

Die betrachtende Kreatur im trinitarischen Kosmos

Auswahl aus Buch 1 und Buch 4, Teil 1, von Johannes Keplers

Epitome Astronomiae Copernicanae

Winfried Petri

Das Weltall ist ein Abbild der göttlichen Dreifaltigkeit des christlichen Glaubens. Es ist zum Wohle des Menschen — der betrachtenden Kreatur — gestaltet. Diese Überzeugung durchzieht Keplers *Epitome*, eine umfassende Darstellung heliozentrischer, dynamischer Astronomie in Frage- und Antwort-Form. Ungeachtet seiner Metaphysik enthält das Buch viele überraschend moderne Gedanken. Die folgende freie Auswahlübersetzung aus Buch I und IV soll einen authentischen Eindruck von Keplers wissenschaftlicher Persönlichkeit geben.

Einleitung

Konkordanz

- 1.— 10. Zweck und Einteilung der Astronomie
- 11.— 24. Rundheit der Erde, Weite des Fixsternhimmels, Endlichkeit der Welt
- 25.— 38. Kugelfläche (*Sphaericum*) und Welt
- 39.— 47. Ätherregion, Kometen und Meteore
- 48.— 55. Allgemeine Schwerkraft und Mondoberfläche
- 56.— 68. Die Erde als Kreisel
- 69.— 74. Fallbewegung über der Erde
- 75.— 83. Die Sonne als Zentrum des trinitarischen Kosmos
- 84.— 87. Eigenschaften des Äthers
- 88.— 94. Planetensystem und Astronomische Einheit
- 95.—103. Sonnenparallaxe und Erdgröße
- 104.—110. Entfernung und Radius des Mondes
- 111.—119. Proportionalität von Bahnradius und Volumen der Planeten
- 120.—130. Proportionalität der Masse zur Quadratwurzel aus dem Volumen der Planeten, Dichtesequenz
- 131.—142. Maßbeziehungen zwischen kleiner und großer Welt
- 143.—146. Die Dicke der Fixsternschale

Anmerkungen

Summary

SINE COGNITIONE ASTRONOMIAE,
SEU MACHINAE MUNDANAE
SECUNDUM OMNES PARTES,
NULLA EST COGNITIO METAPHYSICA.
(*Epitome A. C.*, ed. Caspar, p. 511)

Einleitung

Das Jubiläumsjahr 1971 ist Anlaß für viele Arbeiten über Johannes Kepler. Ich ziehe es vor, ihn selbst sprechen zu lassen; denn die Zahl derer, die seine Bücher wirklich im Original gelesen haben, ist gering. Das gilt besonders für Keplers reifstes und umfassendstes Opus, die *Epitome Astronomiae Copernicanae*. Deren erste drei Bücher erschienen 1618 unter dem Titel *De doctrina sphaerica* und Buch vier als *Physica caelestis* 1620 in Linz; die restlichen Bücher fünf bis sieben folgten 1621 in Frankfurt und behandelten die *Doctrina theorica*, oder genauer deren spezielle, die Bahnbewegungen, geozentrischen Erscheinungen und Präzession betreffenden Teile. Eine zweite Auflage des Gesamtwerks erschien 1635 in Frankfurt. Die heute verbindliche Edition verdanken wir Max Caspar als Band VII von *Johannes Kepler Gesammelte Werke*, München 1953. Caspars Nachbericht und Anmerkungen dort zeugen von tiefem Verständnis und gerechter Würdigung. Sie sind für jeden, der sich ernstlich mit dem Werk befassen will, unentbehrlich. Mich entheben sie der Mühe, hier eine allgemeine Einführung vorzulegen.

Als ich vor zwei Jahren meinen Hörern an der Universität München Johannes Kepler im Urtext nahebringen wollte, wählte ich die *Epitome* nicht zuletzt deshalb, weil mir keine Übersetzung davon bekannt geworden war. Inzwischen erfuhr ich von Frau Martha List, daß Christian Frisch bereits 1850 eine vollständige deutsche Übersetzung fertiggestellt, aber mit der Bemerkung „taugt nicht zum Druck“ zurückgehalten hatte. Das Manuskript ist dann in Stuttgart durch den Krieg vernichtet worden. Wohl aber war 1939 in Annapolis in der Reihe *The Classics of St. John's Program* eine englische Übersetzung von Buch vier und fünf, Teil 1, als Facsimiledruck erschienen und ist 1969 in New York als *Kraus Reprint* nachgedruckt worden, sowie als vol. 16 der Reihe „*The Great Books of The Western World*“ in Chicago. Der Übersetzer ist C. J. Wallis. Ich habe das Buch nach Fertigstellung meiner Übertragung in den gemeinsamen Abschnitten verglichen. Es gibt lediglich den Text wieder und ist nicht frei von sinnstörenden Fehlern, daher nur mit Einschränkung brauchbar und für die sachliche Diskussion ohne Belang.

Meine Übertragung ist eine Auswahl, deren Rechtfertigung in ihrem Inhalt zu suchen ist und für deren Freiheit in der Auflösung der Frage-und-Antwort-Form, der Wahl der modernen Fachausdrücke und stillschweigenden Straffung mancher Passagen ich die volle Verantwortung trage. Sachliche Überschneidungen mit dem *Mysterium Cosmographicum* und der *Harmonice Mundi* wurden möglichst ausgeklammert, ebenso Einzelheiten der wissenschaftlichen Tagesdiskussion von damals, sofern sie nicht auch heute noch (oder wieder!) interessant sind. Mir lag besonders daran, zu zeigen, wie sehr für Kepler — um ein modernes Schlagwort zu gebrauchen — die Welt in Ordnung war. Ich möchte der von manchen Popularisatoren gehegten Meinung, es handle sich bei Kepler um eine schizophrene Mischung von „mittelalterlichem“ abergläubischem Mystiker und „neuzeitlichem“ exaktem Naturwissenschaftler, entgegentreten, indem ich gerade jene

Stellen wiedergebe, in denen er sich klar über die Grenzgebiete von Physik und Metaphysik ausspricht.

Stets hat Kepler sich den sicheren Beobachtungstatsachen gebeugt, stets aber auch diese sofort in sein geschlossenes Weltbild integriert. Seine Zeit war der unseren in mancher Hinsicht ähnlich: Damals Fernrohr, Entdeckungsreisen auf der Erde und Logarithmen — heute Allwellenastronomie, extraterrestrische Feldarbeit und Rechenautomaten. Keplers wissenschaftliches Ideal war eine *Physica Caelestis*. Sicher hätte er an dem Aufschwung der Astrophysik in unserem Jahrhundert seine Freude gehabt!

Konkordanz

a = Laufende Nummer des Abschnitts in der vorliegenden Übersetzung.

b = Seitenzahl in: Johannes Kepler Gesammelte Werke, Band VII, *Epitome Astronomiae Copernicanae*, herausgegeben von Max Caspar, München 1953.

c = Zeilenzahl für den Anfang des betreffenden Abschnitts ebenda.

d = Seitenzahl in der Originalausgabe (nach Caspar).

a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
1	23	6	1	22		33	40	43	56	4	57
2		15		23	46	1		44		11	
3		18	2	24		13	41	45	68	35	80
4		28		25		29		46		38	
5		32		26	47	10	42	47		43	
6	25	1	4	27		25	43	48	75	23	94
7		11	5	28		30		49		34	95
8		20		29	49	10	46	50	77	6	97
9	30	19	14	30		28	47	51		21	98
10	31	4	15	31	50	1		52	78	27	100
11	34	24	21	32	51	2	48	53		34	
12		26		33		5	49	54	79	4	101
13	42	5	34	34		12		55		13	
14		8		35		16		56	88	9	118
15		20		36		23		57	89	5	119
16		25	35	37	52	18	51	58		26	120
17		38		38		25		59		36	
18	43	26	37	39	53	8	52	60		42	121
19	44	20	38	40	54	20	54	61	90	19	
20		36		41		37	55	62		23	
21	45	10	39	42	55	4		63		29	122

a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
64		33		92	276	40	475	120		11	487
65		45		93	277	8		121		20	
66	91	8	123	94		14		122		26	
67		15		95		18		123		35	488
68		44	124	96		31	476	124		42	
69	95	41	131	97	278	1	477	125	284	1	
70	96	3	132	98		23	478	126		6	
71		21		99		29	478	127		8	
72		30	133	100		43		128		16	489
73	97	14	134	101	279	16	479	129		27	
74		41	135	102		22	480	130		33	
75	258	21	438	103		35		131	285	1	490
76		39		104		38		132		11	
77	259	9	439	105		45	481	133		14	
78		13		106	280	15		134		22	491
79		19		107		37	482	135		27	
80		27		108	281	8	483	136		36	
81		32	440	109		18		137		43	
82	260	1		110		23		138	286	6	492
83		9		111		27	484	139		13	
84	261	13	443	112		36		140	287	38	495
85		22		113		40		141	288	8	
86		28		114	282	9	485	142		13	
87	263	45	448	115		25		143		21	496
88	264	33	450	116		29		144		37	497
89	265	1		117		33	486	145		43	
90	266	22	454	118		43		146	289	9	498
91	267	1	455	119	283	5					

Zweck und Einteilung der Astronomie

1. Die Astronomie behandelt die Ursachen der Himmelserscheinungen, wie sie sich uns auf der Erde darbieten und als Grundlage der Zeitmessung dienen. Sie befähigt uns, künftige Himmelserscheinungen vorauszusagen und vergangene genau zu datieren.

2. Die Astronomie ist ein Teil der Physik, welche nach den Ursachen der Dinge und Vorgänge in der Natur fragt, zu denen auch die Bewegungen der Himmelskörper gehören. Mit der Physik hat die Astronomie auch das Ziel gemeinsam, die geregelte Gestalt (*conformatio*) des Weltgebäudes und seiner Teile aufzuspüren.

3. Die Astronomie ist die Seele der geographischen Ortsbestimmung zu Lande und zu Wasser. Untergebiete von ihr sind die Chronologie und, weil die Gestirne die sublunare Natur — und die Menschen selbst — in gewisser Weise bewegen und antreiben, die Meteorologie. Sie umfaßt einen Teil der Optik, da sie gleich dieser sich mit dem Licht der Himmelskörper befaßt und viele Täuschungen des Sehens aufdeckt.

4. Die Astronomie ist aber den mathematischen Disziplinen untergeordnet und benutzt Geometrie und Arithmetik wie zwei Flügel. Sie betrachtet Quantität und Gestalt der Weltkörper und ihrer Bewegungen, sie zählt und berechnet die Zeiten. Dadurch kommt sie zu klaren Beweisführungen und praktischen Anwendungen ihrer Gedankengänge.

5. Der theoretische Teil der Astronomie umfaßt Geschichte, Optik und Physik, welche je die Beobachtungen, die Lehrmeinungen (*hypothesen*) und deren Begründung behandeln. Der mehr praktische Teil der Astronomie besteht aus Arithmetik der Ephemeridenrechnung, und Mechanik hinsichtlich der Instrumente. Die geometrischen Beweisführungen der Theorie sind für alle fünf Sachgebiete unentbehrlich — ebenso wie die der Praxis eigentümlichen Zahlen, die gewissermaßen die Sprache der Geometer sind.

6. Die Lehrmeinungen, wie die des Ptolemaios, Copernicus oder Tycho Brahe, erklären die historisch beobachteten Himmelserscheinungen geometrisch unter bestimmten Grundannahmen über die Welt.

7. Das physikalische Teilgebiet der Astronomie will die Ursachen der Hypothesen ergründen und wird nach landläufiger Meinung nicht als für den Astronomen notwendig erachtet, obwohl nur dieser die Frage nach dem Sinn und letzten Ziel (*finis*) seiner Wissenschaft beantworten kann. Denn dem Astronom steht es nicht frei, irgendetwas unüberlegt frei zu erfinden; vielmehr muß er für die Hypothesen, die er als wahre Ursachen der Erscheinungen anbietet, wahrscheinliche Begründungen liefern, so daß die Prinzipien seiner Astronomie zuvor in einer höheren Wissenschaft, der Physik oder Metaphysik, gefestigt sind. Er soll sich den einschlägigen geometrischen, physikalischen und metaphysischen Argumenten gegenüber aufgeschlossen zeigen, darf aber keine *petitio principii* (Annahme einer erst zu beweisenden Sache) begehen.

8. Nachdem der Astronom sein Vorhaben ausgeführt hat, die Ursachen der Bewegungen in einer allen geschichtlichen Beobachtungen gerecht werdenden Weise vernünftig zu erklären, so daß die Erscheinungen erläutert sind und reicher Nutzen für die Gesellschaft (*vita communis*) erzielt wurde, möge er all das, was er bisher einzeln festgestellt hat, unter einen gemeinsamen Aspekt bringen und sich einem höheren Ziele zuwenden, wobei ihn die Philosophen sehr beglückwünschen: Unter Verwendung all seiner, durch Geometrie und Physik gestützten Lehrsätze (*placita*) lege er die wahre, ursprüngliche Gestalt und Anordnung oder schmückende Struktur (*exornatio*) der ganzen Welt augenfällig dar. Denn eben die Welt ist das Buch der Natur, worin Gott als Schöpfer sein Wesen und seinen dem Menschen geltenden Willen zu einem Teil in einer unaussprechlichen (*alogos*) Schrift offenbart und abgebildet hat.

9. Zwei Arten von Bewegungen muß der Astronom unterscheiden: Die erste (*motus primus*) bewirkt die Auf- und Untergangerscheinungen der Himmelskörper; die zweite umfaßt die langsameren Eigenbewegungen der Planeten und ist nicht so unmittelbar auffällig wie die erste. Man erkennt diese sekundären Bewegungen, wenn man in Gedanken von der primären absieht und die abendlichen Beobachtungen mehrerer Tage miteinander vergleicht.

10. Zur Erläuterung der ersten Bewegung dient das Instrument der Armillarsphäre, zur Erläuterung der zweiten Bewegungen benutzen wir ebene Instrumente, sogenannte Theorische (Visier-) Geräte. Daher gliedert sich die Astronomie in einen sphärischen und einen theorischen Teil. Von den sieben Büchern der Epitome sind die ersten drei „sphärisch“, die folgenden drei „theorisch“ und das letzte gemischten Inhalts.

Rundheit der Erde, Weite des Fixsternhimmels, Endlichkeit der Welt

11. Die Oberfläche der Erde ist zwar nicht vollkommen rund, da allenthalben Berge hervorragen; die Rundheit folgt aber aus den Wassern des Ozeans, wenn diese ruhig sind. Hierfür gibt es sowohl natürliche, wie auf Sinneswahrnehmung beruhende Argumente.

