erscheint, je höher und höher wir den Beobachtungsort wählen?“ — Der Beweis beruht auf Schein und Täuschung.

a) Der Himmel erscheint uns unter ganz ähnlichen Umständen bei Tag und Nacht ebenfalls kugelförmig rund zu sein, und doch schließt heutzutage Niemand mehr von diesem Schein auf wirkliches Sein.

b) Auf einer weiten freien Ebene erscheint uns zwar unser Horizont als Kreis; es beruht aber diese Erscheinung auf einer Täuschung des Auges. Denn auf einer recht weiten freien Aussicht sehen wir auch alle begrenzenden Gegenstände (Gebirge,

Waldungen, Städte, Dörfer) in gleicher Entfernung vor uns liegen, obgleich wir ganz bestimmt wissen, daß ihre Entfernung von uns sehr verschieden ist. Ebenso scheinen uns die Häuser und Thürme einer großen Stadt, von beträchtlicher Entfernung aus gesehen, fast in einer einzigen geraden Linie und gleichweit vom Auge entfernt zu liegen, während wir genau wissen, daß sich dies in der Wirklichkeit anders verhält: es befinden sich breite Straßen, Marktplätze, Gärten, Flüsse dazwischen. Von solchem Scheine aber uns frei zu machen, liegt gar nicht einmal in unserer Gewalt; daher kann von diesem Scheine kein sicherer Schluß auf Wirklichkeit gemacht werden.

c) Dieser Schein liefert eigentlich gerade das umgekehrte Resultat von dem, was man sucht. Je höher man nämlich emporsteigt, desto mehr erheben sich auch die entfernteren Gegenstände unseres Gesichtskreises; sie erheben sich desto mehr, je höher unser Standpunkt ist. Z. B. vom Weissenstein bei Solothurn sieht man die Meilen weit entfernten Hochalpen der Schweiz zu einer schwindelnden Höhe emporsteigen; die Seen von Biel, Murten und Neuenburg scheinen auf einem hohen Berge treppenförmig über einander zu liegen. Ueberhaupt pflegt unser Auge am leichtesten bei Beurtheilung von Entfernungen und Größen zu irren, die es von oben nach unten oder von unten nach oben anschaut und abschätzt, wie bei Wetterfahnen, Knöpfen und Zifferblättern hoher Thürme, die uns unten viel kleiner vorkommen, als sie sind, oder bei Flüssen, die uns auf einem Berge so schmal erscheinen, daß man meinen sollte, es sei eine Kleinigkeit, einen Stein von einem Ufer an das andere zu werfen. Aus diesem folgt, daß die Erscheinungen innerhalb unseres Gesichtskreises auf einem hohen Standpunkte geradezu auf völliger Täuschung beruhen. Auf einer ungeheuren Höhe müßte uns die Oberfläche der Erde, so weit wir sie um uns her erblicken, als eine umgekehrte hohle Halbkugel erscheinen, in deren Mittelpunkt wir uns befänden.

d) Der Theil der Erdoberfläche, den wir je zu übersehen

vermögen, ist überhaupt so klein, daß von ihm aus ein Schluß auf die Gestalt des Ganzen völlig unstatthaft ist.

Zweiter Beweis. „Wenn man sich zur See, oder auf „großen freien Ebenen der Erde entfernten Gegenständen nähert, oder sich davon entfernt: so sieht man im ersten Falle bloß „ihre höchsten Spitzen, und es kommen dann nach und nach „auch die mittleren und zuletzt die unteren Theile davon zum „Vorschein; im andern Falle verschwinden dem beobachtenden „Auge zuerst die unteren, dann die mittleren und zuletzt die „obersten Theile derselben.“ Diesem Satze wird große Beweis- kraft beigemessen, so daß er kaum in einem populären Lehrbuche der mathematischen Geographie fehlt. Enger oder einfacher gefaßt, lautet er so: „Stehen wir an den Ufern des Meeres, „so nehmen wir bei einem über unsern Gesichtskreis hinaus „sich entfernenden Schiffe zuerst das Verschwinden des Rumpfes, „dann der Segel und zuletzt der höchsten Mastspitzen dieses „Fahrzeuges wahr. Folglich kann die bewohnte Erdoberfläche „keine Ebene sein, sondern sie muß eine kugelförmig runde Ge- „stalt besitzen.“

a) Dieser Beweis enthält zunächst einen logischen Sprung. Aus dem Bordersatze nämlich, wenn auch seine Richtigkeit vollständig zugestanden werden müßte, kann die hier gegebene Folgerung nicht gezogen werden; denn aus dem Bordersatze ergibt sich nur so viel, daß die Erdoberfläche nicht eben ist; zwischen einer einfach ebenen und einer kugelförmigen Fläche sind noch sehr viele Flächen von höchst mannichfaltiger Gestalt möglich. Ein so ungenauer Beweis eignet sich aber gewiß nicht für die Schule.

