ec.

Sächsische Landesbibliothek –
Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/1

Math. 2x 46.

Sächsische Landesbibliothek –
Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/2

Sächsische Landesbibliothek –
Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/3

Sächsische Landesbibliothek –
Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/4

# Archimedes

über die

# Menge des Sandes

oder

## Berechnung der Größe der Welt

in

## Sandkörnern.

Aus

dem Griechischen übersetzt

von

Johann Friedrich Krüger,
Landbaumeister und Domainen-Inspector.

Mit einem Kupfer.

Quedlinburg und Leipzig,
bei Gottfried Basse.
1820.

Sächsische Landesbibliothek –
Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/5

Sächsische Landesbibliothek –
Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/6

# Vorwort.

Ueberall verbreiten sich die richtigen Ansichten von der Größe der Erde und von dem ausgedehnten Weltenbau, seitdem ein Newton, Euler, Herschel, Bode und andere große Männer durch genaue Berechnungen und scharfe Beobachtungen uns die Bahn zu dieser Erkenntniß eröffnet haben. Mathematische Wahrheiten, sonst nur als Geheimniß in den dunkeln Hallen der Priester und Eingeweihten, einzelnen vorher sorgfältig geprüften Menschen unter grausenden Eiden der Verschwiegen-

heit entdeckt, werden jetzt öffentlich in den Schulen vorgetragen.

Unstreitig sind den uns bekannten ältesten Völkern auf den Hochebenen Asiens und Afrika's, gute Kenntnisse in der Mathematik nicht abzusprechen. Das lehren ihre großen und riesenhaften Bauten. Die Ausführung wäre nicht möglich gewesen, wenn nicht die alten Baumeister eine vertraute Bekanntschaft mit der Geometrie, Mechanik und mit andern Zweigen der reinen und angewandten Mathematik gehabt hätten. Die großen Tempelbauten in Südindien und Oberegypten staunen die neuen Baukünstler an, die nicht begreifen können, wie damals schon Lasten von vielen Hunderten von Zentnern mit Leichtigkeit in große Entfernungen fortgeschafft und aufgestellt

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/8

werden konnten, wozu alle unsere mechanischen Hülfsmittel kaum ausreichen würden.

Im grauen Alterthum betrachteten die Eingeweihten in der Kunst alle aufgefundene Lehrsätze der Mathematik, alle entdeckte Hülfsmittel der Mechanik, als tief verschlössene Geheimnisse. Deshalb sind ihre Erfindungen nicht auf uns gekommen, und so ganz aus dem Andenken verwischt, daß man lange Zeit nachher den alten Völkern kaum den allerersten Anfang in den mathematischen Wissenschaften zugestehen wollte.

Als die Griechen anfingen, sich aus dem Zustande der Rohheit und Unwissenheit zu erheben, und mit andern hochgebildeten Völkern in Handelsverbindung zu kommen; da konnte

es nicht fehlen, daß auch Kunde von der in dem Nachbarstaate Egypten vorhandenen höhern Weisheit zu ihren Ohren drang. Deshalb versuchten mehrere Männer voll Kraft und voll Eifer für ein höheres Wissen, durch mehrjährigen Aufenthalt in Egypten sich diese Kenntnisse zu verschaffen; aber vergeblich. Wer sollte sie mittheilen? Die Priester der untern Klassen? Diese wußten selbst nicht viel. Oder die wenigen Weisen, welche nach den härtesten Prüfungen und mit unsäglicher Mühe erst gegen das Ende ihrer Lebenszeit in den höchsten Graden des Bundes gelernt hatten, den richtigen Sinn der Hieroglyphen aufzufassen und zur reinen Anschauung über Natur, Religion und Mathematik zu gelangen? Diese wenigen Auserwählten beobachteten ja das tiefste Schweigen gegen ihre Lands-

leute und Schüler in den untern Graden, und sollten gegen verachtete Fremdlinge offener gewesen seyn?

Die Griechen, welche in Egypten nur einzelne unzusammenhängende geometrische Sätze aufgehascht hatten, waren gezwungen, die fehlenden Zwischensätze selbst zu erfinden, und die großen Lücken in den mathematischen Wissenschaften auszufüllen. Da sie die aufgefundenen Wahrheiten öffentlich lehrten, und in Schriften für die Nachwelt aufzeichneten; so hatten sie den Vortheil, daß jeder gute Kopf zur Bereicherung der Wissenschaften das Seinige beitragen konnte und daß sich die gemachten Entdeckungen überall verbreiteten, wo die griechische Sprache verstanden wurde. Dadurch brachten sie es in den nächsten sechs

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/11

Jahrhunderten vor unserer Zeitrechnung so weit, daß ihre wenigen auf uns gekommenen Schriften noch jetzt Muster einer richtigen mathematischen Lehrart geblieben sind. Dreist kann man behaupten, daß der Unterricht in allen unsern Lehrbüchern der niedern reinen Geometrie um so systematischer und stufenweise fortschreitender geworden ist, je mehr er sich der von Euklides in seinen geometrischen Anfangsgründen gewählten Methode nähert.

Aber die mathematischen Schriften der Griechen werden nicht so benutzt, wie sie es wohl verdienen. Noch fehlen uns gute und kritische Handausgaben. Nur alte Foliobände, meistens aus den ersten Jahrhunderten nach Erfindung der Buchdruckerei, werden in großen Büchersammlungen angetroffen, und da-

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/12

durch der Gebrauch sehr erschwert. Wären wir im Besitz wohlfeiler Handausgaben und fänden sich griechische Sprachlehrer mit hinlänglichen mathematischen Kenntnissen ausgerüstet, so könnte auf Schulen die Erlernung der griechischen Sprache und der reinen Mathematik sehr gut durch das Lesen der griechischen mathematischen Schriften verbunden werden. Bei dem jetzigen großen Reichthum von Gegenständen des Jugendunterrichts, wäre diese Erreichung eines Doppelzwecks sehr wünschenswerth, um dadurch Zeit zu andern nützlichen Sachen zu gewinnen.

Ungeachtet die Deutschen sich beeifern, jedes fremde Buch, von selbst geringem Werthe, in ihre Sprache zu übertragen, so sind doch die allermeisten Schriften der griechischen Ma-

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/13

thematiker unübersetzt geblieben. Nur lateinische Uebersetzungen sind den alten Ausgaben beigefügt worden; gute deutsche aber bleiben ein wahres Bedürfniß, da ein großer Theil der Mathematiker sich keine Zeit und Gelegenheit zur vertrauten Bekanntschaft mit der griechischen Sprache verschaffen kann. Diese Uebersetzungen müßten etwa die Abkürzungen und Formen erhalten, welche Lorenz vor 40 Jahren seiner Uebersetzung der Geometrie des Euklids gegeben hatte.

Vorzugsweise verdienen die Schriften des Archimedes übersetzt zu werden; eines Mannes, den seine Zeitgenossen einstimmig für den größten Mathematiker erklären, und dessen Erfindungen auch noch uns sehr nützlich sind. Er war ein Verwandter des Königs Hiero zu

Syrakus, und daselbst um das Jahr 289 vor Christi Geburt geboren. Bei der Eroberung seiner Vaterstadt im Jahre 214 vor Christi Geburt wurde er durch römische Soldaten ermordet.

Die Geometrie verdankt ihm wichtige Erweiterungen, z. B. die Quadratur des Kreises und der Parabel, das Verhältniß des Kreisdurchmessers zur Kreislinie, die Lehren von der Schneckenlinie, das Verhältniß des Cylinders, des Kegels und der Kugel von gleichen Durchmessern und Höhen, wie 3, 2 und 1. Auf diese letzte Entdeckung legte Archimedes einen hohen Werth; sie mußte auf seine Anordnung auf sein Grabesdenkmal eingegraben werden. Dadurch wurde es beinahe 200 Jahre nachher dem Prätor Cicero von

Sicilien möglich, das Grab des Archimedes in den Gesträuchen wieder aufzufinden.