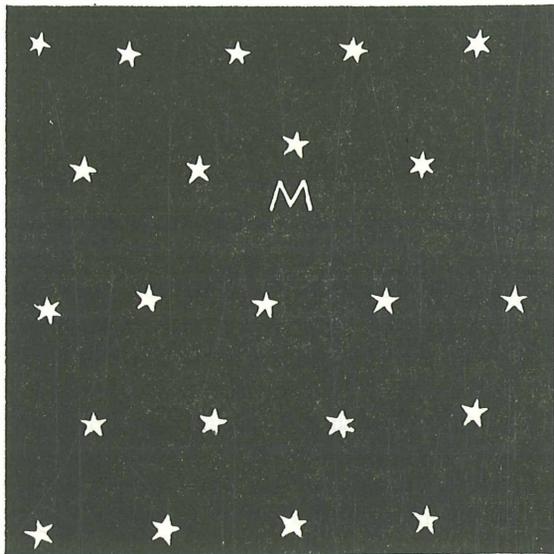
12. Ein natürliches Argument für die Rundheit der Erde: Wir sehen, daß den Körpern von Erde und Wasser eine körperliche Kraft innewohnt, beliebige Körper anzuziehen und mit sich zu vereinigen. Diese Kraft nennt man allgemein „Schwere“ (*gravitas*). Nun ist der ganze Erdball allseitig und ohne Grenze von Wasser umströmt. Es ist auch nicht unwahrscheinlich, daß die Erde in ihrem Innern überall von gewaltigen Rohrgängen durchzogen ist wie ein durchlöcherter Topf, der aus wassergefüllten Scherben besteht — nämlich den Kontinenten. Offenbar konnten all die Wasserteile ringsherum gar keine andere Figur bilden als eine runde. Die Kraft des Wassers, die weder durch sich selbst, noch von der Erde behindert wird, bewirkt eine einheitliche runde Gestalt. Daher bleibt keine, etwa durch Meeresströmungen bewirkte, Erhebung des Wassers lange erhalten; vielmehr gleicht sie sich stets unter dem Einfluß der Schwere und Bildung seitlicher Wellen aus.

13. Da die Materie des Äthers (*aura aetherea*) unsichtbar ist, hindert uns nichts anzunehmen, daß sie die ganze Weite der Welt erfüllt und auch die Elementarsphäre allenthalben umgibt.

14. Da die Erde rund ist, sieht man auf ihr überall das Sternenheer wie ein Gewölbe über sich. Es ist aber ungewiß, ob die Mittelpunkte der Sterne auf ein und derselben Kugelfläche angeordnet sind; denn manche erscheinen klein und manche groß. Dies könnte auf unterschiedliche Entfernungen — bei gleicher natürlicher Helligkeit — schließen lassen. Andererseits wäre es aber auch nicht unsinnig, wenn zwei Fixsterne, die gleich hell erscheinen, von uns gleich weit entfernt wären:

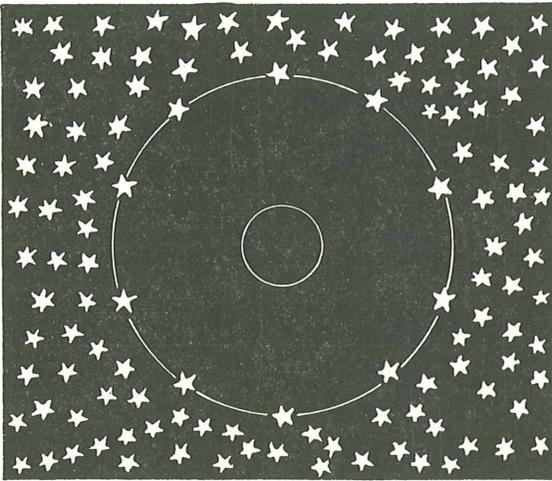
15. Von den Planeten steht fest, daß sie nicht mit den Fixsternen auf einer gleichen Kugelfläche sind, sondern sich näher befinden. Denn bisweilen bedecken sie jene; sie werden aber nicht umgekehrt von Fixsternen bedeckt.

16. **Giordano Bruno** und einige der Alten meinen, daß unsere Welt mit der Sonne sich in keiner Weise von den Räumen unterscheide, die jeden einzelnen der anderen Fixsterne umgeben. Vielmehr sei die Sonne nur wegen ihrer Nähe für uns größer und heller als die übrigen Sterne, deren es unzählig viele gebe, jeder von seiner eigenen Welt umgeben.



17. Aber auch dann, wenn sich die Mittelpunkte der Fixsterne nicht auf ein und derselben Kugelfläche befinden, folgt daraus nicht, daß das Gebiet, in welchem sie verteilt sind, sich allenthalben ähnlich ist. Auf jeden Fall befindet sich unsere Erde mit der Sonne und den Planeten in der Mitte eines gewaltigen gewölbeartigen Hohlraumes, dessen äußere Begrenzung das Sternenheer bildet. Träfe dasselbe für die Fixsterne zu, so könnten nur wenige Sterne — nicht mehr als zwölf, entsprechend den Ecken des Ikosaeders — von uns gleich weit entfernt sein und würden alle sehr groß erscheinen. Die folgenden Sterne müßten bereits etwa zwei- oder dreimal so weit entfernt sein. Insgesamt würden wir nur sehr wenig Sterne sehen, und diese von sehr unterschiedlicher Helligkeit.

18. Da uns der Fixsternhimmel überall etwa den gleichen Anblick bietet, was die Größe und Zahl der Sterne anbetrifft, dürfte er auch ziemlich gleich weit allenthalben von uns entfernt sein. Also gibt es inmitten des Fixsterngebietes einen gewaltigen Hohlraum, und die Fixsterne erscheinen ringsum wie ein Gewölbe, das uns umfängt.



19. Man könnte einwenden, daß Sterne, die uns etwa gleich hell und in geringem Abstand voneinander erscheinen, in Wirklichkeit recht ungleich weit von uns entfernt sind, sofern die Größe der Sterne mit ihrer Entfernung zunehmen würde. Das liefe aber auch auf eine besondere Auszeichnung unserer beweglichen Welt hinaus, deren Ort dann eben nicht durch eine Leere, aber durch Kleinheit der (benachbarten) Sterne markiert wäre. Und die Zunahme der Sterngröße nach außen käme wieder einer Art von Gewölbe gleich. Es ist aber wahrscheinlicher, daß die ungefähr gleich groß erscheinenden Sterne auch ungefähr gleich weit von uns entfernt sind, so daß die dichte Ansammlung so vieler Sterne die Gestalt einer Hohlkugel bildet.

20. Ein weiteres Argument für die ausgezeichnete Stellung des Ortes der Erde und der Planeten im Raum ist die Milchstraße, bei uns auch St.-Jakobs-Pfad genannt. Sie teilt den Fixsternhimmel in zwei scheinbare Hemisphären. Wenn ihr Kreis auch unterschiedliche Breite hat, so bleibt er sich doch ringsherum einigermaßen ähnlich. Wenn die Erde erheblich außerhalb der Milchstraßenebene wäre, müßte die Milchstraße als kleiner Kreis oder Ellipse und recht unauffällig am Himmel erscheinen. Befände sich die Erde zwar in der Milchstraßenebene, aber nahe der Peripherie, dann würde der eine Teil der Milchstraße riesengroß, der andere aber schmal erscheinen. Also ist die Fixsternsphäre für uns unten nicht nur durch das Sternrund, sondern auch durch den Milchstraßenkreis bestimmt.

21. Ob das Fixsterngebiet nach oben hin — in radialer Entfernung — unbegrenzt ist, darüber sagt die Astronomie nichts aus, da der Gesichtssinn dort versagt. Sie lehrt nur, daß der Raum begrenzt ist, soweit noch Sterne, seien sie noch so klein, gesehen werden. Nichts, was sichtbar ist, befindet sich von uns unendlich weit entfernt; und was man nicht sieht, geht die Astronomie nichts an.

22. Wenn auch nicht bestritten werden kann, daß es viele Sterne geben könnte, die man — sei es wegen ihrer Schwäche, sei es wegen sehr großer Entfernung — nicht sieht, so läßt sich daraus noch kein unendlicher Raum folgern. Denn wenn sie einzeln von begrenzter Größe sind, müssen sie zugleich auch in ihrer Anzahl begrenzt sein.

Gäbe es unendlich viele, so könnten sie, auch wenn sie beliebig klein wären, einen einzigen unendlichen Stern darstellen; und es würde ein Körper existieren, der sich in drei Dimensionen erstreckt und trotzdem unendlich ist. Darin liegt aber ein Widerspruch, da das Unendliche deshalb so heißt, weil es ohne Ende und Grenze ist und darum auch keine Dimension hat. So wie die Zahl aller Dinge aktual (*actu*) unendlich ist, eben als Zahl, so kann auch eine endliche Zahl endlicher Körper keinen unendlichen Raum setzen.

23. Der leere Raum ist schlechthin nichts; er ist weder geschaffen, noch bietet er irgendeinem Ding Widerstand, sich dort zu befinden. Damit ändert sich also die Fragestellung; denn was nichts ist, kann auch nicht aktual existieren.

24. Unter einer potentiell (*in potentia*) unendlichen Größe kann man zweierlei verstehen: Entweder Teilbarkeit in unendlich viele, ihrerseits endliche, Teile, oder Unendlichkeit als wesentliche Eigenschaft dieser Größe in ihrer vollen Ausdehnung. Zu jedem Raum und jeder Zahl läßt sich aber immer wieder ein noch Größeres denken. Und alles, was gedacht wird, ist eben schon dadurch, daß es gedacht wird, endlich oder begrenzt. Damit ist das potentiell Unendliche im zweiten Sinne als undenkbar erwiesen; im ersten Sinne ist es aber eine rein nominelle Vorstellung.

Kugelfläche (Sphaericum) und Welt

25. Ist die Welt also begrenzt, so kommt ihr nur die sphärische Gestalt zu. Dafür gibt es zwar kaum astronomische Argumente, wohl aber zwei echt metaphysische. Das eine besteht darin, daß die Kugel die Figur maximalen Inhalts ist; das andere ist archetypisch, insofern die Kugelfläche Gott, dem Archetypus der Welt, am ähnlichsten ist.

26. Gegenüber der bisherigen Meinung, daß Linien den Flächen vorausgingen, weil sie einfacher sind und nur die eine Dimension der Länge haben, ist zu sagen, daß Linien noch keine Figuren sind, sondern nur deren Begrenzung. Wenn Linien vor Flächen kommen, so nicht wegen der Einfachheit an sich; denn eine Fläche besteht nicht aus Linien — wohl aber wegen der Entstehungsweise, weil eine Linie eine ebene Fläche erzeugt. Die Linien kommen aber keineswegs vor der Kugelfläche, da sie diese weder zusammensetzen noch erzeugen; vielmehr gehen sie aus ihr materiell und formal hervor. Die behauptete Einfachheit der Linien beruht nicht auf dem Wesen des Dargestellten, sondern ist vielmehr dessen Unvollkommenheit. Linien gestatten nämlich nicht die Bildung einer Figur beliebiger Art, sondern lassen als einziges Element davon nur die Erstreckung in Länge zu. Eine solche Einfachheit, die lediglich in der Teilhabe besteht, besagt aber nicht eine Priorität des Teiles vor dem Ganzen (*participantis prae participato*).

27. Bei dieser metaphysischen Betrachtung sind genetisch dreierlei Figuren zu unterscheiden: ursprüngliche und solche, die — etwa durch Teilung entstanden — weniger sind als diese, und solche, die — etwa durch Zusammenfügung von Teilen ursprünglicher Figuren entstanden — mehr sind als diese.

28. Ursprüngliche (*primigeniae*) Figuren entstehen durch Fluß oder geradlinige Bewegung zunächst eines Punktes, von dem angenommen werden muß, daß er einen bestimmten Ort in einer anderen, vorher vorhandenen, Figur innehat. Durch seitliche Bewegung einer Geraden entsteht eine ebene, geradlinig begrenzte Fläche — und durch deren seitliche Bewegung ein Körper wie das Parallelepipet. Der vollkommenste dieser erzeugten Körper ist der Würfel.

29. Die Erzeugung eines Kreises mit dem Zirkel läuft der Natur zuwider, weil sie von einem bestimmten Punkte ausgeht, obwohl doch der Kreis seinem Wesen nach nirgends einen Anfang hat. Und ein Kreis kann nicht bestehen ohne eine Ebene, in der er liegt; eine Fläche kann aber nicht ohne eine Gerade und eine Gerade nicht ohne einen Punkt erzeugt werden. Der Punkt muß aber einen bestimmten Platz im Raum haben, welcher nur durch eine seinen Ort umfassende Figur, nämlich eine Kugelfläche (*sphaericum*), konstituiert ist. Mithin ist diese der Anfang von Punkt, Gerade, Ebene und Kreis.

30. In jeder Vielfalt ist Unvollkommenheit, in der Einfachheit aber Schönheit. Die Kugel hat eine einzige Fläche, die sich selbst überall vollkommen ähnlich ist und, sich selbst begrenzend, in sich selbst zurückläuft. Es gibt nirgends etwas, was auf eine Teilung ihrer Figur hinweist. Wenn sie geteilt wird, so betrifft sie das nur zufällig (*accidit*), als Quantität, aber nicht als Figur.

31. Die anderen Figuren sind nur dann vollständig, wenn sie aus drei Dimensionen bestehen und innen voll, sozusagen materialisiert, sind, weshalb man sie auch Körper nennt. Die Kugelfläche (*sphaericum*) aber ist immaterieller Art, da ihr Begriff nichts Konkretes im Innern mit enthält. Darin unterscheiden sich nämlich Globus (Vollkugel) und Kugelfläche. Globus ist das, was diese — gegebenenfalls — von einem festen Körper einschließt.

32. In der Kugelfläche gibt es dreierlei: Zentrum, Oberfläche und Gleichheit des Zwischenraumes. Ohne eines davon sind auch die anderen beiden hinfällig; sie sind unterschieden und nicht einander gleich.

33. Das Zentrum ist gewissermaßen der Ursprung der Kugelfläche; denn man denkt sich, daß die Oberfläche vom Zentrum nicht ausgeht, sondern ausgegangen ist — und zwar durch unendlich viele Gerade nach allen Seiten hin im Zwischenraum, von denen aber keine Spur darin zurückgeblieben ist, wobei der Punkt über die Entfernung hin so wirkt, daß alle Abstände gleich sind. Dies ist eine ganz andere Art von Erzeugung, als sie die Geometer des Verständnisses halber lehren. Man beachte, daß die Erzeugung der Geraden, wie sie vorhin behandelt wurde, ein endliches Bild dieser unendlichen Zeugung der sphärischen Fläche aus dem Zentrum her ist.

34. Das Zentrum ist an sich unsichtbar und unerforschlich. Es drückt sich aber, vermittelt der Gleichheit des Intervalls, durch die allenthalben vollkommen gleichmäßige Krümmung der Fläche aus. So ist die Oberfläche ein Bild und gewissermaßen Abglanz des Zentrums und der Weg, der zu ihm hinführt. Wer die Oberfläche sieht, sieht auch das Zentrum — nicht anders.

35. Der Zwischenraum ergibt sich aus dem Vergleich des Zentrums mit der Oberfläche und geht so von beiden aus (*procedit ab utroque*), er mißt und durchforscht

die Tiefe dieser Figur. Jede der Kugelfläche einbeschriebene räumliche oder ebene Figur berührt diese nur in bestimmten Punkten und wird von ihr gehalten. So stützen sich alle übrigen regelmäßigen Körper vom Zentrum her durch den Zwischenraum hin auf die Oberfläche.