b) Der Bordersatz gründet sich auf eine viel zu unsichere Erfahrung, als daß er auf unbedingte Gültigkeit Anspruch haben könnte. Es handelt sich dabei hauptsächlich um die Frage: Wie weit kann sich ein Schiff, das wir vom Ufer aus auf spiegelglattem Meere segeln sehen, von uns entfernen, bis wir durch die Krümmung der Erd-

oberfläche verhindert werden, einen merklichen Theil des Schiffsrumpfes noch zu sehen? — Die Entfernung beträgt für den Fall, daß das beobachtende Auge 5' über dem Meeresspiegel sich befindet, und der verschwindende Theil des untern Schiffsrumpfes ebenfalls 5' Höhe hat, wenn man den Erdhalbmesser = 860 Meilen setzt, nach genauer Berechnung 29000', und der Sehwinkel ist dabei nach trigonometrischer Rechnung = 36 Secunden, vorausgesetzt, daß der Blick durch kein dazwischen liegendes Hinderniß gestört werde. Allein die optischen Versuche von Hooft, Smith, Courtivron u. A. haben gezeigt, daß gut beleuchtete Gegenstände auch dem schärfsten Auge unsichtbar werden, wenn sie von demselben so weit abste- hen, daß der Sehwinkel unter 40 Secunden beträgt. Nun liegt aber der angenommene Fall außerhalb dieser Sehgrenze, und zudem ist dabei die Beleuchtung nicht so günstig, als bei jenen Versuchen. Es kann also aus dem Verschwinden des untern Schiffsrumpfstheiles kein sicherer Schluß gezogen werden: denn daselbe kann eben so gut in der Beschränktheit unserer Sehkraft, als in der runden Gestalt der Erde seinen Grund haben. Die Sache wird noch greller, wenn man damit unsere Erfahrung auf dem Lande vergleicht. Jene 29000' betragen ungefähr $2\frac{1}{2}$ Wegstunden oder $\frac{5}{4}$ deutsche Meilen und genau 30350,82 neue Schweizerfuß. Auf eine solche Entfernung einen mannhohen Gegenstand auf dem Lande mit bloßen Augen sehen zu können, hält kein Mensch für möglich. Dieser Um- stand enthüllt obigen Beweis in seiner ganzen Schwäche.

c) Wollte man sich dagegen auf die Anwendung des Fern- rohres berufen, so ist zu bemerken, daß der Beweis selbst ein höheres Alter als die Erfindung jenes Instrumentes hat. Aber gegen ein sicheres, auf Anwendung des Letzteren gegründetes Resultat sprechen gewichtige Gründe. Bei obiger Entfernung von 29000' wurde eine wellenlose, spiegelglatte Meeressfläche vorausgesetzt, was sich aber in der Wirklichkeit nicht so verhält; denn wenn auch das Meer nach der Schiffersprache ruhig

geht, so erheben sich doch immer noch Wellen 2'—3' über den Meereshorizont. Würden daher in der Mitte jener 29000' in der That 5' des Schiffsrumpfes durch die runde Gestalt der Erde unsichtbar, und fände daselbst ein 2'—3' hoher Wellenschlag Statt, so müßte dem Auge dadurch noch ein weiterer Theil von etwa 5' Höhe unsichtbar werden. Könnte man aber für den Fall, daß die Erde eben wäre, durch ein Fernrohr die ersten 5' wieder sehen, so könnte dieses doch die übrigen 5' nicht sichtbar machen. Es folgt hieraus, daß ein wirkliches Verschwinden des untern Schiffstheiles so wohl von der runden Gestalt der Erde, als vom Wellenschlage des Meeres herühren könne, oder, wenn Erstere vorhanden ist, von Beiden zugleich bewirkt werden müsse. Uebrigens kann die Anwendung des Fernrohres auch darum kein sicheres Resultat liefern, weil die Durchsichtigkeit der Luft tief unten am Horizonte, besonders auf dem Meere, so gering ist, daß dasselbe nur höchst selten eine größere Sehweite als das bloße Auge zu gewähren vermag.

d) Die Kraft des Beweises würde noch mehr verlieren und die Schwere der bereits gegen ihn angeführten Gründe sich noch erhöhen, wenn man auch die Strahlenbrechung mit in Rechnung nähme, die gerade unten am Horizonte von bedeutendem Einflusse ist; die Wahrscheinlichkeit großer Täuschung bei dem fraglichen Vorgange des Sehens würde sich dadurch noch beträchtlich vergrößern.