Noch größer aber sind seine Verdienste um die angewandte Mathematik. Durch die entdeckten Lehrsätze über den Schwerpunkt und über das Gleichgewicht legte er den Grund zu den statischen, mechanischen und hydraulischen Wissenschaften, welche in unsern Zeiten mit Hülfe der höhern Mathematik sehr erweitert und mit neuen Entdeckungen bereichert wurden. Auch hat er, nach dem Zeugniß des Macrobius, die Entfernungen des Mondes, der Sonne und der alten Planeten sowohl von der Erdoberfläche, als auch von einander berechnet.

Aber nicht die theoretische Mathematik

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/16

allein erweiterte Archimedes durch seine Entdeckungen, sondern er war auch für das bürgerliche und Staatsleben sehr nützlich. Die alte Welt schreibt ihm vierzig wichtige mechanische Erfindungen zu, von denen viele wieder so ganz in Vergessenheit gerathen sind, daß wir nicht einmal mehr wissen, worin sie bestanden haben. Nur die archimedeische Schnecke, welche er auf seiner Reise in Egypten erfand, die Schraube ohne Ende, die Schiffspumpe sind auf unsre Zeiten gekommen, und gewähren noch immer mannichfaltigen Nutzen. Durch seine Ausmittelung, wie viel an Gold und Silber in einer aus der Mischung dieser beiden Metalle angefertigten königlichen Krone, genau enthalten sey *),

---

*) Verglichen Vitruvius Lib. IX. Cap. 3.

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden http://digital.slub-dresden.de/id365045527/17

legte Archimedes den Grund zu den spätern Untersuchungen über die eigenthümliche Schwere der Körper, und über den Verlust, welchen sie im Wasser erleiden. Sollten auch die Nachrichten von den großen Brennspiegeln, mit denen Archimedes die Belagerungsschiffe der Römer vor dem Hafen von Syrakus in Brand setzte, übertrieben seyn, und zum Theil durch Werfen von brennbaren Sachen oder durch Feuerwerkskunststücke erklärt werden müssen; so ist doch so viel gewiß, daß nach den Erzählungen des Polybius, Plutarch, Livius, Valerius Maximus und anderer alten Schriftsteller, die Römer an die Eroberung der Stadt Syrakus durch die künstlichen Vorrichtungen und Erfindungen des Archimedes lange verhindert wurden *).

*) Livius XXIV, 34.

Archimedes hat mehrere Schriften hinterlassen, welche aber nicht alle auf unsere Zeiten gekommen sind. Wir besitzen noch folgende:

1. Ueber das Gleichgewicht und den Schwerpunkt der ebenen Flächen, in 2 Büchern.
2. Ueber die Quadratur der Parabel.
3. Von der Kreismessung.
4. Von der Kugel, in 2 Büchern.
5. Ueber die kegelähnlichen Körper.
6. Ueber die Schneckenlinie.
7. Berechnung der Zahl der Sandkörner.

Ob die Schrift über das Gleichgewicht flüssiger Körper in zwei Büchern gleichfalls den Archimedes zum Verfasser habe, wie Rivalti und einige Andere glauben, ist sehr zwei-

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/19

felhaft. Die neueſte Ausgabe der ſämmtlichen Schriften iſt: Archimedis, quae supersunt omnia, cum Eutochii Accalonitae commentariis, ex recensione Josephi Torelli Veronensis, cum nova versione latina. Accedunt lectiones variantes ex codicibus Mediceo et Parisiensibus. Oxonii e Typographeo Clarendonio 1793. fol.

Eine deutſche Ueberſetzung in einem ſtarken Foliobande hat der Profeſſor zu Altdorf, Johann Chriſtoph Sturm, im Jahre 1670 herausgegeben. Sie iſt jetzt etwas ſelten geworden, und wegen ihrer veralterten Sprache zum Gebrauch ſehr unbequem. Es wäre deshalb eine neue Ueberſetzung etwa auf die Art, wie Lorenz die Geometrie des Euklides behandelt hat, ſehr zu wünſchen. Dabei könn-

ten in den Anmerkungen die mit Beihülfe der höhern Mathematik jetzt gebräuchlichen Beweise für mehrere Lehrsätze über die krummlinigten Figuren mitgetheilt werden.

Von den einzelnen archimedischen Schriften zeichnet sich diejenige, über die Menge der Sandkörner, dadurch aus, daß sie größtentheils allgemein verständlich ist, und uns über die beschränkten Vorstellungen der Alten von der Größe und Gestalt des Weltgebäudes, mehrere geschichtliche Nachrichten aufbewahrt hat. Bei der jetzt allgemein verbreiteten Theilnahme der Lesewelt an Untersuchungen über diese Gegenstände, wird die nachfolgende neue Uebersetzung dieser Schrift mehreren Personen, die griechische Bücher nicht mit Leichtigkeit lesen können, angenehm seyn, da sie zugleich dar-



Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/21

aus die mathematische Lehrmethode der Grie-
chen und ihre Art zu zählen ersehen können. Zum leichtern Vergleichen sind in den Anmerkungen die jetzigen richtigern Ansichten, und die durch schärfere Beobachtungen und bessere Hülfsmittel aufgefundenen Erweiterungen der Erd- und Himmelskunde kurz angegeben worden.

Sollte diese Uebersetzung Beifall finden, so würden in der Folge mehrere Schriften des Archimedes übersetzt und, mit den nöthigen Bemerkungen versehen, einzeln herausgegeben werden.

---

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/22

Ueber die

# Menge des Sandes.

---

Ein

Schreiben des Archimedes

an den

König Gelo von Syrakus.

---

Sächsische Landesbibliothek –
Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/24

Viele halten, mein König! die Zahl der Sandkörner für unendlich groß, das heißt nicht allein von dem Sande, welcher bei Syrakus oder auf der ganzen Insel Sicilien, sondern in allen Erdstrichen, bewohnt oder unbewohnt, befindlich ist. Andere nehmen zwar diese Zahl nicht für unendlich groß an, sie glauben aber doch, es wäre niemals eine Zahl ausgesprochen worden, die größer als die Zahl der Sandkörner wäre. Wenn sich diese Menschen eine Sandmasse dächten, so groß als die ganze Erde, und dabei alle Meere und Thäler bis auf die höchsten Bergspitzen mit Sand ausge-

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/25

füllt; so würden sie um so mehr glauben, es sey keine Zahl vorhanden, welche größer als die darin enthaltene Anzahl von Sandkörnern wäre. Indessen will ich versuchen, durch geometrische Beweise, denen Du selbst Deinen Beifall nicht versagen wirst, darzuthun, daß sich in meiner dem Zeurippos übersandten Abhandlung *) größere Zahlen befinden, als die Zahl der Sandkörner in einer Kugel, von der vorhin angegebenen Ausdehnung der Erde, ja von der ganzen Welt selbst.

Von den meisten Astronomen wird das Weltgebäude für eine große Kugel gehalten, welche mit der Erdkugel einerlei Mittelpunkt hat, und deren Halbmesser der Entfernung des Mittelpunkts der Sonne von dem Mittelpunkte der Erde gleichkömmt. Diese Annahme verwirft aber Aristarch aus Samos *), und

---

*) Diese Schrift ist verloren gegangen.

