ENTSTEHUNG UND AUSBREITUNG DER COPPERNICANISCHEN LEHRE

Zum 200jährigen Jubiläum

der Friedrich-Alexander-Universität

zu Erlangen

VON

ERNST ZINNER

Universitäts-Buchdruckerei Junge & Sohn, Erlangen

Vorwort.

Das Jahr 1943 bringt das zweihundertjährige Jubiläum der Universität Erlangen und das vierhundertjährige Jubiläum des coppernicanischen Hauptwerkes. Dieses Buch „De revolutionibus orbium coelestium libri VI" erschien im späten Frühjahr 1543 in Nürnberg und hat von hier aus seinen Siegeszug angetreten. Was lag näher als die Gleichzeitigkeit der beiden Jubiläen zu benützen, um die Entstehung und Ausbreitung der coppernicanischen Lehre, des Marksteines der modernen Wissenschaft, zu schildern? Dabei traf es sich günstig, daß Nürnberg sich durch seinen „Nürnberger Sonderfonds für wissenschaftliche Arbeiten an der Universität Erlangen" am Entstehen dieses Buches wesentlich beteiligen konnte; denn ohne die großzügige Gewährung von Mitteln für die Vorarbeiten hätte das Buch nicht entstehen können. Als der Plan dafür auftauchte — im Sommer 1940 — wurden wichtige Bücher und Handschriften von vielen Bibliotheken nicht mehr verschickt. Nur noch ihre Einsicht an Ort und Stelle war möglich. Die Zeit drängte; denn in knapp drei Jahren mußte das Buch verfaßt und gedruckt werden; zudem fehlten fast alle Vorarbeiten dafür. Demnach blieb nichts anderes übrig als in möglichst vielen Bibliotheken alle in Betracht kommenden astronomischen Handschriften durchzusehen und, wenn nötig, zu photographieren. Auch waren Bücher und Handschriften nach Anmerkungen des Coppernicus nachzusehen, ferner die aus dem 15. bis 17. Jahrhundert stammenden astronomischen Geräte — auch Sonnenuhren — zu untersuchen und aller Bildnisse des Coppernicus habhaft zu werden. Es mußten nicht wenige Orte, besonders im Osten Deutschlands, aufgesucht werden. Untersuchungen im Ausland kamen nicht in Betracht. Diesen Nachforschungen und Vorarbeiten war die Zeit vom Herbst 1940 bis zum August 1941 gewidmet. Dann begann die Abfassung des Buches, das bis zum April 1942 vollendet war. Im Juli 1942 wurde mit dem Satz begonnen, worauf im Februar 1943 der Druck anfing. Für die Bewilligung der Mittel zur

Durchführung der Vorarbeiten und des Druckes schulde ich dem Kuratorium des Nürnberger Sonderfonds großen Dank. Besonderer Dank gebührt auch Herrn Prof. Pummerer für seine freundliche Vermittelung mit dem Kuratorium, der Universität und der Physikalisch-medizinischen Sozietät, in deren Sitzungsberichten das Buch erscheint.

Das vorliegende Buch hätte in so kurzer Zeit nicht geschaffen werden können, wenn mir bei den Vorarbeiten nicht viele Unterstützung zu Teil geworden wäre, teils durch Auskünfte oder Zurverfügungstellen von Handschriften, Büchern, Geräten oder Bildnissen, die z.T. aus bombensicheren Verließen geholt werden mußten. Alle Stellen und Personen aufzuführen, ist nicht möglich. Besonderen Dank schulde ich der Stadtbibl. Aachen, Thür. Landesbibl. Altenburg, Prov. Bibl. Amberg, Städt. Kunstsamml. Augsburg, St. Bibl. Bamberg, Un. Bibl. Basel, Kommission f. d. Gesamtkatalog der Wiegendrucke Berlin, St. Bibl. Berlin, Un. Sternwarte Berlin, Landesbibl. Bern, Stadtbibl. Bern, Un.Bibl. Bonn, Akademiebibl. Braunsberg, Stadtbibl. Braunschweig, Bibl. Bremen, Museum Danzig-Oliva, Bibl. d. Techn. Hochschule Danzig, Landesbibl. Darmstadt, Kreis- u. Stud.Bibl. Dillingen, Landesbibl. Dresden, Un.Bibl. Erlangen, Kunsthistor. Institut Florenz, Dombibl. u. Domarchiv Frauenburg, Nat.Museum Frederiksborg, Un.Bibl. Freiburg, Oberlaus. Gesell. d. Wiss. Görlitz, Ratsarchiv Görlitz, Un.Bibl. Göttingen, Herz.Bibl. Gotha, Un.-Bibl. Graz, Hauptbibl. d. Frankeschen Stiftungen Halle, Un.Bibl. Heidelberg, Un.Bibl. Jena, Un.Bibl. Kiel, Staatsarchiv Königsberg, Stadtbibl. Königsberg, Un.Bibl. Königsberg, Un.Sternwarte Königsberg, Staatsbibl. Krakau, Stadtbibl. Leipzig, Un.Bibl. Leipzig, Stadtbibl. Liegnitz, Bibl. Lübeck. Stadtbibl. Mainz, B. Akad. d. Wiss. München, D. Museum München, Staatsbibl. München, Un.Bibl. München, Un.Bibl. Münster, Stadtarchiv Neiße, German. Museum Nürnberg, Stadtbibl. Nürnberg, Stud.Bibl. Olmütz, Kaiser Friedrich-Museum Posen, Archiv d. Ministerium des Innern Prag, Un.Bibl. Prag, Stiftsbibl. Prag-Strahov, Deutsches Histor. Institut Rom, Un.Bibl. Rostock, Stud.Bibl. Salzburg, Stadtbibl. Schaffhausen, Stadtbibl. Schweinfurt, Stadtbücherei Stralsund, Stift Unser Frauen Werk Straßburg, Un.Bibl. Straßburg, Landesbibl. Stuttgart, Stiftsbibl. Tepl., Stadtarchiv Thorn,

Stadtbibl. Thorn, Stadtbibl. Trier, Un.Bibl. Tübingen, Stadtbibl. Ulm, Un.Bibl. Upsala, Staatsbibl. Warschau, Landesbibl. Weimar, Nat.Bibl. Wien, Un.Archiv Wien, Un.Bibl. Würzburg, Stadtbibl. Zittau, Ratsschulbücherei Zwickau. Für die Ausleihung von Druckstöcken danke ich der Schriftleitung der Forschungen und Fortschritte, Berlin, und der Zentralstelle für die Familien- und Personengeschichte Leipzig, ferner für Auskünfte den Herren Mortensen in Kopenhagen, Prof. Nordenmark in Stockholm, Direktor K. Schottenloher in München, Prof. F. Winkler in Berlin und für das Ausleihen eines Films Herrn Prof. Neuß in Bonn, sowie für die tatkräftige Mitarbeit meiner Frau.

Um die lästigen Verweisungen unter den Strich zu vermeiden, wurden die Quellen in Klammern ( ) angegeben, wobei zuerst die Nummer des Schrifttums und dann Band und Seite angeführt werden. Ferner sind in Klammern angegeben die Hinweise auf die Abbildungen, auf die Anmerkungen und auf die Erwähnungen auf anderen Seiten des Buches. Auf den Text folgen die acht Abteilungen des Anhanges, der ursprünglich in einem früheren Sitzungsbericht erscheinen sollte, dann die Anmerkungen und das Schrifttum, soweit es nicht im Text, im Anhang oder in den Anmerkungen mitgeteilt ist.

Bamberg, den 4. März 1943.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort	V
Inhaltsverzeichnis	VIII
Verzeichnis der Abbildungen	X
Die Griechen	1
Die Planetentheorie der Babylonier	15
Die Bedeutung der Sonne bei den Ägyptern und Babyloniern	21
Hipparch	24
Ptolemaeus	31
Die Bedeutung der Sonne bei den Griechen und Römern	49
Die Germanen	54
Wilhelm von Hirsau	63
Die Planetentheorie der Araber	70
Kalender und Planetentafeln	76
Heinrich von Langenstein	79
Die Geräte der Planetenbewegung	84
Räderuhren und moderne Sonnenuhren	87
Peuerbach	90
Regiomontan	101
Coppernicus	136
Die Studien des Coppernicus in Krakau	143
Die Studien des Coppernicus in Italien	156
Die amtliche Tätigkeit in Ermland	167
Kleine wissenschaftliche Arbeiten des Coppernicus	171
Das neue Weltgebäude	176
Das Hauptwerk	187
Die Kunde vom neuen Weltgebäude	225
Die Ankunft des Rheticus in Frauenburg	231
Die Veröffentlichung des Hauptwerkes des Coppernicus	255
Die Aufnahme der neuen Lehre	263
Brahe	287
Kepler	308
Die Entdeckungen mit dem Fernrohr	334
Die päpstliche Verurteilung der coppernicanischen Lehre	353
Für und wider das coppernicanische Weltgebäude	379
Coppernicanische Planetarien	390
Die Erweiterung der coppernicanischen Lehre	394
Rückblick	400
Anhang:	
A. Über die Bibliothek des Coppernicus	404
B. Die Beobachtungen des Coppernicus und seine angeblichen Sternwarten	408

Seite
C. Die Sonnenuhren des Coppernicus 418
D. Die Streitschrift gegen Johann Werner in der Schweinfurter Stadtbibliothek 423
E. Das Hauptwerk des Coppernicus 448
F. Die Bildnisse des Coppernicus 455
G. Jesuitenbriefe von 1600—1660 und Werke der Jesuiten Chr. Scheiner und Joh. Bapt. Cysat 484
H. Über die Entdeckung der Sonnenflecken durch Scheiner und Cysat 494
Anmerkungen 497
Schrifttum 516
Register 561
Druckfehlerberichtigung 594

Verzeichnis der Abbildungen.

Abb. 1. Titelseite vom Hauptwerk des N. Coppernicus „De revolutionibus orbium coelestium libri VI" Nürnberg 1543. Neben S. XII

Abb. 2. Mittelalterliche Darstellung der Bewegung der Planeten um die Erde, wobei Venus und Merkur als zugleich die Sonne umkreisend gezeichnet sind . . . . . Neben S. 1

Abb. 3. Epizyklische Bewegung eines Planeten um die Erde . . S. 13

Abb. 4. Exzentrische Bahn der Sonne um die Erde innerhalb des Tierkreises . . . . . S. 14

Abb. 5. Babylonisches Weltbild . . . . . S. 17

Abb. 6. Ptolemäische Anordnung der Planetenbahnen um die Erde entsprechend den Tönen . . . . . S. 23

Abb. 7. Ptolemäische Anordnung der Planetenbahnen um die Erde mit den Planetengöttern . . . . . S. 33

Abb. 8. Eiförmige Bahn des Epizykelmittelpunktes des Merkur um die Erde . . . . . S. 39

Abb. 9. Ptolemäische Darstellung der Mondbewegung . . . . . S. 39

Abb. 10. Ptolemäische Darstellung der Sonnenbewegung um die Erde S. 41

Abb. 11. Darstellung der Bewegung der Planeten (außer Merkur) mit sich drehenden Kugelschalen . . . . . S. 42

Abb. 12. Planetarium von Antikythera im Museum zu Athen. Neben S. 48

Abb. 13. Planetarium von Antikythera im Museum zu Athen. Neben S. 49

Abb. 14. Antike Darstellung der Planetenbewegung um die Erde in Gestalt zweier gegen einander verschobenen Kreishälften . S. 55

Abb. 15. Antike Darstellung der Breitenbewegung der Planeten in Kreisform . . . . . S. 56

Abb. 16. Antike Darstellung der Breitenbewegung der Planeten in rechtwinkligen Koordinaten . . . . . S. 57

Abb. 17. Mittelalterliche Darstellung der Umkreisung der Sonne durch Venus und Merkur . . . . . S. 67

Abb. 18. Mittelalterliche Darstellung der Bewegung von Sonne, Merkur und Venus . . . . . S. 68

Abb. 19. Mittelalterliches Lehrgerät in Regensburg . . . . Neben S. 64

Abb. 20. Darstellung der Bewegung Merkurs um die Erde mit sich drehenden Kugelschalen . . . . . S. 72

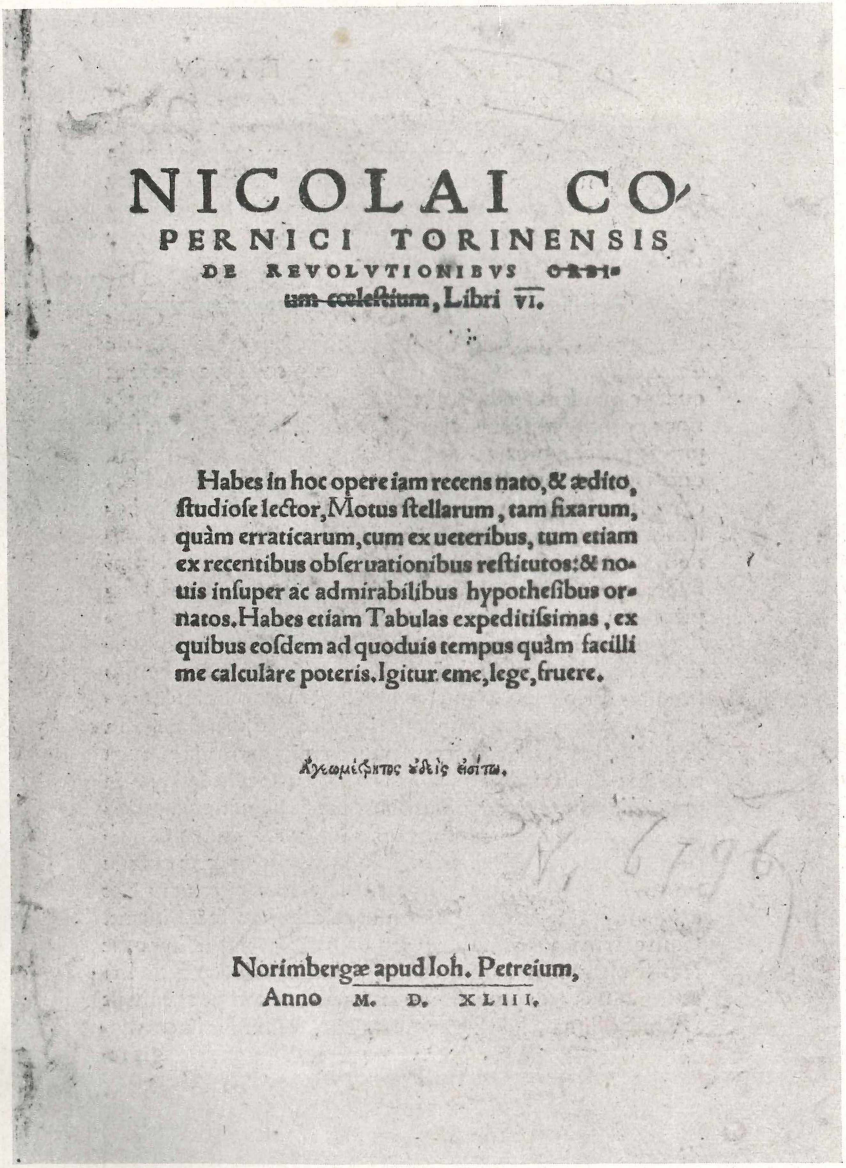
Abb. 21. Erklärung der Präzessionsänderung gemäß Thābit . . . S. 73

Abb. 22. Erklärung der Präzessionsänderung gemäß Thābit . . S. 74

Abb. 23. Mittelalterliche Darstellung der Umkreisung der Sonne durch Venus und Merkur . . . . . S. 80

Abb. 24. Darstellung der Merkurbewegung und der Tätigkeit der unter dem Merkur Geborenen in der um 1458 entstandenen Handschrift JNG 134 des Städt. Museums Erfurt . Neben S. 88
Abb. 25. Darstellung der Planetenbewegung mit beweglicher Scheibe und Zeiger in der um 1458 entstandenen Handschrift JNG 134 des Städt. Museums Erfurt . . . . . Neben S. 88
Abb. 26. Darstellung der Planetenbewegung mit beweglicher Scheibe und Zeiger in der um 1458 entstandenen Handschrift JNG 134 des Städt. Museums Erfurt . . . . . Neben S. 88
Abb. 27. Darstellung der Bewegung der Planeten und Sterne auf einem Holzschnitt von 1529 . . . . . Neben S. 89
Abb. 28. Nikolaus von Cues. Gedenktafel von 1488 . . . . . S. 96
Abb. 29. Darstellung der Mondbewegung gemäß Ptolemaeus . . S. 98
Abb. 30. Darstellung der Merkurbewegung gemäß Ptolemaeus . . S. 98
Abb. 31. Darstellung der Breitenbewegung von Saturn, Jupiter und Mars gemäß Ptolemaeus . . . . . S. 99
Abb. 32. Regiomontan und Ptolemaeus. Holzschnitt von 1496 . . S. 102
Abb. 33. Frauenburg mit der Domburg und dem Wohnturm des Coppernicus . . . . . Neben S. 169
Abb. 34. Zifferblatt der von Coppernicus im Schloß Allenstein entworfenen Sonnenuhr . . . . . S. 176
Abb. 35. Coppernicus mit dem Buch. Kupferstich des 16. Jahrh. . S. 177
Abb. 36. Doppeltepizyklische Planetenbewegung um die Sonne gemäß Coppernicus . . . . . S. 183
Abb. 37. Dreistab des T. Brahe . . . . . S. 189
Abb. 38. Armille . . . . . S. 190
Abb. 39. Mittelalterliches Weltgebäude mit 10 Himmeln . . . . . S. 198
Abb. 40. Weltgebäude des Coppernicus in seinem Hauptwerk . . S. 199
Abb. 41. Epizyklische Planetenbewegung auf einem exzentrischen Kreis um die Sonne gemäß Coppernicus . . . . . S. 207
Abb. 42. Lage der Mittelpunkte der exzentrischen Planetenbahnen zur Zeit des Ptolemaeus . . . . . S. 235
Abb. 43. Lage der Mittelpunkte der exzentrischen Planetenbahnen zur Zeit des Coppernicus . . . . . S. 235
Abb. 44. Coppernicus. Gemälde in Goldenau . . . . . Neben S. 256
Abb. 45. Weltgebäude des Th. Digges von 1576 . . . . . S. 284
Abb. 46. Tycho Brahe in seiner Sternwarte mit seinem großen Mauerquadranten . . . . . S. 292
Abb. 47. Brahes Sternwarte Uraniborg . . . . . S. 295
Abb. 48. Brahes Äquatorialarmille mit den Bildnissen des Coppernicus und des Brahe . . . . . S. 299
Abb. 49. Weltgebäude des Brahe . . . . . S. 305
Abb. 50. Doppeltepizyklische Planetenbewegung gemäß Brahe . . S. 305
Abb. 51. Gerät zur Darstellung der Bewegung Merkurs um die Erde. Neb. S. 304
Abb. 52. Gerät zur Darstellung der Bewegung Jupiters um die Erde. Neb. S. 305
Abb. 53. J. Kepler. Gemälde im Thomasstift zu Straßburg . Neben S. 312

Abb. 54. Keplers Weltgeheimnis . . . . . S. 313
Abb. 55. Keplers Entwurf der eiförmigen Planetenbahn . . S. 321
Abb. 56. Keplers Entwurf der elliptischen Planetenbahn . . S. 322
Abb. 57. Stevins Weltgebäude von 1608 . . . S. 332
Abb. 58. G. Galilei. Bildnis von 1623 . . . . . S. 338
Abb. 59. S. Marius mit seinem Fernrohr. Holzschnitt von 1614 . . S. 344
Abb. 60. Titelbild zu Galileis Dialogo von 1632 . . . . . S. 365
Abb. 61. Titelbild zu J. B. Ricciolis Almagestum novum von 1651, darstellend das Übergewicht des braheschen Weltgebäudes gegenüber dem coppernicanischen Weltgebäude . . Neben S. 376
Abb. 62. Titelbild zu Fontenelle's Entretiens sur la pluralité des mondes . . . . . Neben S. 377
Abb. 63. Weltgebäude des O. Guericke . . . . . S. 382
Abb. 64. Armillarsphäre des Joh. Wagner von 1540 mit dem Versuch, die Bewegung von Erde und Mond um die Sonne darzustellen . . . . . Neben S. 392
Abb. 65. Planetarium der A. Busch und A. Olearius von 1654-64 Neben S. 392
Abb. 66. Planetarium des O. Römer, hergestellt vou D. Thuret in Paris 1680 . . . . . Neben S. 392
Abb. 67. Englisches Planetarium mit Betrachtern Schabblatt des J. Boydell nach dem Gemälde des Jos. Wright . . Neben S. 393
Abb. 68. L. Euler. Schabblatt des P. Stenglin nach dem Gemälde des Handmann . . . . . Neben S. 400
Abb. 69. Isaak Newton. Kupferstich des G. Smith von 1712 nach dem Gemälde des G. Kneller . . . . . Neben S. 400
Abb. 70. C. F. Gauß. Steindruck des E. Ritmüller nach dem Gemälde des Prof. Jensen . . . . . Neben S. 400
Abb. 71. P. S. Laplace. Steindruck des Belliard nach der Zeichnung des Regnault . . . . . Neben S. 400
Abb. 72. P. L. M. de Maupertuis. Kupferstich des J. Dallé von 1741 nach dem Gemälde des R. Tourniere . . . . . Neben S. 408
Abb. 73. F. W. Bessel. Gemälde des Wolff 1844 (Zentralstelle für deutsche Personen- und Familiengeschichte, Ahnentafeln berühmter Deutscher, 4. F. Nr. 7, Leipzig 1937) . . Neben S. 408
Abb. 74. J. Bradley. Kupferstich des J. Tookey nach dem Gemälde des Hudson . . . . . Neben S. 408
Abb. 75. N. Coppernieus. Cemälde des T. Stimmer an der von 1572-74 errichteten Schauuhr im Straßburger Münster . Neben S. 409
Abb. 76. N. Coppernicus. Gemälde in der Pariser Sternwarte von 1735 . . . . . Neben S. 464
Abb. 77. Angebliches Bildnis des N. Coppernicus in der Pariser Sternwarte . . . . . Neben S. 472
Abb. 78. Coppernicus-Denkmal in Thorn von Fr. Tieck . . Neben S. 480



NICOLAI CO-
PERNICI TORINENSIS
DE REVOLVTIONIBVS ORBI-
um coelestium, Libri VI.

Habes in hoc opere iam recens nato, & ædito, ſtudioſe lector, Motus ſtellarum, tam fixarum, quàm erraticarum, cum ex ueteribus, tum etiam ex recentibus obſeruationibus reſtitutos: & nouis inſuper ac admirabilibus hypotheſibus ornatos. Habes etiam Tabulas expeditiſsimas, ex quibus eoſdem ad quoduis tempus quàm facilli me calculare poteris. Igitur eme, lege, fruere.

Ἀγεωμέτρητος μηδεὶς εἰσίτω.

Norimbergæ apud Ioh. Petreium,
Anno M. D. XLIII.

Abb. 1. Titelseite des Hauptwerkes des N. Coppernicus „De revolutionibus orbium coelestium Libri VI", Nürnberg 1543.

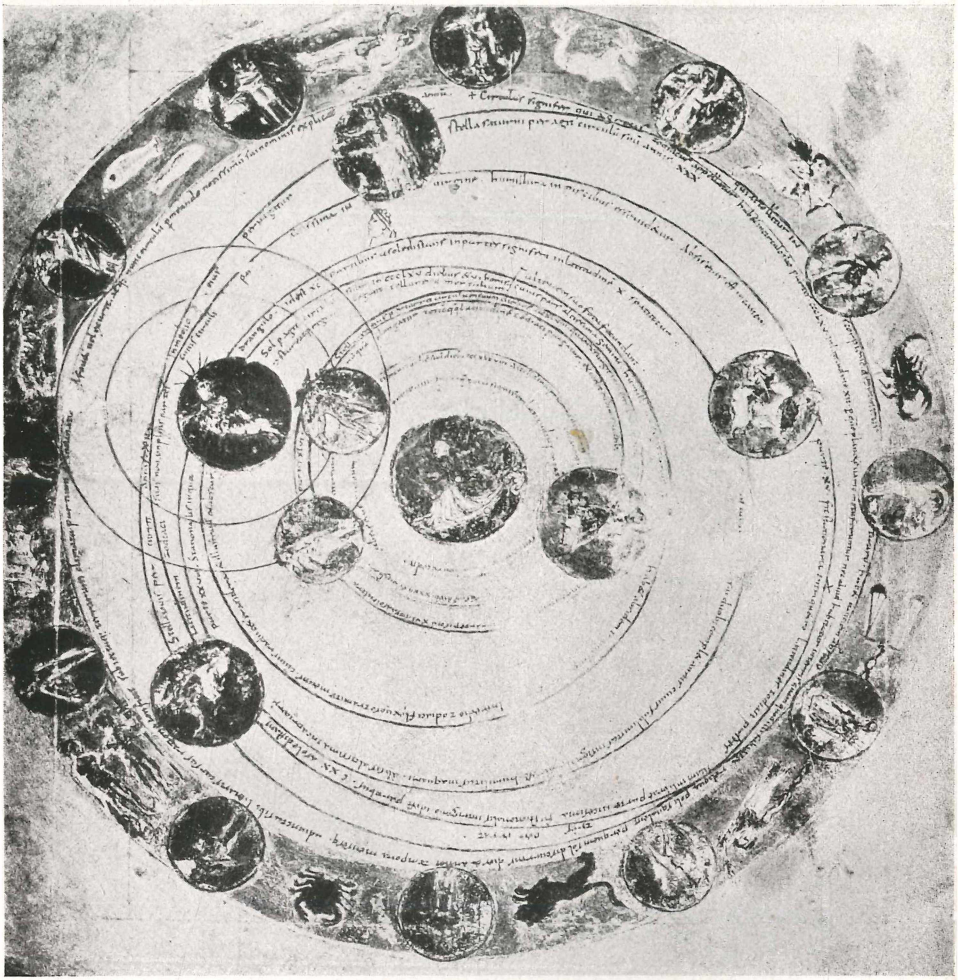


Abb. 2. (G. Thiele, Antike Himmelsbilder, Berlin 1898, T. VII.) Mittelalterliche Darstellung der Bewegung der Planeten um die Erde, wobei Venus und Merkur als zugleich die Sonne (links) umkreisend gezeichnet sind. Aus Hs. Leiden Voß 79.

Die Griechen.

Die Erkenntnis der Himmelsvorgänge durch den Menschen, sein Erfassen von Raum und Zeit ist nicht einem ständigen Fortschreiten zu vergleichen. Eher ließe sich vom Besteigen verschieden hoher Berge sprechen. Zuerst war es wie der Anstieg auf einen Hügel, der wohl einen Umblick gewährt, aber doch einen Fernblick nicht gestattet. Dieser Umschau vom Hügel gleicht die älteste Sternkunde der Kulturvölker, nämlich die der Ägypter und Chinesen. Zu weiteren Erkenntnissen brachten es die Griechen und Babylonier. Sie sahen wie von einem Berge hinab, von wo aus Nah und Fern ganz anders als von der Ebene aus erscheinen. Und noch mehr ändern sich die Himmelsvorgänge für unsere Sternforschung, die wir die germanische nennen dürfen, weil die germanischen Völker an ihrer Entwicklung hauptsächlich beteiligt waren und noch sind. Die Höhe, von der die Griechen ausschauten, erreichten die Germanen bereits vor dem Ende des Mittelalters. Dann ging es noch höher empor, über Felsen und durch Eis und Schnee in Gebiete, wo das gewohnte Bergsteigen nicht mehr genügt, sondern andere Verfahren und Erkenntnisse hinzukommen müssen, um höher zu kommen.

Diese drei Entwicklungen der Sternkunde, die wir mit Bergsteigen oder mit dem Bahnen von Wegen vergleichen können, führten zur Ausbildung besonderer Himmelsanschauungen, wie auch zu besonderer Herstellung von Geräten und Denkverfahren, um die Erfahrungen zu erweitern und zu verwenden, wie ich in meiner Geschichte der Sternkunde [765 S. 628—636] ausgeführt habe. Althergebrachte Vorstellungen mußten aufgegeben werden. Auch der Sinnenschein konnte nicht mehr als Beweis angeführt werden. Bereits die Vorstellung von der Kugelgestalt der Erde widersprach dem Sinnenschein und mußte die Anhänger der Vorstellung von der Erde als einer Scheibe befremden. Es war die Schule der Pythagoräer, wo diese und andere kühne Gedanken

ausgesprochen und erörtert wurden. Dazu gehört auch die Vorstellung von der Bewegung der Gestirne. Der Anblick der täglichen Wanderung von Sonne, Mond und Sternen am Himmel entlang hatte zur Vorstellung eines kugelförmigen Himmels mit den daran gehefteten Gestirnen geführt. Die kreisförmige Bewegung schien allen Gestirnen angemessen zu sein; sie galt als die natürliche Bewegung. Nähere Betrachtung führte zur Unterscheidung der Bewegungen besonderer Gestirne wie Sonne, Mond, Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn; sie wurden als die wandernden (Planeten) von den am Himmel festsitzenden Gestirnen (Fixsternen) unterschieden. Um ihre Bewegung sich vorzustellen, ließ man innerhalb der Kugelschale mit den Sternen andere durchsichtige Kugelschalen mit je 1 Planeten rollen und so angeordnet, wie es ihrem Umlauf um die Erde entsprach: zu innerst der Mond und zu äußerst, unmittelbar vor dem Sternhimmel, die Kugelschale Saturns. Dagegen behaupteten die Pythagoräer und besonders Philolaos, daß die Planeten folgendermaßen angeordnet seien: In der Weltmitte ruht das Feuer der Hestia, von Philolaos als der Herd der Welt bezeichnet, und wird umkreist von 10 Kugelschalen, welche die Weltkörper: Gegenerde, Erde, Mond, Sonne und die 5 Planeten sowie die Sterne tragen. Die Erde bewegt sich in einem Tage um das Feuer der Hestia, wodurch sich die tägliche Bewegung des Sternhimmels erklärt; um aber 10 Kugelschalen um das Feuer so laufen zu lassen, daß ihre Bewegungen sich wie die Töne verhielten, mußte der Sternhimmel auch eine Bewegung erhalten, allerdings so klein, daß sie für das menschliche Auge unmerkbar blieb; somit vergrößerten sich ihre Umlaufszeiten, entsprechend ihren Abständen vom Feuer in der Weltmitte: Erde 1 Tag, Mond 29½ Tage, Sonne 1 Jahr, Mars 2, Jupiter 12, Saturn 29 Jahre und der Fixsternhimmel noch viel mehr. Das Feuer in der Mitte bleibt für die Bewohner der Erde, deren bewohnte Oberfläche immer nach außen gewandt ist, unsichtbar, ebenso die Gegenerde, die wohl nur erfunden wurde, um die heilige Zahl 10 voll zu machen. Die Bewegung der Erde mit gebundener Achsendrehung war offenbar der Beobachtung des Mondlaufes entnommen. Die Sonne selbst leuchtet nicht, sondern wirft wie ein Spiegel das Licht des Feuers der Hestia zur Erde und zu den anderen Planeten, die ihrer Natur nach dunkel sind. Soviel läßt sich den Angaben

[Nr. 18, Buch II, 13. Nr. 662, Buch II, 3. Nr. 6, Buch II, 7 und Buch III, 11] entnehmen, die zum Teil aus viel späterer Zeit stammen und nicht übereinstimmen, was auch bei anderen Nachrichten bis zur Zeit Hipparchs der Fall ist. Offensichtlich hat die Vorliebe der Pythagoräer für Harmonie, Maß und Zahl sie dieses Weltbild hervorzaubern lassen, zu dessen Belebung das Gleiten der Kugelschalen, der Sphären, die Sphärenmusik hervorrief, so daß Zahl, Ton und Harmonie ewig miteinander verbunden erschienen. Diese Vorstellung war zu schön, um wahr zu sein; sie war der Traum eines sternbegeisterten Musikers, aber beachtenswert wegen der Annahme, daß die Erde sich bewege und nicht in der Weltmitte ruhe. Jede Erfahrung mußte lehren, daß diese im 5. Jahrh. v. Chr. in Unteritalien entstandene Weltvorstellung nicht der Wirklichkeit entspräche.

Anhänger des Philolaos war Hicetas von Syrakus, wenn wir einigen Nachrichten glauben dürfen [6, Buch III, 9]; gemäß Cicero [150, Buch II, 39] aber ließ er die Erde sich um ihre Achse drehen und alle Himmelskörper, einschließlich der Sterne still stehen, und erklärte dadurch alle Himmelsvorgänge. Offenbar will Ciceros Angabe nur besagen, daß Hicetas durch die Erddrehung die tägliche Drehung des Sternhimmels aufhob, wie Philolaos es durch seine Bewegung der Erde um das Feuer in einem Tage geschehen ließ.

Viel nüchterner als Philolaos betrachtete Anaxagoras Himmel und Erde. Als im Jahre 466 v. Chr. eine leuchtende Feuerkugel wie ein Komet in der Nacht erschien und daraufhin ein Meteor vom Himmel fiel, dessen Erscheinen er vorausgesagt haben sollte, brachte er beides in Zusammenhang und behauptete, das Meteor sei von der Sonne gekommen, die ein glühendes Eisen sei. Dieser Vergleich der für göttlich gehaltenen Sonne mit einem glühenden Eisen brachte ihm die Anklage wegen Gottlosigkeit ein, deren schlimme Folgen Perikles abwendete. Anaxagoras führte seine Erwägungen über die Sonne weiter; durch ihr Licht ließ er den Mond erleuchten, der ein nicht leuchtender fester Körper mit Ebenen, Bergen und Schluchten sei. Ferner zeigte er als erster, wie der Mond durch den Schatten der Erde verfinstert werde; entsprechend rufe der Schatten des Mondes eine Sonnenfinsternis hervor. Die Sonne selbst sei größer als der Peloponnes [222, Bd. I, S. 375—399].

Die Feuerkugel brachte ihn noch auf einen anderen Einfall: Von der Erde weggeschleuderte Steine werden durch den Umschwung des Himmels glühend, so daß sie wie Sternschnuppen als Funken hervorschießen und damit zu Sternen werden. Dicht zusammengedrängt bilden die Sterne die Milchstraße. Auch behauptete er: „Der Geist setzt die Welt in Bewegung, so daß die Sterne und Sonne und Mond, sowie die Luft und der Äther herumwirbeln."

„Die Erde ist flach und wird durch die Luft in der Schwebe gehalten." Also kannte Anaxagoras die Kugelgestalt der Erde noch nicht. Diese Lehre setzte sich erst um 400 v. Chr. durch.

Die Himmelsvorgänge reizten immer wieder den griechischen Geist zur mathematischen Darstellung. Eudoxos von Knidos (um 408—355 v. Chr.) ging von der überlieferten Vorstellung aus, daß alle Gestirne die Erde umkreisen. Sie konnte offenbar nicht genügen, um die Unregelmäßigkeiten der Mondbewegung, wie sie aus der Beobachtung der Finsternisse sich ergaben, oder die Unregelmäßigkeiten in der Bewegung der anderen Planeten mit ihren Stillständen und Rückläufen als nur scheinbar unregelmäßige, tatsächlich aber gesetzmäßige Himmelsvorgänge zu erklären. Um diesen Umständen Rechnung zu tragen, erdachte sich Eudoxos für jeden Planeten ein eigenes Kugelgebilde, das z. B. für die Sonne aus 3 durchsichtigen Kugelschalen bestand, deren äußerste die tägliche Bewegung darstellt, während die beiden inneren ihren jährlichen Lauf durch die Zeichen und die jährliche Breitenänderung anzeigen; denn damals glaubte man noch, daß die Sonnenbahn nicht genau dem Tierkreis, sondern einem dazu wenig geneigten Kreise entspräche, wie es bei den anderen Planeten der Fall ist. Beim Monde waren es auch 3 Kugelschalen, deren gegenseitige Bewegung zur Darstellung seines wirklichen Laufes genügte, während bei den 5 anderen Planeten sogar 4 Kugelschalen nötig waren. Die beiden äußeren Kugelschalen entsprachen dem täglichen Umschwung und ihrem Lauf, bezogen auf den Tierkreis, während die 3. Kugelschale ihre gleichzeitige Bewegung in Breite anzeigt. Die 4. Kugelschale nun rollte rückwärts, gleichschnell mit der dritten und diente zur Erzeugung der rückläufigen Bewegung des Planeten. Der Planet ist angeheftet an der inneren 4. Kugelschale, und zwar am Äquator, während die Pole dieser Kugelschale fest mit der 3. Schale ver-

bunden waren, deren Pole davon um einen besonderen Neigungswinkel entfernt waren. Die Pole der 3. Schale sind fest mit der 2. Schale verbunden und ruhen in deren Tierkreis, während die Pole der 2. Schale auf der 1. Schale den Betrag der Schiefe von deren Polen, die mit den Weltpolen verbunden sind, abstehen.

Die Bewegung aller dieser Kugelschalen erfolgt um die ruhende Erde als Mittelpunkt. Soweit sich den Nachrichten über Eudoxos und sein Weltgebäude entnehmen läßt, legte er folgende Umlaufszeiten zu Grunde: Die Dauer des Jahres zu 365 Tagen mit den Jahreszeiten zu 91, 91, 92 und 91 Tagen; die Schiefe zu 24^0. Für die 5 Planeten werden folgende Umlaufszeiten angegeben, wobei die modernen Werte daneben gesetzt sind:

	Synodischer Umlauf		Siderischer Umlauf	
	Eudoxos	Modern	Eudoxos	Modern
Merkur	110 Tage	116 Tage	1 Jahr	1 Jahr
Venus	570	584	1	1
Mars	260	780	2	1,9
Jupiter	390	399	12	11,8
Saturn	390	378	30	29,5

Der Umlauf eines Planeten mit Bezug auf die Sonne als Markstein heißt synodisch und mit Bezug auf einen Stern als Markstein siderisch.

Über den Neigungswinkel wie auch über die Geschwindigkeiten der 2. und 3. Kugelschale des Mondes ist nichts bekannt. Schiaparelli hat versucht [628 P. I, T. II] mit Hilfe der obigen Zahlen und mit Verwendung möglichst günstiger Annahmen über die fehlenden Zahlen die Kugelgebilde des Eudoxos zur Darstellung des Planetenlaufes zu verwenden. Es ergab sich, daß die Sonnen- und Mondbewegung einigermaßen dargestellt wurde; allerdings blieben die Unregelmäßigkeiten außer Acht, die auf der Exzentrizität ihrer Bahnen beruhen. Für Saturn und Jupiter und einigermaßen für Merkur konnten ihre Bewegung im Tierkreis, ihre Stillstände und Rückläufe dargestellt werden, während es für Venus und Mars nicht gelang.

Kallippos von Kyzikos (geboren um 370 v. Chr.), ein Zeitgenosse des Aristoteles, erhob Einwände gegen diese Kugelgebilde und suchte sie durch Einführung neuer Kugelschalen zu verbessern, um die Unregelmäßigkeiten im Laufe der Planeten zu berücksichtigen. Deshalb erhöhte er die Zahl der Kugelschalen

jedes Kugelgebildes auf 5 mit Ausnahme von Jupiter und Saturn, denen er 4 ließ. Wichtiger ist seine Berücksichtigung der Unregelmäßigkeit im Sonnenlauf durch 2 neue Kugelschalen und die Verwendung der Arbeiten von Meton und Euktemon über die Dauer des Sonnen- und Mondumlaufes. Meton hatte die Beziehung 19 Jahre zu $365^5/_{19}$ Tagen = 235 Monate = 6940 Tage aufgestellt, was Kallippos in 76 Jahre = 940 Monate = 27759 Tage verbesserte. Obwohl nicht bekannt ist, wie er durch die neuen Kugelschalen beim Mond, Merkur, Venus und Mars die Mängel der alten Kugelgebilde beseitigen wollte, ist doch anzunehmen, daß er durch seine Verbesserungen die neuen auf Beobachtungen beruhenden Kenntnisse berücksichtigen wollte. Aristoteles vereinigte die Kugelgebilde der einzelnen Planeten zu einem Gebilde, indem er verschiedene rückwärtsrollende Kugelschalen einschob und andere Schalen wegließ, um eine befriedigende Darstellung der Himmelsvorgänge zu erzielen. Sein gesamtes Kugelgebilde enthielt 47 Kugelschalen in der Anordnung: Erde, Mond, Sonne, Merkur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn und Sternhimmel. Ob es wohl jemals ausgeführt worden ist? Das ist wenig wahrscheinlich, und wenn es geschah, so ließen sich die Kugelschalen wohl verstellen, aber nicht durch eine Antriebskraft zum gemeinsamen Gehen bringen. Trotzdem war es ein großer Versuch, die Himmelsvorgänge durch die Bewegung von Kugelschalen darzustellen.

Wenn es auch gelang mit diesen Kugelschalen, deren Mittelpunkt in der ruhenden Erde lag, die Himmelsvorgänge, soweit sie damals bekannt waren, darzustellen, so ließen sich doch manche Beobachtungen damit nicht vereinigen. Schon Polemarch von Kyzikos, ein Freund des Eudoxos, wußte, daß die Helligkeitsänderungen der Venus und des Mars sich mit der Vorstellung, daß sie ihren Abstand von der Erde nicht ändern, nicht vertragen. Auch Aristoteles war sich dieser Schwierigkeit bewußt, betonte aber, daß es nötig sei, zuerst sich eine Vorstellung zu machen und dann die Erkenntnisse anderer Gelehrten zu benützen, um die eigene Vorstellung der Wirklichkeit anzupassen. Später hat Sosigenes, der Lehrer des um 200 n. Chr. lebenden Alexander v. Aphrodosias, die Vorwürfe gegen die gleichmittigen Sphären des Eudoxos wieder aufgenommen und dabei auf die Messungen des Monddurchmessers [662] hingewiesen, die ge-

legentlich 11, gelegentlich 12 Finger ergeben, was in Übereinstimmung stehe mit der Tatsache, daß die Sonne bei einer Verfinsterung gelegentlich ganz und gelegentlich nur ringförmig verfinstert werde. Alles dies spreche gegen die Annahme eines immer gleichen Abstandes der Planeten von der Erde. Solche Erwägungen mußten das Aufkommen einer anderen Planetentheorie begünstigen, zumal diese Theorie im Kreise der Anhänger Platos entstand, der die Bestrebungen, die Himmelsvorgänge mathematisch so genau wie möglich darzustellen, sehr förderte.

Plato nahm wie Eudoxos die Erde umkreist von den 7 Planeten in der Reihenfolge Mond, Sonne, Venus, Merkur, Mars, Jupiter und Saturn und vom Sternhimmel an Über die Abstände der Planeten gab er an: 1, 2, 3, 4, 8, 9, 27, d. h. die beiden geometrischen Reihen 1, 2, 4, 8 und 3, 9, 27, die von seinem Ausleger Chalcidius [554 Kap. 96] als die Abstände: Erde 1 Mond 2 Sonne 3 Merkur 4 Venus 8 Mars 9 Jupiter 27 Saturn gedeutet wurden. Den Planeten maß Plato eine Kraft bei, um entgegengesetzt zum täglichen Umschwung des Sternhimmels ihren Lauf von West nach Ost durchzuführen; diese Kraft ist am geringsten beim Saturn und am größten beim Mond, was sich in ihren Umläufen äußert [554, Kap. 11—12]. Über die gegenseitige Bewegung von Sonne, Venus und Merkur äußerte sich Plato: „Die Sonne in die 2. Sphäre oberhalb der Erde, den Morgenstern und den dem Merkur geheiligten und nach ihm benannten in diejenigen Sphären, die in gleicher Geschwindigkeit mit der Sonne umlaufen, aber eine ihr entgegengesetzte Richtung verfolgen. Daher vollzieht sich zwischen Sonne, Merkur und Morgenstern ein gleichmäßiger Wechsel gegenseitigen Einholens und Eingeholtwerdens." Diese Stelle ist unklar und hat zu vielen Erläuterungen Anlaß gegeben. Offenbar wollte Plato die gegenseitige Bewegung dieser 3 Planeten im Gegensatz zur rechtläufigen Bewegung der anderen besonders betonen. Alle drei Planeten bewegen sich mit gleicher Winkelgeschwindigkeit in Kreisen, die in der Reihenfolge Sonne, Venus und Merkur aufeinanderfolgen, und sind immer einander so benachbart, daß Plato Merkur und Venus die Begleiter der Sonne nannte. Wie es nun möglich ist, daß sie sich einholen und Venus und Merkur rückwärts gehen, darüber äußerte er sich nicht und ließ dadurch allen Vermutungen Raum. Ähnlich ist es mit seiner Ansicht über die Erde. Sie

ist in der Weltmitte und zwar geballt um die Weltachse. Um die Weltachse erfolgen aber die Bewegungen der Sphären der Planeten und die dazu entgegengesetzte des Sternhimmels. Bleibt die Erde von diesen Bewegungen unberührt oder werden die Erschütterungen der Weltachse auf die Erde übertragen? Plato schweigt sich darüber aus. Jedoch scheinen seine Schüler sich Gedanken gemacht zu haben, wie aus der Äußerung des Aristoteles [18, Buch II, 13] hervorgeht: „Einige aber behaupten auch, daß die Erde, während sie sich am eigentlichen Mittelpunkte befinde, in einer zitternd schwankenden Bewegung um die durch das All gespannte Achse sei, wie dies im Timaios geschrieben steht." Von Herakleides aus Herakleia am Schwarzen Meer (390?—310? v. Chr.), einem Schüler Platos, wird berichtet, daß er die Erde in der Mitte der Welt sich um ihre Achse drehen ließ. Diese Lehre legte er anscheinend in einem Zwiegespräch über das Himmelsgebäude einem Pythagoräer Ekphantos in den Mund, so daß sie teils als Lehre des Herakleides, teils als die des Ekphantos erwähnt wurde [Nr. 662, Buch II, 7, 14. Nr. 109, S. 505, 568]. Die Erde dreht sich in einem Tage um ihre Achse, während der Sternhimmel ruht; dadurch wird der tägliche Umschwung der Sterne und der Planeten erklärt, so wurde berichtet. Auch gab er eine Erklärung für die Lageänderung der Venus in Bezug auf die Sonne, indem er beide Planeten auf Kreisen mit demselben Mittelpunkt laufen ließ und ihre Bewegung in Bezug auf die Richtung zur Erde hin in Betracht zog. Wie er sich nun die Einzelheiten dachte oder ob er dies nur als eine Frage aufwarf, das ist unbekannt. Eine mathematische Darstellung dürfte von ihm nicht zu erwarten sein [Anm. 1].

Es bedurfte erst genauerer Grundlagen, bevor man wagen konnte, mit neuen Annahmen an die Darstellung der Planetenbewegung heranzugehen.

Den ersten Versuch, die Beziehungen zwischen Erde, Sonne und Mond zu klären, machte Aristarch von Samos (300?—230? v. Chr.). Unter der Annahme [335], daß der Mond sein Licht von der Sonne empfinge und die Erde umkreise und daß der Durchmesser von Sonne und Mond 2^0 betrage, stellte er fest: I. Der Abstand der Sonne von der Erde ist größer als 18 und kleiner als 20 Abstände Mond-Erde. II. Der Durchmesser der Sonne verhält sich zum Erddurchmesser in den Grenzen 19 zu 3 und 43 zu 6.

III. Der Monddurchmesser ist kleiner als $^2/_{45}$ und größer als $^1/_{30}$ des Abstandes der Mondmitte vom Auge. IV. Der Erddurchmesser verhält sich zum Monddurchmesser in den Grenzen 108 zu 43 und 60 zu 19.

Aus seiner Untersuchung folgt, daß Aristarch genaue Abstände nicht berechnen konnte, sondern aus geometrischen Betrachtungen die Grenzwerte zu bestimmen versuchte. Da er überdies für keinen Durchmesser oder Abstand ein irdisches Maß angab, entfiel auch jede Möglichkeit die himmlischen Abstände und Durchmesser mit irdischen Gegenständen zu vergleichen. Seine Abstände waren durch den falschen Ansatz, daß der Monddurchmesser 2^0 betrage, zu klein. Darüber mochte Aristarch sich im klaren sein; denn später fand er den Sonnendurchmesser zu $1/2^0$ [16, Sandrechnung II] und da er Sonne und Mond den gleichen scheinbaren Durchmesser gab, so mußten sich damit seine Abstände vergrößern.

Bedeutsam waren seine Gedanken über die Bewegung von Sonne und Erde. Archimedes berichtet darüber in seiner Sandrechnung [16]: „Wie Du weißt, bezeichnen die meisten Astronomen als Weltall die Kugel, deren Mittelpunkt mit dem Mittelpunkt der Erde zusammenfällt und deren Halbmesser den Mittelpunkt der Sonne und der Erde verbindet. So heißt es gewöhnlich in den Schriften der Astronomen. Aber Aristarch veröffentlichte verschiedene Hypothesen mit Zeichnungen, wonach sich ergibt, daß das Weltall viel größer als das soeben erwähnte ist. Seine Hypothesen lauten: Die Fixsterne und die Sonne sind unbeweglich; die Erde bewegt sich um die Sonne als Mittelpunkt in einem Kreise. Die Sphäre der Fixsterne, deren Mittelpunkt auch in der Sonne liegt, ist so groß, daß der Abstand der Fixsterne sich zur Länge der Erdbahn, wie die Oberfläche der Kugel zu ihrem Mittelpunkt verhält." Aristarch stellte also die Behauptung auf, daß die Erde sich um die Sonne bewegt und zugleich täglich um ihre Achse dreht [Nr. 557. Nr. 693. Nr. 6, Buch II, 24. Nr. 656, Buch X, 174. Nr. 558, Buch VIII, 1] und suchte dadurch die Himmelsvorgänge darzustellen. Wie machte er es mit den anderen Planeten? Darüber ist nichts bekannt, was um so merkwürdiger ist, als eine solche Annahme, daß auch sie — außer dem Monde — um die Sonne kreisen sollten, sicherlich im Altertum erwähnt worden wäre. Demnach dürfen wir wohl schließen, daß er sich auf die

Darstellung der Himmelsvorgänge, soweit sie die Bewegung von Sonne und Mond und den täglichem Umschwung des Sternhimmels betreffen, beschränkte und die sich drehende Erde, umkreist vom Monde, um die Sonne kreisen ließ. Von der Berücksichtigung der Unregelmäßigkeiten im Laufe von Sonne und Mond ist keine Rede. Beschäftigt hat er sich mit der Beobachtung der Sonne; er beobachtete die Sommerwende des Jahres 280 v. Chr. und ließ durch seine Schüler andere Beobachtungen anstellen [586, Buch III, 1]. Ferner verlängerte er die von Kallippos gefundene Jahreslänge um $^1/_{1623}$ Tag und gab an, daß nach 2484 Jahren Sonne, Mond und die 5 Planeten zur selben Stelle am Himmel zurückkehren würden, was er das Große Jahr nannte. Anscheinend waren es doch nur die Beziehungen zwischen Sonne, Mond und Erde, die ihn reizten und zu deren besseren Darstellung er seine Hypothesen erfand. Er scheint die Vorzüge seines Systems durch Zeichnungen erklärt und als wahrscheinlich hingestellt zu haben, wie aus den Mitteilungen der Archimedes und Plutarch hervorgeht, während der Babylonier Seleukos von Seleukia sie als wahr nachwies. Worin dieser Nachweis des Seleukos bestand, wissen wir nicht. Er hatte periodische Unregelmäßigkeiten in den Gezeiten des Roten Meeres entdeckt und sie mit dem Mondlauf durch den Tierkreis in Beziehung gebracht [685, Buch III, 5. 9]; ferner suchte er die Gezeiten des Atlantischen Ozeans durch die Luftbewegung zu erklären, die durch die Bewegung des Mondes und durch die gleichzeitige Drehung und Bewegung der Erde entstehe [6, Buch III, 17. 9].

Die Hypothesen Aristarchs über die Drehung und Bewegung der Erde gehören zu den geistreichsten Einfällen der Griechen. Leider blieb es bei den Einfällen. Offensichtlich war Aristarch nicht in der Lage, die Vorteile seines Systems in der Vereinfachung der Bahnformen nachzuweisen. Dazu kam die Angst der griechischen Philosophen und Gelehrten vor der Dummheit ihrer Mitbürger. Plato und Xenophon betonten in ihren Schriften, daß Sokrates die Sternkunde nur für nützlich erklärte, soweit es sich um Feldmessung und Zeitrechnung handle, dagegen sich immer geweigert habe, die Untersuchungen über die Bahnen der Planeten, ihre Umlaufszeiten und Abstände von der Erde zu billigen. Aristarch selbst wurde von Kleanthes der Gottlosigkeit geziehen, weil er die Erde, den Herd des Weltalls, in Bewegung

setze [557, Kap. 6]. Auch später fehlte es nicht an Hinweisen auf seine Ruchlosigkeit, wenn seine Hypothesen erwähnt wurden, wie Theon von Smyrna den Dercyllides berichten läßt [335, S. 304]. Seneca erwähnte die Erddrehung, ohne Aristarch zu nennen, als Möglichkeit manche Himmelsvorgänge zu erklären. Auch Ptolemaeus beschäftigte sich mit der Erddrehung, hielt sie für einfacher als die Drehung des Sternhimmels, aber lehnte sie doch ab, weil die Erddrehung eine scheinbar entgegengesetzte Bewegung aller nicht niet- und nagelfesten Körper und aller in der Luft befindlichen Körper nach Westen zu bewirken würde. Selbst wenn die Luft an der Erddrehung teilnehmen würde, so müßten die in die Luft geworfenen Gegenstände scheinbar nach Westen fliegen. Seine Worte lauten [586, Bd. I S. 18—20]: „Nun stellen sich manche Philosophen, ohne gegen die hier entwickelten Ansichten etwas einwenden zu können, ein nach ihrer Meinung glaubwürdigeres System zusammen und geben sich dem Glauben hin, daß keinerlei Zeugnis wider sie sprechen werde, wenn sie z. B. das Himmelsgewölbe als unbeweglich annähmen, während sie die Erde um dieselbe Achse von Westen nach Osten täglich nahezu eine Umdrehung machen ließen, oder auch wenn sie beiden eine Bewegung von einem gewissen Betrag erteilten, nur, wie gesagt, um dieselbe Achse und im richtigen Verhältnis zur Erhaltung der auf gegenseitigem Überholen beruhenden Beziehungen.

Wenn auch vielleicht, was die Erscheinungen in der Sternenwelt anlangt, bei der größeren Einfachheit des Gedankens nichts hinderlich sein würde, daß dem so wäre, ist doch diesen Männern entgangen, daß aus den uns selbst anhaftenden Eigenschaften und den eigenartigen atmosphärischen Verhältnissen die ganze Lächerlichkeit einer solchen Annahme ersichtlich werden muß. Gesetzt nämlich, wir machten ihnen das Zugeständnis, daß im Widerspruch mit ihrer natürlichen Beschaffenheit die aus den feinsten Molekülen bestehenden und daher leichtesten Substanzen entweder gar keine Bewegung hätten oder unterschiedslos dieselbe wie die Körper von entgegengesetzter Natur — wo doch die atmosphärischen Massen und die aus weniger feinen Molekülen gebildeten Körper so sichtlich den Trieb zu schnellerer Fortbewegung äußern als sämtliche mehr erdartigen Körper — während die aus den gröbsten Molekülen bestehenden und daher schwersten Körper in diesem Fall eine eigene rasend schnelle und

gleichförmige Bewegung hätten — wo doch wieder die erdartigen Körper anerkanntermaßen bisweilen nicht einmal auf die von anderen Körpern ihnen aufgedrungene Bewegung in entsprechender Weise reagieren — nun, so müßten sie doch zugeben, daß die Drehung der Erde die gewaltigste von ausnahmslos allen in ihrem Bereich existierenden Bewegungen wäre, insofern sie in kurzer Zeit eine so ungeheuer schnelle Wiederkehr zum Ausgangspunkt bewerkstelligte, daß alles, was auf ihr nicht niet- und nagelfest wäre, scheinbar immer in einer einzigen Bewegung begriffen sein müßte, welche Bewegung der Erde entgegengesetzt verliefe. So würde sich weder eine Wolke noch sonst etwas, was da fliegt oder geworfen wird, in der Richtung nach Osten ziehend bemerkbar machen, weil die Erde stets alles überholen und in der Bewegung nach Osten vorauseilen würde, so daß alle übrigen Körper scheinbar in einem Zuge nach Westen, d. i. nach der Seite, welche die Erde hinter sich läßt, wandern müßten.

Wenn die Vertreter dieser Ansicht nämlich auch behaupten wollten, daß die Atmosphäre an der Drehung der Erde in derselben Richtung mit gleicher Geschwindigkeit teilnähme, so müßten nichtsdestoweniger die in sie hineingeratenden irdischen Körper jederzeit hinter der Bewegung, welche Erde und Atmosphäre gemeinsam (ostwärts) fortrisse, scheinbar (westwärts) zurückbleiben, oder wenn sie auch, mit der Atmosphäre gewissermaßen eins geworden, mit herumgenommen würden, so würde doch an ihnen keinerlei scheinbare Bewegung mehr wahrgenommen werden, weder eine rechtläufige noch eine rückläufige, sondern sie würden scheinbar beständig an einem Fleck verharren und, möchten es fliegende oder geworfene Körper sein, keinerlei Abschweifung oder Fortschritt im Raume machen — was wir ja alles so sichtlich vor sich gehen sehen — gerade als ob von dem Nichtfeststehen der Erde für diese Körper ein Verzichten auf jede Bewegung, sei sie langsam oder schnell, die Folge sein müßte."

Neben der Erörterung, ob die Erde sich bewege oder ruhe, spielte auch die Frage der scheinbaren Bewegung der Venus und des Merkur zur Sonne eine Rolle in Griechenland. Schon Plato erwähnte sie als die Begleiter der Sonne. War es nur möglich sie durch ein so verwickeltes System wie die Kugelgebilde des Eudoxos zu erklären oder gab es auch einfachere Erklärungen? Eine solche Erklärung wird als die Lehre der Ägypter erwähnt

[Nr. 711, Buch IX, 1. Nr. 124, Buch VIII, 879. Nr. 554, Kap. 109. Nr. 461, Buch 1, 19]. Sie besagt, daß Venus und Merkur die Sonne umkreisen, während diese sich um die Erde bewegt (Abb. 2). Diese ägyptische Lehre, erst von Macrobius um 400 n. Chr. so benannt, dürfte in der Zeit Aristarchs entstanden sein. Sie vermochte die scheinbaren Bewegungen von Venus und Merkur um die Sonne besser als die anderen Lehren zu erklären, wurde aber

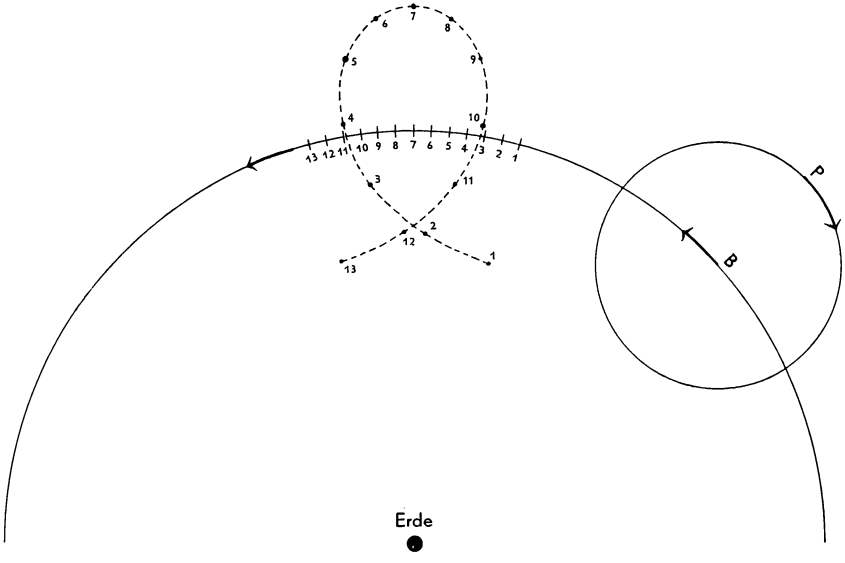


Abb. 3. Epizyklische Bewegung eines Planeten um die Erde. Rechts ist die gleichzeitige Bewegung des Planeten P auf dem Epizykel und des Mittelpunktes B seines Epizykel und in der Mitte die daraus folgende scheinbare Bewegung des Planeten mit der Bahnschleife zu sehen.

doch für die Planetentheorie nicht benützt, wohl weil man nicht wagte, außerhalb der Erde eine andere Bewegungsmitte anzunehmen. Immerhin hatte diese eingehende Beschäftigung mit der Sonne und ihren Begleitern zur Folge, daß die Bedeutung der Sonne hervorgehoben wurde, wie wir noch sehen werden, und daß man zu neuen Formen der Bahnbewegung gelangte.

Auch die Zahl der Himmel suchten die Nachfolger Platos anzugeben. Gemäß ihrer Lehre befindet sich über dem Sternhimmel der Himmel der göttlichen Wesen und darüber das Reich der reinen Ideen, der Urbilder, der ewigen Gesetze und Formen.

Die ägyptische Lehre vom Umkreisen der Sonne durch Venus und Merkur hatte zur Erkenntnis geführt, daß die scheinbare Bewegung dieser Planeten um die Sonne mit ihrem Überholen und Überholenlassen sich durch die Annahme einer Bewegung um die Sonne darstellen lasse. Andererseits hatte Eudoxos durch zwei sich gegeneinander bewegende Kugelschalen das Rückwärtsschreiten der oberen Planeten darstellen können. Somit bestand die Möglichkeit, die Unregelmäßigkeit geometrisch zu erklären. Nötig war es nur einerseits von der Sonne als dem Mittelpunkt der Bewegungen der inneren Planeten und andererseits von der Annahme von Kugelschalen mit der Erde im Mittelpunkt abzusehen. So kam man zu den Bewegungsformen, die beinahe 2000 Jahre zur Darstellung der Planetenbewegungen verwendet und erst durch Kepler als unbrauchbar erwiesen wurden, nämlich zu den Epizykeln (Aufkreisen) und zu den exzentrischen Bahnen (Außermittenkreisen). Bei der epizyklischen Annahme bewegt sich der Planet auf einem Kreise (Epizykel), dessen Mittelpunkt gleichzeitig rechtläufig die Erde als Mittelpunkt des Tierkreises umkreist (Abb. 3); dagegen bewegt sich nach der exzentrischen Annahme der Planet auf einem Kreise, dessen Mittelpunkt außerhalb der Erde als Mittelpunktes des Tierkreises liegt (Abb. 4).

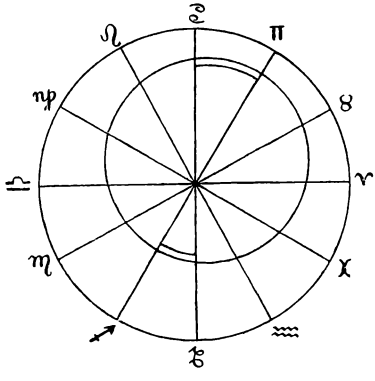


Abb. 4. (Gemini Elementa astronomica. C. Manitius, Leipzig 1898, S. 17). Exzentrische Bewegung der Sonne um die Erde innerhalb des Tierkreises.

Die .Untersuchungen wurden besonders durch Apollonios von Perga (geboren um 262 v. Chr.), bekannt durch seine Arbeiten über die Kegelschnitte, gefördert. Er zeigte geometrisch [586, Buch XII, 1], daß die Rückläufe und Stillstände durch beide Annahmen gleich gut dargestellt werden. Allerdings ließ sich die exzentrische Annahme nur für die oberen Planeten machen, während die epizyklische Annahme für alle Planeten anwendbar ist.

Die mathematischen Hilfsmittel zur Darstellung der Planetenbewegung standen den Griechen zur Verfügung; ob sie sie so-

fort anwandten, um sie mit den Beobachtungen zu vergleichen und die künftige Bewegung der Planeten vorauszuberechnen, ist nicht bekannt. Jedoch ist es wahrscheinlich, daß diese griechischen Untersuchungen im Zusammenhang standen mit den damaligen Beobachtungen in Ägypten, in Alexandria, wo Timocharis und seine Schüler von 295 bis 272 und ein anderer Beobachter, vielleicht Dionysius [586, Bd. II, 407], von 272 bis 257 v. Chr. und spätere Beobachter von 244 bis 174 gelegentlich beobachteten. Die Beobachtungen betreffen Finsternisse, deren Anfang und Ende auf Bruchteile von Stunden geschätzt wurden, oder die Stellung der Planeten zu Sternen, wobei der Abstand in Monddurchmessern angegeben wurde. Um dieses Maß auch dann benützen zu können, wenn der Mond nicht schien, benützten die alexandrinischen Astronomen wohl nahestehende Sterne. Viel besser und richtiger als diese Beobachtungen sind die Sternbeobachtungen der Aristyll und Timocharis um 290; sie hatten die Mittagshöhe verschiedener Sterne beobachtet und daraus ihre Deklination abgeleitet. Diese Deklinationen wurden später von Ptolemaeus zur Ableitung der Präzession verwendet. Die Deklinationen der Timocharis und Aristyll waren wohl nicht so gut wie die der Hipparch und Ptolemaeus, zeigen aber mit ihrem mittleren Fehler von 0.15^0 [765 S. 88] an, daß die alexandrinischen Beobachter damals imstande waren, die Bedingungen für eine grundlegende Planetentheorie zu schaffen. Trotzdem dauerte es noch lange, bis der griechischen Sternforschung in Hipparch der Mann erstand, der Grundlegendes schuf.

Die Planetentheorie der Babylonier.

Zwei große Völker, die Ägypter und die Babylonier, hatten schon eine Sternkunde entwickelt zu einer Zeit, als die Griechen sich erst zögernd in den Himmelsvorgängen zurechtzufinden suchten. Die Griechen selbst gaben an, verschiedene Kenntnisse den Ägyptern und den Babyloniern zu verdanken. Von Ägypten kam der 24-Stundentag, die Wasseruhr, die Jahresdauer und die Monatsnamen; in Ägypten lernte Eratosthenes die vorzügliche Feldmessung, deren hervorragendes Beispiel die große Pyramide bei Gise darstellt, kennen und bediente sich ihrer Einrichtung zur Bestimmung des Erdumfanges. Wie die Ägypter sich die Bewe-

gungen der Himmelskörper vorstellten, darüber ist nur wenig bekannt. Macrobius schreibt ihnen die Lehre zu, daß Venus und Merkur die Sonne umkreisen; ägyptische Gelehrte ließen Mond, Sonne und Saturn die Erde umkreisen, im Abstand von 1900, 2850 und 3800 Stadien [556a, Buch II, 21]. Viel größer ist der Einfluß, den die Griechen von den Babyloniern erfuhren. Ihre Geschichtsschreiber berichten allerdings nur, daß sie die Hohlsonnenuhr und den Schattenstab von ihnen übernommen haben; Ptolemaeus erwähnt in seinem Handbuche verschiedene Beobachtungen der Chaldäer. Jedoch haben die Ausgrabungen im Zweistromlande und die Funde zahlreicher Keilschrifttafeln mit astronomischen Angaben ergeben, daß die Babylonier sich schon früher als die Griechen mit der Beobachtung und Festlegung der Himmelsvorgänge beschäftigt hatten (Abb. 5) und daß sie die Umläufe schon vorher genau berechnet hatten. Die Einteilung des Tierkreises in die Zeichen, sowie die gleichartige Teilung in Maß, Gewicht, Zeit und Winkel, die Unterscheidung der Sterne nach Sternbildern und Farben, die Hohlsonnenuhr, die Abbildung der Himmelskreise auf verschiedene Flächen, die Deutung der Himmelsvorgänge im astrologischen Sinne, vielleicht auch Geräte wie die Himmelskugel und die Armillarsphäre, alles dies wurde von den Griechen übernommen und weitergebildet.

Die Vorausberechnung künftiger Himmelsvorgänge gehörte bereits in früher Zeit zu den Pflichten der Priester, die ihre Zeit der Beobachtung und Deutung der Himmelsvorgänge zu widmen hatten. Aus der Zeit vor 500 v. Chr. liegen viele Berichte der Priester an den König vor, die ersehen lassen, welche Mühe sie sich mit der Erforschung der Himmelsvorgänge machten, wie sie zuerst hofften aus Himmelszuständen wie einem Mondring, den sie bei einer Finsternis gesehen hatten, auf eine künftige Finsternis schließen zu können, wie sie allmählich zu Perioden für den Mondumlauf kamen und erstaunt waren, daß die vorausberechnete Finsternis nicht eintrat. Und ebenso lassen ihre Berichte über die Planetenbeobachtungen ersehen, wie sie allmählich Perioden über ihren Umlauf um die Erde fanden und sich wunderten, daß der Planet seinen Lauf im Tierkreis nicht fortsetzt, sondern still steht und rückwärts läuft. Alle die Schwierigkeiten, die mit der Erkenntnis der Himmelsvorgänge verbunden sind, spiegeln sich in ihren Berichten.

Nicht nur die Bewegung der Planeten, sondern alle Himmelsvorgänge zogen sie in den Bereich ihrer Beobachtung: Ringe um Sonne und Mond und andere Himmelserscheinungen wurden

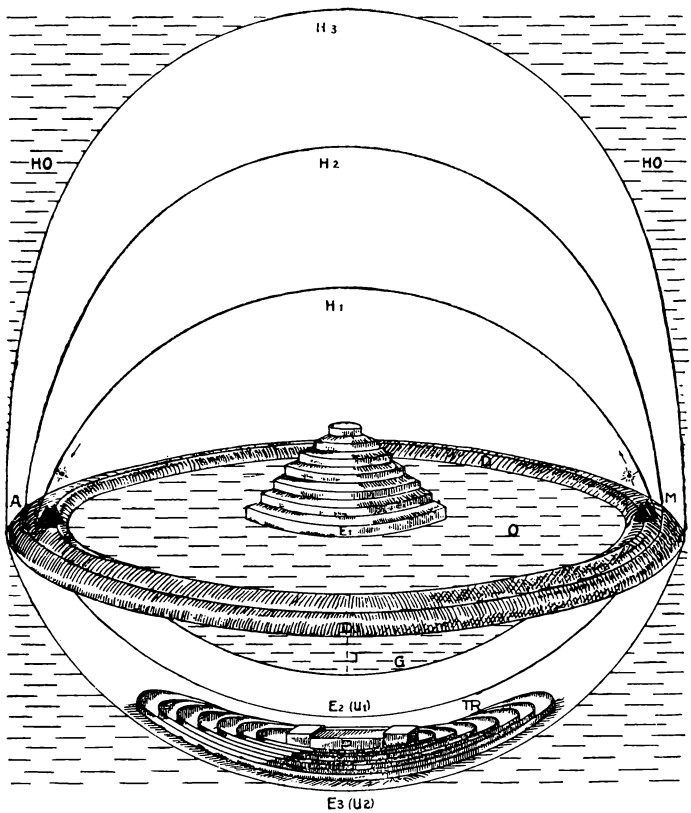


Abb. 5. (B. Meißner, Babylonien und Assyrien II, Heidelberg 1925, S. 109). Babylonisches Weltbild. In der Mitte der stufenförmige Erdberg E_1 mit der 2. und 3. Erde E_2 und E_3, wo der Palast P und die 7 Mauern TR des Totenreiches sich befinden. Um die Erde das irdische Meer O, begrenzt vom Damm D des Himmels mit je 2 Bergen im Osten M und im Westen A. Über der Erde der 1., 2. und 3. Himmel H_1, H_2 und H_3, umschlossen vom himmlischen Meer HO.

beachtet und gedeutet. Sogar die Helligkeitsänderung des Mars wurde in Betracht gezogen.

Besonders die Finsternisse waren es, deren Vorhersage ihre Bemühungen durch Jahrhunderte hindurch galten, Bemühungen,

die bei den Mondfinsternissen zu einem guten Erfolge führten. Zur Vorhersage wurde im 6. Jahrhundert v. Chr. anscheinend eine Periode von 17 Monaten benützt [716]. Später verwendeten sie den Saros, wonach 223 Mondwechsel gleich 242 Drachenmonaten (bis zum Erreichen desselben Knotens, d. h. des Schnittpunktes der Mondbahn mit der Sonnenbahn) und 239 anomalistischen Monaten (bis zum Erreichen derselben größten Geschwindigkeit) ist. Diese Beziehung wurde von einem babylonischen Sternforscher, wohl von Naburi'annu, benützt, um auf außerordentlich kunstvolle Weise Tafeln zur Berechnung des Mondlaufes und der Mondfinsternisse zu entwerfen [Anm. 2]. Soweit sich aus den Keilschrifttafeln ersehen läßt, die keine Erklärung ihres Gebrauches und ihrer Herstellung enthalten, berücksichtigte er den unregelmäßigen Lauf der Sonne so, daß er die Sonnenbahn in zwei ungleichgroße Bogen zerlegte und die Sonne jeden Bogen mit verschiedener Geschwindigkeit durchlaufen ließ, so daß jedem Bogen eine besondere, unveränderliche Geschwindigkeit zukam. Den Mond ließ Naburi'annu mit einer Geschwindigkeit, die sich innerhalb zweier Grenzen stetig änderte, die Mondbahn durchlaufen. Auch die Änderung seiner Breite, die für die Berechnung von Finsternissen wichtig ist, berücksichtigte er in kunstvoller Weise. Der Durchmesser von Sonne und Mond wurde zu 2^0 und die Neigung der Mondbahn zu 5^0 angesetzt [530, Bd. IV, S. 272, 297]. Andere Werte begegnen in der Mondrechnung des Kidinnu. Er nahm den Durchmesser von Sonne und Mond zu $1\frac{1}{2}^0$ und die Neigung der Mondbahn zu $5\frac{2}{3}^0$ an; die Jahrespunkte legte er in den 8. Grad der Zeichen, während sie bei Naburi'annu im 10. Grad lagen. Auch die Sonnenbewegung ist von ihm besser dargestellt, durch eine begrenzt veränderliche Sonnengeschwindigkeit. Offenbar erfolgten diese Verbesserungen auf Grund neuer Beobachtungen. Trotzdem waren beide Mondrechnungen im 2. und 1. Jahrhundert nebeneinander im Gebrauch.

Auch der Lauf der Planeten wurde beobachtet und berechnet. Jahrbücher der Planetenörter sind seit 425 v. Chr. nachweisbar. Seit dem 6. Jahrhundert gibt es Beobachtungen der Abstände der Planeten von helleren Sternen, deren gegenseitige Lage durch Beobachtungen bekannt war. Auf Grund dieser Beobachtungen gelang es den babylonischen Sternforschern, die großen Unregel-

mäßigkeiten in der Bewegung der Planeten zu erkennen und in ihren Berechnungen zu berücksichtigen. Ähnlich wie bei der Mondrechnung trugen sie ihr zuerst durch sprunghafte Änderung der Geschwindigkeit entsprechend ihren Bahnabschnitten und später durch gleichmäßige Zu- und Abnahme innerhalb bestimmter Grenzen Rechnung. Ihre zu Grunde gelegten Zahlenwerte sind z. T. besser als die besten griechischen Werte [765, S. 54].