e) Der Mangel an Kraft des Beweises liegt einzig in der Unzulänglichkeit der im Vordersatze zu Grunde gelegten Erfahrung, die jedoch einer weiteren Prüfung werth ist. Gelegenheit dazu bieten die Eisenbahnen, die nicht selten 2—3 Meilen weit nach der Wasserwage gemessen und wagrecht und schnurgerade angelegt sind; dann manche Landstraßen, Flüsse und Kanäle, die großen Landseen in der Schweiz, in Schweden und Rußland. Erst wenn die Erfahrung, unter andern als den oben besprochenen Umständen, ein stichhaltiges Resultat liefert, dann darf sie als Grund eines sichern Beweises gebraucht

werden. Die Beobachtung muß sich aber größere Gegenstände, als Thürme und Schiffe, zum Ziele nehmen, z. B. einen mehrere tausend Fuß hohen Berg, der auf einer ausgedehnten Landebene oder auf der Meeresfläche vom Fuße bis zum Gipfel sich überblicken läßt. Da hat man dann allerdings schon für verschiedene beträchtliche Entfernungen berechnet, wie viel der Bergeshöhe vom Fuße an wegen der Kugelgestalt der Erde unsichtbar werden müsse. Die diesfälligen Resultate stimmen nun allerdings mit den Erscheinungen in der Wirklichkeit ziemlich nahe überein, wobei natürlich Unterschiede von 100—200 Fuß nicht in Betracht kommen. Aber auch dann leidet der Beweis immerhin noch an der Schwäche, daß von einem nur kleinen Theil der Erdoberfläche auf die Gestalt des ganzen Körpers geschlossen werden will. Jedenfalls aber hat der Beweis in der Weise, wie er gewöhnlich vorgebracht wird, keinen Werth und sollte nimmermehr in Schulen vorgetragen werden, weil für diese nur das paßt, was auf einer unerschütterlichen Grundlage beruht. Mag der Beweis auch alt und ehrwürdig sein, so darf man ja nicht außer Erwähnung lassen, daß schon „unzählig viele sogenannte Wahrheiten nach und nach zu Unwahrheiten geworden sind.“ — Unter den Wenigen, die nur an Zweifel gedacht haben, und der Erste, der öffentlich damit hervorgetreten, ist Diesterweg; seine mathematische Geographie ist eine für Lehrer höchst beachtenswerthe Schrift.

Dritter Beweis. „Seit dem 16. Jahrhundert ist die „Erde in vielfacher Weise umschifft worden. Die Weltumsegler „fuhren von mehreren Punkten der Erde aus, steuerten immer „in derselben Richtung und kamen endlich, ohne umzukehren, „an den Ort der Abreise zurück. Wie wäre eine solche Um- „schiffung der Erde nur möglich, wenn sie keine Kugelgestalt „besäße.“ Hier herrscht große Willkür in der Auffassung der Thatsachen.

a) Die meisten dieser Weltreisen sind von England, Holland, Frankreich, Portugal, Spanien und Italien ausgegangen.

Von allen Punkten der Abreise aus ist es aber geradezu unmöglich, in der gleichen Richtung unverändert fortzusegeln und so an den Ausgangspunkt wieder zurückzukehren. Ja, so weit man die Erde kennt, gibt es auch nicht einen einzigen Ort, der die Ausführung einer Reise im Sinne der Beweisführung zuließe. Es erhellt demnach nur so viel daraus, daß die Oberfläche der Erde eine krumme Fläche ist; aber die Beschaffenheit der Letztern ist damit keineswegs gefunden.

b) Alle die Reisen, auf die man sich beruft, hatten auch nicht den wissenschaftlichen Zweck, um Beweismittel für die Kugelgestalt der Erde an die Hand zu bringen. Man wollte theils neue Welttheile entdecken, aus welchen die zu den Unternehmungen mitwirkenden Staaten auf große Bereicherung hofften, theils einen kürzern und leichtern Weg nach Indien auffuchen, als der um Afrika herum ist. Aber die Unternehmung der Reisen selbst beruhte immer schon auf der Voraussetzung, daß die Erde eine Kugelgestalt habe, und dabei geht immerhin das wichtige Moment verloren, wie man überhaupt auf jene Voraussetzung gekommen ist. Es haben daher auch alle andern Reisen, die seit 400—500 Jahren unter derselben Voraussetzung unternommen worden sind, den gleichen Werth, wie die sogenannten 20—30 Weltumsegelungen. — Auf der gleichen Voraussetzung beruhen auch sehr viele Messungen, die Berechnung und Bestimmung der gegenseitigen Lage der Orte. Man hat zuerst vermuthet, dann gemessen und berechnet, und das Resultat hat annähernd die Vermuthung bestätigt. Dies ist der wahre und natürliche Hergang. Nur so hat auch die Sache einen Sinn.