**) Lebte um's Jahr 262 vor Christi Geburt. Seine

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/26

nimmt in seiner Schrift wider die Hypothesen der Astronomen die Größe des Weltgebäudes

---

Schrift: „über die Größe und Entfernung der Sonne und des Mondes," ist griechisch und lateinisch im Jahre 1688 in 8. zu Oxford gedruckt worden. Er hat zuerst die Beschaffenheit unseres Sonnensystems richtig erkannt, konnte aber mit seinen bessern Ansichten nicht die allgemein verbreitete unrichtige Annahme, daß die Erde im Mittelpunkt der Welt stehe, verdrängen. Selbst dem großen Archimedes, für Wahrheit so empfänglich, war es unmöglich, sich von dem alten Glauben los zu machen, ja er legt sogar dem Aristarch, um ihm widersprechen zu können, eine Behauptung in den Mund, die sich kaum ein Anfänger in der gemeinen Elementar-Stereometrie erlauben würde. Wahrscheinlich hat Aristarch sagen wollen: Der größte Kreis in der Kugel der Fixsterne verhalte sich zur Erdbahn, wie diese zum größten Kreise auf der Oberfläche der Sonne, welche im Mittelpunkte des ganzen Weltenraums stehe.

Es ist nicht glaublich, daß Aristarch schon

vielmal größer an, als sie vorhin angegeben wurde. Er behauptet nämlich, die Fixsterne und selbst die Sonne sind unbeweglich. Um letztere bewege sich die Erde in einem Kreise, in dessen Mittelpunkte die Sonne stehe. Diese sey zugleich der Mittelpunkt von der großen Fixsternkugel, welche sich zur Größe der Erdbahn eben so verhalte, wie die Oberfläche der Kugel zu ihrem Mittelpunkte. Bekanntlich ist dies ganz unmöglich, da der Mittelpunkt einer Kugel keine Größe hat, folglich auch zur Oberfläche der Kugel in keinem Verhältnisse stehen kann.

Man muß annehmen, Aristarch habe dar-

---

Kenntniß von der Infinitesimalrechnung gehabt habe. Wäre dies aber, so würde er mit dem Satz, so wie ihn Archimedes angiebt, die Unendlichkeit des Raums für die Fixsterne bezeichnet haben, da bekanntlich die Oberfläche der Kugel zum Mittelpunkte in einem unendlich großen Verhältniß steht.

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/28

unter Folgendes verstanden. Da wir die Erde als den Mittelpunkt des Weltgebäudes ansehen müssen, so steht sie mit dem, was wir Welt nennen, in eben dem Verhältnisse, wie die Kugel, in deren Oberfläche nach seiner Annahme die Erdbahn liegt, zu der Kugel der Fixsterne. Alles so geordnet, würden seine Beweise passend seyn und offenbar daraus folgen, daß die Kugel, worin er die Erdbahn legt, dieselbe Größe habe, welche wir dem ganzen Weltgebäude beilegen.

Aber selbst in dem Fall, daß man sich eine Kugel von der Größe der Fixsternkugel des Aristarch, und diese Kugel ganz mit Sand ausgefüllt, denkt, behaupte ich doch, daß sich aus meinen vorhin erwähnten Anfangsgründen eine Zahl herausfinden werde, welche größer als die Zahl der Sandkörner in dieser großen Kugel seyn würde. Um dieses zu beweisen, muß ich Folgendes als bekannt voraussetzen.

1. Der Umkreis der Erde beträgt drei

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/29

Millionen Stadien; wenigstens ist er nicht größer. Da ihn nämlich einige Personen, wie Dir nicht unbekannt ist, zu 300,000 Stadien berechnet haben, so will ich, um recht freigebig zu seyn, das Zehnfache dieser Abschätzung annehmen, daß also der Umkreis der Erde 3,000,000 Stadien und nicht größer sey *).

---

*) Nach Vitruv und Plinius sind 10 Stadien so groß wie $1\frac{1}{4}$ altrömische Meilen. Aus der Entfernung der Städte Bologna und Modena von einander, welche die Römer 25 Meilen groß allgemein annahmen, jetzt aber 20 italienische Meilen beträgt, läßt sich die Angabe des Archimedes von 300,000 Stadien leicht in 37,500 altrömische, oder 30,000 italienische oder 7500 gemeine deutsche Meilen verwandeln. Wahrscheinlich kommt diese Berechnung des Erdkreises von Archytas aus Tarent, der um's Jahr 381 vor Christi Geburt lebte, und nach Horaz Oden I., 28. eine Erdmessung unternommen haben soll, von der die genauen Nachrichten verloren gegangen sind. Außer dieser

2. Der Durchmesser der Erde ist größer als der Monddurchmesser, und der Sonnen=

---

Berechnung gab es bei den Griechen und Rö=mern noch folgende.

1. Aristoteles, (starb im Jahr 322. vor Christi Geburt), der sich die Erde als eine ru=hende Kugel im Mittelpunkte des Weltgebäu=des denkt, führt in seiner Schrift de coelo II. 14 an, daß nach ältern Berechnungen der Um=kreis der Erde 400,000 Stadien oder 10,000 deutsche Meilen betrage.

2. Eratosthenes, (geboren 275 vor Christi Geburt zu Alexandrien), berechnet ihn zu 252,000 Stadien oder 6300 deutsche Meilen.

3. Hipparchus (lebte um's Jahr 165 vor Christi Geburt), zu 254,520 Stadien oder 6363 deutsche Meilen.

4. Posidonius (lebte um's Jahr 60 vor Christi Geburt), nach der ältern Berechnung zu 240,000 Stadien oder 6000 deutsche Meilen, und nach einer spätern Berechnung zu 180,000 Stadien oder 45,000 deutsche Meilen.

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/31

durchmesser ist wieder größer als der Erddurchmesser. So nehmen es die meisten ältern Astronomen an *).

---

Alle diese Berechnungen wurden auf doppelte Art gemacht, daß man gleichzeitige Beobachtungen der Sterne an zwei verschiedenen Orten anstellte, und dabei an dem einen Orte den Stern entweder zur Zeit des Durchganges durch den Scheitelkreis, oder wenn er in den Horizont tritt, genau bemerkt, und an dem andern Orte die Entfernung dieses Sterns vom Scheitelkreise oder seine Erhöhung über dem Horizont eben so genau mißt. Aus dem auf eine dieser beiden Arten erhaltenen Gradbogen am Himmel läßt sich der damit übereinstimmende Bogen des Erdkreises berechnen.

In den neuesten Zeiten hat man durch die verschiedenen Gradmessungen und die darauf begründeten Berechnungen gefunden, daß ein größter Kreis der Erde 5400 gemeine deutsche Meilen, und der Erddurchmesser unter dem Gleicher (Aequator) 1719 solcher Meilen groß sey.

*) Der Durchmesser des Mondes beträgt nur $\frac{27}{100}$

3. Der Sonnendurchmesser ist beinahe das Dreißigfache des Durchmessers vom Monde, wenigstens ist er nicht größer *). Von den ältern Astronomen hält Eudoxus **) ihn für das Neunfache; Phidias, der Sohn des Aku=

---

Theile des Erddurchmessers, oder 465 Meilen; der Durchmesser der Sonne aber ist $112\frac{4}{5}$ mal so groß als der Erddurchmesser, oder 193,892 Meilen groß, wenn man den letztern zu 1719 Meilen annimmt. Nach diesen Zahlen lassen sich die unrichtigen Angaben des Archimedes in den folgenden Sätzen leicht berichtigen.

*) Der Durchmesser der Sonne ist 417 mal so groß als der Monddurchmesser.

**) Lebte um's Jahr 366 vor Christi Geburt. Cicero nennt ihn den ersten Astronomen seines Zeitalters. Er hatte aus Egypten die Kenntniß von den Bahnen der Planeten mitgebracht. Alle seine schätzbaren Schriften, worunter auch ein astronomischer Kalender, sind verloren gegangen.

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/33

pater *), für das Zwölffache, und Aristarch hat zu beweisen versucht, daß der Sonnendurchmesser mehr als das Achtzehnfache und weniger als das Zwanzigfache des Monddurchmessers sey. Um allen Streit zu vermeiden, nehme ich die äußerste Größe für den Sonnendurchmesser, nämlich das Dreißigfache des Monddurchmessers an. Dann ist er gewiß nicht größer.