Bemerkenswert sind die babylonischen Ansätze der Jahrespunkte. Wie schon erwähnt, setzte Naburi'annu die Jahrespunkte auf den 10. Grad und Kidinnu auf den 8. Grad der Zeichen. Wo lag nun der Beginn des Tierkreises? Fiel er mit der Frühlingsnachtgleiche zusammen? Dieser Beginn wurde anscheinend in einen benachbarten Stern gelegt und fiel mit einer Ausnahme westlich des Frühlingspunktes, welcher der Frühlingsnachtgleiche entspricht; dieser Beginn oder Nullpunkt der Zählung wurde im Laufe des 2. und 1. Jahrhunderts anscheinend immer mehr nach Westen verlegt. Infolge des Ansatzes der Jahrespunkte auf den 10. bzw. 8. Grad der Zeichen lagen die wahren Nachtgleichen und Sonnenwenden zwischen dem Ansatz und den Nullpunkten der betreffenden Zeichen [765, S. 41]. Eine Ausnahme bilden wohl Neulichttafeln von Uruk [436, Bd. II, S. 586—588] für die Jahre 194 bis 192 v. Chr. Hier sind die Jahrespunkte auf den 3. Grad der Zeichen gesetzt und als Nullpunkt war offenbar ein babylonischer Normalstern gewählt, der $3^2/_3{}^0$ westlich des Frühlingspunktes lag, weshalb in diesen Tafeln die babylonischen Jahrespunkte mit den wahren beinahe übereinstimmten. Wenn wir die Zahlen vergleichen: Lage des Jahrespunktes gemäß Naburi'annu im 4. Jahrhundert $4^2/_3{}^0$ östlich, gemäß Kidinnu im 3. Jahrhundert $3^2/_3{}^0$ östlich und gemäß den Uruker Tafeln für 194—192 $^2/_3{}^0$ westlich des wahren Frühlingspunktes, so möchte man annehmen, daß die Babylonier die Wanderung des Frühlingspunktes infolge der Präzession gekannt und berücksichtigt hätten. Das ist aber unwahrscheinlich. Vielmehr fanden sie anscheinend, daß ihre Ansätze über die Jahrespunkte und den Nullpunkt der Zählung verbesserungsbedürftig waren und verlegten daher den Jahrespunkt zum Nullpunkt der Zählung hin, wobei sie einen Normalstern als Nullpunkt wählten. Das Nebeneinanderbestehen verschiedener Ansätze über die Jahrespunkte und den Nullpunkt und die ge-

ringe Beachtung, die anscheinend der Uruker Ansatz fand, lassen sich nur so erklären, daß ihnen die Präzession nicht bekannt war. Sowohl bei den Babyloniern als auch bei anderen Völkern mit alter Sternkunde gibt es aber frühe Beobachtungen, die das Vorhandensein der Präzession andeuten. So ließ die alte Einteilung der Tierkreiszeichen nach sich-hörenden und sich-sehenden Zeichen (Antiskia), die auf der Einteilung gemäß dem Äquator beruhte, in den 3 damals bestehenden Anordnungen die Verschiebung im Laufe der Zeit von 2200 bis 1200 bis 100 v. Chr. erkennen [424, S. 18]. Ähnlich steht es mit den Chinesen. Sie betrachteten den Nordpol als Sitz des Himmelsgottes und pflegten den nächstgelegenen Stern zu kennzeichnen. Im Laufe der Jahrtausende mußten sie den Nordpol auf die Sterne 1 Dra, 42 Dra, β U Mi, 32 Hev. Cam und α U Mi verlegen [624, S. 519]. Auch bei den Ägyptern scheint es ähnlich gewesen zu sein, wie aus ihrer Verlegung des Nordpoles vom Sternbild des Pflockes zum Sternbild des Nilpferdes hervorgeht [766, S. 96].

Die babylonischen Sternforscher, besonders Naburi'annu und Kidinnu, haben es verstanden, die Mondbewegung rechnerisch so gut darzustellen, daß sie in der Lage waren, Mondfinsternisse vorauszusagen. Auch in der Vorausberechnung des Planetenlaufes brachten sie es so weit, daß sie den Stillstand Jupiters nur um 4 Tage zu früh angaben. Welche Vorstellungen sie sich über die Bewegung der Planeten machten, wissen wir nicht; denn es fehlen alle Lehrbücher und Erklärungen zu ihren Tafeln, die meistens unvollständig überliefert sind. Wir dürfen wohl annehmen, daß sie den Planeten kreisförmige Bahnen zuschrieben, die mit ungleichmäßiger Geschwindigkeit durchlaufen werden.

Der um 300 v. Chr. lebende Berossos [645, S. 256—260] lehrte, daß der Mondball, dessen Oberfläche teils leuchtend, teils dunkel sei, durch die Strahlen und das Ungestüm der Sonnenhitze ergriffen werde, so daß er seine leuchtende Seite zur Zeit des Neumondes der Sonne zukehre. Fügen wir noch hinzu, daß der früher erwähnte Seleukos die Lehre von der Bewegung und Drehung der Erde als richtig bewiesen haben soll, so haben sich die Babylonier nicht auf die rechnerische Darstellung der Planetenbewegung beschränkt, sondern sich Gedanken über den Planetenlauf gemacht.

Die Bedeutung der Sonne bei den Ägyptern und Babyloniern.

Die Mitteilung des Berossos enthält einen wichtigen Hinweis auf die Macht der Sonne. Ihr Einfluß auf die Erde war von alters her bekannt. Bereits König Amenophis IV., der von 1375—1350 v. Chr. über Ägypten herrschte, pries die Sonne mit folgenden Worten [249, S. 462—464]:

„Wenn du am östlichen Himmel aufgehst,
Erfüllst du jedes Land mit deiner Schönheit.
Du bist schön, du bist groß,
Du funkelst, hoch über jedem Lande.
Deine Strahlen umarmen die Länder
Und alles, was du erschaffen hast.
Gehst du unter am westlichen Horizont,
So ist die Erde finster, als wäre sie tot.
. . . . . .
Du schufst die Jahreszeiten, um alle deine Werke entstehen zu lassen,
Den Winter, um sie zu kühlen, die Glut, damit sie dich kosten.
Du hast den fernen Himmel gemacht, um an ihm aufzugehen,
Um alles zu sehen, was du gemacht hast, du ganz allein,
Aufgehend in deiner Gestalt als lebende Sonne,
Aufstrahlend, leuchtend, dich entfernend und wiederkehrend."

Diese Verherrlichung der Sonne war für Ägypten wohl neu, aber in Babylon seit langem üblich. Die Sonne galt als Stern des Königs [198]. In ihrem Verhältnis zu den anderen Planeten wurde sie verglichen mit dem Anführer im Chor der Gestirne oder mit dem König, der von den anderen Gestirnen umgeben ist. Man beschränkte sich nicht auf solche aus dem Leben genommene Vergleiche. Die Erfahrung, daß die Sonnenwärme die Feuchtigkeit vom Erdboden hebt und als Wolken in die Höhe zieht, wurde auf das Weltall angewandt: die Macht der Sonne, in ihren Strahlen und in ihrer Wärme verkörpert, hält die Planeten in der Schwebe; diese Macht ist so groß, daß der Lauf der Planeten von ihr gelenkt wird. Gemäß babylonischer Anschauung bewirkt die Sonne das Wetter der Jahreszeiten und die Umläufe der Gestirne; ein Gestirn bleibt solange in seinem Zeichen, bis es von der Sonne bewegt wird [137, 8]. Alle die scheinbaren Unregelmäßig-

keiten wie das Anhalten, Rückwärtsgehen und wieder Vorwärtsschreiten verursachen die leuchtenden Strahlen der Sonne, die die Gestirne durchbohrt und in die Höhe hebt. Allerdings ist die Wirkung dieses Einflusses verschieden. Beim Mond ist es nur die Hinlenkung und wohl auch Erwärmung der leuchtenden Hälfte zur Sonne hin; bei Merkur und Venus äußert sich die Macht der Sonne so sehr, daß sie sich nur auf einen kurzen Abstand von der Sonne vor- und rückwärts bewegen können, und zwar Venus doppelt soviel wie Merkur. Dagegen macht sich bei den drei anderen Planeten der Sonneneinfluß weniger bemerkbar; auch sie müssen haltmachen und rückwärts laufen; jedoch nimmt dieses nur einen kleinen Teil ihrer Bahn ein und scheint in einer besonderen Beziehung zur Sonne zu stehen, indem nämlich der Stillstand beim Mars in 90^0 Abstand, also in Quadratur, und bei Jupiter und Saturn bei 120^0 Abstand, also im Dreiecke (Triangel) von der Sonne, eintritt. Bedenkt man noch, daß die Stillstände von Venus und Merkur in 45^0 und 22^0, also der halben und viertel Quadratur, sich ereignen, so löst sich das verwirrende Durcheinander der Unregelmäßigkeiten im Laufe der Planeten in eine harmonische Ordnung, bezüglich der Sonne gesehen, auf. Sogar auf die Kometen, die nach babylonischer Lehre Himmelskörper wie die Planeten sind, erstreckt sich die Macht der Sonne [477, S. 57]:

„Oder es schuf die Natur sie zugleich mit den anderen Sternen,
Die vom Gewölbe herab uns schimmern mit ewigem Lichte;
Aber es ziehet mit mächtiger Glut sie Helios zu sich,
der in die eigenen Strahlen sie bald einsenket, und bald sie
wieder entläßt, gleichwie Merkurius oder die Venus."

Es lag daher nahe in der Sonne nicht nur die durchdringende Kraft, sondern auch das ordnende Prinzip, den Anordner der himmlischen Harmonie, den Herren der 4 Elemente und der 4 Jahreszeiten zu sehen. Schließlich hielt man sie auch für den Weltgeist, der die Seelen — feurig wie das Feuer der Sonne — zur Erde sendet und nach dem Tode des Menschen zu sich zurücknimmt. Und so entstand die Sonnenreligion, die im späten Altertum eine große Rolle spielen sollte und deren Spuren sich besonders in der Sterndeutung zeigten. Übermittler der babylonischen Weisheit waren verschiedene Griechen, die dort Unterricht

fanden, und besonders der Syrer Poseidonios, der in seinen Schriften viel babylonisches Wissen seinen Zeitgenossen mitteilte.

Das wichtigste Ergebnis des babylonischen Sonnenkultus war die Erkenntnis, daß der Sonne der Platz inmitten der Planeten und zwar zwischen Mars und Venus gebühre [461, Buch I, 18, 2]. Verschiedene Gründe mochte es geben, sie dorthin und

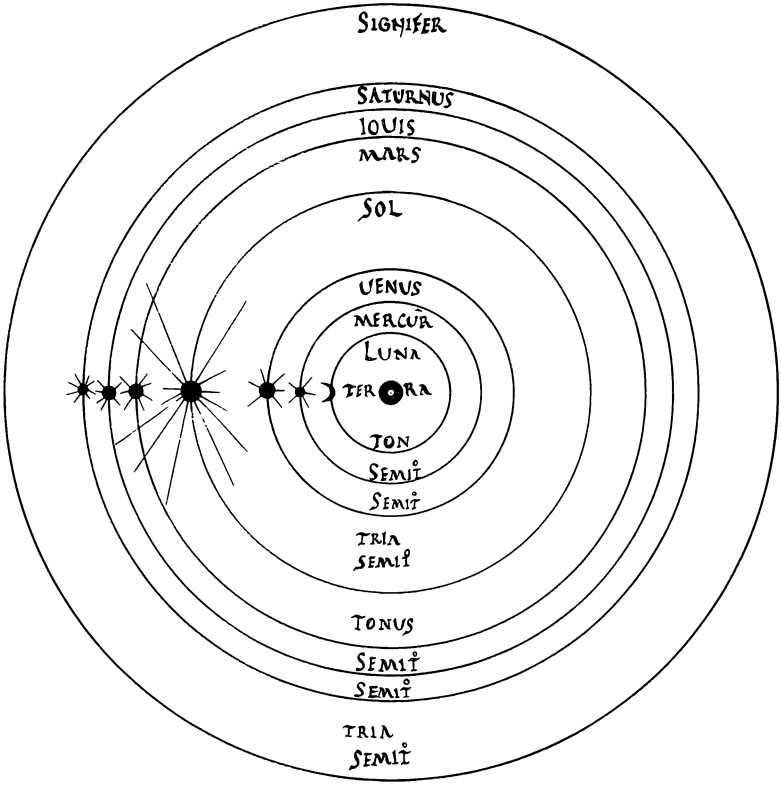


Abb. 6. Anordnung der Planetenbahnen um die Erde entsprechend den Tönen. Gemäß Hs Madrid 3307 Bl. 64 r (Photo W. Neuß).

nicht unmittelbar hinter den Mond zu setzen, wie es sonst üblich war: einerseits die Vorstellung von der Sonne als dem König verlangte, daß je 3 Planeten sich vor und hinter ihr befinden (Abb. 6); andererseits mochte der große Unterschied, der zwischen den nächtlich sichtbaren Planeten Mars, Jupiter und Saturn und zwischen den abendlich oder morgendlich sichtbaren

Planeten Venus und Merkur besteht, auf die besondere Stellung der Sonne hinweisen. Auch der Umstand, daß dieser Unterschied sich in der rechnerischen Darstellung äußerte, mochte dazu beitragen, die Sonne in die Mitte der Planeten zu versetzen. Diese wichtige Festsetzung dürfte um 200 v. Chr. erfolgt sein.

Es ist merkwürdig, daß Babylon die wichtige Lehre von der Stellung der Sonne inmitten der Planeten und Ägypten die Lehre von der Umkreisung der Sonne durch Venus und Merkur zur antiken Sternforschung beisteuerten — Lehren, die bei den Griechen nicht auf fruchtbaren Boden fielen.

Hipparch.

Die babylonische Sternforschung zeigt eine ähnliche Entwickelung wie die griechische in der Annäherung an die Wirklichkeit. Zuerst setzten die Babylonier den Durchmesser von Sonne und Mond zu 2^0 an, später zu $1\frac{1}{2}^0$. Von den Griechen hat Aristarch zuerst mit 2^0 angefangen, um bald $\frac{1}{2}^0$ durch Beobachtung zu finden; damit begnügte man sich aber nicht. Ähnlich war es mit der Festsetzung der Jahrespunkte: bei den Babyloniern der Übergang von 10^0 zu 8^0 zu 3^0 der Zeichen. Bei den Griechen setzte Eudoxos die Jahrespunkte auf 15^0 der Zeichen, wie auf den 8. Grad, worin ihm Meton folgte; andere Astronomen und besonders Hipparch und Ptolemaeus verlegten die Jahrespunkte auf den Beginn der Zeichen, was ein großer Vorteil war, und beachteten ihre Wanderung zu den Sternen im Laufe der Zeit. Durch die Griechen erfuhr die antike Sternforschung ihre endgültige Gestaltung. Ihr Forschungseifer beschränkte sich nicht auf die kunstvolle und zielsichere Berechnung des Planetenlaufes und die Vorhersage künftiger Himmelsvorgänge; auf die Erforschung der Erde und des Himmels und auf die Schaffung einer sicheren Grundlage kam es ihnen an. So verdanken wir ihnen die erste genaue Bestimmung der Größe der Erde. Der in Ägypten lebende griechische Forscher Eratosthenes (273?—192? v. Chr.) ließ die Strecke Alexandria—Syene—Meroe einerseits durch Seile und andererseits astronomisch durch die Beobachtung des Mittagsschattens auf Hohlsonnenuhren vermessen und fand für den Breitenunterschied von 15.0^0 die Strecke von 10 000 Stadien,

was 1585,7 km entsprach, nur um 2,3 km zu wenig. Für den Umfang errechnete er 252 000 Stadien, entsprechend 39 960 km [523]. Das ist ein vorzügliches Ergebnis, da es nur um 47 km vom Meridianumfang und um 115 km vom Äquatorumfang der Erde abweicht. Nicht so genau ist das Ergebnis der Berechnung des Poseidonios von Apameia (135?—51? v. Chr.); er fand den Erdumfang zu 180 000 Stadien, was 38 058 km entsprach. Diesen Wert nahmen später Marinos von Tyros und Ptolemaeus an. Hipparch scheint sich Eratosthenes angeschlossen zu haben [Nr. 40, S. 468, 473. Nr. 779, S. 83—95]. Hipparch ist der größte griechische Sternforscher. Er wurde in Nikaia geboren und beobachtete von 162 bis 125 v. Chr. hauptsächlich in Alexandria, zuletzt auf der Insel Rhodus. Von seinen Arbeiten ist leider nur wenig erhalten, so daß wir den Umfang seiner Tätigkeit nicht angeben können. Er beschränkte sich nicht auf die Weiterführung und Verbesserung der damaligen Untersuchungen, sondern schuf durch neuartige Forschungen die Grundlage für die Erweiterung der Sternforschung. Zu seinen Arbeiten gehört die Untersuchung über Größe und Abstand von Sonne und Mond, eine Arbeit, die durch Aristarch begonnen worden war. Zuerst begannen unmittelbare Messungen des Durchmessers der Sonne. Archimedes hatte den Sonnendurchmesser mit Hilfe einer Scheibe gemessen und zu 27′ und 33′, im Mittel 30′, gefunden. Hipparch ließ die Scheibe auf einem Richtscheit mit Einteilung gleiten und beobachtete die Sonne beim Aufgang und Untergang. Aus seinen Messungen glaubte er eine Veränderlichkeit des scheinbaren Durchmessers von Sonne und Mond feststellen zu können; Ptolemaeus berichtete darüber und wiederholte die Messung der Sonne, entschied sich aber, nicht diese Messungen, sondern Finsternisbeobachtungen seinen Berechnungen zu Grund zu legen.

Den Mondabstand berechnete Hipparch aus den Beobachtungen der Sonnenfinsternis vom Jahre 129 v. Chr. in Alexandria und am Hellespont. Den Abstand der Sonne fand er wohl auf gleiche Weise, wie Ptolemaeus es später machte [586, Buch V, 15]. Dem Ptolemaeus gelang es den Abstand und Durchmesser des Mondes ziemlich genau festzustellen [765, S. 97], während bezüglich der Sonne die Zahlen des Poseidonios der Wahrheit am nächsten kommen. Woher dieser seine Zahlen hatte, ist ungewiß [370].

Die Messungen des Erdumfanges und der Größe und Entfernung von Mond und Sonne lieferten den Griechen die Grundlage zur Untersuchung des Verhältnisses der Erde zu Sonne und Mond und über ihre Bewegungen und den gegenseitigen Einfluß. Hipparch, der sich in bedeutenden Arbeiten mit den erdkundlichen Untersuchungen des Eratosthenes beschäftigt hatte, arbeitete auf die Schaffung wissenschaftlich einwandfreier Längen und Breiten der wichtigsten Orte als Grundlage für eine genaue Erdkarte hin. Die damit verbundenen mathematischen Überlegungen schreckten aber die Späteren ab; sie begünstigten die Reisekarten, die auf Marschlängen beruhten [40, S. 187]. Besonders der Untersuchung des Laufes von Sonne und Mond widmete sich Hipparch und legte das Ergebnis in 3 Schriften nieder, über deren Inhalt Ptolemaeus uns berichtet hat. Darnach ging Hipparch mit äußerster Vorsicht vor, um eine Grundlage zu schaffen. Aus eigenen und früheren griechischen Beobachtungen der Sonnenwenden fand er für die Dauer des Jahres $365\frac{1}{4} - \frac{1}{300}$ Tage. Außer den Sonnenwenden beobachtete er auch die Nachtgleichen und gab damit Ptolemaeus die Möglichkeit zu neuen Bestimmungen der Jahreslänge. Zur Bestimmung des Mondlaufes benützte er außer seinen Beobachtungen die der Babylonier. Er fand für die Beziehung zwischen Mondwechsel und Drachenmonat: 5458 Mondwechsel = 5923 Drachenmonate, wie Kidinnu vor ihm gefunden hatte, und 4267 Mondwechsel = 4573 anomalistische Monate [586 Buch, IV, 2]. Die Neigung der Mondbahn zum Tierkreis nahm er zu 5^0 an [586, Buch V, 7]; vielleicht hatte er diese Zahl von den Babyloniern übernommen. Bezüglich der Schiefe des Tierkreises zum Äquator schloß er sich Eratosthenes an, der dafür $23^0 51{,}3'$ gefunden hatte.

Die Untersuchung der Jahreslänge führte ihn zu einer wichtigen Entdeckung. Er untersuchte an der Hand von beobachteten Mondfinsternissen die Lage des Jahrespunktes der Herbstnachtgleiche zu gewissen Sternen, z. B. zur Spika und fand, daß die Spika zur Zeit des Timocharis nahezu 8^0 und zu seiner Zeit 6^0, im Mittel von mehreren Werten zwischen $5\frac{1}{4}^0$ und $6\frac{1}{2}^0$, abstand [586, Buch III, 1 u. VII, 2]. Die Beobachtungen ergaben ein Vorwärtsschreiten der Sterne bezüglich der Jahrespunkte um mindestens $\frac{1}{100}^0$ jährlich. Aus einigen Bedeckungen der Spika durch den Mond, die Timocharis beobachtet hatte, ging aber hervor,

daß dieser Stern damals denselben Abstand vom Tierkreis hatte wie zur Zeit Hipparchs. Daher schloß er, daß die Bewegung des Sternhimmels zur Sonnenbahn um die Pole des Tierkreises und nicht des Äquators erfolge [586, Buch VII, 3]. Somit gelangte er zur wichtigen Entdeckung der Präzession, des Vorwärtsschreitens des Sternhimmels bezüglich der Jahrespunkte oder des Rückwärtsschreitens der Jahrespunkte bezüglich der Sterne. Er benützte dazu nur griechische Beobachtungen und berücksichtigte die verschiedenen babylonischen Ansätze der Jahrespunkte nicht.

Aus der Präzession folgte, daß der Sternhimmel außer seinem täglichen Umschwung eine besondere Bewegung habe, die sonderbarer Weise nicht um die Pole des Äquators, sondern um die Pole der Ekliptik (Tierkreises) erfolgte. Die überlieferte Lehre mußte also berichtigt werden. Wie verhielt sich Hipparch nun zu den früheren Berichtigungen, zu den Lehren des Herakleides und des Aristarch? Seine Stellungnahme ist nicht bekannt. Dagegen ist es wichtig, daß er zur Darstellung der Sonnenbewegung die Sonne auf einem wenig exzentrischen Kreise um die Erde laufen ließ. Als Abstand der Erde vom Mittelpunkt des exzentrischen Kreises errechnete er den 24. Teil des Halbmessers dieses Kreises, dessen Apogäum (Erdferne) $24\frac{1}{2}^0$ vor der Sommerwende (also $5\frac{1}{2}^0$ der Zwillinge) liege [586, Buch III, 4]. Demgemäß lehnte er die Lehre Aristarchs ab. Wie machte er es mit den anderen Planeten? Darüber berichtete Ptolemaeus [586, Bd. II, S. 96—97]: „Daher glaube ich auch, daß Hipparch, dieser größte Freund der Wahrheit, sowohl aus allen hier mitgeteilten Gründen als auch ganz besonders deshalb, weil er von seinen Vorgängern noch kein so bedeutendes Material an genauen Beobachtungen erhalten hatte, als er selbst uns geliefert hat, sich zwar gründlich mit der Theorie der Sonne und des Mondes beschäftigt und auch, soweit es möglich war, mit allen ihm zu Gebote stehenden Mitteln den Nachweis geliefert hat, daß man dabei mit der Annahme gleichförmiger Bewegungen auf Kreisen zum Ziele gelange, daß er dagegen zu einer Theorie der 5 Planeten in den auf uns gekommenen Kommentaren überhaupt gar nicht erst den Grund gelegt, sondern lediglich die Beobachtungen derselben zu ersprießlicherer Verwendung geordnet und an ihnen den Beweis geführt hat, daß die Erscheinungen mit den Hypothesen der damaligen Astronomen nicht in Einklang zu

bringen seien. Denn allem Anschein nach glaubte er nicht lediglich die Erklärung abgeben zu dürfen, daß jeder Planet eine doppelte Anomalie zeige, oder daß bei jedem ungleiche Rückläufigkeitsstrecken von so und so großer Länge einträten, während die übrigen Astronomen ihre Beweise auf dem Wege geometrischer Konstruktion unter Annahme einunderselben Anomalie und Rückläufigkeitsstrecke führten: auch beschränkte er sich nicht auf die Erklärung, daß diese Erscheinungen bei Annahme von exzentrischen oder mit der Ekliptik gleichmittigen Kreisen, welche Epizyklen in Umlauf versetzen, oder wohl gar unter Kombination beider Kreisarten zum Ausdruck gelangen, wobei so und so groß die auf die Ekliptik bezogene Anomalie, so und so groß die im Verhältnis zur Sonne eintretende Anomalie ausfalle; denn darauf haben sich so ziemlich alle verlegt, die an der Hand der sogenannten „Tafeln für ewige Zeiten" die gleichförmige Bewegung auf Kreisen nachweisen wollten, es aber grundfalsch anstellten und den Beweis dafür schuldig blieben, so daß die einen das gesteckte Ziel überhaupt nicht, die anderen wenigstens einigermaßen erreichten. Vielmehr hat er in Erwägung gezogen, daß es einem Manne, der es auf allen Gebieten mathematischen Wissens zu solcher Gründlichkeit und zu so starkem Wahrheitssinn gebracht, nicht genügen könne bei den angedeuteten Zielen stehen zu bleiben, worauf es den anderen nicht ankam, sondern daß es, wenn man seine eigene Überzeugung auch seinen zukünftigen Interessenten beibringen wolle, unbedingt geboten sei, an der Hand klarer und einwandfreier Erscheinungen den zahlenmäßigen Betrag beider Anomalien und den periodischen Lauf nachzuweisen und dann wieder, ohne beides zu scheiden, Lage und Reihenfolge der Kreise ausfindig zu machen, auf denen Anomalie und periodischer Lauf vor sich geht, sowie die Art ihrer Bewegung, kurz und gut, so ziemlich die gesamten Erscheinungen mit der Eigenart der Kreishypothese in Einklang zu bringen: diese Aufgabe, meine ich, ist auch ihm mit unüberwindlichen Schwierigkeiten verknüpft erschienen."

Demnach zog er zu ihrer Darstellung die Bewegung auf Epizykeln und exzentrischen Kreisen in Betracht und suchte zuerst die Unregelmäßigkeiten ihrer Bewegung festzustellen. Sicherlich kannte und benützte er dabei die babylonischen Beobachtungen. Er kam aber weiter als diese Sternforscher; denn er ent-

deckte, daß die Planeten nicht eine, sondern zwei Unregelmäßigkeiten in ihrem Laufe zeigten. Außerdem entsprach seine Darstellung mehr der scheinbaren Planetenbewegung als die babylonische Darstellung durch Zacken oder gerade Wegstrecken. Gegenüber der früheren Annahme, daß der Planet seinen Kreis mit wechselnder Geschwindigkeit zurücklege, war die Benützung von Kreisen, die mit gleichförmiger Geschwindigkeit durchlaufen wurden, ein großer Fortschritt. Zugleich ließen sich damit ausgezeichnete Punkte wie die Erdferne festlegen. Anscheinend hat Hipparch seine Arbeiten über die Bewegung der 5 Planeten nicht zu Ende geführt. Eine Schrift hat er darüber nicht veröffentlicht und aus den Mitteilungen des Ptolemaeus folgt nur, daß er für jeden Planeten eine zweite Unregelmäßigkeit entdeckte und die Dauer des synodischen Umlaufes bestimmte. Beobachtet hat er anscheinend die Planeten, außer Sonne und Mond, nicht und dafür ältere Beobachtungen zu seinen Berechnungen benützt.

Wichtig sind seine Arbeiten über die Sterne [779]. Wohl noch in seiner Jugend beschäftigte er sich mit den älteren Himmelsbeschreibungen, in denen er so viele Fehler entdeckte, daß er eine Auslegung der Himmelsbeschreibungen des Eudoxos und Aratos schrieb, worin er auf die Fehler aufmerksam machte und eine neue Beschreibung der Sternbilder mit ihrer Lage zu den Himmelskreisen gab. Die Entdeckung der Präzession veranlaßte ihn die Lage der Sterne untereinander und zu den Jahrespunkten zu untersuchen. Betrifft die Präzession alle Sterne oder nur die Sterne nahe dem Tierkreise? Diese Frage veranlaßte ihn, die Tierkreissterne mit anderen Sternen durch größte Himmelskreise zu verbinden, wodurch spätere Beobachter in die Lage kämen, eine Bewegung der Tierkreissterne festzustellen. Dasselbe Bestreben, Grundlagen für künftige Forschungen zu liefern, bewog ihn eine für seine Zeit riesige Arbeit zu unternehmen, nämlich den Ort und die Größe der Sterne zu beobachten und ein Sternverzeichnis für 129 v. Chr. anzulegen, woraufhin die Sterne auf eine Himmelskugel aufgetragen wurden [586, Buch VII, 1]. Über dieses Unternehmen berichtet Plinius Secundus d. Ä. [556a, Buch II, 26]: „Hipparch .... hat einen neuen Stern und einen anderen zu seiner Zeit entstandenen Stern entdeckt und wurde durch dessen Bewegung, wodurch er zum Leuchten kam, zum Nachdenken veranlaßt, ob sich dies häufiger ereigne und ob auch die

von uns für angeheftet gehaltenen Sterne sich bewegten, und deshalb begann er ein gottwidriges Werk, nämlich die Sterne und Sternbilder für die Nachkommen zu zählen und namentlich mit kunstvollen Geräten zur Bestimmung von Ort und Größe der einzelnen Sterne aufzuzeichnen. Dies tat er, damit leicht festgestellt werden könnte, nicht nur ob sie verschwänden und entstünden, sondern auch ob sie zu- und abnähmen, vielleicht daß sich unter seinen geistigen Erben jemand befände, der ihr Wachstum feststelle." Demnach fand Hipparch einen neuen, früher nicht beachteten Stern, den er für neu hielt, und einen anderen Stern mit Helligkeitszunahme, die er sich durch eine Annäherung an die Erde erklärte, wie man es damals mit der beobachteten Helligkeitsänderung von Mars und Venus tat. Vermutlich entdeckte er diese beiden Sterne bereits in der Zeit von 160 bis 140 v. Chr. als er die Himmelsbeschreibungen seiner Vorgänger mit dem Himmel verglich. Beide Sterne kommen in seiner Auslegung vor: der neue Stern ist der „unbenannte helle" Stern am Bauch des Walfisches und der andere Stern ist der Veränderliche o Ceti.

Das Sternverzeichnis ist nicht erhalten; es bestand wohl aus mehr als 1000 Sternen, deren Ort in Rektascension und Deklination und wohl auch in Länge und Breite angegeben war. Zur Beobachtung dienten eine Armillarsphäre bestehend aus einem äußeren Teil, nämlich den fest miteinander verbundenen Horizont- und Meridianringen, und dem inneren, um die Weltpole drehbaren Gerüst, das den Stundenkreis, die Wende- und Polarkreise, den Äquator und Tierkreis enthielt, und eine Armille (Astrolabon), ein aus mehreren Kreisringen bestehendes Gerät zur gleichzeitigen Messung des Ortes von Sonne, Mond und Sternen in Länge und Breite. Die Kreise waren auf 1^0 geteilt; Unterteile wurden geschätzt. Seine Ortsangaben waren recht genau; der mittlere Fehler einer Deklination beträgt 0.12^0. Als wichtige Neuerung enthielt sein Sternverzeichnis auch die Größe der Sterne, d. h. die Einordnung der Sterne in die Größen 1 bis 6 gemäß ihrer Helligkeit. Diese Einteilung, welche dem hellsten Stern die Größe 1 und dem schwächsten Stern die Größe 6 gibt und vermutlich die Sterne gemäß ihrem Sichtbarwerden in der Dämmerung einordnet, war ein großer Fortschritt gegenüber den bisherigen Bezeichnungen „hell, leuchtend, klein" usw., die doch

nur innerhalb einer Sterngruppe gültig waren. Dieses Sternverzeichnis mit seinen genauen Örtern und mit den Größen der Sterne war ein großer Versuch, eine Grundlage für die Erforschung des Laufes der Planeten einerseits und andererseits der Sterne zu schaffen. Würden die Griechen diese Möglichkeiten ausnützen oder nicht?

Ptolemaeus.

Hipparch hatte gezeigt, daß sich die exzentrische Bahnform zur Darstellung der Bewegung der Planeten eignet, und die 2. Unregelmäßigkeit im Planetenlauf nachgewiesen. Für ihn war der Sternhimmel nicht nur die von leuchtenden Punkten besetzte Innenfläche der äußersten Kugel, sondern die Sterne unterschieden sich durch ihre Helligkeit und zeigten Helligkeitsänderungen, hatten wohl auch eine eigene Bewegung; kurzum, sie waren auch der Beachtung wert.

Wie äußerten sich diese Anregungen? Erst 250 Jahre später fanden seine Untersuchungen eine Fortsetzung und einen Abschluß im großen Werk des Ptolemaeus. In der Zwischenzeit wurden einige Beobachtungen von Agrippa in Bithynien und von Menelaos in Rom angestellt. Bedeutsamer sind nur die neuen Vorstellungen über die Kometen. Die Kometen wurden meistens, wie die Sternschnuppen und Feuerkugeln, für Ausdünstungen der Erde gehalten. Gewöhnlich wurden sie mehr gedeutet als beachtet. Apollonios von Myndos brachte von den Babyloniern die Lehre, daß die Kometen Himmelskörper wie Sonne und Mond seien, wenn auch ihre Gestalt länglich sei [655, Buch VII, 17]. Sie zeigen Helligkeitsänderungen, wie auch andere Gestirne beim Herannahen heller und bei der Entfernung schwächer werden; sie verschwinden, wenn sie in die Tiefe ihrer Bahnen gelangen. Seneca (geboren in Cordoba 4 v. Chr., gestorben 65 n. Chr.) fühlte sich dadurch veranlaßt, die Gründe dieser Behauptung eingehend [655, Buch VII, 22—29] aufzuzählen und Einzelheiten ihrer Erscheinung der künftigen Forschung zu überlassen, die auf Grund langdauernder Beobachtungen Näheres über die Größe, Bahn und Beschaffenheit der Kometen ermitteln werde.

Claudius Ptolemaeus wurde in Ägypten geboren, arbeitete von 127 bis 141 in Alexandria und starb nach 161 n. Chr. Er hat

auf verschiedenen Wissensgebieten Hervorragendes geleistet und sein Wissen in Handbüchern niedergelegt, die 1400 Jahre hindurch als unübertrefflich galten. Nicht alle seine Werke sind erhalten. Von seiner Mechanik und von seiner Schrift über Euklid blieben nur einige Nachrichten übrig. Seine Werke über Musik, Optik, Zeitrechnung, Erdkunde und besonders über die Sternkunde, die Planetenbewegung, Auf- und Untergänge der Sterne, Sterndeutung (Quadripartitum und Centiloquium), über die stereographische Projektion der Himmelskreise (Planisphaerium) und über den Entwurf von Zifferblättern für Sonnenuhren (Analemma) zeigen den Umfang seines Wissens. Er gibt darin einen Überblick über das Wissen seiner Zeit und bemüht sich, ihre Voraussetzungen in Einklang mit den philosophischen Gedanken seiner Zeit zu bringen.

Über die Planetenbewegung unterrichteten sein „Handbuch der Sternkunde" [586], deren Tafeln in den „Handtafeln" [587, S. 159—185] zusammengefaßt sind, und seine Planetentheorie, nämlich die Hypothesen seiner Planetenbewegung [587, S. 69 bis 145]. Das Handbuch ist der mathematischen Darstellung der Himmelsvorgänge gewidmet. Astronomische Geräte werden nur insofern beschrieben, als sie bei den Beobachtungen in Betracht kamen. Die mathematischen Erörterungen betreffen die sphärische Dreieckslehre. Anstelle der Winkelrechnung tritt die Rechnung mit Bögen und Sehnen. Die Beziehung zwischen den Bögen und Sehnen wird mit seinem Lehrsatz „Das Produkt der Diagonalen im Sehnenviereck ist gleich der Summe der Produkte je zweier einander gegenüberliegender Seiten" und anderen Lehrsätzen abgeleitet; eine Sehnentafel ist gegeben. Für die Berechnungen im sphärischen Dreieck benützte er den Transversalensatz des Menelaos.

Das Handbuch enthält 13 Bücher und bringt im 1. Buch neben den mathematischen Abschnitten die grundlegenden Annahmen. Diese sind: 1. Der Himmel ist kugelförmig und dreht sich wie eine Kugel. 2. Die Erde als Ganzes ist kugelförmig. 3. Die Erde ist in der Mitte des Weltalls. 4. Die Erde ist punktförmig im Verhältnis zum Sternhimmel. 5. Die Erde zeigt keine Bewegung (Abb. 7).

Die 5. Annahme gibt Ptolemaeus die Veranlassung, sich mit den Lehren von der Drehung der Erde zu beschäftigen, wie schon

(S. 11) erwähnt. Auch kommt er auf den freien Fall zu sprechen, den er als Beweis für die Erdruhe anführt.

Auf das einleitende 1. Buch und auf das 2. Buch über die sphärische Sternkunde mit den Beziehungen zwischen den 3 Bezugsebenen: Horizont, Äquator und Ekliptik folgt der Hauptteil,

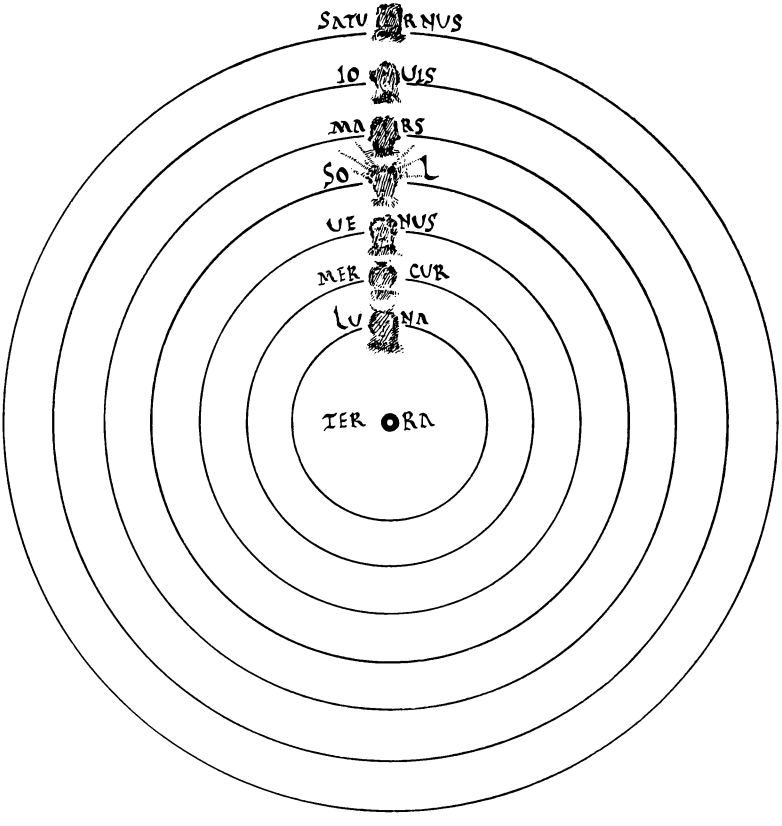


Abb. 7. Ptolemäische Anordnung der Planetenbahnen um die Erde mit den Planetengöttern. Gemäß Hs. Madrid 3307 Bl. 63 v (Photo W. Neuß).

bestehend aus der Darstellung des Laufes von Sonne und Mond, aus dem Sternverzeichnis und aus der Darstellung der Bewegung der 5 Planeten. Das Sternverzeichnis [Buch VII + VIII] stört in diesem Zusammenhange. Ptolemaeus erörterte darin zuerst die unveränderliche Lage der Sterne, wie sie aus Hipparchs und eigenen Sternverbindungen durch größte Kreise sich ergebe. Dagegen

bewege sich der Sternhimmel entgegengesetzt zum täglichen Umschwung des Weltalls. Diese Tatsache hatte Hipparch bereits festgestellt. Ptolemaeus führte die Untersuchung weiter, und zwar für Regulus, den Hauptstern des Löwen; aus seiner und Hipparchs Ortsbestimmung folge ein Weiterrücken des Sternes vom Sommerwendepunkt um $2^0 40'$ in 265 Jahren, also 1^0 in 100 Jahren, wie Hipparch für die Spika gefunden hatte. Um Hipparchs Behauptung, daß diese Bewegung des Sternhimmels um die Pole des Tierkreises und nicht des Äquators erfolge, zu beweisen, untersuchte er die Änderung der Deklination einiger Sterne auf Grund der Beobachtungen der Timocharis und Aristyll, Hipparch und Ptolemaeus und fand auch darin eine entsprechende Wanderung des Sternhimmels von 1^0 in 100 Jahren. Auch die Bedeckung verschiedener Sterne durch den Mond, die Timocharis in den Jahren 294—283 v. Chr. beobachtet hatte, ergab im Vergleich mit jüngeren Mondbedeckungen denselben Betrag für das Vorwärtsschreiten der Sterne bezüglich der Jahrespunkte. Dann folgt das Sternverzeichnis, das 48 Sternbilder mit 1022 Sternen unter Angabe ihres Ortes in Länge und Breite und ihrer Größe enthält. Die Lage jedes Sternes in seinem Sternbild ist auch beschrieben. Ptolemaeus gibt an, die Örter der Sterne bis zur 6. Größe, soweit es möglich war, sie zu beobachten, mit seiner Armille gemessen zu haben und zwar stellte er mit dem Mond einen Ring auf einen hellen Anhaltsstern ein und maß mit dem anderen Ring den Längenabstand und die Breite des zu messenden Sternes. Die Örter gelten für das Jahr 137 n. Chr. und sind durch Hinzufügen der Präzession leicht auf spätere Zeiten umzurechnen. Auf das Sternverzeichnis folgt die Beschreibung der Milchstraße mit Angabe der sie begrenzenden Sterne und die Anleitung zur Herstellung einer Himmelskugel, worauf Angaben über die Auf- und Untergänge den Schluß bilden.

Das Sternverzeichnis des Ptolemaeus galt für viele Jahrhunderte als Vorbild. Noch Coppernicus nahm es unverändert in sein Hauptwerk auf und benützte die um die Präzession verbesserten Längen der Sterne zur Ortsbestimmung der Planeten. Das Sternverzeichnis enthält wohl nicht alle beobachtbaren Sterne, wie Ptolemaeus meinte, sondern nur die meisten in Alexandria sichtbaren Sterne bis zur 4. Größe und wenige schwächere Sterne. Trotzdem zeigt dieses Verzeichnis den Sternbestand vor 1800

Jahren und läßt manche Schlüsse auf langsame Änderungen zu, wenn auch die Angaben viel zu wünschen übrig lassen und der m. F. in Länge und Breite $\pm 0{,}58^0$ und $\pm 0{,}37^0$ und in Größe etwa $0{,}3^m$ beträgt. Die Fehler in Länge und Breite dürften dem wenig stabilen Gerät zuzuschreiben sein; denn die mit seinem Mittagskreise [586, Buch I, 12] beobachteten Sterndeklinationen sind viel genauer; ihr m. F. beträgt nur $\pm 0.22^0$ und wird zu 0.13^0, wenn 6 herausfallende Sterne weggelassen werden. Allerdings waren die Fehler bei Hipparchs Beobachtungen noch kleiner, nämlich $0{,}12$ bzw. $0{,}10^0$ [765, S. 88].

Gelegentlich wurde behauptet, Ptolemaeus habe die Sterne seines Verzeichnisses nicht beobachtet, sondern ihre Örter dem Verzeichnis Hipparchs entnommen und nur die Praezession angefügt. Das ist wohl nicht richtig. Hipparchs Verzeichnis dürfte mehr als 1000, vielleicht 1600 Sterne enthalten haben, jedenfalls mehr als das Verzeichnis des Ptolemaeus, der 8 Sterne Hipparchs wohl erwähnte, aber in seinem Verzeichnis nicht aufführte. Auch dürfte Hipparchs Verzeichnis die Örter der Sterne gemäß Äquator und Ektiptik angegeben haben. Hipparchs Ortsbestimmungen waren sicherlich besser. Ptolemaeus hat vielleicht die Größen und bei wenigen sehr südlichen Sternen auch die Länge und Breite übernommen.

Der Hauptteil des Handbuches der Sternkunde ist der Darstellung der Planetenbewegung gewidmet. In der mathematischen Darstellung geht Ptolemaeus nicht eigene Wege, sondern folgt dem Beispiel Hipparchs, der sich für die Darstellung durch exzentrische und epizyklische Kreise entschieden hatte. Über sein Unternehmen äußert Ptolemaeus sich folgendermaßen [596, Bd. II, S. 94 und 333—334]: „Wenn wir uns die Aufgabe gestellt haben, auch für die 5 Wandelsterne, wie für Sonne und Mond, den Nachweis zu führen, daß ihre scheinbaren Unregelmäßigkeiten alle vermöge gleichförmiger Bewegungen auf Kreisen zum Ausdruck gelangen, weil nur diese Bewegungen der Natur der göttlichen Wesen entsprechen, während Regellosigkeit und Ungleichförmigkeit ihnen fremd sind, so darf man wohl das glückliche Vollbringen eines solchen Vorhabens als eine Großtat bezeichnen, ja in Wahrheit als das Endziel der auf philosophischer Grundlage beruhenden mathematischen Wissenschaft. Freilich ist dieses Unternehmen aus vielen Gründen mit großen Schwierigkeiten verbunden und

begreiflicher Weise noch von niemand vorher mit Erfolg in Angriff genommen worden." und „Es wird sich wohl niemand in Hinblick auf die Dürftigkeit menschlicher Machwerke der Technik Gedanken machen, daß die hier vorgetragenen Hypothesen zu künstlich seien. Darf man doch Menschliches nicht mit Göttlichem vergleichen und ebensowenig die Beweisgründe für so gewaltige Vorgänge den ungleichartigsten Beispielen entnehmen. Denn was könnte es Ungleichartigeres geben als Wesen, die nicht allein durch sich selbst Störungen erleiden? Versuchen freilich soll man, soweit es möglich ist, die einfacheren Hypothesen den am Himmel verlaufenden Bewegungen anzupassen; wenn dies aber durchaus nicht gelingen will, so soll man zu den Hypothesen schreiten, welche diese Möglichkeit bieten. Denn lassen sich einmal alle Himmelserscheinungen auf Grund der Hypothesen genügend erklären, wie könnte dann noch jemand die Möglichkeit wunderbar erscheinen, daß den Bewegungen der himmlischen Körper ein so kompliziertes Ineinandergreifen eigen sei, wo doch bei ihnen keinerlei in ihrer Natur begründeter Zwang herrscht, sondern die angemessene Kraft obwaltet, den allen himmlischen Körpern je nach ihrer Beschaffenheit eigenen Bewegungen auszuweichen und nachzugeben, auch wenn diese Bewegungen in entgegengesetzter Richtung verlaufen. So kommen denn alle diese Wesen durch alle nur denkbaren Ströme der Materie glücklich hindurch und können sie mit ihrem Licht durchdringen, ja ein mit so wunderbarer Kraft begabtes Wesen findet seinen Weg nicht nur auf den ihm speziell vorgeschriebenen Kreisen, sondern auch um die Sphären selbst und um die Achsen der Umschwünge. Gerade in dem bei der Verschiedenartigkeit der Bewegungen so überaus komplizierten Ineinandergreifen dieser Umschwünge erblicken wir bei der Konstruktion der bei uns üblichen Himmelssphären ein höchst mühsames und schwer zu bewältigendes Stück Arbeit, wenn es gilt, den ungehemmten Verlauf der Bewegungen zu erzielen, während wir am Himmel dieses Ineinandergreifen nirgends auch nur im geringsten von (der Schwierigkeit) einer derartigen Vermischung (der Bewegungen) nachteilig beeinflußt sehen.

Hierzu kommt noch eine Erwägung. Die „Einfachheit" der Vorgänge am Himmel darf man nicht nach dem beurteilen, was uns Menschen als einfach gilt, zumal man auf Erden über den

Begriff „einfach" keineswegs einig ist. Denn wenn jemand von diesem menschlichen Standpunkt aus seine Betrachtungen anstellt, dem dürfte nichts von allem, was am Himmel vor sich geht, einfach erscheinen, nicht einmal die Unveränderlichkeit des ersten (d. i. täglichen) Umschwungs; denn gerade dieses in alle Ewigkeit sich gleichbleibende Verhalten ist bei uns Menschen, nicht schwer durchführbar, nein, überhaupt ganz unmöglich. Man muß vielmehr in seinem Urteil von der Unwandelbarkeit der am Himmel selbst kreisenden Geschöpfe und ihrer Bewegungen ausgehen; nur unter diesem Gesichtspunkt können sie alle „einfach" erscheinen, ja noch in höherem Grade einfach als die Dinge, welche auf Erden als einfach gelten, weil kein Mühsal, kein Notzustand bei den Umläufen dieser Wesen denkbar ist."

Wir sehen also: den Himmelskörpern als göttlichen Wesen kommen Bewegungen zu, wie sie auf Erden nicht anzutreffen sind: die gleichförmige und unveränderliche Bewegung auf Kreisen. Ein Vergleich der Vorgänge am Himmel mit den irdischen Vorgängen ist nicht möglich. Das waren zusammen mit den schon erwähnten 5 grundlegenden Annahmen die Voraussetzungen, unter denen Ptolemaeus seine Darstellung der Himmelsvorgänge schuf: ein wundervolles Schauspiel, wie die Himmelskörper als göttliche Wesen ohne Mühe und Ermattung in einem Gewebe von Kreisen dahingleiten. Bevor er sich anschickte mit der Darstellung zu beginnen, zeigte er geometrisch, daß sich die scheinbar ungleichmäßige Bewegung eines Planeten sowohl durch die Bewegung auf einem Epizykel, dessen Mittelpunkt die Mitte des Weltalles umkreist, als auch durch die Bewegung auf einem exzentrischen Kreise dargestellt werden kann, wobei die Geschwindigkeit des Planeten auf den Kreisen die gleiche wie die des Mittelpunktes des Epizykels ist. Zur Darstellung von 2 Unregelmäßigkeiten in der Bahnbewegung lassen sich die Bahnformen vereinigen.

Zur Darstellung der Sonnenbewegung wurde die exzentrische Bahnform bevorzugt. Für die Größe und Lage des exzentrischen Kreises kam Ptolemaeus zu den gleichen Ergebnissen wie Hipparch, dem er auch darin folgte, daß er die Jahrespunkte mit dem Anfang der Zeichen zusammenfallen ließ. Beim Mond und den anderen Planeten sah er zunächst von der Neigung ihrer Bahn ab und betrachtete nur ihre Bewegung im Tierkreise. Die

genaue Erfassung des Mondumlaufes machte früher Schwierigkeiten, weil infolge der Mondnähe der Standpunkt des Beobachters an der Oberfläche der Erde, statt in der Erdmitte, eine große Rolle spielte. Man unterschied daher den scheinbaren Lauf vom genauen Lauf, der für die Erdmitte gelte. Hipparch hatte versucht, aus Finsternissen den Abstand des Mondes und damit seine Parallaxe zu bestimmen. Ptolemaeus schuf sich ein besonderes Gerät, seinen Dreistab, zur genauen Messung der Mittagshöhe des Mondes, woraus er die Neigung der Mondbahn zu $5^0\,1'$ und die Höhenparallaxe zu $1^0\,7'$ [586, Buch V, 13] fand. Damit konnte er die Parallaxe für jede Stellung des Mondes zur Erde berechnen und brauchte sich nicht auf die Finsternisse zu beschränken, sondern konnte mit Hilfe seiner Armille den Mond zur Ortsbestimmung der Anhaltssterne benützen.

Zur Darstellung der Planetenbewegung mit ihrer großen Unregelmäßigkeit hätte die epizyklische Bahnform oder die exzentrische Bahnform genügt. Da bei ihnen aber noch eine kleine Unregelmäßigkeit vorhanden war, wie Hipparch nachgewiesen hatte, so galt es, die beiden Bahnformen zu vereinigen. Der Planet bewegt sich demnach auf dem Epizykel im Sinne der Zeichen mit der synodischen Geschwindigkeit, während der Mittelpunkt des Epizykels rechtläufig um die Erde als Mittelpunkt der Ekliptik in einem exzentrischen Kreise sich so bewegt, daß seine Geschwindigkeit nicht von seinem Mittelpunkte aus, sondern von einem Leitpunkt aus gesehen gleichförmig erscheint. Dieser Leitpunkt (centrum aequantis) liegt auf der Verbindungslinie Erde—Mittelpunkt des exzentrischen Kreises und zwar so, daß der Mittelpunkt mitten zwischen der Erde und dem Leitpunkt liegt. Als Exzentrizität bezeichnete Ptolemaeus den Abstand Erde—Leitpunkt, da er zuerst den um den Leitpunkt geschlagenen Kreis als Planetenbahn betrachtete. Zur Darstellung der Merkurbewegung mußte Ptolemaeus noch die Annahme machen, daß der Mittelpunkt D seines exzentrischen Kreises nicht ruht, sondern sich rückläufig in 1 Jahr um einen Punkt Z bewegt. In der Mitte zwischen *Z* und der Erde *T* liegt der Leitpunkt C, von dem aus gesehen der Mittelpunkt des Epizykels gleichförmig in 1 Jahr um seinen Mittelpunkt D kreist (Abb. 8).

Die Einführung des Leitpunktes, von dem aus gesehen der Mittelpunkt des Epizykels sich auf dem exzentrischen Kreis

gleichförmig bewegt, ist bedeutsam, obwohl Ptolemaeus dadurch von der herrschenden Ansicht von der gleichförmigen Bewegung auf einem Kreise abwich. Der Leitpunkt liegt beim Merkur in der Mitte zwischen der Erde als der Mitte der Ekliptik und dem Mittelpunkt des Kreises, auf dessen Umfang der Mittelpunkt des exzentrischen Kreises gleitet, dagegen bei den anderen Planeten liegt der Mittelpunkt des exzentrischen Kreises zwischen Leitpunkt und Erde. Beim Merkur bedeutet die Einführung des

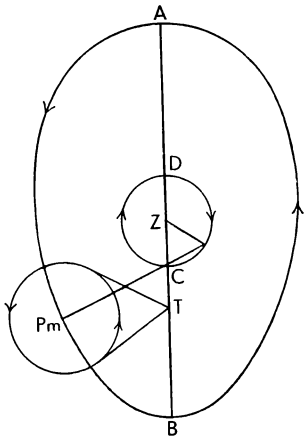


Abb. 8. (C. J. Schumacher, Untersuchungen über d. ptolemäische Theorie der unteren Planeten, Münster 1917, Figur 9 umgezeichnet). Eiförmige Bahn des Epizykelmittelpunktes Pm des Merkur. C Leitpunkt. T Erde.

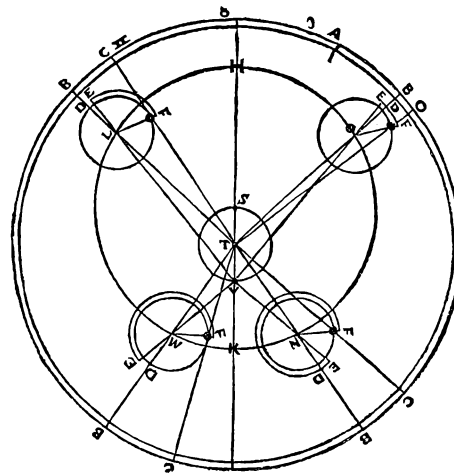


Abb. 9. (Er. Reinhold, Theoricae novae planetarum Georgii Pvrbachii, Wittenberg 1553, Bl. 76r). Ptolemäische Darstellung der Mondbewegung. Mittlere Mondörter LMNO und wahre Mondörter F.

Kreises, auf dem sich der Mittelpunkt des exzentrischen Kreises bewegt, eine Ausdehnung des exzentrischen Kreises zur eiförmigen Form, eine später wichtige Bahnform als Übergang zur Ellipse.

Das Hauptstück des Ptolemaeus ist seine Darstellung der Mondbewegung. Hipparch hatte die Beziehungen zwischen den verschiedenen Bewegungen des Mondes so festgestellt [586, Buch IV, 2]: In 126 007 Tagen und 1 Stunde finden statt 4267 Mondwechsel = 4573 anomalistische Monate. Außerdem entspre-

chen 5458 Mondwechsel den 5923 Umläufen in Breite. Ptolemaeus gab genauere Zahlen für die tägliche mittlere Bewegung in Länge, in Anomalie, in Breite und in Elongation (Abstand von der Sonne) an. Außerdem fand er eine zweite Unregelmäßigkeit, die sich nur zur Zeit des ersten und letzten Viertels zeigt (Evektion). Um den Mondlauf darzustellen, ließ er den Mond den Epizykel im Sinne des Uhrzeigers gemäß seiner Bewegung in Anomalie durchlaufen, während der Mittelpunkt seines Epizykels gleichzeitig rechtläufig (gegen den Sinn des Uhrzeigers) einen Kreis gemäß der Bewegung in Länge beschreibt, dessen Mittelpunkt S im Sinn des Uhrzeigers die Erde T umkreist (Abb. 9).

Über die Größen und Abstände von Sonne und Mond machte er folgende Angaben:

Übersicht 1.

Größen und Abstände von Sonne und Mond.

	Größe	Scheinbarer Durchmesser	Abstand	Parallaxe
Sonne	$6644^1/_2$	31′20″	1210	2′51″
Mond	1	31′20″	$33^{33}/_{60}$ bis $64^{10}/_{60}$	44′0″ bis 63′51″

Die Abstände sind auf den Erdhalbmesser als Einheit bezogen. Die Erde ist $39^1/_4$ mal größer als der Mond. Der Halbmesser der Sonne beträgt $5^1/_2$ Erdhalbmesser. Für die Sonne gibt Ptolemaeus nur die Mittelwerte und für den Mond den scheinbaren Durchmesser an.

Die Berücksichtigung der Neigung der Bahnen zur Ekliptik führte zu neuen Ergänzungen: sowohl der Epizykel als auch der exzentrische Kreis wurden als geneigt zur Ekliptik betrachtet, wobei für die Planeten bemerkt wurde, daß der von ihnen gebildete Winkel sich während des Umlaufes des Epizykels auf dem exzentrischen Kreise in gewissen Grenzen ändert, wozu bei Venus und Merkur noch eine jährliche Änderung der Schiefe kommt. Merkwürdigerweise werden keine Beobachtungen der Breite der Planeten erwähnt. Hatte er die Breiten der Planeten nicht beobachtet? Seine Armille war für Beobachtungen in Länge und Breite geeignet. Damit hat er auch die Örter der Sterne bestimmt. Dagegen beschränkte er sich bei den Planeten auf die Beobachtung ihrer Länge. Worauf seine Angaben über die Neigung der Planetenbahnen zum Tierkreis beruhen, ist nicht zu er-

THEORICAE NOVAE PLANETARVM GEORGII PVRBACHII ASTRONOMI CELEBRATISSIMI

DE SOLE

Ol habet treſ orbes a ſe inuicem omniquaq; diuiſos atq; ſibi contiguos. quoꝝ ſup̄mus ſecundū ſupficiē conuexā eſt mundo concentricus: ſecundū cōcauam aūt eccentricus. Infim⁹ uero ſecundū cōcauā cōcentric⁹: ſed ſecundū conuexā eccentricus. Tertius aūt ī hoꝝ medio locatus tam ſecundū ſupficiē ſuā conuexā q̄ concauā eſt mūdo eccentricus. Dicit aūt mundo concentricus orbis cui⁹ centrum eſt cē trum mūdi. Eccentricus uero cui⁹ centrū eſt aliud a centro mundi. Duo itaq; primi ſunt eccentrici ſecundū qd: & uocant orbes augem ſolis deferentes. Ad motum enim eorum aux ſolis uariatur. Terci⁹ uero eſt eccentricus ſimpliciter: & uocatur orbis ſolem deferens. ad motum enim eius corpus ſolare infixū ſibi mouetur. Hi tres orbes duo cētra tenēt.

THEORICA SOLIS.

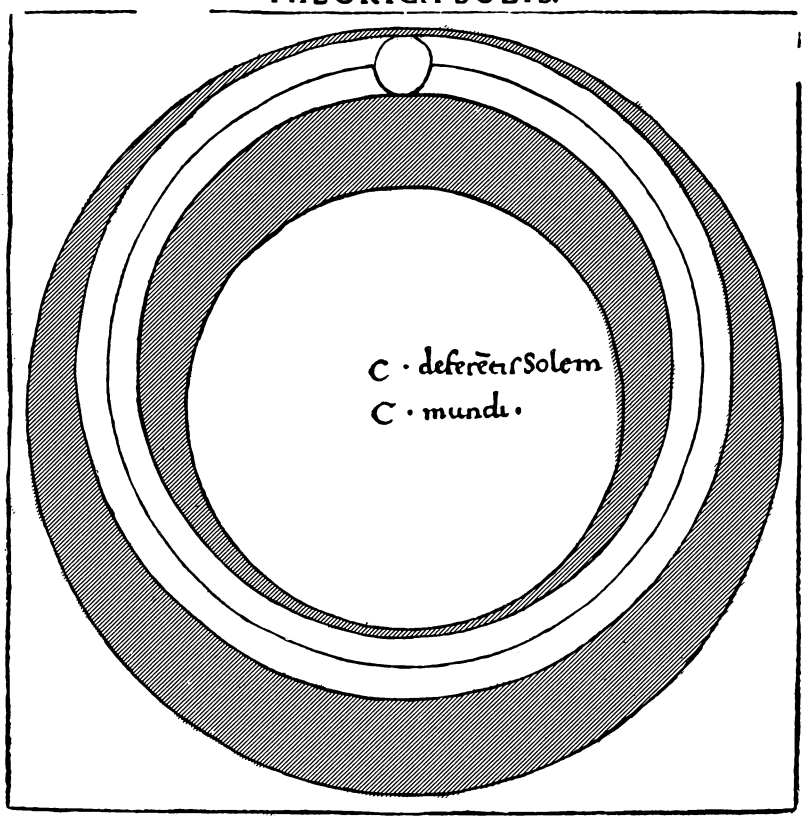


Abb. 10. (Theoricae novae planetarum Georgii Pvrbachii, Nürnberg vor 1474 in der Druckerei Regiomontans). Ptolemäische Darstellung der Sonnenbewegung um die Erde (C. mundi.).

sehen. Vielleicht benützte er babylonische Beobachtungen, worauf seine älteren Merkurbeobachtungen von 264 bis 240 v. Chr. hindeuten.

Diese Bewegungsverhältnisse wurden von Ptolemaeus in seinem Handbuch in umständlicher und schwer verständlicher Weise auseinandergesetzt. Rechenfehler kommen gelegentlich vor und nicht selten Abrundungen zugunsten seiner Theorie [586, Bd. II, S. 399]. Tafeln dienen zur künftigen Berechnung des Laufes der Planeten. Als Epoche gilt der Mittag des 1. ägyptischen Thoth des 1. Jahres der Regierung Nabonassars (26. Febr. 747 v. Chr.) zu Alexandria.

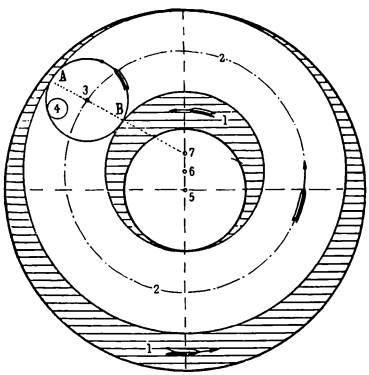


Abb. 11. (K. Kohl, Über den Aufbau der Welt nach Ibn al Haitam. Sitz.-Ber. der Physikal.-medizin. Sozietät Erlangen, 54 und 55, Erlangen 1925, S. 169).
Darstellung der Bewegung der Planeten (außer Merkur) mit sich drehenden Kugelschalen. 1. Kugelschalen um Punkt 6. — 2. Bahn des Epizykelmittelpunktes 3. — 4. Planet. — 5. Erde als Weltmitte. — 6. Exzentrischer Bewegungsmittelpunkt. — 7. Leitpunkt.

Das Ergebnis seiner Arbeit teilte er in einer Inschrift [587, S. 149] mit, die er im Jahre 147 n. Chr. dem Helfenden Gott (*Θεὸς σωτήρ*) zu Kanobos weihte. In seiner Planetentheorie [587] berichtete er im 1. Buch über die Ergebnisse seiner Untersuchungen des Handbuches und gab für manche Planeten richtigere Geschwindigkeiten. Aus dem 2. Buch erfährt der Leser, wie er sich die Bewegung der Planeten vorstellte. Die Epizykeln gleichen Scheiben und die Sphären Kugelschalen oder ausgesägten Stücken davon. In den Hohlräumen zwischen den Kugelschalen bewegt sich die Epizykelschale, die mit einem Tamburin verglichen wird (Abb. 10 u. 11).

Ptolemaeus verzichtete [587, S. 114 u. 115] auf die Erklärung der Übertragung der Bewegung von einer Planetenkugelschale oder -ring auf die nächste, da die Grundsätze der irdischen Kraftübertragung auf die Himmelskörper nicht zulässig seien.

Wie nun die einzelnen Kugelschalen bewegt werden, das läßt er im unklaren. Einmal spricht er von der Lebenskraft jedes Gestirnes mit folgenden Worten [587, S. 120 u. 131]: „So dürfen wir uns die Sache bei den himmlischen Wesen ebenso denken und der Ansicht sein, daß jedes Gestirn in seiner Klasse eine Lebenskraft hat und sich selbst bewegt und den Körpern, die durch ihre Natur mit ihm vereint sind, eine Bewegung verleiht, deren Anfang in dem ihm nächstgelegenen ist, und deren Verbreitung zu dem sich daran anschließenden geschieht, wie es selbst die Bewegung zuerst dem Epizykel, dann dem exzentrischen Kreise, dann dem Kreise, dessen Mittelpunkt der Mittelpunkt der Welt ist, gegeben hat, während aber diese Bewegung, die sie gibt, an verschiedenen Orten verschieden ist." Und „Es ist also richtiger, daß jedes einzelne Gestirn auch etwas bewege, weil dies die Kraft und das Wirken des Gestirns an seinem ihm eigentümlichen Platz und um seine Mitte ist, nämlich die zusammenhängende drehende Bewegung. Es ist also notwendig, daß der Anfang der Sache vom Gestirn ausgeht, indem es sie durch die Körper ausführt, die sie umgeben." Ein anderes Mal erwähnt er die Urbewegung und die Bewegungen [587, S. 117 u. 122]: „Denn bei allen sphärischen Körpern in der Art der ausgesägten Stücke ist die Bewegung, die eine drehende ist, gleich der Bewegung des Äthers, die in der Urbewegung vor sich geht, da sie nichts darin hindert, so daß diese sie in Drehung versetzt durch ihre eigene Umdrehung und durch die Kraft, die ihr innewohnt zu ihren eigentümlichen Bewegungen; wie es bei Dingen vorkommt, die sich in einer einzigen Bewegung bewegen, während diese trotzdem jenen Bewegungen in mannigfacher Art entgegengesetzt ist, oder wie Dinge, die in fließenden Gewässern schwimmen." Und „Körper, die sich von Osten nach Westen um die Pole des Äquators bewegen und notwendigerweise mit allem, was sie umgibt, nach der Richtung der Bewegung des Alls gehen, heißen mit einem sie allgemein betreffenden Namen „Beweger". Der erste dieser Körper ist derjenige, der die Sphäre der Fixsterne bewegt; der zweite, der die äußere Sphäre des Saturn bewegt; der dritte, der die äußere Sphäre des Jupiter bewegt, und so fort in der Reihenfolge."

Je nachdem Ptolemaeus vollständige Kugelschalen oder Ausschnitte in Betracht zog, bekam er 41 oder 29 solche Körper und

zwar 1 Kugelschale für den täglichen Umschwung, 1 für die Sterne, 2 für die Sonne, 5 für den Mond, je 6 für Saturn, Jupiter, Mars und Venus und 8 für Merkur. Von den Ausschnitten der Kugelschalen kam 1 auf die Sonne, je 4 auf den Mond, Saturn, Jupiter, Mars und Venus und 5 auf den Merkur, wozu noch je 1 Kugelschale auf den täglichen Umschwung, die Sterne und den Ätherrest kommt. Diese Zahlen von 41 bzw. 29 Körpern verringern sich noch um je 7, nämlich um 1 für jeden Planeten, wenn die Planeten sich selbst bewegen und nicht bewegt werden. Dies behauptete Ptolemaeus [587, S. 142].

Die Sphären oder Kugelschalen sind folgendermaßen von außen nach innen angeordnet: Täglicher Umschwung, Sternhimmel, Saturn, Jupiter, Mars, Sonne, Venus, Merkur und Mond. Warum Venus und Merkur zwischen Sonne und Mond liegen müssen, wird folgendermaßen begründet [587, S. 118]: „Aus demselben Grunde haben wir gesehen, daß notwendigerweise Merkur und Venus nicht oberhalb der Sonne gelegen sind, sondern zwischen der Sonne und dem Monde, damit nicht dieser nach dem Anschein und nach dem aus den Abständen Bewiesenen so große Raum leer bleibe, als ob ihn die Natur vergessen und verlassen hätte, so daß sie ihn nicht benutzt, während er doch imstande ist, die Entfernungen jener beiden erwähnten Gestirne, die der Erde näher sind als die andern, zu fassen, so daß dieser Raum durch die beiden allein gerade ausgefüllt wird." Offenbar erwähnte Ptolemaeus die babylonische Ansicht über die Stellung der Sonne und ihre Begründung nicht. Dabei konnte ihm die Besonderheit der Sonne nicht unbekannt sein, spricht er doch in seinem Vierbuch der Sterndeutung [588, Buch I, 1, 8] vom Einfluß der Sonne, der so groß sei, daß die Kraft der Planeten mit ihrer Stellung zur Sonne wächst oder abnimmt.

Die Darstellung des Planetenlaufes durch verschiedene Kreise gleicht in ihrer Unübersichtlichkeit wenig dem Aufbau einer wissenschaftlichen Theorie. Eher möchte man sie mit dem Tongewebe einer Symphonie vergleichen. Das Thema „Gleichförmige Bewegung auf Kreisen" wird immer wieder variiert und kommt in immer neuen Verbindungen zum Ausdruck. Und wie es bei einem Musikstück nicht angebracht ist, darin die Darstellung wirklicher Vorgänge zu vermuten, so sollte man nicht mit kritischen Augen das kunstvolle Weltgebäude des Ptolemaeus an-

sehen, sondern sich der Geschicklichkeit freuen, womit Ptolemaeus jeder Schwierigkeit zu begegnen weiß. Jedoch wollte er sein Werk nicht als Schaustück, sondern als die Voraussetzung zur Berechnung des künftigen Planetenlaufes betrachtet wissen. Nur zur Vorausberechnung dienten seine im Handbuch mitgeteilten Tafeln. Es ist daher verständlich, daß sein Werk immer wieder einer Prüfung unterworfen wurde. Schon die Genauigkeit seiner Tafeln mußte verblüffen; denn er gab die tägliche Bewegung der Planeten auf das 6. Sechzigstel, d. h. auf den 46 656 000 000. Teil eines Grades an. War er dazu berechtigt? Beim Mars z. B. wird die tägliche mittlere Bewegung in Länge aus Hipparchs Beziehung: 42 Umläufe $=$ 15120^0 $=$ 28857,88 Tage abgeleitet. Selbst wenn die von ihm benützten Beobachtungen sehr genau gewesen sein sollten, so sind doch die Umläufe um mindestens $0{,}15^0$ falsch. Dies entspricht aber $1'''$; demgemäß sind die 4., 5. und 6. Sechzigstel der täglichen Bewegung überflüssig und spiegeln eine Genauigkeit vor, die nicht vorhanden ist.

Bei den Planeten Mars, Jupiter und Saturn stellte Ptolemaeus sein Weltgebäude auf eine sehr schwache Beobachtungsgrundlage. Nur 1 ältere und 4 eigene Beobachtungen dienen zur Ableitung der mittleren Bewegung in Länge und Anomalie, der Exzentrizität, des Verhältnisses des Halbmessers des Exzenters zum Epizykel und von 4 verschiedenen ausgezeichneten Punkten auf den Kreisen. Bei der Venus sind es 10 und beim Merkur 16 Beobachtungen, die zur Darstellung ihrer schwierigen Bahn dienen müssen.

Die älteren Beobachtungen ließen sich erst dann verwenden, wenn die darin enthaltenen Sternörter mittels der Präzession auf die Zeit des Ptolemaeus umgerechnet wurden oder bei Anschlüssen an Sonne oder Mond, deren früherer Ort berechnet wurde. In beiden Fällen mußte die Präzession oder die Bewegung der Sonne genau bekannt sein. Wie stand es damit? Hipparch hatte die jährliche Präzession zu $36''$, statt $50''$, und die Jahresdauer zu 365.2466 Tagen, statt 365.2423 Tagen, abgeleitet.

Wie steht es mit den von Ptolemaeus gefundenen Werten? Er hat den Sonnenort für die Herbstnachtgleiche des Jahres 132 n. Chr. und die Länge der Sterne seines Verzeichnisses von 137 n. Chr. nicht richtig angesetzt: der Fehler beträgt beim Sonnenort $+\ 1^0 8.5'$ [271] und bei den Sternlängen $+\ 1^0 6.1'$. Die beiden

Fehler hängen voneinander ab, da Ptolemaeus die Längen seiner Anhaltssterne aus dem Vergleich mit der Sonne bestimmte. Für die Präzession hatte er den gleichen Betrag wie Hipparch, nämlich 36″ jährlich, gefunden und zwar auf folgende Weise: Er hatte wie Hipparch und vorher Timocharis und Aristyll die Deklination von 18 Sternen beobachtet und benützte ihre Änderung seit Hipparch zur Berechnung der jährlichen Präzession. Merkwürdigerweise verwendete er nicht alle 18 Sterne, sondern nur 6 und fand daraus $2^0 40'$ in 265 Jahren, wodurch ihm der Ansatz Hipparchs bewiesen erschien. Tatsächlich ergeben die anderen Sterne andere Werte, wie auch die Deklinationsänderung in der Zeit zwischen Timocharis und Hipparch. Ptolemaeus hatte also aus seinen Beobachtungen die zu Hipparchs Ansatz passenden Deklinationen und nicht die besten herausgewählt [765, S. 88]. Mit Ausnahme der Deklinationen wird die Präzession auch durch Bedeckungen von Sternen durch den Mond berechnet; da darin aber die Mondbewegung und damit die Sonnenbewegung in Betracht gezogen wird, die vom falschen Ansatz des Ptolemaeus für die Sonne nicht zu trennen ist, so ergibt sich damit nicht eine neue Bestimmung der Präzession. Zur Bestimmung des Sonnenlaufes und der Jahreslänge ging Ptolemaeus von seinen Beobachtungen der Nachtgleichen aus. Seine drei Beobachtungen liegen zu spät, und zwar die Herbstnachtgleiche von 132 n. Chr. um 1.43, die Herbstnachtgleiche 139 um 1.45 und die Frühlingsnachtgleiche um 0.90 Tag. Die Herbstnachtgleiche von 132 benützte er als Epoche und die beiden anderen Zeiten zur Berechnung der Jahreslänge, für die er aus dem Vergleich mit 2 von Hipparch beobachteten Zeiten dieselbe Jahreslänge wie Hipparch fand. Dieselbe Jahreslänge erhielt er auch aus dem Vergleich der in Athen im Jahre 432 v. Chr. beobachteten Sommerwende und der von ihm selbst für 140 n. Chr. berechneten Sommerwende [586, Buch III, 1]. Diese Ableitung ist so merkwürdig, daß eine Erläuterung nötig ist. Die Sommerwende von 432 sei recht oberflächlich aufgezeichnet worden, behauptete Ptolemaeus, so daß er sie berechnete und zwar „möglichst genau". Tatsächlich ist aber die berechnete Sommerwende von 432 v. Chr. um 1.3^d zu früh angesetzt worden; seine Berechnung der Sommerwende für 140 n. Chr. ergibt aber entsprechend den falschen Beobachtungen für die Nachtgleichen die Zeit der Sommerwende um 1.3 Tag

zu spät, so daß die Zwischenzeit zwischen den beiden Sommerwenden um 2.6^d und damit die Jahreslänge zu groß wird, wie es mit Hipparchs Jahreslänge der Fall ist, die aber auf einem viel kleineren Beobachtungszeitraum beruht.