36. Außer den beiden angeführten Argumenten für die Rundheit der Welt gibt es noch ein astronomisches: Es ist vernünftigerweise zu erwarten (*consentaneum*), daß das Ganze nicht von einer weniger edlen Figur begrenzt wird als die Teile. Die Teile der Welt sind aber vorzugsweise kugelig. Von der Erde ist das erwiesen; die Sonne erscheint immer, der Mond meistens als Kreis; aufmerksame Fernrohrbeobachter bestätigen von den Planeten dasselbe. Also sollte auch die ganze Welt außen Kugelgestalt haben.

37. Ohne Materie gibt es keine Gestalt (*figura*). Über die Materie, in die die äußere Welt gekleidet ist, können wir mit dem Auge nichts in Erfahrung bringen. Daher tun wir gut, der Autorität zu folgen, wonach alle Sterne (am Firmament) ausgebreitet sind, was Hebräisch *rāqī'a* genannt wird; und daß sie oben (nach außen zu) von Wassern überdeckt sind, also über dem äußerst dünnen Äther (*aura aetherea*), worin sich die Sterne befinden. Wenn jemand behauptet, daß dieses eine Kugelschale (*orbem*) bildende Wasser wegen der sehr großen Sonnenentfernung gefroren und wie Kristall sei, so läßt das die Kopernikanische Astronomie zu, da sie sich mit dem Anblick der Sterne begnügt und jene Kugelschale, sei sie wie auch immer, nicht braucht.

38. Ganz gleich, wie man die Gestalt der Welt annimmt und wie die Sterne in sehr ungleichen Intervallen angeordnet sein mögen: Das Auge des Beobachters auf der Erde wird sich immer einbilden, daß alle jene Sterne nach Art einer vollkommenen Kugelfläche es wie deren Zentrum umgeben.

Ätherregion, Kometen und Meteore

39. Die Kontinente und Meere werden zunächst von der Luft eingeschlossen und umgeben, deren Höhe kaum die höchsten Gebirge übersteigt. Oberhalb der Luft folgt sogleich der Äther (*aura aetherea*), der wie eine Flüssigkeit (*fusa*) das ganze Weltall erfüllt, so daß sich die Planeten und Kometen durch ihn bewegen und die übrigen festen Himmelskörper in ihm verteilt sind. Sowohl Äther wie Luft sind flüssig und durchsichtig und von örtlich und zeitlich unterschiedlicher Reinheit. Sie unterscheiden sich aber durch offenkundige und sinnfällige Grade der Durchsichtigkeit.

40. Nach antiker Lehre gab es im Elementarbereich zu oberst eine Sphäre des Feuers, und die Ätherregion wurde in viele feste Sphären unterteilt, die einander dicht umschlossen. Dagegen hat Tycho Brahe beobachtet, daß einige Kometen durch Gebiete ziehen, in denen man feste Kugelschalen (*Orbes*) angenommen hatte. Es müßten auch mehrere Reflexe auftreten, wenn es mehrere Sphärengrenzflächen gäbe. Zudem wäre beim Übertritt in das jeweils dichtere Medium — von den Himmels-sphären in die Feuersphäre und von da in die der Luft — bei schrägem Strahlen-

gang eine mehrfache Brechung und scheinbare Ortsverschiebung des von den Sternen kommenden Lichtes zu erwarten. All dies ist nicht der Fall; also gibt es bis herab zur Luftsphäre keine Kugelschalen unterschiedlicher Dichtestufen.

41. Freilich ist auch der Äther nicht immer frei von Verunreinigungen. Von der Erde steigen Rauch und Dünste bisweilen noch über die Grenze der Luft empor und bewegen sich auf unsteter Bahn in der Weite des Äthers. Von den anderen kugligen Himmelskörpern gilt wahrscheinlich dasselbe, besonders von der Sonne, deren Körper stets schwarze Punkte aufweist, die wie schwarze Wolken oder Ruß aussehen, die aus den innersten Eingeweiden ihres Balls ausdünsten.

(Weitere Argumente für diffuse, von der Sonne ausgehende Materie liefern die Beobachtungen totaler Finsternisse sowie Dämmerungs- und Halo-Erscheinungen.)

42. Auch die Materie der Kometen scheint durch die ihre Körper durchdringenden Strahlen der Sonne deutlich zerstreut und in Form eines Schweifs durch den Äther verteilt zu werden, der vom Kometen in die der Sonne entgegengesetzte Richtung abströmt und den Äther verunreinigt.

43. Man kann glauben, daß aus der die Sonne umgebenden (diffusen) Materie, die gleichsam ausgeschnutzt, abgestreift und durch den Äther wieder durchscheinend gemacht wurde, schließlich die Kometen zusammenwachsen. Denn meist tauchen sie, wenn sie zuerst sichtbar werden, aus den Sonnenstrahlen auf, so als ob sie aus der Nachbarschaft der Sonne, wo diese Materie beheimatet ist, herkämen. Es kann auch geschehen, daß die nach der Kometenzerstreuung noch übrige Materie schließlich zu neuen Kugeln sogar unter den Fixsternen kondensiert wird.

44. Die Kometen sind geradlinige Bahnen im Äther (*trajectiones aetherae rectilineae*) aus leuchtender, der Kondensation und Dissipation fähiger Materie, wie ihre Schweife sehr deutlich zeigen.

(Bei Meteorerscheinungen unterscheidet Kepler „auseinanderlaufende“ (*discurrentes*) und „fallende“ (*cadentes*) „Sterne“.):

45. Auseinanderlaufende Sterne sind nichts anderes als eine Flamme, die trockene, von der Erde ausgeschiedene und in die Länge gezogene Materie — wie manche Nebel und Wölkchen — verzehrt, welche durch die Umgebung (oder: Beschaffenheit — *circumstantia*) der höchsten Kälte entzündet wurde.

46. Fallende Sterne bestehen aus entflammter zäher Materie. Manche davon werden während des Falls verzehrt, andere gelangen, von ihrem Gewicht gezogen, bis zur Erde herunter. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß einige früher aus trüber Materie, die dem Äther beigemischt ist, zusammengeballt wurden und daß sie aus der Ätherregion eine geradlinige Bahn durch die Luft ziehen wie winzige Kometen. Allerdings ist die Ursache der Bewegung von beiden unbekannt.

47. Dies sind aber alles momentane Dinge, die sich nicht um die erste Umlaufbewegung, welche von allen die schnellste ist, kümmern. Daher gehen sie die Physiker und die Meteorologie an, sind aber aus der Astronomie und der sphärischen Lehre auszumerzen, da diese nur das der Betrachtung für würdig erachten, was nicht momentan ist, sondern mit dem täglichen Umschwung auf- und untergeht.

Allgemeine Schwerkraft und Mondoberfläche

48. Verstand und Erfahrung lehren, daß Schweres nicht zum Mittelpunkt der Welt getragen wird. Sonst müßte die Ursache dieser Bewegung entweder außerhalb der schweren Körper sein oder in ihnen. Falls außerhalb, wäre sie entweder natürlich oder erzwungen. Außerhalb, müßte sie entweder dem Mittelpunkt oder dem äußersten Bereich der Welt innewohnen. Erzwungen, müßte sie durch die Bewegung der Welt verursacht sein. Falls innerhalb, wäre die Bewegungsursache entweder ein Streben zum Zentrum oder ein Fliehen vor dem äußersten Bereich der Welt. Da aber keines davon zutreffen kann, bleibt nur übrig, daß die Bewegung der schweren Dinge nicht zum Weltmittelpunkt gerichtet ist.

49. Das Zentrum ist lediglich ein mathematischer Punkt; was kein Körper ist, hat aber nicht die Kraft, Bewegung zu erteilen. Und da (rein mathematische) Quantitäten keine (physikalische) Wirksamkeit besitzen, wird ein Punkt, der noch nicht einmal eine Quantität ist, sondern nur das Ende einer überaus dünnen mathematischen (*quantitatum*) Linie, erst recht keine Wirksamkeit besitzen. Ebenso ist der äußerste Teil der Welt nur eine Kugeloberfläche. Da diese nichts als die äußerste Grenze der Weltfigur ist, entbehrt sie jeder Wirksamkeit.

50. Der Gedanke, daß ein am Rande der Welt befindlicher Körper eine Kraft auf die schweren Dinge ausüben könnte, durch die er diese entweder von sich abstößt oder selbst sie flieht, ist abzulehnen. Es ist unvernünftig, daß eine Körperkraft der äußersten Sphäre sich so weit erstrecken und so überaus genau im Kleinsten sein kann, daß ihre Abstoßungskraft haargenau auf das Zentrum gerichtet wäre. Noch absurder wäre es, den schweren Körpern selbst ein derart subtiles Unterscheidungsvermögen zuzuschreiben für die unterschiedliche Länge der Strahlen dieser Kraft auf die gesamte Entfernung. Denn magnetische (Anziehungs-)Kräfte haben je nach der Masse (*densitas!*) der Körper, von denen sie ausströmen, ihre entsprechenden Wirkungssphären (*orbes*), so daß sie sich nicht ins Unendliche ausdehnen.

51. Die Flucht der Körper ist auch an sich der Natur zuwider; aber das gegenseitige Zusammenstreben der Körper, oder ihre Vereinigung, als ein Ansatz zur Erhaltung, ist der Natur besser angemessen. Wer die Bewegung der schweren Dinge als Kraft der Vereinigung von einander ähnlichen Körper definiert, denkt daher richtiger als der, der die Flucht gegenseitiger Dinge annimmt.

52. Schwere Dinge werden nicht zum Weltmittelpunkt getragen, sondern zum Zentrum ihres (jeweiligen Himmels)Körpers. Dies führt die Kugel des Mondes vor Augen, welcher die gleiche Natur hat wie die Erde und auf seiner Oberfläche Berge und Täler, Kontinente und Meere hat, obwohl er doch nach ganz allgemein anerkannter Meinung nicht im Mittelpunkt der Welt steht. Die schweren Dinge, wie etwa das Wasser auf dem Monde, fallen weder zur Erde noch zur Weltmitte herab, sondern schmiegen sich in die dem Zentrum des Mondballs nächsten Plätze hinein.

53. Daß der Mond hohe und tiefe Gegenden und in den Niederungen Gewässer hat, können wir feststellen. Zunächst zeigt das Fernrohr auf dem Mond helle, vom Mittelpunkt entferntere, recht rauhe Gebiete — sowie fleckige und dunkle Stellen, die tiefliegende, ebene Gegenden sein müssen. Man sieht nämlich, daß die

hellen Gebiete schneller als die Flecken und dazu in ungleichmäßiger Weise erleuchtet werden. Inmitten beschatteter Stellen entstehen etwa leuchtende Punkte, deren Licht solange zunimmt, bis alle dazwischen liegenden Schatten verschwunden sind. Dagegen werden die fleckigen Teile später erhellt, und die Grenze von Licht und Schatten verläuft (bei erstem und letztem Viertel, wenn der Mond geteilt ist) wie eine gerade Linie, ohne Abweichung und ohne Vermischung von Licht und Schatten. Also ist es aus optischen Gründen ganz sicher, daß die schwarze Materie eine glatte Fläche bildet, die sich in Depressionsgebieten oder Vertiefungen des Mondes befindet.

54. Die Physik übernimmt diese optische Beweisführung und vergleicht ihre Ergebnisse mit ähnlichen Gebilden auf der Erde. Aus Höhe, Rauheit und Hel-
ligkeit von Mondgebieten folgert sie trockene Stellen, nämlich Kontinente und von der Sonne beschienene Berge; aus Flecken oder Schwärze und aus Gleichmäßigkeit schließt sie auf feuchte Stellen oder Gewässer; Depression schließlich läßt sie an Schwerkraft oder Hinstreben zum Mittelpunkt der (Mond)kugel denken.

55. Die Erde ist kein sehr unedler Körper, sondern zumindest dem Mondkörper gleich, wenn nicht sogar überlegen, da dieser viel rauher ist als der Erdkörper. Und unter den Planeten und Fixsternen dürfte es noch viele Körper dieser Art geben. Sicher wirft der des Jupiter einen Schatten wie die Erde und der Mond, und der der Sonne abgewandte Teil der Venus ist ohne Licht wie diese beiden.

Die Erde als Kreisel

56. Die Erde als ganze und hinsichtlich ihrer Materie hat von Natur durchaus keine Bewegung; denn der Materie, aus der die Erde zumeist besteht, ist der Bewegung widerstehende Trägheit (*inertia*) eigentümlich — und zwar um so mehr, je größer die auf einen engen Raum zusammengefügte Menge der Materie ist.

57. Gewiß möchte ich nicht bestreiten, daß diese materielle Trägheit des Erdkörpers gegenüber Bewegung und ihre Dichte der Sitz ist, in den der Drehimpuls eingeprägt wird — ähnlich wie bei einem heftig herumgetriebenen Kreisel. Je gewichtiger dessen Materie ist, desto glücklicher befällt ihn eine äußere Kraft und desto länger dauert die von ihr eingeprägte Bewegung an. Aber Federn und ähnliche Körper, die keinen Widerstand haben, nehmen Bewegung nicht leicht auf und sind auch nicht für Maschinen- oder Handschleudern geeignet. Während wir aber unter gewaltsamer Bewegung eigentlich den Fall verstehen, daß ein Körper durch eine von außen kommende Bewegung entgegen seiner Natur bewegt wird, pflegen wir eine Bewegung, welche die Form der Materie, die Befähigung (*facultas*) oder Seele ihrem Körper erteilt, nicht als widernatürlich anzusehen, da es für die Materie nichts Natürlicheres gibt als ihre Form und für den Körper als seine Befähigung oder Seele. Der Magnet strebt durch die Natur der Materie nach unten; aber infolge der Natur einer besonderen körperlichen Form steigt er zu einem anderen Magneten empor — tut dies aber nicht gewaltsam. So hält man es auch nicht für gewaltsame Bewegungen, wenn die Tiere im Laufen ihre Körper in die Luft schwingen und die Katzen Sprünge machen oder die Schlangen sich auf etwas stürzen.

58. Ein Kreisel macht, wenn er einmal in Bewegung gesetzt ist, sehr viele Umdrehungen, bis er, durch mangelnde Ebenheit der Unterlage und Luftströmungen gestört, sowie durch sein Gewicht bezwungen, bei allmählich nachlassender Bewegung umfällt. Warum hätte Gott nicht im Anfang auf die Erde in solcher Weise, gewissermaßen von außen her einwirken können, so daß alle folgenden Umdrehungen noch heute mit fortgesetzter Lebhaftigkeit andauern, wo es ihrer schon zwei Millionen an Zahl sind? Diese Rotation wird doch durch keine äußere Rauigkeit oder durch Dichte des Äthers behindert noch durch irgend ein Gewicht oder innere Schwere. Was aber die materielle Trägheit angeht, nimmt sie nicht die Stelle von dem ein, was den Schwung aufnehmen und die Rotation fortsetzen muß?

59. Für diese (erste, äußere) Ursache (der Erdrotation) spricht auch folgender Umstand: So wie ein Kreisel sich stets nach der Seite dreht, in die sein Drehsinn zu Anfang gerichtet wurde, so geht es auch der Erde. Dafür, daß sie sich in einer bestimmten Richtung dreht und nicht in der entgegengesetzten, läßt sich keine andere Ursache anführen als die, daß der Schöpfer sie gleich zu Beginn veranlaßt hat, sich in dieser Richtung zu drehen.