4. Der Sonnendurchmesser ist größer als eine Seite eines in dem größten Kreise der Welt beschriebenen Tausendecks **). Dieses

---

*) Der Vatersname ist beigesetzt zur Unterscheidung von dem berühmten Bildner Phidias.

**) Guter Archimedes, wie würdest du staunen, wenn du die Größe des Weltgebäudes nach den Angaben unserer jetzigen Astronomen erführest! Darnach gehört unsere Sonne zu einem großen Sternensystem, die Milchstraße, welches sich um eine Centralsonne bewegt. Solcher Cen-

nehme ich zu Folge der Beobachtung des Aristarch an, nach welcher die Sonne scheine den 720sten Theil des Thierkreises groß zu seyn *).

Um dieses gehörig auszumitteln, habe ich mir Mühe gegeben, durch Instrumente genau den Winkel zu bestimmen, welchen sie im Auge zu der Zeit macht, wenn sie sich am Horizont

---

tralsonnen giebt es mehrere um eine Ursonne herum. Nach Bradley ist die Entfernung des nächsten Fixsterns von der Erde 400,000 mal größer, als der mittlere Abstand der Erde von der Sonne, der doch über 20 Millionen Meilen groß ist.

*) Der scheinbare Durchmesser der Sonne beträgt in der Erdnähe $32\frac{1}{2}$ Minute und in der Erdferne 31 Minuten 57 Sekunden, oder mehr als $\frac{1}{2}$ Grad der Ekliptik. Aristarch hat aber gerade $\frac{1}{2}$ Grad zum scheinbaren Durchmesser der Sonne, der Wahrheit ziemlich nahe angenommen.

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/35

befindet. Diesen Winkel genau zu messen ist nicht leicht, weil weder das Auge, noch die Hand, noch die dabei gebrauchten Instrumente, zuverlässige Beobachtungen zulassen *). Doch von den Unvollkommenheiten viel zu sprechen, ist wohl hier der Ort nicht, da es anderwärts schon öfters geschehen ist. Für mich war es hinreichend, zum Beweise meines angenommenen Satzes zwei Winkel zu finden, von denen der eine größer, der andere kleiner als der Sehewinkel ist, worin die Sonne im Scheitelkreise dem Auge erscheint.

An einem Orte, wo man den Aufgang der Sonne beobachten konnte, legte ich auf einer völlig wagrechten Ebene ein Lineal, und stellte darauf senkrecht einen kleinen Cylinder.

---

*) Seit Erfindung der Fernröhre und des darin angebrachten Mikrometers ist die Beobachtung des scheinbaren Sonnendurchmessers sehr erleichtert worden.

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/36

Gleich nach dem Aufgange der Sonne, wenn sie noch im Horizont sich befindet, aber doch schon ganz sichtbar ist, richtete ich das Lineal nach ihr hin, legte das Auge an dessen einen Endpunkt, und stellte zwischen dem Auge und der Sonne den kleinen Cylinder, so daß durch ihn die Sonne ganz bedeckt wurde. Hierauf schob ich ihn so lange vom Auge fort, bis an seinen beiden Seiten das Sonnenlicht nur sehr wenig zu sehen war, und stellte ihn dort fest. Dürfte man das Auge als einen einzigen Punkt annehmen, worin sich die von dem Rande des Cylinders nach dem Rande des Lineals an dem Orte des Auges gezogenen Berührungslinien schnitten, so würde dadurch ein Winkel entstehen, der kleiner als der Winkel wäre, in welchem die Sonnenscheibe gesehen würde.

Das Auge aber sieht nicht in einem Punkt, sondern in einer Fläche. Deshalb muß man eine runde Scheibe, von der Größe des Auges nehmen, sie an den Ort des Auges stel-



Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden http://digital.slub-dresden.de/id365045527/37

len, und zwei gerade Linien ziehen, welche den Cylinder und die Scheibe berühren, so werden sie, gehörig verlängert, einen Winkel bilden, welcher kleiner als der Sehewinkel ist, worin die Sonne erscheint.

Um eine Größe zu erhalten, welche nicht kleiner als der Augenstern ist, nehme man zwei dünne Cylinder, von ganz gleicher Dicke, den einen weiß, den andern schwarz gefärbt, und stelle sie so vor dem Auge, daß der weiße weiter davon absteht als der schwarze. Ist der Durchmesser ihrer Dicke kleiner als der Durchmesser des Augensterns, so sieht das Auge neben dem näherstehenden Cylinder weg, und erblickt den entfernteren weißen, und zwar letztern ganz, wenn die Cylinder sehr dünne sind, oder nur einen Theil, und zwar von der dem Auge zugekehrten Seite, wenn sie weniger dünne sind. Man wähle deshalb solche Cylinder aus, welche sich decken, aber auch nichts weiter. Dadurch erhält man eine Fläche, die gewiß nicht kleiner ist als der Augenstern.

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/38

Der Winkel aber, welcher nicht kleiner als der Sehewinkel der Sonne ist, wird gefunden, wenn man auf dem Lineal einen Cylinder so weit fortrückt, bis er die ganze Sonne bedeckt. Zieht man aus dem Endpunkte des Lineals, wo sich das Auge befindet, zwei gerade Linien, welche den Cylinder auf beiden Seiten berühren, so ist der Winkel, den sie bilden, nicht kleiner als der Sehewinkel der Sonne im Auge.

Von den auf diese Art erhaltenen Winkeln ist der größere kleiner als der 164ste Theil, und der kleinere größer als der 200ste Theil von einem rechten Winkel, mithin ist auch der Sehewinkel der Sonne kleiner als $\frac{1}{164}$ R. und größer als $\frac{1}{200}$ R.

Dieses Alles vorausgesetzt, läßt sich nun beweisen, daß der Sonnendurchmesser größer sey, als die Seite eines Tausendecks, das in dem größten Weltkreise beschrieben werden kann.

Man denke sich eine ebene Fläche durch das Auge gleich nach Sonnen-Aufgang und durch den Mittelpunkt der Erde. Diese Fläche gehörig verlängert, wird die Welt im Kreise AKBC durchschneiden *), die Erde in der Kreisfläche DEF, und die Sonne in der Kreisfläche AGBI. Der Mittelpunkt der Erde sey H, und der Sonne K, das Auge aber befinde sich in D. Man ziehe aus D zwei gerade Linien DR und DQ, welche die Sonnenfläche AGBI in den beiden Punkten L und O berühren, und aus H zwei andere gerade Linien HP und HS, welche die Sonnenfläche in N und M berühren, den Weltkreis AKBC, aber in A und B durchschneiden.

Es ist aber HK größer als DK, weil wir annehmen, daß die Sonne schon über dem Horizont stehe, folglich ist auch der Winkel

---

*) Nach der anliegenden Zeichnung.

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/40

RDQ größer als der Winkel PHS *). Nach dem vorhergehenden war aber der Winkel RDQ größer als $\frac{1}{200}$ und kleiner als $\frac{1}{164}$ eines rechten Winkels, folglich ist um so mehr der Winkel PHS kleiner als $\frac{1}{164}$ des rechten Winkels oder $\frac{1}{656}$ der ganzen Kreispherie, und mithin die Sehne AB kleiner als $\frac{1}{656}$ Bogen der Kreislinie AKBC.

Die Summe der Seiten des in dem Kreise beschriebenen Vielecks steht mit dem Halbmesser HK des Kreises AKBC in einem kleinern Verhältniß als 44 : 7, weil nämlich die Summe der Seiten von jedem in einem Kreise beschriebenen Vieleck zu dem Halbmesser des Kreises ein kleineres Verhältniß hat = 44 : 7.

Du erinnerst Dich noch des Beweises,

---

*) Weil das Auge D der Sonne näher steht als der Erdmittelpunkt H.