Offenbar hat ihn die Rücksicht auf Hipparchs Ergebnisse veranlaßt, unter seinen Beobachtungen solche herauszusuchen, welche Hipparchs Angaben bestätigen. Allerdings ist es sehr merkwürdig, daß seine Beobachtungen der Nachtgleichen so schlecht waren, daß sich Fehler von 0.9 bis 1.45 Tagen ergeben. Wie hat er die Beobachtungen angestellt? Für die Sonnenbeobachtungen bevorzugte er [586, Buch I, 12] eine in der Mittagslinie senkrecht stehende Platte mit einer Quadrantteilung und einem Stift in der Mitte als Schattenwerfer. Die Polhöhe von Alexandria gab er [586, Buch V, 12] zu $30^0 58'$ an, was um $14'$ zu wenig ist. Ist dieser Unterschied von $14'$ verantwortlich für die Fehler der Nachtgleichenbeobachtungen? Entsprechend der falschen Polhöhe setzte er also den Äquator um $14'$ zu hoch an; dies bedeutet, daß die Sonne im Frühling erst um 0.59^d später seinen Äquator erreichte. Somit wird die Verspätung der Frühlingsnachtgleiche zum großen Teil erklärt ($0.90 - 0.59 = 0.31$). Im Herbst mußte die Sonne den Äquator des Ptolemaeus aber eher erreichen und zwar um 0.60 Tage. Damit wächst aber die Verspätung seiner Beobachtungen auf 2.03 und 2.05 Tage an. Hat Ptolemaeus seine Beobachtungen der Herbstnachtgleichen um 2 Tage berichtigt, um in Übereinstimmung mit Hipparch zu kommen? Dies scheint er auch bei der Ableitung der Erdferne der Sonnenbahn getan zu haben. Aus der beobachteten Herbstnachtgleiche von 139 und der beobachteten Frühlingsnachtgleiche von 140 und aus der berechneten Sommerwende von 140 fand er die gleiche Lage der Erdferne wie Hipparch; tatsächlich hatte sie sich um 5^0 seit der Zeit Hipparchs geändert [586, Buch III, 4]. Somit entging ihm die Entdeckung der Bewegung der Erdferne. Auch die Entdeckung der 3. Unregelmäßigkeit im Mondlauf, der Variation, entging ihm und zwar wegen ungenauer Rechnung und wegen seiner Vorliebe, seine Zahlen so aufzurunden, wie es seiner Absicht entsprach [Nr. 586, Bd. II, S. 399. Nr. 403, S. 37]. Seine vorgefaßte Meinung veranlaßte ihn auch zur Auswahl unter seinen Beobachtungen und zur Weglassung guter Beobachtungen. Ähnlich machte er es auch in seiner Erdkunde, wo er offenbar

astronomische Polhöhenbestimmungen umänderte, um sie an das Meilennetz der römischen Straßen anzupassen [199, S. 100]. Diese Anpassung seiner Beobachtung mindert natürlich ihren Wert, so daß z. B. Fotheringham nur die Beobachtungen Hipparchs, aber nicht die des Ptolemaeus zur Verbesserung der Sonnenelemente heranzog [271, S. 421].

Ptolemaeus konnte bessere Werte für die Sonnenbewegung und für die Präzession ableiten, weil ihm außer den schon Hipparch bekannten Beobachtungen auch seine eigenen und die der Menelaos und Theon zur Verfügung standen, die wegen der langen Zwischenzeit von 265 Jahren die genaue Ableitung von Werten und besonders auch die Feststellung zeitlicher Änderungen z. B. der Verschiebung der Erdferne ermöglichen mußten. Es ist bedauerlich, daß er diese Möglichkeit nicht ausgenützt und die grundlegende Sonnenbewegung nicht genügend erforscht hat. Die Mängel seiner Sonnenelemente und der offenbare Widerspruch zwischen dem Augenschein und der Veränderung des scheinbaren Monddurchmessers gemäß seiner Lehre mußten früher oder später eine Kritik hervorrufen. Andererseits konnten manche Einzelheiten seiner Theorie für künftige Planetentheorien wichtig sein: Die Einführung des Leitpunktes und seine eiförmige Merkurbahn Somit konnten die Nachteile und Vorteile seiner Planetentheorie neue Untersuchungen herbeiführen.

Haben die Griechen Geräte zur Darstellung der Planetenbewegung — Planetarien — hergestellt? Offenbar, wenn wir den Angaben der antiken Schriftsteller glauben dürfen [628a, S. 48—54]. Cicero hat ein von Archimedes erbautes Planetarium beschrieben, das der Großvater des Konsuls M. Marcellus nach der Einnahme von Syrakus im Jahre 212 v. Chr. erbeutet und nach Rom mitgenommen hatte. Das Gerät zeigte den täglichen Umschwung und die unregelmäßige Bewegung der Planeten und konnte zur Darstellung der Finsternisse verwendet werden. Es wurde durch Wasser getrieben. Das Gerät ist verschwunden wie auch das von Cicero erwähnte Gerät des Poseidonios, das anscheinend nur den täglichen Umschwung der Planeten anzeigte, wobei die Planeten wohl auf ihren Kreisen von Tag zu Tag versetzt wurden. Dagegen sind einige Reste eines um Christi Geburt erbauten Gerätes erhalten, die bei Antikythera im Meer gefunden wurden [765, S. 111]. Gemäß A. Rehms geistvoller Deutung

Abb. 12. Griechisches Planetarium von Antikythera. Abdruck von Zahnrädern und Inschriften. (Museum Athen.)

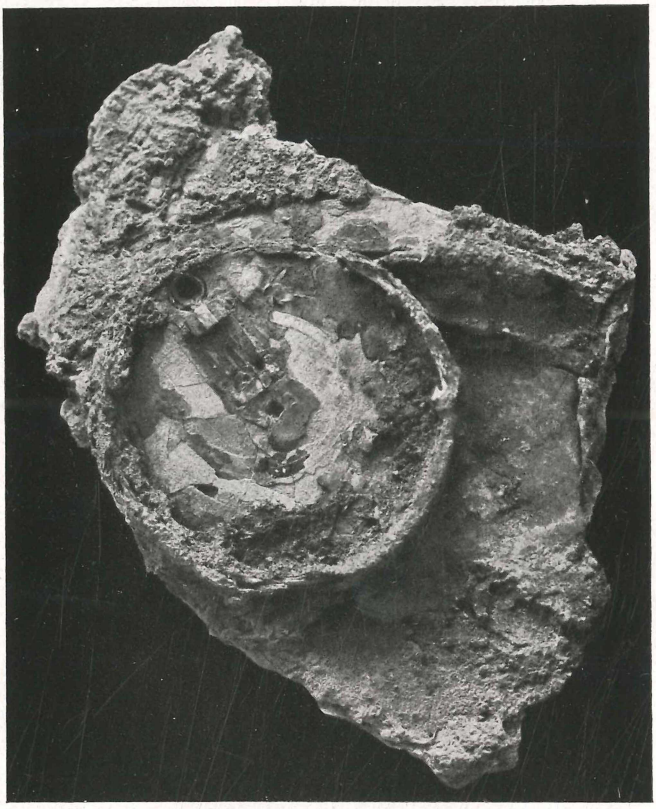


Abb. 13. Griechisches Planetarium von Antikythera.
Abdruck einer Scheibe. (Museum Athen.)

der Reste und der Inschrift diente das Gerät, von der Größe einer Spieluhr, zur Darstellung des Laufes von Sonne und Mond und vielleicht auch der anderen Planeten. Was das Werk anlangt, so wurden Zahnräder verwendet, von denen einige eiförmig aussehen (Abb. 12). Auf einer Scheibe sitzt eine Nase, wie bei den Mondscheiben der holländischen Räderuhren (Abb. 13). Das Gerät wurde mit der Hand, vielleicht auch durch Wasser, betrieben.

Die Bedeutung der Sonne bei den Griechen und Römern.

Hipparch und Ptolemaeus hatten sich über die bewegenden Kräfte im Weltall nur wenig geäußert. Die Stellung der Erde in der Weltmitte erklärte die Erscheinungen der Schwere. Jeder Planet hat wie ein göttliches Wesen seine eigene Bewegung; das ungefähr ließ sich aus den Schriften des Ptolemaeus herauslesen. Auf die möglichst genaue Darstellung der Bewegungen kam es ihnen an. Neben diesen rein mathematischen Vorstellungen über das Weltall gab es auch physikalische, die wohl auf Poseidonios als den Vermittler babylonischen Wissens zurückgehen. Er und spätere Schriftsteller betonten mehr und mehr die Ausnahmestellung der Sonne. Noch bei Plato heißt es [555, S. 58]: „Auf daß es nun aber ein deutliches Maß gäbe für das gegenseitige Verhältnis der Langsamkeit und Schnelligkeit und auf daß die Vorgänge bei den 8 Umläufen im Lichtglanz sichtbar würden, zündete Gott im 2. Umkreis, von der Erde ab gerechnet, ein Licht an, das wir jetzt Sonne nennen; es sollte soweit als möglich durch das ganze Weltall scheinen, und alle lebenden Wesen, die dessen bedürftig waren, sollten dadurch ein Maß erhalten, das sie dem Umschwung des Selbigen und Einförmigen ablernen sollten." Aber schon Cicero (106—43 v. Chr.) berichtete [Nr. 151, VI. Nr. 461, 4]: „Die Sonne . . . der Anführer und Fürst und Lenker der übrigen Gestirne, die Seele und das ordnende Prinzip der Welt, so groß, daß sie alles mit ihrem Licht erhellt und erfüllt . . . ihr folgen als Begleiter die Bahnen von Merkur und Venus." Später schrieb Plinius (23—79 n. Chr.): „Die Sonne wird mitten zwischen den Planeten in ausgezeichneter Größe und Machtfülle herumgeführt, der Lenker nicht nur der Zeiten und der Erde, sondern auch der Sterne selbst und des Himmels. Daß sie völlig der Geist und die

Seele der ganzen Welt, der Hauptverwalter der Natur und der Gottheit sei, darf man wohl glauben" [556a, Buch II, 12]. Theon von Smyrna verglich um 130 n. Chr. Erde und Sonne [693, Buch III, 33], nachdem er zuvor die sog. ägyptische Lehre erwähnt hatte und unvermutet auf den Unterschied zwischen dem Mittelpunkt eines Lebewesens und zwischen der Mitte dessen Körpers, nämlich zwischen Herz und Nabel, zu sprechen kam: „Ebenso, wenn man von den größten, wertvollsten und göttlichsten Dingen, wie von den kleinsten, zufälligsten und sterblichsten Dingen urteilt, wird die Mitte des Weltalls die kalte und unbewegliche Erde, aber der Mittelpunkt der Welt, als Lebewesen, wird in der Sonne sein, die in gewisser Weise das Herz des Weltalls ist und woher die Weltseele entstehen soll, um bis in ihre äußersten Teile einzudringen und sich auszubreiten." Und Kaiser Julian der Abtrünnige (331 bis 363 n. Chr.) äußerte sich folgendermaßen über König Sonne [483, S. 131]: „Er führt den ganzen Reigen der Sterne an; seine Vorsehung leitet das Werden in der Natur. Um ihn als um ihren König tanzen die Planeten ihren Reigen; sie umkreisen ihn in vollkommener Harmonie in Entfernungen, die genau von ihnen abgegrenzt sind, wie die Gelehrten, die sich mit der Betrachtung der Himmelsvorgänge beschäftigen, diese Erscheinungen nennen; und gemäß seinem Abstand von der Sonne mehrt und mindert sich das Licht des Mondes." Ciceros Worte fanden damals einen Widerhall. Der im 4. Jahrhundert lebende Firmicus Maternus wiederholte kurz Ciceros Worte, indem er sich an die Sonne wandte [263, Buch I, 4]: „Du beste und größte Sonne, die du die mittlere Sphäre des Himmels innehast, Seele und ordnendes Prinzip der Welt, Anführer aller Gestirne und Fürst, die du das Feuer der übrigen feurigen Sterne mit der Herrschaft deines Lichtes unterhältst" und der um 400 lebende Macrobius erläuterte Ciceros Worte folgendermaßen [461, Bd. I, S. 20]: „Der Anführer und Fürst, sagte er, und der Lenker der übrigen Gestirne, die Seele und das ordnende Prinzip der Welt, . . . die Heraklit als Quelle des himmlischen Lichtes bezeichnet. Der Anführer, weil sie alle durch die Pracht ihres Lichtes übertrifft. Fürst, weil sie so leuchtet, wie es nur der Sonne zukommt. Lenker der übrigen Gestirne, weil sie selbst ihren Lauf und Rücklauf innerhalb räumlicher Grenzen regelt; denn es gibt bestimmte räumliche Grenzen, innerhalb derer die Planeten vor und hinter der Sonne

wandern können. So regelt die Kraft und Macht der Sonne den Lauf der übrigen Gestirne in festgesetzten Grenzen. Seele der Welt wird sie so genannt wie die Physiker sie als Herz des Himmels bezeichnen. Ohne Zweifel deshalb, weil alles, was wir durch den Himmel nach festgesetzten Regeln geschehen sehen, . . . alles dies regelt der Lauf und das Gesetz der Sonne. Deshalb wird sie auch mit Recht Herz des Himmels genannt, weil sie aus der Natur des Feuers immer in Bewegung und ständigem Schlagen ist. Die Sonne wurde auch als Quelle des himmlischen Feuers bezeichnet, wie wir berichteten; es ist nämlich die Sonne im Äther, wie das Herz im Lebewesen, dessen Natur es ist, niemals aufzuhören zu schlagen oder dessen zufälliges Aufhören bald das Lebewesen umbringt, weshalb die Sonne die Seele der Welt genannt wird. Warum sie aber auch das ordnende Prinzip der Welt heißt, ist offenbar. So ist es ganz sicher, daß nicht nur die Erde, sondern auch der Himmel, der richtig die Welt genannt wird, von der Sonne geordnet wird, wie ihre Grenzen, die am weitesten vom Sonnenweg abstehen, jeglichen Vorteils der Wärme entbehren und durch die ständige Kälte erstarren."

Der im 5. Jahrhundert lebende Verfasser des Buches „De divinis nominibus" [534] pries die Sonne mit folgenden Worten: „Wie die göttliche Güte alles an sich zieht und als einige und einigende Macht das Zerstreute sammelt . . . so vereinigt auch das Licht der Sonne und wendet alle körperlichen Dinge zu sich." Gleichzeitig berichtete Chalcidius [554, Kap. 72], daß die Sonne mitten zwischen die Planeten wie das Herz gesetzt sei und somit ihre Vorzüge zeige. Wenn er allerdings die Anordnung der Planeten: Mond, Merkur, Venus, Sonne, Mars, Jupiter und Saturn den Pythagoräern zuschrieb, so irrte er sich. Pythagoras [556a, Buch II, 19] oder seine Schule dürfte nur die Abstände Erde 126 000 Stadien Mond 252 000 Sonne 378 000 Sternhimmel, also die Beziehung 1 zu 2 zu 3, aufgestellt haben. Die Pythagoräer wie auch Eratosthenes, Eudoxos, Plato und Aristoteles verlegten die 5 kleinen Planeten in den Raum zwischen die Sonne und den Sternhimmel. Erst die größere Bedeutung, welche der Sonne beigelegt wurde, gab den Anlaß Merkur und Venus zwischen Mond und Sonne anzuordnen, so daß die Sonne in die Mitte der Planeten kam, welche Anordnung auch Ptolemaeus übernahm. Diese neue Anordnung, die im 2. vorchristlichen Jahrhundert entstan-

den sein dürfte, wurde in eine Beziehung zu den Tönen gemäß der Sphärenharmonie gebracht und von Censorinus [137, Kap. 13] und Plinius [556a, Buch II, 20] dem Pythagoras zugeschrieben. Es handelt sich um folgende Anordnung: Erde 1 Mond ½ Merkur ½ Venus 1½ Sonne 1 Mars ½ Jupiter ½ Saturn ½ Sternhimmel, wobei 1 Ton 125 000 oder 126 000 Stadien, offenbar dem halben Erdumfang, entspricht. Der Feldmesser Hyginus gab um 103 n. Chr. abweichende Zahlen an: Erde 1 Mond ½ Merkur ½ Venus ½ Sonne 1½ Mars 1 Jupiter ½ Saturn ½ Sternhimmel, also auch zusammen 6 Tönen entsprechend, nur mit dem Unterschied, daß im 1. Fall das Verhältnis Erde 3½ Sonne 2½ Sternhimmel besteht, was der Quint und der Quart entspricht, während im 2. Fall Erde zur Sonne zum Sternhimmel sich wie Quart zur Quint verhalten. Demnach steht die Sonne so im Weltgebäude, daß ihre Abstände sich nach griechischer Ansicht wie die Quart zur Quint verhalten und daß die Stillstände der Planeten nach babylonischer Anschauung wie $^1/_3$ zu $^1/_4$ zu $^1/_8$ zu $^1/_{16}$ angeordnet sind. Immer ist ihre Stellung durch besondere harmonische Verhältnisse gekennzeichnet (Abb. 6).

Der griechische Philosoph und Geschichtsschreiber Plutarch widmete eine geistreiche Schrift dem „Gesicht im Monde" [557], worin er die dunklen Stellen im Gesicht als Vertiefungen, angefüllt mit Wasser oder dunkler Luft, welche das Sonnenlicht abschwächen, erklärt. Sogar Namen gab er dafür an: die größte heißt die Grotte der Hekate, die beiden anderen die langen Grotten; der obere Teil des Mondes wird elysische Gefilde und der untere Teil das Feld der Persephone genannt. Bedeutsam sind auch folgende Ausführungen: „Doch den Mond sichert vor dem Fallen schon seine eigene Bewegung und die Geschwindigkeit seines Umlaufes, wie das auf einer Schleuder Liegende durch den raschen Umschwung verhindert wird herabzufallen; denn jeder Körper wird durch seine natürliche Bewegung gelenkt, solange nichts dazwischen kommt, was ihn ablenkt. . . . . Wenn nämlich jeder schwere Körper in sich vereinigt wird und sich aus allen seinen Teilen zu seiner Mitte zusammenzieht, so wird die Erde nicht als Mitte des Weltalls, sondern als Körper die anderen schweren Körper als ihre Teile an sich heranziehen. Wenn in die Höhe geworfene Körper wieder zu ihr zurückfallen, so werden sie nicht zu ihr als Weltmitte, sondern wegen ihrer

natürlichen Verwandtschaft zu ihr herabgezogen. Wie die Sonne ihre naturgemäßen Teile an sich heranzieht, so nimmt die Erde naturgemäß die Steine auf..... Überhaupt aber, wie kann man sagen: die Erde liege in der Mitte und in wessen Mitte? Das Weltall ist unendlich; das Unendliche aber, das weder Anfang noch Ende hat, kann auch keine Mitte haben. Denn auch der Mittelpunkt wäre eine Grenze. Die Unendlichkeit ist aber die Aufhebung aller Grenzen. Wer aber die Erde nicht in die Mitte des Weltalls, sondern nur der näheren Welt setzt, ist naiv genug zu glauben, daß in Bezug auf diese Welt diese Einwendungen nicht gelten. Das Weltall läßt auch ihr keinen festen Mittelpunkt, sondern sie treibt heimatlos und unstät in der unendlichen Leere ohne eigenes Ziel umher und wenn sie stillsteht, so tut sie das nicht wegen der Beschaffenheit des Ortes. So läßt sich vom Mond annehmen, daß er mehr wegen seiner anderen Natur und Beschaffenheit als wegen des Ortes von der Mitte entfernt ist (und daß wegen ihrer Natur Erde und Mond verschieden in ihren Bewegungen sind), weshalb die eine hier unbeweglich ruht und der andere darüber hinweggeführt wird."

Gewaltig war die Leistung der Griechen. Die Messung des Erdumfanges zusammen mit der Bestimmung der Abstände und Durchmesser von Sonne und Mond schuf die Grundlage für die erfolgreiche Erforschung der Welt der Planeten, deren Lauf in einem kunstvollen Gebilde von Kreisen abgebildet wurde. Auch an die Kometen ging man heran, hob sie aus den Gebilden des Erddunstes empor und suchte ihre Bahn zu bestimmen. Sogar der Himmel der unveränderlichen Sterne verlockte zur Forschung. Helligkeitsänderungen einzelner Sterne wurden beobachtet und wie bei den Planeten und Kometen im Sinne der Annäherung und Entfernung gedeutet.

Der griechische Sternforscher zur Zeit des Ptolemaeus konnte wie von einem Berge aus die Erde und die Welt überschauen. Viel war geleistet, ein Umblick geschaffen, die Möglichkeit zu weiterer Forschung gegeben. Jedoch mochte er sich nicht verhehlen, daß der Zeitgeist gegen jede Forschung sei. Seit Hipparchs Zeit schwand die Lust zum Einsatz aller Kräfte. Die für jede Arbeit wichtige unentbehrliche Sorgfalt fehlte. Man begnügte sich mit der Anpassung seiner Beobachtungen an frühere Ergebnisse oder setzte an Stelle guter Beobachtungen

neue, weniger gute. Sogar in der Sterndeutung scheute man tiefschürfende Untersuchungen, wie Ptolemaeus in seinem Vierbuch der Sterndeutung gestand [588, Buch I, 1]. Dazu kam, daß jede kühne Forschung mit dem Makel gottlosen Tuns behaftet erschien, wurden doch solche Vorwürfe nicht nur gegen Anaxagoras und Herakleides, sondern auch gegen Hipparch erhoben. Somit ist es nicht verwunderlich, daß manche Möglichkeiten nicht ausgenützt wurden, wie die Linsen und die Uhren, die bei den Germanen als Forschungsgeräte eine große Rolle spielen sollten. Die Sterndeutung gewann an Boden. Sie war vom Morgenland, aus Ägypten und Babylonien, nach Griechenland gekommen und hatte allmählich Fuß fassen können. Die Abneigung der führenden Kreise gegen weitgehende wissenschaftliche Untersuchungen begünstigte aber die Sterndeutung, deren Vertreter sich nicht scheuten, sich auf uraltes Wissen und auf angebliche Erfolge zu berufen. Und so geschah es, daß die Sterndeutung allmählich die Sternforschung verdrängte und verschleierte. Wie der aufsteigende Nebel die Berge verhüllt, so umgab und umwallte die Sterndeutung die griechische Sternforschung. Und nur gelegentlich im Laufe der Jahrhunderte wurde wie eine Burg auf einem steilen Berg das Weltgebäude des Ptolemaeus als Wahrzeichen griechischen Geistes sichtbar.

Die Germanen.

Den Germanen genügte es als Bauern und Seefahrern, die Zeit roh unterzuteilen und sich auf dem Meer zurechtzufinden. Das Christentum übermittelte ihnen das Wissen des Altertums, allerdings nicht in seinen besten Werken, z. B. der Hipparch und Ptolemaeus, sondern in den Zusammenstellungen der Plinius Secundus, Macrobius, Martianus Capella und Chalcidius. In diesen Schriften oder in den Werken der Isidor von Sevilla, Beda [36] und Joh. Scotus Erigena, die das überlieferte Wissen bearbeitet hatten, konnte der Wissensbegierige sich unterrichten über den Erdumfang, über Entfernungen und Durchmesser von Sonne und Mond, über die Bewegung der Planeten mit ihren scheinbaren Unregelmäßigkeiten und über die Anordnung der Planetenbahnen um die Erde. Manche der überlieferten Werke waren mit Figuren versehen, deren z. B. Plinius und Macrobius

gedenken; andere Figuren dürfte erst der Schulbetrieb in den Klöstern hinzugefügt haben. Besonders die überlieferten Reste der Naturgeschichte des Plinius, wie auch manche Himmelsbeschreibungen [Nr. 619. Nr. 530a + b] enthielten eindrucksvolle

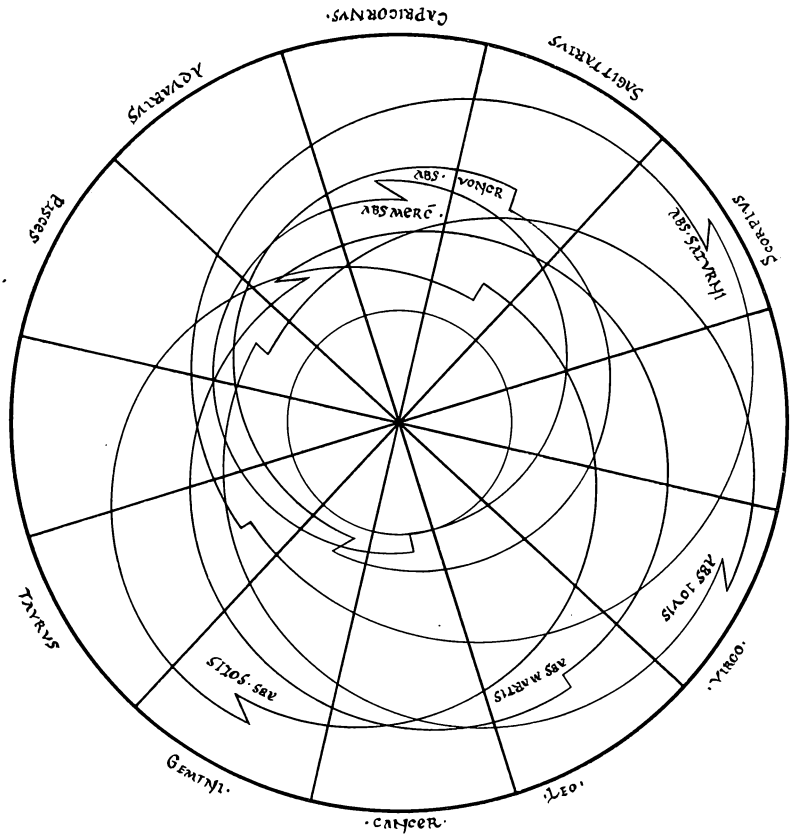


Abb. 14. Antike Darstellung der Planetenbewegung um die Erde in Gestalt zweier gegen einander verschobener Kreishälften. Gemäß Hs. Madrid 3307 Bl. 65v (Photo W. Neuß).

Figuren, die fleißige Abschreiber vom 8. bis 12. Jahrhundert in ihren Abschriften nachzeichneten und uns somit erhielten.

Eine besondere Bedeutung kommt dabei der Madrider Handschrift 3307 zu, die um das Jahr 820 in Metz geschrieben wurde [530a + b], deren Bildvorlagen aber wohl aus dem 2. nachchristlichen Jahrhundert, also aus der Zeit des Ptolemaeus, stammten.

Außer der Anordnung der Planetenbahnen mit den Planetengöttern (Abb. 7) und der Anordnung der Planetenbahnen gemäß den Tönen (Abb. 6) enthält die Pliniusabschrift zwei merkwürdige Darstellungen der Planetenbewegungen. Die eine Zeichnung (Abb. 14) dient zur Erläuterung des Abschnittes über die Erd-

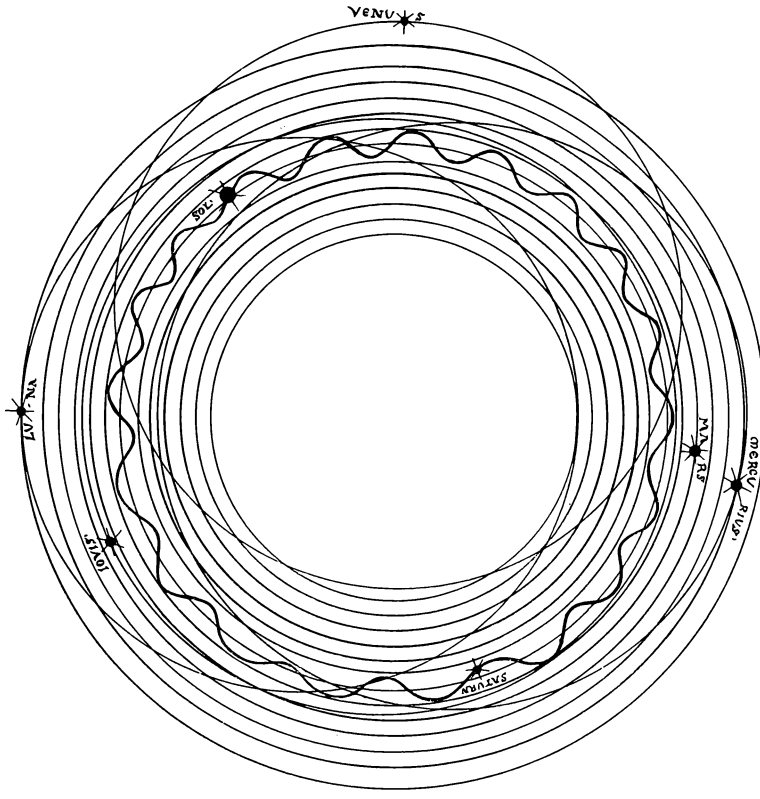


Abb. 15. Antike Darstellung der Breitenbewegung der Planeten in Kreisform. Gemäß Hs. Madrid 3307 Bl. 66r (Photo W. Neuß).

fernen (Absiden) und zeigt die Planetenbahnen exzentrisch zur Erde liegend. Jede Planetenbahn besteht aus zwei wenig gegen einander verschobenen Kreishälften. Am Ende der einen Kreishälfte steht der Name des betreffenden Planeten und bezeichnet die Stelle der Erdferne und der kleineren Bahngeschwindigkeit, während die entgegengesetzte Stelle der Erdnähe und zugleich der größeren Bahngeschwindigkeit entspricht. Gewiß hatten die

antiken Gelehrten damals solche Darstellungen des Planetenlaufes mit der Zerlegung der Bahn in 2 Teile mit verschiedener Bahngeschwindigkeit schon längst aufgegeben; immerhin bediente sich die Schule noch lange solcher Hilfsmittel. Nicht minder merkwürdig ist die andere Zeichnung (Abb. 15) der Madrider Handschrift. Es handelt sich um die Breitenbewegung der Planeten. Der Tierkreis ist als ein 12^0 breites Band, bestehend aus 12 Streifen, dargestellt, in deren Mitte sich die Sonne schlän-

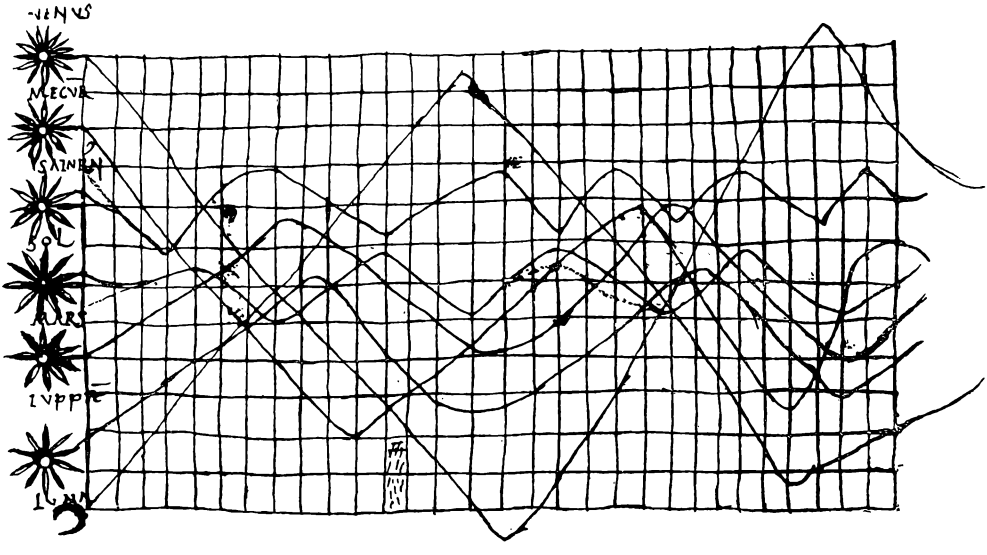


Abb. 16. (H. G. Funkhouser, A Note on a tenth century graph. Osiris I, S. 261). Antike Darstellung der Breitenbewegung der Planeten in rechtwinkligen Koordinaten gemäß Hs. Clm 14436.

gelt, während die anderen Planetenbahnen diese Streifen durchqueren, so daß die Venusbahn über das Band hinausragt und die Mondbahn sie beinahe erreicht. Die gleiche Darstellung der Breitenbewegung zeigen Figuren in anderen Abschriften des Plinius [619], allerdings nicht in der Form eines kreisrunden, sondern eines rechteckigen Bandes (Abb. 16), also in einem rechtwinkligen Koordinatennetz [Nr. 279. Nr. 316. Nr. 36, S. 363]. Zeichnungen in rechtwinkligen Koordinaten waren den römischen Feldmessern nicht unbekannt, wie ihre Schriften beweisen [191]. Dieses Koordinatennetz kommt in der Madrider Handschrift nicht vor,

aber zusammen mit dort fehlenden Zeichnungen in den Handschriften Clm 210, geschrieben in Salzburg im Jahre 818, und Vin 487, geschrieben in Salzburg zwischen 818 und 821, deren Schreibern offenbar andere antike Vorlagen als in Metz zur Verfügung standen. Und aus ähnlichen Handschriften der Karolingerzeit wurden die Zeichnungen von späteren Schreibern übernommen. Allerdings scheinen die astronomischen Zeichnungen hauptsächlich in Deutschland und England [Nr. 663. Nr. 36, S. 90] Beachtung gefunden zu haben, wie die erhaltenen Handschriften ersehen lassen. Aus diesen Zeichnungen konnte der wißbegierige Leser die exzentrische Lage und die Neigung der Planetenbahnen ersehen; auch mochte die besondere Stellung der Sonne innerhalb der Planeten (Abb. 6) Eindruck machen.

Nicht minder wichtig ist eine Darstellung der Umkreisung der Sonne durch Venus und Merkur (Abb. 2) in der schönen Leidener Handschrift Voss. Lat. Q 79. Diese Handschrift entstand auch im 9. Jahrhundert. Ihre Leser konnten aus der Zeichnung nicht nur die ägyptische Lehre, sondern auch die exzentrische Lage der Planetenbahnen, wenn auch sehr übertrieben, kennen lernen. Bemerkenswert ist der Umstand, daß die Zeichnung die Bahnen von Venus und Merkur sowohl um die Sonne wie auch um die Erde zeigt. Übrigens gibt es davon noch zwei vor 1029 geschriebene Kopien [693a, S. 82—84].

Chalcidius hatte zur Erklärung von Platos Worten über die gegenseitige Bewegung von Sonne, Venus und Merkur 3 Lehren aufgestellt [554 Kap. 109—110]: die Epizykelbewegung der Sonne, die Umkreisung der Sonne durch Venus und Merkur und die nicht näher erläuterte Lehre des Herakleides. Dazu brachte er 2 unklare Erklärungen mit Figuren [554, Fig. XXIV + XXV], denen sich entnehmen läßt, daß im 1. Fall die Sonne von Merkur und Venus umkreist wird, während im 2. Fall Venus einen großen Kreis hinter der Sonne beschreibt. So scheint er sich die scheinbare Bewegung von Venus und Merkur erklärt zu haben; denn die griechischen Buchstaben der Figuren deuten an, daß sie noch im Altertum entworfen wurden. Allerdings läßt ihre Beschriftung und die zugehörige Erklärung viel zu wünschen übrig, so daß die Figuren in mittelalterlichen Abschriften [36, S. 226] entstellt sind. Bemerkenswert ist eine Figur [36, S. 225], betitelt „De sole et venere", welche sehr an die Darstellung des Venus-

laufes um die Sonne, gesehen von der Erde, erinnert, wie Coppernicus sie im 3. Kap. des 5. Buches seines Hauptwerkes abbildet. Diese und ähnliche Figuren fanden große Beachtung.

Die ägyptische Lehre [Anm. 3] von der Umkreisung der Sonne durch Venus und Merkur wurde nicht nur abgeschrieben und durch Figuren erläutert; auch zu beweisen suchte man sie. So machte der unbekannte Verfasser der Abhandlung „Über den Zustand des Himmels und der Erde" [521] auf frühere Beobachtungen von Venus und Merkur am Tage aufmerksam und deutete sie als Beweis für die gelegentliche Stellung dieser Planeten vor der Sonne. Und zwar handelte es sich um folgende Beobachtungen: In der Geschichte Karls des Großen wird erwähnt, daß Merkur 9 Tage lang im April 807 wie ein schwarzer Fleck in der Sonne sichtbar war. Und in der römischen Geschichte heißt es, daß Venus mittags hell am Himmel erschien, als Augustus die Trauerfeier für seinen Stiefvater Caesar veranstaltete. Wenn es sich auch in beiden Fällen nicht um die Beobachtung der Planeten, sondern eines Sonnenflecken und eines Kometen handelte, so ist immerhin die Heranziehung von Beobachtungen bedeutsam. Venus und Merkur fesselten den Verfasser sehr; wann sie von der Sonne überstrahlt und wann sie wieder sichtbar würden, alles das erörterte er und gab für Venus 7^0 und für Merkur 12^0 als die Grenzen ihres Aufleuchtens aus den Sonnenstrahlen an. Ihre Bahnform bezeichnete er als Epizykel, d. h. Überkreise, welche nicht die Erde, sondern die Sonne gleichwie als Mitte ihres Laufes machen. Auch die Unregelmäßigkeiten im Laufe des Mars beachtete er und wies auf seine in der Geschichte Karls des Großen für 798 erwähnte einjährige Unsichtbarkeit wiederholt hin.

Neben den einzelnen Planeten beschäftigte er sich auch mit der Bewegung aller Planeten; er erörterte die Lehre des Eudoxos und kam auch auf die christliche Lehre zu sprechen, wonach der Himmel der Planeten und Sterne umschlossen sei vom Himmel der himmlischen Gewässer und vom Himmel der Engel, was Beda in seiner Naturkunde [36, S. 197—201] gelehrt hatte. Das Vorhandensein dieser himmlischen Gewässer oberhalb des sich täglich drehenden Sternhimmels wurde früher gelegentlich erörtert. Der Verfasser dieser Abhandlung sucht dies auf verschiedene Weise zu erklären: 1. Die himmlischen Gewässer seien

dem Wasser auf der Erdoberfläche vergleichbar und hielten sich trotz des täglichen Umschwunges wie sich das Wasser in einer rasch geschwungenen vollen Vase halte. 2. Es handle sich nicht um Gewässer, sondern um Wolken, vergleichbar den Wolken über der Erde. 3. Die himmlischen Gewässer seien wegen ihrer großen Entfernung von der Sonne gefroren, wie auch Saturn der kälteste Planet sei. 4. Der Sternhimmel selbst ruhe, während sich die Sterne täglich bewegten. 5. Irgendeine Erklärung könne es nicht geben, da die himmlischen Gewässer durch Gottes Willen gehalten würden.

Wann diese bemerkenswerte Abhandlung über den Zustand des Himmels und der Erde verfaßt wurde [240, Bd. III, 76—87], läßt sich nicht angeben; vermutlich geschah es im 9. oder 10. Jahrhundert.

Eindringlicher als der Lauf der Planeten wurde aber der Lauf von Sonne und Mond und das damit Zusammenhängende durch die kirchlichen Anordnungen über die Festtage und die Gebetszeiten zur Beachtung gebracht. Der Kirchenkalender wurde eingeführt; er enthielt den ewigen Kalender des Julius Caesar mit Angabe der Heiligentage und mit Vorschriften, einerseits die Sonntage für jedes Jahr zu finden und andererseits die Zeit der Neu- und Vollmonde und des Osterfestes anzugeben.

Julius Caesar hatte sich genötigt gesehen, den römischen Kalender zu verbessern. Mit Hilfe des Astronomen Sosigenes wurde das ägyptische Jahr von 365¼ Tagen übernommen und der römische Kalender insofern in Einklang mit den Naturvorgängen gebracht, daß 90 Tage eingeschaltet wurden, bevor das erste Jahr der Kalenderverbesserung, nämlich das Jahr 45 v. Chr. begann. Der julianische Kalender enthielt die 12 Monate wie jetzt noch üblich. Jedes 4. Jahr wurde ein Tag eingeschaltet, worüber Augustus eine besondere Verfügung erließ [529]. Von Sosigenes stammen wohl auch die astronomischen Zutaten, nämlich die Daten über die Auf- und Untergänge der Sterne, in Anlehnung an den römischen Bauernkalender [594, S. 84], und über die Lage der Jahrespunkte. Wie schon bei der Jahreslänge, die erheblich von Hipparchs besserem Wert abwich, so behalf er sich auch hier mit einer Annäherung. Die Daten der Sternauf- und -untergänge galten tatsächlich für Ägypten und nicht für Rom und die Jahrespunkte wurden wohl aus Gründen der Symmetrie auf den

VIII. Cal. des folgenden Monates gelegt. Damit wurden, wie die Zahlen der Übersicht 2 für Caesars Zeit beweisen, die Jahrespunkte ziemlich ungenau gelegt; insbesondere kommen die Unterschiede der Jahreszeiten wenig zum Ausdruck.

Übersicht 2.

Julius Caesar		Rechnung für Rom u. 45 v. Chr.
Frühlingsnachtgleiche	VIII. Cal. Jan. = 25. März	23
Sommerwende	VIII. Cal. Jul. = 24. Juni	25
Herbstnachtgleiche	VIII. Cal. Oct. = 24. Sept.	25
Winterwende	VIII. Cal. Jan. = 25. Dez.	23

Unter „Rechnung" steht die Zeit des Jahrespunktes, berechnet mit Neugebauers Tafeln [528]. Der Tag ist gezählt von Mitternacht bis Mitternacht. Auch in der Festsetzung der Jahrespunkte auf den 8. Grad der Zeichen zeigte Sosigenes sich rückständig; deshalb werden in Caesars Kalender die Jahrespunkte am VIII. Cal. von dem Eintritt der Sonne in die Zeichen am XV. Cal. unterschieden. Da somit diese Eintritte um 7 Tage früher liegen, so entfernten sie sich noch mehr von der Wirklichkeit als die Jahrespunkte.

Dieser mit großen Mängeln behaftete Kalender wurde von der christlichen Kirche übernommen und mit den christlichen Festtagen ausgeschmückt. Unter den Festtagen nahmen einige eine besondere Stellung ein, da sie, offensichtlich nach dem Vorbilde anderer Religionen, das im Kalender sich spiegelnde Jahresgeschehen mit den Gestalten der Religion verknüpfen sollten. Es ist dies die Verknüpfung der Winter- und Sommerwende mit der Geburt von Christus und Johannes dem Täufer. Ihre Empfängnis fiel dementsprechend auf die Frühlingsnachtgleiche (Mariä Verkündigung) und auf die Herbstnachtgleiche. Dies geschah um die Mitte des 4. Jahrhunderts [Anm. 4], wo der Ansatz der Jahrespunkte gemäß dem jul. Kalender schon recht ungenau geworden war, wie aus der Übersicht 3 hervorgeht.

Übersicht 3.

Mitte des 4. Jahrh.			Tafel d. Theophilos für 380 n. Chr.	Rechng. f. Alex.
Frühlingsnachtgl.	Mariae Verkündigung	= 25. III.	XII. Cal. = 21. III.	20
Sommerwende	Geburt Joh. d. Täufers	= 24. VI.	= 20. VI.	22
Herbstnachtgl.	Empfängnis Joh. d. T.	= 24. IX.	= 20. IX.	22
Winterwende	Geburt Christi	= 25. XII.	= 21. XII.	20

Im gleichen 4. Jahrhundert gab es aber schon einen anderen besseren Ansatz der Jahrespunkte, nämlich von Theophilos [301, Bd. III, 233], Bischof von Alexandria, der in seiner mit dem Jahr 380 beginnenden Tafel die Jahrespunkte auf den XII. Cal. setzte. Wie der Vergleich mit den für 380 und Alexandria berechneten Jahrespunkten in der Übersicht 3 lehrt, ist sein Ansatz nicht schlecht. Diesen Ansatz der Jahrespunkte, der im Unterschied zum Ansatz des julianischen Kalenders als der griechische bezeichnet wurde, benützte auch der Kirchenvater Beda († 735) neben dem Ansatz VIII. Cal. [90 S. 283, 426, 589]. Daneben blieb der Ansatz des Eintrittes der Sonne am XV. Cal. nach wie vor bestehen. Infolge der zu langen Jahreslänge des julianischen Kalenders verschoben sich die Ansätze der Jahrespunkte und der Eintritte im Verhältnis zu den wirklichen Zeiten, so daß zur Zeit Bedas der Ansatz „XV. Cal." gut für die Jahrespunkte paßte, d. h. damals wurden diese Zeiten durch den Ansatz „XV. Cal." besser als durch den Ansatz des Theophilos „XII. Cal." dargestellt.

Der christliche Kalender enthält außer den unbeweglichen Feiertagen noch die beweglichen Feste Ostern und Pfingsten. Ostern wurde zur Erinnerung an die Auferstehung Christi am 2. Tage nach seinem Kreuzestode am Karfreitag gefeiert. Der Karfreitag lag unmittelbar vor dem jüdischen Passahfest, das nach jüdischen Vorschriften am 1. Vollmond nach Frühlingsanfang (Frühlingsnachtgleiche) gefeiert werden sollte. Da die christliche Kirche Ostern nicht auf den 1. Sonntag im April festlegte, sondern die jüdische Regel übernahm, so erhielt dadurch ihr Kalender neben der Beachtung des Sonnenlaufes auch die Beachtung des Mondlaufes; Fehler in der Berechnung des Laufes von Sonne und Mond mußten sich leicht offenbaren. Die Jahreslänge war um 11 Min. 14 Sek. zu groß angenommen, was die Verschiebung der Jahrespunkte und damit auch der für die Osterrechnung wichtigen Frühlingsnachtgleiche um 1 Tag in 128 Jahren zur Folge hatte. Ebenso erfolgte auch die Berechnung der Vollmonde nicht auf Grund astronomischer Beobachtungen, sondern einer Neunzehnjahr-Regel, wonach 19 julianische Jahre gleich 235 Mondwechseln sein sollten; tatsächlich waren sie um 1 Std. 28½ Min. zu lang, was in 310 Jahren 1 Tag entsprach, um den die Vollmonde eher eintraten. Im Laufe der Jahrhunderte mußte die Verfrühung der Vollmonde gegenüber der Rech-

nung auffallen, wenn überhaupt jemand sich darum kümmerte. Es ist das große Verdienst der Germanen, daß sie solche Fehler beachteten und für Abhilfe sorgten. Bereits Beda um 700 und Alkuin um 800 suchten nach Erklärungen. Hermann der Lahme berichtete um 1050 in seiner Zeitrechnung, daß schon den Bauern die Mängel der kirchlichen Berechnung des Mondwechsels auffielen. Und seitdem hörten die Bemühungen nicht auf, den Lauf von Sonne und Mond so zu erforschen, daß der Kalender und auch die Osterrechnung in Einklang mit den Naturvorgängen steht. Die Kalenderreform zeigt, daß die Germanen mit ganz anderen Kräften an diese Probleme herangingen als die Römer zuvor und als ihre Zeitgenossen, die Araber.

Wilhelm von Hirsau.

In den Kalendern um die Jahrtausendwende gab es einen argen Wirrwarr in den astronomischen Zeitangaben. So zeigte der Juni die Sonnenwende am 24. gemäß den Lateinern und am 20. gemäß den Griechen und außerdem noch den Eintritt der Sonne in den Krebs am 17. Juni. Ähnliche Widersprüche bestanden auch in den Angaben der damals hochgeschätzten Gelehrten Beda und Hermann des Lahmen, wie die Übersicht 4 ersehen läßt:

Übersicht 4.

	Bedas Tafel für 1063	Herm. d. L. um 1050	Wilhelm Lambach	Rechng. für 1060 u. Rom
Frühlingsnachtgleiche	III 21	III 18	III 16	15
Sommerwende	VI 20	VI 17	VI 16	16
Herbstnachtgleiche	IX 20	IX 17	IX 15	17
Winterwende	XII 21	XII 18	XII 15	15

Wenn wir die Zahlen Bedas und Hermanns mit den Zahlen der Rechnung vergleichen, so sehen wir bei Hermann eine große Annäherung an die Wirklichkeit, die allerdings nur dadurch erzielt wurde, daß er auf Caesars Ansatz für den Eintritt der Sonne in die Zeichen zu XV. Cal. zurückgriff und diese Daten als „moderne" Daten bezeichnete. Noch genauer sind die unter Wilhelm und Lambach stehenden Zahlen. Sie befinden sich im Kalender des Benediktinerklosters Lambach aus dem 11. Jahrhundert, wohl zwischen 1054 und 1090 geschrieben [Anm. 5]. Dieser Kalender enthält neben der Sommerwende am 20. Juni, als solsti-

tium grecorum bezeichnet, und dem Sonneneintritt am 17. noch die Sommerwende am 16. Juni als modernen Wert (Solstitium modernorum) und ebenso in anderen Monaten. Vergleichen wir die Zahlen des Lambacher Kalenders mit den berechneten Zahlen, so finden wir eine recht gute Übereinstimmung für die beiden Wenden, aber eine größere Abweichung für die Nachtgleichen — eine Abweichung, die sich dadurch erklärt, daß die Nachtgleichen offenbar als Mitte zwischen den Wenden angesetzt wurden. Dasselbe findet sich aber auch in einer Arbeit Wilhelms von Hirsau († 1091). Diese Arbeit in der Form eines Zwiegespräches zwischen Wilhelm und seinem Schüler O, wohl Otochus [764 Nr. 11719], behandelt auch die Jahreslänge; die Nachtgleichen werden als die Mitte zwischen den Wenden angesetzt. Wichtig ist die Angabe, wie die Zeit der Wende gefunden wird. Es wird beobachtet, wo mittags der Sonnenstrahl durch ein Fenster oder Loch auf die gegenüber liegende Wand fällt und diese Stelle angemerkt. Aus den durch mehrere Monate um die Wende sich hinziehenden Beobachtungen werden nun die Zeiten, wo die Sonne dieselbe Stelle erreichte, gemittelt und dadurch die Zeit der Wende selbst berechnet. In dieser Arbeit, die nur die Anleitung zur Beobachtung geben will, werden die Daten der beiden Sonnenwenden nicht mitgeteilt. Jedoch läßt sich aus den Beobachtungen im Sommer der 16. Juni als Tag der Sommerwende errechnen. Da dies mit dem Datum im Lambacher Kalender übereinstimmt und die Daten der Nachtgleichen nach Wilhelms Regel berechnet sind, so besteht wohl kein Zweifel, daß alle 4 Daten des Lambacher Kalenders auf Wilhelm zurückgehen, zumal es sehr wahrscheinlich ist, daß Wilhelms Angaben schon deshalb große Beachtung bei den Benediktinern fanden, da auf sein Betreiben die deutschen Benediktinerorden erneuert wurden.

Die Bestimmung der Zeit der Sonnenwende durch planmäßige Beobachtung bildet einen Markstein in der Geschichte der europäischen Sternforschung. Es war das erste Mal seit dem Altertum, daß in Europa ein Naturvorgang systematisch beobachtet wurde. Wilhelm beschränkte sich nicht auf die Feststellung der tiefsten Stelle, wohin der Sonnenstrahl auf der Wand fallen konnte, sondern stellte seine Beobachtungen durch mehrere Monate hindurch an und vermied dadurch die Unsicherheit, die

Abb. 19. (Reallexikon der deutschen Kunstgeschichte, Stuttgart J. B. Metzler, Bd. I, S. 1162.) Mittelalterliches Lehrgerät in Regensburg.

mit den Beobachtungen zur Zeit der Sonnenwende wegen der geringen Änderung der Sonnenhöhe verbunden ist [Anm. 6].

Die Bestimmung der Jahrespunkte ist nicht die einzige Leistung Wilhelms. In Regensburg, wo er sich damals im Kloster St. Emmeram aufhielt, hielt er Vorträge, deren Spuren noch jetzt in Handschriften dieses Klosters [Clm 14689 und 14763] und in Handschriften anderer Benediktinerklöster Salzburg [Salz P V 7], Ilmmünster [Rom Vat. lat. 3101], Michelsberg in Bamberg [Karls Hs 504] und Zürich [Zür Car C 172] nachweisbar sind. Wilhelm ging dabei von den Werken Hermanns des Lahmen, Benediktiner in Reichenau (1013—1054), aus. Dieser hatte zu einem dem Gerbert zugeschriebenen Werk über die Verwendung des Astrolabs [117, S. 114—147] ein Buch über die Herstellung des Astrolabs [232] und außer verschiedenen Arbeiten über die Zeitrechnung und Musik eine Arbeit über die Herstellung der Säulchensonnenuhr verfaßt. Die Arbeiten über das Astrolab dienten als Vorlage für Vorlesungen und Arbeiten in Regensburg. Die Anmerkungen zeigen noch jetzt, wie sehr man sich bemühte in den Gegenstand einzudringen. Fremdwörter werden erklärt oder am Rande die arabischen Fachwörter aufgeführt, darunter auch solche, die in der Arbeit Gerberts nicht vorkommen. Bei der Polhöhe von 48^0 wird auf Regensburg hingewiesen. Auch wird auf die Beobachtung der Sonne durch ein Fenster oder durch einen Zweig verwiesen. An Bemerkungen. der Zustimmung oder der Ablehnung fehlt es nicht.

Eine Arbeit über die Verwendung der Armillarsphäre (Himmelsgerüst) zur Bestimmung der Tagesstunde und der Polhöhe wurde um 11 Abschnitte bereichert, ähnlich eine Arbeit über die Himmelskugel.

Auf Wilhelms Einfluß dürften auch die Arbeiten der Bamberger Benediktiner zurückgehen [770, S. 3—4]. Sie verbesserten Hermanns für 48^0 Polhöhe geltende Tafel der Sonnenhöhe für 49^0 Polhöhe, was allerdings Bambergs Polhöhe noch nicht entspricht, aber doch einen Fortschritt bedeutete. Auch wurden kunstvolle senkrechte und waagrechte Sonnenuhren mit Einzeichnung der Stunden- und Monatslinien entworfen. Die Anschaffung von Erdkarten und je eines griechischen und arabischen Buches über Mathematik zeugt von wissenschaftlichen Bestrebungen.

Auch in Freising wurde eine Sonnenuhr mit der Abbildung der Wendekreise und des Äquators entworfen [764, Nr. 9811]. Die damals häufige Herstellung von Sonnenuhren an Kirchen und ihre Verwendung zur Angabe der Stunde bei Finsternissen dürfte auf Wilhelms Einfluß zurückgehen. Vom 9. bis 13. Jahrhundert zeichnete sich Deutschland durch solche Angaben vor den anderen europäischen Staaten aus. Die Beachtung des Mondwechsels in Hinblick auf die Mondrechnung dürfte auch durch Wilhelm angeregt worden sein. Es ist wohl kein Zufall, daß solche Beobachtungen nur in Deutschland nachweisbar sind, wie die Beobachtung des Mönches Bernold in Schaffhausen von 1093, sowie ähnliche Beobachtungen in Scheyern 1124, in Regensburg 1133, in Stade 1245 [776 S. 18] und die Verwendung der Wasseruhr in Fulda und Regensburg bei Mondfinsternissen.

Ebenso wurde der Sonnenquadrant häufig benützt in Deutschland; denn wir sehen ihn in Bamberg, Ilmmünster, Regensburg, Reichenau, Salzburg und Zürich verwendet. Dieser Sonnenquadrant mit 2 Lochabsehen, Senkel und Schieber war eine bemerkenswerte Erfindung, ließ sich doch damit die Tagesstunde aus der Höhe und Deklination der Sonne ohne Umrechung oder Tafel bestimmen. Hier tauchte zum ersten Male ein Problem der Nomographie auf, das später unter Regiomontan weitergeführt wurde. Vermutlich ist es eine arabische Erfindung vor dem Jahre 1000. Hermann der Lahme scheint sich mit diesem Gerät beschäftigt zu haben; denn das 5. Kapitel seiner Abhandlung über die Säulchensonnenuhr enthält eine Arbeit [Anm. 7, Arbeit IV] über die Herstellung und Verwendung des Sonnenquadranten zur Bestimmung der Tagesstunde, die sehr ähnlich seiner Arbeit über die Herstellung des Astrolabs ist. Dort hatte er eine eingehende Beschreibung mit Bezugnahme auf 48^0 als seine Polhöhe gemacht; die Anfänge der Monate legte er auf die Mitte der Zeichen und erwähnte, daß die Modernen die Frühlingsnachtgleiche auf den $1.^0$ des Widders, entsprechend XV. Cal. Aprilis, ansetzen. Ähnlich ging Hermann auch in seiner Arbeit über die Säulchensonnenuhr vor. Er gab eine eingehende Erklärung mit der Erwähnung seiner Polhöhe von 48^0 und der Lage der Monatsanfänge in der Mitte der Zeichen. Ebenso ist es mit der Arbeit über den Sonnenquadranten: zuerst eine eingehende Unterweisung über die Herstellung, worauf eine kurze Gebrauchs-

anweisung folgt. Auch dieses Gerät gilt für 48° Polhöhe. Die Monate sind so auf dem Schieber verteilt, daß die Sonnenwenden dem 20. Juni und Dezember entsprechen. Als Neuerung führt er die Fachwörter cursor für Schieber, statt curriculum, und Quadra für Quadrant, statt quarta pars astrolabii, ein und benützt statt des Schiebers oder der Perle am Senkel etwas Wachs. Seinem Einfluß ist es zu verdanken, daß dies sinnreiche Gerät eine weite Verbreitung fand und daß auch 2 andere Arbeiten darüber [Anm. 7, Arbeit II u. III] gelesen und im Kreise der

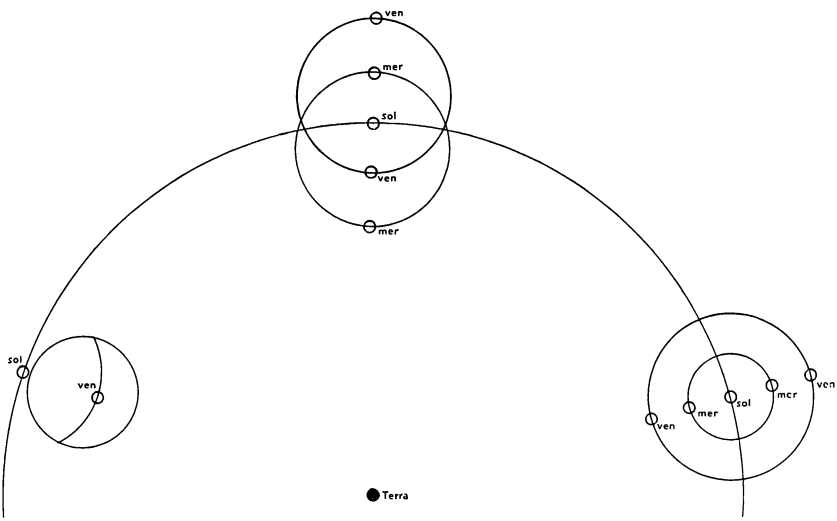


Abb. 17. Mittelalterliche Darstellung der Bewegung der Umkreisung der Sonne (sol) durch Venus und Merkur gemäß Hs. Clm 14729 Bl. 221 v.

Schüler Wilhelms beachtet wurden, wie auch die Übernahme der Fachwörter beweist.

Auch mit dem Laufe der Planeten beschäftigte man sich in Regensburg und suchte sich Zeichnungen davon zu entwerfen. Wie schon erwähnt, sind die Figuren zur Naturgeschichte des Plinius auch in der Handschrift Clm 14436 aus St. Emmeram und in den Handschriften Clm 6362 und 6364 aus Freising, die alle aus dem 11. Jahrhundert stammen, enthalten. Die Werke der Macrobius, Capella und Chalcidius mit dem Bericht über die Umkreisung der Sonne durch Venus und Merkur waren damals in Süddeutschland verbreitet. Der Dom zu Bamberg besaß bereits

die Handschrift mit den Zeichnungen. Ähnliche Figuren mochten einen Mönch von St. Emmeram veranlassen, diese Figuren in einer Zeichnung (Abb. 17) zu vereinigen, die er neben anderen Figuren dem Werk Capellas in Clm 14729 beifügte. Wie die Figur ersehen läßt, wird rechts die Sonne von Venus und Merkur gleichmittig und in der Mitte exzentrisch umkreist, während die linke Figur die Venus auf einem Epizykel zeigt, der sich auf der Sonnenbahn innen gleichzeitig mit der Sonne bewegt. Vermutlich hat der Zeichner die Figur XXV zum Chalcidius nicht ver-

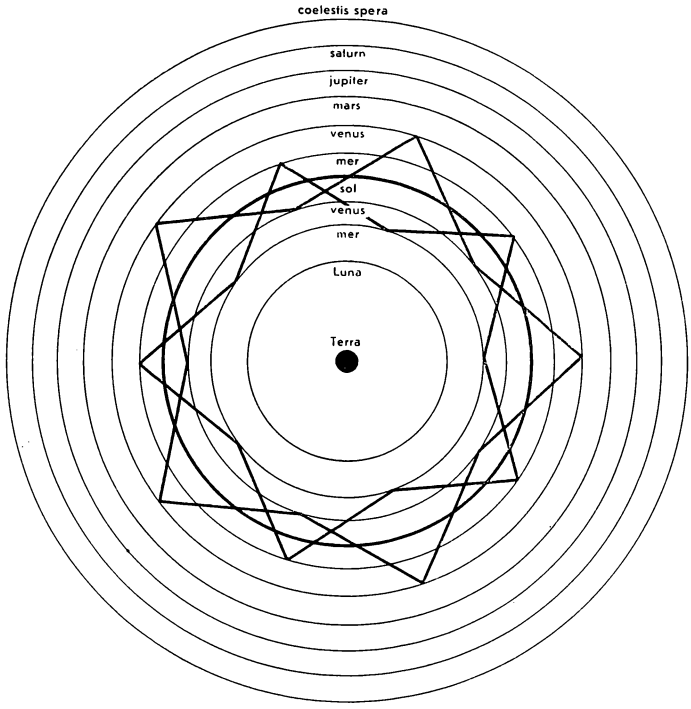


Abb. 18. Mittelalterliche Darstellung der Bewegung der Sonne (sol), Venus und Merkur gemäß Hs. Clm 4563 Bl. 23r. Terra = Erde.

standen. Bemerkenswert ist die Figur der sich kreuzenden Bahnen von Venus und Merkur.

Die Darstellung der sich kreuzenden Bahnen bringt auch eine Zeichnung der vor 1108 entstandenen und aus dem Benediktinerkloster Benediktbeuren stammenden Handschrift Clm 4563 auf Bl. 23r (Abb. 18). Wie auch auf der vorher erwähnten

Zeichnung ist die Bahn von Venus und Merkur nicht symmetrisch zur Sonnenbahn; vielmehr vollenden sie 5 Umläufe in einer Zackenkurve, die durch den inneren und äußeren Kreis jedes Planeten begrenzt wird. Ein Mißverständnis ist kaum anzunehmen; denn wenn diese inneren und äußeren Kreise symmetrisch zur Sonnenbahn liegen würden, so würde sich die rechte Darstellung von Clm 14729 und nicht die mittlere ergeben. Dieser Gedanke der sich kreuzenden Bahnen wurde von Guillaume de Conches (1080 ? — 1154 ?) weiter ausgeführt und als Ansicht der Chaldäer in seiner Philosophia [157, S. 1147] bezeichnet: die beinahe gleichgroßen Kreise von Sonne, Merkur und Venus kreuzen sich gegenseitig und zwar in der Reihenfolge von oben Venus, Merkur und Sonne [Anm. 8]. Vorher erwähnt er die Ansicht einiger Gelehrter, daß die Sonne von Natur aus anziehend sei. Wenn Venus und Merkur sie überholen und nahe sind, so zieht die Sonne sie an. Wenn sie aber entfernt sind, so zwingt sie die Planeten zum Stillstand, bis sie sie eingeholt hat, was die Gelehrten durch die Wirkung des Magneten auf das Eisen erklären. Da sie nämlich die Quelle aller Wärme ist, so trocknet sie bisweilen die höheren und niederen Planeten mehr als gewöhnlich aus, weshalb die ausgetrockneten Körper der Gestirne mehr als gewöhnlich leicht werden und in die Höhe steigen. Diese Stelle ist auch deshalb wichtig, weil hier zum ersten Male von der Anziehung der Sonne die Rede ist, während im Altertum man nur dem Magneten die Eigenschaft, das Eisen anzuziehen (attrahere), zuschrieb.

Die Regensburger Arbeiten, die wohl von Wilhelm ausgingen, zeigen die dortigen Sternkundigen bemüht, in die Geheimnisse des Himmels einzudringen und sich das Wissen des Altertums anzueignen. Wir können uns vorstellen, daß Wilhelm vor seiner Übersiedlung nach Hirsau 1069 zahlreiche Schüler unterrichtete. Wie in Regensburg, so dürfte es überall in den deutschen Klöstern gewesen sein.

Als Denkmal der lernbegierigen Jugend des 11. Jahrhunderts ist noch heute in Regensburg das steinerne Lehrgerät (Abb. 19) zu sehen, das Wilhelm aufstellen ließ [776, S. 15]. Es zeigt auf einer Säule eine senkrechte Platte mit der Einteilung des Himmels und davor einen die Sonne beobachtenden Jüngling, und zählt zu den schönsten Kunstwerken seiner Zeit.

Die Planetentheorie der Araber.

Die Germanen erhielten das Wissen des Altertums zum Teil über die Araber. Bereits am Ende des 10. Jahrhunderts dürften die ersten Übersetzungen arabischer Schriften über das Astrolab, den Sonnenquadranten und das Himmelsgerüst über die spanische Mark nach West- und Mitteleuropa gelangt sein. Damals reichte die arabische Kultur von Spanien über Nordafrika und Arabien bis Persien. Verschiedene Völker wetteiferten dort in der Förderung der Wissenschaften; sie wurden alle geeint durch die Gebote der islamischen Religion. Zu diesen Geboten gehörte auch die genaue Beachtung der Gebetszeiten und der Gebetsrichtung, nach Mekka hin, sowie der Finsternisse, da öffentliche Gebete zur Zeit einer Sonnenfinsternis und häusliche Gebete zur Zeit einer Mondfinsternis vorgeschrieben waren. Demgemäß gehörte die Orts- und Zeitbestimmung, die Entwerfung von Landkarten und die Berechnung von Jahrbüchern mit den Angaben über künftige Finsternisse zu den Aufgaben der arabischen Gelehrten. Doch darauf beschränkten sie sich nicht. Ihre Tätigkeit bestand nicht nur in der Benützung der griechischen Vorarbeiten, sondern in deren Weiterführung. Den vereinten Bemühungen arabischer Mathematiker und Handwerker gelang die Herstellung verschiedenartiger, einfallsreicher Scheibengeräte, die nicht nur wie die Astrolabe zur Höhenbestimmung und zur Sterndeutung, sondern auch zur Lösung verschiedener mathematischer Aufgaben dienten. Die Erfindung des Sonnenquadranten mit dem Schieber wurde erwähnt. Verschiedene Geräte wie die großen Quadranten mit der Schrägteilung oder mit einer Hilfsteilung blieben nur in der arabischen Kulturwelt bekannt und kamen den christlichen Völkern während des Mittelalters nicht zur Kenntnis. Andererseits wurden Fortschritte wie die Sinustafeln und die Rechnung mit den Winkeln statt mit den Sehnen, wie sie z. B. in der Sternkunde „De scientia stellarum" [8] des al-Battānī (Albategnius) gelehrt wurde, durch die lateinischen Übersetzungen arabischer Werke verbreitet.

Die arabischen Gelehrten gingen hauptsächlich vom Wissen des Altertums, d. h. der griechischen Gelehrten, aus. Es war daher selbstverständlich, daß sie sich auch mit der Planetentheorie beschäftigten. Die Unterschiede zwischen der von Aristoteles be-

günstigten Lehre des Eudoxos und der Lehre des Ptolemaeus wurden eingehend erörtert. Besonders im 12. Jahrhundert waren es Ibn Tofeil (Abubacer), Muhammed ben Roschd (Averroes), Moses ben Meimun (Meimonides) und Nur al-Dīn al-Biṭrūjī (Alpetragius), die als Anhänger des Aristoteles auftraten und folgende Behauptungen aufstellten: „Es gibt nur eine Bewegung weg vom Mittelpunkt oder hin zum Mittelpunkt oder rund um den Mittelpunkt. Bei einer Bewegung um den Mittelpunkt muß ein ruhender Körper, und zwar bei den Himmelskörpern die Erde, der Mittelpunkt aller Bewegungen sein. Deshalb ist eine Bewegung wie die epizyklische oder exzentrische, die nicht um die Erde erfolgt, unmöglich". Al-Biṭrūjī stellte sich das Weltgebäude folgendermaßen vor: Um die Erde befinden sich 9 ineinandersteckende und sich berührende Kugelschalen. Die äußerste Schale bewegt sich im Laufe eines Tages um die Erde. Die inneren Schalen wünschen die vollkommen gleichmäßige Bewegung der äußersten Schale nachzuahmen; sie nehmen an ihrer Bewegung teil und bewegen sich auch von Ost nach West, aber bleiben dabei ein wenig zurück, und zwar um so mehr, je größer ihr Abstand ist. Bei der nächstinneren Schale der Sterne ist die Verzögerung nur so gering, daß im Laufe eines Jahres ihr Unterschied gegen die Schale des täglichen Umschwunges den Betrag der Präzession ausmacht. Diese Verzögerung äußerst sich in einer Bewegung, die aber nicht um die Pole der täglichen Bewegung, sondern um die Pole des Tierkreises erfolgt. Ähnlich ist es mit der Bewegung der Planeten, deren jeder eine Kugelschale besitzt, die aber nicht nur um die Pole des Äquators und der Ekliptik, sondern auch um andere Pole kreisen muß, um den besonderen Bewegungen der Planeten zu genügen, wobei al-Biṭrūjī in der Darstellung der scheinbaren Planetenbewegungen nicht soweit wie Ptolemaeus ging. Sein Weltgebäude unterschied sich vom aristotelischen nur darin, daß auch die Präzession berücksichtigt war.

Wichtiger als die Meinungen der Gegner der Epizykeln und exzentrischen Kreise war die der Anhänger des Ptolemaeus. Auch sie kamen mit Einwänden, besonders Dschābir ibn Aflaḥ (Geber) [Anm. 9], die z. T. nicht berechtigt waren; jedoch suchten sie nicht dieses Weltgebäude durch ein anderes zu ersetzen, sondern zu verbessern. Sie bevorzugten die Kugelschalen als Träger der

Bewegung. Bereits Thābit ben Korrah (836--901) dachte sich den Raum zwischen den Kugelschalen benachbarter Planeten durch einen zusammendrückbaren Stoff ausgefüllt. Ibn al-Haitham (Alhazen) ließ die Kugelschalen einander berühren [7]; jede Kugelschale enthielt einen exzentrisch zur Erde gelegenen Hohlraum für die exzentrische Bahn und darin eine kleine Kugelschale, worin sich der Planet auf einem Epizykel bewegt. Meistens kam er aber mit je einer epizyklischen und exzentrischen Bewegung nicht aus, sondern mußte zu mehreren Bewegungen seine Zuflucht nehmen [426, S. 164], wie Ptolemaeus es auch getan hatte (Abb. 20). Sein Weltgebäude enthielt 47 Bewegungen: die tägliche Umdrehung, die Präzession, je 6 Bewegungen von

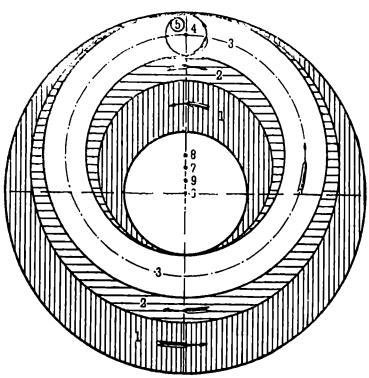


Abb. 20. (K. Kohl, Über den Aufbau der Welt nach Ibn al Haitam. Sitz.-Ber. der Physikal.-medizin. Sozietät, 54 u. 55, Erlangen 1925, S. 164). Darstellung der Bewegung Merkurs um die Erde mit sich drehenden Kugelschalen. 1. Kugelschalen um die Weltmitte 6. — 2. Kugelschalen, deren Mittelpunkt den durch 8 und 9 gehenden Kreis um Punkt 7 beschreibt. — 3. Bahn des Mittelpunktes 4 des Epizykels, auf dem sich der Planet 5 bewegt. — 9. Leitpunkt.

Mond, Saturn, Jupiter und Mars, 8 Bewegungen der Venus, 9 Bewegungen Merkurs, 2 Bewegungen der Sonne, 2 untermondige Bewegungen, nämlich die Bewegung des Leichten und des Schweren. Aus seiner Anordnung, daß die Kugelschalen der benachbarten Planeten sich berühren, ließ sich ersehen, daß sich die Bahn jedes Planeten von der inneren Begrenzung der Kugelschale des nächstäußeren bis zur äußeren Begrenzung des nächstinneren Planeten erstrecke. Man konnte auf einen Blick erkennen, wieweit sich z. B. Sonne und Mond von der Erde entfernen und damit sich ihr scheinbarer Durchmesser während ihres Umlaufes ändert. Der arabische Gelehrte al-Farghānī (Alfraganus) gab um 860 als innere und äußere Begrenzung der Kugelschalen der einzelnen Planeten an [8]: Erde $33^{11}/_{20}$ Mond $64^{1}/_{6}$ Merkur 167 Venus 1120 Sonne 1220 Mars 8876 Jupiter 14405 Saturn

20110 Sterne 40220 Tierkreis (Himmel des 1. Umschwunges), wobei der Erdhalbmesser als Einheit zu 3250 Meilen angesetzt wird. Demgemäß ist die Sonnenbahn am wenigstens ausgebuchtet, und zwar im Verhältnis 12 zu 11, dagegen die Marsbahn am meisten, und zwar im Verhältnis 88 zu 12.

Ibn al-Haitham hatte die Präzession als ein Zurückgleiten der Sternkugelschale um 1^0 in 100 Jahren, wie Ptolemaeus, berücksichtigt. Arabische Beobachtungen des Ortes des Regulus, des hellsten Sternes des Löwen, hatten gezeigt, daß die von Ptolemaeus gefundene Präzession zu klein sei; meistens setzten die arabischen Gelehrten sie zu 55″, selten zu 51″ an. Gleichzeitig konnten sie auch zeigen, daß die Schiefe der Ekliptik sich von der Zeit des Ptolemaeus bis zur Jahrtausendwende verkleinerte [765, S. 288]. Sie verknüpften diese ständige Verkleinerung mit der von Theon von Alexandria um 380 n. Chr. erwähnten alten Lehre, daß es sich bei der Präzession nicht um eine fortschreitende Drehung des Sternhimmels, sondern um ein Vor- und Rückwärtsschreiten des Frühlingspunktes auf einem Bogen von 16^0 Länge in 2560 Jahren handele. Dieses Schreiten erfolge gleichförmig. Arabische Beobachtungen schienen aber gegen die Gleichförmigkeit zu sprechen. Diese Schwierigkeit beseitigte die Lehre des Thābit ben Korrah, der ein Kreisen der beweglichen Ekliptik, die mit den Sternbildern verbunden ist, um den Schnitt des Äquators mit der festen Ekliptik im Laufe von $4171\frac{1}{2}$ Jahren vorsah. Dadurch erfolgt ein periodisches Hinundherwandern des Frühlingspunktes, sowie ein Schwanken der Schiefe um den Mittelwert von $23^030'$ (Abb. 21 u. 22). Der Durchmesser des Kreises beträgt $8^037'26''$. Zur Darstellung des Hinundherwanderns, lateinisch trepidatio oder motus accesus et recessus genannt, bediente

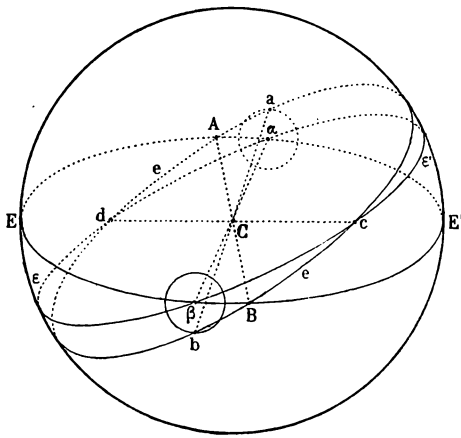


Abb. 21. (P. Duhem, Le système du monde, II, Paris 1914, S. 241.) Erklärung der Präzessionsänderung gemäß Thābit.