60. Sehr wahrscheinlich hat sich diese andauernde Eigenschaft (*species*) der ersten Rotation in der Erde zu einer körperlichen Fähigkeit verwandelt und eingewurzelt, so daß sich in der Erde Fasern (*fibrae*) gebildet haben, die entsprechend der Richtung jener Bewegung angeordnet sind. Demnach müßte man sich alle Fasern geradlinig und achsenparallel, aber kreisförmig rund um die Achse stehend vorstellen — wie gerade Einschlagsfäden, die in kreisförmige Grundfäden eingewoben sind.

61. Dafür (daß die Erde sich das vom Schöpfer verliehene Drehmoment gewissermaßen zu eigen gemacht hat) spricht auch, daß der Schwung der Drehung nicht nachläßt, sondern heute noch als eben so schnell festgestellt wird, wie er einstmal war, wie sich durch genauen Vergleich mit der Jahreslänge ergibt. Dieses paßt mehr für eine innere Ursache als für eine äußere.

62. Wenn wir vorhin die Ursache der Achsenrichtung recht wahrscheinlich in eine körperliche Form, nach geraden, achsenparallelen Fasern, gebracht haben, so ist eine andere Strukturbildung (*informatio*) im Erdinnern noch viel wahrscheinlicher — nämlich nach kreisförmigen Fasern, von denen die Bewegungsfähigkeit abhängt. Nach dieser Vorstellung hat einundderselbe Globus gemäß dem von jenen (achsenparallelen, geraden Fasern) ausgeübten Zug die Eigenschaft (*ratio*) eines ruhenden, und gemäß der Rundheit dieser (kreisförmigen Fasern) die Eigenschaft eines beweglichen (Körpers).

63. Die Ärzte kennen sogar ein Beispiel für eine dreifache Kombination von Fasern. Beim Magen sind dreierlei Fasern so miteinander verflochten, daß sie dessen drei Fähigkeiten des Anziehens, Zurückhaltens und Ausstoßens darstellen.

64. Man kann dieser körperlichen Form (der Fasern) auch die Unterscheidung der Bewegungsrichtungen zuordnen, da es Beispiele dafür gibt, daß die Form eines Körpers die Ursache für seine Bewegung in eine bestimmte Richtung ist. Denn so wie der Magnet ein Eisen mit der einen Seite an sich zieht, mit der anderen aber abstößt, so dreht sich der Globus wegen der bei der ursprünglichen Einprägung der Bewegung entstandenen inneren Struktur nach jener Seite, zu der die kreisförmigen Fasern gerichtet sind.

65. Derselbe Globus wird auf Grund (*ratione*) der geraden Fasern ruhen und der Bewegung Stand halten und auf Grund der kreisförmigen Fasern bewegt werden und durch ihre materielle Trägheit bezüglich der Bewegung den Impuls (*impetum*) empfangen; schließlich wird er sich auf Grund der Form, die durch diese kreisförmigen Fasern ausgestreckt ist, bewegen.

66. Infolge der kreisförmigen Gebiete ist die Erde ihrer Struktur nach zwar sehr gut geeignet, sich eine Bewegung zu erteilen; trotzdem dürften diese aber eher Instrumente für eine Bewegungsursache sein als diese Ursache selbst. So sind im menschlichen Körper die Nerven, Muskeln, Bänder, Gelenke und Knochen wohl höchst vollkommen zur Bewegung geeignet, aber nicht die erste bewegende Ursache, sondern nur Instrumente der Seele, um den Körper zu bewegen.

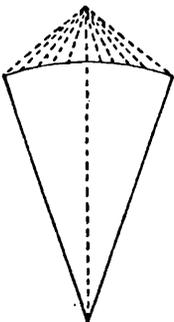
67. Die beständige Kraft oder gleichmäßige Geschwindigkeit der Rotation hat einen besseren Rückhalt in der Seele als in einer körperlichen Kraft. Auch der Ursprung des Bewegers deutet auf etwas Edleres als eine körperliche Form. Denn wenn es eine Erscheinung (*species*) ist, die auf die erste, äußere Bewegungsursache, nämlich Gott selbst, zurückgeht, kann es sich nur um einen selbst nicht beweglichen Erstbeweger, also eine Seele, handeln.

68. Wenn die Tiere, obwohl sie eine Seele haben, doch ermüden, so liegt das an der Beschaffenheit ihrer Körper mit ihren Wechselfällen, nicht aber an der bewegenden Seele. Beim Erdglobus fehlen derartige Ursachen; er ist stets in gleicher Weise zur Bewegung — oder noch vorzüglicher zur Ruhe — eingerichtet. Denn bei der Materie sind verneinende (*privativae*) Verhaltensweisen dauerhafter denn positive, als Sprosse der Formen, die erlöschen können.

Fallbewegung über der Erde

69. Wenn schwere Körper ausschließlich dem Zentrum (der Erde) zustreben würden, so müßten sie beim Wurf senkrecht nach oben wegen der sich drehenden Erde abseits vom Ort des Werfers niederfallen. Tatsächlich streben die schweren Körper aber nicht primär zum Zentrum, sondern nur akzidentell und sekundär, indem das Zentrum die Mitte und das Innerste des Körpers ist, dem die schweren Dinge an sich und primär zustreben und von dem sie angezogen werden.

70. Da die schweren Dinge aber dem Erdkörper von sich aus zustreben und von ihm angezogen werden, werden sie sich kräftiger auf die benachbarten Teile der Erde hinbewegen als auf entferntere. Deshalb folgen die schweren Dinge, während die senkrecht unter ihnen befindlichen benachbarten Gebiete dahinziehen, beim Herabfallen zur Oberfläche, die sich dahinbewegt, dieser auch kreisförmig so, als ob sie an die Stelle, über der sie sich befinden, durch das Lot angebunden wären. Hinzu kommt noch eine gleichartige Bindung durch unendlich viele Linien ringsum, wie durch schräge Sehnen, die weniger stark sind als jene (lotrechte) und alle in ihrer jeweiligen Richtung einen Zug auszuüben pflegen.



71. Ein eifriger, aber nicht genügend besonnener Astronom stellt den Fall eines Steines auf die Erde — bezogen auf den Weltraum — wie eine hin und her pendelnde Schlangenlinie dar, wobei die Zahl der Biegungen der Anzahl der Erdrotationen während des Falles entspricht. Dabei bedenkt er nicht, daß der Stein, wenn ihn die Gebiete aufgeben, über denen er sich zunächst senkrecht befand, von den nachfolgenden benachbarten Gebieten angezogen wird. Dabei wird der Fall immer nach jener Seite abgelenkt, in die sich die Erde dreht — anfangs sehr wenig und zuletzt immer mehr, weil die Anziehungskraft (*raptus*) aus der Nähe stärker ist.

72. Stellen wir uns vor, daß die Erde sich auf der Stelle dreht und daß ein schwerer Körper aus sehr großer Entfernung vom Himmel auf sie herabfiel, so würde seine Bewegung etwa in der hier grob dargestellten Form verlaufen, wo der Erdkreis (Äquator) in 14 Teile geteilt ist und die Fallkurve in ebensoviele, aber ungleiche, die oben kurz, unten aber immer länger sind. Die Teile des Kreises sind, nachdem sie ihre Aufgabe des Anziehens erfüllt haben, an ihre früheren Plätze zurückgekehrt; und nur die drei letzten, die dem Ende des Falls unmittelbar vorausgingen, haben nicht in lotrechter Richtung gezogen.

73. Eine große Kanonenkugel legt während ihres zwei Minuten dauernden Fluges durch die Luft eine Meile auf der Erde zurück. Inzwischen bewegt sich die Unterlage auf dem Äquator um acht Meilen nach Osten. Daher wird die Kugel, wenn sie dort nach Osten oder nach Westen abgefeuert wird, immer nach Osten getragen, nur in dem einen Falle etwas mehr als im anderen. Aber dieser ersonnene (*compositum*) Welt-Raum ist für den Raum auf der Erde, den die Menschen messen können, ohne Belang. Die Kraft und die magnetischen Fesseln, die auf die Kugel wirken, sind in beiden Fällen die gleichen.

74. Wenn die Kanonenkugel mit derselben Pulverexplosionskraft außerhalb des Anziehungsbereiches der Erde abgeschossen würde, würde sie nicht nur über eine oder über acht Meilen des Welt-Raumes fliegen, sondern über eine ganz unglaubliche Zahl davon.



Die Sonne als Zentrum des trinitarischen Kosmos

75. Die Philosophie des K o p e r n i k u s ordnet die Hauptteile der Welt unterschiedlichen Gebieten der Weltfigur an. Da nämlich in der Kugelfläche, dem Bilde Gottes des Schöpfers und Archetyp der Welt, drei Gebiete sind als Symbole der drei Personen der heiligsten Dreifaltigkeit — das Zentrum ist das Symbol des Vaters, die Oberfläche das des Sohnes und der Zwischenraum das des Heiligen Geistes —, sind ebensoviel Hauptteile der Welt geschaffen worden, je einer in je einem Bereich der Kugelfläche: die Sonne im Zentrum, die Fixsternsphäre an der Oberfläche und schließlich das Planetensystem in dem Gebiet zwischen der Sonne und den Fixsternen.

76. Wir betätigen uns in einem Wissenschaftszweig, der die Ursachen der Dinge aufdeckt, die Täuschungen des Sehens erörtert und den Geist höher, über die Schranken des Sehens, hinausführt. Niemand darf sich wundern, daß das Sehen vom Verstand — der Schüler vom Lehrer — etwas Neues lernt, was es vorher nicht wußte: Die Erde kann, für sich allein betrachtet, nicht als ein Hauptbestandteil der Großen Welt gelten, sondern ist einem dieser, nämlich dem Planetenbereich oder der Beweglichen Welt zuzurechnen und hat darin eine gewisse grundsätzliche Bedeutung inne. Die Sonne hingegen ist gegenüber der Zahl der Sterne etwas Besonderes und stellt einen der Hauptteile des ganzen Weltalls dar. Das hier über die Erde Gesagte gilt für sie als einen Teil des Weltgebäudes, aber nicht für die Würde der zur Herrschaft bestimmten Kreatur, welche sie bewohnt.

77. Die Vollkommenheit der Welt besteht in Licht, Wärme, Bewegung und Harmonie der Bewegungen, welche den folgenden Seelenfähigkeiten entsprechen: das Licht der sensitiven, die Wärme der vitalen und naturhaften, die Bewegung der animalischen und die Harmonie der rationalen. So besteht im Lichte der Schmuck der Welt, in der Wärme das Leben und Wachsen (*vegetatio*), in der Bewegung eine gewisse Tätigkeit und in der Harmonie die Kontemplation, worin *Aristoteles* die Glückseligkeit sieht.

78. Zu jeder Einwirkung gehören drei zusammenkommende Dinge: eine Ursache, durch welche — ein Gegenstand (*subjectum*), in welchem — und eine Form, unter welcher —. Bei allen Vorgängen der Welt hat die Sonne die Stelle des Bewirkenden, das Fixsterngebiet die des Formenden, Enthaltenden und Begrenzenden — und der Zwischenraum die des Subjektes. Mithin ist die Sonne der wichtigste Körper der ganzen Welt.

79. Die Sonne ist mit ihrem Licht überaus schön und gewissermaßen das Auge der Welt. Sie erleuchtet, bemalt und schmückt als Quelle des Lichtes und sehr helle Fackel die übrigen Weltkörper. Der Zwischenraum ist nicht selbstleuchtend, aber durchsichtig und klar; er ist der Fluß, durch den das Licht von seiner Quelle her weitergeleitet und verteilt wird. In ihm gibt es Kugelkörper und Geschöpfe, über die sich das Sonnenlicht ergießt und die es genießen. Die Fixsternsphäre spielt die Rolle eines Beckens, in das dieser Lichtstrom mündet; sie ist wie eine undurchsichtige und erleuchtete Wand, die das Sonnenlicht zurückwirft und dabei verdoppelt; man kann sie sehr richtig mit einer Laterne vergleichen, welche die Winde abhält.

80. Bei den Tieren teilt das Gehirn als Sitz der Sinnesfähigkeit dem ganzen Lebewesen alle Sinneswahrnehmungen mit und bewirkt durch das gemeinsame, allgemeine Sinnesbewußtsein (*sensus communis*), daß die (einzelnen) Sinne alle anwesend sind, indem es sie gewissermaßen anreizt und zur Wachsamkeit mahnt. So hat bei diesem Vergleich die Sonne die Stelle des allgemeinen Sinnesbewußtseins inne, während die Globen im Zwischenraum die Sinnesorgane und die Fixsterne die Objekte der Sinneswahrnehmungen darstellen.

81. Hinsichtlich der Wärme ist die Sonne der Herd (*focus*) der Welt, an dem sich die Kugeln im Zwischenraum erwärmen. Die Fixsternsphäre hält die Wärme zusammen, daß sie nicht auseinanderfließt — wie eine Weltmauer oder — um mit einem Psalm *Davids* zu sprechen — wie eine Haut oder ein Gewand. Die Sonne

ist, wie die Pythagoreer sagten, Feuer — oder nach Demokrit ein Stein oder eine Masse in Glut. Die Fixsternsphäre ist Eis oder — im Gleichnis zu sprechen — eine Kristall(hohl)kugel.

82. Was die Bewegung angeht, so ist die Sonne die Erstursache der Planetenbewegungen im Weltall und der erste Bewegter, auch bezüglich ihres Körpers. Im Zwischenraum ergehen sich die beweglichen Dinge, nämlich die Planetenkugeln. Der Fixsternbereich gewährt ihnen Raum und Basis, auf die sie sich gewissermaßen stützen. Da er selbst unbeweglich ist, kann man durch Vergleich mit ihm den Vorgang der Bewegungen erkennen.

83. In der Harmonie der Bewegungen hat die Sonne jenen Platz inne, in dem allein die Planetenbewegungen einen quantitativ harmonisch abgestimmten Anblick gewähren. Die Planeten selbst durchlaufen den Zwischenraum und stellen das Subjekt oder die Grenzmarken dar, worin die Harmonien zustandekommen. Die Fixsternsphäre oder der Tierkreis liefert die Maße, aus denen die Größe der scheinbaren Bewegungen erkannt wird.

Eigenschaften des Äthers

84. Außer den Planeten selbst befindet sich in deren Bahnbezirken und ihren Zwischenräumen nur noch der Äther (*aura aetherea*). Er ist sehr klar und gibt den beweglichen Körpern ebenso leicht nach wie dem Licht der Sonne und Sterne. Er ist fast unendlich dünner als unsere Luft, auch wenn sie sehr rein ist. Dies lehrt die Optik infolge der Brechungen.

85. Die dem Äther anliegende Luft bewirkt eine Brechung von ungefähr 30 Bogenminuten und an Luft angrenzendes Wasser eine solche von rund 48 Grad. Daraus folgt irgendwie, daß die Dichten von Wasser zu Luft und von Luft zu Äther in kubischer Proportion stehen. Denn 30 Minuten sind in 48 Grad ungefähr einhundertmal enthalten. Das Quadrat davon ist Zehntausend und die Kubikzahl eine Million. Um soviel ist also die Luft dünner als das Wasser und der Äther dünner als die Luft.