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden http://digital.slub-dresden.de/id365045527/41

daß in jedem Kreise die Kreislinie so groß sey, als drei Durchmesser und ein Theil, der kleiner als $\frac{1}{7}$ und größer als $\frac{10}{71}$ dieses Durchmessers ist *). Darnach hat die Sehne AB zum Halbmesser HK ein kleineres Verhältniß = 11 : 1148, und AB ist um so mehr kleiner als $\frac{1}{100}$ HK.

Der Linie AB ist aber der Durchmesser GI gleich, (weil = AT = KN, nämlich als senkrechte aus den Endpunkten gleicher Linien HA und HK gezogene Linien, die einerlei Winkel gegenüber stehen). Daraus folgt, daß GI kleiner sey als $\frac{1}{100}$ KH. Der Kreis DEF ist ferner kleiner als der Kreis GNIB, mithin ist auch der Durchmesser UE kleiner als der Durchmesser GI, und um so mehr die Summe beider Halbmesser HU und KI kleiner als $\frac{1}{100}$ KH; folglich steht KH zu UI in einem klei-

---

*) Archimedes über die Ausmessung des Kreises, 2ter Lehrsatz.

nern Verhältniß = 100 : 99. Da wegen des rechten Winkels bei N die Linie HK nicht kleiner ist als HN, die Linie IU hingegen kleiner ist als DO *), so muß um so mehr die Linie HN zu der Linie DO in einem kleinern Verhältniß stehen = 100 : 99.

In den beiden rechtwinklichten Dreiecken HKN und DKO sind KN und KT gleich groß, HN und DO aber ungleich, und es ist die Linie HN die größere **); folglich steht der Winkel KDO zum Winkel KHN in einem größern Verhältniß = HK : DK; in einem kleinern aber = HN : DO. (Wenn nämlich bei zwei rechtwinklichten Dreiecken, zwei an dem rechten Winkel liegende Seiten gleich, die

---

*) Nach dem Lehrsatze: von allen geraden Linien zwischen zwei Kreisen ist diejenige die kürzeste, in deren Verlängerung nach beiden Seiten hin die Mittelpunkte der Kreise liegen.

**) Weil HK größer als DK ist.

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/43

andern beiden aber ungleich sind; so hat der größere von den an den beiden ungleichen Seiten befindlichen Winkeln, zu dem kleinern ein größeres Verhältniß, als die größere Hypothenuse zur kleinern, und ein kleineres Verhältniß als die größere Kathete zur kleinern), folglich hat der Winkel RDQ zu dem Winkel PHS ein kleineres Verhältniß = HN : DO oder = 100 : 99.

Da der Winkel RDQ größer ist, als der 200ste Theil eines rechten Winkels; so ist der Winkel PHS größer als $\frac{99}{20000}$ *), mithin größer als $\frac{1}{203}$te Theil vom rechten Winkel; folglich ist die Linie AB größer als die Sehne von einem Bogen, welcher der 812te Theil der Peripherie des Kreises AKBC ist. Die Linie AB aber ist der scheinbare Durchmesser der Sonne, folglich muß dieser auch größer seyn, als eine Seite des Tausendecks.

---

*) Wenn man nämlich $\frac{99}{100}$ mit $\frac{1}{200}$ dividirt.

Dieses Alles vorausgesetzt, läßt sich jetzt beweisen, daß der Durchmesser des Weltgebäudes kleiner sey als 10,000 Erddurchmesser; auch kleiner als 100 Millionen Stadien.

Im vorhergehenden wurde angenommen, der Sonnendurchmesser sey nicht größer als 30 Monddurchmesser, und der Durchmesser der Erde sey größer als derjenige des Mondes, folglich ist der Sonnendurchmesser kleiner als 30 Erddurchmesser. Ferner wurde bewiesen, der Sonnendurchmesser sey größer, als die Seite eines im größten Weltenkreise beschriebenen Tausendecks. Daraus folgt augenscheinlich, daß die Summe aller Seiten dieses Tausendecks kleiner seyn müsse, als 10,000 Sonnendurchmesser, und weil der Sonnendurchmesser kleiner als 30 Erddurchmesser ist, so muß auch der Umfang jenes Tausendecks kleiner seyn, als 30,000 Durchmesser der Erde. Er ist aber größer als das Dreifache des Durchmessers vom großen Weltenkreise. (Es ist nämlich bewiesen, daß in

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden http://digital.slub-dresden.de/id365045527/45

jedem Kreise der Durchmesser kleiner sey, als die Summe der Seiten eines darin beschriebenen gleichseitigen Vielecks von mehr als sechs Seiten), folglich muß der Durchmesser des Weltenkreises kleiner seyn als 10,000 Erddurchmesser, oder kleiner als 10,000 Millionen Stadien. Wir haben nämlich angenommen, der Umkreis der Erde sey nicht größer als 3 Millionen Stadien, aber größer als das Dreifache des Erddurchmessers, (weil bei jedem Kreise die Kreislinie mehr als dreimal so groß ist, als der Durchmesser). Daraus folgt, daß der Durchmesser der Erde kleiner sey, als eine Million Stadien, und da der Weltendurchmesser kleiner als 10,000 Durchmesser der Erde ist; so muß er auch kleiner als 10,000 Millionen Stadien seyn.

Dieses Alles mußte über die verschiedenen Größen und über die Entfernungen vorangehen. Nun zur Sandberechnung selbst.

Wird aus Sand irgend ein Körper, nicht

größer als ein Mohnkorn, gemacht, so gehören dazu nicht über 10,000 feine Sandk. r. er *). Der Durchmesser eines Mohnkorns aber ist nicht kleiner als der vierzigste Theil eines Fingers. Ich kann dieses um so dreister behaupten, weil ich die Sache genau untersucht habe. Auf einer glatten Fläche waren Mohnkörner in einer geraden Linie dicht an einander gereihet und dadurch gefunden worden, daß 25 Körner einen größern Raum einnehmen, als ein Finger beträgt. Um aber alle Widersprüche zu vermeiden, nehme ich nur den Durchmesser des Mohnkorns zum 40sten Theil des Fingers an; gewiß ist er dann nicht kleiner. Für diejenigen, welche etwa meine Schrift an den Zeurippus nicht bei der Hand haben, scheint

---

*) Aus dieser Angabe geht hervor, daß Archimedes ein anderes Samenkorn als unseres gewöhnliche Mohnkorn gemeint haben muß, obgleich das Wort Μαχων oder Μηχων immer durch Mohn übersetzt wird.

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden http://digital.slub-dresden.de/id365045527/47

es nothwendig zu seyn, hier etwas über die verschiedenen Zahlenbenennungen vorausgehen zu lassen.

Bis zur Myriade (10,000) haben wir von unsern Altvodern eigene Benennungen erhalten, welche wir auch für die Zahlen über die Myriade hinaus brauchen können, um darnach die Myriaden bis zu einer Myriade Myriaden (100 Millionen) zu zählen *).

---

*) Das Zahlensystem der Griechen war bei großen Zahlen weit unbequemer als das unsrige. Nach jenem konnte man nur bis 10,000 zählen um zur höchsten Einheit, nämlich der Myriade zu gelangen. Nach dem unsrigen aber wird bis 1000 mal 1000 gezählt, und diese Zahl, eine Million, zur Einheit angenommen. Eine Million Millionen giebt bekanntlich eine Billion, eine Million Billionen die Trillion, und so fort. Keine Zahl ist zu groß, um nicht ausgesprochen werden zu können. Nicht so bei den Griechen. Erst Archimedes lehrte sie, weiter

Darauf habe ich folgendes Zahlensystem gebauet. Die vorhin angeführten Zahlen bis zur Myriade von Myriaden, nenne ich Zahlen der ersten Ordnung. Eine Myriade von Myriaden der Zahlen der ersten Ordnung heißt eine Einheit der zweiten Ordnung, worin wieder Einer, Zehner, Hunderte, Tausende und Myriaden bis zur Myriade von Myriaden gezählt werden. Eine Myriade von Myriaden der zweiten Ordnung ist eine Ein-

---

als bis zu 10,000 mal 10,000 zählen. Nach unserer jetzigen Bezeichnungsart würden dessen zweite Ordnung mit $(10{,}000 \cdot 10{,}000)^2$, die 3te Ordnung mit $(10{,}000 \cdot 10{,}000)^3$ und so fort bis $(10{,}000 \cdot 10{,}000)^{10{,}000}$ geschrieben werden. Mit der letzten Bezeichnung schließt sich die erste Zahlen-Periode des Archimedes, und die zweite fängt an. Der Kürze wegen nenne man die erste Periode P., so würde die zweite Periode $= P^2$, die 3te Periode $= P^3$ u. s. w. bis zur 10,000sten Periode $= P_{10{,}000}$ seyn.