Thābit sich der Bahnform, die Ptolemaeus zur Darstellung der veränderlichen Breite von Venus und Merkur angewandt hatte. Als Grundlage für seine Lehre dienten ihm anscheinend nur die Beobachtungen der Präzession der Ptolemaeus und al-Battānī und die Beobachtungen der Schiefe des Ptolemaeus und der Beobachter des al-Māmūn von 832 n. Chr. Diese Lehre, die außerdem ein gleiches Hinundherwandern der Erdfernen der Sonne und der anderen Planeten in der Ekliptik verlangte, würde wohl nicht lange beachtet worden sein, wenn sie nicht durch al-Zarkālī,

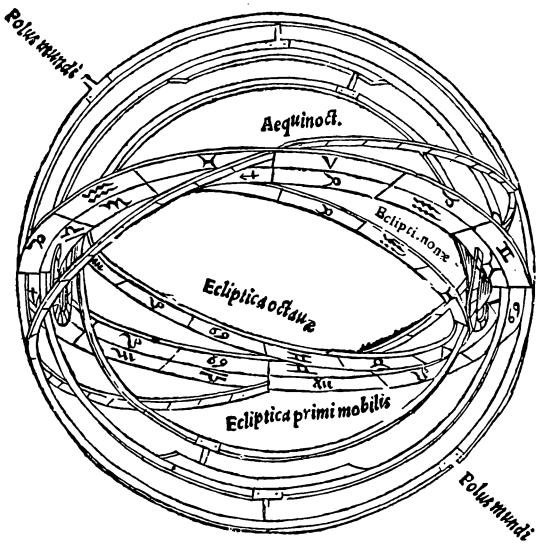


Abb. 22. (Chr. Vvrstisius, Quaestiones novae in theoricas novas planetarum ... G. Pvrbachii, Basel 1573, S. 400.) Erklärung der Präzessionsänderung gemäß Thābit.

den besten arabischen Sternforscher in Spanien, bestätigt und auf seine Veranlassung in die Toledischen Tafeln aufgenommen worden wäre. Al-Zarkālī glaubte aus den Beobachtungen der Erdferne des Ptolemaeus und des al-Battānī eine durchschnittliche Bewegung der Erdferne von 12,04″ jährlich ableiten zu können, die aber so ungleichförmig erfolge, daß die Erdferne bis zur Zeit des al-Battānī um 16°47′ in 740 Jahren vorwärts und darauf hin in den folgenden 193 Jahren um 4°27′ abgenommen habe, wie

aus seinen eigenen Beobachtungen hervorgehe. Ebenso glaubte er die Lehre Thābits hinsichtlich der Präzession durch seine eigene Beobachtung des Regulus vom Jahre 1080 zu 132°33′ bestätigen zu können. Die Nachprüfung ergibt aber, daß seine beiden Beobachtungen um ungefähr $+6^0$ zu verbessern sind [771, S. 767]. Demgemäß beruht seine Bestätigung der Lehre Thābits auf Beobachtungsfehlern.

Auch die Bewegung der anderen Planeten wurde untersucht und besonders für die 3 äußeren Planeten Elemente ihrer Bahnbewegung abgeleitet, die besser als die ptolemäischen waren [765, S. 288, Übersicht 21]. Besonders die Beobachter al-Battānī um 879 und Ibn Jūnis um 1003 kamen der Wirklichkeit schon sehr nahe. Allerdings darf nicht übersehen werden, daß die arabischen Gelehrten ihre Beobachtungen nur zur Verbesserung der ptolemäischen Angaben und nicht zur Schaffung eines neuen Weltgebäudes anstellten und verwendeten.

Die Beobachtungen der Planeten dienten zur Herstellung von Planetentafeln, von denen die der Beobachter al-Battānī und al-Khwārizmi am wichtigsten sind. Auf diesen Tafeln beruhen mit geringen Änderungen die Toledertafeln, wobei der in Toledo lebende al-Zarkālī wesentlich beteiligt war. Diese Toledertafeln [771], die durch Gherardo da Cremona (1114—1187) in die lateinische Sprache übersetzt und durch neue Tafeln und Erklärungen den Bedürfnissen der christlichen Astronomen angepaßt wurden, verbreiteten sich rasch in West- und Mitteleuropa, so daß sich noch jetzt viele Abschriften davon nachweisen lassen, ungerechnet die schon bald auftretenden Umwandlungen durch christliche Astronomen. Sie galten bis zum Anfange des 14. Jahrhunderts und wurden dann von den Alfonsischen Tafeln abgelöst. Allerdings erhob sich schon vorher die Kritik. So stellte Guillaume de St. Cloud im Jahre 1284 fest, daß die auf Grund der Toledischen Tafeln erfolgte Vorausberechnung der Zusammenkunft von Saturn und Jupiter nicht zur richtigen Zeit sich ereignete und daß es nötig sei, den Ort Saturns um $-1^0 15'$ und den Ort Jupiters um $+1^0$ zu verbessern; ebenso betrüge die Verbesserung beim Mond $-0^0 22'$, beim Mars -3^0 und beim täglichen Umschwung $+1^0$ [240, Bd. IV, S. 18, 23].

Kalender und Planetentafeln.

Die Kalender boten auch im 12. bis 14. Jahrhundert die beste Gelegenheit, die wichtigsten Himmelsvorgänge zu untersuchen. Bereits Hermann der Lahme und Wilhelm von Hirsau hatten auf Mängel des kirchlichen Kalenders hingewiesen und nach Verbesserungen gesucht. Von der Verbesserung des kirchlichen Kalenders war in den Zeitrechnungen der folgenden Zeit viel die Rede Um 1200 war es ein Magister Konrad von Straßburg, der darauf hinwies, daß die irrige kirchliche Rechnung die Sonnenwende auf Weihnachten lege, während sie sich tatsächlich etwa 9 Tage eher ereignete; auch die Mondrechnung sei falsch, so daß der Vollmond sich schon 2 bis 3 Tage eher ereigne, wie er selbst beobachtet habe. Die genauen Werte für das Jahr und den Mondwechsel entnahm er jüdischen und chaldäischen, wohl arabischen, Tafeln. Die Verlegung der Jahrespunkte um 9 Tage, also auf den XVII. Cal., bedeutete eine große Anpassung an die Wirklichkeit. Weiter kam er anscheinend 1214, als er im astronomischen Teil des Buches Liber theoreumaciae [Anm. 10], neben der Polhöhe Straßburgs $48^{0}20'$, auf die Bestimmung der Jahrespunkte mit Astrolab oder Quadranten hinwies und als Jahrespunkte und Eintritt der Sonne in die Zeichen die Daten: 13. März, 15. Juni und 14. September angab. Dies ist auch insofern ein Fortschritt, als er in dem zu seiner Zeitrechnung gehörigen Kalender noch zwischen den Jahrespunkten und den Eintritten der Sonne unterschieden hatte. Wohl seinen Bemühungen oder denen seiner Schüler ist es zu danken, daß die Sonnenuhr, die sich in der Hand des Jünglings am Straßburger Münster befindet, so gut aufgestellt wurde, daß die schräge Stellung des Pfeilers ausgeglichen wurde [776, S. 12].

In Paris schrieb der bekannte Lehrer der Astronomie und Mathematik Johannes de Sacrobosco seine Sternkunde (Sphaera) und um 1232 seine Zeitrechnung (Computus ecclesiasticus), worin er von den Zahlenwerten des Ptolemaeus ausgeht und die Verlegung der Jahrespunkte um 10 Tage gegenüber dem kirchlichen Ansatz, also auf den XVIII. Cal., befürwortet. Seine Ansätze für die Jahrespunkte: 15. März, 14. Juni, 14. Sept. und 15. Dez. weichen von den richtigen Jahrespunkten um $+2$ bis -1 Tag ab und sind wenig ungenauer als die Ansätze Konrads von

1214. Bezüglich der Mondrechnung gibt er zu, daß dieser Fehler jetzt 3 Tage 14 Stunden betrage und deshalb die Goldenen Zahlen in den Kalendern um 3 Stellen geändert werden müßten. Da es jedoch durch das Konzil verboten sei, etwas am Kalender zu ändern, so müßten die modernen Gelehrten diese Fehler ertragen. Bald erfolgte durch den Bischof Robert Grosseteste (Lincolniensis) die Änderung der Goldenen Zahl im Kalender um 2 Stellen. Auch wegen der Jahrespunkte paßte der kirchliche Kalender sich bald den Wünschen der Wissenschaft an.

Bei Sacrobosco und Grosseteste handelte es sich um die Anpassung der Kalenderangaben auf Grund der überlieferten besseren Werte für die Jahreslänge und den Mondwechsel. Mit Johannes von Gustedt [776, S. 70, 105] begann wieder die Beobachtung. Mit Geräten, wohl Quadranten, beobachtete er zu Magdeburg die Sonne und setzte die Winterwende auf den 14. Dez. 1272 mittags und die Frühlingsnachtgleiche auf den 13. März 1273 8 Uhr nachmittags an. Die beiden Zahlen übertreffen die wirklichen Jahrespunkte um 16 bzw. 17 Stunden. Bemerkenswert ist nun sein Versuch, die Zeit der Frühlingsnachtgleiche zu bestimmen. Seine Beobachtung ergab am 14. März 1273 als Ort der Sonne $0^{0}40'$ des Widders, und er rechnete daraus den Zeitpunkt, als die Sonne sich in $0^{0}0'$ des Widders befunden hatte. Dieses Verfahren erinnert an das Verfahren des Abraham ibn Esra, der in seiner 1147 verfaßten Arbeit „De mundo vel saeculo" berichtet, daß er in einem Ort mit $42^{0}30'$ Polhöhe, wohl Rom, die Sonne mittags in $47^{0}20'$ und $47^{0}44'$ Höhe beobachtet und aus diesen Höhen den Eintritt der Sonne in das nächste Tierkreiszeichen berechnet habe. Da seine Arbeit erst 1281 durch Heinrich Bate übersetzt worden ist, so dürfte sie Joh. von Gustedt nicht bekannt gewesen sein. Gewiß hat aber Guillaume de St. Cloud von diesem Verfahren Gebrauch gemacht, als er am 12. März 1290 mittags die Sonnenhöhe zu $40^{0}54'$ beobachtete [240, Bd. IV, 16]. Da die Äquatorhöhe seines Ortes $41^{0}10'$ und die tägliche Änderung der Sonnenhöhe 24' betrug, so errechnete sich damit die Zeit der Frühlingsnachtgleiche zu 16 Stunden nach dem Mittag des 12. März, oder 4 Uhr morgens des 13. März 1290; das war nur um 1 Stunde weniger als es hätte sein sollen. Diese bemerkenswerte Bestimmung des Jahrespunktes wurde später oft beachtet und erwähnt. Sie war das Vorbild für die ähnliche Arbeit des Jean de

Murs. Er maß am 13. März 1318 mittags zu Evreux mit einem fünfzehnfüßigen Sektor die Sonnenhöhe zu $41^{\circ}26'40''$ und berechnete [240, Bd. IV, S. 31. 694, Bd. III, S. 294—324] aus der Äquatorhöhe von $41^{\circ}10'$ die Frühlingsnachtgleiche zu 1318 März 13 4 Uhr 40 Min. morgens, um 5 Stunden zu spät. Tatsächlich hatte er dabei die Polhöhe von Evreux zu $48^{\circ}50'$ angenommen; die Polhöhe von Evreux beträgt aber $49^{\circ}2'$. Wird dies berücksichtigt, so würde aus seiner Beobachtung die Frühlingsnachtgleiche um 7 Stunden zu früh folgen. Offenbar war Murs bemüht ein Ergebnis zu erzielen, das mit dem des G. de St. Cloud möglichst übereinstimme, weshalb er auch auf die Übereinstimmung mit St. Cloud und König Alfons hinwies. Joh. von Gustedt und Guillaume de St. Cloud verbesserten auch die Jahreslänge. Während Caesar und die christliche Kirche sie zu $365\frac{1}{4}$ Tagen angesetzt hatten und Ptolemaeus eine Kürzung von $^1/_{300}$ Tag, al-Battānī von $^1/_{112}$ und die Alfonischen Tafeln von $^1/_{134}$ annahmen, kürzten Gustedt um $^1/_{120}$ und St. Cloud um $^1/_{130}$, was der Wirklichkeit sehr nahe kommt. Auch versuchte Guillaume die damals gebräuchlichen Toledertafeln zu verbessern, nachdem er 1284 festgestellt hatte, daß die Zusammenkunft von Saturn und Jupiter sich um mindestens 14 Tage verzögerte. Wie schon erwähnt, gab er Verbesserungen für Saturn, Jupiter und Mars an. Vielleicht wurde er dabei durch den Dänen Petrus (de Dacia) unterstützt [772, S. 326—328], der bereits 1274 in Roskilde die Sonnenhöhen beobachtet hatte und später in Paris Schriften über den Kalender und über verschiedene Geräte herausgab; Petrus fügte eine Verbesserung der Mondrechnung bei. Nicht nur in Paris wurde damals beobachtet. In Barcelona wurden 1302 die Örter einiger Sterne mit 2 großen Armillarsphären bestimmt, und zwar im Auftrage des Königs von Aragon [694, Bd. III, 295]. Die Höhen der Sonne und der Spika wurden mit einem Quadranten zu Bologna und Montpellier in den Jahren 1304—06 beobachtet, vielleicht vom Magister Joh. de Luna, der in Bologna die größte Sonnenhöhe zu $69^{\circ}9'$ gefunden hatte [Anm. 11].

Die Beobachtung der Sonnenhöhe im 14. Jahrhundert diente vielfach zur Bestimmung der Polhöhe. Solche Beobachtungen wurden gemacht in Syberg [764, Nr. 1232], in Magdeburg, Braunschweig und anderen deutschen Städten [776, S. 71—73], ferner in Dornach durch Magister Joh. de Flebeq [764, Nr. 11617].

Ferner beobachtete Petrus Gilebert mit 13 Geräten die Planeten und seine Gehilfen Dalmatius Planes und Jakob ibn al-Carsono berechneten darauf bis 1366 Tafeln der Planetenörter und der wahren Neu- und Vollmonde für Barcelona. Diese Arbeit geschah im Auftrage des Königs Peter von Aragon, der die Alfonsischen Tafeln durch neue ersetzen lassen wollte. König Alfons X. von Kastilien hatte nämlich in den Jahren 1260—66 die Örter von 14 Sternen, die Finsternisse, die mittägliche Sonnenhöhe, besonders um die Jahrespunkte, die Zusammenkünfte der Planeten unter sich und mit den Sternen beobachten lassen, um die unzulänglichen Toledischen Tafeln zu verbessern. Daraufhin wurden bis zum Jahre 1272 neue Tafeln der Planetenbewegungen berechnet und das Sternverzeichnis des Ptolemaeus mittels der Präzession auf das Jahr 1252, die Thronbesteigung durch Alfons, umgerechnet. Diese Planetentafeln des Alfons sind anscheinend nicht erhalten [765, S. 369]. Bekannt sind aber die Alfonsischen Tafeln, die in Paris in den Jahren 1300 bis 1322 entstanden und sich durch ihre Bevorzugung der Sechzigerrechnung auszeichnen. Um diese Rechnungsart durchführen zu können, wurden neue Zeichen zu 60^0 eingeführt und auch die Tage zu Einheiten von $60{,}60 \times 60$ usw. Tagen zusammengefaßt und in $60{,}60 \times 60$ usw. Unterteile geteilt. Diese Arbeit, die vermutlich eine Umwandlung der unter Alfons geschaffenen Planetentafeln darstellt, geht wohl auf Jean de Lignières (Ligneriis) und seinen Schüler Johann Dank, aus Niedersachsen, zurück [Anm. 12].

Heinrich von Langenstein.

Um 1175 übersetzte Gherardo da Cremona das Handbuch des Ptolemaeus und die Planetenlehren des al-Farghānī und des Dschābir ibn Aflaḥ in die lateinische Sprache. Seit dieser Zeit wurden diese 3 wichtigen Werke im Abendlande bekannt und verdrängten die Werke der Chalcidius, Macrobius und Capella mit ihren Hinweisen auf die sog. ägyptische Lehre vom Umkreisen der Sonne. Nur noch wenige Gelehrte gaben sich mit diesen Büchern ab. Es waren dies Bartholomaeus von England und der Astrologe des Baudoin de Courtenay, die um 1270 in ihren Sternkunden die alte Erinnerung auffrischten. Der Astrologe, der sein

Werk französisch geschrieben hatte, bekannte sich als Anhänger der Lehre, daß Venus und Merkur nicht die Erde, sondern die Sonne [240, Bd. III, 150] umkreisen. Später wurden ähnliche Gedanken nur gelegentlich geäußert. Petrus de Abano wiederholte um 1310 Gedanken aus Macrobius. Dagegen wurde in der 2. Hälfte des 14. Jahrhunderts die Umkreisung der Sonne noch einmal erörtert und anscheinend in den wissenschaftlichen Kreisen zu Paris, wo die Werke der Dominicus de Clavasio, Nic. Oresme, Euklid, Jordanus, Jean de Lignières, Levi ben Gerson, Ph. de Vitry, Jean de Murs, Firminus de Bellavalle, Petrus Peregrinus, al-Zarkālī und Aristoteles beachtet und abgeschrieben wurden. Davon zeugt die lateinische Handschrift 7378 A der Bibl. Nat. von Paris, die auf ihrem 1. Blatt bemerkenswerte Figuren aufweist [240, Bd. III, 155—157]: Die eine Figur zeigt die von Conches erwähnten gekreuzten gleichgroßen Bahnen von Sonne, Merkur und Venus, anscheinend als exzentrische Bahnen aufgefaßt [Anm. 8]. Wichtiger ist die andere Figur; sie zeigt die exzentrische Sonnenbahn und darin die Sonne in verschiedener Weise von Venus und Merkur umkreist: das eine Mal (Abb. 23 links unten) wird sie nur umkreist; das andere Mal (Abb. 23 oben) bewegen sie sich in epizyklischen Bahnen, deren Mittelpunkte die Sonne umkreisen; das dritte Mal (Abb. 23 rechts unten) bewegen sich Sonne, Merkur und Venus in Epizykeln, deren gemeinsamer Mittelpunkt die Erde exzentrisch umläuft. Dazu bemerkt der

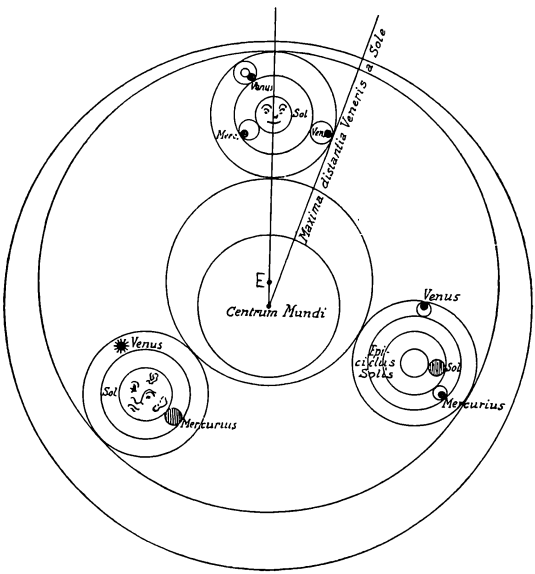


Abb. 23. (P. Duhem, Le système du monde, III, Paris 1915, S. 155.) Mittelalterliche Darstellung der Umkreisung der Sonne durch Venus und Merkur.

Zeichner, daß dann die exzentrische Bahn der Sonne nicht nötig sei; die epizyklische Bewegung genüge völlig.

Diese Figuren zeigen deutlich das Fortleben der sog. ägyptischen Lehre. Allerdings mußte die Bedeutung der Sonne in der Planetenlehre schon jedem Berechner der Planetenörter auffallen; nicht umsonst heißt es in einer, wohl in der 1. Hälfte des XIV. Jahrhunderts in Paris entstandenen Planetenlehre [764, Nr. 7826—29]: „Weil in der Planetenlehre die Bewegung der Sonne nötig ist, um die Bewegung der anderen Planeten zu finden".

Das Handbuch des Ptolemaeus und die darauf beruhenden Lehrbücher beschäftigten damals die Astronomen mehr als die ägyptische Lehre, die so sehr allen Grundsätzen widersprach. Immerhin wurde das Buch des Dschābir mit seinen Einwänden gegen die Lehre des Ptolemaeus sehr beachtet und dürfte Heinrich von Langenstein (Henricus de Hassia 1325—1397) veranlaßt haben, eine Schrift „De improbatione concentricorum et epicyclorum" im Jahre 1364 zu verfassen. Heinrich gehörte zu den bekannten Lehrern der Pariser Hochschule. Er hatte dort studiert und war 1363 Magister artium und 1376 Dr. theol. geworden. Später kehrte er nach Deutschland zurück und arbeitete einen Arbeitsplan für die in Wien gegründete Universität aus, der er von 1384 bis zu seinem Tode angehörte. Als Hochschullehrer in Paris äußerte er sich zu den seine Zeitgenossen bewegenden Fragen und zwar zuerst zur Lehre des Ptolemaeus und später, nach dem Erscheinen des Kometen von 1368, schrieb er auf Wunsch des Königs Karl V. von Frankreich eine Schrift gegen die Deutung des Kometen und gelegentlich der Zusammenkunft der Planeten Saturn und Mars im Wassermann im März 1373 eine Streitschrift gegen die Sterndeuter [Anm. 13]. In der Kometenschrift verdient besondere Beachtung das 8. Kapitel, wo von der Anziehung der Planeten auf den Kometen die Rede ist und der Lauf des Kometen mit der Bewegung des Eisens unter der Wirkung eines Magneten verglichen wird. In der anderen Schrift gegen die Sterndeuter zeigt Heinrich seine großen Kenntnisse in der Sterndeutung und kommt auch auf die Kommensurabilität und Inkommensurabilität der Planetenbewegungen zu sprechen, die damals in Hinblick auf die Sterndeutung von Abraham ibn Esra in seiner schon erwähnten Schrift „Liber de mundo vel saeculo"

und von Nicolas d'Oresme in seiner Schrift „De commensurabilitate et incommensurabilitate motuum coelestium" erörtert wurden.

Seine wichtigste Schrift behandelt die Planetenlehre des Ptolemaeus. Angeregt durch Dschābir, den er besonders rühmte, brachte er nicht wenige Einwände gegen die Verwendung von exzentrischen und epizyklischen Bewegungen, um die Himmelsvorgänge richtig darzustellen. Er ging dabei vom Weltgebäude des al-Farghānī aus, wo die Planeten in den sich berührenden hohlen Kugelschalen Bahnen beschreiben. Diese z. T. sehr gestreckten Bahnen gaben ihm Veranlassung zu Einwänden gegen eine solche Lehre, wonach die Planeten ihre scheinbare Größe viel mehr ändern müßten, als es in Wirklichkeit der Fall ist. So müßte Mars während seines Umlaufes seine scheinbare Größe um das Hundertfache ändern, was der Beobachtung widerspräche; er müßte dabei sogar unsichtbar werden, wie die Beobachtung mit einer Kerze beweise. Der Durchmesser des Mondes müsse sich im Verhältnis 1 zu 1½ und der Mondabstand im Verhältnis 64 zu 33 ändern, was den Beobachtungen mit den Geräten widerspreche. Und so brachte er 24 Einwände gegen Ptolemaeus vor. Auch Beobachtungen scheint er angestellt zu haben; so spricht er von der Feststellung des Rückwärtsschreitens des Mars bei einem Bogen von 92^0, wie es mit einer Armille festgestellt werde. Mit dem gleichen Gerät ließe sich zeigen, daß der Mond langsamer sich bewege, als es gemäß den Tafeln sein sollte; denn die Finsternis im Jahre 1362 habe sich verzögert. Auch die Sonne scheint er beobachtet zu haben; so berichtete er, daß die Sonnenhöhe zur Zeit der Sommerwende um 2^0 größer beobachtet werde, als sie gemäß den Kreisen auf der Vorderseite des Astrolabs sein sollte. Der Abschnitt der Einwände schließt mit der Versicherung, daß eine bessere Darstellung der Planetenbewegung als durch epizyklische oder exzentrische Kreisbewegungen weder gefunden werden konnte, noch heute gefunden wird. Mit diesen Kreisbewegungen könnte zwar der Ort der Planeten tatsächlich am Himmel gefunden werden. Trotzdem müsse der Lauf der Planeten tatsächlich nicht gemäß dieser Darstellung erfolgen. Auch eine andere Darstellungsweise wäre denkbar. Immerhin würde die bisherige nicht unverdientermaßen bevorzugt.

Im 2. Abschnitt teilte Heinrich eine andere Darstellung der Planetenbewegung mit. Darnach bewege sich die Sonne nicht auf

einem exzentrischen Kreise, sondern auf einem Kreise um die Weltmitte, allerdings nicht mit gleichförmiger Geschwindigkeit hinsichtlich der Weltmitte, sondern hinsichtlich eines Leitpunktes, der im Mittelpunkt des früheren exzentrischen Sonnenkreises liegt. Für die Darstellung der Bewegung der anderen Planeten wird nicht die epizyklische Bewegung benützt, sondern eine Bewegung ähnlich der periodischen Änderung der Präzession, gemäß der Lehre Thābits. Allenfalls müsse man noch 2 gleichmittigen Kreisen, deren Pole und Achsen verschieden gelagert sind, und dem Kreise, auf dem der Planet sich bewegt, die nötigen Zusatzbewegungen erteilen. Mit dieser Andeutung schließt die Abhandlung Heinrichs, die wegen der Heranziehung der scheinbaren Größen der Planeten später bedeutungsvoll wurde, da sie im Gegensatz zu Dschābir auf die Berechnung der Planetenbewegung des Ptolemaeus nicht einging, sondern grundsätzliche Fragen behandelte. Zur Zeit ihrer Veröffentlichung dürfte sie in Frankreich keinen großen Eindruck gemacht haben; denn es lassen sich keine Abschriften davon dort nachweisen. Dagegen wurde sie in Deutschland beachtet, wie die Abschriften in Melk, Prag und Wien beweisen. Auch die von Duhem beschriebene Handschrift [Anm. 13] dürfte aus Deutschland stammen und für die Beachtung dieser Abhandlung sprechen.

Das Beispiel Heinrichs veranlaßte den Magister Julmann [Anm. 14] in der Schrift „Tractatus de reprobationibus epicyclorum et eccentricorum" die scheinbare Größenänderung der Planeten, wie sie bei der Annahme epizyklischer und exzentrischer Bahnbewegungen auftreten müsse, zu untersuchen. Er berechnete aus den Abständen die scheinbare Größenänderung und kam zu folgenden Werten der Größenänderung: 42 zu 1 bei Venus, 11 zu 1 beim Mars, 4 zu 1 beim Mond, 3 zu 1 beim Jupiter, 4 zu 3 bei Sonne und Saturn, was alles der Beobachtung widerspräche. Er weist auf die Beobachtung der Finsternis vom 21. Juni 1377 und auf die günstige Beobachtungsgelegenheit für die Venus am 26. Sept. 1377 und für den Mars am 27. Dez. 1377 hin, woraus hervorgeht, daß seine Schrift vor dem Sommer 1377 vollendet wurde. Langensteins Arbeit wird erwähnt und richtig gestellt. Dann folgt der 2. Teil mit dem Versuch, die Bewegung der Planeten durch Bewegung auf gleichmittigen Kreisen (orbes) zu erklären. Er benötigt für den Mond 6, für die Sonne 3, für

Venus und Merkur je 6, für Mars, Jupiter und Saturn je 5 und für den Sternhimmel und ersten Umschwung 3, also zusammen 39 Kreisbewegungen.

Als Heinrich von Langenstein Lehrer an der Wiener Universität wurde, scheint er nicht nur Bücher, sondern auch Beobachtungsgeräte mitgenommen zu haben; denn verschiedene Beobachtungen des Jahres 1384 in Wien in einer deutschen Schrift über das Astrolab [Anm. 13] dürften von ihm stammen. Es handelt sich um die Messung der Höhe der Sonne, des Jupiters und verschiedener Sterne, sowie die Ableitung der Polhöhe Wiens aus den Sonnenbeobachtungen und des Längenunterschiedes Paris—Wien zu 48 Min. auf Grund gleichzeitiger Beobachtung der Mondfinsternis am 1. August 1384.

Die Geräte der Planetenbewegungen.

Gherardo da Sabbionetta um 1250 schuf auf Grund der Lehren der Ptolemaeus, al-Farghānī und al-Battānī eine Planetenlehre, die bis zum Ende des Mittelalters sehr viel gelesen und gedeutet und erst durch Regiomontans Streitschrift widerlegt wurde. Giovanni Campano da Novara verfaßte um 1264 eine Planetenlehre, die auch auf der Lehre des Ptolemaeus fußte, aber die Möglichkeit zur Herstellung von Geräten, um den schwierigen Lauf der Planeten zu verstehen, gab. Bereits die Araber besaßen solche Geräte. Im christlichen Abendlande treten sie aber erst seit dem Ende des 13. Jahrhunderts auf und werden „Theoricae Campani" genannt. Es waren das Abbildungen der Planetenbahn mit ihren exzentrischen und epizyklischen Kreisen auf Scheiben aus Pergament, Holz oder Metall. Um die scheinbare Bewegung des Planeten während seines Umlaufes darzustellen, machte man die Kreise beweglich oder verwendete mehrere Zeiger. So entwarf Richard of Walingford sein „Albion" genanntes Gerät um 1327 und Johann von Gmunden sein Instrumentum solemne 1429. Sehr beliebt wurden die Scheiben zur Darstellung des Laufes von Sonne und Mond, wobei auch der Mondwechsel berücksichtigt wurde. In Deutschland wurden diese Geräte häufig hergestellt; es entwickelten sich im 15. Jahrhundert mehrere, anderswo nicht nachweisbare Abarten: Johann Simon von Seeland entwarf den Planetenspiegel (Speculum planetarum), wobei eine

Scheibe zur Darstellung des Laufes jedes der Planeten genügt. Eine in der Mitte drehbare kleine Scheibe diente zur Darstellung der Bewegung des Planeten auf dem Epizykel, deren Winkelwert dann mit Hilfe von Fäden und Nasen an der kleinen Scheibe auf die Kreise der Planeten übertragen wurde. Peuerbach verbesserte um 1454 dieses Verfahren. Im Jahre 1428 schuf der Erzpriester und Stiftsherr Rudolf Medici (Arzet) in Augsburg den merkwürdigen Tisch für das Stift Stams, dessen 3 Platten zur Darstellung der Planetenbewegung von je 2 Planeten dienen. Die einzelnen Kreisscheiben werden durch Stifte weiterbewegt. Daneben gab es auch andere Neuerungen: Zur raschen Berechnung der wahren Neu- und Vollmonde gab es seit dem Anfang des 15. Jahrh. eine als „Salzfaß" bezeichnete trapezförmige Figur mit schräg laufenden Linien und einem Kreise in der Mitte; auch Peuerbach entwarf ein solches Gerät [764, Nr. 7717—21]. Seit 1458 treten andere neuartige Figuren auf, die „Theoricae novellae rectilineae" genannt wurden und über dem Grundkreise mit den Zeichen eine drehbare Scheibe mit einer Nase und einer Einteilung zum Hinzufügen oder Wegnehmen bestimmter Werte, wie in manchen Planetentafeln, und darüber einen Zeiger enthalten. Diese Einteilung besteht aus parallelen oder ausstrahlenden Linien. Zuerst zeigt sich diese Art in einem prächtigen Werk der Erfurter Stadtbibliothek, bezeichnet als „Theoricae Campani novae et veteres" [764, Nr. 979—981], das von Joh. Pistoris entworfen und von Nik. Hartmut in Erfurt 1458 ausgeführt worden ist. Es zeigt einerseits die schönen Figuren der gewöhnlichen Geräte mit exzentrischen Kreisen und Epizykeln, geschmückt mit dem Planetenbild, einer Darstellung seiner Planetenkinder in der Mitte und 4 Engeln in den Ecken (Abb. 24), und andererseits die schon erwähnten neuartigen Geräte zum Hinzufügen und Wegnehmen von Zahlen (Abb. 25 u. 26). Von dieser neuen Art gab es sowohl die Erfurter als auch die Leipziger Abart [764 Nr. 3059, 3060, 3074, 3075, 3090].

Außerdem büßten die alten Geräte ihre Beliebtheit nicht ein. Unter Johann von Gmunden wurden von 1431 an in Wien solche „Aequatorium" genannten Geräte hergestellt, wie auch in Nürnberg 1460, wie der früher im Germanischen Museum zu Nürnberg befindliche Klappkasten und die in der Landesbibliothek zu Gotha unter Ch. A. 472 aufbewahrte Pergamenthandschrift be-

weisen. Aus späterer Zeit mögen erwähnt werden: Sebast. Münster schuf 1522 aus Pergament sehr schöne Geräte für jeden einzelnen Planeten [Rom Vat. Pal. lat. 1368] und Mathias von Neuhaus stellte 1529 einen sehr großen Holzschnitt mit Planisphär und den sich darüber bewegenden Zeigern der Planeten her; Lukas Cranach entwarf die zugehörigen Figuren. Das schöne, bisher nicht beachtete Stück (Abb. 27) befindet sich in der Universitätsbibliothek Jena. Alle Geräte der Planetenbewegungen und andere Geräte zum Ersatz astronomischer Berechnungen vereinigte Peter Apian 1540 in seinem Prachtwerk „Astronomicum Caesareum", das er in seiner Druckerei herstellte.

Manche der in öffentlichen Gebäuden aufgestellten Kunstuhren zeigten außer den Stunden auch den Lauf von Sonne und Mond; außerdem gab es Planetenuhren zur Darstellung des Planetenlaufes gemäß der Lehre des Ptolemaeus. Die älteste dürfte die von Giovanni de Dondi in den Jahren 1348—1364 erbaute Uhr sein [776, S. 60]. Diese Planetenuhr hatte 7 Schauseiten, für jeden Planeten eine. Zur genauen Darstellung des Planetenlaufes wurde auch die exzentrische und epizyklische Bewegung berücksichtigt. Für Mond und Merkur verwendete Dondi je 2 eiförmige Zahnräder [Anm. 15]. Bald darauf, 1366, beschäftigte man sich in Mainz mit der Herstellung einer ähnlichen Uhr. Heinrich Arnold von Zwolle verfertigte 1427 eine Planetenuhr für den Herzog von Burgund. Abt Engelhard des Benediktinerklosters Reichenbach ersann vor 1436 eine Uhr zur Darstellung der wahren Planetenbewegung mit Hilfe von Zahnrädern. Die nicht kreisrunde Gestalt der Zahnräder für Mond und Merkur wird erwähnt und beim Mond als herzförmig und beim Merkur als eiförmig bezeichnet; die Zahnräder seien nicht gleichmäßig, sondern ungleichmäßig. Dabei wird auf den 5. Abschnitt des II. Buches über das Albion hingewiesen, wo aber nur vom Entwurf der Figuren der Bahnbewegung Merkurs, aber nicht von eiförmiger Gestalt die Rede ist.

Die eiförmige Bahn des Epizykelmittelpunktes Merkurs (Abb. 8) befindet sich abgebildet in der Abhandlung „Libros de las laminas de los VII Planetas", die auf Befehl Alfons X. aus dem Arabischen ins Spanische übersetzt wurde [448a, S. 282]. Diese Abhandlung dürfte aber außerhalb Spaniens unbekannt gewesen sein.

Auch die im Schloß Bebenhausen und im Stadtmuseum zu Augsburg befindlichen Reste solcher Uhren dürften im 15. Jahrhundert oder bald darauf entstanden sein. Ebenso ist das vor 1484 entstandene Planetarium des Lorenzo della Volpaia [79] zu erwähnen, mit dem der Lauf der Sterne und der Planeten dargestellt werden konnte.

Auch der Gedanke, die Planeten innerhalb einer Armillarsphäre um die Erde kreisen zu lassen, war dieser Zeit nicht fremd. Ein solches Gerät beherbergt das Stadtmuseum zu Schweinfurt. Es ist auch dadurch bemerkenswert, daß es die periodische Wanderung der Nachtgleichenpunkte und damit die periodische Verschiebung des Äquators zur festen Ekliptik ersehen läßt [615, S. 12 mit Abb.]. Die gleiche Einrichtung zeigt ein um 1550 in Bayern entstandenes Gerät, das sich jetzt im Museum zu Meran befindet.

Räderuhren und moderne Sonnenuhren.

Ohne genaue Uhren ist jetzt jede Sternforschung unmöglich; so sehr gehört die genaue Zeitangabe zu den Voraussetzungen der Forschung. Erst allmählich kam es zur Ausbildung dieses Forschungswerkzeuges. Im Altertum waren nur Wasseruhren und Sonnenuhren bekannt; sie gaben die Zeit nur auf die Stunde an, und zwar nicht die gleichlangen Stunden, sondern die ungleichlangen Stunden, die jeweils dem 12. Teil des Tages oder der Nacht entsprechen und von Auf- und Untergang der Sonne an gezählt werden. Die infolge der wechselnden Länge von Tag und Nacht ungleichlangen Stunden wurden auch in der Wissenschaft verwendet, obwohl sie für die Berechnungen selbst in gleichlange Stunden umgewandelt werden mußten. Dieses Festhalten an den ungleichlangen Stunden gehört zur Eigenart des Altertums, wie auch die Bevorzugung der Ekliptik gegenüber dem Äquator; dies war die Folge der besonderen Beachtung der Planetenbewegung, die auch dazu führte, daß die ungleichlangen Stunden auch Planetenstunden genannt wurden, weil sie den Planeten in bestimmter Reihenfolge zugeteilt waren. Die Erfindung der Räderuhr gehört zu den Marksteinen der germanischen Wissenschaft. Bei diesen Uhren war das Räderwerk nicht die Hauptsache, zumal es auch bei Wasseruhren und bei Planetarien vorkam. Wichtig war

die Verwendung eines Gewichtes zum Antrieb und einer Hemmung, verbunden mit einer Balken- oder Radunruhe zur Erzielung eines gleichmäßigen Ganges. Wann und wo diese wichtige Erfindung gemacht worden ist, läßt sich nicht angeben [776, S. 26—64]. Zuerst dürfte die Räderuhr in Erfurt 1304 und in Mailand 1306 nachzuweisen sein. Mit dem Gebrauch der Räderuhr war auch die Benutzung der modernen gleichlangen Stunden verbunden, wobei es gleichgültig war, ob diese Stunden von Mittag oder Mitternacht, vom Untergang oder Aufgang der Sonne an gezählt wurden. Die ersten modernen Stundenangaben treten 1330 in Deutschland und 1337 in Italien auf. In den anderen Ländern ist der Gebrauch der Räderuhr und der modernen Stunden erst später nachweisbar. Wir dürfen daraus schließen, daß die Erfindung in Deutschland gemacht und deutsche Uhren nach Italien gebracht wurden. In Italien wurde der Wert der Räderuhren für den Wachdienst und Gottesdienst sofort erkannt, so daß dort die Uhren wie in Deutschland bald verwendet wurden und sich allmählich durchsetzten. Die Uhren zeigten ursprünglich nur die Stunden an. Minutenzeiger dürften erst um 1500 hinzugekommen sein. Im Jahre 1484 benützte der Nürnberger Sternforscher Bernhard Walther eine Räderuhr zu seinen Beobachtungen, mußte aber die Minute seiner Beobachtung aus dem Stand des Zahnrades ersehen. Auch zur Beobachtung der Mondfinsternis von 1487 benützte er eine Uhr und entnahm ihr die Zeit auf Stunden und Minuten, gleichsam, als ob sie eine Minutenangabe besessen hätte. Sonst gibt er statt der Zeitangabe nur Sternhöhen oder die Sternzeit an, woraus damals der Sternforscher die Zeit errechnen konnte. Dies mochte ihm genauer als die Angaben der Uhr erscheinen, selbst wenn diese, wie er 1484 angab, genau gerichtet war.

Die Räderuhren mußten von Zeit zu Zeit gerichtet werden, damit ihre Angaben der richtigen Zeit einigermaßen entsprachen. Dieses Richten erfolgte mit Hilfe einer Sonnenuhr, die an der Kirche oder einem anderen öffentlichen Gebäude angebracht war. Diese senkrechten Sonnenuhren mit waagrechtem Schattenstabe sollten den Tag von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang in 12 gleiche Teile, entsprechend den ungleichlangen Stunden, teilen. Dies wäre nur bei senkrechtem Sonnenlauf, also unter dem Äquator, möglich gewesen; schon in den Mittelmeergebieten und noch

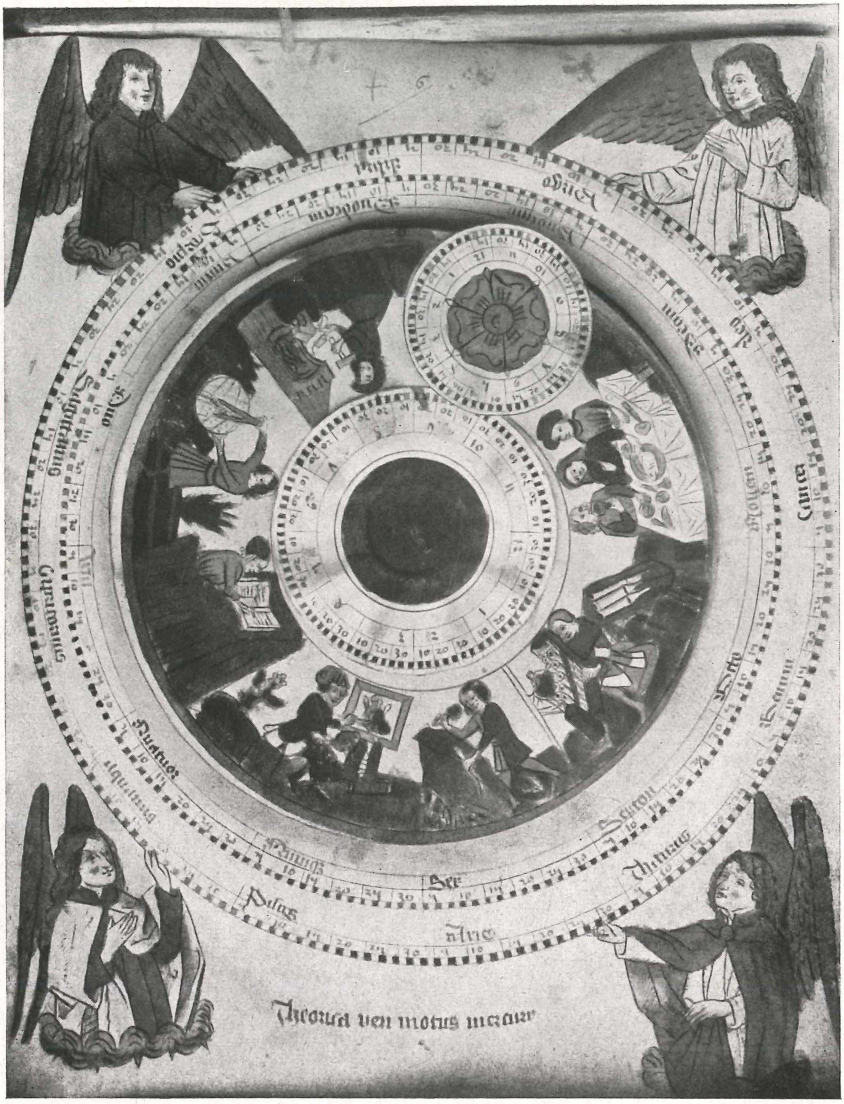


Abb. 24. Darstellung der Merkurbewegung und der Tätigkeit der unter dem Merkur Geborenen in der um 1458 entstandenen Handschrift JNG 134 des Städt. Museums Erfurt.

Abb. 25. Darstellung der Planetenbewegung mit beweglicher Scheibe und Zeiger in der um 1458 entstandenen Handschrift JNG 134 des Städt. Museums Erfurt.

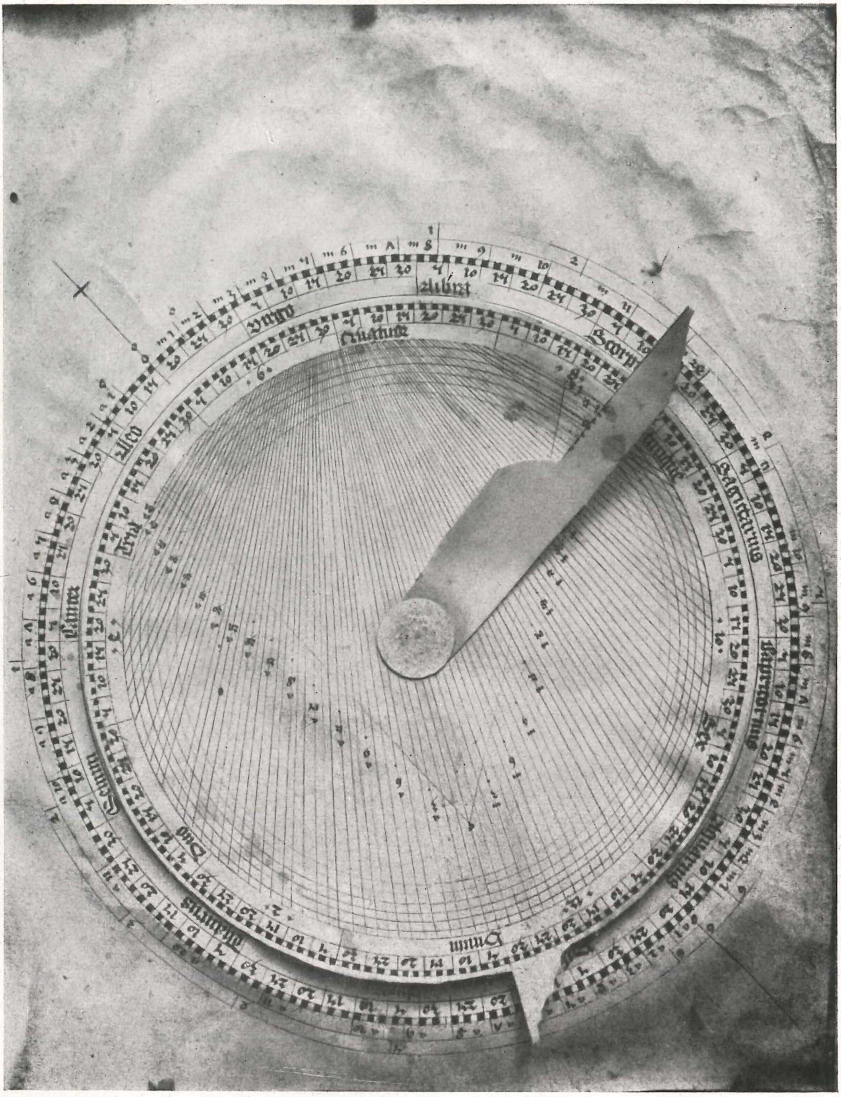


Abb. 26. Darstellung der Planetenbewegung mit beweglicher Scheibe und Zeiger in der um 1458 entstandenen Handschrift JNG 134 des Städt. Museums Erfurt.

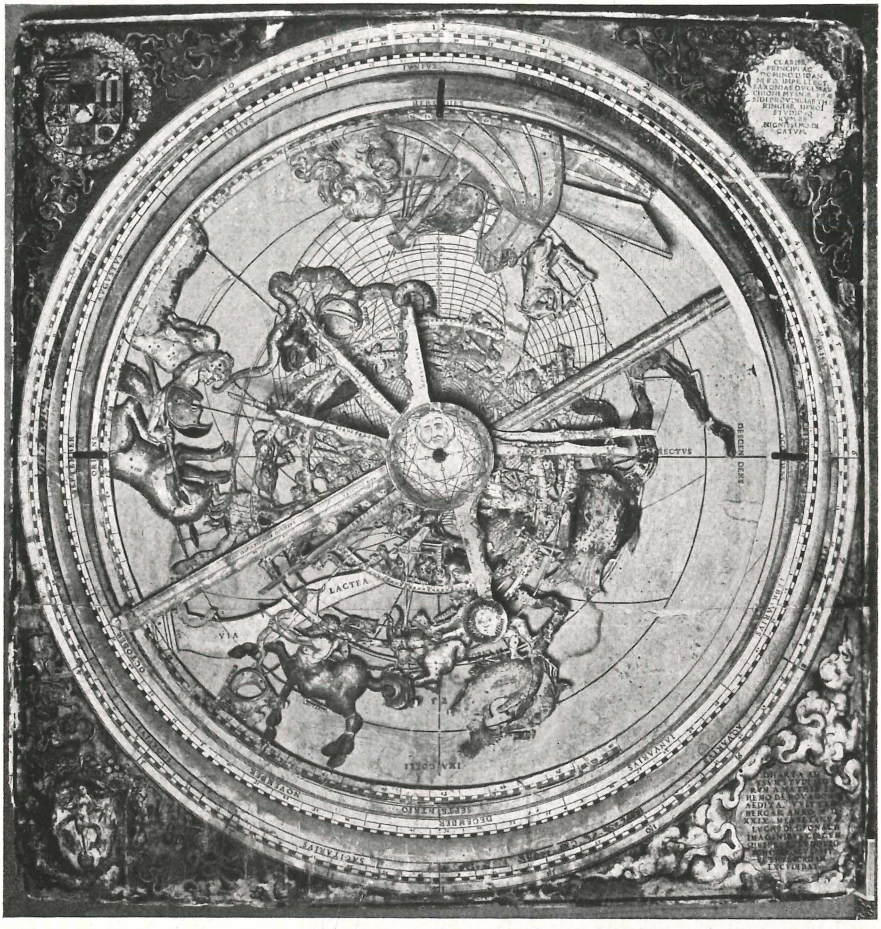


Abb. 27. Darstellung der Bewegung der Planeten und Sterne auf einem Holzschnitt der Universitätsbibliothek Jena. Mathias Bohemus de Nova Domo gab 1529 den Holzschnitt für den Gebrauch der Wittenberger Studenten heraus. Lukas Cranach schuf die Sternbilder und Lud. Schöfer den Bildstock.

mehr in Mitteleuropa mußte sich die Unbrauchbarkeit dieser Sonnenuhren bald herausstellen. Besonders für die Richtigstellung der Räderuhren konnten sie nur dann in Betracht kommen, wenn sie genau nach Süden zeigten und mittags die Sonne schien. Diese beiden Voraussetzungen waren nur selten erfüllt, weshalb es nötig wurde, eine Sonnenuhr zu erfinden, die auch außerhalb des Mittags und womöglich auf jeder beliebig gerichteten Wand richtig zeigte. Nur allmählich gelang es, diesen Bedingungen gerecht zu werden. Zuerst ging man so vor, daß man an einer genau nach Süden zeigenden Kirchenwand eine halbkreisförmige Sonnenuhr mit schrägem Stab entwarf und nach einer Räderuhr die Stundenlinien einzeichnete. Die Räderuhr dürfte zuvor so gerichtet worden sein, daß sie genau 24 Stunden vom Durchgang der Sonne durch die Mittagslinie bis zum nächsten Durchgang anzeigte. Die Lage der Stundenlinien im Zifferblatt, symmetrisch zur 12-Uhrlinie, wurde in verschiedenen Regeln zusammengefaßt, die ohne Schwierigkeiten von den Steinmetzen verwendet werden konnten. Solche Regeln, „Horologium achab" oder „Horarium" genannt, treten in Abschriften zuerst 1367 auf [776, S. 65—70]; jedoch an Sonnenuhren läßt sich ihr Vorhandensein seit 1345 nachweisen. Zuerst war es die Harzgegend, wo diese Erfindung auftauchte und von wo sie sich allmählich ausbreitete.

Die moderne Sonnenuhr mit dem polwärts gerichteten Schattenstab war eine wichtige Erfindung. Wohl aus dem Gebrauch der Armillarsphäre, die, wenn richtig eingestellt, mit dem Schatten ihrer Äquatorachse die Stunden auf dem Äquator anzeigt, ergab sich der Vorteil des polwärts gerichteten Schattenstabes und des äquatorialen Zifferblattes. Damals wurden erfunden die Ringsonnenuhr, als Vereinfachung der Armillarsphäre, die Hohlsonnenuhr, die äquatorwärts gestellte Platte, deren senkrechte Kanten polwärts zeigen und als Schattenwerfer dienen, und die Reisesonnenuhr mit dem äquatorwärts gestellten Ring, auf dessen Zifferblatt ein dazu senkrechter Stift seinen Schatten wirft. Diese Reisesonnenuhr enthielt auch einen Kompaß, um die lästige Bestimmung der Mittagslinie zu vermeiden, ein wichtiger Fortschritt, der dazu führte, diese Reisesonnenuhren fortan nur noch „Kompaß" zu benennen. Vor 1431 [776, S. 74—89] wurde die Süduhr mit Polstab aus der Äquatorialuhr durch Pro-

jektion gewonnen. Bald folgte auch der Entwurf der waagrechten Sonnenuhr sowie der Ost- und Westuhr. Die moderne Süduhr war 1445 schon so bekannt, daß es damals eine Bauernregel für ihren Entwurf gab. Zwei Jahre später wurde die erste abweichende Sonnenuhr — also eine senkrechte, aber nicht gegen Süd, Ost oder West gewandte Sonnenuhr — in Klosterneuburg hergestellt. Um dieselbe Zeit wurde die Süduhr am Wiener Stefansdom sehr genau angebracht. Bis 1450 hatte sich die neue Erfindung in Deutschland sehr verbreitet und wurde später auch im Ausland bekannt. Im Jahre 1451 entstand die erste Reisesonnenuhr mit waagrechtem Zifferblatt, mit einem polwärts gespannten Faden und mit einem Kompaß. Dieser Kompaß zeigte aber als erster die Mißweisung und dürfte von den Wiener Astronomen Georg Peuerbach und Regiomontan hergestellt worden sein. Mit dieser Sonnenuhr, die durch das kaiserliche Wappen als Eigentum Kaiser Friedrichs III. gekennzeichnet ist, begann die neue Wiener Sternforschung sich bemerkbar zu machen.

Peuerbach.

Die germanischen Völker hatten zuerst die überlieferten Nachrichten vom antiken Wissen gesammelt und gläubig aufgenommen, dann, wie Heinrich von Langenstein, ihre Zweifel geäußert. Was würden sie nun tun? Sich damit beruhigen oder eigene Wege gehen? Heinrich von Langenstein mochte dabei ein Vorbild sein. Zuerst äußerte sich bei ihm der Zweifel und dann ging er an die Beobachtung und suchte für seinen neuen Wirkungsort Wien neue Grundlagen zu schaffen, zum mindesten die Länge und Breite von Wien zu bestimmen und Himmelsvorgänge zu beobachten. Seitdem hörte man nicht auf, die Himmelsvorgänge zu beachten und aufzuzeichnen, zum mindesten in Deutschland, wo diese Beachtung seit Jahrhunderten sehr rege war. Um 1389 beschäftigte man sich in Prag mit der Längenbestimmung durch die Beobachtung von Mondfinsternissen, wobei die Zeit des Anfanges oder Endes der Finsternis durch die Messung einer Sternhöhe mit dem Astrolab bestimmt wurde. Die Längenunterschiede Paris—Magdeburg und Magdeburg—Prag dürften wohl damit bestimmt worden sein, wie aus der Angabe in der Lüneburger Handschrift D $2^{0}13$, Bl. 35 v hervorgeht. Auch

in Prag wurde 1416 die größte Höhe der Sonne zu 63°26′ mit einem vierfüßigen eisernen Quadranten, der auf Minuten geteilt war, gemessen [764 Nr. 10940]. Einige Jahre später, im Jahre 1422 ,wurde in Leipzig die mittägliche Sonnenhöhe mehrmals beobachtet [764, Nr. 1232a], vermutlich um die Jahrespunkte abzuleiten.

Für den September 1432 hatte der Prior Nikolaus von Klusa viel Unheil auf Grund der Zusammenkunft aller Planeten in der Waage vorhergesagt. Johann von Gmunden wandte sich dagegen, da eine solche Zusammenkunft nicht stattfinden könne, wie die Berechnung ergäbe [775, S. 15]. Dies veranlaßte wohl einen in Lübeck ansässigen Gelehrten, sich nach den Planeten umzusehen. Am 24. August 1432 morgens um 4 Uhr beobachtete er den Merkur einen ½ Grad entfernt vom Regulus, der östlicher und nördlicher stand. Venus war von ihm nach Westen zu um fast 2° entfernt. Mars von der Venus nach Westen beinahe 1°. Der Mond stand südlich von Venus beinahe 3° und wanderte zu seiner Zusammenkunft mit Venus, nachdem er sie mit Mars gehabt hatte [Lüneburg Hs D 4°47]. Dies ist die erste Beobachtung Merkurs im christlichen Europa. Frühere Beobachtungen lassen sich nur im Altertum und bei den Arabern, um das Jahr 1000, nachweisen. Gewiß dürften erst Gmundens Streitschrift und Zahlenangaben den Anlaß zur Beobachtung gegeben haben; immerhin waren damals Himmelsbeobachtungen und besonders zur Morgenstunde außergewöhnlich und setzten besonderen Wissensdrang voraus. Wurde damals in Wien auch beobachtet? Das ist sehr wahrscheinlich. Johann von Gmunden († 1442) hatte sich als Wiener Hochschullehrer so ausgezeichnet, daß er von 1420 an nicht mehr wie die anderen Magister eine Vorlesung aus den philosophischen Wissenschaften übernehmen mußte, sondern nach eigener Wahl über astronomische Lehrbücher oder eigene Arbeiten, allenfalls auch in seiner Wohnung, vorlesen durfte [775, S. 14—16]. Von seinen Werken wurden seine Kalender und Planetentafeln beliebt und durch viele Abschriften verbreitet. Auch über astronomische Geräte hielt er Vorlesungen und hinterließ der Universität verschiedene Quadranten und Astrolabe, so daß die Anstellung von Beobachtungen ihm zuzutrauen ist. Und wenn er 1432 wegen seines Alters dafür nicht in Betracht kam, so dürfte sein Schüler Georg Prunner, der als Beobachter der Gestirne bezeichnet wurde,

damals die Planeten nachgesehen haben; jedoch sind Beobachtungen nicht überliefert. Gmunden stand mit seiner Förderung der Sternkunde in Wien nicht allein. Auch der Prior Georg Müstinger des benachbarten Augustinerstiftes Klosterneuburg nahm daran teil und schuf eine große Bibliothek. Sein Gehilfe Magister Reinhard Gensfelder [776, S. 76], der in Prag studiert und in seiner Vaterstadt Nürnberg mit Johann Schindel und wohl auch mit Nikolaus von Heybeck zusammengekommen war, brachte die Kunde von den modernen Sonnenuhren und bemühte sich mit großem Erfolg um die genaue Ortsbestimmung [775, S. 51].

Die Wiener Hochschule stand in gutem Ruf wegen des guten Unterrichtes und der großen Anforderungen bei den Prüfungen. Um die Mitte des 15. Jahrhunderts hielten die mit dem Humanismus verbundenen Bildungsbestrebungen ihren Einzug in Wien und vermehrten den Ruhm seiner Hochschule. Zu den führenden Humanisten gehörte der Astronom Georg Peuerbach. Georg wurde als Sohn eines Ulrich Aunpekh am 30. Mai 1423 in Peuerbach geboren und nannte nach Humanistenart sich nach seinem Heimatort und nicht mit dem Familiennamen [775, S. 18—33]. Erst nach Gmundens Tod bezog er die Wiener Hochschule, wo er 1448 Baccalaureus und 1453 Magister der philosophischen Fakultät wurde. Bald machte er sich durch Vorlesungen über römische Dichter und durch seine lateinischen Gedichte bekannt. Wichtiger wurde aber seine astronomische Tätigkeit und sein Einfluß auf seinen bedeutendsten Schüler Regiomontan. Er hatte an der Hochschule nicht eine bezahlte Stelle, sondern mußte sich durch Vorlesungen und Vorträge in der Bürgerschule, sowie durch andere Arbeiten Geld verdienen. Zuerst hatte er über Not und Schulden zu klagen. Nachdem er Astronom des Königs Ladislaus von Böhmen und Ungarn geworden war, besserten sich seine Verhältnisse. Nach dem Tode des Ladislaus († 1457) trat er in Beziehung zum Bischof Johann Vitez von Großwardein und widmete ihm seine Schrift über den „Gnomon geometricus" und seine Tabulae waradienses, um dafür ein Gegengeschenk zu erhalten, wie es damals üblich war. Auch vom Kaiser Friedrich III. und vom Herzog Sigismund von Tirol erhielt er Geschenke. Dabei dürfte es sich auch um Geschenke wegen der Lieferung von Reisesonnenuhren handeln. Es ist bekannt, daß Peuerbach sich mit Sonnenuhren beschäftigte, darüber Vorlesungen hielt und auf

Wunsch Sonnenuhren mit einem Kompaß herstellte. Diese Sonnenuhren zeigten auf dem Boden der Kompaßbüchse eingeritzt die Mißweisung, eine wichtige Neuerung, um mit der Reisesonnenuhr genauer als bisher die Tagesstunde bestimmen zu können. Die Mißweisung tritt zuerst bei der Reisesonnenuhr des Kaisers Friedrich III. auf und dürfte damals entdeckt worden sein [776, S. 90—96]. Von Wien aus verbreitete sich die Neuerung allmählich, worauf sie um 1490 auch bis zum Meer gelangt sein dürfte, so daß dann die flandrischen Kompasse die Mißweisung zeigten. Weder Seefahrer noch Handwerker kamen als ihre Entdecker in Betracht, sondern nur Astronomen, welche die Zeitangaben der Sonnenuhren einwandfrei und genau, z. B. mit Hilfe der Mittagslinie, prüfen konnten. In Wien legte man schon vor Peuerbachs Ankunft großen Wert auf die genaue Feststellung der Mittagslinie und richtige Aufstellung einer Sonnenuhr, wie die Süduhr am Stefansdom beweist. Es lag nahe, die gleiche Sorgfalt auch den Reisesonnenuhren zu widmen, und so mußte es Peuerbach bei der Prüfung seiner Sonnenuhren auffallen, daß die Zeitangaben nicht richtig waren, solange ein Kompaß als Anzeiger der Nordrichtung benützt wurde, und erst dann stimmten, wenn die Nordrichtung des Kompasses geändert wurde. Diese kleine Änderung konnte nur die Wißbegierde finden — und diese Voraussetzung bestand bei Peuerbach und seinem jungen Freunde Regiomontan, über dessen Leistungen auf dem Gebiete der Sonnenuhren noch später die Rede sein wird.

Achtzehn deutsche Geräte und Sonnenuhren aus den Jahren 1451 bis 1500 zeigen die Mißweisung in ihrem Kompaß; dazu kommen noch verschiedene Angaben über die Mißweisung in Mittel- und Westeuropa, die von Joh. Werner und Konrad Heinfogel stammen und erkennen lassen, daß die deutschen Gelehrten in der Zeit bis 1497 von überall her, selbst von Lissabon, Nachrichten über die Mißweisung einzogen und sich der örtlichen Verschiedenheit der Mißweisung bewußt waren. Es ist nicht ausgeschlossen, daß Kolumbus von dieser örtlichen Verschiedenheit Kenntnis hatte. Somit würden sich seine Beobachtungen der örtlichen Verschiedenheit während seiner Seefahrt von 1498 erklären.

Im gleichen Jahr 1451 begann Peuerbach mit der Beobachtung der Himmelsvorgänge; er beobachtete am 9. August die Be-

deckung Jupiters durch den Mond und setzte in den Jahren 1456 bis 1460 seine Beobachtungen fort. Meistens handelte es sich um die Beobachtung von Finsternissen zur Prüfung seiner Finsternistafeln, die er wohl mit den Alfonsischen Tafeln berechnet hatte. Auch die Sonnenhöhe maß er und fand daraus die Schiefe zu $23^{0}28'$ und die Polhöhe Wiens zu $48^{0}22'$. Beobachtet wurde mit dem Quadranten, Astrolab und Geometrischen Quadrat (Gnomon geometricus), dessen Verwendung er dadurch verbesserte, daß er die gemessenen Strecken durch eine Tangententafel in Winkel umwandelte. Auch berechnete er eine Sinustafel zu je 10′ für sin $90^{0} = 600\,000$ und wohl als erster Abendländer das Azimut der Sonne für jede Tagesstunde gemäß einer Formel, von der er sagte: „Lange war mir die Richtigkeit dieses Ansatzes verborgen, und nach vielen Mühen in der Berechnung kam ich mit Gottes Hilfe zur wahren Erkenntnis des Sachverhaltes".

Neben den Beobachtungsgeräten beschäftigte er sich auch mit der Weiterbildung der Sonnenuhr. Die schon erwähnte Reisesonnenuhr bereicherte er 1455 durch eine Einrichtung, um auch die Nachtstunde mit Hilfe der Sterne zu bestimmen. Auch schrieb er eine Abhandlung über die Säulchensonnenuhr und hielt 1458 eine Vorlesung über die Sonnenuhren.

Zu erwähnen sind seine Arbeiten über die Zeitrechnung (Computus) und über das Rechnen (Algorismus), welche Abhandlung später 6 Auflagen erlebte. Wichtiger war seine Arbeit über den Halleyschen Kometen von 1456. Aus seiner geringen Bewegung im Verlaufe von 3 Stunden schloß er auf eine Entfernung von mehr als 1000 Meilen, soweit wie der Erdhalbmesser, und berechnete aus seiner scheinbaren Größe die Länge des Kometen zu mehr als 80 Meilen und seinen Durchmesser zu mehr als 4 Meilen. Daraus folge, daß der Komet sich in der oberen Gegend der Luft, weit unterhalb des Mondes, befunden habe, wie es auch Heinrich von Langenstein für den Kometen von 1368 nachzuweisen glaubte [585, S. 125—128]. Obwohl das wissenschaftliche Ergebnis Peuerbachs nur gering war, so wirkte doch sein Versuch, die Größe und Entfernung des Kometen zu berechnen, anregend auf Regiomontan, Eberhard Schleusinger [775, S. 157] und Martin Ilkusch [775, S. 109]. Bereits der Komet von 1472 führte zu bemerkenswerten Ergebnissen.

In der Kometenschrift von 1456 nahm die erwähnte Untersuchung nur einen kleinen Platz ein. Der Hauptteil ist der Deutung des Kometen gewidmet. Immerhin mochte es manche Leser gegeben haben, die dieser Deutung die ablehnende Haltung Heinrich von Langensteins entgegenhielten. Ihnen ist wohl die akademische Rede „Ob der Sternkundige aus der Zusammenkunft der Planeten und aus den Kometen wahrhaft die Zukunft vorhersagen könne" gewidmet, die wohl Ende 1456 gehalten wurde und in den Sätzen gipfelte: „Kein Vernünftiger werde leugnen, daß gewisse Menschen von Natur aus Diebe seien. Gewiß werde niemand durch die Sterne zu solchen Taten gezwungen; für den Sterndeuter genüge es aber festzustellen, daß die Seele solcher Menschen eine natürliche Neigung dafür besäße."

Wohl im Jahre 1453 reiste Peuerbach nach Italien, hielt eine Vorlesung in Padua und kam in Verkehr mit dem Kardinal Nikolaus von Cues, Nikolaus de Comitibus und wohl auch mit Paolo dal Pozzo Toscanelli. Nikolaus von Cues wurde 1401 als Sohn eines wohlhabenden Schiffers Krebs zu Cues an der Mosel geboren, hatte zuerst die Schule in Deventer und später die Universität zu Padua besucht, wo er 1424 den Doctor decretorum machte. Er nahm am Basler Konzil teil und legte dort eine Schrift über die Kalenderverbesserung vor, worin er das einmalige Weglassen von 7 Tagen und das regelmäßige Weglassen von 1 Tage nach je 304 Jahren, sowie die einmalige Neubestimmung des wirklichen Neumondes und die zyklische Berechnung der künftigen Neumonde vorschlug, ohne damit durchdringen zu können. Er wurde Anhänger des Papstes, 1448 Kardinal und Bischof von Brixen und starb am 11. August 1464 zu Todi bei Spoleto (Abb. 28). In seinen philosophischen Werken, deren bedeutendstes De docta ignorantia (Von der Wissenschaft des Nichtwissens) heißt, entwickelte er neue Gedanken über die Bewegung überhaupt und besonders über die Bewegung der Erde und der anderen Himmelskörper. Die unbewegliche Weltmitte bildet Gott. Jeder Körper hat eine Bewegung, also auch die Erde. Erde und Sonne, wie auch die Sterne, besitzen einen dunklen, festen Körper, umgeben von der Luft mit Wolken und, zu äußerst, von der Feuerhülle. Diese 1439 mitgeteilte Ansicht erfuhr später eine Anpassung an das astronomische Wissen seiner Zeit. In einer astronomischen Handschrift, die er sich 1444 in Nürnberg gekauft hatte, schrieb er auf

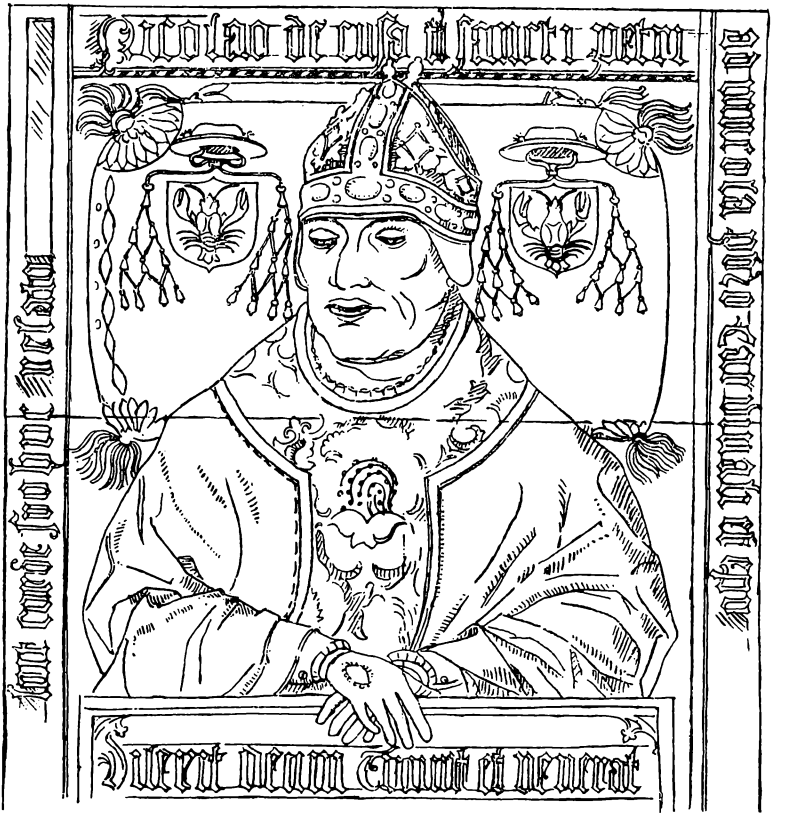


Abb. 28. Bildnis des Nikolaus von Cues auf seiner Gedenktafel von 1488 in der Hospitalkapelle zu Cues. (H. Vogts, Hospital St. Nicolaus zu Cues, Augsburg 1927, S. 1.)

dem letzten Pergamentblatt seine Gedanken über die Bewegung der Himmelskörper nieder [357]. Offenbar ging er dabei von der als pythagoräisch bekannten Ansicht von der Achsendrehung der Erde und von Thābits Erklärung des Hin- und Herwanderns der Nachtgleichenpunkte, sowie von der eudoxischen Vorstellung zurückbleibender Kugelschalen aus. Die Erde dreht sich in der Weltmitte in 24 Stunden um ihre Achse von Ost nach West und außerdem um eine dazu senkrechte Achse. Der Sternhimmel dreht sich um die Erdachse zweimal in 24 Stunden von Ost nach West und außerdem um 2 im Äquator liegende Pole in etwas weniger als 24 Stunden, so daß dadurch eine Verzögerung von 1^0

in 100 Jahren erfolgt. Die Sonne gehorcht auch 2 Bewegungen, nämlich einer beinahe zweimaligen Bewegung in 24 Stunden um die Erde, was die Verzögerung ihres scheinbaren Laufes durch den Tierkreis erklärt, und einer Bewegung auf einem Kreise, der um 23^0 von den Nachtgleichen absteht.

Nikolaus wünschte Peuerbach in seine Dienste zu nehmen und dürfte ihm seine Gedanken über die Bewegung der Erde und der Himmelskörper mitgeteilt haben, wie er es später mit seinen Untersuchungen über die Quadratur des Kreises und über die Umwandlung von Bögen in Gerade tat. Bald nach seiner Rückkehr nach Wien begann Peuerbach mit seiner Vorlesung über die Planetentheorie, die am 31. August 1454 beendet wurde. Diese Vorlesung, die später als Lehrbuch beliebt wurde und 56 lateinische, 1 italienische, 1 spanische, 1 jüdische und 4 französische Auflagen erlebte, geht im Gegensatz zum ptolemäischen Handbuch nicht von den Beobachtungen aus, sondern ist eine vortreffliche Erläuterung von Figuren zur Darstellung von Planetenbewegungen. Vermutlich zeigte Peuerbach in seiner Vorlesung Geräte mit beweglichen Scheiben, wie er sie als Speculum planetarum besonders beschrieben hatte. Dabei benützte er die Planetentheorie des Gherardo da Sabbionetta und nahm Bezug auf die Arbeiten der al-Battānī, al-Farghānī und Thābit. Einwände gegen die epizyklischen und exzentrischen Kreisbewegungen fehlen. Bedeutsam wurde sein Hinweis auf die Beziehung der Bewegung der 3 oberen Planeten in ihren Epizykeln zur Sonne und auf die Harmonie zwischen der Bewegung der Venus und der Sonne. Auch seine Behauptung, daß jeder der Planeten in seiner Bewegung irgendetwas mit der Sonne gemeinsam hat und die Sonnenbewegung gleichsam der gemeinsame Spiegel und das Naturgesetz für die Bewegung der Planeten sei, konnte nicht ohne Wirkung bleiben [549, S. KVv, MVIr, NVIIv].