86. Wir können ohne Schaden einräumen, daß der Widerstand des Äthers nicht gänzlich gleich Null ist, so daß die Bewegungen der Gestirne davon ein klein wenig behindert werden, wie sie ja auch wegen ihrer eigenen Körpermaterie einen gewissen Widerstand leisten. Wenn man aber keinen Ätherwiderstand zugeben darf? Wäre es dann glaubhafter, daß der einen beweglichen Himmelskörper ganz nah umgebende Äther dessen Kugel wegen seiner überaus großen Klarheit begleitet?

87. Wenn man sich die Fixsternsphäre als Hohlspiegel vorstellt, so wird ein im Zentrum befindliches Auge allenthalben sich selbst sehen, und die Strahlen eines Lichts in der Mitte werden alle nur im Zentrum wieder vereinigt werden. Also gebührt der Sonne als Quelle des Lichtes und Auge der Welt der zentrale Platz, damit sie (im Gleichnis: Gott Vater) sich in der ganzen Hohlfläche (im Gleichnis: Gott Sohn) betrachte, sich in ihrem Bilde gefalle, sich selbst erleuchte und erwärme.

Planetensystem und Astronomische Einheit

88. Man unterscheidet primäre Planeten, deren Körper um die Sonne laufen, und sekundäre, deren runde Bahnen um einen der primären angeordnet sind, so daß sie sich mit ihm gemeinsam um die Sonne bewegen. Man glaubt, daß Saturn davon zwei habe und mitführt, die bisweilen mit Hilfe des Fernrohrs sichtbar werden. Jupiter hat ihrer vier um sich und die Erde einen, der „Mond“ heißt. Von Mars, Venus und Merkur, die selbst primäre Planeten sind, steht noch nicht fest, ob sie auch Begleiter oder ein solches Gefolge haben.

89. In der Theorischen Lehre sind nur sieben Planeten zu behandeln — sechs sogenannte primäre: Saturn, Jupiter, Mars, Erde (scheinbar die Sonne), Venus und Merkur — sowie als einziger unter den sekundären der Mond, weil nur dieser um die Erde, unseren Wohnsitz, umläuft. Die anderen sekundären gehen uns nichts an, die wir Bewohner der Erde sind und sie auch nicht ohne vorzüglichste Fernrohre erblicken.

90. Um die Abstände der einzelnen Planeten zu messen, müssen wir ein Maß verwenden, das uns am nächsten verbunden und damit auch irgendwie bekannt ist. Das ist die Weite der runden Bahn, in der die Mittelpunkte der Erde und der Mondbahn sich um die Sonne bewegen — oder deren Halbmesser, die Entfernung der Erde von der Sonne. Das ist eine sachgemäße Längeneinheit (*decempeda*); denn unsere Erde ist der Wohnsitz, von dem aus wir die himmlischen Entfernungen messen, sie ist unter den Planeten der mittlere und hat ihnen gegenüber aus vielen Gründen eine grundsätzliche Bedeutung. Die Sonne aber ist nach dem Augenschein und der daraus folgenden Ansicht der vorzüglichste unter den Planeten; wie indessen die Vernunft lehrt, ist sie das Herz des Gebietes der beweglichen Körper, welches wir auszumessen uns vorgenommen haben. Also hat unsere Maßeinheit zwei ganz besonders ausgezeichnete Enden: die Erde und die Sonne.

91. Wie K o p e r n i k u s sicher erwiesen hat, sind die Entfernungen der Planeten von der Sonne, die der Erde = 1 gesetzt: Saturn etwas weniger als 10, Jupiter 5, Mars $1\frac{1}{2}$, Venus $\frac{3}{4}$, Merkur $\frac{1}{3}$ — ungefähr. Es ist aber zu bemerken, daß die Abstandsverhältnisse an verschiedenen Stücken der Bahnen unterschiedlich sind — besonders bei Mars und Merkur.

92. Um die Proportionen der Weltkörper aufzuspüren, muß man aus den folgenden Gründen bei der Erde anfangen: Sie ist der Wohnsitz der betrachtenden Kreatur, welche zudem das Bild Gottes des Schöpfers ist. Gott hat lt. M o s e im Anfang Himmel und Erde geschaffen. Die Erdbahn ist die mittlere unter den Planetenbahnen und deren gemeinsame Grenzmauer, die auch die mittlere geometrische Proportion zwischen den Schranken der (Bahnen der) oberen und unteren Planeten darstellt. Schließlich fordert das ganze Gebäude der Proportionen, daß Gott bei der Anpassung der Körper und Intervalle an den als zuvor entstandenes Maß dienenden Körper der Sonne bei der Erde begonnen hat.

93. In der Schöpfungsordnung ist der Sonnenglobus der erste aller Weltkörper — wenigstens urbildlich (archetypisch), wenn nicht auch zeitlich. Denn lt. M o s e ist das Werk des ersten Schöpfungstages das Licht, als welches wir den Sonnenkörper verstehen können; und dieser Körper hat in der Natur eine so vielfältige Führungs-

stellung inne — warum nicht auch hinsichtlich der Quantität und der Zeit seiner Erschaffung?

94. Für die anfängliche — und für die Maße der nachfolgenden Weltkörper bestimmende — Größe der Sonne gibt es keine archetypische Ursache. Wäre etwa die Sonne doppelt so groß geschaffen, so wäre danach auch jeder andere Himmelskörper, das ganze übrige Universum und der Mensch darin doppelt so groß geworden, als es jetzt der Fall ist.

Sonnenparallaxe und Erdgröße

95. Die Größe der Erde wurde auf Grund des Sonnenblicks an die der Sonne angepaßt. Denn die Erde war zum Wohnsitz der betrachtenden Kreatur bestimmt, zu deren Wohl die ganze Welt geschaffen ist. Und das erste Sichtbare ist das Licht oder die Sonne als Werk des ersten Tages und als überragendstes, primäres Sehobjekt, das für alle übrigen die Ursache ihrer Sichtbarkeit werden sollte.

96. Die Sonne nimmt, von der Erde aus in ihrem entferntesten Bahnpunkt betrachtet, genau einen halben Grad oder $\frac{1}{720}$ des Vollkreises an. Das muß einen archetypischen Grund haben, da es keinen geometrischen Grund für gerade eine solche Kreisteilung gibt. Sie ist aus der Zusammensetzung von Figuren und somit aus harmonischen Verhältnissen (*rationibus*) genommen.

97. Der Tierkreis, in dem alle Planeten ihre wahren und die Sonne ihre scheinbaren Bewegungen, welche harmonisch sind, ausführen mußten, wurde notwendigerweise auf Grund des Aussehens des Ersten Körpers (des scheinbaren Sonnendurchmessers) in eine der Harmonik eigentümliche Anzahl von Teilen geteilt; den 720 ist die Zahl der kleinsten Abschnitte auf dem Monochord zur Erzeugung sämtlicher Dur- und Moll-Tonarten.

98. Wenn der Sonnendurchmesser $\frac{1}{2}$ Grad für den irdischen Betrachter ausmacht, so folgt daraus, daß das Zentrum der Erdkugel vom Sonnenmittelpunkt etwas mehr als 229 Sonnenradien entfernt ist.

99. Um die Ursache für die Größe des Erdkörpers anzugeben, bedarf es noch eines zweiten Axioms: Da die Erde zum Wohnsitz der messenden Kreatur bestimmt war, gehörte es sich, daß sie mit ihrem Körper das Maß für die übrigen Weltkörper — und mit ihrem Radius, als einer Strecke, das Maß für die Strecken, das heißt Intervalle, liefern würde. Nun besteht aber ein Unterschied zwischen dem Messen von Körpern und dem Messen von Strecken; und da die Körper von Erde und Sonne einander direkt proportional sind und dasselbe für den Erddurchmesser und den Abstand der Erde von der Sonne gilt, ist es am allerbesten mit einer rechten, wohlabgestimmten und ordentlichen Einrichtung im Einklang, daß jene beiden Proportionen einander gleich sind. So oft also der Körper der Erde im Körper der Sonne enthalten ist, ebenso oft soll deshalb auch der Halbmesser der Erde in dem Abstand der Mittelpunkte von Sonne und Erde enthalten sein.

100. Setzen wir den Halbmesser der Sonne zu 100 000 Streckenteilen an, so mißt die Entfernung der Zentren von Sonne und Erde 22 918 166 solcher Teile.

Die Quadratwurzel aus dem Quotienten, welcher den Kubus des Sonnenradius als Dividend und die Entfernung Sonne—Erde als Divisor hat, ergibt dann 6606 für den Erdradius. Demnach ist der Sonnenhalbmesser etwas mehr als fünfzehnmal so groß wie dieser, und der Sonnenkörper enthält das Erdvolumen rund 3469mal.

101. Wenn die Alten mit ihrer Annahme über die Sonnenentfernung recht gehabt hätten, müßte die Sonne eine Parallaxe von drei Minuten haben. Nun hat aber der Mars, wenn er näher als die Sonne ist, nach eigenen Beobachtungen keine merkliche Parallaxe. Also muß der Mars selbst in Erdnähe immer noch mehr als 1200 Erdhalbmesser — den früher für die Sonnendistanz angenommenen Wert — entfernt sein.

102. Nach Beobachtungen mit den alten Instrumenten und auch mit dem neuen belgischen Teleskop ergeben sich die Durchmesser von Mars und Venus zu ganz wenigen Minuten. Wäre uns die Sonne so nahe, wie die Alten gesagt haben, dann müßten uns jene Planeten entsprechend so nahe kommen, wie *T y c h o B r a h e* laut *K o p e r n i k u s* ausgesprochen hat. Dann würde Mars in Anbetracht seines geringen scheinbaren Durchmessers in Wirklichkeit noch viel kleiner sein — kleiner als die Erde. Es steht aber nicht in Einklang mit der Wohlordnung (*ornatus*) der Welt, daß ein äußerer Planet kleiner wäre als ein innerer.

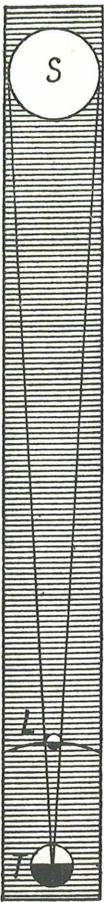
103. Naturgemäß (*physice*) ist aber zu verlangen, daß der Körper der Sonne, der den Planeten die Bewegung zukommen läßt, sehr viel größer sei als alle beweglichen Himmelskörper zusammengenommen.

Entfernung und Radius des Mondes

104. Nachdem die Größe der Erde bestimmt ist, folgt als nächstes die Bestimmung der Größe des Mondes, weil dieses Gestirn der Erde in besonderer Weise zugeteilt ist, um das Gedeihen (*vegetatio*) der irdischen Geschöpfe zu fördern, und weil es von der beobachtenden Kreatur auf Erden überhaupt und als erstes Gestirn beobachtet werden sollte, und weil sich dabei fast die gleichen Verhältniswerte ergeben.

105. Es ziemte sich, daß der Mond bei seiner größten Entfernung von der Erde mit seinem scheinbaren (sichtbaren) Durchmesser $\frac{1}{720}$ des Kreises einnehmen würde — sowohl wegen dieser Zahl an sich, wie weiter oben ausgeführt, als auch damit die beobachtende Kreatur durch das vom Schöpfer so eingerichtete Schauspiel der Sonnenfinsternis über den Lauf der Gestirne belehrt würde. Dieses geschah dann am besten, wenn die Halbmesser von Sonne und Mond bei deren jeweils größter Entfernung einander gleich erschienen, so daß der Mond die Sonne gegebenenfalls genau bedecken kann.

106. Aus den beiden oben aufgestellten Axiomen folgen zwei Dinge, deren jedes selbst sonst wegen seiner sehr hohen Glaubwürdigkeit als Axiom hätte aufgestellt werden können. Erstens ergibt sich aus der Gleichheit des Verhältnisses von Erdkörper zu Sonnenkörper mit dem Verhältnis vom Erdradius zum Halbmesser der Erdbahn um die Sonne, daß der Mondkörper ebenso oft im Erdkörper



aufgeht, wie der Erdradius in der Entfernung Mond—Erde. Denn die Erde, als Wohnsitz der messenden Kreatur, mißt mit ihrem Körper den kleineren Körper des Mondes so, wie sie zuvor den größeren der Sonne gemessen hat; und die Messung von Bahn und Körper des Mondes ist — vor allen anderen Planetenkörpern — Sache der Erde.

107. Zweitens folgt aus dem Vorausgeschickten in einer längeren Beweisführung, für die ich auf meinen „Hipparch“ verweise, daß der Halbmesser der Mondbahn die mittlere Proportionale ist zwischen dem Halbmesser der Erdbahn und dem Erdradius. Also verhält sich der Erdradius zum Halbmesser der Mondbahn wie dieser zum Halbmesser der Erdbahn. Diese Gleichung ist an sich schon überaus wahrscheinlich, weil die Mondbahn so um die Erde angeordnet ist wie die Erdbahn um die Sonne.

108. Wir setzen den Mondradius zu 100 000 Streckenteilen an, multiplizieren die Kubikzahl davon mit der Maßzahl des Mittelpunktabstandes von Erde und Mond in den gleichen Einheiten — 22 918 166 — und ziehen daraus die biquadratische Wurzel; so erhalten wir 389 085 für den Erdradius. Denn so wie dieser knapp 59mal in der Mondentfernung enthalten ist, so verhalten sich auch die Kuben der entsprechenden Zahlen und damit die Kugeln („Globen“) dieser beiden Himmelskörper. Mithin ist der Mondradius etwas weniger als viermal im Erdradius enthalten.

109. Setzen wir den Erdradius zu 1 an, so ist der Sonnenabstand $3469 \frac{1}{3}$; die Quadratwurzel daraus ergibt knapp 59. So groß ist die Mondentfernung, gemessen in Erdradien. Die Kubikwurzel aus dem Quotienten $\frac{1}{59}$ liefert den Mondradius in derselben Maßeinheit.

110. Also verhalten sich die Durchmesser von Sonne und Mond zueinander ebenso wie die Sonnenbahn zur Mondbahn oder wie diese zum Erdradius, nämlich wie knapp 59:1. Mithin enthält der Körper der Sonne den des Mondes mehr als 200 000mal.

Proportionalität von Bahnradius und Volumen der Planeten

111. Hinsichtlich der Größenverhältnisse der Planetenkörper ist nichts mit der Natur besser in Einklang, als daß sie mit der Ordnung ihrer Sphären übereinstimmen, so daß von den sechs primären Planeten Merkur am kleinsten ist, weil er der innerste ist und die engste Bahn hat. (Es folgen entsprechend ihren Bahnabmessungen: Venus, Erde, Mars — also größer als die Erde! —, Jupiter und als größter Planet Saturn.)

112. Nun haben die Körper drei Dimensionen: hinsichtlich ihrer Durchmesser, ihrer Oberflächen und ihrer Rauminhalte. Dabei ist den Oberflächen die zweite

und den Inhalten die dritte Potenz (*proportio*) der Durchmesser zugeordnet. Daher ist zu erwarten, daß den Verhältnissen der Abstände eine dieser Körperpotenzen angepaßt sei.