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/49

heit der dritten Ordnung, welche wieder ihre Einer, Zehner, Hunderte, Tausende, Zehntausende und Myriaden von Myriaden hat. Eine Myriade von Myriaden der dritten Ordnung ist die Einheit der vierten Ordnung, eine Myriade von Myriaden der vierten Ordnung ist ein Einer der fünften Ordnung und so fort bis zur Myriade von Myriaden der myriadesten oder zehntausendsten Ordnung. Dabei könnten wir uns begnügen, weil wir damit bei jeder Zahlengröße auskommen würden.

Indessen will ich noch weiter gehen. Alle die bis jetzt aufgeführten Zahlen nenne ich Zahlen der ersten Periode, und die letzte Zahl in dieser ersten Periode ist zugleich wieder der erste Einer in der zweiten Periode. Auf ähnliche Art wird die letzte Zahl dieser zweiten Periode wieder die Eins in der dritten Periode und so fort bis zur myriadesten oder zehntausendsten Periode.

Wenn nach diesen Benennungen Zahlen mit der Einheit in einer steten Progression stehen, und die dem Einer zunächst folgende ein Zehner ist, so machen die acht ersten Zahlstellen mit der Einheit, die von uns genannten Zahlen der ersten Ordnung aus *). Die zunächst darauf folgenden acht Zahlstellen gehören zu den Zahlen der zweiten Ordnung, und auf diese Art erhalten die folgenden Zahlen gleiche Namen, nach der Entfernung von Octaden oder acht zu acht Zahlen, von den ersten acht Zahlen an gerechnet. Darnach ist die achte Zahl in der ersten Zahlordnung gleich tausend Myriaden; die erste aber in der zweiten Octade, nämlich diejenige, welche das Zehnfache der zunächst vorhergehenden ist, würde eine Myriade von Myriaden, und zugleich ein Einer in den Zahlen der zweiten

---

*) Die Zahlen der ersten Ordnung schließen nämlich mit 100,000,000 oder mit eins und acht Nullen.

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden http://digital.slub-dresden.de/id365045527/51

Ordnung seyn. Die achte Zahlstelle in der zweiten Octade ist für tausend Myriaden der zweiten Ordnung, und wieder die erste Zahl in der nächsten dritten Octade ist für die Myriade von Myriaden der zweiten Ordnung und zugleich für die Einer der dritten Ordnung. So können, wie vorhin bemerkt, viele Octaden auf einander folgen.

Auch ist es gut, noch folgendes voraus sich zu bemerken. Wenn von Zahlen, welche in einer steten Progression stehen, einige Glieder aus dieser Progression mit einander multiplicirt werden; so ist das dadurch entstandene Produkt auch in derselben Progression befindlich, und steht von dem größern Factor eben so weit ab, als der kleinere von der Einheit. Von der Einheit aber ist das Produkt um eine Zahlstelle weniger entfernt, als die Summe der Entfernungen der beiden Factoren von derselben Einheit beträgt. Es stänen z. B. die Größen, a, b, c, d, e, f, g, h, i, k, l, in einer steten Progression, von

ihnen bezeichne a die Einheit, es sey d multiplicirt mit h, und das Produkt = x, und es würde angenommen, daß l eben so weit von h stände als d von der Einheit a; so ist x = l. Es ist nämlich in einer steten Progression d von a eben so weit entfernt als l von h, folglich d : a = l : h. Es ist aber d das Vielfache von a durch d multiplicirt, mithin muß auch l das Vielfache von h durch d multiplicirt seyn, folglich ist x = l. Hieraus erhellet, daß das Produkt sowohl ein Glied der Progression sey, als auch vom größern Factor eben so weit entfernt stehe, als der kleinere von der Einheit, und daß das Produkt um eine Stelle weniger von der Einheit entfernt sey, als die Summe der beiden Factoren, denn a b c d e f g h sind eben so viel Größen, als h von a entfernt ist, i k und l aber sind Eins weniger, als die Größe d von der Einheit absteht.

Nach allen diesen, theils vorausgesetzten



Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden http://digital.slub-dresden.de/id365045527/53

theils erwiesenen Sätzen, können wir in unserer Berechnung fortfahren.

Da nach dem Vorhergehenden der Durchmesser eines Mohnkorns kleiner ist, als $\frac{1}{40}$stel eines Fingers; so ist augenscheinlich eine Kugel von einem Finger im Durchmesser nicht größer, als daß ihren Raum 64,000 Mohnkörner, nämlich der Kubus von 40, einnehmen. (An einem andern Ort ist bewiesen, daß Kugeln in dem kubischen Verhältniß ihrer Durchmesser stehen). *) Aus der Annahme, daß die Zahl der Sandkörner, welche der Größe eines Mohnkorns gleichkommen, nicht größer als 10,000 sey, folgt, daß eine mit Sand ausgefüllte Kugel von dem Durchmesser eines Fingers nicht mehr Sandkörner enthalten könne, als 64,000 mal 10,000 **).

---

*) Verglichen Euklids Geometrie, übersetzt von Johann Friedrich Lorenz. Halle 1781. Buch 12. Satz 18.

**) 640 Millionen Sandkörner.

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden http://digital.slub-dresden.de/id365045527/54

Diese Zahl enthält sechs Einer der zweiten Ordnung und 4000 Myriaden der ersten Ordnung, und ist mithin viel kleiner als zehn Einer der zweiten Ordnung *).

Eine Kugel also von hundert Finger im Durchmesser muß jene Zahl, wegen des kubischen Verhältnisses der Durchmesser, mit 100 Myriaden multiplicirt werden **). Folglich enthält eine Sandkugel von hundert Finger im Durchmesser eine Zahl von Sandkörnern, die kleiner ist als zehn Einer der zweiten Ordnung, multiplicirt mit 100 Myriaden ***). Da nun zehn Einheiten der zweiten Ordnung die zehnte Zahl bei einer von der Einheit an stetigen Progression in der Dekadik, und 100

---

*) 1000 Millionen Sandkörner.

**) Mit einer Million = $100^3$.

***) Die Zahl ist 1000,000,000,000,000 oder tausend Billionen.

Myriaden die siebente Zahl in eben dieser Reihe ist; so muß die äußerste Gränze des Produkts aus beiden Größen die sechzehnte Zahlstelle, von der Einheit an gerechnet, seyn. Denn es ist vorhin bewiesen worden, daß das Produkt von der Einheit um eine Stelle weniger entfernt ist, als die Summe der Entfernungen der einzelnen Factoren von dieser Einheit beträgt. Von den sechzehn Zahlstellen gehören die Eins und die darauf folgenden acht ersten Zahlstellen zu der ersten Ordnung, und die nächsten acht zur zweiten Ordnung, von denen die letzte 1000 Myriaden der zweiten Ordnung bezeichnet. Folglich enthält eine Sandkugel mit einem Durchmesser von hundert Finger weniger Sandkörner, als tausend Myriaden der zweiten Ordnung.