In der Merkurtheorie wies er darauf hin [549, S. PIIIr], daß der Mittelpunkt des Epizykels nicht eine kreisförmige, sondern eine eiförmige, ovale Bahn (Abb. 8) beschreibe. Dies war allerdings nichts Neues, da bereits Engelhard die eiförmige Bahn beim Merkur und die herzförmige Bahn beim Mond erwähnt und Giovanni de Dondi die entsprechenden Figuren gezeichnet hatte; immerhin war es wichtig, auf diese Bahnform hinzuweisen. Die eiförmige Bahn beim Merkur und Mond erwähnte der erste Aus-

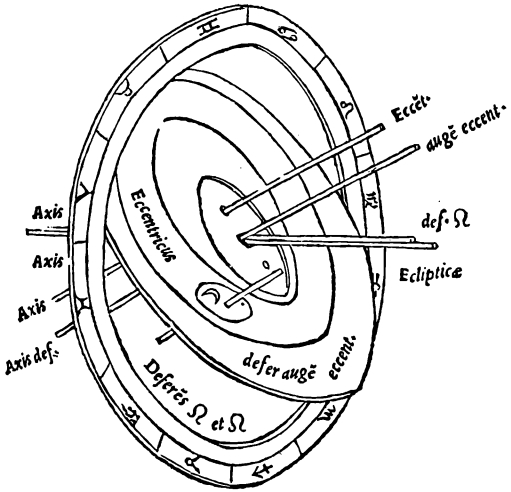


Abb. 29. (Chr. Vvrstisius, Quaestiones novae in theoricas novas planetarum . . . G. Pvrbachii, Basel 1573, S. 76.) Darstellung der Mondbewegung gemäß Ptolemaeus.

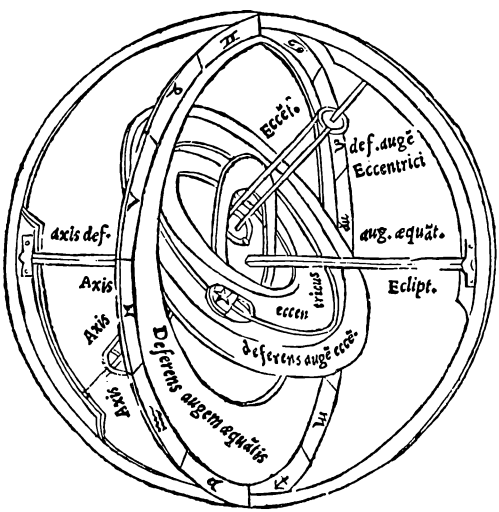


Abb. 30. (Chr. Vvrstisius, Quaestiones novae in theoricas novas planetarum . . . G. Pvrbachii, Basel 1573, S. 210.) Darstellung der Merkurbewegung gemäß Ptolemaeus.

leger der peuerbachschen Planetenlehre, Albert Blarer von Brudzewo, die er 1483 in der Krakauer Hochschule vortrug [112, S. 124]. Sein Schüler Joh. Otto aus Urach ließ die Auslegung 1495 durch Ulrich Schinzeler in Mailand drucken. Auch Erasmus Reinhold wies 1542 in seiner ausführlichen und wertvollen Auslegung, die auf Wittenberger Vorlesungen von 1540 beruhte, auf die eiförmigen Bahnen hin [549, S. 12r]. Durch diese Auslegung, die bis 1604 noch 4 Auflagen erlebte, wurde die Vorstellung von eiförmigen Bahnen unter den Gelehrten verbreitet. Dasselbe ge-

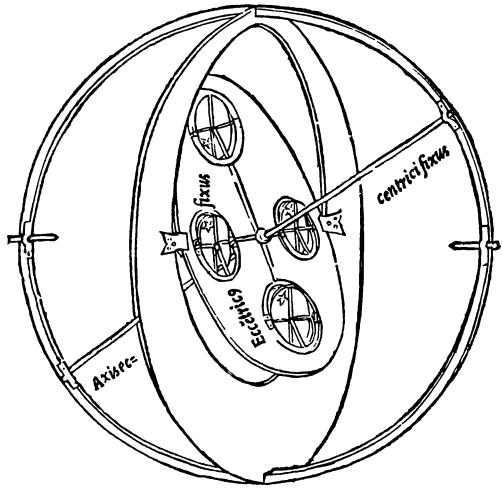


Abb. 31. (Chr. Vvrstisius, Quaestiones novae in theoricas novae planetarum . . . G. Pvrbachii, Basel 1573, S. 371.) Darstellung der Breitenbewegung von Saturn, Jupiter und Mars gemäß Ptolemaeus.

schah durch die Auslegung des Christian Wursteisen (Vvrstisius) [756, S. 221], die sich durch anschauliche Figuren (Abb. 28—31) auszeichnete und von 1565 bis 1596 fünf Auflagen erlebte. Allerdings erwähnte er die eiförmige Bahn nur beim Merkur. Der Landmesser Hans Wosegin nannte zwischen 1554 und 1573 diese Bahnform beim Merkur „Lauffigur", während er für die Ellipse das Wort „ayrfigur" gebrauchte [764, Nr. 11741].

Welchen Einfluß hatten die Vorstellungen des Nikolaus von Cues auf die Wiener Schule? In Peuerbachs Planetenlehre wird die Erdbewegung nicht erwähnt. Als Voraussetzung gilt vielmehr

die in der Weltmitte ruhende Erde. Jedoch scheinen die neuen Gedanken in Wien nicht unbeachtet geblieben zu sein. Dies beweist eine akademische Erörterung über die Frage, ob die Erde sich bewegt oder nicht [14, S. 47—49]. Diese Erörterung wurde von Joh. Schöner in seinem 1533 erschienenen Opusculum geographicum als eine Arbeit Regiomontans veröffentlicht, offensichtlich zu Unrecht; schon die Einteilung in Conclusiones und Correlaria widerspricht dessen Art und entspricht Peuerbachs Einteilung in seinen Planetenlehren. Auch inhaltlich läßt sich die Erörterung mit Regiomontans Denken nicht vereinen. Vielmehr dürfte es sich um eine unter Peuerbachs Vorsitz gehaltene Erörterung handeln, deren Niederschrift sich in Regiomontans Nachlaß befand und von Schöner als dessen Arbeit veröffentlicht wurde; auch in anderen Fällen [775, S. 199, 266, 267] hat Schöner sich getäuscht. Zuerst werden die Gründe gegen eine Achsendrehung, unter Hinweis auf die von Ptolemaeus im Handbuch angegebenen Gründe, vorgebracht. Dann wird die Frage erörtert, ob Teile der Erde eine örtliche Bewegung infolge der Erwärmung durch die Sonne oder Überflutung durch das Meer ausführen können. Die Gegengründe gegen die Erddrehung erinnern an die Gegengründe wie das Verhalten der Vögel und Wolken, die Peuerbach in seinem Auszuge aus dem Handbuch vorbrachte. Wenn auch in diesem Falle eine Erddrehung wie auch die Bewegung eines Teiles der Erde abgelehnt wurde, so beweist doch die Erörterung, daß man in Wien bereit war, sich mit solchen Fragen zu beschäftigen.

Der Bewegung der Planeten widmete Peuerbach seine Zeit. Zuerst hatte er Jahrbücher rechnen müssen, um Geld zu verdienen. Dann kam die Vorlesung und die Herstellung bestimmter Geräte zur Darstellung der Bewegungen. Daran schloß sich die Berechnung der Tafeln für die Jahrbücher für 1455 bis 1462 und der ursprünglich für Wien geltenden Finsternistafeln, welche er später als Tabulae waradienses dem Bischof Johann Vitez überreichte. Schließlich kam eine große Aufgabe, nämlich die Erläuterung des Handbuches des Ptolemaeus. Diese Aufgabe stellte ihm der Kardinal Bessarion [775, S. 32], der am 5. Mai 1460 als päpstlicher Gesandter nach Wien kam und als Grieche sich sehr bemühte, die griechische Wissenschaft zu neuem Leben zu erwecken. Peuerbach übernahm den Auftrag gern, zumal er das

Handbuch in der lateinischen Übersetzung des Gherardo da Cremona wörtlich kannte. Mit dieser Erläuterung, die später Epitoma oder Auszug aus dem Handbuch genannt wurde, kam er nicht zu Ende. Er hatte noch nicht die ersten 6 Bücher vollendet, als er am 8. April 1461, im Alter von 37 Jahren, starb. Auf dem Totenbett bat er seinen jungen Freund Regiomontan, das angefangene Werk zu Ende zu führen. Dieser erfüllte den Wunsch und schuf ein Werk, das für die Zukunft sehr wichtig werden sollte, worüber wir noch sprechen werden.

Georg Peuerbach war nicht nur Verkünder der neuen Bildung, sondern auch Mehrer und Umformer seiner Wissenschaft. Er schrieb auf der Grundlage des überlieferten Wissens beliebte Lehrbücher und schuf als Sternforscher und geschickter Hersteller von Geräten und Sonnenuhren die Voraussetzungen für den Ausbau der Wissenschaft. Als angesehener Mann wurde er wie seine Vorgänger Heinrich von Langenstein und Joh. von Gmunden im Stefansdom beerdigt. Sein Grabstein trug die von ihm selbst verfaßte Inschrift, in deutscher Übersetzung:

Warum, liebe Freunde, warum beweinet Ihr mich, den Toten?
Es hat das Geschick sich erfüllt und Lachesis spann ihren Faden.
Die Seele verließ die Erde und kehrte zurück in den Himmel.
Ungehindert hütet sie nun die Sterne, die stets sie geliebt hat.

Regiomontan.

Was ist von einem Mann zu erwarten, der schon als zwölfjähriger Knabe den Planetenlauf besser berechnete als jeder Fachmann und mit 15 Jahren vom Kaiser Friedrich III. beauftragt wurde, das Schicksal der kaiserlichen Braut aus den Sternen zu lesen?

Am 6. Juni 1436 wurde im fränkischen Städtchen Königsberg oder im nahen Unfinden Johann Müller (Abb. 32) geboren, berühmt unter dem Namen Regiomontan [775]. Bereits mit 11 Jahren zog er auf die Leipziger Universität und hier war es, wo der erste gedruckte Kalender ihn veranlaßt haben dürfte, seine Fähigkeiten zu zeigen. Dieses schöne Werk Gutenbergs in Gestalt eines Wandkalenders gibt für 1448 nur die Zeit der Neu- und Vollmonde und den Stand der Planeten für jeden 15. Tag

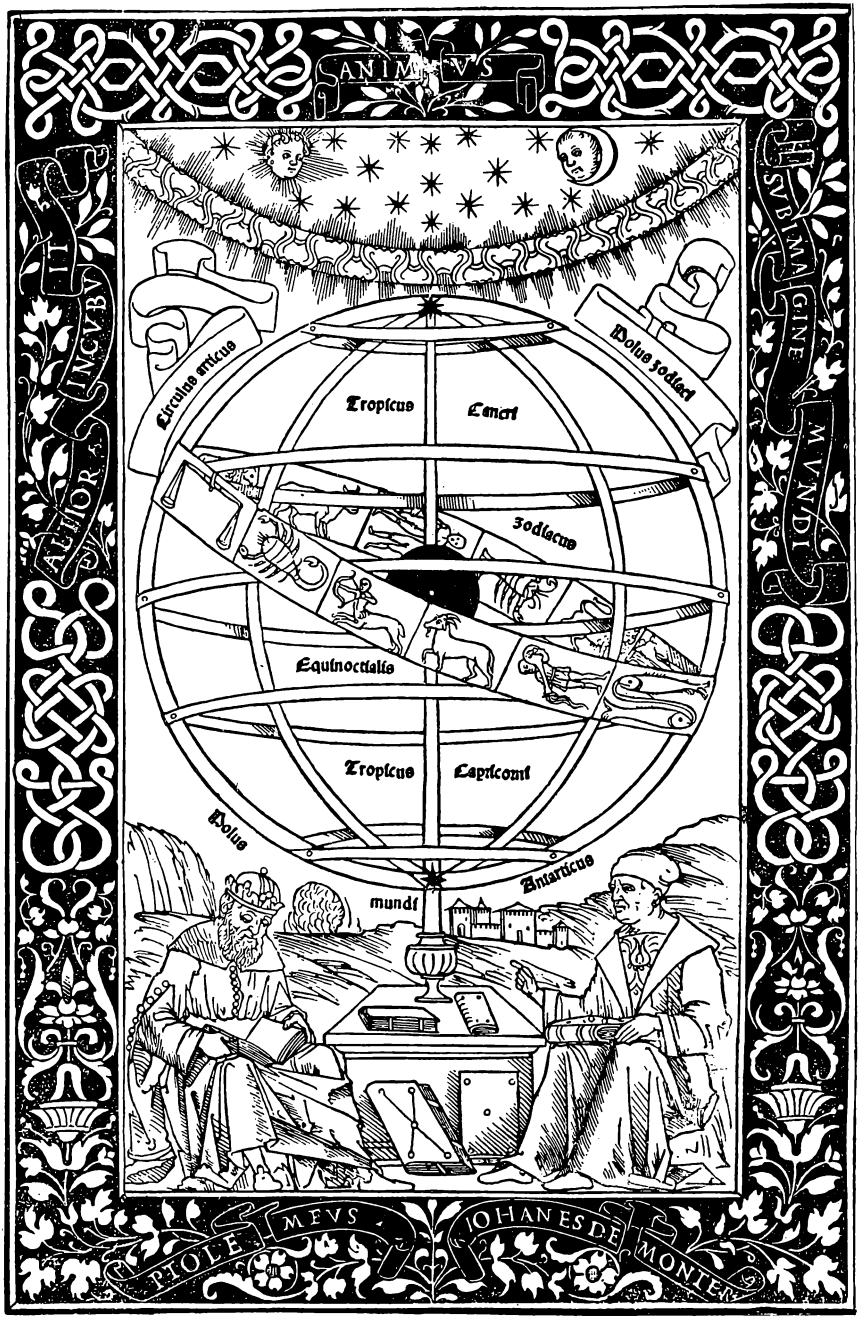


Abb. 32. Regiomontan und Ptolemaeus, Titelbild zu „Epytoma Joannis De monte regio In almagestum ptolomei", Venedig 1496.

an, ist also ein Auszug aus einem Jahrbuch der Planetenbewegungen. Auch Regiomontan hatte die Bewegungen der Planeten für das Jahr 1448 berechnet. Seine Berechnung, in sehr kindlichen Schriftzügen, geht seinen anderen Berechnungen, die für die Jahre 1451, 1453 usw. gelten, weit voran und läßt ersehen, daß nur ein besonderer Anlaß den Zwölfjährigen zu diesem schwierigen Unternehmen bewogen haben kann, dessen Durchführung um so beachtenswerter ist, weil die Berechnung von Jahrbüchern viel Mühe machte, so daß es nur wenige gab, die sich dieser Arbeit widmeten. Es ist unwahrscheinlich, daß Regiomontan seine Zahlen aus einem anderen Jahrbuch abschrieb; denn es ist ein in Leipzig gerechnetes anderes Jahrbuch noch erhalten, wenn auch in späterer Abschrift, dessen Zahlen aber nicht mit Regiomontans übereinstimmen und offenbar von den richtigen Planetenörtern mehr abweichen als sein Jahrbuch. Dieses ist aber viel genauer als der Kalender Gutenbergs, der doch wohl die Arbeit dem besten ihm bekannten Astronomen übertragen haben dürfte.

Im April 1450 zog Regiomontan nach Wien, der Kaiserstadt und Stätte des Humanismus, um dort weiter zu studieren. Bald dürfte er das Jahrbuch für 1451 berechnet und damit wieder das Erstaunen der Fachleute hervorgerufen haben. Und so mochte es geschehen, daß die Kunde vom Wunderkind zum Kaiser Friedrich III. kam, der die Wissenschaften sehr förderte, besonders soweit sie sich mit der Deutung der Zukunft befaßten. Er war mit Leonore von Portugal verlobt und wünschte ihr Schicksal zu erfahren. Dies mochte ihn bewegen, den fünfzehnjährigen Regiomontan mit der Aufgabe zu beauftragen. Diese Deutung, die Ende 1451 erfolgte, ist noch vorhanden und zeigt ihren Urheber als sorgfältigen Berechner des Planetenlaufes und als Kenner der astrologischen Literatur, die zur Deutung nötig war. Als im Jahre 1459 dem Kaiserpaar der erste Sohn, der spätere Kaiser Maximilian I., geboren wurde, wandte sich die Kaiserin Leonore an Regiomontan, damit er auch das Schicksal ihres Sohnes aus den Sternen lese. In Wien war jedoch anderes für ihn wichtiger als die Geburtsdeutung. Hier konnte er die Werke der Langenstein, Gmunden, Bianchini und anderer Astronomen kennen lernen und mit der Sinusrechnung sich vertraut machen. Er brachte sich die Kenntnis der griechischen Buchstaben bei und erfuhr durch

Peuerbach von den Mängeln der lateinischen Übersetzungen aus dem Griechischen.

Durch ihn lernte er die moderne Sonnenuhr mit dem Polstab kennen und auch die magnetische Mißweisung, bei deren Entdeckung Regiomontan vielleicht beteiligt war. Bei der Herstellung von Sonnenuhren und bei der Herstellung und Erklärung mancher Beobachtungsgeräte dürfte er geholfen haben, als deren Verfasser er sowohl wie auch Peuerbach genannt wird. Schließlich war ihre Zusammenarbeit bei den Beobachtungen und beim Auszug aus dem Handbuch des Ptolemaeus so eng, daß es schwer ist, ihren Anteil zu trennen. Immerhin scheint Regiomontan von 1454 an auch eigene Wege gegangen zu sein. Die Wetterbeobachtungen, die Prüfung seiner Jahrbücher durch die Beobachtung der Planeten, die mathematischen Untersuchungen und die Erfindung eigener Geräte, seine Bemerkungen zur Planetentheorie, alles dies deutet auf den künftigen Bahnbrecher hin. Während Peuerbach das überlieferte Wissen übersichtlich darstellte und erweiterte, schlug Regiomontan aber neue Wege ein.

Für seine Zukunft wurde bedeutungsvoll seine Begegnung mit dem Bischof Johann Vitez von Großwardein und mit dem Kardinal Bessarion. Vitez begünstigte ihn später in Ungarn und dürfte ihn an die neu gegründete Universität nach Preßburg berufen haben. Wichtiger wurde zunächst Bessarion. Als gebürtiger Grieche wünschte er nichts sehnlicher, als die griechische Wissenschaft wieder zu Ehren zu bringen. Die griechischen Werke sollten neu übersetzt und gründlich erläutert werden, um das so lange verschüttete Wissen wieder allgemein zugänglich zu machen. In Rom hatte er Gleichgesinnte um sich versammelt und pflegte mit ihnen die platonische Philosophie. In Peuerbach glaubte er den Erneuerer des Handbuches des Ptolemaeus gefunden zu haben. Er sollte zunächst eine Erläuterung dazu schreiben. Peuerbach übernahm diese Arbeit, starb aber darüber im Jahre 1461 und beschwor seinen jungen Freund, das Werk zu Ende zu führen.

Im Herbst 1461 begleitete Regiomontan den Kardinal nach Italien; er trat in dessen Dienste und hatte wissenschaftliche Arbeiten auszuführen. Nicht nur die Vollendung des Auszuges aus dem Handbuch des Ptolemaeus, wozu später noch andere Arbeiten kamen, sondern auch die Suche nach unbekannten griechi-

schen Handschriften dürfte zu seinen Obliegenheiten gehört haben. Dabei entdeckte er in Venedig das mathematische Werk des Diophant. Auch begleitete er den Kardinal auf seinen Reisen nach Viterbo und Venedig und hatte Gelegenheit, im April 1464 in Padua eine Vorlesung über die Sternkunde des al-Farghānī zu halten. Zuvor besah er auf einer Reise nach Mailand, Ende 1463, Pavia mit der Kunstuhr des Giovanni de Dondi.

Im Kreise Bessarions wurden philosophische Werke und besonders die ungenügenden Übersetzungen und Werke des Kreters Georg von Trapezunt (1396—1484) erörtert. Wichtiger für Regiomontan war der Verkehr mit den italienischen Sternforschern Toscanelli und Bianchini. Paolo dal Pozzo Toscanelli (1397 bis 1482) hat die Kometen von 1433—1472 sehr sorgfältig beobachtet [697] und mit Leon Battista Alberti (1404—1472) die Schiefe der Ekliptik nicht größer als $23^{0}30'$ gefunden. Später, 1468, hat er wohl die Öhrsonnenuhr in der Kuppel der Kirche S. Maria del Fiore zu Florenz anbringen lassen und beobachtete den Sonnenlauf. Ihn dürfte Regiomontan in Florenz aufgesucht und dabei über die Änderung der Schiefe und andere Dinge, besonders über die Arbeiten des Kardinales Nik. von Cues, gesprochen haben [775, S. 67—68]. Auch Giovanni Bianchini, der Leiter der Rechnungskammer in Ferrara war und dort 1466 starb, lernte er kennen. Seine wichtigsten Planetentafeln hatte er schon in Wien benützt und Anmerkungen dazu gemacht, die keine große Achtung vor Bianchini beweisen [775, S. 54]. Dieser wandte sich nun im Sommer 1463 an Regiomontan mit einer wissenschaftlichen Frage, die jener sogleich beantwortete und dabei mehrere mathematische Fragen einfügte und somit das berühmte Frag- und Antwortspiel einleitete, das so bezeichnend ist für das damalige Wissen und für das Wesen der beiden Briefschreiber. Bianchini hatte verschiedene Planetentafeln, allerdings unter Zugrundelegung veralteter Werte, berechnet und war in der Zahlentheorie nicht unbewandert; jedoch konnte er sich darin mit Regiomontan nicht messen. Dieser besuchte ihn anscheinend im Frühjahr 1464, auf der Reise nach Padua, und dürfte dabei Bianchinis Hauptwerk „Flores almagesti" erhalten haben, das er mit einigen Anmerkungen versah [Anm. 16]. Damit hörte dieser wichtige Briefwechsel auf. Der Unterschied zwischen alt und jung, zwischen mittelalterlichem und modernem Denken mochte ihnen zu offenbar geworden sein.

Bessarion war im Sommer 1463 zum päpstlichen Legaten für Venedig ernannt worden und hatte dort die Rüstungen für den Feldzug gegen die Türken zu betreiben. Regiomontan begleitete ihn nach Venedig und fand die Handschrift des Diophant; von hier aus schrieb er seine Briefe an Bianchini und hatte Gelegenheit, verschiedene Orte Oberitaliens zu besuchen. Als sich die Kriegsvorbereitungen hinzogen, begann er auf Verlangen Bessarions seine Dreieckslehre, die er noch in Rom begonnen hatte, zu vollenden und die Probleme des Handbuches (Problemata Almagesti) zu schreiben. Auch auf Bessarions Verlangen dürfte er die Prüfung der Schriften des Nikolaus von Cues über die Quadratur des Kreises übernommen haben. Nikolaus hatte seine Schriften auch Peuerbach und Toscanelli zugesandt, aber ihre Zustimmung nicht erhalten. Regiomontan unternahm es, die Beweisführung des Cues nachzuprüfen; immer von neuem setzte er an, um zu sehen, ob das Verfahren zum Ziele führte und immer wieder sah er sich enttäuscht. Vom Ende Juni bis Ende Juli 1464, also kurz vor dem Tode des Nikolaus von Cues, setzte er seine Rechnungen immer weiter fort und kam schließlich zu Zahlen mit 15 Stellen. Es ist verständlich, wenn er diese Untersuchungen, die er in Briefen an Toscanelli und einen anderen Empfänger mitteilte, mit dem Gefühl des Verdrusses abschloß und im Bewußtsein des unnötigen Zeitverlustes später für Nikolaus nur harte Worte fand.

Bald darauf reiste Bessarion nach Ancona, um dort Papst Pius II. zu begrüßen, der aber schwerkrank ankam und am 13. August 1464 starb. Daraufhin kehrten Bessarion und Regiomontan nach Rom zurück, wo die Papstwahl vom 28. bis 30. August 1464 stattfand. In diesen Tagen schrieb Regiomontan seine Streitschrift gegen die Planetenlehre des Gherardo da Sabbionetta in Form eines Zwiegespräches zwischen einem Wiener, womit er sich selbst meinte, und einem Krakauer, wohl Martin Ilkusch. Gleichsam als ob er seinem Unmut über die Quadratur des Kreises Ausdruck geben müßte, legte er schonungslos die Mängel der Planetenlehre dar. So schlagend waren seine Beweise, daß diese Streitschrift die früher außerordentlich beliebte Planetenlehre Sabbionettas verdrängte und dafür Peuerbachs Lehrbuch die Bahn freimachte. Spätere Ausleger des peuerbachschen

Lehrbuches wie Brudzewo und E. Reinhold versäumten nicht auf Regiomontans Widerlegung Sabbionettas hinzuweisen.

In Rom verfaßte er für Bessarion die Erklärung eines Meteoroskop genannten Gerätes, das mit seinen verschiedenen Ringen zur Feststellung der Länge und Breite der Orte auf der Erdoberfläche dienen sollte. Damals dürfte er kleine Reisesonnenuhren nach Art der peuerbachschen hergestellt haben; noch sind zwei erhalten. Sicherlich bekam sein Gönner auch ein solches Kunstwerk. Auch einen kunstvollen Sonnenring zur Entnahme der Tagesstunden scheint er damals angefertigt zu haben.

Neben der Abschrift lateinischer und griechischer Handschriften und ihrer Vergleichung mit anderen guten Handschriften fand er in Rom Zeit zur Fortsetzung seines Briefwechsels, den er jetzt mit einem Deutschen, und zwar mit Jakob von Speyer, dem Hofastronomen des Fürsten Federico von Urbino, führen wollte. Wie früher sollte der Briefwechsel aus Fragen und Antworten bestehen. Jakob zog es aber vor, die meisten Fragen nicht zu beantworten und nur seine Vorliebe für die Sterndeutung zu zeigen, so daß der Briefwechsel bald einschlief. Auch mit anderen Deutschen dürfte Regiomontan damals zusammengekommen sein: der deutsche Geograph Nikolaus Germanus überreichte im Frühjahr 1466 seine Ausgabe der Erdkunde des Ptolemaeus dem Herzog Borso d'Este [Anm. 17]. Eine Zusammenkunft mit ihm ist wahrscheinlich wie auch die Begegnung mit deutschen Handwerkern in Rom und Venedig, unter denen bald Uhrmacher und Buchdrucker auftauchten.

Im Sommer 1467 siedelte er nach Ungarn über. Dieses Land stand damals unter seinem siegreichen König Mathias Corvinus in großem Ansehen. Mathias war bemüht, Kunst und Wissenschaft nach Ungarn zu verpflanzen und legte sich eine große Bibliothek an, wofür er in Italien schöne Handschriften herstellen ließ. Er war sehr sterngläubig und richtete sich in seinem Tun nach dem Sternenlauf. Sein Hofastrologe war Martin Ilkusch [775, S. 108—109]; auch die Krakauer Magister Johann Stercze, Mag. Michael von Breslau und Johann von Glogau wurden herangezogen und zu öffentlicher Aussprache mit Ilkusch in seinem Beisein veranlaßt [Anm. 18]. Später, um 1476, beschäftigte er den geschickten Mechaniker Hans Dorn [775] und rief 1480 Joh. Tolhopf als Astronomen von der Leipziger Universität in seine

Hauptstadt Buda. Auch die Geheimwissenschaften liebte Mathias. Ein Buch in seiner Geheimbibliothek enthielt Angaben über unglückliche Tage (Hs. Warschau Staatsbibl. Lat. F IX 20, 99v).

Durch Johann Vitez, Erzbischof von Gran und Kanzler Ungarns, ließ er in Preßburg eine Universität errichten und als Lehrer der Mathematik Regiomontan rufen. Dieser nahm die Einladung an und kam so nach Ungarn. Allerdings scheint er keine Lehrtätigkeit ausgeübt zu haben, sondern wurde von Vitez mit wissenschaftlichen Arbeiten beauftragt. Er berechnete für ihn die Tabulae directionum, die er schon in Italien begonnen hatte, und verfertigte ein Türkengerät mit der Erklärung. Auch für den König war er tätig; für ihn berechnete er die Tabula primi mobilis und stellte einen Dreistab mit Erklärungen für Feldmessungen und andere Geräte her. Daneben dürfte er beim Ankauf von Büchern beraten haben und wurde beauftragt, ein Werk Trapezunts, nämlich eine Erklärung des Handbuches des Ptolemaeus, zu beurteilen. Das Ergebnis der Prüfung legte Regiomontan in der umfangreichen „Verteidigung Theons" nieder.

Wenn Regiomontan sich auch nur vier Jahre in Ungarn aufhielt, so übte er dort doch eine große Wirkung aus. Durch ihn wurden die neuen Erfindungen des Kompasses mit der Mißweisung, der modernen Sonnenuhr und der verjüngten Skala nach Ungarn gebracht, dort bekannt und angewandt. Martin Ilkusch, den er schon von Rom her kannte, beteiligte sich an seinen Rechnungen und schenkte manche Werke Regiomontans nach Krakau, wo die Bücher und Instrumente noch jetzt zu den alten Beständen der Universitätsbibliothek gehören [775, S. 116—122].

In Italien und in Ungarn wurden die neuen Bildungsbestrebungen des Humanismus hoch geschätzt. Die wichtigsten Werke des Altertums wurden gesammelt und erörtert. Jeder wollte sich an der Wiederbelebung des Altertums beteiligen. Und heftig eiferte man gegen schlechte Übersetzungen und Verfehlungen gegen den Geist des Altertums. Auch Regiomontan schloß sich nicht aus. Seine Widerlegung des Georg von Trapezunt in der Verteidigung Theons ist ganz im Sinne Bessarions geschrieben, der Trapezunt mit seinem Groll verfolgte. Auf die Dauer fühlte Regiomontan sich dabei nicht wohl. Der frivole Ton und die Anrufung der heidnischen Götter verletzten ihn, den frommen Christen [775, S. 198]. Und dann dieses schöngeistige Getue und

die Verhimmelung der griechischen Werke! Dabei merkte er doch mehr und mehr bei seinen Forschungen, daß die Lehre des Ptolemaeus nicht stimme, und fühlte sich zu neuen Untersuchungen gedrängt, die auf dem Wege der neuen Erfindungen und Entdeckungen wie der modernen Sonnenuhr, der Räderuhr, der modernen Mathematik mit ihrem Sinus- und Cosinussatz lagen und neue Ausblicke versprachen. Deshalb mochte es ihm nicht unangenehm sein, als die Hofgesellschaft sich vor Mathias über die Ungereimtheiten einer italienischen Vorhersage für 1471 beklagte. Dies gab ihm die gute Gelegenheit, nicht nur die italienische Berechnung des künftigen Planetenlaufes zu erklären, sondern auch darauf hinzuweisen, daß jetzt die Bewegung der Planeten nicht so gut bekannt sei, um die Zukunft genau vorherzusagen. Zuerst müsse die Bewegung der Planeten durch Beobachtungen erforscht und daraufhin neue Tafeln berechnet werden. Damit konnte er dem König seine Mahnung ins Gedächtnis zurückrufen, die er in seiner Widmung der Tabula primi mobilis ausgesprochen hatte, daß nämlich die durch Ptolemaeus geförderte Sternkunde jetzt sehr entstellt sei und nur dann erneuert werden könne, wenn durch neue Beobachtungen neue Grundlagen gelegt worden seien. Mathias ging auf diese Wünsche ein und gab ihm den Auftrag, nach Nürnberg zu reisen.

Regiomontan fuhr im Frühjahr 1471 nach Nürnberg und konnte nun seinen Forschungen leben. Zuerst suchte er sich einen Helfer bei der Arbeit. Er wandte sich an den Rektor der Erfurter Hochschule Christian Roder, der als Mathematiker bekannt war und die Himmelsvorgänge beobachtet hatte. In einem langen Briefe beschrieb er ihm seine Pläne und forderte ihn zur Mitarbeit besonders beim Beobachten auf. Nürnberg habe er sich zum Wohnort wegen der Brauchbarkeit der hier hergestellten Geräte und wegen seiner günstigen Lage zum Gedankenaustausch mit auswärtigen Gelehrten gewählt. Dann folgte eine lange Reihe von Aufgaben aus den Gebieten der Sternkunde, der Mathematik, der Mechanik, Musik und Optik; manche Aufgabe war sehr schwer, z. B. die als das Meisterstück der Sternkunde bezeichnete Aufgabe: „Wenn der 8. Grad der Fische sich im Meridian eines Ortes befindet und der 8. Grad des Krebses gleichzeitig aufgeht im Augenblick der Geburt eines Menschen, welchen dieser beiden Winkel wirst Du verbinden mit dem im 6. Grad des Stiers befind-

lichen Planeten, der bei der Zeugung oder beim letzten Vollmond vor der Geburt die übrigen Planeten besiegt hat? Die Araber nennen es animodar. Wenn Du vor diesen unsicheren und unentwirrbaren Dingen zurückschreckst, weil Du die Sterndeutung für völlig fraglich hältst, so nenne, bitte, die Polhöhe des Ortes, wo der 8. Grad der Fische im Meridian zur Zeit des Aufganges des 8. Grades des Krebses steht. Dies ist nämlich ein Meisterstück der Sternkunde als Lehrfach. Übungshalber nehme ich die Schiefe zu 24^0 an." Manche Aufgaben betrafen die Bestimmung des Schwerpunktes und des Inhaltes sphärischer Dreiecke oder das Gleichgewicht von Kugeln auf schiefen und senkrechten Ebenen; auch Maximal- und Minimalaufgaben kamen vor. Die meisten Aufgaben waren so schwer, daß Roder es vorzog zu schweigen, obwohl Regiomontan einen Preis von 2 ungarischen Goldgulden für jede Lösung dem versprach, der 6 Aufgaben seines Briefes lösen werde.

Wir wissen nur wenig über seine Nürnberger Arbeiten und besonders über sein großes Unternehmen, die wichtigsten Werke des Altertums und des Mittelalters durch den Druck zu veröffentlichen. Bereits im Brief an Roder ist davon die Rede; denn es tue not, die Werke in einwandfreier Weise zu veröffentlichen, damit die vielen Schreibfehler der Handschriften vermieden würden. Einige Jahre später gab er in einer Bücheranzeige nähere Nachrichten über sein Unternehmen. Demnach sollten die wichtigsten mathematischen, astronomischen und physikalischen Werke des Altertums in lateinischer, allenfalls neuer Übersetzung, veröffentlicht werden; dazu kamen noch einige mittelalterliche Werke und seine eigenen Werke, schon fertige oder erst begonnene. Im ganzen handelte es sich um 29 fremde Werke, davon 9 in neuer Übersetzung, und um 22 eigene Werke, außerdem um verschiedene Erdkarten zusammen mit einer Länderbeschreibung. Auch wird zum Schluß erwähnt, daß in seiner Werkstatt eine wunderbare Kunstuhr hergestellt werde, wie auch Geräte zum Beobachten und zum täglichen Gebrauch. Das war ein riesiges Unternehmen, da man damals erst mit dem Druck wissenschaftlicher Bücher begonnen hatte. Die meisten Drucker veröffentlichten Schulbücher, theologische und Gelegenheitsschriften. Selbst in Italien, wo eher mit dem Absatz wissenschaftlicher Bücher zu rechnen war, hatten die deutschen Drucker Konrad Sweynheim

und Pannartz in Rom erst 1469 die Erdkunde des Strabo herausgebracht; Nik. Jenson in Venedig folgte 1471 mit Macrobius nach. In Ferrara erschienen 1472 die Sphaera des Joh. de Sacrobosco und die Theoria planetarum des G. Sabbionetta und 1475 die Sternbilder des Hyginus; jedoch enthielten sie noch keine Figuren, sondern leere Stellen, damit sich jeder die Figuren selbst hineinzeichne. Unter diesen Umständen hätte Regiomontan nirgends eine Druckerei für seine Pläne gefunden. Deshalb richtete er sich eine Druckerei in seinem Hause ein, wo seine Setzer unter seiner Aufsicht druckten. Er verwendete eigene Typen und führte die lateinischen Lettern in Nürnberg ein. Der Satz wurde mit großen und kleinen Anfangsbuchstaben (Initialen) geschmückt, wie überhaupt auf schönen Satz großer Wert gelegt wurde (Abb. 10). Der letzte Druck enthält einen großen farbigen Holzschnitt. Ein großer Vorteil seiner Drucke waren die vielen mehrfarbigen mathematischen Figuren, die von Michael Wolgemut stammten. Die Figuren wurden mit schwarzer Farbe gedruckt und die anderen Farben mit der Hand aufgetragen. Die Tierkreiszeichen und einige Worte wurden, wohl von Regiomontan selbst, mit der Hand hineingeschrieben und zwar in Anpassung an die Typen mit Antiqua- oder gotischer Buchschrift. Auch die griechischen Wörter wurden hineingeschrieben, ebenso die Verbesserungen der Druckfehler. Die in seiner Druckerei erschienenen 9 Drucke lassen ersehen, welche Ziele er sich steckte und welchen Vorteil seine Druckerei für die deutsche Bildung hätte bedeuten können, wenn es ihm vergönnt gewesen wäre, seine Pläne zu verwirklichen.

An der Spitze seiner Drucke steht die wohl schon 1472 veröffentlichte Planetenlehre seines Lehrers Peuerbach, der bald die Himmelsbeschreibung des Manilius folgte. Dann erschienen 1474 der lateinische und der deutsche Kalender für die Jahre 1475—1531 und die Jahrbücher für die Jahre 1475—1506, sowie die Bücheranzeige und später die Streitschrift gegen Sabbionetta und 2 Schulbücher. Am wichtigsten waren neben Peuerbachs Planetenlehre die Kalender und Jahrbücher, deren Herstellung eine Riesenarbeit erfordert haben muß, handelte es sich doch um die ersten großen Drucke mit Zahlen und Figuren.

Es ist ungewiß, ob Regiomontan die Kosten für die Druckerei und den Betrieb aus eigenem Vermögen bezahlte oder die

Hilfe des Nürnbergers Konrad Scherpp [775, S. 133] in Anspruch nahm. König Mathias dürfte nicht dabei beteiligt gewesen sein, sonst wäre ihm ein Druck gewidmet worden.

Das Unternehmen hätte geschäftlich einen Erfolg bedeutet. Seine Kalender, die in einer Auflage von 1000 Stück gedruckt sein sollen, wurden sehr bald nachgedruckt. Obwohl sie sich alles astrologischen Beiwerks enthielten, wurden um 1475—76, wohl von Hans Sporer in Nürnberg, davon 3 Nachdrucke in Holztafeldruck [780, Nr. 66—68] und von Erhart Ratdolt 3 Nachdrucke von 1478—1496 veranstaltet; dazu kamen noch um 1476 der Nachdruck der Zahlen durch Nik. Götz in Köln und verschiedene astrologisch vermehrte Auflagen von 1508 an. Der lateinische Kalender erlebte noch 10 Nachdrucke von 1476 bis 1514. Auch die umfangreichen Jahrbücher mit ihren vielen Zahlen erfuhren noch 9 Nachdrucke, vermehrt um astrologische Zutaten. Ebenso wurden seine Streitschrift und Peuerbachs Planetenlehre häufig gedruckt. Die Voraussetzungen für das Gedeihen eines wissenschaftlichen Verlages waren gegeben. Um so bedauerlicher ist es, daß sich nach Regiomontans frühzeitigem Tode niemand in Nürnberg fand, der das Werk fortführte und die Zertrümmerung der mit großer Mühe und Sorgfalt eingerichteten wissenschaftlichen Druckerei verhindert hätte. Selbst wenn er sich nur auf die neuen Auflagen der vergriffenen Drucke und auf die Veröffentlichung der von Regiomontan zum Druck vorbereiteten Werke, einschließlich des Briefwechsels, beschränkt hätte, würde er die Entwicklung der Wissenschaften um ein halbes Jahrhundert beschleunigt haben.

Ende Juli 1475 verließ Regiomontan Nürnberg und reiste nach Rom, um dort auf Wunsch des Papstes Sixtus IV. den Kalender zu verbessern. Er mußte seine Beobachtungen aufgeben und ließ seine Geräte und Bücher in Nürnberg zurück. Mitgenommen dürfte er nur solche Arbeiten haben, die sich mit der Kalenderverbesserung befaßten oder ihm sehr am Herzen lagen. Welche Arbeiten er in Rom fertigstellte, ist unbekannt; denn es gibt nur die Nachricht, daß er im Juni 1476 in Rom starb und auf dem Gottesacker, wohl im Campo Santo, beerdigt wurde. Vermutlich fiel er der pestartigen Seuche, die damals in Rom wütete, zum Opfer.

In Rom kam er wohl mit Tolhopf zusammen, der dem Papst 1475 oder 1476 ein Werk über die Planetenbewegung überreichte, worin er ähnlich wie in seiner Mathias Corvinus überreichten Arbeit das Weltgebäude des Ptolemaeus zu vereinfachen suchte und mit 28 Bewegungen auszukommen glaubte. Auch die deutschen Drucker, die seit 1467 sich in verschiedenen italienischen Städten niedergelassen hatten, waren ihm wohl nicht unbekannt, wie auch die deutschen Uhrmacher, die um 1475 in Rom nachweisbar sind. Manche Drucker dürfte er schon 1472 kennen gelernt haben, als er nach Italien zum Bücherkauf reiste. Auch bestand die Möglichkeit, italienische Bekannte wiederzusehen und neue Verbindungen anzuknüpfen: Dominico Maria Novara [775, S. 180], der Lehrer des Coppernicus, und Pellegrino Prisciano [Anm. 19] bezeichneten ihn als ihren Lehrer. Dies ist deshalb sehr wichtig, da Novara, 1454 in Ferrara geboren, und Prisciano, geboren um 1450, zuerst Professor der Astrologie in Ferrara und später Botschafter in Venedig, sicherlich Giovanni Bianchini und damit Regiomontans Briefe und seine Pläne gekannt hatten. Auch Toscanelli dürfte er auf seiner Reise in Florenz wiedergesehen haben; denn Giovanni Pico della Mirandola hat ihn dort gesprochen [Anm. 20] und dies dürfte im Hause Toscanellis gewesen sein, da Pico verschiedenes über Toscanellis Beobachtungen zu berichten wußte [775, S. 67].

Regiomontan starb im Alter von 40 Jahren. Er stand auf der Höhe seines Schaffens und war sehr angesehen. Sein Nachlaß in Rom ist verschollen. Von seinem Nachlaß in Nürnberg ist manche Kunde geblieben. Sein Schüler Bernhard Walther [775, S. 133, 168—174] hatte Regiomontans Beobachtungen bis zu seinem Tode im Jahre 1504 fortgesetzt und damit eine gute Beobachtungsgrundlage geliefert. Er hatte die Bücher und Geräte von den Erben und Konrad Scherpp gekauft, so daß Hans Dorn, der im Herbst 1478 vom König Mathias zum Ankauf dieser Gegenstände nach Nürnberg geschickt worden war, unverrichteter Dinge zurückkehren mußte. Walther bewahrte die Bücher sorgfältig in Kisten und Pulten auf und verwehrte jedem den Einblick. Die Arbeiten, außer dem Beobachten, fortzuführen, fehlte ihm offenbar die Lust. In seinem Testament ordnete er an, daß die Geräte und mathematischen, astronomischen, astrologischen und optischen Bücher als Einheit verkauft werden sollten, um damit

einen ewigen Jahrtag in der Sebalderkirche zu Nürnberg zu errichten. Die Stadt Nürnberg tat sehr wenig, um das Andenken an ihren berühmtesten Gelehrten hoch zu halten und seine Arbeiten vor dem Verderb zu schützen. Die Testamentsvollstrecker waren nur darauf bedacht, die Bücher und Geräte möglichst teuer zu verkaufen und scheuten vor Lügen nicht zurück, um den Preis hochzutreiben. Dabei kümmerten sie sich um die ihnen anvertrauten Sachen nicht, so daß ein Dieb die Geräte stehlen konnte und Bücher wegkamen. Als Kaiser Maximilian einige Bücher haben wollte, weigerten sie sich und es bedurfte erst der Ermahnung des Rates, damit die Testamentsvollstrecker höflicher wurden. Der Verkauf zog sich viele Jahre hin. Willibald Pirkheimer kaufte die meisten Bücher, wohl vor 1519. Jedoch erfolgten noch später Verkäufe von optischen und mathematischen Büchern, so daß offenbar Walthers Bestimmung, daß die Bücher als Einheit verkauft werden sollten, nicht beachtet worden ist. Bezeichnend ist der letzte Verkauf von einem kleinen Astrolab und etlichen Briefen, worunter wohl der Sonnenring und der Briefwechsel gemeint waren, an Hans Buchner [775, S. 187] in Konstanz für 4 Gulden, weil er 1 Gulden mehr zahlte als andere. Um eines Gulden willen wurden der Briefwechsel und der Sonnenring Regiomontans aus Nürnberg weggeben. Bei dieser kaufmännischen Denkweise ist es nicht verwunderlich, daß, als im Jahre 1519 die 150 Gulden für die Errichtung des Jahrtages vorhanden waren und später die Stadt das Kirchenvermögen einzog, der Jahrtag und die Erinnerung daran völlig verschwand und noch jetzt die Sebalderkirche auf das Denkmal wartet, auf dem Walthers Worte zu lesen sein sollten: „Gedenkt durch gots willen des wirdigen hochgelerten und in kunsten erleuchten maister Johannsen Mullers von Kungsperg und aller seiner vorfarn, herren Conrads Scherppen, auch Bernhart Walthers, Cristina seiner hausfrauen und aller irer eltern und wolthettern und wohlthetterin selen!“

Aus wievielen Büchern und Geräten bestand der Nachlaß Regiomontans und Walthers? Pirkheimer hatte 146 Bücher gekauft, worüber 1522 ein Verzeichnis hergestellt wurde. Dagegen waren im Jahre 1512 anscheinend 6 Geräte und 215 Bücher vorhanden. Noch größer wird die Zahl nach Walthers Tod gewesen

sein, da inzwischen Bücher nach Krakau und Italien verkauft worden waren.

Von den Büchern des Nachlasses, die zum Teil bis zu 23 verschiedene Werke enthielten, gehörten mindestens 18 Bücher nicht zum Nachlaß Regiomontans. Genau läßt sich die Zahl dieser Bücher nicht ermitteln, da von den 215 Büchern nur 47 noch nachweisbar sind. Die anderen Bücher sind verschollen.

Wie schon erwähnt, wurde Regiomontans Druckerei nicht fortgeführt. Seine Werke wurden in den nächsten 40 Jahren nicht in Nürnberg, sondern auswärts veröffentlicht, wie der Auszug aus dem Handbuch 1496, die Tabulae directionum 1490, die Tabula primi mobilis 1514. Erst 1514 erfolgte in Nürnberg wieder eine Veröffentlichung von Regiomontans Werken und zwar des Meteoroskopes durch Werner. Dann druckte Pirkheimer 1525 in seiner Ausgabe der Erdkunde des Ptolemaeus die Anmerkungen Regiomontans ab. Größere Veröffentlichungen geschahen von 1531 bis 1544 durch Joh. Schöner, der 10 Arbeiten, darunter die Dreieckslehre, und die Anmerkungen Regiomontans zu 2 fremden Werken herausgab, worauf 1557 sein Sohn Andreas mit der Veröffentlichung der Fundamenta zur Tabula primi mobilis folgte. Auf diese Weise war wenigstens ein Teil der Arbeiten Regiomontans der Vergessenheit entrissen worden. Noch wäre es möglich gewesen die übrigen Werke der Allgemeinheit bekannt zu machen und in einer Gesamtausgabe alle Werke Regiomontans zu vereinigen, wie es damals mit den Werken anderer Gelehrten geschah. Die wiederholten Neuauflagen seiner großen Tafelwerke, des Auszuges und der Dreieckslehre ließen doch ersehen, daß seine Werke immer noch begehrt waren. Leider gab es in Nürnberg niemand, der sich dieser Mühe unterzogen hätte, und so geschah es, daß verschiedene Werke wie der Commensurator und die Probleme zum Handbuch verschwanden, andere wie der Briefwechsel verstümmelt und erst mehr als 300 Jahre später veröffentlicht wurden und sich das Schicksal anderer Werke nicht angeben läßt. Gewiß sind Schöners Veröffentlichungen nicht einwandfrei [775, S. 167, 230, 266, 267], jedoch blieben uns dadurch verschiedene Arbeiten erhalten, die sonst verschollen wären. Das betrübliche Schicksal des Nachlasses muß man sich vor Augen halten, wenn man Regiomontans Leistungen auf Grund seiner erhaltenen Werke beurteilen will. Tat-

sächlich wissen wir von seinen Plänen nur bis 1471, also seinem 35. Lebensjahr, und müssen aus verschiedenen Angaben seine Absichten zu erraten versuchen.

Glücklicherweise sind außer Regiomontans Werken auch Bücher vorhanden, die teils ihm selbst, teils anderen gehörten, worin er seine Anmerkungen am Rande schrieb, wenn ihm irgend etwas vom Inhalt gefiel oder mißfiel oder ihn zu Gedanken anregte. Wenn das Durchlesen einer Abhandlung ihn zu längeren Überlegungen veranlaßte, so pflegte er dies in seine Rechenbücher oder in andere ihm gehörige Bücher einzutragen, deren noch mehrere erhalten sind. Seine Anmerkungen bezeugten zuerst sein Gefallen oder Mißfallen. Später wurden Unterscheidungen gemacht. Hinweise auf Beobachtungen oder Geräte wurden mit roter Tinte, solche über den Inhalt mit schwarzer Tinte geschrieben. Beim Durchlesen der Flores almagesti des Bianchini merkte er am Rande die Mathematiker an, denen Bianchini sein Wissen verdankte. In Italien verwendete er große Mühe auf die Herstellung einwandfreier Texte; deshalb verglich er seine Handschrift mit anderen und trug die Verbesserungen oder die griechischen Wörter des Urtextes ein. Seine vielen Literaturhinweise, die schon um 1454 begannen, lassen zusammen mit seinen noch erhaltenen Werken ersehen, welche Bücher er im Laufe seines Lebens kennen lernte. Wenn wir dabei von Sprachlehren und philosophischen, religiösen und literarischen Werken absehen, so sind es außer den Werken der Wiener Magister Heinrich von Langenstein, Joh. von Gmunden und Georg Peuerbach folgende Werke: in der Mathematik von Aḥmed ibn Jūssuf (Hametus), Apollonios, Archimedes, Banū Mūsā, Boetius, Bradwardinus, Dominicus de Clavasio, Robert v. Grosseteste (Lincolniensis), Jean de Lignières, Nik. v. Cues, Diophant, Euklid, Eutokios, Gernardus, Heron, Hippokrates von Chios, Jordanus, Menelaos, Jean de Murs, Nic. Oresme, Raimundus Lullus, Serenos, Theodosios, Theon von Alexandria. In der Physik: Aristoteles (Mechanik und Physik), Bacon, Euklid (Optik, Spiegel), Heron (Mechanik, Pneumatik), Ibn al-Haitham, Ptolemaeus, Thābit, Thideus, Witelo. In der Erdkunde: Dionysius Afra, Ptolemaeus, Strabo. In der Musik: Boetius, Jean de Murs, Ptolemaeus. In der Sterndeutung: Petrus de Abano, ʿAbd al-ʿAzīz (Alcabitius), Abū Ma'schar (Albumasar), Abū Naṣr Manṣūr (Almansor), Pierre

d'Ailly (Alliacus), Albertus Magnus, Abū-l-Ḥasan ʿAlī ibn abī-l-Rijāl (Albohazen, Hali Abenragel), ʿAlī ibn Riḍwān, John Ashenton, Astrampsychos, Abraham Avenare, Sahl ben Bischr (Zael), Enno, Franciscus de Esculo, Joh. Gazulus, Hephaistion, Hermes, Hippokrates, Math. Guarimbertus, Leopold von Österreich, Māshāllah (Messahalah), Anton. de Montulmo, Jul. Firmicus Maternus, ʿOmar ibn al-Farruchān, Bapt. Piasius, Lud. Rigius, Ptolemaeus, Thābit, Theon v. Alexandria. In der Astronomie besaß er in der Sternkunde: Aristoteles, Autolykos, al-Battānī (Albategnius), Beda, Hesiod, Jul. Hyginus, Hypsikles, Macrobius, Manilius, Joh. de Sacrobosco, Theodosios; in der Planetenlehre: Jacopo d' Angiole (Angelus), Barlaam, al-Biṭrūjī, Bianchini, Nik. Cabasilos, Joh. Campanus, Dschābir, al-Farghānī, Nic. Oresme, Proklus, Ptolemaeus, Gherardo da Sabbionetta (Cremonensis), Thābit, Theon von Alexandria, Georg von Trapezunt, Der kleine Almagest; ferner von Planetentafeln: Alfonsische Tafeln, Bianchini, Abraham ben Aia und Levi ben Gerson, Burkard Nestler, Oxforder Tafeln, Toleder Tafeln und von Schriften über Geräte: Joh. de Dondis, Levi ben Gerson, Jordanus, Jakob ben Machir, Ptolemaeus, Richard of Walingford, Joh. Simon.

Die obige Zusammenstellung enthält sicherlich nicht alle Gelehrten, deren Bücher Regiomontan gelesen hatte. Immerhin können wir annehmen, daß er alle für ihn in Betracht kommenden Werke, mögen sie lateinisch oder griechisch geschrieben sein, durchgesehen hat, wenn er sich Klarheit über einen Gegenstand verschaffen wollte. Das Durchlesen brachte ihn auf Gedanken, die sich in Anmerkungen oder in besonderen Zusätzen oder Abhandlungen äußerten. So regte ihn die Durchsicht unübersichtlicher Arbeiten zu eigenen Ergänzungen und schließlich zu neuer Bearbeitung desselben Gegenstandes an.

Nicht selten bemängelte er eigene Arbeiten. So verrechnete er sich bei der Lösung seiner Aufgaben in seinem 2. Brief an Bianchini und rügte sich selbst mit den Worten „Du hast dich überstürzt", woraufhin er die Rechnung auf besonderem Zettel fehlerfrei zu Ende führte. Der Briefwechsel, der uns glücklicherweise erhalten blieb, offenbart seine Arbeitsweise. Was ihm in den Sinn kam, schrieb er nieder. Wie er 1464 an Bianchini schrieb: „Aber ich weiß nicht, wohin die Feder entweichen

wird; sie wird das ganze Papier verbrauchen, wenn ich sie nicht zurückhalte. Eine Frage nach der andern fällt mir ein und soviele schöne Fragen kommen mir in den Sinn, so daß ich ungewiß bin, welche ich vorbringen soll." Schließlich merkte er, daß er noch etwas vergessen hatte und trug es nach, so daß mancher Brief mehrere Schlüsse hat und es schwer ist zu entscheiden, welchen Brief er abgesandt hatte. Nicht weniger als 668 Aufgaben und Lehrsätze lassen sich in seinen Arbeiten und Briefen nachweisen; so sehr liebte er diese Denkart. Dabei hatte er für manche Aufgaben 3 bis 6 Lösungen bereit.

Unter seinen Aufgaben spielen die mathematischen die Hauptrolle. Alle Arten der Mathematik pflegte er. Mit 20 Jahren befaßte er sich mit den sog. Vollkommenen Zahlen. Die ersten vier waren bekannt. Er berechnete die 5. und war mit der 6. soweit gekommen, daß eine kurze Rechnung ihm auch diese Zahl geliefert hätte. Da hörte er damit auf; vielleicht behagte ihm die Rechnung nicht. Gleichzeitig beschäftigte er sich mit den Figuren gleichen Umfanges und mit der Vergleichung von Vielecken mit Kreisen, vielleicht durch die Untersuchungen des Nikolaus von Cues angeregt. Um 1460 folgte eine Arbeit über die Kreisinhalte und 1464 über die Quadratur des Kreises. Auch berechnete er eine jetzt verschollene Tafel der Bögen und Inhalte.

Besonders befaßte er sich mit der Dreieckslehre und mit der Anwendung der Sinusrechnung. Die Beschäftigung mit dem Handbuch des Ptolemaeus und die Herstellung des Auszuges daraus führte von selbst auf die sphärischen Dreiecke. Als Regiomontan 1462 den Auszug beendet hatte, ging er sofort an die Dreieckslehre und zwar zuerst an die sphärischen Dreiecke. Unter Benützung des Sinussatzes und zweier für das rechtwinklige Dreieck geltenden Lehrsätze behandelte er die Berechnung der verschiedenen Seiten und Winkel. Dann behandelte er das ebene Dreieck, wobei er den Sinussatz einführte und auf seine Sinustafel, berechnet mit sinus $90^0 = 6\,000\,000$, hinwies. Hier kommen auch Aufgaben vor wie „Den Winkel gegenüber der Grundlinie eines Dreiecks zu berechnen, wenn das Produkt der benachbarten Seiten und die Dreiecksfläche bekannt ist". Zuletzt kehrte er zum sphärischen Dreieck zurück und führte den Cosinussatz und den sinus versus ein. Die Dreieckslehre wurde nicht zu Ende geführt, so daß sie später in unvollendetem Zu-

stand veröffentlicht werden mußte. Obwohl unvollständig, wurde sie zur Grundlage für die spätere Entwickelung der modernen Dreieckslehre.

Zur Dreieckslehre gehören Sinustafeln. Bereits 1462 sprach er von einer Sinustafel zu 6 000 000 und zwar für jede Bogenminute. Das war ein großer Fortschritt gegenüber Peuerbachs Tafel für je 10′ und für sin $90^0 = 600\,000$. Der nächste Schritt war die Einführung des Halbmessers zu 10 Millionen. In Padua berechnete er 1464 eine Tafel der Sonnendeklination, wobei sin $23^0 30' = 10\,000\,000$ gesetzt ist. Dieselbe Zahl legte er seiner neuen Sinustafel zu Grunde, die er 1468 in Buda vollendete. Auch berechnete er eine Tangententafel für tg $45^0 = 100\,000$.

Neben den Sinus- und Tangententafeln schuf er Tafelwerke zur Erleichterung der Rechnungen im sphärischen Dreieck, die ohne Logarithmentafeln sehr zeitraubend sind. Schon in Venedig 1463 begann er mit seiner Tabula primi mobilis, welche zur Entnahme von α oder a dient, die gemäß den Formeln $\sin(90^0 - a) = \sin(90^0 - b) \cdot \sin(90^0 - c)$ und $\sin(90^0 - \alpha) = \sin(90^0 - a) \cdot \sin\beta$ berechnet wurden. Dieses große Tafelwerk wurde in Buda vollendet und König Mathias überreicht. Auch seine Tabulae directionum, die er dem Erzbischof Johann Vitez überreichte, dienten ähnlichen Zwecken; ihnen wurden die für die Gestirnungen nötigen Häusergrenzen entnommen.

Um Aufgaben der sphärischen Astronomie ohne Dreiecksberechnungen und Tafeln lösen zu können, wurden das bewegliche Spinnennetz des Astrolabes und die Kurvennetze auf den Astrolaben und Quadranten benützt. Auch die von al-Zarkālī erfundene Himmelsscheibe „Safea" diente dafür, besonders nachdem Regiomontan einen Zeiger mit beweglichem Arm angebracht hatte. Diesen Zeiger benützte er auch zu einer wesentlichen Verbesserung des von den Arabern erfundenen Sonnenquadranten mit dem Schieber, des schon erwähnten Nomogrammes. Bei diesem ließ sich aus der beobachteten Sonnenhöhe und der Sonnendeklination sofort die Tagesstunde ersehen. Regiomontan benützte in seinem Allgemeinen Uhrtäfelchen (Quadratum horarum generale) statt des Schiebers ein festes Kurvennetz der Sonnendeklination und Polhöhe; es ließ, nach der Einstellung auf die Sonne, die Tagesstunde entnehmen mit einem Faden, der am beweglichen Arm eines Zeigers befestigt war und einen Knoten trug.

Dabei sind die 4 Veränderlichen: Sonnenhöhe, Sonnendeklination, Stundenwinkel und Polhöhe durch eine Gleichung verbunden. Bewundernswert ist der Einfall, mit einer so einfachen Einrichtung 3 Umstände zu berücksichtigen [Anm. 21]. Dieses Uhrtäfelchen machte er zuerst in seinen Kalendern 1474 bekannt, nachdem er den Zeiger mit dem beweglichen Arm um 1460 an der Safea angebracht hatte.

Von Nürnberg aus fragte er Roder, ob sich in Erfurt nicht ein Buch über das Gleichgewicht fester Körper befände, wodurch die Untersuchungen über die Gleichungen höheren Grades gefördert werden könnten. Denn diese Untersuchungen könnten über die Gleichungen 3. und 4. Grades nicht ausgedehnt werden, wenn nicht zuvor eine Geometrie der Gleichgewichtsfiguren herausgegeben werde. Gleich wie die 3 fertigen Abschnitte sich auf die Gleichgewichte der Oberflächen stützen, so müsse eine Erweiterung von der Umwandlung der festen Körper ausgehen. Daraus geht hervor, daß von seinem Buch über die Gleichgewichte bereits 3 Abschnitte fertiggestellt waren. Vermutlich nahm er es nach Italien mit, wo es verschollen sein dürfte wie auch eine andere Arbeit über die 5 regelmäßigen Körper, welche von ihnen den Raum ausfüllen und welche nicht. Merkwürdigerweise gibt es unter den Arbeiten des Maurolico eine Handschrift gleichen Titels, welche die Vermutung aufkommen läßt, daß Maurolico von dieser Arbeit Regiomontans nicht nur durch die Bücheranzeige Kenntnis hatte [775, S. 138].

Wohl in Nürnberg entstand ein Lehrbuch der Geometrie „Commensurator", das in 450 Lehrsätzen und Aufgaben eine Einführung in das Gebiet gibt; einige Zusätze behandeln Maximal- und Minimalaufgaben und andere Aufgaben, wovon er die folgende durch die Bemerkung „Löse es ohne Kunstgriff, und du wirst gelobt" hervorhebt: „Wenn der Inhalt eines Dreiecks und eine Seite und das Verhältnis der beiden anderen Seiten gegeben sind, jede dieser beiden Seiten zu finden". Die Berechnung der Seiten führt zu Gleichungen vierten Grades.

Vollkommene Zahlen, Untersuchungen über Maximum und Minimum, Sinus- und Cosinussatz, Sinus- und Tangententafeln, monographische Figuren, Gleichgewichte von Körpern und Oberflächen, Raumausfüllung der 5 regelmäßigen Körper — so sah

das mathematische Rüstzeug aus, mit dem Regiomontan an die Erneuerung der Sternkunde heranging.

In den Briefen an Roder und Jakob von Speyer kamen Aufgaben aus der Musiklehre vor. Schon um 1457, in Wien, beschäftigte er sich damit. Da gibt es einen merkwürdigen Aufsatz über die Teilung des Monochords und über das Verhältnis der Töne mit einer Tafel zur Umwandlung der Tonzahlen in Winkel, wobei die kleinste Tonzahl 93 312 gleich $10^0 8'$ und die größte Zahl 663 552 gleich $72^0 0'$ gesetzt wird, während eine Nebenspalte für die kleinste Zahl 354 294 den Winkel $36^0 59'$ und für die größte Zahl 663 552 den Winkel $60^0 0'$ angibt. Was hat das zu bedeuten? Die Musikgeschichte schweigt sich darüber aus. Vielleicht war es nur ein Einfall des Einundzwanzigjährigen, vielleicht ein Gedankenblitz, der unbekannte Gegenden erhellt. Kepler wurde zu seinem Gesetz über die Beziehung zwischen den Abständen und Umlaufszeiten der Planeten durch Betrachtungen über die Harmonie der Töne geführt. Konnte der vielseitige Regiomontan nicht ähnliche Einfälle haben?

Auch mit physikalischen Untersuchungen über das Gleichgewicht von Kugeln auf senkrechten und schiefen Ebenen, über Waagen und über Brennspiegel beschäftigte er sich seit 1465. So lautete eine Jakob von Speyer gestellte Aufgabe: „Ich besitze einen ringförmigen Spiegel des Archimedes aus einem parabolischen Spiegel geschnitten, dessen größerer Umfang 5 und dessen kleinerer Umfang 3 Fuß beträgt, während die Tiefe des Spiegelringes 2 Fuß ist. Gesucht wird der Brennpunkt." In Padua wollte er sich Brennspiegel herstellen lassen. Auch mit der Ballistik befaßte er sich, wie aus einer Frage an Roder hervorgeht. Arbeiten über Kalibermaßstäbe, Gewichte und Wasserleitungen wurden in der Bücheranzeige erwähnt.

Die Mathematik betrieb er zum Vergnügen und Zeitvertreib; am Herzen aber lag ihm die Beobachtung und Darstellung der Himmelsvorgänge. Mit Recht konnte er in seinem Briefe an Roder bedauern, daß heute Leute hervorragende Astronomen genannt werden, welche gelernt haben irgendwie den Lauf der Gestirne zu berechnen, gewohnt, die Sternkunde in ihrer Schreibstube und nicht am Himmel zu betreiben. Bereits in Wien lernte er die gebräuchlichen Beobachtungsgeräte wie Astrolab, Quadranten, Himmelskugeln und Peuerbachs Geometrisches Quadrat kennen.

Um 1457 beschrieb er ein Instrumentum amussis (Richtscheit) zur Messung von Sonnenhöhen, wobei die Kreisscheibe nur im Umfang von 15^0 geteilt ist und mehrere drehbare Lochabsehen verwendet werden, ein sinnreicher Versuch mit der Teilung eines kurzen Kreisbogens auszukommen. In Ungarn folgte später die Herstellung eines Dreistabes mit einer Teilung bis zu 140 000 für Höhenmessungen, hauptsächlich der Sonne, wobei der Höhenwinkel aus den anderen Seiten des gleichschenkligen Dreiecks berechnet wurde. Für Vitez stellte er ein Türkengerät her, dessen Nachahmung in Krakau vorhanden ist und verschiedene für die Wiener Schule eigentümliche Neuerungen zeigt, nämlich eine moderne waagrechte Sonnenuhr und einen Kompaß mit Mißweisung. Die wichtigste Neuerung ist eine geriefte Skala zum Einstellen der Äquatorplatte [Abb. 775, Tafel 46]. Die Riefen verengen sich mit wachsender Polhöhe und zwar gemäß der Tangentenformel. Zum Beobachten benützte er Astrolabe, Dreistab und Jakobstab; sein Jakobstab, den er zuerst beim Kometen von 1472 verwendete, zeichnete sich durch seine Stifte vor dem Jakobstabe des Levi ben Gerson aus [Abb. 775, Tafel 44]. Auch sah er eine Armille vor; ob er noch zu ihrer Herstellung kam, ist ungewiß. Walther schaffte später eine an.

Außer Beobachtungsgeräten schuf er Sonnenuhren verschiedener Art und Pappgeräte zur Darstellung des wahren Mondlaufes, zum Entwurf einer Sonnenuhr und zur Umrechnung der gleichlangen Stunden in Planetenstunden, die er seinen Kalendern beigab.

Erst die Kometen von 1456 und 1457 scheinen ihn zum Beobachten angeregt zu haben. Beim Halleyschen Kometen von 1456 beschränkte er sich auf die Angabe der Sichtbarkeit, während er beim nächstjährigen Kometen den Ort seines Aufleuchtens und Verschwindens sowie seine Farbe angab. Im gleichen Jahr beobachtete er mit Peuerbach die Mondfinsternis und berechnete Anfang und Ende der Finsternis aus den gemessenen Sternhöhen. Auch stellte er fest, daß die Zusammenkunft von Jupiter und Mars 4 Tage eher stattgefunden habe, als aus der Berechnung folgen sollte. Nunmehr widmete er sich der Beobachtung des Mars, dessen Ort er mit Hilfe der Nachbarsterne bestimmte, und fand eine Abweichung von 2^0, gelegentlich von $1\frac{1}{2}^0$ und gelegentlich noch weniger gegenüber der Berechnung;

daraus schloß er im Jahre 1464, daß ein Fehler des Ausgangswinkels nicht vorliegen könne, da dann der Unterschied zwischen Beobachtung und Rechnung immer gleichgroß sein müsse. Demnach müsse ein Fehler in seiner Exzentrizität oder im Halbmesser seines Epizykels vorliegen. Den Merkur bekam er in Wien nicht zu sehen; erst 1462 scheint er ihn zum erstenmal gefunden zu haben. Mit Recht schloß er auf Fehler in den Angaben des Ptolemaeus.

In Nürnberg bevorzugte er die Sonnenbeobachtungen, offenbar um eine Grundlage für die Bestimmung der Jahrespunkte und damit der Jahreslänge zu erhalten. Mit diesen 29 Sonnenbeobachtungen sind 31 von ihm beobachtete Sonnenhöhen bekannt. Über die anderen Planeten stellte er 30 Beobachtungen, hauptsächlich in Italien, an; dazu kommen noch die Beobachtungen von 9 Finsternissen in den Jahren 1457 bis 1471 und eine Beobachtung des Kometen von 1472, dessen Größe und Abstand zu bestimmen er in einer geistreichen Schrift versuchte. Regiomontans Beobachtungen wurden durch seine Abreise nach Rom im Sommer 1475 unterbrochen. Dafür setzte sein Schüler Bernhard Walther die Beobachtungsreihe bis zu seinem Tod 1504 fort und zwar durch Messung der Sonnenhöhe und durch Beobachtung des Ortes der Planeten in Bezug auf mehrere Anhaltssterne. Er benützte dazu eine Armille, die er mit 6 Anhaltssternen einstellte. Die gegenseitige Lage der Anhaltssterne zur Sonnenbahn und den Jahrespunkten bestimmte er nicht mit dem Mond, sondern mit der Venus, was Brahe später nachahmte. Walther [775, S. 171—173] war ein sehr geschickter und sorgfältiger Beobachter; er beachtete auch die Beobachtungsumstände und entdeckte die Wirkung der Strahlenbrechung. In seinem Beobachtungsverfahren dürfen wir wohl den Einfluß Regiomontans erblicken, den er als seinen Lehrer zu bezeichnen nicht unterließ. Alle diese Beobachtungen Walthers, nämlich 746 Sonnenhöhen und 615 Beobachtungen der Planeten, einschließlich einiger Finsternisse und Kometen, waren so angelegt, daß sie als Grundlage für die Erneuerung der Planetenlehre dienen sollten. Leider kam Walther nicht zu ihrer Verwertung; auch die anderen Nürnberger Sternforscher wußten mit diesem Beobachtungsschatz nichts anzufangen. Erst später wurden sie zur Prüfung der Veränderlichkeit der Bahnelemente herangezogen. J. Cassini [130, S. 113,

197, 232] verglich die daraus abgeleiteten Elemente und zeigte, daß sie nicht schlechter als die des Coppernicus sind; so fand er die Jahreslänge zu 365 Tagen 5 St. 48 Min. 51 Sek. aus den Beobachtungen Walthers, 43 Sek. aus den Beobachtungen des Coppernicus und 47 Sek. aus den Beobachtungen Brahes.

Die Kalenderverbesserung wurde damals sehr erörtert. Nikolaus von Cues, Hermann Zoest und vorher Pierre d'Ailly, Jean de Murs und andere hatten Arbeiten veröffentlicht und dem Papst oder den Konzilen überreicht. Auch Regiomontan hatte sich schon in Wien mit der Zeitrechnung beschäftigt. Dann scheint er von Bessarion veranlaßt worden zu sein, die kirchliche Osterrechnung zu prüfen und Vorschläge zu machen, um dem unhaltbaren Zustand ein Ende zu bereiten, daß Ostern von den christlichen Kirchen zu verschiedenen Zeiten gefeiert wurde. Regiomontans Untersuchung legte Bessarion anscheinend seinen Vorschlägen zu Grunde, die er 1470 dem Papst Paul II. machte. In diesem Schreiben sind dieselben Überlegungen zu finden wie in Regiomontans lateinischem Kalender, worin er am Schluß einen Abschnitt über die Fehler der kirchlichen Osterrechnung anfügte. Er erklärte ausdrücklich, daß er dies nicht in der Absicht zurechtzuweisen tue, vielmehr um zur Vorsicht zu mahnen, wenn ein unfrommer Vorwurf erhoben werde. Es sei nicht leicht, unvorhergesehene Geschosse zurückzuschleudern. Immerhin möge es erlaubt sein, den Fehler an Hand von Zahlen zu erläutern. Die Fehler seien infolge der falschen Annahmen über die Jahresdauer und über den Mondwechsel entstanden und offensichtlich, so daß bereits Kardinal Bessarion sich als Legat in Venedig damit beschäftigt habe. Ihm selbst seien die Fehler von vielen Menschen und von einigen Juden oft vorgeworfen worden. Deshalb teile er für die Jahre 1475—1531 die Zeiten des Osterfestes gemäß der üblichen kirchlichen Rechnung und gemäß der richtigen Rechnung mit.

Im Jahre 1475 reiste Regiomontan nach Rom, um auf Wunsch des Papstes den christlichen Kalender zu verbessern. Geschah diese Einladung auf Grund des Abschnittes im lateinischen Kalender oder auf Grund einer besonderen Schrift über die Kalenderverbesserung „De instauratione kalendarii ecclesiae", deren Veröffentlichung er in seiner Bücheranzeige vorsah? Man möchte an das Vorhandensein einer solchen Schrift denken und

zwar aus folgendem Grunde: M. Chemnitius berichtete 1584 [138, S. A II v], daß er beim Besuche der Biblioteca Prutenica die Schrift Regiomontans „Consilium de reformatione calendarii" gesehen habe. Dieser Mitteilung ist besonderer Wert beizulegen, da Chemnitius von 1550—1553 Bibliothekar des Herzogs Albrecht war und demnach die Herzogliche Bibliothek (Bibliotheca Prussiana) kannte. In der Universitätsbibliothek Königsberg, welche die frühere herzogliche Bibliothek enthält, ließ sich 1941 diese Kalenderschrift nicht nachweisen. Allerdings ist das Handschriftenverzeichnis nicht vollständig. Andererseits kannten Stiborius (Stöberl) und Tannstetter eine Arbeit Regiomontans, als sie auf Verlangen Kaiser Maximilians 1514 ein Gutachten über die Kalenderverbesserung abgaben. Darin betonen sie [683, S. A IIr, AIV r v], daß sie ihr Wissen Regiomontan, der Zierde ganz Deutschlands und dem Fürsten der Mathematik, verdanken und bringen als Beispiel seine Berechnung für 1503, worin er zeige, daß unter Zugrundelegung der mittleren Sonnen- und Mondbewegung Passah und Ostern am 11. April gefeiert werden müsse, während aus der wahren Bewegung für Passah der 12. April und für Ostern der 19. März folgen müsse, daß also sowohl die kirchliche als auch die jüdische Rechnung falsche Daten ergäben. Dieses Beispiel kommt im lateinischen Kalender nicht vor, weshalb Stiborius und Tannstetter es wohl nur dem von Chemnitius erwähnten Consilium entnommen haben können. Dasselbe ist wohl auch der Fall mit Joh. Eck, der in seinem Gutachten [243, S. bIIII r] von Regiomontans Ostertafel für die Jahre 1514 bis 1552 berichtet, die im lateinischen Kalender auch nicht vorkommt. Dagegen bezog sich Prisciano in seinem Kalendervorschlag von 1508 [481, S. 24, 27] auf Regiomontans lateinischen Kalender und Paul von Middelburg in seinem Buch über die Osterfeier [501, II. Pars 6. lib.] entnahm Regiomantans Ansatz des Todes Christi dem 2. Briefe Regiomontans an Jakob von Speyer. Paul von Middelburg kam 1479 als Dozent nach Padua und darauf nach Urbino, wo er Nachfolger Jakobs bei Federico di Montrefeltro wurde und Gelegenheit hatte die Briefe Regiomontans kennen zu lernen.