113. Zum Beispiel könnte für Saturn, der von der Sonne fast zehnmal so weit entfernt ist wie die Erde, der Durchmesser entweder zehnmal so groß sein wie jener der Erde, die Oberfläche hundertmal so groß und der Körper tausendmal so groß wie bei der Erde; oder aber die Oberfläche könnte zehnmal so groß sein wie jene der Erde, so daß für das Körperverhältnis die $3/2$ -Potenz der Abstände gelten würde und Saturn dreißigmal so groß wäre wie die Erde, so wie er auch dreißigmal langsamer ist — und für die Durchmesser käme wenigstens die halbe Potenz der Entfernungen in Betracht, nämlich etwas mehr als drei. Schließlich aber könnten die Körper selbst den Abständen proportional sein. Dann wäre Saturn wenigstens zehnmal so groß wie die Erde entsprechend seiner zehnfachen Entfernung, für die Oberflächen würde die Potenz $2/3$ der Abstände und für die Durchmesser $1/3$ als Potenz gelten. Dann wäre der Durchmesser des Saturn etwas mehr als doppelt so groß wie jener der Erde.

114. Die erste dieser Möglichkeiten widerlegen unanfechtbar sowohl archetypische Überlegungen (*rationes*), wie auch die Durchmesserbeobachtungen mit dem Belgischen Teleskop. Für die zweite Möglichkeit war ich bisher; die dritte aber erweist *Remus Quietanus* als richtig. Für mich schienen bessere archetypische Gründe zu sprechen; auf seiten von *Remus* stehen aber Beobachtungen, gegen die ich wegen ihres diffizilen Charakters Bedenken hatte. Ich gebe aber *Remus* und den Beobachtungen nach. Denn Jupiter schien mir bei Opposition in Erdnähe häufig etwa 50 Sekunden einzunehmen, und Saturn schätzt *Remus* auf 30 Sekunden. Mars erscheint im Wassermann in erdnahe Opposition zwar größer als Jupiter, aber nicht viel. Nun würde ein der Erde gleicher Körper aus der von uns als Sonnenentfernung angenommenen Distanz von 3469 Erdradien unter einem Durchmesser von 2 Minuten erscheinen. Aus Marsnähe würde dieser Körper mehr als 5 Minuten einnehmen und damit sechs Jupitern gleichkommen. Um wieviel also der Durchmesser des Marsglobus größer wird als der der Erde, um soviel ausgedehnter wird er sich darbieten. Wir dürfen den Marsdurchmesser also nur um etwa $1/6$ größer machen als den der Erde. Das entspricht der dritten Möglichkeit.

115. Sogar aus archetypischen Überlegungen heraus wird diese Möglichkeit sich als recht dienlich erweisen. So wie vorhin die Verhältnisse der Körper Sonne—Erde und Erde—Mond gleich denen zwischen Erdradius und Bahnhalbmessern waren, so werden nun auch die Verhältnisse der Planetenkörper gleich denen ihrer Bahnradien.

116. Demnach ergeben sich für die Rauminhalte (*moles*) der Planeten die folgenden Werte im Vergleich zur Erde = 1: Saturn etwas weniger als 10, Jupiter mehr als 5, Mars $11/2$, Venus etwas mehr als $2/3$ und Merkur etwas mehr als $1/3$.

117. Es trifft keineswegs zu, daß auch die Körper der anderen Planeten nach den gleichen Regeln wie die Erde dem Sonnenkörper angepaßt werden mußten. Denn dann wäre Merkur der größte und Saturn der kleinste geworden. Dies steht aber sowohl mit den oben angeführten Gründen wie mit den Beobachtungen im Widerspruch. Saturn nimmt bei der Opposition am Mitternachtshimmel, wenn er

neunmal so weit entfernt ist wie die Sonne, rund 30 Sekunden ein. So nahe wie die Sonne würden es $4\frac{1}{2}$ Minuten sein, während die Erde aus einer solchen Entfernung 2 Minuten groß erscheinen würde. Daher ist der Durchmesser des Saturn mehr als doppelt so groß wie jener der Erde.

118. Ferner gilt, was ich bereits zu Beginn dieses Kapitels gesagt habe: Die Tatsachen (*res*) machen es völlig einleuchtend, daß beim Setzen der Proportionen mit der Erde begonnen wurde. Denn die Beobachtungen des Mondes und der Finsternisse bezeugen die Gleichheit der beiden Proportionen, die zwischen den Körpern von Mond und Erde einerseits und zwischen den Durchmessern von Erde und Mondbahn andererseits bestehen. Dieser Beobachtungsgewißheit können wir uns in keiner Weise widersetzen. Es wäre auch äußerst wahrscheinlich, daß die Erde durch die gleichen Regeln (*leges*) der Sonne angepaßt würde. Auch hierfür besitzen wir vorzüglich passende Beobachtungen, nach denen die Sonnenentfernung nicht 1200 Erdradien, sondern den dreifachen Wert erfordert.

119. Die Erde ist also gewiß das Maß für die Körper sowohl der Sonne und des Mondes, wie auch der Sphären derselben. So konnte der Körper des Saturn oder irgendeines anderen Planeten keineswegs hierfür zum Maß gemacht werden. Hierfür haben wir sichere Durchmesserbeobachtungen als Zeugen angeführt. Allein die Erde ist also ein solches Maß; und die Natur verlangt, daß das Maß bei der geordneten Gestaltung (*conformatio*) der Dimensionen den Anfang bildet.

Proportionalität der Masse zur Quadratwurzel aus dem Volumen der Planeten, Dichtesequenz

120. Es ist unwahrscheinlich, daß die Körper der sechs Planeten alle die gleiche Dichte (*densitas materiae*) haben. Denn wo schon eine gewisse Vielheit von Körpern sein muß, sollte auch zur Unterscheidung eine Mannigfaltigkeit der Beschaffenheit zur Geltung kommen, damit es wirklich viele werden. Die vornehmlichste Eigenschaft (*conditio*) von Körpern als solchen ist die innere Anordnung ihrer Bestandteile. Ungleiches Volumen (*moles*) ist eine Eigenschaft, die den Körpern durch ihre den Rauminhalt festlegenden Oberflächen gegeben wird und die auf ihre inneren Eigenschaften ohne Einfluß ist. Ein vorzügliches Argument für die Ungleichheit der Massen (*materiae*) ergibt sich aber aus der Beobachtung der Perioden, die, wie wir noch hören werden, mit gleicher Dichte der Globen nicht vereinbar ist.

121. Sodann leuchtet es ein, daß ein Körper umso dichter ist, je näher er sich der Sonne befindet. Denn die Sonne selbst ist von allen Weltkörpern der dichteste überhaupt. Das bezeugt die unermessliche, vielfältige Kraft, die nicht ohne ein ihr entsprechendes Subjekt sein kann. Und die dem Zentrum nahen Bereiche (*loca*) lassen allein schon den Gedanken an Enge aufkommen, wie sie auftritt, wenn viel Materie auf engem Raum zusammengedrängt ist.

122. Man darf nicht das Maß der Dichte proportional zur Körpergröße setzen. Zum Beispiel verhalten sich Entfernung und Volumen (*amplitudo globi*) von Saturn

und Jupiter zueinander ungefähr wie 10:5. Ich erkläre, daß die Dichten nicht im gleichen Potenzverhältnis stehen dürfen. Denn sonst würde gegen ein anderes Gesetz der Mannigfaltigkeit verstoßen, indem für alle Planeten die gleiche Masse herauskäme. Das Produkt von Saturnvolumen 10 mit einer Dichte 5 ergäbe ebenso 50 wie das Produkt des Jupitervolumens mit einer Dichte 10.

123. Trefflicher und schöner scheint es, daß weder die Volumina der Globen bei unterschiedlicher Dichte, noch die Dichten bei ungleichen Volumina, noch auch die Massen bei unterschiedlichen Rauminhalten und Dichten jeweils gleich sind, sondern daß vielmehr alles variiert, indem nach der gleichen Reihenfolge, in der die Planeten vom Zentrum her angeordnet sind — ich sage: Reihenfolge, nicht Proportion (oder Potenz) —, die Volumina (*spacia*) der Körper und darin die ‚Dünne‘ (*raritas* = reziproke Dichte) sowie auch die Masse selbst zu bemessen sind.

124. Wenn Saturn die Masse 50 hätte, würde für Jupiter zwar weniger als 50, aber mehr als die Hälfte — 25 — bleiben, also etwa 36. Es werden dann die Volumina wie 50:25, die Massen wie 50:36, die reziproken Dichten wie 50:36 oder 36:25, oder umgekehrt die Dichten wie 25:36 oder 36:50 sein.

125. Früher, als ich Massengleichheit annahm, mußte ich die Volumina proportional zu den Perioden setzen. Danach hätten sich die Rauminhalte von Saturn und Jupiter wie 30:12 verhalten. Meine und Remus' Beobachtungen der Durchmesser haben dieses Verhältnis als zu groß widerlegt.

126. Diese Beobachtungen legen nahe, die Masse genau proportional zur Potenz $\frac{1}{2}$ (Quadratwurzel) des Volumens — und damit zur Potenz $\frac{3}{2}$ des Durchmessers und $\frac{3}{4}$ der Oberfläche — anzusetzen.

127. Auf diese Weise gehen sowohl die Masse wie die Dichte mit der Quadratwurzel der Sonnenentfernung, und zwar einerseits direkt, andererseits umgekehrt ihr proportional, indem der massereichere Körper die geringere Dichte hat. Das ist überhaupt die beste Ausgleichslösung (*mediatio*). Dann ist Saturn doppelt so weit entfernt wie Jupiter, anderthalbfach schwerer und anderthalbfach materiell dünner (*ravior*), oder Jupiter anderthalbfach dichter. Vergleicht man bei einem Planeten allein, etwa Saturn, die Potenzen, so ist die zweite Potenz der Entfernung dem Gewicht (Masse) und die zweite Potenz der Dünne dem Volumen proportional.

128. Dasselbe wird auch durch die geometrische Harmonie (*concininitas*) der halben Potenz der Entfernungen bestätigt. Nehmen wir als bequeme Zahlen für die Sonnenentfernungen zweier Planeten beispielsweise 1 und 64, dann müssen die beiden mittleren Proportionalwerte 4 und 16 gebildet werden, um die übrigen Dimensionen der Körper zu bilden. Es verhalten sich dann die Volumina (*corpora ipsa*) wie 1:64, ihre Oberflächen wie 1:16 oder 4:64 und die Durchmesser wie 1:4 oder 4:16 oder 16:64. Nunmehr wird zwischen den Entfernungen — 1:64 — der eine mittlere Proportionalwert 8 aufgestellt, denn es soll innerhalb der Körper die Materie, also ein einziges Ding, physisch dargestellt werden. Dann verhalten sich die Massen wie 1:8 oder 8:64; ebenso verhalten sich die Werte der Dünne — oder umgekehrt die Dichten sind wie 8:1 oder 64:8.

129. In diesen Regeln steckt nichts über die Art und Weise, nach der irgendein körperliches Gebilde (*corpulentia*) dichter oder dünner wird, ob nur in der Länge, oder auch in der Breite, oder schließlich in allen drei Dimensionen. Denn die ein-

geführte Potenzproportion schreibt (nur) eine bestimmte Menge eines zu verdichtenden Dinges vor, mit der jene verschiedenen Arten der Kondensation geschehen. Die Menge (*copia* = Massenwert) bleibt immer dieselbe.

130. In der folgenden Tabelle sind die Dichten der Planetenkörper aufgeführt. Ich habe sie nach diesen Prinzipien berechnet und immer die mittlere Proportionale zwischen den Entfernungen je zweier von der Sonne — oder genauer zwischen den Durchmessern von deren Sphären oder Bahnen — gesucht und die Zahlen dann abgerundet. Beigefügt habe ich die jeweils am besten dazu passenden Verhältniswerte für irdische Stoffe — siehe mein in deutscher Sprache geschriebenes Buch aus dem Jahre 1616 über Gewichte und Maße.

Saturn	324	Härteste Edelsteine
Jupiter	438	Magnetstein
Mars	810	Eisen
Erde	1000	Silber
Venus	1175	Blei.
Merkur	1605	Quecksilber.

Damit behalten wir für die Sonne das Gold vor, dessen Dichte in diesem relativen Maß (*proportio*) 1800 oder 1900 ist.

Maßbeziehungen zwischen kleiner und großer Welt

131. Über den von der ganzen Welt eingenommenen Raum, der von der Fixsternsphäre begrenzt wird, kann man nicht einmal nach der Lehre des *Kopernikus* von der Beobachtung her Entfernungsangaben machen. Er erscheint wirklich fast unendlich, da ihm gegenüber der Abstand Sonne — Erde, den die Alten zu 1200, ich aber zu 3469 Erddurchmessern angesetzt habe, unmerklich ist. Dennoch eröffnet die Vernunft (*ratio*), indem sie den begonnenen Weg beharrlich weiterverfolgt, auch dahin einen Pfad.

132. Zunächst betrachten wir als Beispiel die Erde und die Bahnen von Mond und Sonne, weil die Proportionen der ganzen Welt aus den der Erde eigentümlichen abgeleitet werden. Der von diesen drei Körpern und ihren Bahnen beschriebene Bereich ist sozusagen eine kleine Welt.

133. Denn was die Sonne für *Kopernikus* im Fixsternbereich ist, das ist die Erde — wenigstens scheinbar — in der Sphäre oder dem Gebiet der Sonne, für *Tycho* sogar in Wirklichkeit. Und so wie die Sonne im Zentrum der Fixsterne ist, selbst unbewegt in unbewegter Wohnstätte, so ist auch die Erde — wenigstens hinsichtlich der Bewegungen des Mondes — unbewegt im Zentrum der gleichsam unbewegten Sonnensphäre. Denn so wie der Bereich der Planeten um die Sonne angeordnet ist, so führt die Bahn des Mondes um die Erde. Dort bilden die Fixsterne für die Planeten, hier die Sonne selbst für den Mond die Grenzlinie (*limes*), zu der dieser nach Ablauf eines Monates und aller Phasen zurückkehrt.

134. Daher leuchtet es ein, daß, so wie die Mondbahn aus triftigen Gründen zur mittleren Proportionalen zwischen der scheinbaren Sonnenbahn und dem Körper der Erde in deren Mitte gemacht wurde, so auch das Planetengebiet oder die Saturnbahn ganz außen die mittlere Proportionale ist zwischen der äußersten Fixsternsphäre und dem Körper der Sonne im Mittelpunkt der Welt.

135. Dasselbe ergibt sich auch aus der Betrachtung der großen Welt selbst, ohne Hinblick auf die kleine Welt. Einerseits nämlich haben die Planeten (*mobilia*) einen Hang zur Unbewegtheit des umgebenden Körpers, der den Ort (*locus* = Platz und Bezugssystem) liefert, indem sie der Bewegung widerstehen, daß sie nicht so rasch bewegt werden, wie der Bewegter erstrebt (*affectat*). Andererseits nehmen sie vom Bewegter bis zu einem gewissen Maße Bewegung an, so daß sich bei den bewegten Himmelskörpern (*mobilia*) irgendwie die vom Bewegter kommende Bewegung und die vom Raum gewährenden Körper kommende Ruhe mischen. Wenn es gestattet ist, eine physikalische Sache mit mathematischen Worten auszusprechen, können die beweglichen Körper sehr passend als mittlere Proportionale zwischen dem Körper, der die Quelle der Bewegung ist, und dem unbewegten Körper, der den Ort bietet, bezeichnet werden.