Eine Kugel von 10,000 Finger im Durchmesser ist um hundert Myriaden größer als die vorige Kugel von hundert Finger im Durchmesser. Wird deshalb aus Sand eine Kugel gemacht, welche eine Myriade Finger im

Durchmesser hat, so muß dieselbe eine kleinere Anzahl Sandkörner enthalten, als das Produkt beträgt aus 1000 Myriaden der zweiten Ordnung, multiplicirt mit 100 Myriaden. Da 1000 Myriaden der zweiten Ordnung die sechzehnte Zahlstelle, und 100 Myriaden die 7te Zahlstelle von der Einheit an gerechnet einnimmt, so muß das Produkt die 22ste Stelle erhalten. Von diesen 22 Stellen gehören die 8 ersten und die Eins zur ersten, die 8 folgenden zur 2ten und die übrigen 6 Stellen zur 3ten Ordnung, und die letzte Stelle bezeichnet zehn Myriaden der dritten Ordnung. Hieraus folgt, daß eine Sandkugel von 10,000 Finger im Durchmesser weniger Sandkörner enthalte, als zehn Myriaden der dritten Ordnung *). Da nun eine Kugel, welche eine Stadie im Durchmesser hat, kleiner ist als eine Kugel von 10,000

---

*) Oder 10,000,000,000,000,000,000,000,000 oder 10,000 Trillionen Sandkörner.

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/57

Finger; so muß die Zahl der Sandkörner in einer Kugel von einer Stadie im Durchmesser kleiner seyn, als zehn Myriaden der dritten Ordnung.

Eine Kugel mit hundert Stadien im Durchmesser, ist das 100 Myriadenfache *) von der Kugel von einer Stadie im Durchmesser. Wird deshalb aus Sand eine Kugel mit einem Durchmesser von 100 Stadien gemacht, so muß die Zahl der darin befindlichen Sandkörner kleiner seyn, als das Produkt aus zehn Myriaden der dritten Ordnung, multiplicirt mit 100 Myriaden. Da zehn Myriaden der 3ten Ordnung die 22ste Zahlstelle und 100 Myriaden die sieben Zahlstellen von der Einheit einnehmen, so gehören zum Produkte 28 Zahlstellen, von denen die Eins und die 8 ersten Zahlen zur ersten Ordnung, die nächsten 8 zur 2ten Ordnung, die darauf fol-

*) Das 10 Millionenfache.

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/58

genden 8 zur 3ten Ordnung, und die übrigen 4 zur 4ten Ordnung gehören. Mit der letzten werden 1000 Einheiten der vierten Ordnung bezeichnet. Hieraus folgt, daß in einer Kugel von 100 Stadien im Durchmesser, die Zahl der Sandkörner weniger betrage, als 1000 Einheiten der vierten Ordnung *).

Eine Kugel von 10,000 Stadien im Durchmesser ist hundert Myriaden mal größer, als eine Kugel von hundert Stadien im Durchmesser. Wird deshalb eine solche Kugel von einer Myriade Stadien im Durchmesser aus Sand angefertigt; so ist die Zahl der darin befindlichen Sandkörner kleiner, als das Produkt aus 1000 Einheiten der vierten Ordnung, multiplicirt mit 100 Myriaden. Da 1000 Einheiten der vierten Ordnung 28 Zahlstellen, von Eins an gerechnet, und 100 Myriaden 7 Zahlstellen in demselben Zahlensy-

*) Oder als 1000 Quadrillionen Sandkörner.

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/59

stem einnehmen; so gehören zu jenem Produkt 34 Zahlstellen, die Eins nicht mitgerechnet. Von diesen kommen die Eins und die 8 ersten Zahlstellen zu den Zahlen der ersten Ordnung, die nächsten 8 zur 2ten, die folgenden 8 zur 3ten, die dann folgenden zur 4ten und die beiden letzten zur 5ten Ordnung, mithin werden dadurch zehn Einheiten der 5ten Ordnung bezeichnet. Hieraus folgt, daß in einer Kugel von 10,000 Stadien, oder einer Myriade Stadien, die Zahl der darin befindlichen Sandkörner kleiner sey, als 10 Einheiten der fünften Ordnung *).

Eine Kugel von 100 Myriaden Stadien im Durchmesser ist von derjenigen mit einer Myriade Stadien im Durchmesser, das 100 Myriadenfache. Wird deshalb aus Sand eine Kugel von 100 Myriaden im Durchmesser an-

---

*) D. h. kleiner als 1000 Quinquillionen Sandkörner.

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden http://digital.slub-dresden.de/id365045527/60

gefertigt; so muß die darin enthaltene Zahl der Sandkörner kleiner seyn, als 10 Einheiten der fünften Ordnung, multiplicirt mit 100 Myriaden. Da zu 10 Einheiten der fünften Ordnung 34 Zahlstellen und zu hundert Myriaden 7 Zahlstellen, von der Eins an gerechnet, kommen; so gehören zum Produkt 40 Zahlstellen, von der Einheit an gerechnet. Von diesen machen die Eins und die nächsten acht Stellen die Zahlen der ersten Ordnung; die nächsten 8, die Zahlen der zweiten; die dann folgenden 8, die Zahlen der dritten; die dann folgenden 8, die Zahlen der vierten, und endlich die letzten 8, die Zahlen der fünften Ordnung aus, und mit den letzten werden 1000 Myriaden der fünften Ordnung bezeichnet. Hieraus folgt, daß in einer Kugel aus Sand mit einem Durchmesser von 100 Myriaden Stadien die Zahl der Sandkörner kleiner sey, als 1000 Myriaden der fünften Ordnung *).

*) Kleiner als 1000 Sextillionen Sandkörner.

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/61

Eine Kugel von einer Myriade mal Myriaden Stadien im Durchmesser, ist wieder von der vorigen Kugel von 100 Myriaden Stadien im Durchmesser, das 100 Myriadenfache. Deshalb ist die Zahl der Sandkörner in einer Sandkugel mit einem Durchmesser einer Myriade mal Myriaden groß, kleiner als das Produkt aus 1000 Myriaden der fünften Ordnung, multiplicirt mit 100 Myriaden. Da zu der ersten Zahl 40 Zahlstellen und zur zweiten 7 Zahlstellen, von der Eins an gerechnet, gehören, so kommen auf jenes Produkt 46 Zahlstellen und die Eins. Davon gehen die Eins und die ersten 8 Zahlstellen auf die Zahlen der ersten, 8 Stellen auf die Zahlen der zweiten, 8 auf die dritte, 8 auf die vierte, 8 auf die fünfte, und die übrigen 6 Zahlstellen auf die Zahlen der sechsten Ordnung, und bezeichnen 10 Myriaden der sechsten Zahlordnung. Folglich ist in einer Sandkugel mit einem Durchmesser von einer Myriade mal Myriaden Stadien im Durchmesser die Anzahl der Sandkörner kleiner, als 10

Myriaden der sechsten Ordnung *). Endlich ist eine Kugel von 100 Myriaden mal Myriaden Stadien im Durchmesser wieder von der vorigen Kugel mit Myriaden mal Myriaden Stadien im Durchmesser, das 100 Myriadenfache. Würde eine solche Kugel von Sand angefertigt, so ist die Zahl der darin enthaltenen Sandkörner kleiner, als das Produkt aus 10 Myriaden der sechsten Ordnung, multiplicirt mit 100 Myriaden. Da zu dem ersten Factor 46 Zahlstellen und zum zweiten 7 Zahlstellen, mit Ausschluß der Eins gehören, so kommen auf das Produkt 52 Zahlstellen und die Eins. Davon gehören immer 8 und 8 Zahlstellen zur ersten bis sechsten Ordnung, die übrigen 4 aber zur siebenten Ordnung, und es besteht das Produkt aus 1000 Einheiten dieser siebenten Ordnung. Folglich ist in einer Sandkugel mit einem Durchmesser 100 Myriaden mal Myriaden

---

*) Oder 1000 Septillionen Sandkörner.