Vierter Beweis. „Wer je eine Mondsfinsterniß mit „Aufmerksamkeit beobachtet und weiß, daß sie entsteht, wenn „der Mond in den Schatten der Erde tritt, dem wird der „bloße Anblick dieser Erscheinung ein vollkommener Beweis für „die kugelrunde Gestalt der Erde sein. Denn dieser Erdschatten, „die Silhouette der Erde auf der Vollmondscheibe, ist immer

„rund. Aber nur eine Kugel wirft bei jener Stellung auf „die dem Lichte entgegengesetzte Ebene einen runden Schatten. „Daher ist die Erde eine Kugel.“ Auch dieser Beweis ist ungenügend.

a) Der Schattenkegel der Erde, durch den der Mond bei seiner Verfinsternung zieht, hat durchschnittlich eine Axenlänge von 217 Erdhalbmessern, während die mittlere Entfernung des Mondes von der Erde nur 60 solche Erdhalbmesser beträgt. Denkt man sich an der Stelle des Mondes parallel mit der Grundfläche des Schattenkegels eine Ebene, die den Erdschatten auffängt, so muß Letzterer auf ihr allerdings einen Kreis als Schattenbild erzeugen, falls die Erde eine Kugel ist. Aber der Kreis dieses Schattenbildes wäre viel größer, fast neun Mal größer, als die Vollmondscheibe, da sich die scheinbaren Durchmesser Beider wie 47 : 17 verhalten. Es kann sich daher auf der Vollmondscheibe nur ein kleiner, höchstens der zehnte Theil des Erdschattenbildes darstellen, aus welchem man unmöglich auf die Gestalt des ganzen Schattens schließen darf.

b) Außerdem vermag der Schattenriß die Erde selbst nur wenig scharf und zuverlässig abzubilden; zudem ist der Mond keine Ebene, sondern ein runder Körper; derselbe ist, wie der Schatten selbst, in beständiger Bewegung; die Form des Schattenbildes hat daher so wenig Beständigkeit, daß die ganze Erscheinung zu keinem sicheren Schluß auf die wahre Gestalt desselben, also eben so wenig zu einem unbestreitbaren Schluß auf die Gestalt der Erde berechtigt.

c) Die Mondsfinsterniß ist überhaupt eine sehr zusammengesetzte, von der Gestalt, Größe, Bewegung und Lage der Erde, des Mondes und der Sonne, so wie von noch andern Eigenschaften der beiden Letzteren abhängige Erscheinung, weshalb der Beweis in seiner obigen Form nicht bloß unwissenschaftlich, sondern für den Unterricht auch unzweckmäßig ist. Es muß in der That als eine gänzliche Verkehrtheit erscheinen, wenn man die Kugelgestalt der Erde aus der Mondsfinsterniß er-

klären will, da vielmehr die Letztere nur nach Erweisung der Ersteren ihre Erklärung finden kann.

Obige vier Beweise hat Hr. Birnbaum zur Erörterung ausgewählt, weil sie in den Lehrbüchern der mathematischen Geographie die gangbarsten sind; andere, die er nicht weniger unzureichend findet, hat er deshalb übergangen, weil sie seltener in Anwendung gebracht werden. — Er wünscht, daß man beim Unterricht von allen solchen halben und unzuverlässigen Beweisen abstrahire; die Kugelgestalt der Erde auf der Stufe, wo gründliche Beweise noch nicht geführt werden können, nur erzählend anführe, wie z. B. ihre Bewegung. Er bemerkt weiter, daß mehrere gründlich überzeugende Beweise ohne große Mühe und ohne starken Abbruch an wissenschaftlicher Strenge auch für die Schule sich bearbeiten lassen, sobald die Schüler nur hinreichende Kenntniß der Elementargeometrie, namentlich in der Lehre vom Kreise und von der Kugel, besitzen. Wo aber diese Voraussetzung nicht Statt findet, da lasse man vom Beweisen ab und führe als bekannt an, daß die Erde ziemlich annähernd die Gestalt einer Kugel habe, und schliesse dann weiter. Die eigentliche Popularisirung oder Elementarisirung einer gründlichen mathematischen Erdfunde (und jedes anderen Faches) besteht aber darin, daß man, so bald man selbst auf gründlich mathematischem Wege das Rechte herausgefunden und sich zum Bewußtsein gebracht hat, in den Gedankengang eines Nichtmathematikers sich hineindenke, und seinem natürlichen Verstand im Unterricht sich anschliesse. Hat man z. B. nachgewiesen, daß sich die Erde frei im Weltraum bewege, daß sie Grenzen haben müsse, aber keine Ebene sein könne, so hüte man sich bloß vor dem Fehlschluß, daß sie deshalb schon kugelrund sei. — Dies ist in Kürze der wesentliche Inhalt der eingangs erwähnten Abhandlung.