Regiomontan wurde der Nachwelt als der große Sterndeuter bekannt. Besonders unter seinem Namen Königsberger gedruckte Schriften wurden immer wieder aufgelegt und unter seinem

Namen ausgehende Vorhersagen fanden weite Verbreitung. Wie verhielt er sich zur Sterndeutung, die zu seiner Zeit allgemein herrschte und häufig an den Hochschulen gelehrt wurde? In Wien deutete er die Geburtszeit für Leonore von Portugal, die spätere Kaiserin, und für deren Sohn Kaiser Maximilian I. Seine Vorhersage des Schicksals Leonores wurde durch die Tatsachen Lügen gestraft, was ihm wohl nicht entgangen ist. In Wien berechnete er auch fleißig Jahrbücher der Planetenbewegungen und dürfte darauf geachtet haben, ob das Wetter sich so verhalte, wie es gemäß den Stellungen der Planeten geschehen sollte. Wenigstens schrieb er von 1454 an im Jahrbuch das Wetter auf. Wenn es sich auch nur um vereinzelte Beobachtungen handelt, so sind diese Beobachtungen von 1454—1458 doch die ersten Wiener Wetterbeobachtungen. Zugleich handelt es sich um die früheste Benützung der Jahrbücher zu Aufzeichnungen über Himmels- und Wettervorgänge. Seine später gedruckten Jahrbücher wurden vielfach in ähnlicher Weise benützt und bilden deshalb zusammen mit den von Joh. Stöffler fortgesetzten Jahrbüchern eine Quelle für Beobachtungen und geschichtliche Bemerkungen des 15. und 16. Jahrhunderts, bis die Schreibkalender sie ablösten. Neben diesen Berechnungen befaßte er sich in Wien um 1456 mit den Grundlagen der Sterndeutung; er verglich den Einfluß des Sternhimmels und des täglichen Umschwunges miteinander und erklärte den Himmel des täglichen Umschwunges mit den Tierkreiszeichen für wichtiger als den Sternhimmel mit den Sternbildern. Dann untersuchte er die Behauptungen verschiedener Sterndeuter und schloß mit dem Satz: „Das Geschick des Menschen ruht in seinem Gott; Gott nämlich erniedrigt und befreit". Im nächsten Jahr begannen seine Überlegungen über die Einteilung der Häuser und über die sog. Direktio. Um das Bewegungsspiel der Gestirne in eine Beziehung zum Geburtsort des Menschen, dessen Schicksal aus den Sternen zu entnehmen ist, zu bringen, wurde der Horizont in 12 gleiche Teile, die Häuser, eingeteilt. Um diese Einteilung auf den Himmel zu übertragen, teilte er den Äquator in 12 gleiche Teile durch größte Kreise, die sich im Nordpunkt und im Südpunkt des Horizontes schneiden. Und die Direktio oder Leitung bedeutete ihm die Drehung der Himmelskugel im Sinne des 1. Umschwunges, bis ein Gestirn ein anderes erreicht hat. Wohl noch in Italien dürfte er mit der Be-

rechnung von Tafeln zur leichten Entnahme der Häusergrenzen, nämlich der Tabulae directionum begonnen haben, die er später Joh. Vitez widmete; sie wurden so beliebt, daß später 11 Auflagen erschienen.

Gewiß beschäftigte er sich in Italien noch mit der Sterndeutung, z. B. mit der damals erörterten Frage, ob die Zusammenkunft gewisser Planeten das Auftreten eines neuen Propheten zur Folge haben werde; aber auf die astrologischen Fragen Jakobs von Speyer ging er nur zögernd ein und suchte das Frag- und Antwortspiel auf den mathematisch-astronomischen Untergrund der Sterndeutung zu lenken. Von Geburtsdeutungen und den damals so beliebten Jahresvorhersagen und Kometenschriften findet sich in dieser Zeit und später keine Spur. Dabei waren Vitez und Mathias, wohl auch Bessarion, der Sterndeutung sehr zugetan. Wie Regiomontan damals darüber dachte, lassen folgende Worte seines Briefes an Roder 1471 ersehen: „Er möchte seine Zeit nicht zu sehr mit den astrologischen Vorhersagen vergeuden, obwohl sich im Laufe des Briefwechsels noch Gelegenheit bieten werde, darüber zu schreiben; was daran schwankend und fragwürdig sei, wie ihre Verfasser sich gegenseitig widersprechen, und, was das Schlimmste sei, nicht einmal sich treu bleiben, darüber würde nächstens eine Schrift veröffentlicht werden." Auch aus seiner Frage, die er als das Meisterstück der Sternkunde bezeichnete (S. 60) geht deutlich hervor, daß ihn an der Sterndeutung nur die mathematischen Erwägungen reizten. Für die Deutung selbst hatte er nichts übrig. Und so handelte er auch später, als er in seiner Druckerei die Gelegenheit hatte, die damalige Vorliebe für die Sterndeutung geschäftlich auszunützen. Er veröffentlichte keine Vorhersagen und Tafeln der Neu- und Vollmonde, sogar das Erscheinen des Kometen von 1472 ließ er vorübergehen, ohne durch die beliebte Deutung des Kometen Geld zu verdienen. Obwohl die Volkskalender mit ihren astrologischen Zutaten sehr beliebt waren, beschränkte er sich in seinen Kalendern auf eine kurze Gebrauchsanweisung zur Feststellung der Aderlaßzeit gemäß dem Mondlauf und bemühte sich den deutschen Kalender verständlich zu schreiben, Fremdwörter zu vermeiden und Neubildungen wie „Sonnenuhr" und „Finsternis" einzuführen.

Es war ein Verhängnis, daß Regiomontans Bemühungen, die Sterndeutung zurückzudämmen und das Wissen in einwandfreier Form ins Volk zu bringen, durch seinen frühen Tod verhindert wurden. Schon wenige Jahre später wurden seine Jahrbücher durch astrologische Zutaten vermehrt und dadurch der Absatz gesteigert. Der Drucker Erhart Ratdolt ließ durch den Arzt Mariensüß die Einleitung der Jahrbücher umändern. Später erweiterte der Züricher Drucker Hans am Wasen den deutschen Kalender durch umfangreiche Vorschriften über die Wirkung der Planeten und Zeichen, über Aderlassen, Komplexionen und Gesundheitsregeln. Damit war der Kalender dem Geschmack der Zeit angepaßt. Der Absatz steigerte sich. Selbst über 1531 hinaus, bis wann Regiomontans Kalender galt, erschienen neue Auflagen. Der Kalenderteil trat zurück. Wichtig erschienen nur noch die Zutaten, die unter verschiedenem Namen als Temporal oder „des weitberühmten M. Johannen Künigsbergers Natürlicher kunst der astronomei kurtzer Begriff" gedruckt wurden, bis sie schließlich im „Großen Planetenbuch" aufgenommen wurden, das bis 1852 außerordentlich viele Auflagen erlebte. Somit wurde der Name des Johann Königsberger so berühmt, daß noch unter diesem Namen jährlich Vorhersagen bis 1803 erschienen und eine Vorhersage auf das Jahr 1588 durch die Verbindung mit seinem Namen zugkräftiger wurde, so daß sie noch 1688 und sogar 1788 wieder aufleben konnte [Nr. 775, S. 154—155; Nr. 780, S. 19—20].

Nicht der Sterndeutung, sondern der Sternforschung wollte Regiomontan dienen. Mit zunehmendem Alter kehrte er sich von der Sterndeutung ab, mußte er doch bald einsehen, daß die Vorhersagen deshalb nicht stimmen konnten, weil die Bahnelemente der Planeten nicht genau genug bekannt waren. Schon die Wiener Beobachtungen zeigten ihm Fehler in den Marsörtern; Merkur war trotz aller Vorausberechnung nicht zu finden. Auch die Beobachtungen der Venus paßten nicht zur Vorausberechnung. Der Widerspruch zwischen Beobachtung und Rechnung und die Widersprüche in der Deutung der Gestirnstellungen durch die Sterndeuter, alles dies verleidete ihm die Freude an dieser damals hochgeschätzten Kunst. Sein kritischer Geist durchschaute die glänzende Oberfläche; aber auch in der Planetentheorie bemerkte er Widersprüche. Als er mit 20 Jahren das Buch des al-Biṭrūjī durchlas, entdeckte er darin manche Fehler und bemerkte am

Rande, daß al-Biṭrūjī offenbar die epizyklische und die exzentrische Bewegung nicht unterscheiden könne, und fügte an anderen Stellen hinzu: „Überlege sorgfältiger, was die Bewegung um eine beliebige Mitte bedeutet" und „Was wirst du zur Längenbewegung der Venus sagen? Sie ist an die Sonne gekettet, was für die 3 oberen Planeten nicht zutrifft; allerdings besitzt sie eine von der Breitenbewegung dieser 3 oberen Planeten verschiedene Bewegung in Breite. Ferner sind die 3 oberen Planeten durch ihre Epizykelbewegung an die Sonne gekettet, was für die Venus keineswegs zutrifft." Er fühlte sich veranlaßt darüber in seinem Rechenbuch, in das er die Planetenlehre seines Lehrers Peuerbach und die Planetenlehre Heinrichs von Langenstein geschrieben hatte, eine kleine Untersuchung über die Annahme des al-Biṭrūjī, daß die Planeten sich auf gleichmittigen Kugelschalen bewegen, anzustellen. Er kam zur Ablehnung dieser Annahme für Venus und Merkur und bemängelte auch die Annahme, daß sie sich oberhalb der Sonne befinden sollten. Aus der Beobachtung folge, daß sie ähnlich zum Horizont und Zenit stehen wie die Sonne. Da die Sonne der Quell der Wärme und des Lichtes sei, müsse sie mitten zwischen den Planeten sein wie der König im Königreich, wie das Herz im Lebewesen. Auch die Annahme, daß Venus und Merkur sich rascher bewegten, wenn sie unterhalb der Sonne seien, wäre nicht zulässig; vielmehr bewegten sie sich in ihrer Bahn gelegentlich rascher, gelegentlich langsamer. Auch dürfe man nicht einwenden, daß sie sonst die Sonne verfinstern müßten; denn die Sonne sei so groß, daß ihre Verfinsterung durch Venus oder Merkur von den Menschen keineswegs bemerkt werden könne.

Wie kam der junge Regiomontan auf diese merkwürdigen Gedanken? In der Planetenlehre Peuerbachs wird die Bewegung der 3 oberen Planeten gesondert von der Bewegung der Venus und des Merkur behandelt. Es wird darauf hingewiesen, daß ein Zusammenhang zwischen dem Abstand der oberen Planeten von der Sonne und ihrer Bewegung im Epizykel besteht. Bei der Venus wird von der Harmonie ihrer Bewegung mit derjenigen der Sonne gesprochen, so daß ihre mittlere Bewegung übereinstimmt. Dagegen fehlt beim Merkur ein solcher Hinweis. Wir sehen also, daß Peuerbachs Lehrbuch die Aufmerksamkeit Regiomontans auf die unterschiedlichen Beziehungen der 4 Pla-

neten zur Sonne lenken konnte, daß aber die Herausarbeitung der Unterschiede seine Arbeit war. Was nun die merkwürdige Behauptung über die Sonne als Quell der Wärme und des Lichtes und ihre Vergleichung mit dem König und Herzen anlangt, so dürfen wir wohl annehmen, daß ihm das Wissen des Mittelalters zur Verfügung stand, soweit es in den lateinischen oder übersetzten Werken bestand. Was konnte er darin über die Sonne finden? Wir wollen dabei von den Stellen absehen, wo vom Einfluß der Sonne die Rede ist. Nur ihre Benennung ist hier wichtig. Sie heißt bei Plinius: „Lenker und Hauptverwalter", bei Cicero und Firmicus: „Anführer und Fürst und Lenker der übrigen Gestirne, die Seele und das ordnende Prinzip der Welt." Bei Macrobius: „Anführer und Fürst und Lenker, Seele und ordnendes Prinzip, Quelle des himmlischen Lichtes, Herz des Himmels, Quelle des himmlischen Feuers; es ist nämlich die Sonne im Äther, wie das Herz im Lebewesen." Chalcidius: „Die Sonne ist mitten zwischen die Planeten wie das Herz gesetzt." Im Mittelalter kamen zu diesen Äußerungen noch hinzu: Campano in seinem Tractatus de sphaera: „Wir wollen den wunderbaren Umstand nicht unbeachtet lassen, daß die Sonne den Lauf aller anderen Planeten lenkt", während Peuerbach in seinem Lehrbuch die Bewegung der Sonne gleichsam als Spiegel und Naturgesetz für die Bewegung der Planeten hinstellte. Albohazen (Abū-l-Ḥasan [7, Bl. 6v] verglich die Sonne mit einem weisen König, der durch seinen Blick sein Reich lenkt. Offenbar ist es dieser Vergleich, der in einer Erklärung von Planetentafeln, anscheinend 1447 von einem P. von Wesel verfaßt [764, Nr. 11133], wiederkehrt, wo es heißt: „Wir werden mit der Sonne anfangen, die wie ein König im Königreich die Mitte zwischen den anderen Planeten einnimmt."

Chalcidius und Albohazen scheinen die Quellen gewesen zu sein, denen Regiomontan seine Äußerung über die Sonne entnahm. Jedoch besteht ein wesentlicher Unterschied zwischen ihm und den anderen. Bei Albohazen und auch bei Chalcidius handelte es sich um die astrologische Bedeutung der Sonne. Jedoch betrachtete Regiomontan sie offenbar als den Lenker der Bewegungen von Venus und Merkur, aber auch der 3 oberen Planeten, von deren Ankettung an die Sonne er zuvor gesprochen hatte. Eine Bewegung um die Sonne wird noch nicht ange-

deutet, obwohl er das merkwürdige Verhalten von Venus und Merkur zur Sonne betont. Fügen wir noch hinzu, daß Regiomontan durch die erwähnte akademische Erörterung (S. 100) über die Bewegung der Erde mit dem Für und Wider bekannt wurde, so dürfen wir wohl sagen, daß er bereits in Wien Gelegenheit hatte sich mit den Grundlagen der damals herrschenden ptolemäischen Planetenlehre vertraut zu machen. Noch mehr bot sich dazu Gelegenheit, als Peuerbach 1460 das Handbuch der Sternkunde zu erläutern begann. Als dieser am 8. April 1461 starb, hatte er die ersten 6 Bücher seiner Epitoma beinahe vollendet. Regiomontan führte in Italien das Werk, das 13 Bücher wie das Handbuch enthielt, zu Ende. Peuerbach hatte sich nicht auf eine Erläuterung des Handbuches beschränkt, sondern die Fortschritte der Wissenschaft verwertet. An Stelle der veralteten Rechnung mit Sehnen und Bogen verwendete er den von Dschābir eingeführten Sinussatz des sphärischen Dreieckes. Auch zog er andere Arbeiten arabischer Sternforscher heran und berücksichtigte eigene Untersuchungen. Der 22. Abschnitt des 5. Buches enthält am Schluß die Bemerkung: es sei wunderbar, daß uns der Mond nicht gelegentlich beim ersten und letzten Viertel viermal größer als zur Zeit des Vollmondes erscheine. Diese wichtige Bemerkung erinnert an Langensteins und Julmanns Einwände gegen Ptolemaeus. Kannte Peuerbach diese Stellen oder rührte die Bemerkung von Regiomontan her? Auch das ist möglich, da Regiomontan Ende 1463 auf die Regeln des 2. Buches des Auszuges als seine eigenen hinwies. Dieses 2. Buch enthält die sphärische Astronomie und erinnert gar nicht mehr an das 2. Buch des Handbuches. Es ist daher nicht ausgeschlossen, daß er auch andere Bücher Peuerbachs umgearbeitet oder ergänzt hatte, zumal Peuerbach die ersten 6 Bücher nur beinahe vollendet hatte, so daß Ergänzungen nötig waren. Wie dem auch sei, wichtig war dieser Hinweis auf einen offenkundigen Mangel der herrschenden Lehre. Nicht minder wichtig war Regiomontans Hinweis im 7. Buche auf die Widersprüche hinsichtlich der Bewegung des Sternhimmels und auf die Notwendigkeit einer neuen Bestimmung dieser als Präzession bekannten Bewegung, wie er es mit folgenden Worten aussprach: „Mag die Ungenauigkeit dieser Geräte diese Unterschiede verursacht haben, mag die Natur den Sternen eine uns unbekannte Bewegung zugeteilt haben, sehr

schwierig ist es und wird es sein, die Größe dieser Bewegung wegen ihrer Kleinheit zu bestimmen; denn wenn unsere Vorgänger durch die Geräte getäuscht wurden, so werden auch wir notwendigerweise getäuscht, da unsere Beobachtungen nichts ergeben werden, wenn wir sie nicht mit den Beobachtungen des Altertums vergleichen. Aber wenn wir den Sternen eine unbekannte Bewegung zuschreiben, so ist es nötig, die Sterne beharrlich im Auge zu behalten und die Nachwelt von der Überlieferung zu befreien."

Bei der Darstellung der Bewegung der Planeten kam er auch auf Venus und Merkur zu sprechen; er stellte die Behauptung auf, daß der Venusvorübergang vor der Sonne nicht zu beobachten sei, da die Sonnenscheibe hundertmal größer als die Venus sei. Beim Merkur warnte er vor zu weit gehender Rechnung.

Peuerbach hatte in seiner Theoria planetarum das Lehrbuch der Planetentheorie für das nächste Jahrhundert geschaffen. Dagegen kam der Auszug aus dem Handbuch als Lehrbuch nicht in Betracht, eher als eine Einführung in das Problem der Planetentheorie, wobei die moderne Mathematik gelehrt wurde und Hinweise auf Mängel der Theorie nicht unterblieben. So wurde es zum Handbuch für die anspruchsvollen Gelehrten. Coppernicus und Galilei benützten es. Zahlreich sind die Hinweise im 16. Jahrhundert.

Den Auszug aus dem Handbuch dürfte Regiomontan im Jahr 1462 beendet haben. Bereits im nächsten Jahre begann er eine Fortsetzung dazu, auch in 13 Büchern und Probleme zum Handbuch (Problemata almagesti) genannt. Leider ist das Buch seit dem 16. Jahrhundert verschollen [775, S. 87, 234]. Es läßt sich daher nicht sagen, ob es außer der sphärischen Astronomie auch Fragen der Planetenlehre behandelte, was nicht ausgeschlossen erscheint, wenn folgende Umstände in Betracht gezogen werden: Damals beschäftigte er sich mit dem Werk des Archimedes und bemerkte zur Stelle, wo von der Lehre des Aristarch die Rede ist, am Rand „Aristarchus Samius", so sehr hatte ihn die Mitteilung interessiert. Welche Gedanken ihm damals durch den Kopf gingen, das schrieb er an Bianchini Ende 1463: „es wird schön sein die Verschiedenheiten der Planetenbewegungen durch die Bewegung auf gleichmittigen Kreisen dar-

zustellen. Schon haben wir für Sonne und Mond einen Weg bereitet; für die übrigen ist der Grundstein gelegt" und Anfang 1464: „Glaubt mir, viel und sehr viel trage ich mit mir herum, das ich Eurem Urteil unterbreiten möchte, wenn man Muße hätte — Gedanken, die teils als völlig sicher gelten können, teils in der Luft schweben und den Geist zur Untersuchung aneifern; denn damit ich mit dem obersten Himmel die Rede beginne, die bisher Stoff zu unserer Unterhaltung geliefert hat, so kann ich mich nur wundern über die geistige Trägheit unserer gewöhnlichen Sternkundigen, die wie leichtgläubige Weiber als göttliche und unveränderliche Wahrheit ansehen, was sie in den Büchern ihrer Tafeln und Erklärungen finden; sie glauben den Schriftstellern und vernachlässigen die Wahrheit." Bei Regiomontans Eigenart ist es wohl ausgeschlossen, daß er solchen Gedanken in den Problemen zum Handbuch nicht Ausdruck gegeben hätte. Immerhin zeigen uns seine Briefe, daß er zuerst eine Darstellung durch gleichmittige Bahnen versuchte, dann aber davon Abstand nahm und sich nunmehr auf die Prüfung der Angaben des Ptolemaeus beschränkte. Auf die Mängel der Theorie von Mars, Venus und Merkur wies er hin, ebenso auf die von der Theorie geforderte unwahrscheinliche Größenänderung der Venus und des Mars, was wiederum an Julmanns Einwände erinnert.

Die himmlischen Vorgänge ins richtige Gleis zu bringen, zu diesem Entschluß scheint er in Italien gekommen zu sein. Mit Bianchini wollte er sich darüber aussprechen; aber der alte Mann hatte nur Verständnis für das Berechnen von Planetentafeln; ihn bekümmerten Regiomontans Sorgen nicht. Und die anderen, die Humanisten? Vergeblich wird Regiomontan ihnen seine Zweifel vorgetragen haben. Die Sternkunde erneuern? Wozu? Die antike Wissenschaft zu neuem Leben zu erwecken, dem galt ihr Streben. Seine Zweifel werden ihnen unberechtigt, vielleicht als Verrat an ihrer guten Sache erschienen sein. Angesichts ihrer Begeisterung mußte Regiomontan verstummen.

Auch in Ungarn hatte er niemand, mit dem er seine Gedanken über die Erneuerung der Wissenschaft austauschen konnte. Alles war humanistisch eingestellt und der Sterndeutung verschworen. Also zurück nach Deutschland, wo schon Langenstein und Peuerbach neuen Gedanken den Weg gebahnt hatten.

Eine günstige Gelegenheit bot sich die Mängel der Planetentafeln und damit der Vorhersagen vor dem König und seinem Hof darzulegen und auf die Notwendigkeit neuer Beobachtungen hinzuweisen. Zugleich konnte er in der Widmung der Tabula primi mobilis (Tafel des 1. Umschwunges) auf die durch Ptolemaeus geförderte, aber jetzt verdunkelte und durch Flecken entstellte Sternkunde zu sprechen kommen. Um diese Wissenschaft zu erneuern, wolle er die Himmelsvorgänge häufig beobachten und mit den Berechnungen der Alten vergleichen. Wohl habe er in früheren Jahren viele Beobachtungen angestellt, doch genüge dies nicht; noch viel mehr sei in harter Arbeit hinzuzufügen, um zum Kern der Wahrheit zu dringen. Mit diesen Gedanken kam er nach Nürnberg. Hier wollte er, wie er Roder schrieb, mit dem Beobachten beginnen und daraufhin Jahrbücher für 30 Jahre und mehr berechnen. Dazu erbat er sich die Mitarbeit Roders. Diese kam anscheinend nicht zustande. Regiomontan mußte sich auf seine eigenen Beobachtungen verlassen. Daneben begann er aber mit der Berechnung der Jahrbücher, die noch auf die Alfonsischen Tafeln gegründet waren. Ihrer Mängel war er sich wohl bewußt; denn bevor er nach Rom reiste, äußerte er die Absicht, nach seiner Rückkehr auf Grund seiner Beobachtungen neue Tafeln der Planetenbewegung zu berechnen und daraufhin neue Jahrbücher herauszugeben. Demnach dürfte er seine bisherigen Beobachtungen für die 1474 erschienenen Jahrbücher nicht benützt haben; er hätte auch nur die Beobachtungen vor 1472 verwenden können, da er wohl spätestens 1472 mit dem Druck der Jahrbücher begann.

Demnach hätte Regiomontan nur die Verbesserung der Planetentafeln im Auge gehabt? Dagegen ließe sich einwenden, daß wir von seinen Arbeiten der letzten Jahre, mit Ausnahme der gedruckten Werke, nichts wissen. Was er damals plante, das dürfte er nach Rom mitgenommen haben und ist verschollen. Über die neue Ausgabe von Jahrbüchern wissen wir nur durch eine Angabe des Johann Engel [775, S. 170]. Es ist möglich, daß er dies auch in seinen Briefen erwähnte. Jedoch sind die Briefe, außer dem vom Juli 1471 an Roder, verschollen. Der jetzt in der Nürnberger Stadtbibliothek aufbewahrte Briefwechsel ist nicht mehr vollständig, wie aus Regiomontans eigener Blattzählung hervorgeht. Die ersten 10 Blätter fehlen. Wieviele Blät-

ter am Schluß verloren gegangen sind, läßt sich nicht mehr ermitteln. Immerhin besaß Georg Hartmann (1489—1564), der geschickte Nürnberger Hersteller von Sonnenuhren und Verehrer Regiomontans, einen Zettel, der aus einem Briefe Regiomontans herausgerissen war und folgende Worte in deutscher Übersetzung enthielt „es ist nötig die Bewegung der Sterne ein wenig wegen der Bewegung der Erde zu ändern"; er war deshalb der Meinung, daß Regiomontan die Erde als bewegt ansah und hütete den Zettel wie einen Schatz. Offenbar wurde man in Nürnberg beim Bekanntwerden der coppernicanischen Lehre auf diese Äußerung aufmerksam, weshalb der Altdorfer Professor Johann Praetorius, der Hartmann von seinem früheren Aufenthalt in Nürnberg kannte, sie in seiner 1613 gehaltenen Vorlesung über die coppernicanische Planetenlehre am Rande erwähnte.

Was bedeutet die Äußerung „es ist nötig, die Bewegung der Sterne ein wenig wegen der Bewegung der Erde zu ändern"? Was heißt die Bewegung der Sterne? Im Auszug unterscheidet Regiomontan zwischen der täglichen Bewegung (motus diurnus) = dem täglichen Umschwung einerseits und zwischen der Bewegung der Sterne andererseits, wobei die Bewegung der Fixsterne (motus stellarum fixarum) der Präzession und die Bewegung der Planeten (motus stellarum erraticarum oder motus planetarum) der Eigenbewegung der Planeten entspricht. Auch später noch [690, S. 11] bedeutete Bewegung der Sterne sowohl die Präzession der Fixsterne als auch die Eigenbewegung der Planeten. Demnach kann sich Regiomontans Äußerung sowohl auf die Fixsterne als auch auf die Planeten beziehen. Was bedeutet nun die Bewegung der Erde? Im Auszug wird die Bewegung der Erde sowohl als Drehung um eine Achse (motus circularis) als auch als gradlinige Bewegung (motus rectus) erörtert und verworfen. Die Drehung der Erde kommt hier offenbar nicht in Betracht, da sie weder die Präzession der Sterne noch die Eigenbewegung der Planeten ändern würde. Anders steht es mit der Bewegung der Erde um die Sonne. Dadurch würde die Bewegung der Planeten allerdings eine scheinbare jährliche Änderung erfahren. Auch ließe sich die Präzession der Sterne erklären, wie Coppernicus es tat. Demnach hätte Regiomantan die Erdbewegung um die Sonne gemeint. Vielleicht hatte Regiomontan Aristarchs Lehre von der Bewegung und Achsendrehung der Erde aufge-

griffen und die Folgen der Erdbewegung auf die Bewegung der Planeten erörtert. Vielleicht hatte er sich schon eingehend damit beschäftigt und die Vorteile der Bewegung und Achsendrehung der Erde festgestellt. Wir wissen es nicht. In einem Alter, wo die meisten Gelehrten erst mit ihren großen Arbeiten hervortreten, mußte er sterben und die Arbeiten seiner letzten Lebensjahre wurden vernichtet. Wie die „Unvollendete Symphonie" Schuberts so gibt auch sein Leben zu Betrachtungen über Menschenwille und Menschenschicksal Anlaß und läßt bedauern, daß seine großen Anstrengungen nicht vom Erfolg gekrönt wurden.

Coppernicus.

Bis zum Ende des Mittelalters hatte das Abendland das Wissen des Altertums in sich aufgenommen, zuerst in der unvollkommenen Gestalt, wie es durch die spätrömischen Gelehrten überliefert worden war, später durch die Übersetzungen aus dem Arabischen und zuletzt aus dem Griechischen. Somit waren die wichtigsten Werke der Aristoteles, Ptolemaeus, Archimedes, Euklid u. a. bekannt und alle Erklärungen, die im Laufe der Jahrhunderte von Griechen, Römern, Arabern, Juden und Christen gemacht worden waren. Am Ende des Mittelalters konnten die Gelehrten sich ohne große Mühe mit dem Weltgebäude des Ptolemaeus mit seinen exzentrischen und epizyklischen Kreisbewegungen und auch mit dem Weltgebäude des Eudoxos mit den gleichmittigen Kreisbewegungen vertraut machen. Auch die Einwände dagegen blieben nicht unbekannt. Beachtet wurden die Einwände der arabischen Gelehrten, die von Aristoteles ausgingen. Bedeutsamer waren allerdings die Einwände, die Langenstein in verworrener Form und Julmann in klarer Weise vorbrachte, daß die ptolemäische Lehre unwahrscheinliche Größenänderungen der Planeten verlange. Die ägyptische Lehre von der Umkreisung der Sonne durch Venus und Merkur, wie sie von Capella, Chalcidius und Macrobius erwähnt wurde, dürfte vielwissenden Gelehrten kaum unbekannt geblieben sein. Die lateinische Übersetzung der Werke des Archimedes brachte ihren Lesern wie Nikolaus von Cues, Peuerbach, Regiomontan und Paul von Middelburg die Nachricht von der Lehre Aristarchs. Und die Verherrlichung der Sonne, ihre Vergleichung mit einem

König, mit dem Herzen und dem Quell der Wärme, alles dies war in vielen Büchern zu lesen.

Alle diese Gedanken konnten wie Samen auf einen fruchtbaren Boden fallen und eine reiche Ernte hervorbringen. Mußte es aber sein? Dieselben Gedanken waren doch auch zum arabischen Kulturkreis gekommen und hatten nur zu nutzlosen Erörterungen geführt. Und griechische Gedanken waren auch zu den Indern und Chinesen gekommen und hatten nur geringe Wirkung hervorgerufen. Waren die griechischen Gedanken überhaupt lebensfähig? Warum wirkten sie in Konstantinopel, der Stätte des griechischen Wissens vom 4. bis 15. Jahrhundert, nur kurze Zeit? Läßt sich von einer Wirkung auf die christlichen, hauptsächlich germanischen Völker Europas sprechen? Die bloße Wiederholung brauchte noch nichts zu besagen. Wichtiger ist, daß die Abschreiber der Stellen bei Capella und Chalcidius sich darüber Gedanken machten und sich die Himmelsbewegungen zeichnerisch darzustellen versuchten, zuerst durch Nachahmung der überlieferten Figuren mit der ptolemäischen Weltordnung und mit den Bewegungen in rechtwinkligen Koordinaten, später aber durch merkwürdige Figuren des Laufes von Venus und Merkur um die Sonne. Diese Figuren lassen ein besonderes Gefallen für diese Bahnbewegungen in England und Frankreich, besonders aber in Deutschland erkennen. Es blieb aber nicht bei der zeichnerischen Darstellung: Man versuchte auch durch Heranziehung der Beobachtungen von Merkur und Venus den Figuren eine tiefere Bedeutung zu geben, wie es im 9. oder 10. Jahrhundert geschah. Und Guillaume de Conches gab eine Erklärung für die Wechselbeziehungen zwischen Sonne, Venus und Merkur, indem er die Sonne mit einem Magneten verglich, der das Eisen anzieht.

Nicht nur Venus und Merkur, auch die drei oberen Planeten sind irgendwie mit der Sonne verbunden. Diese den Sterndeutern geläufige Anschauung wurde durch Peuerbach in seiner Planetenlehre zum Ausdruck gebracht und fand im jugendlichen Regiomontan einen Widerhall, der um so bemerkenswerter ist, als die astrologischen Gedanken über die Sonne und ihre Einflüsse nunmehr im astronomischen Sinne ausgedrückt wurden. Fügen wir noch hinzu, daß damals in Wien die Bewegung der Erde erörtert wurde und die Gedanken des Nikolaus von Cues über die Erd-

bewegung bekannt waren, so wäre es nicht verwunderlich gewesen, wenn ein einfallsreicher Mann wie Regiomontan auf den Gedanken gekommen wäre, die Sonne und nicht die Erde zum Bewegungsmittelpunkt zu machen und die Erde um die Sonne kreisen zu lassen. Eine kurze Nachricht scheint anzudeuten, daß er sich mit solchen Gedanken trug. Wieweit er damit kam, das läßt sich nicht sagen. Was er dachte und wollte, das läßt sich nur bis zu seinem 35. Jahre einigermaßen angeben. Nur eines ist sicher, daß er sich nicht mit Erwägungen wie Nikolaus von Cues begnügt hätte, sondern auf Grund von Beobachtungen eine neue Wissenschaft aufbauen wollte.

Die Beobachtung der Himmelsvorgänge wurde entscheidend für die germanische Sternforschung. Bereits das Verfahren Wilhelms von Hirsau, die Zeit der Sonnenwenden nicht durch eine Beobachtung an diesen Tagen, sondern an möglichst abgelegenen und gleichmäßig verteilten Tagen zu bestimmen, bedeutet einen Fortschritt. Dann erfolgte die wichtige Erfindung der Räderuhr und der modernen Sonnenuhr, wodurch eine genauere Zeitteilung als früher möglich wurde. Dazu kam seit dem 14. Jahrhundert die Beobachtung der Himmelsvorgänge, zuerst nur gelegentlich und zur Prüfung der Vorhersagen. Regiomontan schuf die moderne Beobachtungsart: Die Umstände der Beobachtungen werden vermerkt, die Beobachtungszeit wird genau festgelegt, die Geräte werden gemäß den Beobachtungen gewählt, so daß der Dreistab für die Sonnenhöhen, der Jakobstab für die Kometen und die Armille für die Ortsbestimmungen der anderen Planeten diente. Ein Netz von Anhaltsternen wurde geschaffen, mit deren Hilfe der Ort der Planeten ermittelt werden konnte. Seine Jahrbücher ließen die günstige Beobachtungszeit ersehen. Seine Sinus- und Tangententafeln erleichterten die Rechnung, deren geometrische Grundlagen in seiner Dreieckslehre gegeben waren. Alles war vorbereitet, um ein Werk zu schaffen, das dem großen Werk des Ptolemaeus ebenbürtig werden sollte.

Die Entwicklung der Sternforschung erfolgte seit dem Ende des 14. Jahrhunderts fast nur noch in Deutschland. England und Frankreich waren ausgeschieden und in Italien arbeiteten vereinzelte Gelehrte wie Bianchini und Toscanelli, ohne gemeinsames Ziel. In allen vier Ländern waren im 14. Jahrhundert wichtige Werke der Sternkunde in die Volkssprache übertragen und das

Wissen in weite Kreise getragen worden. Die Sphaera des Joh. de Sacrobosco wurde von Konrad von Megenberg übersetzt. Langenstein schrieb ein deutsches Werk über das Astrolab. Vorher, im Jahre 1373, hatte der Wiener Bürger Wurmprecht seinen deutschen Kalender veröffentlicht, der mit seinen Gebrauchsanweisungen und astrologischen Zutaten das Vorbild für die bald zahlreichen deutschen Volkskalender wurde. Diese Kalender, die größere Abschnitte über die Planetengötter und über den Einfluß der Planeten und Zeichen enthielten und mit zahlreichen Bildern geschmückt waren, vermochten die Wissensbegierigen mehr zu fesseln und zu unterhalten, als die gleichzeitig erscheinenden deutschen Schriften über Sonnenuhren und Geräte oder über andere wissenschaftliche Dinge. Bald kam es so, daß die deutschen Schriften fast nur noch der Sterndeutung gewidmet waren, während wissenschaftliche Streitfragen wie die Verbesserung des Kalenders, die Gültigkeit der ptolemäischen Lehre, die Bewegung der Erde nur in der lateinischen Sprache der Gelehrten erörtert wurden. Die Vorliebe für die Sterndeutung, die im 15. Jahrhundert nicht nur die oberen Schichten, sondern das ganze deutsche Volk ergriffen hatte, drohte der Wissenschaft gefährlich zu werden. Konnte es sich nicht wieder ereignen, daß wie in Griechenland die führenden Kreise sich von der Wissenschaft abkehrten und nur der Sterndeutung huldigten? Würde damit nicht alles bedroht sein, was bisher mühsam erreicht war: die Beobachtungen, die Herausgabe und Übersetzung einwandfreier Abschriften der griechischen Werke, die Untersuchungen über die Gültigkeit der ptolemäischen Lehre? Regiomontan mochte mit zunehmendem Alter die Gefahren erkannt haben. Und deshalb seine Verachtung des Treibens der Sterndeuter und seine Abkehr von der Sterndeutung, die soweit ging, daß er in seiner Druckerei keine Kometendeutungen und Vorhersagen erscheinen ließ und seine Jahrbücher und Kalender ohne astrologische Zutaten veröffentlichte. Wie ein Riese stemmte er sich gegen die astrologische Flut.

Durch Regiomontans frühzeitigen Tod schienen die aussichtsreichen Bemühungen beendet zu sein. Wer konnte sein Werk fortsetzen? Wer vereinigte in sich das Wissen und die Beharrlichkeit, ohne die ein solches Unternehmen zum Scheitern verurteilt war? Da kam eine Hilfe aus dem äußersten Nordosten

Deutschlands, aus dem sogenannten Preußen. Was kann aus Preußen Gutes kommen? So mochten wohl viele fragen; denn von einer wissenschaftlichen Betätigung war nichts bekannt, gab es doch nicht einmal eine Universität. Und doch waren dort, wenn auch später als in Westdeutschland, die Wissenschaften gepflegt worden. Der Deutsche Orden legte großen Wert auf Wachdienst, wie auch auf Krankenpflege. Deshalb geschah die erste moderne Stundenangabe im Jahre 1330 in Marienburg [776, S. 32], sieben Jahre vor der ersten modernen Stundenangabe in Italien. Demgemäß muß es damals schon eine Räderuhr im Ordenslande gegeben haben, die des Wachdienstes halber angeschafft wurde. Gewiß war sie nicht lange in Gebrauch; jedoch wurden neue angeschafft und am Ende des 14. Jahrhunderts war man soweit, daß es in Balga, Brandenburg, Elbing, Königsberg und Marienburg öffentliche Uhren gab, so daß die Stunde der Ankunft und des Abganges des Boten auf einem Eilbrief angegeben werden konnte. Im Jahre 1401 erhielt das Hochschloß der Marienburg sogar eine große Schauuhr mit Zifferblatt und Himmelslauf. Im Zusammenhang mit dieser Neuerung stand die Aufzeichnung der Wegstrecken des Ordenslandes, sowie eine Anleitung zur Feldmessung (Geometria culmensis), die dem Hochmeister Konrad von Jungingen (1393—1407) gewidmet und bald aus dem Lateinischen ins Deutsche übersetzt wurde [123, Bd. II, 150—154]. Um die gleiche Zeit dürfte man sich mit der geographischen Lage Preußens beschäftigt haben. In der Krakauer Handschrift 1970 befindet sich auf S. 26 ein Eintrag, der besagt, daß die größte Sonnenhöhe in Thorn 61^0 ist; demnach würde Thorns Polhöhe zu $52\frac{1}{2}^0$ folgen. Andere Angaben machte um 1416 Martin Münsterberg, der 1417 Baccalaureus und 1420 Magister an der Krakauer Universität wurde. Er gab auf dem vorderen Schutzblatt der Krakauer Handschrift 548 den Längenunterschied von Toledo-Elbing zu $16^0 30'$ und von Elbing-Riddershausen (bei Braunschweig) zu $4^0 10'$ an und berichtete, daß Peregrinus den Längenunterschied Preußen (Marienburg) — Paris zu 36 Min. angesetzt habe, was aber im Gegensatz zu seiner Angabe für Wien stehe, das von Thorn wenig in Länge unterschieden sei. Dann fährt er fort, daß der Berechner eines Kalenders für Marienburg die Lage Preußens (Marienburg) auf Grund von Beobachtungen mit Geräten und von Finsternissen zu $23^0 24'$ und

52°40′ angesetzt habe, wobei die Länge sich auf Arim beziehe. Thorn liege 4°30′ östlich Paris und 28°30′ östlich des westlichen Normalmeridians. Die mitgeteilten Längenunterschiede und Polhöhen zeigen deutlich, wie wenig genau diese Arbeiten damals noch waren.

Im 15. Jahrhundert wurden die Alfonsischen Tafeln gelegentlich auch auf Thorn umgerechnet [764, Nr. 479, 488, 499, 508, 511]. Offenbar wurde Thorn als wichtige Handelsstadt vor Marienburg bevorzugt und in eine Reihe mit Wien, Magdeburg, Krakau, Breslau, Görlitz, Braunschweig, Nürnberg, Worms und Köln gestellt. Im Jahre 1435 schrieb Konrad von Gesselen in Thorn einige astronomische Abhandlungen in die Rostocker Handschrift (Ms. math phys Q 1) ab, nachdem er anscheinend vorher Berechnungen für 1424—30 ausgeführt hatte. Durch ihn dürften wohl die drei mathematischen Handschriften des 14. Jahrhunderts nach Thorn gekommen sein, die später dem Gymnasium zu Thorn gehörten, nämlich R fol 23 mit einem Kalender, R Q 2 mit mehreren mathematischen Abhandlungen [200], sowie die Elementa Euclidis und die Canones tabularum apothecarii [764, Nr. 670]. Im Jahre 1448 lehrte Nik. Meysener in Braunsberg Bruchrechnen und Zeitrechnung; Thomas Werner schrieb diese Vorlesung nieder [156].

Marienburg und Thorn waren wichtige Städte Preußens, Marienburg als Hauptsitz des Deutschen Ordens und Thorn als die bedeutende Handelstadt an der Weichsel. In Thorn wurde Nikolaus Coppernicus geboren. Sein Vater Niklas Koppernigk stammte aus Krakau und war zwischen 1454 und 1458 nach Thorn gezogen, wo er Barbara Watzenrode, die Tochter des Schöffenmeisters Lukas Watzenrode, heiratete und dadurch in die ratsfähigen Familien dieser alten deutschen Stadt aufgenommen wurde. Niklas selbst war Großkaufmann und erwarb im Laufe der Zeit mehrere Häuser in Thorn. Auch wurde er 1465 zum Schöffen gewählt. Sein Vater Johannes war auch Großkaufmann und gehörte seit 1422 zu den Bürgern Krakaus, das, obwohl Hauptstadt Polens, doch wegen des großen deutschen Zuzuges damals als eine deutsche Stadt angesehen wurde [635, S. 166]. Er heiratete hier eine Tochter des Peter Bastgert, dessen Vorfahren aus Oppau am Rhein eingewandert waren. Die Koppernigks stammten wohl aus dem deutschen Dorf Köppernig in Schlesien.

Thorn stand seit 1466 mit den anderen Städten des Preußischen Bundes unter der Schirmherrschaft des polnischen Königs, gehörte aber noch zum Deutschen Reiche. Die Bevölkerung war zum größten Teil deutsch; die Amtssprache war deutsch. Und die Gerichtsverhandlungen fanden nach dem deutschen Recht statt, weshalb nur ein Deutscher als Schöffe rechtsprechen durfte. Schon aus diesem Grunde mußte Niklas Koppernigk zur deutschen Oberschicht gehören. Sein Schwiegervater Lukas Watzenrode machte sich wegen seines Eintretens für die deutschen Belange unbeliebt beim polnischen König und das gleiche tat auch sein gleichnamiger Sohn als Bischof von Ermland. Der alte Watzenrode hatte zwei Töchter, Christina und Barbara. Christina war mit Tiedemann von Allen, dem Bürgermeister von Thorn, verheiratet; Barbara heiratete Niklas Koppernigk; vier Kinder sind aus dieser Ehe bekannt: die Söhne Andreas, der als ermländischer Domherr um 1518 starb, und Nikolaus, der Sternforscher, und die Töchter Barbara, gestorben nach 1517 als Äbtissin des Zisterzienserinnenklosters zu Kulm, und Katharina, die den Kaufmann Bartel Gärtner heiratete.

Nikolaus wurde am 19. Februar 1473 bald nach Sonnenuntergang in Thorn geboren [Anm. 22]. Als der Vater Niklas im Jahre 1483 starb, nahm sich anscheinend der Onkel Lukas Watzenrode der beiden Söhne Andreas und Nikolaus an. Er war im Oktober 1447 zu Thorn geboren und hatte zuerst die Universität zu Krakau von 1463—1465, dann zu Köln bis 1469 und zuletzt zu Bologna besucht, wo er 1473 Dr. jur. wurde und im Winter 1473—74 eine Vorlesung hielt. Dann kehrte er in seine Heimat zurück, wurde dort 1475 Domherr zu Kulmsee und 1479 zu Frauenburg, sowie Rechtsberater des Sbigneus Olesnicki, Bischofs von Leslau, später Erzbischofs von Gnesen, der ihm 4 polnische Pfründen verschaffte und ihn 1487 zum Priester weihte. Im Jahre 1489 wurde er zum Bischof von Ermland gewählt und regierte, hauptsächlich von Heilsberg aus, sein Bistum bis zu seinem Tode am 12. März 1512. Sein Neffe Nikolaus besuchte wohl zuerst die Johannispfarrschule in Thorn und dann die höhere Schule (Partikularschule) im nahen Kulm. Erst mit 18 Jahren ging er auf die Universität. Zuerst besuchte er die Krakauer Universität, wo er sich im Winter 1491—92 einschreiben ließ. Vielleicht waren es verwandtschaftliche Rücksichten,

vielleicht wollte er seinen Onkel Lukas nachahmen, daß er zuerst mit dieser Universität begann. Allerdings befand sich die Krakauer Universität damals in ihrer Blüte. Insbesondere um der humanistischen und mathematischen Fächer willen zog mancher Jüngling aus Süd- und Westdeutschland nach Krakau. Dazu kam, daß diese Stadt damals dank dem Reichtum ihrer Kaufleute sich sehr verschönte. Die deutschen Kaufleute ließen in der Marienkirche den großartigen Altar von Veit Stoß aufstellen. Auch andere deutsche Künstler beteiligten sich an der Ausschmückung der Stadt. Und so kam es, daß die deutsche Landsmannschaft die stärkste in Krakau war.

Die Studien des Coppernicus in Krakau.

Die Pflege der mathematischen Wissenschaften dürfte den jungen Coppernicus hauptsächlich veranlaßt haben, die Universität Krakau zuerst aufzusuchen. Was konnte er dort lernen? Die Krakauer Universitätsbibliothek ist noch jetzt sehr reichhaltig an alten Handschriften und Drucken, so daß es leicht möglich ist, auf Grund ihrer Schätze und der in anderen Bibliotheken aufbewahrten Niederschriften früherer Krakauer Studenten sich ein Bild von der Pflege der Wissenschaft in Krakau zu machen. Wenn wir uns dabei auf die Sternkunde beschränken, so können wir verschiedene Quellen unterscheiden, aus denen das geistige Leben in Krakau gespeist wurde. Zuerst ist zu erwähnen der Einfluß der Prager Universität; diese war 1347 gegründet worden und hatte sich allmählich zu einer bedeutenden Bildungsstätte entwickelt. Noch jetzt enthält die dortige Universitätsbibliothek Handschriften, die erkennen lassen, daß die ältesten astronomischen Handschriften aus Deutschland stammten oder durch deutsche Studenten nach Prag gebracht wurden. Besonders mit Erfurt scheinen enge Beziehungen bestanden zu haben. Die Alfonsischen Tafeln mit den Erklärungen Danks, die Zeitrechnungen der Joh. von Erfurt, Martin von Nürnberg und Joh. von Plauen, aber auch Meißner Tafeln, Ulmer Kalender und gelegentlich Arbeiten Gmundens und Regiomontans kommen vor. Eine große Rolle spielten die Arbeiten des Peter von Reyne, Komturs der Johanniterkommende in Zittau [Anm. 23], besonders seine Planetentafeln (Tabulae resolutae), zuerst um 1430 für Bres-

lau und später für Prag berechnet und mit Erklärungen versehen. Auch die Arbeiten des Christian von Prachatitz und Johann Schindel sind zu erwähnen. Prachatitz hatte 1407 eine sehr beachtete Arbeit über das Astrolab verfaßt und ließ ihr 1412 eine Zeitrechnung mit Kalender und Neumondtafeln folgen; auch schrieb er eine Erklärung der Alfonsischen Tafeln. Joh. Schindel, auch Joh. Andreae genannt [Anm. 24], hatte in Prag studiert, dann in Wien Vorlesungen von 1407—09 gehalten und war nach Prag zurückgekehrt, wo er von 1412 bis 1418 das Handbuch der Sternkunde des Ptolemaeus im medizinischen Hörsaal an Festtagen vortrug. Noch ist die große Handschrift des Handbuches (Krak 619) in der Krakauer Universitätsbibliothek vorhanden, die Schindel selbst geschrieben und mit Anmerkungen für seine Vorlesung versehen hatte. Auf dem Vorderdeckel ist das Horoskop des Beginnes der Vorlesung, nämlich 11. Nov. 1412 20 Uhr 4 Min. seit Anfang der Nacht, d. h. 12. Nov. 0 Uhr 42 nachmittags, eingezeichnet. Die Vorlesung hörte auf am 10. Juli 1418 20 Uhr seit Beginn der Nacht, d. h. am 11. Juli 4¼ Uhr. Zum Schluß werden die Zuhörer genannt, die mehr als die andern durch die Vorlesung angeregt waren: Magister Antonius de Luna, Dekan der philos. Fakultät, Magister Nikolaus de Stoxcyn, Magister Alexius von Polen, Bacc. art. Stefan de Sesswycssonicz. Deutsche befanden sich unter den Zuhörern nicht; denn die deutschen Studenten hatten mit ihren Lehrern die Universität verlassen und waren hauptsächlich nach Leipzig gewandert, wo eine Universität errichtet wurde. Schindel verließ bald darauf Prag, um in Nürnberg als Stadtarzt Dienst zu tun, und kehrte später zurück. Inzwischen hatten die Hussitenkriege der Universität Prag sehr geschadet. Viele Studenten, besonders schlesische, polnische und ungarische, wanderten zu der 1364 gegründeten Universität in Krakau, wohin sie auch Bücher von Prag mitnahmen. Der Prager Einfluß auf die Universität Krakau war schon alt und so geschah es, daß bereits im XIV. Jahrhundert verschiedene Handschriften, die bezeichnend für das deutsche Wissen des 14. Jahrhunderts sind, von Prag nach Krakau gelangten [Anm. 25].

Außer von Prag her wurde die Krakauer Hochschule auch von Wien her beeinflußt. Zuerst werden es die von Wien kommenden Studenten gewesen sein, die solche Wiener Arbeiten

nach Krakau mitbrachten; dann war es Martin Ilkusch, der zuerst in Rom und später in Ungarn mit Regiomontan zusammen war und die Werke der Wiener Astronomen Peuerbach und Regiomontan in Krakau einführte. Auf diese Weise kamen wohl die Bände Krak 2664 und 609 dorthin. Martin Ilkusch schenkte nach Krakau die Bände Krak 616 mit Peuerbachs Finsternistafeln und anderen Wiener Tafeln, Krak 597 mit seiner eigenen Abschrift von Regiomontans Tabulae directionum und Sinustafel zu 6 000 000, ferner Krak 598 mit den gleichen Tabulae directionum, einer Abschrift vom Jahre 1471 mit Regiomontans Schriftzügen auf Bl. 1rv; ferner Krak 599 mit der Prachthandschrift der Planetentheorie Peuerbachs, wohl für König Mathias Corvinus bestimmt und mit Regiomontans eigenen Schriftzügen. Diese Handschriften dienten nun als Vorlage für viele Abschriften, von denen einige in den Bänden Krak 574, 596, 600, 603, 606, 607, 611, 615, 617 und 1926 noch vorhanden sind. Ilkusch dürfte aber auch Abschriften von anderen Arbeiten Regiomontans nach Krakau geschenkt haben; diese Abschriften sind jetzt wohl verschollen, aber dienten als Vorlagen zu noch jetzt erhaltenen Abschriften und zwar der Tabula primi mobilis (Krak 594, 606), Sinustafel von 1468 zu 10 Millionen (Krak 606), Deklinationstafel von 1464 (Krak 611), Dreistab (Krak 568). Auch Regiomontans gedruckte Kalender und Jahrbücher waren in Krakau vorhanden und wurden eifrig benützt und erklärt. Dazu kamen noch die Erklärungen der Planetenlehre Peuerbachs, von denen die Erklärung Albert Blarers von Brudzewo die wichtigste ist. In diesem Zusammenhang darf erwähnt werden, daß Martin Ilkusch wohl auch Handschriften nach Krakau schenkte, die Regiomontan nach Ungarn mitgebracht hatte. Dabei handelt es sich um die schöne Abschrift von Giov. de Dondis Beschreibung seiner Kunstuhr (Krak 577), das Liber florum almagesti des Giov. Bianchini mit Regiomontans Anmerkungen (Krak 558) und das Buch Matheseos des Firmicus Maternus mit Anmerkungen Regiomontans (Krak 580). Ilkusch selbst dürfte aus Italien mitgebracht haben die 1453 in Perugia angefertigte Abschrift der Tafeln des Bianchini (Krak 555). Von ihm stammen einige Berechnungen für 1468 (Krak 600) und eine Anweisung zur Berechnung der Geburtszeit (Krak 1841), mehrere Geburtsdeutun-

gen und Deutungen der Kometen von 1468 und 1472 [764, Nr. 5114—22].

Wir sehen, daß die Krakauer Hochschule sehr von Prag und Wien her beeinflußt wurde; in beiden Fällen waren es hauptsächlich deutsche Arbeiten, die nach Prag gebracht wurden und hier als Grundlage der Lehre dienten. Was geschah damit? Was die älteren Handschriften anlangt, so wurden die Alfonsischen Tafeln mit den Erklärungen Danks in Krakau häufig abgeschrieben und auf Krakau umgerechnet. Zur Umrechnung war die Kenntnis des Längenunterschiedes zwischen Krakau und Paris oder einem anderen in den Alfonsischen Tafeln genannten Ort nötig. Diese Ortsbestimmung rührt offenbar von Martin von Münsterberg her, der schon 1416 sich um die geographische Lage mehrerer ostdeutscher Städte bemüht hatte. Im Jahre 1421 gab er für die Polhöhe Krakaus 51^0 an, während andere sie zu $49^040'$ ansetzten, weshalb der wahrscheinlichste Wert knapp 50^0 sei. Was die Länge anlangt, so berechnete er den Längenunterschied Krakau-Toledo aus dem Unterschied Prag—Toledo = $18^030'$ und dem Unterschied Krakau—Prag = $3^030'$ zu 22^0, fügte aber hinzu, daß andere den Unterschied Krakau—Prag = $3^06'$ ansetzten, woraus $21^036'$ für den Unterschied Krakau—Toledo folgte. Im Anschluß daran berechnete er für Krakau die Zeiten der Finsternisse der Jahre 1421—25 u. 1428—31 (Krak 459, 547, 549, 575) und für 1439—47 (Krak 546).

Das Studium der Astronomie wurde in Krakau sehr gefördert durch den Stobnerschen Lehrstuhl für Astronomie. Gemäß den Statuten von 1449 mußte der Inhaber vorlesen über Euklid, Perspektive, Arithmetik, Musik, Planetentheorie (des Sabbionetta), Alfonsische Tafeln und Algorismus, wozu seit 1475 noch verlangt wurde: Tabulae resolutae (des Peter Reyne), Finsternisse (Peuerbachs) und die jährliche Herstellung eines Almanachs (Tafel der Neu- und Vollmonde). Durch Martin Krol (Rex) von Przemysl (Zórawic) war 1450 auch ein Lehrstuhl der Astrologie eingerichtet worden, dessen Inhaber vortragen mußte über das Vierbuch und die Hundertregeln des Ptolemaeus, über Alcabitius, Albumasar und andere Bücher. Außerdem mußte er jährlich eine genaue Vorhersage, die von den älteren Mitgliedern der Fakultät geprüft und gebilligt war, der Universität vorlegen. Dieser Martin Krol [59, S. 21—27] war ein rühriger Gelehrter;

er hatte Arbeiten über Messungen, Algorismus und einen Kalender in den Jahren 1445—47 veröffentlicht und gab eine Vorhersage für 1451 heraus.

Im Jahre 1445 schrieb Joh. von Ilkusch verschiedene Arbeiten und auch einen kurzen Aufsatz über die Süduhr ab (Krak 1927). Somit wurde die moderne Sonnenuhr [776, S. 105] bereits 1445 in Krakau bekannt und der Aufsatz nach 1454 (Krak 1844), sowie 1460 durch Magister Nikolaus Tauchan von Neisse (Krak 1865) abgeschrieben. Die ältere Übergangsform [776, S. 103], die durch die Handschrift 551 in Krakau eingeführt worden war, hielt sich daneben noch lange, wie die Abschriften um 1434—40 (Krak 610), um 1472 (Krak 2252) und um 1475 (Krak 610) beweisen. Merkwürdigerweise scheinen die in Deutschland sehr beliebten modernen Sonnenuhren mit ihren Abarten in Krakau keine Vorliebe gefunden zu haben; denn von den vielen vor 1500 entstandenen Handschriften zeigt nur Krak 1917 einen kurzen um 1495 geschriebenen Aufsatz über den Entwurf einer waagrechten und senkrechten Sonnenuhr. Auch Schriften über die Geräte sind nicht häufig. Die Arbeiten der Prachatitz und anderer wurden abgeschrieben, regten aber nicht zu eigenen Arbeiten oder Zusätzen an. Auch muß der Umstand erwähnt werden, daß bis zum Ende des Mittelalters polnische Schriften über Geräte oder Sonnenuhren nicht entstanden, im Gegensatz zu Deutschland, England und Frankreich. Es gibt auch keine polnischen Volkskalender aus dieser Zeit.

Besonders beliebt waren anscheinend die Tafeln des Peter Reyne, die sog. Tabulae resolutae, während seine für Breslau geltenden Tafeln nur einmal nachweisbar sind. Die Tabulae resolutae wurden sehr häufig abgeschrieben und bis zum Anfange des 16. Jahrhunderts erläutert, darunter auch von Andreas von Posen und Albert von Brudzewo [Anm. 23]. Daneben spielten die Wiener Tafeln des Joh. von Gmunden und die Tafeln des Bianchini eine geringe Rolle. Dagegen verdrängten Peuerbachs Finsternistafeln die früheren Tafeln des Lignières.

In der 2. Hälfte des 15. Jahrhunderts wurden die mathematischen Wissenschaften in Krakau gepflegt. Die Kolleghefte der zugewanderten süd- und westdeutschen Studenten lassen ersehen, worüber in den Jahren 1483—87 vorgetragen wurde (Vin 10534, Clm 51 und 125, Dresden N 100). Die Geräte wurden nur neben-

bei behandelt. Wichtig waren die Tabulae resolutae mit ihrer Erklärung und die astrologischen Vorlesungen, besonders des Michael Falkner von Breslau und des Johann von Glogau († 1507), deren Vorhersagen schon 1467 am Hofe des ungarischen Königs eine Rolle gespielt hatten. Johann von Glogau, Sohn des Paul Schelling, hielt Vorlesungen über die Deutung von Finsternissen, über die Planetenlehre des Sabbionetta, über Regiomontans Kalender und Jahrbücher, aber auch über die Frage, ob es möglich ist, daß ein und derselbe Körper gleichzeitig durch verschiedene Bewegungen bewegt werde (Bibl. Krasinskich Warschau 36, 62).

Am Ende des 15. Jahrhundert zogen nicht wenige Studenten deutscher Universitäten nach Krakau, um dort ihr Studium zu vollenden. Mancher mochte dabei seine Bücher mitbringen und sie dort zurücklassen, so daß von verschiedenen Seiten Bücher und auch Geräte nach Krakau kamen und zum allgemeinen Nutzen in einer Zeit, wo Bücher noch selten waren, dienten. Manche noch jetzt in Krakau befindlichen Handschriften dürften zur Bezahlung von Schulden verwendet worden sein.

Coppernicus war nicht der einzige Thorner, der im Winter 1491—92 sich in Krakau einschreiben ließ. Mit ihm hatten noch 4 Thorner sich dort immatrikulieren lassen [400, S. 39—41]. Auch dürften manche der älteren Studenten aus Thorn gestammt haben. Was lernte er in Krakau? Wenn wir das Vorlesungsverzeichnis für die Jahre 1491—95 betrachten [400], so finden wir folgende Vorlesungen, die für ihn in Betracht kamen: im Winter 1491—92 Albertus de Pnyevy: Sphaeram; Joh. Premislia: Alcabitium. Im Sommer 1492: Nicolaus de Labyschyn: De sciencia orbis. Im Winter 1492—93: Albertus Pnyevy: Theoricas planetarum; Joh. Gromaczky: Kalendarium Joh. de Monte regio; Bernardus Byskupye: Tabulas resolutas. Im Sommer 1493 Simon: Theoricas; Albertus de Szamotuli Astrologiam; Bernardus Eclipses. Im Winter 1493—94: Nicol de Labischin: Theoricas; Martin de Ilkusch: Kalendarium Magistri Johannis; Michael de Vratislavia: Resolutas; Joh. de Premislia: Cirometralem; Albertus de Samothuli: in Astrologia. Im Sommer 1494: Albertus de Schamotuli: in astrologia; Stanisl. de Ilkusch: Sphaeram materialem; Simon de Syeprcz: Tabulas resolutas. Im Winter 1494 bis 95: Albertus de Schamotuli: Ptolomeum; Stanislaus de Ylkusch: Theoricas planetarum. Im Sommer 1495: Martinus de

Zeburg: Tabulas resolutas; Stanisl. de Cleparz: Sphaeram materialem; Jacobus de Iszla: Theoricas; Albertus de Schamotuli: Centum verborum Ptolomei. Beinahe in jedem Semester wurden Vorlesungen über Perspektive (d. h. Optik), Euklid, Arithmetik und Musik und über die Bücher des Aristoteles über Himmel und Erde sowie über die Meteorologie gehalten. Wenn wir die anderen Vorlesungen in Betracht ziehen, so wurde einmal über die Zeitrechnung (Computus cirometralis), zweimal über den Kalender Regiomontans, fünfmal über Peuerbachs Planetentheorie (Theoricas planetarum), einmal über Peuerbachs Finsternistafeln (eclipses), viermal über Reynes Tabulae resolutae, dreimal über die Sphaera materialis des Joh. de Sacrobosco und einmal über Sciencia orbis gelesen, womit wohl die Schrift des Messahalah gemeint war. Sechs Vorlesungen behandelten die Astrologie und zwar einmal Alcabitius, während Albert v. Schamotuli zweimal über das Centiloquium des Ptolemaeus und dreimal über Astrologie sprach. Welche von diesen Vorlesungen dürfte Coppernicus gehört haben? Da er erst mit 18 Jahren die Universität aufsuchte, so dürfte er bereits die Zeitrechnung und das Bruchrechnen gekannt haben, wie schon Thomas Werner früher diese Gegenstände in seiner Vaterstadt gelernt hatte. Sehen wir uns nun das Verzeichnis der Vorlesungen näher an, so scheint sich darin eine Steigerung vom Winter 1491—92 bis zum Sommer 1493 zu zeigen insofern, als zuerst außer Perspektive, Arithmetik und Euklid nur die Sphaera des Joh. de Sacrobosco und die Sterndeutung des Alcabitius vorgetragen wurden, dann im Sommer 1492 die Vorlesung „De sciencia orbis" hinzukam, während der Winter 1492—93 Vorlesungen über Peuerbachs Planetenlehre, Regiomontans Kalender, Reynes Tabulae resolutae und der Sommer 1493 über Astrologie und Peuerbachs Finsternistafeln brachten. Damit war das Wichtigste vorgetragen, was damals die Krakauer Hochschullehrer bieten konnten. Wenn Coppernicus sich im Sommer 1493 über die Vorlesungen der nächsten Semester erkundigte, so mußte er erfahren, daß er Neues nicht lernen könne; denn die vom Winter 1494—95 auftretende Vorlesung über die Sphaera materialis konnte ihm nichts geben und auf die Vorlesung Schamotulis über die Hundertregeln des Ptolemaeus konnte er verzichten, zumal Schamotuli einen Teil davon schon in seiner Vorlesung über Astrologie gebracht haben dürfte.

Die Vorlesungen vom Winter 1491 bis zum Sommer 1493 waren zur Einführung in die Astronomie sehr geeignet; dann gab es für Coppernicus nichts Neues. Das dürfte ihn bestimmt haben, Krakau vor dem Abschluß seiner Studien zu verlassen, um seine Studien wie sein Onkel Lukas anderswo fortzusetzen. Ob er wie dieser eine deutsche Universität aufsuchte, bevor er sich nach Italien wandte, läßt sich nicht ermitteln; jedenfalls war er im Herbst 1495 in seiner Heimat.

Während der 2 Jahre vom Herbst 1491 bis zum Herbst 1493 konnte Coppernicus die drei bekannten Lehrer Albert von Brudzewo, Johann von Glogau und Michael von Breslau auf ihrem eigenen Gebiete, nämlich der Planetenlehre bzw. der Astrologie, nicht hören. Jedoch standen ihm sicherlich ihre Werke in Abschriften zur Verfügung. Albert von Brudzewo, aus der Familie der Blarer [Anm. 25a] war Anfang 1446 in Brudzewo geboren und studierte in Krakau seit 1468, wo er 1470 Baccalaureus und 1474 Magister artium wurde. Im Jahre 1478 ließ er sich durch Stanislaus von Sandomir die Tabulae directionum Regiomontans, die Martin Ilkusch der Universität geschenkt hatte, abschreiben und berechnete daraufhin eine Tafel zur Entnahme der Häusergrenzen für 50^0 Polhöhe [764, Nr. 1827—32], die er wohl 1479 für seine Deutung einer Geburt verwendete [764, Nr. 1805]. Einige Jahre später, im Jahre 1482, verfaßte er, wie schon erwähnt, die Erklärung zu den Tabulae resolutae und benützte die Tafeln zur Berechnung eines Jahrbuches für 1482 [764, Nr. 1812].

Im gleichen Jahr verfaßte er seine Erklärung der Planetenlehre Peuerbachs, die er im folgenden Jahr 1483 in der Universität vortrug [112]. Diese Planetenlehre wirkte auf Albert nicht so wie auf den zwanzigjährigen Regiomontan, der Peuerbachs Hinweisen auf das besondere Verhältnis der Sonne zu den Planetenbewegungen durch seine Bemerkungen eine besondere Bedeutung gegeben hatte. Brudzewo jedoch dachte bei Peuerbachs Angabe, daß die einzelnen Planeten in ihrer Bewegung etwas gemeinsam mit der Sonne haben, an den Einfluß der Sonne, der sich in den Winkeln ihres Rückwärtsganges zeigt, und erinnerte seine Zuhörer an die betreffende Stelle im 1. Buch des Vierbuches des Ptolemaeus [112, S. 117].

Auch die Hinweise Regiomontans auf die unwahrscheinliche Größenänderung von Mond, Venus und Mars erwähnte Brudzewo

nicht, obwohl sie ihm sicherlich nicht unbekannt waren. Dagegen erläuterte er die knappen Sätze Peuerbachs durch Hinweise auf das Handbuch der Sternkunde und auf das Vierbuch der Sterndeutung des Ptolemaeus, auf Euklids Elemente, Regiomontans Streitschrift, die Schriften des Dschābir, Alfraganus, Walingford, Averroes und auf die Abbreviatio Almagesti und brachte Zahlen aus den Alfonsischen Tafeln und aus den Tafeln des Lignières. Auch Sätze aus den Schriften Alberts des Großen werden erwähnt, darunter die unklare Stelle [112, S. 14], die in Übersetzung so lautet: „Weshalb Astronomen durch den Sternhimmel die Erde (movere terram) bewegen lassen, welche die verschiedenen Arten der Pflanzen und Tiere hervorbringt." Sonst wird die Bewegung der Erde nicht erwähnt. Vielmehr wird die Erde wie in Peuerbachs Lehrbuch als unbeweglich angenommen, weshalb die Stelle sich wohl auf ein Erdbeben und nicht auf die Erdbewegung, die beide lateinisch motus terrae heißen, bezieht.

Bemerkenswert ist ein Zusatz zur Mondtheorie, der sich allerdings nur in der Abschrift des Jo. de Crobya vom Jahre 1488 befindet, aber wohl von Brudzewo herrühren dürfte [112, S. 68], wonach manche beim Monde 2 Epizykeln annehmen, wovon der eine den Mondkörper tragende Epizykel dazu dient, daß der Mond uns immer denselben Flecken, d. h. dieselbe Seite zukehrt. Weniger wichtig ist die Erläuterung zur Merkurtheorie, wo Peuerbach von der eiförmigen Bahnform sprach und Brudzewo hinzufügt, daß der Mittelpunkt des Mondepizykels auch eine beinahe eiförmige Figur beschreibt.

Später veröffentlichte Brudzewo einige astrologische Schriften [764, Nr. 1808—11, 1813, 12493] und rechnete ein Sternverzeichnis auf 1487 um. Seine Vorlesungen behandelten in den nächsten Jahren verschiedene Werke des Aristoteles und andere philosophische Werke, daneben wiederholte er im Sommer 1488 seine Erläuterung der Planetenlehre Peuerbachs und las im folgenden Semester über Scientia motus orbis, wohl des Messahalah. Im Frühjahr 1494 wurde er zum Herzog von Litauen gerufen und starb dort im April 1495. Coppernicus konnte bei ihm astronomische Vorlesungen nicht hören; jedoch standen ihm dessen Arbeiten sicherlich zur Verfügung. Auch dürfte er nicht gezögert haben die Erläuterung zu Peuerbachs Planetenlehre zu erwerben, als sie 1495 in Mailand gedruckt wurde.

Am 10. September 1494 lud der Rektor der Universität zur Besichtigung astronomischer Instrumente, die aus Ungarn stammten, ein. Diese Instrumente hatte Martin von Ilkusch, Plebanus zu Buda und Propst zu Waitzen, der Universität vermacht [59, S. 137, 145, 146]. Noch jetzt befinden sich in Krakau die mittelalterlichen Instrumente. Es handelt sich um Folgendes [775, S. 116—119 mit Abb.]: eine messingene Himmelskugel in Gestell mit einer waagrechten Sonnenuhr und Kompaß mit der Mißweisung. Über der Himmelskugel läßt sich ein Aufsatz drehen, der eine runde Scheibe zur Messung von Sonnenhöhen mit einem durchgehenden Zeiger mit 2 Lochabsehen trägt. Ferner gibt es die Reste eines großen Türkengerätes, dessen Grundplatte auch einen Kompaß mit Mißweisung und eine waagrechte Sonnenuhr für 50^0 Polhöhe zeigt und offenbar eine Nachahmung des Türkengerätes ist, das Regiomontan für Vitez hergestellt hatte; denn es besitzt auch die sich verengende Skala. Sicherlich wurden diese Geräte durch Hans Dorn für König Mathias Corvinus hergestellt; Dorn dürfte auch die Armillarsphäre der sog. Jagellonischen Erdkugel [Anm. 26] verfertigt haben. Außer diesen 3 Stücken dürften zur Erbschaft des Martin von Ilkusch auch einige noch in Krakau vorhandene Astrolabe gehört haben und zwar ein arabisches Astrolab und ein Astrolab vom Jahre 1486, das durch seinen Kompaß mit der Mißweisung seine Beziehung zu einer Wiener Werkstatt verrät. Demnach waren es mindestens 5 Geräte, welche die Universität damals zum Geschenk erhielt. Wie ausdrücklich angegeben wurde, hatte König Mathias sie nicht geschenkt. Er war am 6. April 1490 gestorben. Nach seinem Tode wurde seine große Sammlung von Büchern zerstreut und ebenso wird es mit seinen Geräten gewesen sein. Sein Mechaniker Hans Dorn kehrte nach Wien vor 1491 zurück. Ilkusch dürfte viele Geräte und Bücher erworben haben. Die Geräte kamen erst nach seinem um 1493 erfolgten Tode nach Krakau. Die Bücher dürften schon eher dahin gekommen sein, da sein Großneffe Martin Biem, auch Martinus de Ilkusch genannt, sie bei seinen Vorlesungen an der Krakauer Universität brauchte, so daß sie erst nach dessen Tode, um 1540, an die Universität gelangten. Manche Bücher wie die erwähnten Tabulae directionum dürfte Martin Ilkusch noch bei seinen Lebzeiten der Universität geschenkt haben.

Ob Coppernicus die von Ilkusch geschenkten Geräte gesehen und benützt hatte, läßt sich nicht sagen. Wenn er sich damals noch in Krakau aufhielt, so werden sie ihm von großem Nutzen gewesen sein; denn sie zeigten die Fortschritte der damaligen Technik und waren zum Beobachten zu verwenden. Mit Beobachten und mit dem Unterricht in Beobachtungsgeräten stand es aber in Krakau schlecht, zu sehr war man auf die Fortführung des Überlieferten bedacht.

Außerhalb der Vorlesungen hatte Coppernicus Gelegenheit zur Weiterbildung. Ihm standen sicherlich nicht nur die Bücher und Handschriften der Universität, sondern auch der Magister und besonders der wichtigsten, nämlich Albert von Brudzewo, Johann von Glogau und Martin Biem zur Verfügung. Er konnte somit einen Einblick in das Wissen seiner Zeit und der Vergangenheit gewinnen. Besonders wichtig war es, daß ihm außer den damals gedruckten Werken Regiomontans auch handschriftlich vorhandene Werke zur Verfügung standen, wie die großen Sinustafeln zu 6 und 10 Millionen und die Arbeit über den Dreistab. Es ist nicht ausgeschlossen, daß auch Schriften Regiomontans, die jetzt verschollen sind, und die Dreieckslehre in Krakau vorhanden waren oder daß Martin Ilkusch seinem Großneffen Nachrichten und Auszüge aus Regiomontans Briefen hinterlassen hatte, die einen tieferen Einblick in Regiomontans Pläne gewährten als seine fertigen Werke. Da Ilkusch bereits 1464 mit Regiomontan in Rom zusammengekommen war und ihm 1467 bei der Berechnung der Tabulae directionum geholfen hatte [775, S. 108], so konnte er als Übermittler der Gedanken Regiomontans nach Krakau eine Rolle spielen. Die jetzt in Krakau vorhandenen Handschriften sind sicherlich nur der Rest eines größeren Bestandes. Wie die Briefe des Coppernicus an Krakauer Gelehrte — mit Ausnahme eines Briefes an Wapowski — im Laufe der Zeit verloren gingen, so dürfte es auch mit Schriften des Ilkusch gewesen sein und zwar umsomehr, da ihnen sicherlich nicht so große Beachtung wie dem Briefwechsel des Coppernicus geschenkt wurde.

Coppernicus konnte in Krakau viel lernen und einen Einblick in das Wissen seiner Zeit bekommen. Welchen Nutzen hat er tatsächlich daraus gezogen? Diese Frage ist schwer zu beantworten. Er gehörte zu den verschlossenen Gelehrten, die nicht

gern ihre Gedanken offenbaren, solange sie noch nicht ihre endgültige Form gefunden haben. Mit Widerstreben gab er seine Einwilligung zur Veröffentlichung seines Hauptwerkes. Seine Briefe sind nüchtern. Und im Brief an Wapowski, wo er die Gelegenheit hatte seine Ansicht zu äußern, weigerte er sich seine Meinung mitzuteilen. Wie anders Regiomontan! Seine Briefe sind ein Spiegel seiner Gedanken: sobald er des Verständnisses sicher ist, kommt er auch auf seine tiefsten Gedanken zu sprechen und äußert seine Bedenken und Befürchtungen. Wenn er ein Buch durchliest, so regt ihn das zu Gedanken oder Einwänden an. In eigenen und fremden Büchern schreibt er seine Einfälle am Rande nieder und gestaltet somit das Buch zum eigenen Werke um. Wie steht es mit Coppernicus? Pflegte er seine Bücher auch mit Randbemerkungen zu versehen? Anscheinend huldigte er auch der Sitte seiner Zeit, soweit es sich bisher feststellen ließ; denn es lassen sich nur wenige Bücher als sein Eigentum nachweisen. Bisher sind es nur 26 medizinische und astronomische Bände, die ihm wohl gehörten [Anhang A]. Diese Zahl ist überraschend klein gegenüber den jetzt noch nachweisbaren Büchern Regiomontans. Dabei darf nicht übersehen werden, daß Regiomontan viel jünger als dieser starb und daß von seinem Nachlaß in Rom nichts und vom Nachlaß in Nürnberg nur ein Teil erhalten blieb. Dazu kommt, daß Regiomontan sich wegen des Mangels an gedruckten Büchern Handschriften erwerben mußte, während Coppernicus von seiner Jugend an sich Druckwerke erwerben konnte und dazu auch in der Lage war.