136. Da dieses sowohl physikalisch wie räumlich wahr ist (denn die Quelle ist innen, der Raum außen, die beweglichen Körper in der Mitte dazwischen), ist also nichts wahrscheinlicher, als daß auch geometrisch der Halbmesser des Planetengebietes die mittlere Proportionale ist zwischen den Halbmessern des Sonnenkörpers und der Fixsternsphäre, so daß sich der Sonnenglobus zum sphärischen System aller Planeten ebenso verhält wie dieses zum sphärischen Körper der ganzen Welt, welcher von der Fixsternregion begrenzt ist.

137. Das Verhältnis zwischen den Durchmessern der Sonne und des Planetengebietes kennen wir aus dem Winkel, den der Körper der Sonne für unseren, durch mathematische Instrumente unterstützten Gesichtssinn einnimmt. Da er nämlich nahezu einen halben Grad beträgt, folgt daraus, daß die Sonne vom Beobachter 229 ihrer Halbmesser entfernt ist. Der Beobachter befindet sich aber auf der Erde; und die Erdbahn, die um die Sonne läuft, hat einen Durchmesser, der etwas größer ist als $\frac{1}{10}$ des Durchmessers der Saturnbahn. Also enthält die äußerste Planetenbahn — die des Saturn — fast zehnmal soviel Sonnendurchmesser; das sind rund 2000.

138. Die Fixsternsphäre enthält ihrerseits wiederum ebensoviele Saturnbahndurchmesser wie dieser Durchmesser des Sonnenkörpers, nämlich rund 2000. Mithin enthält der Fixstern(sphären)durchmesser rund 4 000 000 Sonnendurchmesser und 60 000 000 Erddurchmesser.

139. Nach alter Lehre sollte in einer mäßig großen Saturnsphäre eine fast unendlich rasche Bewegung vorkommen. Das ist viel unglaublicher als gar keine Bewegung bei einem überaus weiten, nahezu unendlichen Subjekt. Außerdem steht dies weder mit den Beobachtungen von *B r a h e* in Widerspruch, noch ist es unsinnig, wenn Ruhendes von Bewegtem durch eine immense Entfernung getrennt ist.

140. Die drei Körper — die Sonne, der das ganze Weltall durchdringende Äther und die alles einschließende Fixsternsphäre — sollten wohl je gleichviel Materie enthalten. Danach wäre ein Drittel der Masse des Universums im Sonnen-

körper zusammengedrängt, ein weiteres Drittel wäre über den gewaltigen Welt-
raum hin verdünnt und ausgebreitet, so daß die Sonne in ihrem Körper ebensoviel
Materie besitzt, wie sie außerhalb davon antrifft, um sie mit der sehr mächtigen
Kraft ihres Lichtes zu erhellen und mit ihren Strahlen zu durchdringen. Das letzte
Drittel schließlich wäre zu einer Kugelschale (*orbis*) ausgedehnt und umgäbe die
Welt außen wie ein Gemäuer.

141. Um das Verhältnis durch Vergleich mit etwas Ähnlichem, Bekanntem
anzudeuten, wenn auch keineswegs gleichzusetzen, wollen wir uns vorstellen, der
Sonnenkörper sei ganz aus Gold, die Fixsternschale aus Wasser, Glas oder Kristall
und der Raum dazwischen von Luft erfüllt.

142. Dadurch kann man in gewissem Maße verstehen, was der hl. M o s e mit
„Firmament“ (hebräisch: *rāqī'a*, was eigentlich etwas Ausgespanntes bezeichnet,
nämlich das Einblasen des Äthers) und mit den überhimmlischen Wassern gemeint
hat. Wenn Kinder durch Einhauchen von Luft in eine Mischung aus Wasser und
Seife (*smegma*) Blasen erzeugen, ist das eine spielerische Darstellung des Schöp-
fungsgedankens; nur hält Gott den Tropfen im Zentrum zurück, während er beim
Spiel der Kinder nicht dort bleibt und durch das Eingeblassene von der Oberfläche
getrennt ist, sondern am Boden der Blase hängt.

Die Dichte der Fixsternschale

143. Um die Dicke der Fixsternschale zu berechnen — das heißt den Abstand
zwischen ihrer inneren und ihrer äußeren Kugeloberfläche —, nehmen wir an, daß
sie ebensoviel Masse enthält wie der von ihr umschlossene Weltraum ohne die im
Sonnenkörper enthaltene Materie. Und ihre Dichte sei nicht etwa gleich der des
Planetenraumes, sondern die mittlere Proportionale zwischen den Dichten des
Äthers und der Sonne. Daher muß sie auch ein Volumen einnehmen, das die
mittlere Proportionale zwischen den Rauminhalten des Äthers und des Sonnen-
körpers ist. Nun verhalten sich, wie oben ausgeführt, die Durchmesser von Sonne
und Äther wie 1:4 000 000, die Volumina demnach in der dritten Potenz, wie
1:64 000 000 000 000 000. Die mittlere Proportionale davon ist 8 000 000 000.
Soviel Sonnenvolumina mißt also die Fixsternschale. Summiert man die drei Teile
der Welt auf, ergibt sich die Zahl 64 000 000 008 000 000 001. Daraus die Kubik-
wurzel ist 4 000 000 und $\frac{1}{6000}$. Mithin enthält eine den Äther umgebende Kugel-
schale von $\frac{1}{6000}$ Sonnenradien Dicke 8 000 000 000mal das Sonnenvolumen.

144. Dies ist also die Haut oder das Hemd (*tunica*) der Welt, oder die über-
himmlische Kristallsphäre, welche wegen ihrer Ausdehnung so fein ist. In eine
Kugel zusammengeballt, würde sie einen Halbmesser von 2000 Sonnenradien haben.

145. Befände sich die Sonne in Fixsternentfernung — 4 000 000 Sonnenradien —
so würde ihr Durchmesser unter einem Winkel von 6 Terzen oder $\frac{1}{600}$ Bogen-
minuten erscheinen, der 12 960 000mal im Vollkreise enthalten ist. Unter den Fix-
sternen würde der Sonnendurchmesser 18 000mal kleiner erscheinen als auf der Erde.

146. Ich meine nicht, daß irgendein Fixstern einen ebenso großen Körper hat wie die Sonne und daß die Sonne unter den Fixsternen gleich groß und gleichartig erscheinen würde wie irgendeiner von diesen. Denn die Beobachtungen sprechen nicht dagegen, daß die Sonne ein größeres Volumen habe als die Sterne. Sie würde aus einer solchen Entfernung auch heller erscheinen als diese. Denn wenn du nur mit einer Nadel eine Wand durchbohrst, so daß die Sonne durch das Loch scheinen kann, dann verbreitet ihre Strahlung eine größere Helligkeit, als alle Sterne unter freiem Himmel zusammengenommen. Das Auge wird auch durch keinen Fixstern geschädigt; aber den Anblick der Sonne erträgt es nicht, selbst wenn er aus großer Entfernung kommt.

Anmerkungen

(Die Abschnitte der Übersetzung werden nach ihren laufenden Nummern angeführt — vgl. die Konkordanz. „Caspar“ verweist auf dessen Anmerkungen in seiner Textausgabe, mit Seitenzahl.)

1. und 2. Die Frage nach den Ursachen (*causae*) geht über die mathematisch beschreibende Rolle der antiken Astronomie hinaus und ist typisch neuzeitlich. Siehe auch Nr. 6, 7 und 76.

4. Zur Stellung der Astronomie gegenüber der Mathematik vgl. P t o l e m a i o s „Almagest“, Buch 1, Kapitel 1 (Vorwort).

6. Die geometrische Erklärung der Himmelserscheinungen genügt Kepler nicht.

8. Man beachte die Bedeutung der Astronomie für das Gemeinwohl und ihre untrennbare Verbindung mit der religiösen Position Keplers, auf der auch sein Erkenntnisoptimismus beruht, wonach die Welt von Gott ausdrücklich so geschaffen wurde, daß der Mensch sie erforschen und damit das Schöpfungswerk geistig nachvollziehen kann.

9. Zur ersten und zweiten Bewegung am Himmel siehe P t o l e m a i o s „Almagest“, Buch 1, Kapitel 8.

10. Ebene Visierinstrumente eignen sich zur Messung verhältnismäßig geringer Winkelabstände am Himmel und daher besonders für die Verfolgung des Laufes von Mond und Planeten am Himmel durch Anschluß an Fixsterne, deren Koordinaten in Katalogen festliegen.

12. Von dem hydrostatischen Gleichgewicht der Erdfigur ist es nicht mehr sehr weit bis zum Begriff der Isostasie.

16 ff. Hier und in vielen späteren Abschnitten (siehe besonders 76 ff.) folgen Ausführungen über die zentrale Bedeutung der Sonne gegenüber den Sternen. Dies ist ein Lieblingsgedanke Keplers und wohl die beste Begründung für den Titel: „E p i t o m e A s t r o n o m i a e C o p e r n i c a n a e“. Die Vorstellung vom Primat der Sonne wurzelt tief in Keplers pythagoreisch-neuplatonisch geprägter Weltanschauung und wird gestützt durch die ihm besonders eigentümliche christlich-trinitarische Symbolik der drei Hauptteile des Himmels (s. u.). Darin zeigt sich zugleich die Größe und — etwa in der Ablehnung der viel „moderner“ Gedanken G i o r d a n o B r u n o s — Beschränkung. Vgl. Caspar 576. — Im einzelnen eilt Keplers Überlegungen zur Stellarstatistik und Leuchtkraftfunktion ihrer Zeit weit voraus.

21. Die Beschränkung der Astronomie auf das Sichtbare wird in Nr. 76 und 131 durch den Verstand modifiziert.

25. Die Gottähnlichkeit der Kugel findet sich schon bei X e n o p h a n e s (Diels 21 A 1: οἰκίαν θεῶν σφαιροειδῆ).

29 ff. *Sphaericum* bezeichnet die Kugelfläche als wesenhaft Ganzes, zu dem auch das Zentrum gehört, nicht aber ein materieller Inhalt. Durch Abstraktion von der Oberfläche ergibt sich der durch das *Sphaericum* im Raum definierte mathematische Punkt. Der Kreis ist für Kepler durchaus keine ursprüngliche Figur, da er Punkt, Gerade und Ebene voraussetzt.

34. Sicher hatte Kepler hier Worte aus dem Johannes-Evangelium im Sinne: „*nemo venit ad Patrem, nisi per me*“ und „*qui videt me, videt et Patrem*“ (Joh. 14, 6 u. 9).

35. Hier denkt man sofort an das liturgisch verwendete Glaubensbekenntnis *Nicæno-Constantinopolitanum* und den Hymnus *Pange lingua* von Thomas von Aquin, wo es über den Heiligen Geist heißt: „*qui ex Patre Filioque procedit*“ bzw. „*procedenti ab utroque*“.

37. Das hebräische Wort geht auf eine Wurzel zurück, die sowohl „ausbreiten, ausspannen“ wie auch „befestigen“ bedeutet. Die *Vulgata* sagt „firmamentum“. Die Vorstellung des Himmels als Zeltdach ist ein Relikt aus der Nomadenzeit und älter als die eines festen Gewölbes. Vgl. Nr. 81 und 142.

38. Die Unbekümmertheit, mit der Kepler von Verunreinigungen des Äthers spricht, zeigt, wie weit man schon damals von den antiken Vorstellungen entfernt war.

40. Lichtbrechung bei schrägem Strahlengang durch mehrere Äthersphären setzt unterschiedliche Brechungscharakteristiken oder nicht unmittelbar dichtes Aneinandergesetztsein voraus. Später (Nr. 85) leitet Kepler aber für den Äther eine einheitliche Dichte ab, aus der ein (maximaler) Brechungswinkel von $0,3'$ folgen würde, der sich für Instrumente jener Zeit kaum bemerkbar gemacht hätte. Die Vorstellung eines Vakuums ist ihm durchaus zuwider (Nr. 23). Zu Keplers Refraktionsgesetz siehe Caspar 577.

41. Tatsächlich haben die Sonnenflecke ihren Ursprung in einiger Tiefe des Sonnenballs. „Ausdünstungen“ der Sonne sind heute als Teilchenströme wohlbekannt. Zu der von Kepler schon vor ihrer Entdeckung im Fernrohr behaupteten Sonnenrotation siehe Caspar 588.

42. Der Einfluß des „Sonnenwindes“ auf die Kometenschweife ist von L. Biermann um 1950 theoretisch vorausgesagt und seither durch extraterrestrische Beobachtungen erwiesen. Daß Kepler sogar dem Licht eine gewisse *virtus motrix* zuzuschreiben geneigt war, erfahren wir im 2. Teil des 4. Buches (Ed. Caspar p. 317,42; 319,43 = Orig. p. 552; 556).

43. Kometen als Kondensationsprodukte interplanetarer Materie und die Einbeziehung sogar des Fixsternbereiches waren kühne Ideen.

46. Die extraterrestrische Herkunft von Meteoriten hält Kepler offenbar für möglich. Nachgewiesen wurde sie erst um die Wende des 18./19. Jahrhunderts.

48. Der Begriff der natürlichen Bewegung ist antik und wird von Kepler später ins Biologische erweitert (Nr. 57).

49. Hier zeigt sich wieder deutlich die Abkehr von der mathematischen Kinematik der älteren Astronomie.

50. Der Magnetismus macht zwar die Existenz von Fernkräften evident, scheint aber auch gegen ihre unbegrenzte Reichweite zu sprechen. Das Unendliche wird von Kepler in der Natur ohnehin abgelehnt — siehe Nr. 24.

51. Dem optimistischen Wesen Keplers wäre die in modernen Weltmodellen gelegentlich zusätzlich eingeführte Repulsionskraft sicher unsympathisch gewesen, obwohl er die Abstoßung gleichnamiger Magnetpole für seine Bahnbewegungstheorie gut brauchen kann (siehe etwa Ed. Caspar p. 300 = Orig. p. 518). Wenn er anderswo (Nr. 68) von *privativae habitudines der materia* spricht, ist das wieder ein hellenistisches Erbe.

53. Bemerkenswerterweise hat gerade William Gilbert (1540—1603), dessen Arbeiten über Magnetismus bekanntlich Kepler stark beeinflusst haben, eine erste, noch ohne Fernrohr erstellte, Mondkarte verfaßt, die aber erst 1651 gedruckt wurde. Sowohl Gilbert wie Giordano Bruno hielten im Gegensatz zu Plutarch und den späteren Astronomen die dunklen Gebiete für Land und die hellen für Wasserflächen (Zdeněk Kopal, The earliest maps of the Moon. In: The Moon, Vol. 1, No. 1, p. 59—66. Dordrecht 1969).