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/63

Stadien groß, die Zahl der Sandkörner kleiner, als 1000 Einheiten der siebenten Ordnung *).

Nun ist vorhin bewiesen worden, daß der Durchmesser des Weltgebäudes kleiner sey, als 100 Myriaden mal Myriaden Stadien **), folglich enthält eine Sandmasse, so groß als das von den meisten Astronomen angenommene Weltgebäude, eine kleinere Anzahl Sandkörner, als 1000 Einheiten der siebenten Ordnung.

Jetzt bleibt noch zu beweisen übrig, daß in einer Sandkugel von der Größe, wie Aristarch für die Sternenkugel annimmt, die Zahl der Sandkörner kleiner sey, als 1000 Myriaden der achten Ordnung.

---

*) Oder 1000 Octillionen Sandkörner.

**) Oder 10,000 Millionen Stadien, oder 2500 Millionen Meilen.

Es wurde angenommen, daß die Erde zu der von uns angegebenen Größe des Weltgebäudes sich eben so verhalte, wie diese Weltenkugel zur Sternenkugel des Aristarch. Alle Kugeln aber stehen mit ihren Durchmessern in kubischen Verhältnissen. Da bewiesen wurde, daß der Durchmesser unseres Weltgebäudes kleiner sey, als 10,000 Erddurchmesser, so ist auch der Durchmesser der Fixsternkugel des Aristarch kleiner als 10,000 Weltdurchmesser, oder wegen des kubischen Verhältnisses ist die Sternenkugel des Aristarch kleiner als das Produkt aus 10,000 mal 10,000 mal 10,000 Weltkugeln *). Auch ist bewiesen, daß eine Sandkugel von der Größe der Welt weniger Sandkörner enthalte, als die Zahl beträgt, welche 1000 Einheiten der siebenten Ordnung groß ist. Würde daher

---

*) Nach unserem Zahlensystem ist die Fixsternkugel des Aristarch kleiner als eine Billion Weltkugeln.

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/65

aus Sand eine Kugel angefertigt, so groß als Aristarch die Fixsternkugel annimmt, so würde die Anzahl der darin befindlichen Sandkörner doch keiner seyn, als das Produkt aus 1000 Einheiten der 7ten Ordnung, multiplicirt mit der Kubikzahl von 10,000. Es enthält aber die Zahl aus 1000 Einheiten der 7ten Ordnung 52 Zahlstellen, die Eins nicht mitgerechnet, die Kubikzahl von 10,000 aber 13 Zahlstellen, folglich enthält das Produkt 64 Zahlstellen und die Eins, d. h. acht Zahlen in der achten Zahlordnung. Darnach ist die Menge der Sandkörner in einer Kugel von der Größe der Fixsternkugel des Aristarch kleiner als 1000 Myriaden der achten Ordnung *).

Vermuthlich wird diese Berechnung, o König Gelo! den meisten Menschen wegen ih-

---

*) Oder 1000 Decimillionen nach der jetzigen Zählart.

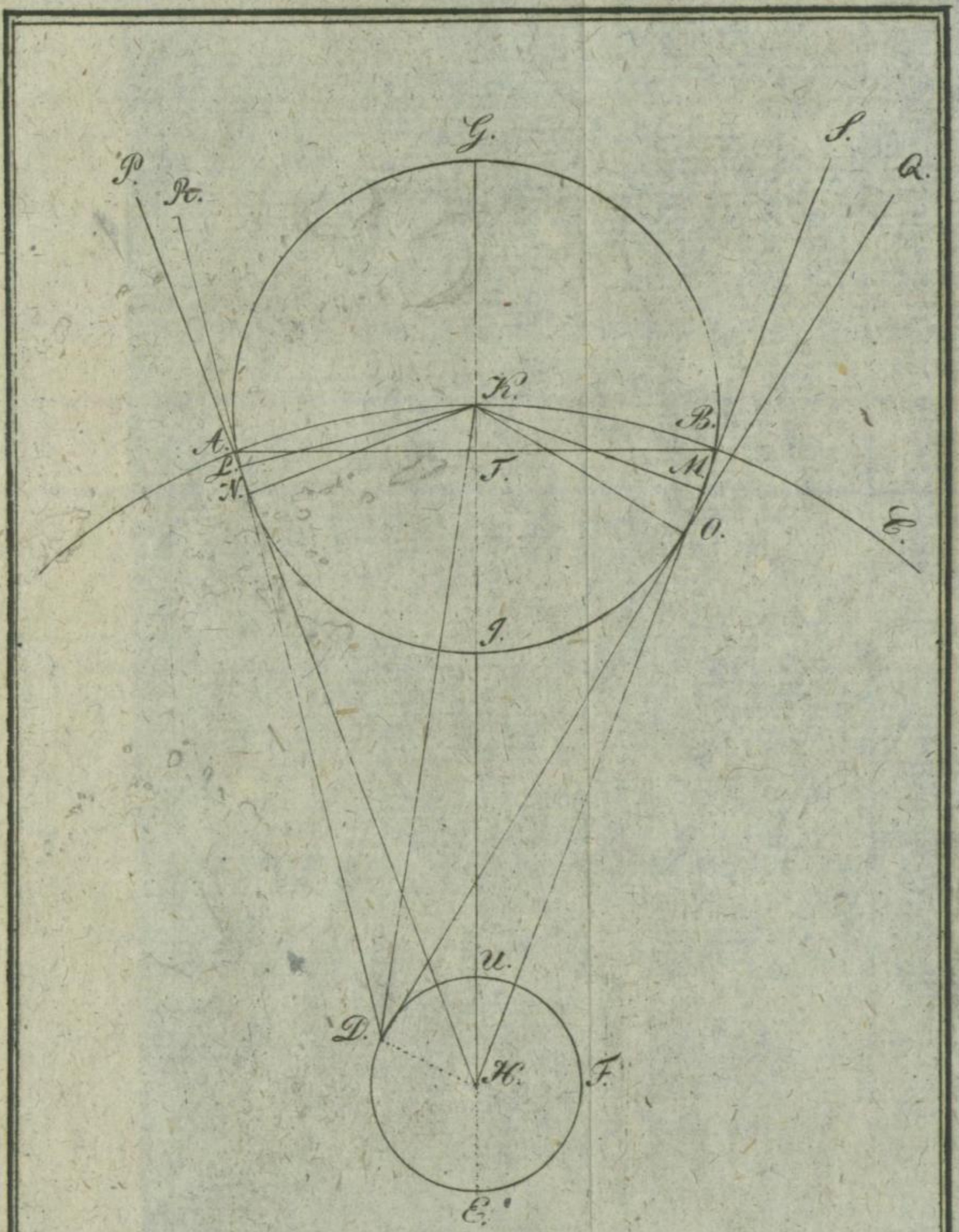
Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden http://digital.slub-dresden.de/id365045527/66

rer Unkunde in der Mathematik unglaublich erscheinen. Wer sich aber mit den mathemati=schen Wissenschaften beschäftigt, und über die Entfernungen und Größen der Erde, der Sonne und des Mondes nachgedacht hat, dem wird die Richtigkeit dieser allenthalben nachgewiesenen Berechnung einleuchten. Deshalb hielt ich meine genaue Ausmittelung nicht für zwecklos.

---

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/67

Sächsische Landesbibliothek –
Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/68


G.
P.
R.
S.
Q.
K.
B.
A.
L.
N.
T.
M.
O.
E.
I.
V.
D.
H.
F.
E.

Sächsische Landesbibliothek –
Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/70

Lit. graec. B. 2977

Lit. graec. B.

Sächsische Landesbibliothek –
Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/71

Sächsische Landesbibliothek –
Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/72

Lit. Graeca B. 2977.
2572

Sächsische Landesbibliothek –
Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/73

Sächsische Landesbibliothek –
Staats- und Universitätsbibliothek Dresden
http://digital.slub-dresden.de/id365045527/74