Als Coppernicus 1543 starb, kamen seine Bücher an die Dombibliothek zu Frauenburg mit Ausnahme einiger medizinischer Bücher, die Fabian Emerich erhielt. Von den erwähnten Bänden stammen 21 aus der Dombibliothek und 5 aus der Jesuitenbibliothek in Braunsberg, wohin die Bücher Emerichs und einige andere kamen. Ob von den anderen jetzt in Schweden befindlichen Büchern der Dombibliothek noch einige früher Eigentum des Coppernicus waren, läßt sich nicht entscheiden [Anhang A]. Jedoch kämen sie hier nicht in Betracht, da es sich nicht um astronomische Werke handelt.

Zur Feststellung, welche astronomischen Bücher er besaß, gibt es nun 2 Wege, da kein Verzeichnis seines Nachlasses vorhanden ist. Wir können von den ihm zugeschriebenen und noch

vorhandenen Bänden ausgehen und das Verzeichnis der Dombibliothek von 1598 nach astronomischen und mathematischen Büchern durchsehen. Die 26 Sammelbände enthalten 39 Drucke und Handschriften; davon entfallen 20 auf Astronomie und Astrologie, 4 auf Mathematik, 2 auf Geographie, 2 auf Physik, 2 auf Philologie und Philosophie, 9 auf Medizin. Wenn wir von diesen Büchern alle ausscheiden, die nach dem Ende seiner Studienzeit, also nach 1503 erschienen sind, so bleiben 10 astronomische und astrologische, 1 mathematische, 2 geographische, 3 philologische und 9 medizinische Bücher und Handschriften übrig. Wenn wir das Verzeichnis der Dombibliothek von 1598 [346] auf astronomische, mathematische und physikalische Werke durchsehen und mit den 26 Bänden vergleichen, so kommen nach Weglassung einiger zweifelhafter Werke nur folgende hinzu: 1 Ptolemaeus, 1 Vitruvius, 1 Statica geometrica, 1 Perspectiva statuaria, 1 Astronomia Anathomiae, 1 Regiomontans Epitoma, 1 nicht näher beschriebenes Buch Regiomontans, 1 Regiomontans Kalender, sowie der unter seinem Namen „Künigsperger" von 1537—39 gedruckte Kalender. Allerdings können davon einige Werke früher nicht Coppernicus, sondern anderen Domherren gehört haben. Andererseits gibt das Verzeichnis von 1598 bei Sammelbänden nur den 1. Titel, nicht die Titel der anderen Werke an, so daß sich in diesen jetzt verschollenen Bänden noch mehr in Betracht kommende Bücher befunden haben können. Somit läßt sich nicht sicher angeben, wieviele und welche Bücher Coppernicus besessen hatte. Immerhin können wir aus dem Umstand, daß die Dombibliothek 25 in Betracht kommende Bände besaß, während in Nürnberg im Jahre 1512 215 Bände als Nachlaß Regiomantans und Walthers [775, S. 189] vorhanden waren, von denen mindestens 108, wahrscheinlich aber 175 astronomische, mathematische und physikalische Bände als Eigentum Regiomontans anzusehen sind, schließen, daß Regiomontans Bücherbesitz den coppernicanischen weit übertraf. Diese Feststellung, daß Coppernicus nicht viele Bücher besaß, erfährt eine Bestätigung durch das Geschenk des Rheticus. Dieser schenkte seinem Meister bei seinem Besuche in den Jahren 1539—41 vier Sammelbände mit 6 Drucken und hätte es wohl nicht getan, wenn diese Werke, darunter auch Regiomontans Dreieckslehre und andere wichtige Werke, sich bereits in

Frauenburg befunden hätten. Gewiß muß Coppernicus einige nicht nachweisbare Werke wie Werners Sammeldruck von 1522 oder die Schriften des Paul von Middelburg über die Kalenderreform besessen haben; vielleicht gab er sie dem Rheticus als Gegengabe. Immerhin dürfte es sich nur um einige Bücher handeln.

Verschiedene früher Coppernicus gehörige Bücher zeigen Randbemerkungen von seiner Hand, die allerdings mehr Anmerkungen als Urteile im Sinne Regiomontans sind. Auch benützte er seine Bücher gern zum Aufschreiben von Beobachtungen oder von Zahlen, die er zu seinen Berechnungen brauchte. Zeigen auch fremde Bücher seine Randbemerkungen? Die Durchsicht der vor 1495 entstandenen Krakauer Handschriften ergab nur bei der handschriftlich erhaltenen Arbeit des Ptolemaeus über das Planisphär (Krak 1924, S. 165) einige Randbemerkungen, die von seiner Hand zu stammen scheinen, aber nicht viel besagen.

Die Studien des Coppernicus in Italien.

Bereits im Sommer des Jahres 1493 dürfte Coppernicus erkannt haben, daß die Krakauer Hochschule ihm nichts mehr bieten könne. Was damals modern war, die neuen Sonnenuhren mit Kompaß und Mißweisung sowie die Beobachtung der Himmelsvorgänge, wurde wenig geschätzt. Nur gelegentliche Wetteraufzeichnungen aus den Jahren 1487—90 finden sich in den Jahrbüchern, die Magister Leonhard von Dopschitze gehörten. In der Planetentheorie ging man nicht über Peuerbachs Planetenlehre hinaus. Sicherlich war die Kunde von der Epitoma Regiomontans nach Krakau gekommen; aber selbst Albert von Brudzewo berücksichtigte Regiomontans Hinweise nicht. Was sollte Coppernicus tun? Eine andere Hochschule aufsuchen, womöglich in Deutschland? Was konnte er dort in der Sternkunde lernen? Wem hätte er sich damals anvertrauen können? Wenn Regiomontan noch gelebt hätte, so wäre ein Entschluß nicht schwierig, wurde doch jener in Krakau besonders verehrt und von Johann von Glogau als der gelehrteste Astronom und eifrigste Erneuerer der Wissenschaften gepriesen. Hatte Regiomontan einen Nachfolger hinterlassen? Offenbar nicht. Wohl verwahrte

Bernhard Walther die Bücherschätze Regiomontans, von deren Vorhandensein Coppernicus in Krakau einerseits über Konrad Celtis und Brudzewo und andererseits über Martin Ilkusch und Martin Biem erfahren konnte, und setzte die Beobachtungen fort; aber Nürnberg besaß keine Hochschule und Würzburg und Ingolstadt lagen weit entfernt; deshalb mußte Süddeutschland ausscheiden.

Der Entschluß, in seine Heimat zurückzukehren, ohne in Krakau den Titel eines Baccalaureus und Magister zu erwerben, mochte auch durch die Verhältnisse in der Heimat verursacht worden sein. Er stammte offenbar aus einem reichen Hause, was sich auch darin äußerte, daß er in Krakau die volle Einschreibungsgebühr zahlte. Was sollte er nun werden? Das wollte er mit seinem Onkel Lukas Watzenrode besprechen, der als Bischof von Ermland in Heilsberg wohnte. Ihn dürfte er zuerst aufgesucht haben. Sicherlich kam bei seinem Besuch die Fortsetzung des Studiums und die Aufbringung der Geldmittel zur Sprache. Es bedurfte keines besonderen Hinweises, daß für den jungen Coppernicus der Besitz einer Pfründe erstrebenswert sei. Dabei war es nicht nötig Priester zu sein, um die Pfründe zu erhalten. Die Erwerbung einer Pfründe erschien damals als der bequemste Weg, um ein sorgenloses Leben zu führen. Deshalb war die Jagd nach Pfründen allgemein. Nicht nur die Fürstensöhne, auch die Söhne des Patriziates sehen wir dabei beteiligt. Und was lag näher, als daß die Söhne der Patrizier in Elbing, Danzig und Thorn nach solchen Pfründen in den Bistümern Ermland und Kulm strebten, wenn sie es nicht wie Lukas Watzenrode verstanden, sich auch Pfründen in Polen zu sichern? Infolge der Hinfälligkeit mancher Ermländischen Domherren wird es dem Bischof Watzenrode ratsam erschienen sein, seinen Neffen Nikolaus möglichst bald zum Domherren wählen zu lassen. Wann die Wahl erfolgte, läßt sich nicht angeben. Im Spätsommer am 26. August 1495 starb der Domherr Joh. Zanau, dessen Nachfolger Nikolaus wurde. Vermutlich wird die Neuwahl noch im Herbst erfolgt sein; denn in der Kustodierechnung vom Anfang November 1495 wird C. bereits als Domherr geführt. Allerdings scheint gegen seine Wahl Einspruch erfolgt zu sein, so daß sich sein Onkel veranlaßt sah, in einer Beurkundung vom 22. Febr. 1496 seinen Neffen nicht als Domherrn, sondern als kulmi-

schen Geistlichen (clericus) zu bezeichnen. Die Angelegenheit mit der Pfründe scheint noch später zweifelhaft gewesen zu sein; denn während die nächste Kustodierechnung vom November 1496 Coppernicus wieder als Domherren aufführte, nannte er sich selbst im Januar 1497 in Bologna ohne Titel und erst im Herbst dieses Jahres kam er in den Besitz seiner Würde und Pfründe, wie aus einer Vollmacht vom 20. Okt. 1497 hervorgeht [660, S. 232], worin er als Domherr und Priester bezeichnet wird. Demnach hatte er schon vorher die Priesterweihe empfangen. Vermutlich geschah dies noch in Ermland.

Coppernicus zog im Herbst 1496 nach Italien, wie viele Deutsche vor ihm und mit ihm. Nicht nur um dort zu lernen, wie es manche Künstler und Studenten taten, sondern auch um deutsche Erfindungen bekannt zu machen und ihr Handwerk auszuüben, gingen viele nach dem Süden. Von den Studenten waren es hauptsächlich Mediziner und Juristen, die auf den berühmten italienischen Hochschulen ihr Wissen vertiefen und ein Examen ablegen wollten. Um nur einige Namen zu nennen, so studierte Willibald Pirkheimer in Padua das Recht wie früher sein Vater Johannes und sein Großvater Hans sowie dessen Bruder Thomas. Auch die Ärzte Thomas Münzer, Hermann und Hartmann Schedel hatten Italien aufgesucht. Von Astronomen sind zu nennen Peuerbach, Regiomontan und Joh. Tolhopf, sowie Nikolaus Germanus [Anm. 17]. Joh. Werner [770, S. 111] hielt sich von 1493 bis 97 in Rom auf und beobachtete hier die Polhöhe und eine Mondfinsternis, mit deren Hilfe er den Längenunterschied Rom—Nürnberg bestimmte [Anm. 27].

Nikolaus suchte wie sein Onkel Lukas Bologna auf, um dort das Recht zu studieren. Zugleich wollte er dabei sein in Krakau begonnenes Studium vollenden; denn einer Beurkundung vom 18. Juni 1499 ist zu entnehmen [660, S. 233], daß er inzwischen Magister artium geworden war. In Bologna trat er, wie früher sein Onkel Lukas und Nikolaus von Cues, der deutschen Landsmannschaft bei, die nur Juristen deutscher Abstammung und einiger Nachbarländer, aber keine Polen, aufnahm und offenbar eine besondere Rolle in Bologna spielte. In diese Landsmannschaft wurde Nikolaus am 7. Januar 1497 aufgenommen; ihr gehörten auch andere Frauenburger Domherren an, nämlich Fabian von Lossainen und seit Herbst 1498 der Bruder Andreas Copper-

nicus. Obwohl Andreas älter als Nikolaus war, wurde er erst nach ihm, wohl Anfang 1499, Domherr und folgte ihm nach Bologna nach. Andreas scheint großartig gelebt zu haben und darin dem Beispiele seiner Zeitgenossen gefolgt zu sein, so daß der bischöfliche Sekretär Georg Prange, als er auf einer Romreise im Herbst 1499 durch Bologna kam, von den Brüdern um Geld gebeten wurde. Andreas erklärt sogar, er wolle in Rom in Dienst gehen, um nicht Not leiden zu müssen. Prange selbst war nicht in der Lage ihnen zu helfen und berichtete den Vorfall in Rom dem ermländischen Dechanten Bernhard Sculteti, der bei einer Bank für sie Bürgschaft leistete, als sie 100 Dukanten borgten. Die Zurückgabe des Geldes innerhalb 4 Monaten war ausgemacht worden. Da die jungen Leute zur Zurückzahlung nicht imstande waren und bereits ein Monat verflossen war, so wandte sich Sculteti an den Bischof Lukas als Onkel und bat um baldige Überweisung des Geldes über Posen oder Breslau. Vermutlich hat Lukas seine Neffen auslösen müssen. Gern tat er es sicherlich nicht; denn obwohl er seit 1479 Domherr und seit 1489 Bischof von Ermland war, zahlte er die Gebühr für die Benützung der kirchlichen Gewänder des Domes erst nach 1496; dabei war vorgeschrieben, daß jeder Domherr innerhalb 5 Jahren nach seiner Erwählung die Gebühr zahlen müsse!

Wie Nikolaus, der vom Herbst 1496 bis 1500 sich in Bologna aufhielt, das Recht studierte und welche Vorlesungen er belegte, ist unbekannt. Jedenfalls ist gewiß, daß er, wie sein Bruder Andreas, nicht nur das kirchliche, sondern auch das weltliche Recht studierte. Daneben dürfte er Griechisch bei Antonio Urceo, genannt Codrus, gehört haben [474]. Er kaufte sich das 1499 erschienene griechisch-lateinische Wörterbuch des Crastonus [Anhang A] und begann wohl unter Aufsicht seines Lehrers die griechischen Briefe des Theophylaktos Simocattes in die lateinische Sprache zu übersetzen.

Bald nach seiner Ankunft in Bologna dürfte er vom Streit zwischen Marsilius Ficinus (1433—1499) und Alexander Achillini erfahren haben. Ficinus, ein angesehener Gelehrter in Florenz, hatte sich durch seine Ausgabe der Werke Platos berühmt gemacht und ein kleines Buch über die Sonne (De Sole) veröffentlicht, das er 1493 mit besonderen Begleitbriefen seinen Freunden und Gönnern überreichte [260, Bd. I, S. 950—975]. In

dieser Schrift beschreibt er als Astrologe und Christ die Eigenschaften der Sonne; er berichtet im 6. Kapitel, daß die antiken Physiker die Sonne für das Herz der Welt erklärt haben, und vergleicht sie mit einem König; wie dieser den mittleren Platz einnehme, so auch die Sonne; denn vor ihr wanderten Saturn, Jupiter und Mars, während Venus, Merkur und Mond ihr folgten. Diesen Vergleich führt er im 7. Kapitel weiter aus und stellt der Sonne als dem Könige den Mond als Königin gegenüber. Schließlich spricht er im 13. Kapitel von der ständigen Bewegung der Sonne und fährt fort: „Übrigens obwohl die Sonne vom Schöpfer der Welt am weitesten absteht, so scheinen doch alle Himmelskörper nur zur Sonne, als dem Lenker im Himmel und dem Maß des Göttlichen, gebracht zu sein (redacta)". Dieser Vergleich der Sonne mit dem Herzen und König scheint Achillini geärgert zu haben; denn in seiner 1494 in Bologna verfaßten und gedruckten Arbeit über die Planetenbahnen [2 Bl. 29 r] bezeichnet er es als einen Fehler der Mathematiker (d. h. der Astrologen), die Sonne in die Mitte wie den König und das Herz zu stellen; denn Himmlisches ließe sich mit Irdischem nicht vergleichen. Seine Ausführungen fußen fast immer auf den Erklärungen des Averroes zum Buche des Aristoteles über Himmel und Erde. Dagegen dürfte die Angabe der Polhöhe Bolognas zu $44\frac{1}{2}^0$ und der Schiefe zu $23^0 30'$ auf den Beobachtungen seiner Zeitgenossen beruhen.

Was konnten diese Hinweise auf die Stellung und Bedeutung der Sonne unter den Planeten Coppernicus besagen? Konnten sie bei ihm mehr als Erinnerungen an Macrobius und Albohazen auslösen? Oder konnten sie ihn veranlassen nun ein neues Weltgebäude zu ersinnen und in jahrzehntelanger Arbeit zu beweisen, daß die Sonne der Bewegungsmittelpunkt für die Planeten sei? Waren denn die Vergleiche der Sonne mit dem Könige und dem Herzen im astronomischen Sinn gemeint? Davon war doch keine Rede. Regiomontan hatte um 1454 die astronomische Bedeutung der Stellung der Sonne zu den Planeten erkannt und später Bianchini gegenüber deutlich seine Zweifel an der herrschenden Planetenlehre ausgesprochen und die Notwendigkeit, durch Beobachtungen eine neue Grundlage zu legen, betont. Konnte Coppernicus davon wissen? Gab es in Italien eine Überlieferung, die auf Regiomontan zurückging? Sicherlich! Dominico

Maria Novara, Professor der Astrologie in Bologna, und Prisciano, Professor der Astrologie in Ferrara, nannten sich Schüler Regiomontans, und wenn sie ihn vielleicht auch nur bei seinen Reisen 1472 und 1475—76 gesehen und gesprochen hatten, so hatten sie sicherlich Einblick in seine Briefe an Bianchini, da Novara 1454 in Ferrara geboren war und Prisciano (S. 113) als Professor in Ferrara den Nachlaß des nach 1466 gestorbenen Bianchini kennen konnte. Ob Coppernicus den Prisciano kannte, läßt sich nicht nachweisen. Dagegen dürfte er mit Novara schon bald zusammengekommen sein; denn er half ihm bei seinen Beobachtungen. Novara, der Magister artium und Dr. med. war, lehrte in Bologna die Astronomie bzw. die Astrologie von 1483 bis zu seinem Tode im Jahre 1504 [Nr. 660, Nr. 60, S.424—448. Nr. 475, S. 565—573]. Als Inhaber des Lehrstuhles für Astrologie hatte er jährlich den Studenten der Universität innerhalb eines Monates astrologische Deutungen umsonst zu geben und auch eine Jahresvorhersage und ein Jahrbuch vorzulegen, falls er sich nicht eine Strafe zuziehen wollte. Außerdem hatte er jährlich 2 astrologische Gegenstände zu behandeln. Zu den Pflichten, wofür er zuerst ein Gehalt von 50 und seit 1486 von 100 Pfund bekam, gehörten auch die Vorlesungen, deren Einhaltung vorgeschrieben war: im 1. Jahr wurde vorgelesen über Bruchrechnen, erstes Buch Euklids, Alfonsische Tafeln mit Erklärung, Planetenlehre. Im 2. Jahr über Sphaera des Joh. de Sacrobosco, zweites Buch Euklids, Erklärung der Tafeln des Jean de Lignières, Astrolab des Messahalah. Im 3. Jahr über die Sterndeutung des Alcabitius, Hundertregeln des Ptolemaeus mit der Erklärung des Hali, drittes Buch Euklids, Quadrant. Im 4. Jahr über das ganze Vierbuch des Ptolemaeus, über Wilhelm v. Englands medizinisch-astrologische Schrift „De urina non visa", drittes Buch des Handbuches der Sternkunde des Ptolemaeus. In jedem Jahr mußten die Vorlesungen in ihrer Reihenfolge gelesen werden; wenn also die Zeit nicht reichte, blieben die zuletzt genannten Vorlesungen jedes Jahres weg. Demgemäß werden tatsächlich nur die beiden ersten Vorlesungen in jedem der 4 Jahre gehalten worden sein. An den 4. Lehrgang schloß sich wieder der 1. Lehrgang an. Wenn dieser Umstand berücksichtigt wird, so blieben an Vorlesungen, in die sich Novara mit den anderen Dozenten teilte, nur übrig: Im 1. Jahr Bruchrechnen und erstes Buch Euklids. Im 2. Jahr

Sphaera und zweites Buch Euklids. Im 3. Jahr Alcabitius und Hundertregeln des Ptolemaeus. Im 4. Jahr Vierbuch der Sterndeutung des Ptolemaeus und „De urina non visa". Das ist sehr bescheiden, wird Coppernicus sich gedacht haben, als er das Verzeichnis sah. Dazu brauchte er nicht nach Bologna zu reisen.

In Wirklichkeit hielt sich Novara nicht an die Vorschriften. So berichtete V. Lang Ende 1500 an Celtis [635, S. 190], daß er bei der Durchreise in Bologna den Novara gehört habe. Er las den Euklid und trug das Handbuch der Sternkunde des Ptolemaeus und im Hause Fosgararia die Erdkunde des Ptolemaeus den Herren Johann von Wartenberg und Christoph von Weitmühl vor. Diese Mitteilung läßt ersehen, daß hervorragende Lehrer, wie Novara, freie Hand in der Auswahl ihrer Vorlesungen hatten und außerdem, wohl gegen besondere Bezahlung, andere Vorlesungen hielten. Allerdings unterließ er es nicht, jährlich eine Vorhersage für das nächste Jahr zu liefern, die für die Jahre 1500—1504 noch gedruckt vorliegt [607, Bd. I, 2, S. 205—206]. Auch eine Vorhersage (Judicium) für 1489 ist bekannt, in der er darauf hinwies, daß die von Ptolemaeus in seiner Erdkunde mitgeteilten Polhöhen einiger Orte in Spanien und Italien von den modernen Polhöhen so sehr abweichen, daß eine Verschiebung des Poles zum Zenit hin und zwar um 1^0 in 1070 Jahren angenommen werden müsse. Diese Vermutung wurde später gelegentlich erwähnt [584, Bd. I, 1, S. 240—242]. Novara gibt nicht an, ob er eigene oder fremde Beobachtungen der Polhöhe zu Grunde gelegt habe. Für Bologna dürfte er eigene Beobachtungen verwendet haben; denn gerade hier weicht die von Ptolemaeus angegebene Polhöhe zu $43^030'$ um 1^0 von der Polhöhe von $44^040'$ ab, wie sie in den damaligen Ortsverzeichnissen sich findet und der Wirklichkeit entspricht. Die Polhöhe errechnete er aus seiner Bestimmung der Schiefe, wofür er auf Grund seiner Beobachtungen im Jahre 1491 etwas mehr als $23^029'$ fand, wie Coppernicus berichtet [168, S. 172]. Bei solchen Bestimmungen der Schiefe der Ekliptik und der Polhöhe dürfte Coppernicus dem Novara geholfen haben; nicht als Schüler, sondern als Helfer und Bestätiger nahm er an den Beobachtungen Novaras teil [584, Bd. II, S. 297]. Ob die im Hauptwerk mitgeteilte Beobachtung der Bedeckung Aldebarans durch den Mond am 6. März 1497, drei Tage nach dem Neumonde, mit Novara zusammen ge-

macht worden ist, läßt sich nicht angeben. Zu dieser Beobachtung bedurfte es keiner besonderen Geräte; der Anlaß dazu brauchte nicht von Novara auszugehen. Es ist möglich, daß Coppernicus kurz zuvor den 1496 in Venedig von Joh. Hamman veröffentlichten Auszug aus dem Handbuch der Sternkunde des Ptolemaeus kennen gelernt hatte und sich durch den Hinweis auf die von der herrschenden Theorie geforderte, aber durch die Beobachtung nicht bestätigte Größenänderung des Mondes veranlaßt fühlte, sich mit dem Mondlauf zu beschäftigen. Eine Nachprüfung des Hinweises im Auszuge, daß der Mond beim ersten oder letzten Viertel gelegentlich viermal größer als zur Zeit des Vollmondes erscheinen müsse, kam nicht in Betracht; dazu hätte er ein besonders Beobachtungsgerät haben müssen. Überdies war der Mond damals nicht im 1. Viertel. Vielmehr dürfte die aus Regiomontans Jahrbüchern zu ersehende Bedeckung Aldebarans durch den Mond die Möglichkeit geboten haben, leicht den Ort des Mondes für künftige Untersuchungen zu bestimmen. Auch der Bestimmung des Mondortes dienten 2 Beobachtungen der Konjunktion des Mondes mit Saturn; sie lassen ersehen, daß in beiden Fällen die Zeit auf Stunden, nicht auf Minuten, angegeben und bei der 2. Beobachtung die Höhe des Mondes und eines hellen Sternes gemessen wurde, wohl um aus der Sternhöhe die Zeit zu berechnen, wie es üblich war.

Auch der Umstand, daß Coppernicus diese beiden Beobachtungen vom Anfang des Jahres 1500 in seinem Gesamtwerk nicht verwertete, legt die Annahme nahe, daß sie ihm nicht genügten. Die nächste Beobachtung erfolgte in Rom, wo er die Mondfinsternis am 6. November 1500 2 Uhr nachts beobachtete. Anscheinend hatte er in Rom kein Gerät zur Messung einer Sternhöhe zur Verfügung. Auf diese Beobachtung, die gemäß seiner eigenen Angabe mit großer Sorgfalt gemacht wurde, bezieht sich wohl die Angabe des Rethicus [584, Bd. II, 297], daß er in Rom als Professor der Mathematik, umgeben von vielen Schülern und berühmten Männern und Künstlern, beobachtet habe. Bei dieser Angabe dürfte wohl der Wunsch mitgesprochen haben, seinen Meister Coppernicus als die Berühmtheit Roms hinzustellen und die Demütigungen, die Coppernicus damals von seinem Bischof erfahren mußte, in Vergessenheit zu bringen.

In Rom hatte Coppernicus Gelegenheit nach dem Nachlasse Regiomantans zu suchen. In Krakau und Bologna nannten die bedeutendsten Gelehrten sich Schüler Regiomontans und wiesen in ihren Schriften auf ihn als den Fürsten der Sternkunde hin. Seine Pläne und sein früher Tod mögen nicht selten dort erörtert worden sein. Was lag näher als in Rom nach den Resten seines Nachlasses zu suchen? Dabei dürfte er Regiomontans Schrift zur Kalenderverbesserung (S. 125) gefunden und mitgenommen haben, die später in die Königsberger Bibliothek kam; denn welcher Preuße außer Coppernicus sollte sich damals um diese Verbesserung gekümmert haben? Nicht ausgeschlossen ist es, daß er damals noch andere Schriften seines großen Vorgängers erwarb.

Wie lange Coppernicus sich in Rom aufhielt, ist unbekannt. Im Sommer 1501 war er in seiner Heimat. In der Zwischenzeit von Ende 1500 bis Sommer 1501 suchte er wohl Bologna auf; auch dürften seine Bemerkungen [Anhang B] über die Abweichungen des Mars und Saturn von der Berechnung aus Bologna stammen. Seine Aufzeichnungen lassen ersehen, daß auch er die Beobachtung der Himmelsvorgänge zur Prüfung der überlieferten Planetentafeln für wichtig hielt. Nicht den Entwurf eines neuen Weltgebäudes und das Spielen mit solchen Gedanken, sondern die Prüfung des Überlieferten und das Herangehen an die Natur durch Beobachtung, das deuten seine Beobachtungen und Einträge in seine Bücher an. Regiomontan war ihm darin vor mehr als 45 Jahren vorangegangen; allerdings scheint sich der zwanzigjährige Regiomontan mehr dem Beobachten gewidmet zu haben als der ältere Coppernicus. Das beweisen Regiomontans Beobachtungen und seine sorgfältigen Berechnungen der Finsterniszeiten aus den beobachteten Sternhöhen. Von diesen Arbeiten wird häufig die Rede zwischen Novara und Coppernicus gewesen sein; denn schließlich waren die Beobachtungen der Jahre 1497—1500 nur die Wiederholung ähnlicher Beobachtungen der Jahre 1450—60; kein Fortschritt in den Beobachtungen und in den Geräten. Novara dürfte auch über seine astrologischen Berechnungen gesprochen haben. Damals war die Bestimmung der Empfängniszeit und der Schwangerschaftsdauer auf Grund des Mondlaufes das modernste Problem der Astrologie. Martin Ilkusch, Johann von Glogau und andere Krakauer Magi-

ster beschäftigten sich damit. Auch Novara hatte eine Abhandlung über die Dauer der Schwangerschaft geschrieben und darin auf seinen Lehrer Regiomontan hingewiesen, der gelehrt habe den Mondort für die gleichlangen Stunden zu berechnen [775, S. 180]. Ferner beschäftigte er sich mit der Verwendung des Laufes von Sonne und Mond für künftige Deutungen [584, Bd. I, 1, S. 239]. Ob er sich auch dabei auf Regiomontan bezog, läßt sich nicht ermitteln, da nur wenige seiner Schriften erhalten sind [Anm. 28].

Am 27. Juli 1501 fand eine Sitzung des Domkapitels in Frauenburg statt, wobei Nikolaus und Andreas Coppernicus erschienen und um Urlaub zur Fortsetzung ihres Studiums baten [584, Bd. I, 1, S. 290]. Nach längerer Beratung wurde er ihnen bewilligt; dabei wurde betont, daß die Verlängerung des Urlaubes um 2 Jahre für Nikolaus erfolge, da er versprochen hatte Medizin zu studieren und als Arzt dem Bischof und den Domherren nützlich sein könne. Andreas bekam die Verlängerung bewilligt, weil er zum Studium geeignet erschien. Bald darauf dürften die Brüder Ermland verlassen haben, um ihr Studium wieder aufzunehmen. Über das medizinische Studium des Nikolaus in Padua, wohl vom Herbst 1501 bis zum Frühjahr 1503, ist nichts bekannt. Immerhin hat er sich dort die Kenntnisse für seinen späteren Beruf als Arzt erworben und offenbar die Bücher der Tarenta, Mesue, Senensis, Savonarola, Cuba, Ketham und Villa Nova [Anhang A] gekauft, die mit Anmerkungen versehen und wohl von ihm benützt wurden. Astronomische Beobachtungen scheint er dort nicht gemacht zu haben. Von Padua aus wandte er sich nach Ferrara, wo er am 31. Mai 1503 zum Doktor des Kirchenrechtes ernannt wurde. Die darüber ausgestellte Urkunde [584, Bd. I, 1, S. 313] läßt ersehen, daß Coppernicus vorher in Bologna und Padua studierte und eine Pfründe bei der Hl. Kreuzkirche in Breslau besaß.

Noch im Sommer 1503 wird Coppernicus in seine Heimat zurückgekehrt sein. Ob er auf dieser Rückreise oder auf den früheren Reisen von und nach Italien deutsche Hochschulen und Astronomen aufgesucht hat, ist unbekannt. Immerhin ist anzunehmen, daß er die Reiseaufenthalte in den größeren Städten benützte, um die dortigen Hochschulen und Gelehrten kennen zu lernen. Die Straße von Rom und Bologna nach Deutschland

führte über Verona, Innsbruck, Augsburg und Nürnberg nach Erfurt, von wo aus Coppernicus über Berlin, Stettin und Danzig oder über Leipzig, Posen und Thorn nach Ermland zurückkehren konnte. Dagegen ging der kürzeste Weg von Preußen nach Padua über Posen, Breslau, Wien und Venedig. Von Ferrara aus konnte er sowohl über Venedig als auch über Verona zurückkehren. In Wien waren es Georg Tannstetter und Stöberl (Stiborius), die Astronomie an der Hochschule lehrten und später ein Gutachten über die Kalenderreform ausarbeiteten. In Erfurt dürfte ihn sein Weg zur Hochschule mit ihrer berühmten und an mathematischen Werken reichen Bibliothek geführt haben. Vielleicht lebte der Mathematiker Christian Roder noch, dem Regiomontan mindestens 1 Brief und außerdem den Druck seiner Streitschrift zugesandt hatte. Und selbst wenn er nicht am Leben war, so konnte ein Wißbegieriger sicherlich Nachricht davon erhalten. Noch wichtiger mußte für Coppernicus ein Aufenthalt in Nürnberg sein; dort lebte noch der Mitarbeiter Regiomontans und bewahrte seine Bücher und setzte die Beobachtungen fort. Sowohl im Herbst 1496, als auch im Frühjahr 1501 und im Sommer 1503 war Walther in Nürnberg, wie seine Beobachtungen beweisen. Sollte Coppernicus vom Nürnberger Bücher- und Beobachtungsschatz nichts gewußt haben? Und welchen Grund hatte er, um Walther nicht aufzusuchen? Damals war das Beobachten der Himmelsvorgänge so selten, daß Walther gern von den Bologneser Beobachtungen gehört hätte. Damals hatte er doch seine Freunde auf die Fehler in den Planetenberechnungen aufmerksam gemacht. So zeigte er Pirkheimer und Lor. Beheim die Mängel der Merkurrechnung [770, S. 78] und wies im Herbst 1503 auf die Fehler der Ephemeriden bezüglich Mars und Saturn hin. Und sollten ihm, dem Übersetzer des Apollonios aus dem Griechischen, nicht die ähnlichen Versuche des Coppernicus gefallen haben? Außerdem gab es damals in Nürnberg viele für Mathematik und Astronomie interessierte Männer: W. Pirkheimer, Konrad Heinfogel, Albrecht Dürer, vorübergehend Joh. Stab und Tschertte, ferner Hartmann Schedel, berühmt durch seine Chronik, den Beobachter und Mathematiker Joh. Werner, außerdem Erhard Etzlaub, Arzt und geschickten Hersteller von Landkarten und Sonnenuhren. In Nürnberg, der größten deutschen Stadt und dem Mittelpunkt des Handels, strömten damals von aller

Welt die Nachrichten über die neuen Entdeckungen in Afrika und Amerika und über die Mißweisung in den verschiedenen Orten zusammen. Im astronomischen Buchdruck kam es an zweiter Stelle, hinter Leipzig, das es aber bald überflügelte, um dann die erste Stelle einzunehmen und für Jahrzehnte die wichtigste Stätte des wissenschaftlichen Buchdruckes zu werden.

Die amtliche Tätigkeit in Ermland.

Im Sommer 1503 kehrte Coppernicus in seine Heimat zurück. Er hatte sein philosophisches Studium abgeschlossen und als Magister artium das Recht zu Vorlesungen und zum theologischen Studium, das mit dem Dr. theol. abschloß. Statt dem theologischen Studium wandte er sich aber den beiden Fachstudien Recht und Heilkunde zu und führte das eine Studium bis zum Dr. jur. durch, während er das medizinische Studium nicht zum Abschluß brachte. Das brauchte ihn allerdings nicht zu hindern als Arzt seinem Bischof und den Domherren zu helfen; damals wurde der Abschluß des medizinischen Studiums nur verlangt von den Hochschullehrern und von den Stadtärzten, während nur einige Leibärzte der Fürsten es soweit gebracht hatten. Übrigens beriet sich Coppernicus in schwierigen Fällen mit anderen Ärzten wie Dr. Wille, Dr. Ben. Solpha und Dr. Tresler.

Coppernicus beschränkte seine ärztliche Tätigkeit nicht auf seine Amtsbrüder; auch anderen Kranken half er [Nr. 60, S. 569—581. Nr. 584, Bd. I, 1, S. 335 und 2, S. 293—320, 464—476]. So behandelte er die Schwester des Domherrn A. Freund und wurde vom Herzog Albrecht von Preußen gebeten, seinen Rat Georg von Kunheim zu behandeln. Coppernicus reiste deshalb nach Königsberg, wo er über Ostern bis Anfang Mai 1541 blieb und sich um Kunheim kümmerte. Offenbar genoß er ein großes Ansehen als Arzt, so daß sein Beistand auch außerhalb des Bistums erbeten wurde, wobei es möglich ist, daß man ihm als Sternforscher besonderes Wissen zutraute.

Als Domherr war Coppernicus verpflichtet an der Verwaltung des Bistums teilzunehmen. In den ersten Jahren beschränkte er sich auf die Teilnahme an den preußischen Landtagen, die in den größeren Orten stattfanden, so Anfang 1504 in Marienburg und Elbing, und auf die Unterstützung seines Onkels Lukas, des

Bischofs von Ermland. In dieser Zeit dürfte er mit seinem Onkel den Plan zur Errichtung einer Hochschule in Elbing ausgearbeitet haben, was 1509 zu Verhandlungen mit Elbing führte [584, Bd. I, 1, S. 349]. Am 6. Januar 1511 weilte er als Visitator in Allenstein. Das nächste Jahr brachte mit dem Tode seines Onkels am 12. März 1512 große Unruhen über das Bistum. Das Bistum unterstand dem König von Polen als seinem Schirmherren. Die polnischen Könige hatten nur das Aufsichtsrecht über die ihnen unterstehenden, aber nicht zum Königreich Polen gehörigen Gebiete, wie das Ordensland, die beiden Bistümer und den übrigen Teil Preußens mit den wichtigen Städten Thorn, Danzig und Elbing, während die Verwaltung in den Händen der einzelnen Gebietsteile lag, die zudem gemeinsame Angelegenheiten auf ihrem Landtage behandelten. Trotzdem versuchten die Könige immer wieder die Verwaltung in ihre Hand zu bekommen und Polen als Beamte hineinzusetzen. Beim Bistum Ermland ging ihr Bestreben dahin, möglichst viele Domherrenstellen mit Polen zu besetzen und Einfluß auf die Besetzung der Bischofsstelle zu gewinnen. Deshalb begann bei jedem Freiwerden einer Domherrenstelle und besonders nach dem Tode des Bischofs ein Ringen zwischen dem König und den Domherren, die das Eindringen der Polen verhindern wollten. Als Bischof Lukas gestorben war, begann sogleich der Kampf. Der neugewählte Bischof Fabian von Lossainen war schwach und bewog seine Domherren zur Nachgiebigkeit, so daß sich der polnische König neue Rechte sichern konnte. Im Gegensatz zu den im Ermland weilenden Domherren suchten aber die in Rom befindlichen 5 Domherren die Bestätigung des neuen Abkommens durch den Papst zu verhindern. Andreas Coppernicus kehrte inzwischen aus Rom zurück. Er hatte sich im Herbst 1501 anscheinend nach Rom begeben und erhielt am 16. August 1502 die Vollmacht für Verhandlungen. Später reiste er nach Frauenburg zurück, wo er am 18. April 1507 anwesend war und am 8. Januar 1508 um Urlaub zum Aufsuchen auswärtiger Ärzte bat, weil er an einem Aussatze, der Lepra, erkrankt war. Am 19. 8. 1508 erhielt er Urlaub für ein Jahr. Anscheinend erst im Sommer 1512 kehrte er wieder nach Frauenburg zurück. Andreas hielt sich noch einige Zeit dort auf und reiste dann nach Rom, wo er mit den dortigen Domherren die polnischen Forderungen bekämpft zu haben scheint [634].

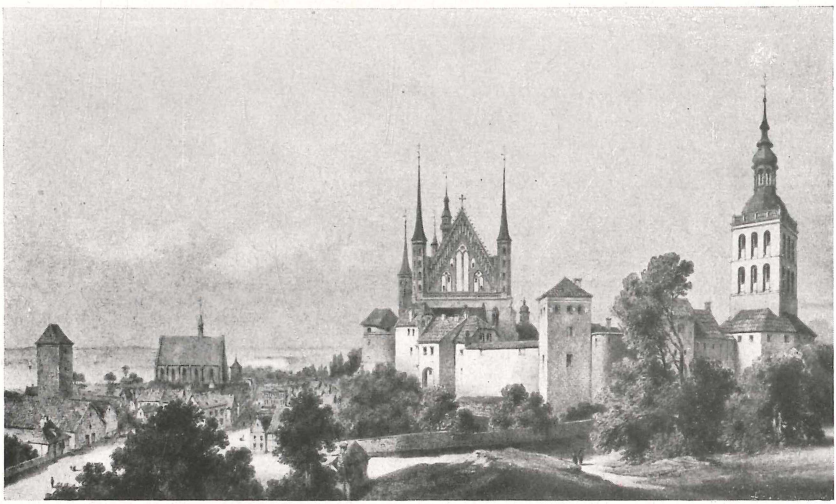


Abb. 33. Frauenburg mit der Domburg und dem Wohnturm des Coppernicus (links vom Baum). Gemäß Zeichnung von F. v. Quast.

Jedenfalls fühlte König Sigismund sich veranlaßt ihm am 5. Mai 1514 zu schreiben und ihm zu befehlen, von seinem Tun abzulassen. Andreas hat wohl noch bis 1518 in Rom gelebt.

Unter dem neuen Bischof wurde Nikolaus mehr zur Verwaltung herangezogen. Er verlegte seinen Wohnsitz nach Frauenburg und bezog die Kurie des Anfang 1512 gestorbenen Domherren Enoch Knoblauch. Gelegentlich hatte er als Kanzler die Geschäfte des Domkapitels zu führen. Am 3. Nov. 1516 wurde er zum Statthalter des Allensteiner Bezirkes für 3 Jahre bis Martini 1519 gewählt. Nunmehr verlegte er seinen Wohnsitz nach dem Schloß Allenstein [Anhang B]. Hier hatte er die Ämter Allenstein und Mehlsack zu verwalten, die Steuern festzulegen und zu erheben und die erledigten Besitzungen neu zu vergeben, auch Tauschverträge zu genehmigen. Da das Schloß als Zufluchtsstätte im Falle eines Krieges galt und deshalb wichtige Urkunden enthielt, so hatte er als Statthalter auch dafür zu sorgen, daß alles zur Verteidigung vorhanden war. Von Zeit zu Zeit bereiste er das Gebiet, um nach dem Rechten zu sehen, was um so notwendiger war, als eine Spannung zwischen dem Ordenslande und Polen entstanden war und Einfälle feindlicher Reiter in das Bistum stattfanden. Als Coppernicus zu Martini 1519 nach Frauenburg zurückkehrte, brach bald der Krieg zwischen Polen und dem Ordenslande aus, wobei es den Ordensleuten hauptsächlich auf Beutezüge im Ermland ankam. Anfang 1520 wurde Frauenburg verbrannt. Die Domherren waren nach Danzig, Elbing oder Allenstein geflohen. Coppernicus dürfte sich nach Allenstein begeben haben. Zu Martini 1520 übernahm er hier wieder die Statthalterei. Im Juni 1521 wurde Tiedeman Giese sein Nachfolger, während er nach Frauenburg zurückkehrte. Hier fand er seine außerhalb der Domburg gelegene Kurie verwüstet vor. Die damalige Unsicherheit veranlaßte ihn sich ein Haus innerhalb der Burgmauern zu kaufen, um dort in Kriegszeiten zu wohnen. Dieses Haus ist wohl der später Coppernicus-Turm genannte Nordwestturm (Abb. 33) in der Burgmauer, wohin die Sage seine Sternwarte verlegt [Anhang B].

Von nun an hielt er sich meistens in Frauenburg auf und verließ diese Stadt nur für kurze Zeit. Im August 1538 mußte er mit Felix Reich als Nuntius des Domkapitels den neuen Bischof Joh. Dantiscus auf seiner Besichtigungsreise im Bistum begleiten.

Im Jahre 1540 war er Custos und 1541 Vorsteher der Dombaukasse. Und so diente er dem Bistum bis in seine letzten Lebensjahre.

Als Priester hatte er am Gottesdienst im Dom zu Frauenburg teilzunehmen, wobei er sich durch einen Vikar vertreten lassen konnte, so daß der Gottesdienst seine Zeit wenig in Anspruch nahm [101].

Auch besondere Arbeiten erhielt er zugewiesen. Als Alexander Sculteti bei seiner Rückkehr aus Livland dem Bischof eine Karte Livlands. überreicht hatte, forderte ihn Mauritius Ferber am 10. Juli 1529 auf, sich mit Coppernicus zu verständigen und seine Erfahrungen ihm mitzuteilen, damit die Landkarte Preußens zustande käme. Coppernicus scheint sich dafür Vorarbeiten gemacht zu haben, wovon sich allerdings nichts erhalten hat.

Von größerer Bedeutung war seine Denkschrift über die preußische Münze. Die gemeinsame Landesmünze hatte sich seit 100 Jahren sehr verschlechtert. Zuerst 8, später 10, 20 und zuletzt 24 Mark Geldes wurden aus 1 Pfund Silber geschlagen. Da nun die Münzländer, einerseits das Ordensland und andererseits die großen Städte Danzig, Elbing und Thorn, nicht einheitlich vorgingen, sondern aus dem Durcheinander Vorteile zu ziehen suchten, so war eine allgemeine Teuerung die Folge des Geldverfalles. Um dem Übel zu begegnen, verfaßte Coppernicus im Jahre 1519, wohl noch in Allenstein, eine Denkschrift in deutscher und lateinischer Sprache [Nr. 584, Bd. I, 2, S. 144—152 und Bd. II, S. 21—28, 193—210. Nr. 67, S. 260—261], worin er den allmählichen Verfall der Münze darlegt und die Schuld den Obrigkeiten zuschiebt, die sich an der Münzentwertung bereichern wollten [Anm. 29]. Sein Vorschlag ging dahin, daß nur an einer Stelle Münzen geschlagen werden und zwar als Landesmünzen, wobei 20 Mark einem Pfund Feinsilber entsprechen müssen. Zur Umwechselung des alten Geldes müssen 13 alte Mark gleich 10 neuen Mark gerechnet werden. Diese Vorschläge wurden, wohl wegen der Kriegswirren, zuerst auf dem Landtag in Graudenz am 21. März 1522 vorgetragen und verhandelt. Einige Jahre später, von 1526—28, hat Coppernicus seine lateinische Abhandlung erweitert, indem er nur 2 Münzstätten zuließ und für das Verhältnis Gold zu Silber 1 zu 12 vorschlug [347, S. 185—194]; diese Abhandlung wurde auf den Landtagen in Marienburg 1528 und 1529

und in Elbing 1530 den Beratungen zu Grunde gelegt [347, S. 279—281]. Jedoch fehlte den Landständen der Wille zur Einsicht, so daß die wohlgemeinten Ratschläge nicht beachtet wurden. Umsonst waren seine Ermahnungen an die Landstände dem Verfall Preußens, des geliebtesten Vaterlandes, Einhalt zu tun. Wohl wurden neue Münzen geprägt; aber die alten blieben im Umlauf und neuer Zwist entstand zwischen dem herzoglichen Preußen und dem übrigen Preußen.

Als im Jahre 1531 der Bischof und das Domkapitel neue Anordnungen für die Handwerker erließen, dürften 2 Gutachten entstanden sein, die Coppernicus über den Brotpreis und seine Abhängigkeit vom Getreidepreis erstattete. Die Gutachten sind lateinisch verfaßt unter Verwendung deutscher Fachwörter [210, S. 48—51].

Kleine wissenschaftliche Arbeiten des Coppernicus.

Wohl noch in Bologna begann Coppernicus mit der Übersetzung der griechischen Briefe des Theophylaktos Simokattes in die lateinische Sprache; er widmete die Übersetzung seinem Onkel Lukas und übergab sie Laurentius Corvinus (Rabe), der 1489 in Krakau Magister und später Stadtschreiber zuerst in Breslau und 1507 in Thorn geworden war, als dieser 1509 nach Breslau zurückkehrte. Corvinus ließ die Übersetzung in Krakau durch den Nürnberger Drucker Johann Haller drucken und fügte ihr ein Gedicht an, worin er Thorn und Preußen grüßte und die astronomischen Beschäftigungen des Übersetzers erwähnte [Anm. 30]. In der gleichen Briefsammlung, in der Aldus Manutius die Briefe des Simokattes veröffentlicht hatte, fand Coppernicus auch den Brief des Lysis an Hipparch, den er unter weitgehender Benützung der Übersetzung Bessarions in die lateinische Sprache übertrug, in der Absicht, ihn im Hauptwerke zu veröffentlichen, weil Lysis an das Gebot des Pythagoras, daß das Wichtigste der Philosophie den Unkundigen nicht mitgeteilt werden dürfte, erinnerte.

Die Kalenderreform war dringend geworden. Regiomontan war über der Ausarbeitung von Vorschlägen gestorben. Wiederholt wurde seitdem versucht zu einer befriedigenden Regelung, besonders der Berechnung des Osterfestes, zu gelangen. Paul von

Middelburg [Anm. 31] hatte im Jahre 1513 ein umfangreiches Werk „Paulina sive de recta paschae celebratione et de die passionis Domini nostri Jesu Christi" erscheinen lassen und den Antrag gestellt, daß das Lateranische Konzil in Rom darüber berate. Papst Leo X. wandte sich am 21. Juli 1514 an den Kaiser und verschiedene Staatsoberhäupter mit der Bitte, die hervorragendsten Theologen und Astronomen zum Konzil zur Beratung einzuladen. Wer von den Eingeladenen am Erscheinen verhindert sei, solle seine Vorschläge bis zum 1. Dez. 1514 schriftlich einreichen. Ein ähnliches Schreiben erging an die Rektoren der Universitäten zur Weitergabe an die Doktoren und Magister der Theologie und Astronomie. Es waren also nicht nur Astronomen aufgefordert, sondern auch Theologen sollten sich zur Frage äußern. In der Auswahl der Aufzufordernden war man sehr weitherzig und lud z. B. auch Dr. Poll, den Leibarzt des Kaisers, und den Karthäuserprior Gregor Reisch, den Verfasser der Margarita philosophica, ein. Coppernicus wurde von Paul von Middelburg, dem Leiter des Ausschusses, eingeladen, dessen Bitte durch den ermländischen Domdechanten Bernhard Sculteti, der päpstlicher Kämmerer und zugleich Schriftführer des Konzils war, unterstützt wurde. Es dauerte lange, bis die Vorschläge zusammenkamen, so daß das Konzil dazu nicht mehr Stellung nehmen konnte. Paul von Middelburg berichtete darüber in seiner 1516 veröffentlichten Schrift „Secundum compendium correctionis calendarii". Darin werden die Gelehrten aufgezählt, welche die Meinung äußerten, daß Ostern nicht richtig gefeiert werde und daß die bisherige kirchliche Berechnung des Osterfestes durch den Papst oder das Konzil geändert werden müsse. Es werden genannt: Stiborius und Tannstetter von der Wiener Universität, Joh. Virdung von der Heidelberger Universität, der Rektor und verschiedene Professoren der Freiburger Universität. Außerhalb der Universitäten: Nikolaus Poll, Gregor Reisch, Joh. Stöffler und Nik. Coppernicus aus Ermland. Der Erzbischof von Tortosa als Vertreter des spanischen Königs, Didacus von Lissabon als Vertreter des portugiesischen Königs; der Erzbischof von Gnesen überreichte als Vertreter des polnischen Königs eine Schrift; P. Prisciano als Vertreter der Universität von Ferrara. Aus der Reihenfolge geht hervor, daß Coppernicus wie Stöffler zu den deutschen Astronomen gezählt wurde, worauf die ausländischen

Gelehrten, nämlich von Spanien, Portugal, Polen und Italien aufgeführt wurden. Diese Aufführung unter den Deutschen spricht ebenso sehr für sein Deutschtum wie seine deutschen Schriften und Briefe und seine Sorge um Preußen als sein Vaterland [Anm. 32].

Was enthielten die Vorschläge? Stiborius und Tannstetter beriefen sich auf Regiomontans Schrift über die Kalenderverbesserung, worin die Berechnung des wahren Mondlaufes gefordert wird. Auch Dr. theol. Joh. Eck, als Vertreter der Universität zu Ingolstadt, benützte anscheinend diese jetzt verschollene Schrift Regiomontans. Prisciano berief sich auf Regiomontans lateinischen Kalender und Middelburg zog Regiomontans Berechnung des Todestages Christi heran. Über die vom Gnesener Erzbischof Laski überreichte Schrift ist nichts bekannt. Anscheinend veranlaßte erst das Eintreffen des Berichtes Middelburgs die Krakauer Gelehrten zu einem eingehenden Vorschlag. Dr. Bernhard Wapowski und Magister Martin Biem arbeiteten einen Vorschlag aus, während Biem und Magister Thomas Bedermann den Kalender berechneten. Der Vorschlag mit Kalender wurde am 12. Dez. 1516 oder erst im Frühjahr 1517 nach Rom gesandt [Nr. 60, S. 457, 470. Nr. 68, S. 378—382]. Der Tübinger Astronom Joh. Stöffler, der zuerst wohl nur einen kurzen Vorschlag geschickt hatte, erörterte die Kalenderfrage eingehend in seinem 1518 veröffentlichten Calendarium Romanum magnum. Was Coppernicus geantwortet hatte, ist nicht bekannt. Vermutlich hatte auch er auf die Fehler der kirchlichen Osterrechnung hingewiesen, aber von genauen Angaben über die künftige Berechnung abgesehen, da die Bewegungen von Sonne und Mond noch nicht genügend erforscht seien, wie er rückblickend in seinem Hauptwerk [168, S. 7—8] berichtete. Es ist nicht ausgeschlossen, daß er sich dabei Regiomontans Kalenderschrift bediente, die einige Jahrzehnte später in der herzoglichen Bibliothek zu Königsberg zu sehen war.

Der Nürnberger Astronom Johannes Werner veröffentlichte 1522 eine Sammelschrift [703], die erst nach seinem zu Ostern 1522 erfolgten Tode erschien und unter anderem eine Abhandlung über die Bewegung des 8. Himmels, d. h. über die Präzession enthält. Diese Abhandlung schickte Bernhard Wapowski [Anm. 33] an Coppernicus mit der Bitte, sich über die von vielen gerühmte Arbeit zu äußern. Am 3. Juni 1524 antwortete dieser

von Frauenburg aus. Der Brief selbst ist nicht mehr erhalten; dagegen wurden Abschriften in den Bibliotheken zu Berlin, Oxford, Paris, Schweinfurt, Upsala und Wien gefunden [Anhang D]. Folgendes hatte Coppernicus auszusetzen: Werner hatte bei der Berechnung des Zeitraumes zwischen den Beobachtungen des Timocharis und des Ptolemaeus einen Fehler von 11 Jahren gemacht [Anm. 34]. Ferner hatte Werner von einer gleichförmigen Bewegung des Sternhimmels in den 400 Jahren zwischen Timocharis und Ptolemaeus gesprochen. Tatsächlich ginge aus Werners Zahlen hervor, daß die Bewegung allmählich rascher geworden war. Schließlich hatte Werner die Genauigkeit der Beobachtungen des Timocharis angezweifelt, was offensichtlich den Angaben im Handbuch der Sternkunde des Ptolemaeus widersprach, wie Coppernicus nachwies. Besonders erzürnte diesen aber der von Werner geäußerte Zweifel an der Glaubwürdigkeit der Beobachtungen und Angaben der griechischen Astronomen. Dies dünkte ihm Verrat an der heiligen Sache zu sein. Zweimal [584, Bd. II, S. 177, 181] kam Coppernicus darauf zu sprechen mit folgenden Worten: „Es steht aber fest, daß jene mit der größten Sorgfalt und besonderem Fleiß Alles beobachtet haben, die uns viele ansehnliche und bewundernswerte Erfindungen hinterlassen haben. Deshalb kann ich mich keineswegs überzeugen, daß sie sich in der Angabe der Sternörter um $^1/_4$ oder $^1/_5$ oder $^1/_6$ Grad geirrt haben, wie dieser Verfasser meint“ und „weshalb es weniger glaubwürdig ist, daß sie oder Ptolemaeus sich so sehr geirrt hätten, die viele andere und dazu schwerere Dinge bis aufs Haar bemerken konnten“.

Bemerkenswert ist, wie sehr Coppernicus damals noch an die Zuverlässigkeit der griechischen Beobachtungen und Angaben glaubte.

Am Schluß dieser abfälligen Besprechung erwähnte er die Frage nach seiner eigenen Meinung über die Präzession. Darauf einzugehen lehnte er aber mit folgenden Worten ab: „Da sie für einen anderen Ort bestimmt ist, so halte ich es für überflüssig und ungehörig hier noch mehr zu verweilen, zumal genügt, wenn ich nur deinem Wunsche nachkomme, damit du meine von Dir gewünschte Ansicht über diese Arbeit erhältst.“ Was wollte er damit sagen? Wollte er seine eigene Meinung über die Präzession nicht mitteilen, weil sie noch nicht spruchreif war, oder wollte

er sie nur im Zusammenhang mit einem größeren Werke veröffentlichen? Wir müssen das letzte annehmen, da von einer Arbeit über die Präzession nichts bekannt ist.

Zur wissenschaftlichen Gelegenheitsarbeit gehörte eine Tafel der Auf- und Untergänge der Sonne und der Tagesdauer, die Coppernicus wohl auf Bitten seiner Amtsbrüder verfaßte und die Nikolaus Human 1540 in das älteste ermländische Brevier eintrug [353].

In der Zeit von 1500 bis 1538 wurden 15 Kometen in Europa gesehen. Hat Coppernicus sie beobachtet und gedeutet? Es gibt von ihm keine Kometenschrift, obwohl die Deutung der Kometen damals zur beliebten und einträglichen Tätigkeit der Astronomen gehörte, wie die damals von Peter Apian, Math. Brotbeyhel, J. Grünpeck, A. P. Gasser, Mich. Krautwadel, Fr. Nausea, A. Perlach, N. Pruckner, Joh. Schöner, N. von Schadeck, A. Thussinus, Joh. Virdung, Mich. v. Wislicza, Joh. Vögelin verfaßten Schriften beweisen, von denen zu Ehren des 1531 erschienenen Halleyschen Kometen 11 Deutungen veröffentlicht wurden. Unter den Kometenschriften waren auch wichtige wie die Schriften des Peter Apian mit bedeutenden Angaben.

Coppernicus soll sich mit P. Apian, Hier. Scala, Cardano und Gemma Frisius an einer großen Aussprache über den Kometen von 1533 beteiligt haben, weil dieser sich entgegen den Zeichen bewegte und nicht um 11 Zeichen von der Sonne abstand, wie Ptolemaeus es im Hundertregelbuche lehre. Dies berichtete Gul. Zenocarus von Schauenburg in seiner Lebensgeschichte Karls V. [210, S. 41—43]. Da sich Schauenburg darin sehr zahlengläubig zeigt, insofern er die Teilnahme Karls an 7 Versammlungen des Goldenen Vliesses mit den 7 zu seinen Lebzeiten erschienenen Kometen (tatsächlich waren es 16) zusammen brachte, so braucht seinem Bericht nicht viel Glauben geschenkt zu werden, zumal sich die 5 erwähnten Kometenschriften nicht nachweisen lassen. Bezüglich Gemma Frisius ist es sogar sehr unwahrscheinlich, daß er sich bei der Aussprache geäußert habe; denn in der Ausgabe seiner Schriften im Jahre 1584 wird nur kurz der Komet von 1533 erwähnt, ohne jede Erwähnung der Aussprache. Demnach dürfte es sich um eine falsche Angabe Schauenburgs, der nur ungenaue Angaben über die von ihm erwähnten Kometen machte, handeln.

In verschiedenen Orten soll Coppernicus Sonnenuhren entworfen haben. So werden genannt Allenstein, Frauenburg, Thorn und Leslau. Eine Untersuchung der in Betracht kommenden Gebäude dieser und anderer Orte, wo er einige Zeit verweilte, ließ aber erkennen, daß nur das Zifferblatt einer Sonnenuhr (Abb. 34) an der Südseite des nördlichen Baues des Allensteiner Schlosses von ihm entworfen sein kann [Anhang C].

Soweit das unsachgemäß erneuerte Zifferblatt ersehen läßt, zeigte die Sonnenuhr das Kurvennetz der gewöhnlichen Stunden und der sog. Planetenstunden einer gen Südsüdwest gerichteten Sonnenuhr. Auf die Herstellung kunstreicher Sonnenuhren legte man damals in Deutschland großen Wert, wie die noch jetzt erhaltenen Sonnenuhren zu Landshut, Nürnberg, Salzburg, München beweisen. Astronomen wie Bild, Kratzer, Münster, Stöffler,

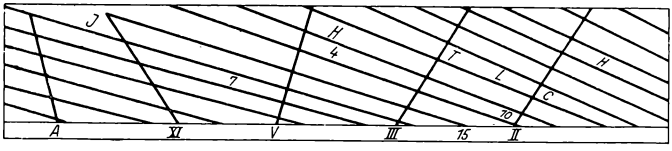


Abb. 34. Zifferblatt der von Coppernicus im Schloß zu Allenstein entworfenen Sonnenuhr (aus Forschungen und Fortschritte 18, Berlin 1942, S. 183).

P. Apian, Hartmann, Stab, Walther, Kunhofer u. a. beschäftigten sich mit der Herstellung von Sonnenuhren. Auch in dieser Beziehung schloß Coppernicus sich von den Bestrebungen seiner Zeit nicht aus. Ob er Räderuhren besaß? Dies ist sehr wahrscheinlich, wenn auch nicht nachweisbar. Aus seinem Nachlaß wurde eine Sonnenuhr erwähnt [Anhang C]. Vermutlich handelte es sich um eine bessere Tischsonnenuhr, vielleicht eine Arbeit des Nürnbergers Georg Hartmann, der damals viel nach Preußen lieferte.

Das neue Weltgebäude.

Coppernicus (Abb. 35) wurde berühmt durch sein neues Weltgebäude. Wann hat er es aufgestellt und wie kam er dazu? Diese Fragen lassen sich nicht sicher beantworten. Coppernicus hat uns aus den Jahren 1500 bis 1530 keine Briefe oder Anmerkungen zu seinen Büchern hinterlassen, die über seine Pläne

Abb. 35. Coppernicus mit dem Buch. Kupferstich des 16. Jahrhunderts.

Aufschluß geben. Sogar im Briefe an Wapowski von 1524 äußerte er sich trotz der Anfrage nicht über seine Pläne.

Sowohl in seinem Vorbericht (Commentariolus) als auch in seinem Hauptwerk gab er als wichtigsten Grund für seine Untersuchungen die Unzufriedenheit mit den bestehenden Weltgebäuden an [Nr. 584, Bd. II, S. 185. Nr. 168, S. 5 u. 322]. Die Dar-

stellung der Planetenbewegung durch gleichmittige Kreise vermöchte die Himmelsvorgänge nicht wiederzugeben und zudem die offensichtliche Entfernung und Annäherung der Gestirne nicht zu erklären. Dagegen vermöchte wohl die Planetentheorie des Ptolemaeus die Himmelsvorgänge darzustellen, hätte aber den Nachteil, daß die gleichmäßige Bewegung im Kreise bei manchen Planeten nicht in Bezug auf den Mittelpunkt des Kreises, sondern auf einen Leitpunkt erfolge, so daß die Theorie weder vollkommen noch vernunftgemäß erscheine. Diese Erwägungen hätten ihn veranlaßt sich mit den überlieferten anderen Darstellungen der Himmelsvorgänge zu befassen und die Literatur daraufhin durchzusehen. Was er alles durchgesehen hat, geht aus seinen spärlichen Angaben nicht deutlich hervor. Bezüglich der gleichmittigen Planetentheorie waren ihm die Gedanken der Kallippos und Eudoxos bekannt und auch die antiken Einwürfe, die sich auf die beobachteten Größenänderungen beziehen. Auch die sog. ägyptische Vorstellung der Bewegung von Venus und Merkur um die Sonne war ihm nicht unbekannt. Er erwähnte deshalb Capella und andere Lateiner [168, S. 27]; also waren ihm die Schriften der Capella, Macrobius und Chalcidius vertraut.

Die pythagoräische Vorstellung über die Erdbewegung und Erddrehung kannte er. Auch die Vorstellung Aristarchs über die Erdbewegung erwähnte er in seinem Entwurf [168, S. 34]. Sicherlich kannte er den Bericht darüber in der Sandrechnung des Archimedes. Gewiß war die lateinische Übersetzung damals nur handschriftlich vorhanden; aber wenn seinen großen Vorgängern Nikolaus von Cues, Peuerbach und Regiomontan das bedeutende Sammelwerk des Archimedes nicht unbekannt war und Regiomontan sich sogar eine Abschrift anfertigte und darin die Stelle über Aristarch besonders anmerkte, so kann dem wißbegierigen Coppernicus ein solches Buch nicht entgangen sein. Sein Hinweis auf eine Stelle in der Kreismessung des Archimedes beweist seine Kenntnis dieses Werkes.

Nicht nur die antike Literatur kam für ihn als Quelle wegweisender Gedanken in Betracht. Sicherlich war er mit der arabischen Literatur, soweit sie in lateinischer Übersetzung vorlag, und mit den mittelalterlichen Schriften vertraut; das beweisen seine Hinweise auf die Schriften der Albategnius, Thābit, Prophatius und Hispalensis und seine Bezugnahme auf die Epitoma

Peuerbachs und Regiomontans; seine Kenntnisse müssen umfassender gewesen sein. Dürfen wir ihm nicht den gleichen Wissensdurst wie seinem großen Vorgänger Regiomontan zuschreiben? Dürfen wir ihm nicht die gleichen Gedankengänge zuschreiben wie jenem? Wenn Regiomontan durch Peuerbachs Planetenlehre veranlaßt wurde, von der Ankettung der Planeten an die Sonne zu sprechen, sollten ähnliche Gedanken dem Coppernicus nicht gekommen sein? Und wenn Regiomontan die Sonne mit dem König und mit dem Herzen vergleicht, so konnte auch Coppernicus zur gleichen Erkenntnis der Bedeutung der Sonne kommen. Dazu brauchte er nicht erst die Hinweise der Ficinus und anderen Gelehrten, welche die astrologische Bedeutung der Sonne im Sinn hatten. Die damals in Italien beliebte Hervorhebung der Sonne und Vergleichung mit Apollo dürfte ihn höchstens veranlaßt haben, sich den Siegelring mit Apollo im Stein anzuschaffen [Abb. 721, S. 385].

In Italien dürfte Coppernicus von den Gedanken der Nikolaus von Cues und Regiomontan über die Bewegung der Erde erfahren haben. Und wenn sie ihm damals vielleicht nicht verwendbar erschienen, so konnten sie zusammen mit Regiomontans Hinweisen auf die Mängel der damaligen Planetentafeln und der ptolemäischen Lehre überhaupt und auf die Notwendigkeit einer Erneuerung der Astronomie ihn in seinem Unbehagen und seiner Unzufriedenheit nur bestärken. Und so entstand sein Verlangen, durch eigene Beobachtungen die Planetentafeln und Jahrbücher zu prüfen und sich ein Urteil über die Zulässigkeit der herrschenden Planetenlehre zu machen. Ob es nun der Hinweis im Epitoma Regiomontans auf die widersinnige Vergrößerung des Mondes war oder nicht, jedenfalls scheint Coppernicus erst in Italien Lust zum Beobachten bekommen zu haben. Novaras Beobachtungen der Sonne mochten dabei zum Beobachten anregen. Immerhin zeigen die Beobachtungen über die Bedeckung Aldebarans durch den Mond, über die Planetenkonjunktionen und über die Feststellung der Fehler in der Berechnung von Saturn und Mars, daß Coppernicus sich damals sehr den Himmelsvorgängen widmete. Gewiß waren die ihm in Bologna und Rom zur Verfügung stehenden Hilfsmittel bescheiden und mit den damals in Nürnberg vorhandenen nicht zu vergleichen. Trotzdem sind seine

Beobachtungen als Versuch, dem Himmel seine Geheimnisse zu entreißen, bedeutsam genug.

Wann zeigte sich bei Coppernicus die Unzufriedenheit mit der herrschenden Planetenlehre? Vermutlich als er in Krakau Peuerbachs Planetenlehre zu hören oder lesen bekam, also wohl im Winter 1492—93. Die Unübersichtlichkeit der Mondtheorie mußte den Hörer oder Leser entweder ermüden oder zur Kritik veranlassen, besonders wenn dabei das Prinzip der gleichmäßigen Bewegung im Kreise aufgegeben wurde, um den Mondlauf richtig darzustellen. Auf dieses Prinzip wiesen sowohl Peuerbach wie auch Brudzewo hin. Grund genug zum Nachdenken war vorhanden; jedoch lag noch keine Veranlassung zum Beobachten vor, da es damals in Krakau noch nicht üblich war. Ansporn mochten ihm die Berichte über die Arbeiten Peuerbachs und Regiomontans geben, wie deren große und mehrfach in Krakau vorhandene Tafelwerke ihm immer wieder die großen Leistungen seiner Vorgänger ins Gedächtnis riefen. Auch in Italien dürfte es nicht weiter als zum Suchen nach anderen Bewegungsmöglichkeiten gekommen sein. Die Beobachtung der Bedeckung Aldebarans kann kaum mehr als ein Versuch angesehen werden, den Mondort ohne Instrumente festzulegen. Die Gelegenheit war um so günstiger, als nur ein heller Stern wegen der Mondhelligkeit benützt werden konnte und die Bedeckung eines so hellen Sternes natürlich sehr selten ist. Erst bei der Abfassung seines Hauptwerkes stellte es sich heraus, daß die Beobachtung auch zur Prüfung der eigenen Parallaxentafel verwendbar sei. Von vornherein kann nicht die Absicht, die Parallaxe des Mondes zu bestimmen, vorgelegen haben; sonst ist es nicht verständlich, warum Coppernicus nicht in Italien oder sogleich nach der Rückkehr ins Ermland weitere Parallaxenbeobachtungen gemacht hat, um sie in seinem Vorbericht zu verwenden. Die Herstellung des Dreistabes dürfte in Italien keine Schwierigkeiten gemacht haben, und in Preußen dürfte es an geschickten Schreinern nicht gefehlt haben. Als Domherr war Coppernicus in der Lage sich Geräte nach Belieben anzuschaffen und sie zu verwenden. Wer sollte ihn daran hindern? Der Dienst bei seinem Onkel in Heilsberg nahm seine Zeit nicht sehr in Anspruch; sicherlich mußte Regiomontan dem viel beschäftigten Bessarion und den unruhigen ungarischen Fürsten, König Mathias und Erzbischof Johann

Vitez, viel mehr Zeit opfern. Da Coppernicus durch seine ärztliche Tätigkeit nur wenig in Anspruch genommen wurde und weder mit Unterricht noch mit der Herausgabe und Veröffentlichung großer Werke beschäftigt war, auch für seinen Lebensunterhalt nicht zu sorgen hatte, so konnte er sich ganz seiner Wissenschaft widmen und seine Gedanken ausreifen lassen. Welches Glück für ihn, daß ihm ein langes Leben beschieden war und damit die Möglichkeit, seinen ersten kühnen Gedankenentwurf mit der Wirklichkeit, an den Himmelsvorgängen, zu prüfen und entsprechend zu ändern und durch neue Beobachtungen seinem Hauptwerk die Beachtung zu verschaffen!

Im weltentlegenen Ermland dürfte das Suchen nach einer befriedigenderen Darstellung der Himmelsvorgänge zum Ziel geführt haben. Dort konnte er alle Bewegungsarten erproben, ob ihre Anwendung die Darstellung der Himmelsvorgänge ermögliche, ohne das Prinzip der gleichmäßigen Bewegung im Kreise aufzugeben. Dort hatte er aber auch einen vertrauten Freund, den Domherren Tiedemann Giese [Anm. 35], der an seinen Arbeiten teilnahm und durch die Bestellung einer kunstreichen Sonnenuhr in England [Anhang C] und durch die Anschaffung eines metallenen Gerätes zur Beobachtung der Tag- und Nachtgleichen [584, Bd. I, 2, S. 460] seine Wißbegierde zu erkennen gab. Alle Voraussetzungen zum Entstehen eines großen Werkes: die Teilnahme eines Freundes und die Ruhe waren gegeben. Und was ließ sich erreichen? Das sagt Coppernicus in seinem Vorbericht [584, Bd. II, S. 184—202]: Die Darstellung der Himmelsvorgänge durch gleichmäßige Bewegung in Kreisen ist möglich, wenn folgende Annahmen gelten:

„1. Alle himmlischen Kreisbewegungen [Anm. 36] haben nicht einen gemeinsamen Mittelpunkt.
2. Die Mitte der Erde ist nicht die Mitte der Welt, sondern nur der Schwere und der Mondbahn.
3. Alle Kreisbewegungen geschehen um die Sonne, die sich gleichsam in der Mitte aller befindet, und deshalb ist die Weltmitte nahe der Sonne.
4. Das Verhältnis des Abstandes Sonne—Erde zum Halbmesser des Sternhimmels ist geringer als das Verhältnis des Erdhalbmessers zum Abstand Sonne—Erde, so daß dieser unmerklich im Verhältnis zum Sternhimmel ist.

5. Die scheinbare Bewegung des Sternhimmels kommt von der Bewegung der Erde her. Die Erde dreht sich mit ihren nächstenElementen täglich um ihre unveränderlichen Pole, während der Sternhimmel und der äußerste Himmel ruhen.
6. Die scheinbare Bewegung der Sonne kommt von der Bewegung der Erde, mit der wir um die Sonne getragen werden wie jeder andere Planet. Und so wirken mehrere Bewegungen auf die Erde ein.
7. Das scheinbare Vor- und Rückwärtsgehen der Planeten rührt nicht von ihnen, sondern von der Erde her. Nur aus ihrer Bewegung erklären sich so viele scheinbare Verschiedenheiten am Himmel."

Auf dieser Grundlage baute Coppernicus sich ein neues Weltgebäude auf, worin der Himmel ruhte und die Stillstände und Rückläufe der Planeten sich als scheinbar erwiesen. Neu war die Bewegung der Erde, sowohl ihre tägliche Drehung als auch ihr Umlauf um die in der Nähe der Weltmitte ruhende Sonne. Die tägliche Drehung erstreckt sich auf die Erde mit Wasser und den nächsten Luftschichten. Außer diesen beiden Bewegungen mußte Coppernicus aber noch eine dritte Bewegung der Erde zuschreiben, wodurch die schräge Lage ihrer Achse zur Erdbahn erklärt wurde. Diese Annahme war damals notwendig, weil man sich eine zur Bahnebene schräge Achsendrehung eines Himmelskörpers mit unveränderter Richtung der Achse nicht vorstellen konnte. Geläufig war die Vorstellung, daß der Mond fest am Rande einer bis zur Erde reichenden Scheibe sitzt und somit ihr bei seinem Umlauf dieselbe Seite zukehrt. Diese sog. gebundene Achsendrehung war bekannt. Dagegen machte die Vorstellung einer schrägen Achsendrehung große Schwierigkeiten. Coppernicus war geneigt sich eine innerhalb der Mondbahn befindliche Sphäre vorzustellen, welche die darin befestigten Pole der Erdachse mit sich zieht. Er verglich den Vorgang mit der Richtung der Magnetnadel nach einem unveränderlichen Punkt der Welt.

Um alle Himmelsvorgänge durch gleichmäßige Bewegungen in Kreisen darzustellen, mußte aber noch die Voraussetzung gemacht werden, daß alle Umläufe nicht auf die beweglichen Punkte der Nachtgleichen, sondern auf den Sternhimmel bezogen werden. Da die Berechnung der Jahreslänge, bezogen auf die

Nachtgleichen, durch Hipparch, Albategnius und Hispalensis zu verschiedenen Ergebnissen führte, so berechnete Coppernicus die Jahreslänge in Bezug auf die Spika und fand daraus für das Sternjahr 365 Tage $6^1/_6$ Stunden. Für die Erdbahn gab er die Schiefe zu fast $23\frac{1}{2}^0$ an; die Bahn liegt exzentrisch zur Sonne und zwar um $^1/_{25}$ ihres Halbmessers verschoben in der Richtung, die beinahe 10^0 vom helleren Stern im Kopf der Zwillinge absteht.

Mit seinen Annahmen und mit seiner Kenntnis der Erdbahn ging Coppernicus an die Untersuchung der Bewegungen der anderen Himmelskörper. Im Gegensatz zu Ptolemaeus verzichtete er dabei auf exzentrische Bahnen, sah sich aber genötigt eine doppeltepizyklische Bewegung (Abb. 36) für jeden Planeten einzuführen, wobei jeder Planet gleichmäßig einen Kreis beschreibt (d. h. tatsächlich von der Kreisscheibe herumgeführt wird), dessen Mittelpunkt gleichmäßig einen beinahe dreimal so großen Kreis beschreibt; der Mittelpunkt dieses größeren Kreises bewegt sich mit gleichmäßiger Geschwindigkeit um die Sonne. Diese 3 Bewegungen genügten, außer bei Merkur, zur Darstellung des Planetenlaufes in Länge. Zur Berücksichtigung ihrer Bewegung in Breite waren beim Mond 1 und bei den anderen 5 Planeten je 2 Bewegungen einzuführen. Beim Merkur, der zuletzt behandelt wurde, zeigte es sich notwendig 5 Bewegungen zur Darstellung seines Laufes in Länge zu verwenden. Somit gelangte Coppernicus zu 3 Bewegungen bei der Erde, 4 beim Mond, 7 beim Merkur und je 5 bei den 4 anderen Planeten. Zufrieden schloß er seine Schrift mit den Worten „So genügen also 34 Kreise für das Weltall, mit denen das ganze Weltgebäude und der Reigen der Gestirne erklärt wird."