57. *Vis* und *anima* braucht Kepler oft praktisch synonym, macht manchmal aber auch deutliche Unterschiede (Nr. 67). Er liebt es, zur Erklärung physikalischer Vorgänge Analogien aus dem Reiche der lebenden Natur heranzuziehen — siehe etwa das Gleichnis vom Magen: Nr. 63. Für die spätantike und mittelalterliche Naturphilosophie, besonders manche ihrer popularisierenden Autoren, war nicht der Mensch eine Welt im Kleinen (Mikrokosmos), sondern vielmehr die Welt ein Mensch im Großen — siehe etwa: Friedrich Dieterici, *Die Philosophie bei den Arabern im X. Jahrhundert n. Chr.*, Band V (aus den Schriften der laetern Brüder), S. 24, Berlin 1861, Nachdruck Hildesheim 1969.

59. Der Drehsinn der Erdrotation ist kontingent. Da es für Kepler keinen Zufall geben kann, beruft er sich auf den Schöpfer. Seit dem „Sturz der Parität“ ist die moderne Naturwissenschaft mit einem ähnlichen Asymmetrieproblem konfrontiert: Weshalb erscheint von zwei grundsätzlich gleichberechtigten Möglichkeiten die eine bevorzugt?

60. Die Vorstellung von dynamisch wirksamen Fasern (*fibrae*) im Innern der Himmelskörper hat Kepler in seiner quasimagnetischen Theorie der Planetenbewegungen weiter ausgeführt, wobei auch wieder kosmogonische Überlegungen auftauchen: „*in primo rerum exortu*“ (Ed. Caspar p. 300, 37 = Orig. p. 518).

70. Offenbar glaubt Kepler, daß die Gravitationskraft mit der Entfernung so rasch abnimmt, daß nahegelegene Massen besonders kräftig wirken.

75. Hier begegnet uns wieder der Ausdruck *sphaericum*; siehe zu Nr. 29.

76. Die zur Herrschaft berufene Kreatur ist lt. Gen. 1, 28 natürlich der Mensch. Die Würde des Menschen ist ein geläufiges Argument für das geozentrische Weltbild des Mittelalters. In Nr. 92, 95 und 99 bringt Kepler noch weitere Gründe für die Sonderstellung der Erde unter den Planeten vor.

77 ff. Die psychologischen und biologischen Vergleiche sind im Original noch ausführlicher.

81. Der „Herd“ (*focus*) ist im Griechischen *Hestia*, das zentrale Weltfeuer der Pythagoreer, die von Kepler auch sofort zitiert werden. Siehe Diels 44 B 7: *tò hén, tòi mésòitàs sphairàs hestia kaleítai* (Philolaos). — Zum Himmel als Haut und Gewand siehe oben zu Nr. 37 und Psalm 103, 2 und 6: „*extendens caelum sicut pellem*“ und „*Abyssus sicut vestimentum, amictus ejus*“ (Vulgata). Luther spricht im ersten Falle von einem „Teppich“ (Ps. 104 ib., nach masoretischer und seiner Zählung). Ursprünglich war wohl ein Zeltdach aus Leder (*pellis* oder *cutis*) gemeint. — Statt „*Demokrit*“ muß es „*Anaxagoras*“ heißen, wie auch Caspar (586) nicht entgangen ist — siehe Diels 59 A 1 (Anaxagoras).

87. Hier spricht Kepler ziemlich deutlich den Gedanken aus, daß die Sonne die Quelle allen Lichts, auch desjenigen der Fixsterne, sei. Siehe auch Nr. 95 und Caspar 607.

88. Die beiden Saturnmonde wurden durch die in den damaligen Fernrohren noch undeutliche und infolge der unterschiedlichen Bahnneigung stark veränderliche Erscheinung des Ringes vorgetäuscht, der erst in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts von Huygens erkannt wurde. Heute kennen wir überdies 10 Saturnmonde, von denen der letzte erst vor wenigen Jahren entdeckt wurde.

89. Die Theoretische Lehre war Nr. 10 definiert worden.

90. Der (mittlere) Radius der Erdbahn ist nach wie vor als Astronomische Einheit das Grundmaß im Sonnensystem.

91. Die Maßangaben sind hier und in einigen folgenden Abschnitten stark abgerundet. Im Original folgen nun längere Ausführungen über regelmäßige Polyeder, die Kepler bereits in seinem *Mysterium Cosmographicum* beschäftigt hatten.

93. Es erstaunt etwas, wie leicht Kepler sich darüber hinwegsetzt, daß am ersten Schöpfungstage das Licht, aber erst am vierten die Sonne geschaffen wurde — ein Problem, das vielen Exegeten Kopfzerbrechen gemacht hat. Nach einer mündlichen Mitteilung von Prof. D. Leonhard Rost (Erlangen) sind 1. und 4., 2. und 5., sowie 3. und 6. Schöpfungstage je parallel zu verstehen.

94. Nicht nur der Drehsinn der Erde (Nr. 59), sondern auch das Urmaß des Kosmos ist kontingent, also ein Werk des Schöpfers.

96 f. Hier sei auf Keplers *Harmonice Mundi* verwiesen.

98. Ctg. 15' = 229, 18... Zu den Rechnungen hier vgl. Caspar 587.

99. Wählen wir zur formelhaften Darstellung die Bezeichnungen s und t für die Radien von Sonne und Erde und A für die Astronomische Einheit, so lautet Keplers Ansatz:

$$\frac{s^3}{t^3} = \frac{A}{t} \quad (1)$$

100. Der umgeformte Ausdruck $t = \sqrt[3]{\frac{s^3}{A}}$ liefert für A , ausgedrückt

in t als Einheit, einen Wert, der fast dreimal so groß ist wie der von Keplers Vorgängern benutzte.

101. Parallaxe ist der Winkel, unter dem eine trigonometrische Basis erscheint, hier speziell der Winkel, unter dem der Erdradius aus Sonnenentfernung erscheinen würde. Nach modernen Messungen sind das knapp $8,8''$, für Kepler etwa $1'$.

102. Daß der Mars größer sein muß als die Erde, werden wir noch öfter hören (Nr. 111, 114, 116). Tatsächlich ist sein Radius nur $0,53$ Erdradien, der der Venus immerhin $0,97$ Erdradien groß.

103. Kepler betont immer wieder, daß ein bewegender Körper massereich sein muß. Da der Massenkonzentration offenbar Grenzen gesetzt sind (Nr. 130), muß dieser Körper auch ein beträchtliches Volumen haben.

104. Selbstverständlich muß der Mond für den Menschen nützlich sein. Das geht noch über seine biblische Rolle als Zeitmesser und Leuchte der Nacht hinaus. Bemerkenswert ist aber bei Kepler die Bedeutung des Mondes für die Gewinnung kosmischer Maßbeziehungen.

105. Es ist wirklich höchst merkwürdig, daß Sonne und Mond von der Erde aus fast gleich groß erscheinen. Kein Wunder, wenn Kepler auch hier an eine tiefe Absicht des Schöpfers glaubte. Als Formel lautet sein „Axiom“:

$$\frac{l}{E} = \frac{s}{A} \quad \text{wenn wir in Ergänzung der} \quad (2)$$

zu Nr. 99 eingeführten Bezeichnungen mit l den Mondradius und mit E seine Entfernung von der Erde ausdrücken.

106. Als Formel:
$$\frac{l^3}{t^3} = \frac{t}{E} \quad (3)$$

Dies begründet Kepler nicht mathematisch, sondern durch eine Analogiebetrachtung, wobei er aber immer darauf achtet, immer nur Strecken mit Strecken und Körper mit Körpern zu vergleichen.

107. Das Werk „Hipparch“ sollte besonders das System Erde — Mond behandeln, ist aber nicht mehr geschrieben worden. — Die „längere Beweisführung“ ist in Formeln recht einfach:

Aus (1) folgt: $s^3 = t^2 A$ und aus (3): $l^3 = \frac{t^4}{E}$.

(2) kann man schreiben: $\frac{E}{A} = \frac{l}{s}$. Dies in die 3. Potenz erhoben ergibt nach Einsetzen

der obigen Ausdrücke und Kürzung: $\frac{E^3}{A^3} = \frac{t^2}{EA}$ Multiplikation mit EA und Kürzung

ergibt: $\frac{E^4}{A^2} = t^2$

Daraus die Wurzel gezogen und umgeformt führt auf:

$$\frac{t}{E} = \frac{E}{A} \quad (4)$$

q. e. d.

108. Hier wertet Kepler (3) aus in der Form: $l^3 E = t^4$

109. Kepler berechnet den Wert von $\sqrt{\frac{A}{t}} = \frac{E}{t}$ Dieser Ausdruck ergibt sich leicht aus (4).

110. Durch Umformung von (2) und (4) ergibt sich:

$$\frac{s}{l} = \frac{A}{E} = \frac{E}{t}$$

Nach dem (in der Übersetzung stillschweigend berichtigten) Wortlaut des Textes (*corpus Telluris*) müßte t^3 statt t stehen!

112. Hier beginnt für den Übersetzer die nur auf Grund des Sachverhalts von Fall zu Fall lösbare Aufgabe, festzustellen, wo *proportio* „Potenz“ bezeichnet und wo nur „Verhältnis“. Die in der Einleitung genannte englische Übersetzung überläßt es mit „ratio“ dem Leser, jeweils das Richtige herauszufinden. Übrigens gibt es auch Stellen, an denen beide Bedeutungen gleichermaßen sinnvoll sind.

113. Bezeichnen wir die drei Möglichkeiten (*modus*) mit I, II und III, so ist der Bahnradius eines Planeten entweder seinem Durchmesser oder seiner Oberfläche oder seinem Volumen proportional. Da die Oberfläche dem Quadrat und das Volumen dem Kubus des Durchmessers (oder Radius) proportional ist, ergeben sich die folgenden (runden) Werte für Saturn in Einheiten der Erde bei Zugrundelegung eines Saturnbahnradius von 10 Astronomischen Einheiten:

	I	II	III
Durchmesser	10	3,1	2,2
Oberfläche	100	10	4,6
Volumen	1000	32	10

114. Kepler neigte zur zweiten Möglichkeit, entschied sich aber schließlich doch für die dritte. Die Durchmesserangaben für Jupiter (50'') und Saturn (30'') sind für die damalige Zeit nicht schlecht. Tatsächlich erreicht Jupiter 48'' und Saturn 21'', Mars dagegen maximal 25''. Nach Kepler müßte er fast 6' erreichen, da die Erde bei einer Parallaxe von 1' (siehe zu Nr. 101) aus 0,4 Astronomischen Einheiten — der geringsten Marsentfernung bei günstiger Opposition — auf 5' käme. Offenbar hat Kepler das auch geglaubt; denn das wären gerade 6 scheinbare Jupiterdurchmesser. Dieser maßlos übertriebene Wert ist wohl nur damit zu erklären, daß (trotz Nr. 102) noch keine guten Fernrohrmessungen für Mars zur Verfügung standen. Daß der Marsdurchmesser um $\frac{1}{6}$ größer sein soll als derjenige der Erde, folgt für Kepler aus seinem Bahnradius von rund 1,5 Astronomischen Einheiten: Die Kubikwurzel aus 1,5 (siehe zu Nr. 113) ist 1,145, was nahe bei $\frac{7}{6} = 1,167$ liegt.

115. Bezeichnen wir den Bahnradius mit R und den Körperradius mit r, so verhält sich

$$\frac{r_1^3}{r_2^3} = \frac{R_1}{R_2}$$

117. Vgl. zu Nr. 114. In Wirklichkeit mißt der (Äquator-)Durchmesser des Saturn 9,47 und der des Jupiter sogar 11,19 des Durchmessers der Erde. Aus 1 Astronomischen Einheit gesehen, würde Saturn einen scheinbaren Durchmesser von reichlich 3' haben. Dieser Wert ist von dem Keplers nicht allzu weit entfernt, da sich dessen Irrtümer in den Werten für Planetenradius und Astronomische Einheit zum Teil kompensieren.

120. Die hier beginnenden Ausführungen über Masse und Dichte der Planeten zeigen wieder, wie sehr es Kepler bei der Frage nach den Ursachen um eine physikalische Erklärung zu tun war. Die Zuversicht, mit der er daran ging, die Massen der (bis in unsere Zeit) unerreichbaren Himmelskörper zu bestimmen, ist wahrhaft erstaunlich.

126. Also drückt sich im Verhältnis der Bahnradien zugleich das Verhältnis der Volumina (Nr. 115) und der Massenquadrate aus. Folglich nimmt die Dichte der Planeten — der Quotient aus Masse und Volumen — mit der Quadratwurzel des Bahnradius ab: Nr. 127.

128. Es verhalten sich $1:4 = 4:16 = 16:64$ und $1:8 = 8:64$. Da 8 die Quadratwurzel aus 64 ist, hätte ein Planet, der in einer Entfernung von 64 Astronomischen Einheiten um die Sonne liefe, eine 8mal so große Masse wie die Erde; aber sein Radius wäre nur 4mal so groß (Kubikwurzel aus 64), beziehungsweise sein Volumen zwar 64mal so groß wie das des Erdkörpers, was jedoch nur eine Dichte von $8/64 = 1/8$ der Erde ergibt.

131 ff. Während Ptolemaios (Almagest, Buch 1, Kapitel 6) resignierend meinte, daß die Größe der Erde zur derjenigen der Fixsternsphäre für die Beobachtung nur wie ein Punkt wäre, sagte Kopernikus im Commentariolus, daß das Verhältnis von Astronomischer Einheit zur Entfernung der Fixsterne kleiner sei als das vom Erdhalbmesser zur Sonnenentfernung — also kleiner als die Sonnenparallaxe — und daher nicht wahrnehmbar (*insensibilis*): Ed. Fritz Roßmann, München 1948, S. 10 „*Quarta petitio*“. Kepler nennt in Nr. 145 sogar einen Zahlenwert auf Grund der Spekulation, daß die Fixsternsphäre 18 000 Astronomische Einheiten von der Sonne entfernt sei.

142. Zum Firmament vgl. Nr. 37.

143. Da Sonne, Äthersphäre und Fixsternschale gleiche Massen haben sollen (Nr. 140), verhalten sich ihre Dichten reziprok zu den Rauminhalten. Im Ätherraum würde demnach eine mittlere Dichte von nur $1/64 \cdot 10^{-18}$ herrschen im Vergleich zur Sonnendichte. In Nr. 85 haben wir aber gelesen, daß der Äther eine Dichte von 10^{-6} der Luft gleich 10^{-12} des Wassers habe. Also müßte die Sonne eine Dichte von $64 \cdot 10^6$ des Wassers haben. Das trägt sich schlecht mit Nr. 130, wo die Sonnendichte nur knapp doppelt so wie die der Erde angenommen war. Wir sehen, daß es sich um unausgeglichene Extrapolationen handelt. Caspar urteilt zum Schluß von Teil 1 des 4. Buches: „Damit hat Keplers Phantasie auf ihrem Weltflug den Gipfel erreicht.“ (S. 563 im „Nachbericht“). Reut es uns, daß wir ihn dabei begleiten konnten?

Summary

The Universe is a replica of the Holy Trinity in Christian faith. It has been shaped for the benefit of Man — the *creatura contemplatrix*. This firm belief pervades Kepler's *Epitome*, a comprehensive catechism of heliocentric, dynamic astronomy. Notwithstanding its metaphysics, the book contains many surprisingly modern thoughts. The following, free and selective translation of Books I and IV is intended to give an authentic impression of Kepler's scientific personality.