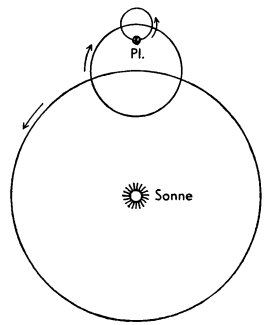


Abb. 36. Doppeltepizyklische Planetenbewegung um die Sonne gemäß Coppernicus.

Wie dachte er sich die Bewegungen im einzelnen? Die mathematischen Beweise seien für ein größeres Werk vorgesehen, so erwähnte er zuerst. Dagegen teilte er die Elemente seiner Bahnen mit, die in der folgenden Übersicht zusammengestellt sind. Die Lage der als unveränderlich angesehenen Sonnenfernen und der Knoten wurde zum Widderhorn und nicht zum Frühlingspunkt angegeben.

Übersicht 5. Die Bahnelemente des Vorberichtes.

Planet	Umlaufszeit	Kreisbewegung	Exzentrizität	Halbmesser Bahn	Epiz. a	Epiz. b
Saturn	360 Mo	5	0	$236^{1}/_{6}$	$19^{41}/_{60}$	$6^{34}/_{60}$
Jupiter	144	5	0	$130^{5}/_{12}$	$10\ ^{6}/_{60}$	$3^{32}/_{60}$
Mars	29	5	0	30	$5^{34}/_{60}$	$1^{51}/_{60}$
Erde	12	3	1	25	0	0
Venus	9	5	0	18	$^{2}/_{3}$	$^{1}/_{4}$
Merkur	88 Ta	7	0	$9^{2}/_{5}$	$1^{41}/_{60}$	$^{34}/_{60}$

Planet	Sonnenferne Abside	Knoten	Neigung
Saturn	$258^{0}10'$	$88^{0}20'$	$2^{0}28'$ bis $2^{0}40$
Jupiter	145 50	75 50	1 28 bis 1 50
Mars	109 20	19 0	0 10 bis 1 50
Erde	66 40	0	0 bis 0
Venus	66 40	66 40	$2\ ^{1}/_{2}$
Merkur	184 30	184 30	7

Im Vorbericht werden Beobachtungen nicht erwähnt. Offenbar hatte Coppernicus seinen Berechnungen die Alfonsischen Tafeln zu Grunde gelegt, weshalb es erklärlich ist, daß er in seine Alfonsischen Tafeln verschiedene Berechnungen eintrug [Nr. 209, S. 27—33. Nr. 68, S. 343—352].

Bedeutsam ist sein Versuch, den bereits von Regiomontan gerügten Fehler der ptolemäischen Mondtheorie, wonach der Mond gelegentlich im ersten und letzten Viertel viermal so groß als beim Vollmond erscheinen müsse, durch seine Annahme der doppeltepizyklischen Bewegung zu vermeiden. Und dieser Versuch dürfte der Ausgangspunkt für seine Darstellung des Planetenlaufes gewesen sein, nachdem er durch Einführung der Erdbewegung eine Verbesserung herbeigeführt hatte. Wieweit es ihm gelungen war die Himmelsvorgänge darzustellen, darüber gibt es keine Andeutung. Bezüglich des Mondlaufes dürfte er wohl bald auf eine genaue Darstellung verzichtet haben, da er nur ungenaue Angaben machte.

Wann wurde der Vorbericht geschrieben? Als frühester Zeitpunkt kam das Jahr 1502 in Betracht. Damals erschien in Venedig der Almanach perpetuum des Abraham Zacuto, herausgegeben von Alfonsus de Corduba Hispalensis. Da die Jahres-

dauer des Hispalensis im Vorbericht erwähnt wird [68, S. 352 bis 355], so liegt die Annahme nahe, daß er sein Wissen daraus schöpfte. Allerdings darf nicht übersehen werden, daß er sein Wissen schon vorher von Joh. Michael Budorensis haben konnte, der bei der Herausgabe des Almanachs half und sich damals in Italien aufhielt [775, S. 181].

Lassen sich dem Lobgedicht des Corvinus zur Übersetzung der Briefe des Simokattes Angaben über diesen Vorbericht entnehmen? Wohl kaum, wenn man den Wortlaut in Betracht zieht, worin Corvinus von Coppernicus, nachdem er dessen Hilfe für seinen Onkel betont hatte, folgendermaßen spricht: „der den raschen Lauf des Mondes und die mit den Planeten gleichzeitigen Bewegungen des Bruders und die Sterne des Himmels, das wunderbare Werk des Allmächtigen, untersucht und die verborgenen Ursachen der Dinge, auf Grund erstaunlicher Grundsätze, zu erkunden weiß". Damals hätte jeder Leser im wandernden Bruder des Mondes die Sonne und nicht die Erde vermutet. Somit besagt die Stelle, daß Coppernicus sich damals mit Sonne, Mond und Sternen beschäftigte und ihre Bewegung in erstaunlicher Weise zu erklären suchte. Von der Einführung der wichtigen Neuerung: Erdbewegung und Sonnenstillstand ist keine Rede. Daraus dürfen wir wohl schließen, daß er im Jahre 1509 die Annahmen seines Vorberichtes noch nicht aufgestellt hatte. Dagegen dürfte der Vorbericht spätestens im Jahre 1514 vollendet worden sein. Denn in diesem Jahr erging an ihn die Aufforderung sich zur Kalenderverbesserung zu äußern, und damit begann seine Untersuchung der Jahreslänge für das Hauptwerk, woran sich die Untersuchungen über den Lauf der Planeten anschlossen. Coppernicus berichtet selbst in seiner Widmung an den Papst, daß er von Paul von Middelburg ermahnt worden war, den Lauf von Sonne und Mond genauer zu beobachten, da die bisherigen Kenntnisse über die Dauer des Jahres und des Mondwechsels nicht genügten. Vor dem Jahre 1515 muß der Vorbericht, der alle Anzeichen einer raschen Arbeit enthält, beendet worden sein. Da seine Annahmen im Jahre 1509 noch nicht vorhanden waren, so kämen als Entstehungszeit die Jahre 1510 bis 1514 in Betracht. Eine Abschrift seines Vorberichtes scheint er nach Krakau gesandt zu haben, mit dessen Astronomen Bernhard Wapowski, Nikolaus von Schadeck und Martin Biem

er in Verbindung stand und ihnen auch über seine Beobachtungen, z. B. der Konjunktion von Jupiter und Saturn im Jahre 1504, berichtete und dafür ihre Beobachtungen erhielt [Anhang B]; denn im Verzeichnis, das Mathias von Miechow am 1. Mai 1514 über seine Bücher und Handschriften anlegte, befindet sich der Eintrag: „Ein Heft (sexternus) einer Planetentheorie, worin behauptet wird, daß die Erde sich bewegt, aber die Sonne ruht" [68, S. 199—224]. Wenn auch der Verfasser nicht genannt ist, so kann kein Zweifel darüber bestehen, daß die Schrift der Vorbericht war. Miechow († 1523) hatte viel Gefallen an der Astronomie, wie aus seinem Bücherverzeichnis und aus Vermächtnissen hervorgeht, worin folgende Bücher und Handschriften aufgeführt sind: Streitschrift Regiomontans, Planetentheorie Peuerbachs und Sabbionettas, Perspectiva, Messahalah, Tafeln Bianchinis, Sphaera des Joh. de Sacrobosco, Stöfflers Almanach, eine Algebra, Erklärungen zum Astrolab und Quadranten, Vierbuch des Ptolemaeus, Euklid, die Schriften der Pierre d'Ailly und Guido Bonatus über die Jahresläufe. Auch besaß er verschiedene Geräte: ein Astrolab, eine silberne Nachtuhr, mindestens eine Reisesonnenuhr, 2 Sanduhren, eine Halsuhr (horologium cursile parvum) in einer Kapsel aus Werkblei.

Mit Stolz hatte Coppernicus am Schluß seines Vorberichtes darauf hingewiesen, daß es ihm mit nur 34 Kreisbewegungen gelungen sei alle Himmelsvorgänge darzustellen. Er veröffentlichte den Vorbericht nicht, sandte ihn aber an Bekannte, wohl in der Hoffnung auf begeisterte Zustimmung. Wurde ihm diese zuteil? Vergeblich sucht man in den damals entstandenen gedruckten und handschriftlichen Arbeiten über die Planetenbewegung nach einem Hinweis auf diese neue Lehre. Nirgends, auch nicht in Krakau, ist eine Wirkung zu spüren. Nur Miechow zählt sie unter seinen Büchern auf und bezeichnet sie als Planetentheorie, worin behauptet wird, daß die Erde sich bewegt und die Sonne ruht. Darin äußert sich eine Kritik, die sich damals in Krakau nicht auf Miechow allein beschränkt haben dürfte. Selbst ein Wohlwollender hätte folgende Einwände als berechtigt zugeben müssen:

1. Coppernicus ist im Irrtum, wenn er von 34 Kreisbewegungen spricht. Die Präzession und die Bewegung der Sonnenfernen hat er übersehen. Zu ihrer Berücksichtigung hätte er

wegen ihrer Unregelmäßigkeit 3 Bewegungen einführen müssen. Ferner ließ er außer acht, daß die Drehung des Mondknotens in 19 Jahren eine zusätzliche Bewegung erfordert. Somit ergeben sich 38 Kreisbewegungen.

2. Die Angaben des Vorberichtes eignen sich nicht für eine Prüfung. So ist die Lage der Sonnenferne der Erdbahn mit beinahe 10^0 westlich des helleren Sternes im Kopfe der Zwillinge angegeben [Anm. 37]. Ferner fehlen die Angaben über den Zeitpunkt, wann die Planeten ihre Sonnenferne erreichen, und über die Präzession für ein bestimmtes Jahr.
3. Coppernicus hat sein Weltgebäude nicht auf eigene, sondern auf fremde Beobachtungen aufgebaut und offenbar auf die Alfonsischen Tafeln. Damals waren aber die Mängel der Alfonsischen Tafeln allgemein bekannt; sie wurden in Nürnberg und Wien erörtert und von Engel in seinen Jahrbüchern für 1510 und 1512 erwähnt. Coppernicus kannte Engels Jahrbücher und machte ähnliche Bemerkungen in seine Alfonsischen Tafeln. Demgemäß konnten seine Bahnelemente zur richtigen Darstellung der Himmelsvorgänge nicht genügen.

Den Mißgünstigen hätten diese Einwände genügt, um die neue Lehre völlig zu verwerfen. Warum sollten sie umlernen, um die Himmelsvorgänge schlechter darzustellen als bisher? Und die Bewegung der Erde? Manchem dürfte dies als ein geistreicher Einfall erschienen sein; die meisten haben gelacht. Glücklicherweise konnte Coppernicus noch einige Jahrzehnte seiner Lehre widmen und ihr durch neue Beobachtungen Beachtung verschaffen. Wenn er wie Regiomontan mit 40 Jahren gestorben wäre, so wäre sein Vorbericht verschollen und keine Kunde würde von seinem Versuch übrig sein. Erst der Ruhm seines Verfassers führte 60 Jahre später zu seiner Wiederauffindung.

Das Hauptwerk.

Die Aufforderung, einen Vorschlag zur Kalenderreform zu machen, veranlaßte Coppernicus sich mit der Bewegung von Sonne und Mond eingehend zu beschäftigen; denn die Verbesserung des Kalenders und der Berechnung des Osterfestes setzte die Kenntnis des Laufes von Sonne und Mond voraus. Er wird sich

bewußt gewesen sein, daß die Angaben seines Vorberichtes nicht genügten. Der Ansatz: 1 Mondwechsel = 1 Monat war zu ungenau. Aber auch seine Angaben über die Sonnenbewegung ließen viel zu wünschen übrig. Was läßt sich mit dem Sternjahr anfangen, wenn die Präzession nicht angegeben ist, um damit das gewöhnliche Jahr zu berechnen? Und die Angaben über die von anderen Gelehrten gefundenen Jahreslängen? Diese waren doch nicht richtig! Hipparch und Ptolemaeus hatten die Jahreslänge nicht zu $365\frac{1}{4}$ Tagen, sondern zu $365^1/_4 - {}^1/_{300}$ angegeben. Ähnlich stand es mit der Jahreslänge des Hispalensis, der selbst sie zu $365^1/_4 - {}^1/_{136}$ angibt, während der Vorbericht dafür $365^1/_4 - {}^1/_{131}$ anführt. Dabei beruhte die Angabe des Hispalensis nicht auf dessen Beobachtung, sondern war nur ein Ansatz. Auch die Jahreslänge des Albategnius war im Vorbericht nicht genau angegeben und mußte den Unkundigen irreführen. Wie unangenehm, eine so flüchtige Arbeit nach Krakau geschickt zu haben! Schon der Anfänger mußte merken, daß die Grundlagen unrichtig waren. Solche Gedanken mochten Coppernicus bewogen haben, sich nunmehr der Beobachtung zu widmen. Es bedurfte nicht erst der Aufforderung des Bischofs Paul von Middelburg [168, S. 8], daß er nunmehr genauere Beobachtungen anstellte; denn mit seinen bisherigen Beobachtungen war nicht viel anzufangen. Selbst die beste Beobachtung, nämlich der Bedeckung Aldebarans durch den Mond, konnte nur zur Prüfung, aber nicht als Grundlage dienen. Und die anderen Beobachtungen waren noch weniger brauchbar. Damals, Ende 1514, als er wegen der Kalenderverbesserung ausweichend an Middelburg schrieb, war er sich bewußt, daß sein Ansehen als Sternforscher und die Verwendbarkeit seiner Theorie einzig und allein davon abhingen, daß er durch Beobachtungen eine neue Grundlage schaffe. Diese Beobachtungen mußten aber so genau sein wie die von Ptolemaeus verwendeten Beobachtungen, damit nicht von vornherein seine Lehre als mangelhaft verworfen würde.

Im Jahre 1515 begann er mit den Beobachtungen [Anhang B], welche die Grundlage für seine Lehre bilden sollten, nämlich mit den Beobachtungen der Sonne, um die Elemente der Sonnenbahn, gemäß alter Ansicht, oder der Erdbahn, gemäß seiner Lehre, zu bestimmen. Beobachtet wurde die Sonnenhöhe zur Zeit des Durchganges der Sonne durch die Mittagslinie und

zwar mit einem Quadranten. Dieser Quadrant mit Schattenstift und Lot wurde gemäß der Vorschrift des Ptolemaeus verfertigt und aufgestellt. Wie dieser benützte er die Beobachtungen zur Ableitung der Schiefe der Ekliptik und der Höhe des Äquators und des Poles. Für die Polhöhe Frauenburgs gab er $54^{0}19\frac{1}{2}'$ und $54^{0}19'$ und für die Schiefe $23^{0}28'24''$ und $23^{0}28\frac{1}{2}'$ an. Diese und andere Beobachtungen fanden hauptsächlich vom Frühjahr 1515 bis zum Frühjahr 1516 statt und dienten zur Berechnung der Lage der Sonnenbahn. Die Beobachtungen im einzelnen sind nicht bekannt. Coppernicus gab in seinem Hauptwerk nur die Zeit des Eintrittes der Sonne in die Nachtgleiche im Herbst 1515 und im Frühjahr 1516 in Tagen und Stunden, mit Bruchteilen von Stunden, an, wobei die Zeit selbst aus der mittags zuvor beobachteten Sonnenhöhe erschlossen wurde. Die im Hauptwerk verwendeten Beobachtungen sind verschollen. Außerdem hatte er alle ihm bekannten Beobachtungen, fremde und eigene, auf einem Zettel aufgeschrieben, um sie mit seinen Berechnungen zu vergleichen, wie Rheticus berichtete [168, S. 476].

Neben der Untersuchung der Erdbahn und der Ableitung der Jahreslänge war es die Mondbewegung, die ihn zuerst beschäftigte. Es galt dabei nachzuweisen, daß sich der Mondabstand viel weniger ändert, als die ptolemäische Lehre angab. Um den Mondabstand zu bestimmen, der sich im sog. parallaktischen Winkel, in der Mondparallaxe, äußert, verfertigte sich Coppernicus einen Dreistab aus Tannenholz, aus einer Art von Sperrholz, zeichnete die Teilung mit Tinte auf und befestigte das Gerät an einem Pfosten, so daß es wie ein Türflügel herumdrehbar war (Abb. 37). Dieses Gerät diente zur Beobachtung der Höhe des Mondes und der Spika in der Mittagslinie in den Jahren 1515—25. Die Beobachtungen der Spika waren erstaunlich genau [Anhang B], weshalb es verständlich ist, daß Tycho

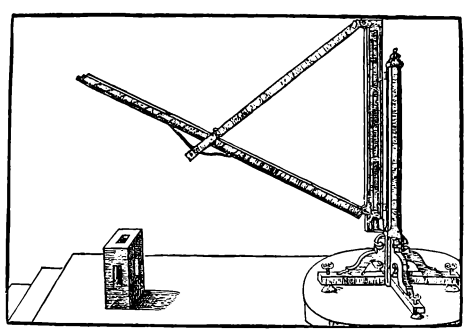


Abb. 37. Dreistab des T. Brahe in Nachahmung des coppernicanischen Dreistabes (T. Brahe, Astronomiae Instauratae mechanica, Wandsbeck 1598).

Brahe, der den Dreistab geschenkt erhielt und ihn untersuchte, Zweifel hegte, ob Coppernicus damit die Sterne hätte beobachten können. Er meinte, daß dieser dazu noch ein anderes Gerät benützt haben müsse. Zur Erforschung des Mondlaufes verwendete Coppernicus außer der schon erwähnten Beobachtung vom Jahre 1500 von ihm in den Jahren 1509—1525 beobachtete Finsternisse.

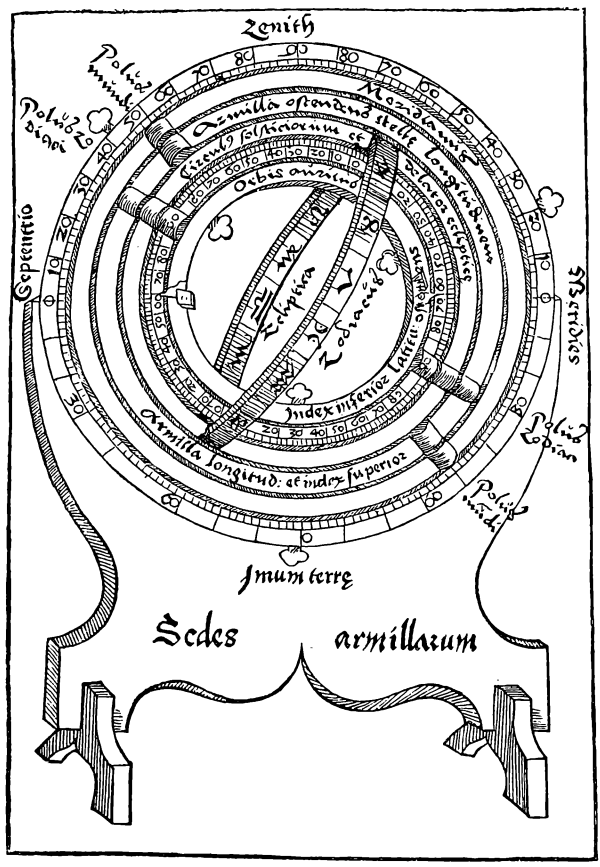


Abb. 38. Armille. (Scripta clarissimi mathematici M. Joannis Regiomontani, Nürnberg 1544).

Das wichtigste Beobachtungsgerät des Ptolemaeus war seine Armille, von ihm Astrolabon genannt. Damit konnte er den Ort der Planeten und Sterne bestimmen. Auch Coppernicus hatte sich ein solches Gerät (Abb. 38) herstellen lassen und verwendete es von

1512 an, unter Benützung des Mondes, wie Ptolemaeus es gelehrt hatte. Bei seinen Beobachtungen für das Hauptwerk beschränkte er sich meistens auf die Bestimmung der Zeit, wann der Planet in Opposition zur Sonne stand, indem er vor Sonnenuntergang mit der Sonne den Mondort auf der Ekliptik festlegte und dann nachts mit dem Mondort den Planetenort ermittelte. Wenn die Opposition später fiel, so errechnete er die Zeit aus dem beobachteten Ort von Sonne und Planet und aus der täglichen Sonnenbewegung. Selten sind seine Ortsbestimmungen der Planeten im Anschluß an Sterne. Seine Beobachtungen der Planeten für sein Hauptwerk beschränkten sich immer auf die Bestimmung der Länge; die Breite wurde nicht beobachtet. Je 4 Beobachtungen der oberen Planeten Saturn, Jupiter und Mars und 1 Beobachtung der Venus, wozu drei Beobachtungen Walthers vom Merkur kamen, bildeten zusammen mit den von Ptolemaeus verwendeten Beobachtungen die Grundlage für sein Hauptwerk.

Nach dem Abschluß der Beobachtungen für das Hauptwerk verbesserte er sein Beobachtungsverfahren. Seit 1537 benützte er seine Armille zur Bestimmung von Länge und Breite der Planeten. Diese späteren Beobachtungen dürften zur Prüfung seiner Bahnelemente gemacht worden sein. Im Ganzen lassen sich 61 Beobachtungen nachweisen. Davon entfallen auf die Sonne 9, auf den Mond 20, auf die 4 Planeten 30 und auf die Spika 2. Sicherlich dürfte er noch andere Beobachtungen gemacht haben.

Zur Prüfung des Mondlaufes dienten die Beobachtungen von 1497—1541, der Sonne von 1515—16, der Präzession von 1515 bis 1525. Die Beobachtungen von Mars und Saturn begannen anscheinend um 1500 und wurden bis 1538 fortgeführt. Jupiter wurde von 1520 bis 1529 beobachtet und Venus erst von 1529 bis 1537. Den Merkur zu beobachten, gelang ihm trotz vieler Bemühungen nicht [168, S. 387]; als Ursache gab er die Luftunruhe infolge der Dünste des Haffes an. Seine Beobachtungen waren wenig, verglichen mit den Nürnberger Beobachtungen, die zudem mit besseren Geräten gemacht worden waren.

Seine Planetenbewegungen des Hauptwerkes sind auf den Meridian von Frauenburg bezogen. Aus der Beobachtung von Sonnen- und Mondfinsternissen in Frauenburg und Krakau hatte er festgestellt, daß die beiden Städte auf demselben Meridian

liegen [168, S. 257]; tatsächlich beträgt ihr Längenunterschied 1,2 Minuten [169, Anm. 297]. Zur Untersuchung des Längenunterschiedes wurde wohl die Beobachtung der Sonnenfinsternis vom 28. März 1530 benützt, die Magister Biem in Krakau sehr sorgfältig mit einer verbesserten Uhr [Anhang B] beobachtete, während Coppernicus in Frauenburg die entsprechenden Beobachtungen machte.

Das Hauptwerk enthält auch ein Sternverzeichnis; es ist, wie Coppernicus angibt, eine Wiederholung des Sternverzeichnisses des Ptolemaeus. Als Vorlage benützte er das Sternverzeichnis in der Ausgabe des Almagest, die Liechtenstein 1515 in Venedig veröffentlichte. Darin kommen nicht wenige Druckfehler vor, die Coppernicus zu verbessern suchte. Häufig sind seine Änderungen der Sterngröße, die aber meistens kaum auf Beobachtung zu beruhen scheinen [Anm. 37].

Neben den Beobachtungen war auch die Schaffung einer mathematischen Grundlage für sein Hauptwerk nötig. Bereits in seinem Vorbericht hatte er auf solche Arbeiten hingewiesen, deren Beginn wohl in die Zeit um 1510 fallen dürfte. Wie Ptolemaeus wollte auch er im Anfange seines Werkes die für die Berechnungen nötigen Grundlagen auseinandersetzen. Bekanntlich hatte die Dreieckslehre am Ende des Mittelalters grundlegende Änderungen erfahren. Diesem Umstande trug bereits die Epitoma Peuerbachs und Regiomontans Rechnung, indem die Sinusrechnung und der Sinussatz des sphärischen Dreieckes eingeführt worden war. Regiomontan schuf dann seine Dreieckslehre, seine großen Sinus- und Tangententafeln und die umfangreichen Tafelwerke. Davon waren in Drucken oder Abschriften die Tafeln und die Tafelwerke dem Coppernicus zugänglich. Ob er auch die Dreieckslehre kannte? Sicherlich erfuhr er schon in Italien von dieser Dreieckslehre; denn in seinem Exemplar der Alfonsischen Tafeln von 1492 kündigte der Herausgeber Sandritter sein Vorhaben, die Dreieckslehre zu veröffentlichen, an; ferner dürfte er Näheres von Novara erfahren haben. Über das Unternehmen seines Vorgängers war er unterrichtet. Dagegen kam es ihm erst 1539 zu Gesicht, als Rheticus ihm ein Exemplar des Druckes schenkte [584, B. I, 2, S. 484]. Vorher, bald nach 1504, lernte Joh. Werner Regiomontans Handschrift in Nürnberg kennen und fühlte sich dadurch veranlaßt in einem eigenen Werke alle Dreiecksformen

zu behandeln, wobei er die Auflösung eines Produktes zweier Sinus in die Summe oder Differenz zweier Sinus (die sog. Prostaphärese) lehrte. Seine Dreieckslehre, die bei seinem Tode noch nicht fertig war, wurde von Georg Hartmann erworben und im Jahre 1542 zusammen mit einem anderen Werke Werners an Rheticus gegeben [704, B. I, S. 160]. Rheticus veröffentlichte die beiden Werke nicht und vervollständigte sie auch nicht, sondern fühlte sich veranlaßt in einem eigenen Werke die Dreieckslehre zu vervollständigen. Dieses sein Werk zusammen mit umfangreichen Tafeln, das Opus palatinum, gab sein Schüler Val. Otho 1596 heraus. Wir sehen also, daß der Vervollständigung der Dreieckslehre die damaligen Bemühungen der deutschen Mathematiker galten.

Auch Coppernicus schuf sich seine Dreieckslehre, die im 12. bis 14. Kapitel des 1. Buches seines Hauptwerkes veröffentlicht ist. Darin behandelt er zuerst die Beziehungen zwischen Sehnen, Bogen und Winkeln, wobei er das Wort sinus nicht verwendet, sondern nur von der halben Sehne des doppelten Bogens spricht. Er verabscheute das Wort „Sinus", wie Praetorius von Rheticus erfuhr. Auch Werner gebrauchte das Wort Sehne statt Sinus. Den Schluß des 12. Kapitels bildet eine Sinustafel für alle 10′ berechnet für sin $90^0 = 100\,000$. Dann folgt die Untersuchung über die Dreiecke, worin die Dreiecke in zwei rechtwinklige zerlegt werden, und über die Kugeldreiecke, wobei Coppernicus vom Sinussatz des rechtwinkligen Dreieckes ausgeht und mit Hilfe des vollständigen Viereckes die Aufgaben löst. Diese 3 Kapitel des 1. Buches sind in seinem Entwurfe in einem Zuge geschrieben, wohl um 1529; einige Ergänzungen, besonders der Berechnung der 3 Seiten aus den 3 Winkeln und umgekehrt, sind aber erst viel später hinzugefügt worden, wohl nachdem Coppernicus die Dreieckslehre Regiomontans kennen gelernt oder von Rheticus Näheres über die Dreieckslehre Werners erfahren hatte. Rheticus hatte diese von Hartmann allerdings erst 1542 erhalten, dürfte sie aber schon Anfang 1539 in Nürnberg eingesehen haben. Rheticus, dessen Mitarbeit beim Hauptwerk noch geschildert werden soll, veröffentlichte 1542 die Kapitel 13 und 14 als besondere Schrift [162] und fügte ihr eine Sinustafel für sin $90^0 = 10\,000\,000$ mit den Eingängen für jede Minute bei, die Regiomontans Tafel insofern erweiterte, als am unteren Ende der Tafel die Komple-

mentwinkel und am rechten Rand die zugehörigen Minuten angegeben wurden. Sein Schüler Otho berichtet im Opus palatinum, daß Rheticus beim mathematischen Teil des Hauptwerkes sehr geholfen habe [584, Bd. I, 2, S. 422]. Das ist so nicht richtig. Tatsächlich lag der mathematische Teil zum größten Teil fertig vor, als Rheticus in Frauenburg 1539 eintraf. Auch aus den Büchereinträgen des Coppernicus geht hervor, daß er sich mit mathematischen Fragen beschäftigte. So berechnete er in seinem Exemplar von Regiomontans Tabulae directionum neben die Tangententafel eine Sekantentafel und bezeichnete sie mit Hypothenuse, während er Regiomontans Tafel mit Kathete bezeichnete. Somit setzte er Regiomontans Bemühungen fort. Auch beschäftigte er sich mit der Winkelteilung und machte in seinem Exemplar von Euklids Elementen auf ein dem Nikomedes zugeschriebenes Verfahren aufmerksam [209, S. 6—27, 34].

Mit dem mathematischen Rüstzeug und mit den Beobachtungen konnte Coppernicus daran gehen, seine im Vorbericht entworfenen Gedanken nun an den Beobachtungen zu erproben. Dieser Arbeit waren die auf 1514 folgenden Jahre gewidmet. Seine einzelnen Berechnungen und Ableitungen faßte er dann einheitlich in einem Entwurf zusammen, der noch erhalten ist und durch die vielen Änderungen zeigt, daß Coppernicus lange an seinem Werk arbeitete und es zu verbessern suchte. Noch zu Anfang des Jahres 1541 war er mit der Vollendung seines Werkes beschäftigt, wie Rheticus nach Wittenberg mitteilte [68, S. 359]. An Hand dieses Entwurfes wurde dann, wohl von Rheticus selbst, eine Abschrift hergestellt, die als Vorlage für den Druck in Nürnberg diente. Diese Abschrift wich in Einzelheiten vom Entwurf ab, wie wir noch sehen werden [Anhang E].

Der Entwurf läßt ersehen, daß Coppernicus zuerst für sein Werk 8 Bücher vorsah, dann den Inhalt, unter Weglassung mancher Stellen, auf 7 und zuletzt auf 6 Bücher verteilte. Zuerst entstanden die ersten 4 Bücher, welche die Annahmen, das mathematische Rüstzeug und die Untersuchungen über den Lauf von Sonne und Mond enthalten. Da darin Beobachtungen von 1515 bis 1525 benützt werden, so können diese Untersuchungen frühestens im Jahre 1525 abgeschlossen worden sein. Die beiden letzten Bücher über die Bewegung der Planeten enthalten noch Beobachtungen bis 1529, so daß ihre Vollendung erst 1530 oder

später erfolgt ist. Die nötigen Einzeluntersuchungen auf losen Zetteln dürfte Coppernicus dann zusammen geschrieben haben. Sein Entwurf ist vom Anfang bis zum Schluß der Marstheorie, also bis zum 19. Kapitel des 5. Buches, anscheinend in einem Zuge geschrieben. Dagegen zeigt sich später nicht selten eine flüchtige Schrift, die an die Handschrift seiner letzten Lebensjahre erinnert, so daß wir die Abschrift dieses Teiles seiner Untersuchungen erst später ansetzen dürfen. Die Untersuchungen selbst dürften 1533 abgeschlossen gewesen sein. Demnach dürften die Arbeiten am Hauptwerk von 1515 bis 1533 gedauert haben; der auf Grund der Untersuchungen angefertigte Entwurf entstand von 1529 an. Coppernicus hat diesen von ihm selbst geschriebenen Entwurf bis 1541 verbessert.

Der Vorbericht hatte die Aufmerksamkeit auf den neuen Versuch, die Himmelsvorgänge durch die Erdbewegung zu erklären, gelenkt. Besonderheiten waren nur angedeutet und die mitgeteilten Zahlen gestatteten nicht eine Nachprüfung. Wenn die neue Lehre zu allgemeiner Anerkennung gelangen sollte, so mußten ihre Vorzüge vor der herrschenden ptolemäischen Lehre dargetan und zugleich Planetentafeln für die Berechnung der Himmelsvorgänge mitgeteilt werden. Diesem Zweck sollte das Hauptwerk dienen. Es schloß sich dabei in seiner Anlage und Einrichtung eng dem Handbuch der Sternkunde des Ptolemaeus an, so daß jeder Kenner dieses Handbuches in der Lage war, die beiden Planetenlehren miteinander zu vergleichen. Wie Ptolemaeus vereinigte auch Coppernicus im 1. Buche die Annahmen mit dem mathematischen Rüstzeug. Seine Annahmen sind hier ausführlicher als im Vorbericht dargestellt. Nach einem Lobe der Astronomie als der Wissenschaft von dem höchsten Gegenstand und von der Schöpfung Gottes werden die Bemühungen des Ptolemaeus um die Darstellung der Himmelsvorgänge erwähnt. Trotz dieser Bemühungen stimmten die meisten Beobachtungen mit seinen Tafeln nicht überein, da neue Bewegungen inzwischen entdeckt worden seien. Zumal die Bestimmung der Jahreslänge bereite große Schwierigkeiten. Nach diesen einleitenden Worten beginnen die Annahmen, von den Griechen Hypothesen genannt. Die ersten drei Annahmen behandeln die Kugelform, die als die vollkommenste Form den Himmelskörpern und der Welt zukomme, auch der Erde, wie die Beobachtung erweise. Große Teile

der Erdoberfläche seien mit Wasser bedeckt. Obwohl Wasser leichter sei als Erde, so stimme doch der Mittelpunkt der Erde mit dem ihrer Schwere überein. Das 4. Kapitel beschäftigt sich mit den Himmelsbewegungen und ihrer Zurückführung auf Kreisbewegungen. Nur die Bewegung auf einem Kreise kann zur Wiederholung führen. Die einfachen Himmelskörper müssen sich gleichmäßig im Kreise bewegen; denn eine Ungleichmäßigkeit in dieser Bewegung ließe auf eine Unbeständigkeit in der Natur des Bewegenden oder auf eine Ungleichheit des bewegten Körpers schließen. Solche Annahmen sind nicht zulässig, da alles nach der besten Ordnung eingerichtet ist. Deshalb sind solche Unregelmäßigkeiten in der kreisförmigen Bewegung nur scheinbar und durch die Stellung der Erde bedingt. Im 5. Kapitel wird die Frage erörtert, ob der Erde eine Bewegung zukomme und wo sie sich befände. Die Erscheinungen des täglichen Umschwunges ließen sich durch eine Erddrehung leicht erklären, wie Herakleides, Ekphantos und Hicetas es getan hätten. Auch sei die Ansicht, daß die Erde sich nicht in der Weltmitte befände, nicht zu verwerfen; denn die wechselnden Abstände der Planeten bewiesen, daß die Erdmitte nicht die Mitte jener Kreisbahnen sei. Eine mehrfache Bewegung der Erde und ihre Zugehörigkeit zu den Planeten habe der Pythagoräer Philolaos gelehrt. Im 6. Kapitel wird der Beweis gebracht, daß der Himmel unendlich groß im Verhältnis zur Erde ist; denn mit Geräten lasse sich feststellen, daß gleichzeitig der Anfang des Krebses aufgehe und der Anfang des Steinbockes untergehe [Anm. 38]. Infolge dieses Mißverhältnisses zwischen Erde und Himmel sei die Annahme, daß der Himmel sich drehe und die Erde ruhe, unzulässig. Die folgenden Kapitel 7 und 8 behandeln die alte Behauptung, daß die Erde in der Weltmitte ruhe und die von Aristoteles und Ptolemaeus dazu angeführten Gründe. Die Gründe des Ptolemaeus erscheinen wichtig genug, um widerlegt zu werden. Die von Ptolemaeus befürchteten Änderungen auf der Erdoberfläche infolge der Erdbewegung können nicht eintreten, da sowohl das Wasser als auch die tieferen Luftschichten an der Erdbewegung teilnehmen. Das gälte aber nicht für die höheren Luftschichten, wo die Kometen entständen. Was die von Aristoteles genannten gradlinigen Bewegungen wie das Fallen und Aufsteigen anlange, so verhalte sich die gradlinige zur kreisförmigen Bewegung wie die Krankheit

zum Lebewesen. Dem Weltall wie seinen Teilen käme nur die kreisförmige Bewegung zu. Welche Bewegungen nun die Erde hat, darüber unterrichtet das 9. Kapitel. Zuerst handelt es von der Schwere: „Ich bin wenigstens der Ansicht, daß die Schwere nichts Anderes ist, als ein von der göttlichen Vorsehung des Baumeisters der Welt den Teilen eingepflanztes natürliches Streben, eine Einheit und Ganzheit in Form einer Kugel zu bilden. Und es ist anzunehmen, daß diese Neigung auch der Sonne, dem Monde und den übrigen Planeten innewohnt." Die Erde kann nicht der Mittelpunkt der Kreisbewegungen der Planeten sein. Vielmehr nimmt die Sonne die Mitte der Welt ein. Die sich damit ergebende neue Anordnung der Himmelskörper und ihrer Bahnen (Abb. 39 u. 40) wird im 10. Kapitel erläutert, und zwar unter Hinweis auf die Stelle bei Capella und anderen römischen Schriftstellern, wo von der Bewegung der Planeten Venus und Merkur um die Sonne die Rede ist. Dann sagt Coppernicus über die Anordnung der Bahnen der Planeten innerhalb des unbeweglichen Sternhimmels: „In der Mitte aber von allen herrscht die Sonne; denn wer möchte in diesem schönsten Tempel diese Leuchte an einen anderen oder besseren Ort setzen, von wo aus sie das Ganze zugleich erleuchten kann? Wenn anders einige nicht ungeschickt sie die Leuchte der Welt, andere die Seele, noch andere den Lenker nennen. Trismegistus bezeichnet sie als den sichtbaren Gott, Elektra des Sophokles als den alles Sehenden. So lenkt tatsächlich die Sonne, auf dem königlichen Thron sitzend, die sie umkreisende Familie der Gestirne. Auch wird die Erde keineswegs des Dienstes des Mondes beraubt, sondern, wie Aristoteles im Buch über die Lebewesen sagt: der Mond hat die größte Verwandtschaft mit der Erde. Indessen empfängt die Erde von der Sonne und wird schwanger mit jährlicher Geburt. Wir finden also in dieser Anordnung eine bewundernswerte Harmonie der Welt und einen zuverlässigen harmonischen Zusammenhang der Bewegung und Größe der Bahnen, wie er anderweitig nicht gefunden werden kann."

Gegen den Einwand, daß die jährliche Erdbewegung in den Sternen zur Erscheinung kommen müsse, wird auf die unermeßliche Entfernung der Sterne hingewiesen, die viel weiter als Saturn von uns entfernt seien, wie ihr Funkeln beweise, wodurch sie sich von den Planeten unterschieden. Der Abstand der Erde

von der Sonne ist unmerklich im Vergleich zum Abstand der Sterne.

Das 11. Kapitel behandelt die 3 Bewegungen der Erde, nämlich ihre Drehung um ihre Achse, ihre Bewegung im Tierkreis und die dritte Bewegung, wodurch die Erdachse eine schiefe

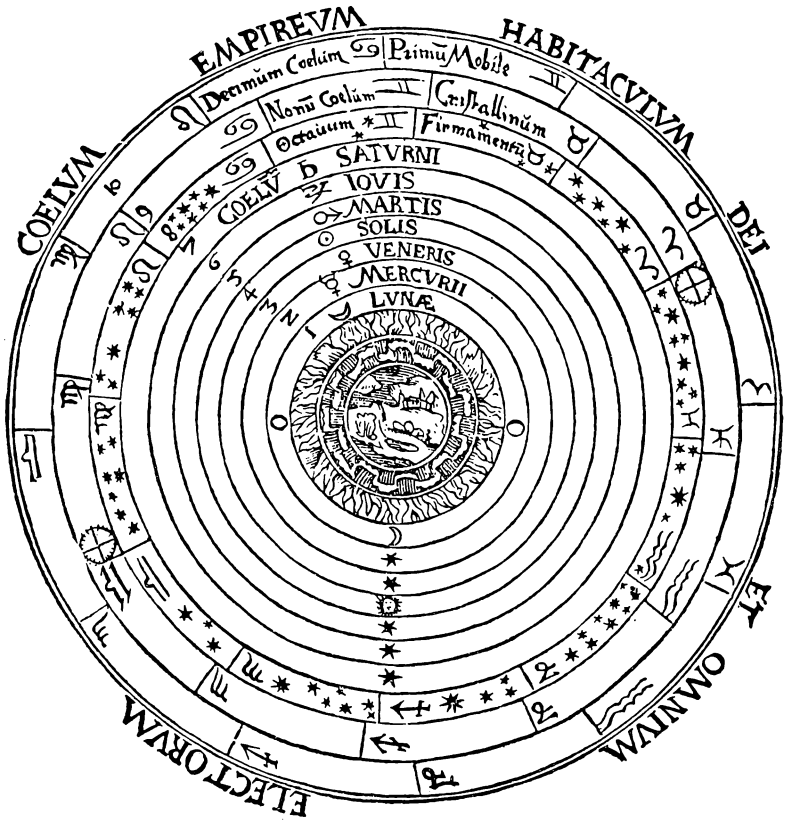


Abb. 39. Mittelalterliches Weltgebäude mit 10 Himmeln (P. Apian, Cosmographia, Basel 1544).

Lage zur Erdbahn behält. Darauf folgen die Kapitel über die Dreieckslehre.

Wie stellte Coppernicus sich die Bewegungen der Planeten vor? Genaue Angaben machte er darüber nicht; auch wechselte er gern in seinen Bezeichnungen. Sicherlich dachte er sich die Sterne an der Himmelskugel befestigt. Die Erde und die anderen

Planeten bewegen sich mit ihren Kreisscheiben (Orbes), deren Mittelpunkt am Rande einer anderen Kreisscheibe sitzt und mit ihr um die Sonne herumgeführt wird. Im Laufe seiner Untersuchung kam Coppernicus zu verschiedenen zusammengesetzten Bewegungen, z. B. sog. Librationen, wobei die Pole der Erde

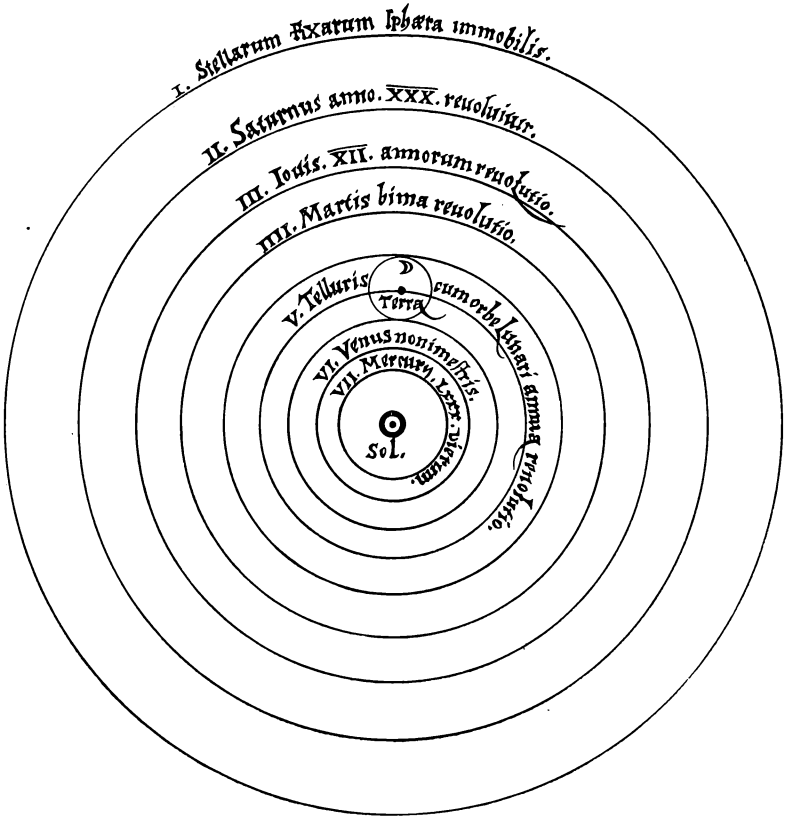


Abb. 40. Weltgebäude des Coppernicus. (N. Coppernicus, De revolutionibus orbium coestium libri VI, Nürnberg 1543 S. 9v).

2 wechselnde, Pendelschwingungen ähnliche Bewegungen ausführen. Er zeigt, daß sich gradlinige Bewegungen durch 2 entgegengesetzte Kreisbewegungen darstellen lassen, fügt aber in einem später ausgestrichenem Zusatz hinzu, daß sich nicht eine gradlinige, sondern eine elliptische Bewegung ergäbe, wenn die Kreise verschieden seien [168, S. 163—166]. Ähnliche Schwankungen entlang einer Geraden benützte er später bei der Längen-

bewegung Merkurs und bei den Schwankungen in der Breite der Planeten.

Das 2. Buch bringt die sphärische Astronomie, die Beschreibung der Armille und das Sternverzeichnis, eine Wiederholung des ptolemäischen Sternverzeichnisses mit Berichtigung einiger Fehler. An Stelle der ptolemäischen Längen gemäß den Zeichen hat das Sternverzeichnis die durchgehende Zählung der Länge, aber ausgehend nicht vom Frühlingspunkt, wie bei Ptolemaeus, sondern vom 1. Stern des Widders, dem Widderhorn. Durch diese Anordnung wurde das Sternverzeichnis vom Einfluß der Präzession befreit; da der Sternhimmel als unveränderlich angesehen wurde, so mußten die Sterne ständig ihren Ort beibehalten. Zur Umrechnung auf die Zeit des Ptolemaeus müssen 6°40′ und auf das Jahr 1525 müssen 27°21′ zur Länge der Sterne hinzugefügt werden.

Das 3. Buch enthält die wichtige Untersuchung über die Jahreslänge und die Erdbahn. Die Feststellung der Jahreslänge machte früher Schwierigkeiten, weil man dabei von den Beobachtungen der Sonnenwenden und der Nachtgleichen ausging und zu verschiedenen Jahreslängen kam, je nachdem man seine Beobachtungen mit denen der griechischen oder der arabischen Sternforscher verglich. Offenbar verschoben sich die Jahrespunkte und zwar nicht gleichförmig im Laufe der Zeit. Deshalb machte Thābit den Vorschlag, die Jahresdauer nicht nach dem Stand der Sonne zu den Jahrespunkten, sondern zu den Sternen festzulegen. Diese auf die Sterne bezogene Jahresdauer, das Sternjahr, berechnete er zu 365 Tage 6 Std. 9 Min. 12 Sek. Das Sternjahr war länger als das gewöhnliche auf die Jahrespunkte bezogene Jahr und zwar entsprechend der mittleren Verschiebung des Sternhimmels zu den Jahrespunkten. Da aber sowohl die Beobachtung der Jahreslängen in Bezug auf die Jahrespunkte als auch die Beobachtung der Lage heller Sterne zu den Jahrespunkten unregelmäßige Änderungen erkennen ließen, so nahm Thābit zu ihrer Erklärung die periodische Verlagerung der Jahrespunkte zu ihrer mittleren Lage an. Auch Coppernicus wurde durch die Untersuchung der Beobachtungen der Sonne von Hipparch bis zu seiner Zeit zu ähnlichen Ergebnissen geführt. Als Dauer des Sternjahres fand er 365 Tage 6 Std. 9 Min. 40 Sek. und als Präzession 20°41′ in 1386 Jahren von Ptolemaeus

bis 1525. Auch die Unregelmäßigkeit in der Präzession konnte er bestätigen und brachte sie in Zusammenhang mit der seit den griechischen Beobachtungen eingetretenen Veränderung der Schiefe der Ekliptik. Hinsichtlich dieser Veränderung führte er an, daß die Schiefe ihren größten Wert von $23^0 51' 20''$ in der Zeit von Aristarch bis Ptolemaeus gehabt und seitdem abgenommen habe, wie sich in den Angaben des Albategnius zu $23^0 35'$, des Arzachel (al-Zarkālī) zu $23^0 34'$, des Prophatius zu $23^0 32'$ und seinen eigenen Beobachtungen zu $23^0 28^2/_5'$, wenig abweichend von den Beobachtungen Peuerbachs und Regiomontans, zeige. Aus diesen Beobachtungen ergäbe sich eine Änderung der Schiefe im Laufe von 3434 Jahren in den Grenzen $23^0 28'$ und $23^0 52'$. Für die Präzession berechnete er aber eine periodische Verschiebung im Laufe von 25816 Jahren, die überlagert wird von einer raschen Veränderung innerhalb 1717 Jahren.

Hinsichtlich der regelmäßigen Veränderung der Präzession und der Abnahme der Schiefe stimmte Coppernicus mit seinen Vorgängern überein. Neu war aber seine Erklärung dieser Vorgänge. Thābit hatte sie dem Sternhimmel zugeschrieben. Coppernicus verband sie aber mit der Erdbewegung. Seine dritte Erdbewegung, die zur Aufrechterhaltung der Schiefe dient, ließ er Veränderungen erfahren, welche der Präzession und der Änderung der Schiefe entsprechen. Und zwar führte er zwei zu einander senkrechte gradlinige Bewegungen mit Perioden von 1717 und 3434 Jahren ein, die sich durch das Zusammenwirken je zweier gleichförmiger Kreisbewegungen ergeben. Auf diese Weise kam er wohl zu 7 Bewegungen der Erde, vermochte aber die Himmelsvorgänge befriedigend darzustellen. Darauf wandte er sich der Erforschung der Erdbahn zu. Hier lagen die Verhältnisse einfach, indem nur die angebliche Bewegung der Sonne auf die Erde zu übertragen war. Ptolemaeus hatte aus dem Unterschied der Jahreszeiten, insbesondere aus den Zwischenzeiten zwischen den Sonnenwenden und Nachtgleichen, auf eine exzentrische Sonnenbahn geschlossen und die Lage der Erdferne zu $65\frac{1}{2}^0$ hinter dem Frühlingspunkt bestimmt. Die Bahnmitte lag $^1/_{24}$Halbmesser von der Erde als Weltmitte entfernt. Dieses Verfahren litt an dem Nachteil, daß die Sonnenwenden, weil schwer beobachtbar, sich für genaue Berechnungen nicht eignen. Coppernicus benützte statt der Sonnenwende die Zeit, zu der die

Sonne in der Mitte des Skorpions steht, und berechnete aus dieser Zeit und aus der Herbstgleiche 1515 und der Frühlingsgleiche 1516 die Bestimmungsstücke (Elemente) der Erdbahn; er benützte also die Punkte 180°, 225 und 360° der Erdbahn, gerechnet vom Frühlingspunkt aus. Daraus ergab die Berechnung für die Sonnenferne (Erdferne) den Ort $96^2/_3{}^0$ und für den Abstand der Erdbahnmitte von der Sonne $^1/_{31}$. Damit war die von arabischen Sternforschern gefundene Veränderlichkeit der Sonnenferne bestätigt worden. Allerdings schien nicht eine Gleichmäßigkeit zu Grunde zu liegen; vielmehr war sie von Hipparch bis Ptolemaeus unverändert, dann erfolgte ein ununterbrochenes, regelmäßiges und beschleunigtes Fortschreiten. Coppernicus benütze zu dieser Feststellung die Beobachtungen der Hipparch, Ptolemaeus und Albategnius, sowie seine eigenen, mußte aber auf die herausfallende Beobachtung des Arzarchel verzichten. Zur Darstellung der ungleichförmigen Bewegung der Erdferne und der Erde um die Sonne genügte nicht die exzentrische Erdbahn; vielmehr mußte eine doppeltexzentrische oder eine doppeltepizyklische Bewegung oder eine epizyklische Bewegung auf einem exzentrischen Kreise angenommen werden. Er selbst bevorzugte die Bewegung des Mittelpunktes der Erdbahn auf einem kleinen Kreis, der die Sonne nicht einschließt.

Ptolemaeus hatte zur Darstellung der auffälligsten Himmelsvorgänge, nämlich des täglichen Umschwunges und der Sonnenbewegung, 3 Kreisbewegungen benötigt. Coppernicus benützte 8 Kreisbewegungen, wovon allerdings 5 zur Darstellung der von Ptolemaeus nicht gekannten Veränderungen der Erdferne und der Schiefe und der Unregelmäßigkeit in der Präzession dienten. In beiden Fällen wurde die langperiodische Präzessionsbewegung nicht gezählt.

Welche eigenen Beobachtungen legte Coppernicus seinen Untersuchungen über die Präzession, Jahresdauer und Erdbahn zu Grunde? Zuerst leitet er die Präzession ab [168, Buch III, Kap. 2]. Ptolemaeus hatte dafür drei Verfahren angewandt: Bestimmung der Länge heller Sterne mit der Armille, ferner die Berechnung der Länge von 6 Sternen aus ihren beobachteten Deklinationen und die Benützung von 7 Bedeckungen dreier Sterne durch den Mond. Obwohl ein ähnliches Gerät Coppernicus zur Verfügung stand und er die Örter der Sterne damit

bestimmen wollte, wie er im 14. Kapitel des 2. Buches angab, so bediente er sich dessen nicht, sondern wählte das 2. Verfahren. Er berechnete aus 2 Beobachtungen der Mittagshöhe die Deklination Spikas und damit ihren Abstand vom Herbstpunkt der Ekliptik. Daraus fand er die Länge Spikas zu $17^{0}14'$ für 1515 und $17^{0}21'$ für 1525 vom Herbstpunkt aus. Aus der 2. Länge und aus der Beobachtung des Ptolemaeus ergab sich die Präzession zu $20^{0}41'$ in 1386 Jahren. Die Beobachtung von 1515 wurde nicht verwendet. Übrigens hatte Joh. Werner im Jahre 1514 auch die Deklination Spikas beobachtet und zu $-8^{0}29\frac{1}{2}'$ gefunden, während Coppernicus sie zu $-8^{0}36'$ beobachtete. Tatsächlich betrug die Deklination damals beinahe $-8^{0}35'$, so daß Werner um 6′ und Coppernicus um 1′ davon abwich.

Zur Bestimmung der Schiefe der Ekliptik oder der Neigung der Erdbahn gegen den Äquator verwendete er den Wert von $23^{0}28\frac{1}{2}'$ und $23^{0}28\frac{2}{5}'$, den er eigenen Beobachtungen entnahm. Seine Berechnung der Erdbahn stützte sich auf Beobachtungen der Sonnenhöhe vom Frühjahr 1515 bis Frühjahr 1516, von denen er 3 Beobachtungszeiten benützte. Dabei gab er als Zwischenzeiten zwischen der Frühlingsnachtgleiche 1515 und der Herbstnachtgleiche 1515 $186\,^{5.5}/_{60}$ Tage und zwischen der Herbstnachtgleiche 1515 und der Frühlingsnachtgleiche 1516 $178\,^{53.5}/_{60}$ Tage an. Ihre Summe ergibt $364\,^{59}/_{60}$ Tage, aber nicht knapp $365\,^{14}/_{60}$ Tage, wie es sein müßte. Dieser Umstand fiel schon bald nach dem Erscheinen des Buches auf. Wie kam Coppernicus zu diesen unrichtigen Zahlen? Seine Beobachtungen selbst sind verschollen, so daß eine Nachprüfung nicht möglich ist. Immerhin hat er seine Beobachtungen der Herbstnachtgleiche 1515 und der Frühlingsnachtgleiche 1516 [168, S. 193] mitgeteilt. Darin heißt es, daß die Herbstnachtgleiche am 14. September 1515 eine halbe Stunde nach Sonnenaufgang und die Frühlingsnachtgleiche am 11. März 1516 $4\frac{1}{3}$ Stunde nach Mitternacht stattfand. Das ergibt 178 Tage 21 Std. 50 Min. oder $178\,^{55}/_{60}$ Tage. Der Entwurf zeigt nun, daß die Beobachtungen früher anders lauteten: bei der Herbstnachtgleiche stand ursprünglich nur „ante" als Zeitangabe, dann wurde sie in „hora 1 ante ortum solis" geändert, bis schließlich die endgültige Angabe „hora dimidia post ortum solis" an ihre Stelle trat. Ebenso ist es mit der Frühlingsnachtgleiche, wo ursprünglich die Zeitangabe

„ante ortum solis tribus horis et quadrante" lautete und später umgeändert wurde. Demnach lauteten die Ableitungen ursprünglich 14. Sept. 1515 5 Uhr und 11. März 1516 $2\frac{3}{4}$ Uhr vormittags; ihr Unterschied beträgt 178 Tage 21 Std. 45 Min., also beinahe wie früher; nur wurden die Ableitungszeiten später um $1\frac{1}{2}$ Stunden aus unbekannten Gründen verlegt. Die Ableitung der Herbstnachtgleiche 1515 führte er einige Seiten später noch einmal an [168, S. 214] und zwar ursprünglich als „dimidia hora ante ortum solis" und schrieb dann „parva" über „dimidia", um schließlich alles wegzustreichen und die endgültige Angabe „dimidia hora post ortum solis" daneben zu setzen. Daraus geht hervor, daß die ursprüngliche Ableitung eine halbe oder knappe Stunde vor Sonnenaufgang ergeben hatte. Die Berücksichtigung der ursprünglichen Angaben führt also nicht zur Lösung des Rätsels. Als Zwischenzeit ergibt sich 178 Tage 21 Std. 45 oder 50 Min. oder allenfalls 15 Min. Nur die kleinste Zwischenzeit entspricht der von Coppernicus erwähnten Zwischenzeit $178\,^{53.5}/_{60}$ Tage, während die anderen $178\,^{54.5}/_{60}$ verlangen. Nun läßt der Entwurf ersehen, daß Coppernicus ursprünglich $^{53.5}/_{60}$ geschrieben und nachträglich um 1 Stelle geändert hatte; ebenso tat er es aber auch mit der Zwischenzeit von der Herbstnachtgleiche 1515 bis zu der 45 Tage später erfolgenden Beobachtung des Standes der Sonne in der Mitte des Skorpions. Daraus geht hervor, daß Coppernicus nachträglich seine erste Berechnung geändert hat, anscheinend ohne ersichtlichen Grund, wie auch für die Änderung der Ableitungszeiten um $1\frac{1}{2}$ Stunden kein Grund anzugeben ist. Trotzdem gibt es noch keine Erklärung für die oben gefundene Jahreslänge von $364\,^{59}/_{60}$ Tagen. Es fehlt ein Vierteltag. Offenbar liegen Beobachtungsfehler vor. Die betreffenden Jahrespunkte waren für Frauenburg: 11. März 1515 7 Uhr 19 Min. nachmittags, 14. Sept. 1515 8 Uhr 31 Min. vormittags und 11. März 1516 1 Uhr 5 Min. vormittags in mittlerer Zeit.

Der zweite Teil des 3. Buches ist der Erklärung der Tafeln gewidmet, die so gerechnet sind, daß es gleichgültig ist, ob die Erde oder die Sonne als beweglich angesehen wird. Es bleibt noch ein Zweifel übrig, ob die Weltmitte in oder außerhalb der Sonne liege. „Über diese Frage werden wir bei der Entwicklung der 5 Planeten, welche wir nach unsern Kräften ebenfalls durchführen wollen, noch mehr sagen".

Die Mondtheorie, der das 4. Buch gewidmet ist, hat eine besondere Bedeutung für die Lehre des Coppernicus; denn darin konnte er nachweisen, daß seine Planetentheorie Nachteile der ptolemäischen Theorie beseitigt. Diese Nachteile bestanden nicht nur in der Einführung des Leitpunktes, sondern auch in den errechneten kleinsten und größten Abständen des Mondes, wonach dieser gelegentlich im ersten oder letzten Viertel einen doppelt so großen Durchmesser als beim Vollmond zeigen müsse, ein Umstand, der schon Langenstein und Julmann aufgefallen und von Peuerbach und Regiomontan in ihrer Epitoma getadelt worden war. Und was den Leitpunkt anlangt, von dem aus gesehen der Mond einen gleichförmigen Lauf in seinem Epizykel ausführen sollte, so machte Coppernicus seine Leser darauf aufmerksam, daß es noch verständlich gewesen wäre, wenn Ptolemaeus seine Theorie so eingerichtet hätte, daß die Mondbewegung gleichförmig in Hinblick auf die exzentrisch gelegene Erde erfolge; jedoch die Wahl des von Ptolemaeus ausersehenen Punktes sei unbegründet.

Da für den Mond die Ruhe oder Bewegung der Erde keine Rolle spielte, so ließ sich die Ersetzung des Leitpunktes durch eine andere Theorie hier am besten untersuchen. Ptolemaeus hatte die exzentrische Bahn eines Epizykels angenommen, auf dem sich der Mond gleichförmig hinsichtlich eines Leitpunktes bewegt. Die Grundlagen für seine Zahlenangaben über die Mondbewegung ergaben ihm Hipparchs Untersuchungen über die Perioden, wie sie aus den Finsternisbeobachtungen folgten. Ähnliche Perioden benützte auch Coppernicus zur Ableitung seiner Tafeln über die Bewegung des Mondes in der Länge, in der Anomalie und in der Breite, indem er Hipparchs Werte entsprechend den eigenen Beobachtungen verbesserte. Dann begann er mit der Entwicklung seiner Theorie. Wie im Vorbericht nahm er nicht eine exzentrische Bewegung des Epizykelmittelpunktes, sondern eine doppeltepizyklische Bewegung an und fand für das Verhältnis des Halbmessers des großen Mondkreises zu dem des 1. und 2. Epizykels 10 000 zu 1097 und 237, während der Vorbericht dafür 10 000 zu 1056 zu 222 angegeben hatte. Diese Ableitung geschah auf Grund der Untersuchung dreier ptolemäischer Finsternisbeobachtungen und dreier eigener Beobachtungen der Finsternisse in den Jahren 1511 bis 1523. Die

Vergleichung der beiden 2. Finsternisse ergab die Bestätigung der Richtigkeit der Mondtafeln der Bewegungen. Zur Prüfung wurde eine Bestimmung des Mondortes durch Hipparch mit der Armille benützt. Die Übereinstimmung war hinreichend, besonders wenn berücksichtigt wird, daß die Mondbahn gegen die Erdbahn geneigt ist. Merkwürdig ist aber, daß Coppernicus dazu eine solche Beobachtung und nicht die Beobachtung einer Finsternis benützte; denn vorher betonte er, daß der Ort des Mondes wegen seiner großen Parallaxe mit der Armille nicht zu beobachten sei [168, S. 236, 261]. Anscheinend besaß er damals keine eigene brauchbare Beobachtung.

Zur Untersuchung der Breitenbewegung des Mondes benützte er 2 von Ptolemaeus und 2 in den Jahren 1500 und 1509 beobachtete Finsternisse. Die Neigung der Mondbahn wurde zu $5^0 0'$ angenommen, wie Ptolemaeus es tat. Wichtig ist die Bestimmung der Parallaxe und damit des Abstandes des Mondes. Zwei Messungen der Mittagshöhe des Mondes zu $7^0 20'$ und $8^0 0'$ in den Jahren 1522—24 ergaben als Parallaxe $50'$ und $1^0 5'$, also wesentlich weniger als Ptolemaeus aus seinen Beobachtungen errechnet hatte. Bezüglich der 2. Ableitung von $1^0 5'$ muß bemerkt werden, daß der Entwurf zweimal $81^0 43\frac{1}{2}'$ als beobachteten Zenitabstand statt 82^0, sowie $80^0 42'$ als berechneten Zenitabstand statt $80^0 55'$ zeigt, so daß Coppernicus ursprünglich die 2. Parallaxe zu $1^0 1\frac{1}{2}'$ statt $1^0 5'$ gefunden hatte [168 S. 276].

Auf Grund der neuen Parallaxen berechnete er die Parallaxentafel des Mondes und prüfte sie durch die Verwendung seiner Beobachtung der Bedeckung Aldebarans durch den Mond im Jahre 1497. Zugleich lieferten ihm die Parallaxen und die Finsternisbeobachtungen die Möglichkeit, die Abstände von Sonne und Mond und ihre Größen neu zu berechnen. Im Unterschied zu Ptolemaeus gab er für die Sonne außer dem Mittelwert auch die Grenzwerte und für den Mond den scheinbaren Durchmesser beim kleinsten Abstand an und ermöglichte so Vergleichungen dieser beiden Himmelskörper.

Übersicht 6.

Größe von Sonne und Mond im Hauptwerk.

	Größe	Scheinb. Durchm.	Abstand	Parallaxe
Sonne	6937	$31'48''$ bis $33'54''$	1105 bis 1179	$2'55''$ bis $3'\ 7''$
Mond	1	28 45 bis 37 34	$52^{17}/_{60}$ bis $68^{21}/_{60}$	50 18 bis 65 45

Der Erdhalbmesser wurde als Einheit des Abstandes genommen. Sonne = 161½ Erden.

Wesentlich ist der Fortschritt beim Mond, dessen Abstand gemäß Ptolemaeus sich im Verhältnis 1 zu 2 ändern sollte, während Coppernicus dafür das Verhältnis 3 zu 4 fand; tatsächlich ändert sich sein Abstand im Verhältnis 7 zu 8.

Viel einfacher gestaltete sich die Mondtheorie des Coppernicus. Ob sie allerdings den Mondlauf genau darzustellen vermochte, das ließ sich seinen Ausführungen nicht entnehmen. Die Prüfung durch die hipparchische Beobachtung mußte auch ihm zweifelhaft erscheinen.

An die Untersuchung des Mondlaufes schloß sich die Erforschung der Planetenbewegungen. Auch hier galt es den ptolemäischen Leitpunkt zu ersetzen und zugleich die Vorteile nachzuweisen, die durch die Einführung der Erdbewegung entstehen; denn die Erdbewegung hatte die große scheinbare Unregelmäßigkeit in der Planetenbewegung hervorgerufen, die zuerst berücksichtigt werden mußte, bevor man an die Feststellung der den Planeten eigentümlichen Unregelmäßigkeiten in ihrem Laufe gehen konnte. Zur Ermittelung ihrer scheinbaren Umläufe bediente er sich der Angaben des Ptolemaeus, wobei er aber Sternjahre und nicht Sonnenjahre zu Grunde legte (Buch 5 Kap. 1). Dann ging er an die Erklärung der unregelmäßigen Planetenbewegung. Ptolemaeus hatte dazu eine exzentrisch-epizyklische Bewegung angenommen, wobei die Bewegung des Epizykelmittelpunktes vom Leitpunkt aus gelenkt und außerdem beim Merkur noch eine kreisförmige Bewegung des Mittelpunktes des exzentrischen Kreises angenommen werden mußte. Auch Coppernicus behandelte Venus und Merkur getrennt von den anderen 3 Planeten, für die er die Bewegung eines Epizykels auf einem exzentrischen Kreise annahm (Abb. 41).

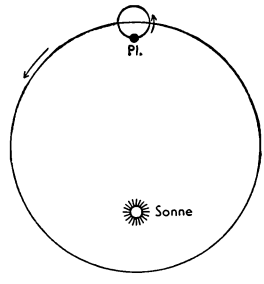


Abb. 41. Epizyklische Planetenbewegung auf einem exzentrischen Kreise um die Sonne gemäß Coppernicus.

Wie bei der Sonne und beim Mond schloß Coppernicus sich in seiner Rechnung sehr an Ptolemaeus an. Zuerst ging er von dessen Beobachtungen aus und entnahm

dessen Berechnung den Abstand des ptolemäischen Leitpunktes vom Mittelpunkte der Ekliptik. Davon wurde $\frac{3}{4}$ als Abstand des Mittelpunktes des exzentrischen Kreises vom Mittelpunkt der Erdbahn und $\frac{1}{4}$ als Halbmesser des Epizykels genommen. Die weitere Berechnung ergab dann die Sonnenferne der Planetenbahn. Ebenso wurden drei neuere Beobachtungen, für Saturn aus den Jahren 1514—27, für Jupiter aus den Jahren 1520—29 und für Mars aus den Jahren 1512—23, vorgenommen und damit nach dem ptolemäischen Verfahren der obige Abstand berechnet und in die 2 Teile zerlegt. Dann folgte die Berechnung der Sonnenferne. Zur Prüfung der Rechnung wurde jedesmal aus einer Beobachtung des Ptolemaeus die entsprechende Beobachtung des Coppernicus berechnet. Außerdem diente eine noch nicht verwendete Beobachtung zur Berechnung der Parallaxe, d. h. des Abstandes des Planeten.

Die folgende Übersicht zeigt die Ergebnisse auf Grund der Beobachtungen des Ptolemaeus (Pt) und des Coppernicus (Co).

Übersicht 7.

Die Bahnelemente der Planeten im Hauptwerk.

		Abstand	Erdbahn-halbmesser	Bahn-halbmesser	Epizykel-halbmesser	Aphel (Sonnenferne)
Saturn	Pt	854	1 083	10 000	285	226°20′
	Co	900		10 000	300	240 21
Jupiter	Pt	687	1 917	10 000	229	154 22
	Co	898	1 916	10 000	295	159 0
Mars	Pt	1 500	6 583	10 000	500	108 50
	Co	1 460	6 580	10 000	500	119 40
Venus	Pt	312	10 000	7 193	104	48 20
	Co	246	10 000		104	48 20
Merkur	Pt	736	10 000	3 763	212	183 20
	Co	736¼	10 000	3 849	211½	211 30

Unter Abstand ist der Abstand der Mittelpunkte der Erdbahn und des exzentrischen Kreises der Planeten zu verstehen.

Die Durchführung der Berechnung führte zu manchen Schwierigkeiten. So errechnete Coppernicus aus seinen 3 Beobachtungen Saturns 1200 für den Abstand, wofür Ptolemaeus 1139 gefunden hatte, und meinte, daß sein Wert zwar wenig von der Angabe des Ptolemaeus abweiche, aber doch etwas nicht stimme [168, S. 335]; aber bald darauf benützte er doch die ptolemäi-

schen Werte und führte damit die Rechnung zu Ende. Offenbar lag ein Fehler in seiner 3. Beobachtung vor, weshalb er einen vom ptolemäischen so abweichenden Wert erhielt. Bei der 3. Beobachtung handelte es sich nämlich um den 10. November und nicht um den 10. Oktober 1527; denn am Abend des 10. Oktober, kurz vor Sonnenuntergang und in der Abenddämmerung, hätte er den Mond als Anhaltsstern für Saturn nicht benützen können, da der Mond damals erst 25 Stunden alt und deshalb nicht verwendbar war. Dagegen war der Mond am 10. November $2\frac{1}{2}$ Tage alt und stand als schmale Sichel am Abendhimmel. Ferner ergibt sich nur für den 10. November der gleiche Unterschied zwischen Stöfflers Ephemeriden und den Beobachtungen des Coppernicus, wie für die 3 anderen Saturn-Beobachtungen. Wie sehr er sich bemühte mit seinen Beobachtungen zu einem guten Ergebnis zu kommen, zeigt ein Blick in seinen Entwurf. Da ergibt sich, daß die 1. Beobachtung ursprünglich „vna hora ante medium noctis" lautete, woraus er „horis tribus" und schließlich „vna $^1/_5$ hora" machte. Die 2. Beobachtung wurde aus „X. Cal. Augusti circa meridiem" in „X. Cal. Augusti duabus horis ante meridiem" und zuletzt in „tertio Idus Julij in meridie" geändert. Die 3. Beobachtung lautete ursprünglich „horis fere novem a media nocte", was in „duobus horis ante ortum solis" und zuletzt in „VI horis duobus quintis a media nocte" verbessert wurde. Mit anderen Worten: die 1. Beobachtung lautete zuerst „1 Std. vor Mitternacht", dann „3 Std. vor Mitternacht" und zuletzt „$1^1/_5$ Std. vor Mitternacht". Die 2. Beobachtung hieß zuerst „23. Juli 1520 um Mittag", dann „23. Juli 1520 2 Std. vor Mittag" und zuletzt „13. Juli 1520 mittags". Die 3. Beobachtung lautete zuerst: „9 Std. nach Mitternacht", dann „2 Std. vor Sonnenaufgang" und zuletzt „$6^2/_5$ Std. nach Mitternacht". Gerechnet hat er aber im Entwurf sogleich mit den endgültigen Zeitangaben, so daß die früheren Angaben wohl seine ersten Ansätze der Oppositionszeiten auf seinem Rechenzettel waren und versehentlich in seinen Entwurf übernommen wurden. Bei Jupiter und Mars kommen solche Versehen nicht vor. Bemerkenswert sind die 3 Ansätze bei jeder der 3 Oppositionen Saturns mit der Sonne, besonders bei der 3., wo die Zeitangabe von 9 Stunden nach Mitternacht in $6^2/_5$ Std. nach Mitternacht geändert wurde. Der 23. Juli 1520 ist offenbar ein Schreibfehler statt 13. Juli 1520.

Auch beim Jupiter kam Coppernicus auf Grund seiner Beobachtungen zu einem anderen Abstand der Mittelpunkte, nämlich zu 1193 statt 917, und mußte mit dem von Ptolemaeus entnommenen Werte, nämlich 687 (= ¾ von 917) für den Abstand die Rechnung zu Ende führen. Vermutlich stimmte seine 2. Beobachtung, die einen anderen Unterschied gegenüber Stöfflers Ephemeriden als seine 3 übrigen Beobachtungen zeigt, nicht. Beim Mars ergab sich aus der ptolemäischen Berechnung 1500 für den Abstand der Mittelpunkte und 500 für den Halbmesser des Epizykels und aus seinen Beobachtungen 1460 für den Abstand. Obwohl ein Drittel von 1460 gleich 487 ist, so benützte er zur Berechnung seiner Beobachtungen den ptolemäischen Wert 500. Auf die Abnahme des Abstandes von 1500 auf 1460 machte er ausdrücklich aufmerksam und hielt es für sicher, daß der Mittelpunkt der Marsbahn sich in der Zwischenzeit dem Mittelpunkte der Erdbahn genähert habe, während die Sonne unbeweglich geblieben sei [168, S. 360], wie sich auch die Sonnenferne gleichzeitig von 108°50′ bis zu 119°40′ verschoben habe. Im gleichen Sinne hatten sich auch die Sonnenfernen der Bahnen von Jupiter und Saturn verschoben, wie die Übersicht 7 ersehen läßt.

Bei der Venus war eine andere Bahnform nötig als bei den äußeren Planeten. Hierbei ließ Coppernicus den Mittelpunkt der Venusbahn einen kleinen Kreis gleichförmig umlaufen, dessen Mittelpunkt außerhalb des Mittelpunktes der Erdbahn liegt. Der Umlauf erfolgt in einem halben Jahre. Wie zuvor benützte er die von Ptolemaeus mitgeteilten Beobachtungen zur Ableitung der Bahnform für die griechische Zeit. Dabei gab er wohl die Zeit der 2. Beobachtung um 8 Jahre falsch an; dies beeinträchtigte aber sein Ergebnis nicht, da er sich der von Ptolemaeus errechneten Zahlen bediente. Er fand für den Abstand im ptolemäischen Sinne 416, wovon 312 auf den Abstand zwischen den beiden Mittelpunkten und 104 auf den Halbmesser des kleinen Kreises in der Mitte der Venusbahn kamen. Die gleiche Untersuchung führte er aber für seine eigene Zeit nicht durch, sondern begnügte sich anzugeben, daß der Abstand im ptolemäischen Sinne von 416 auf 350 abgenommen habe, und aus einer griechischen Beobachtung und aus einer eigenen Beobachtung vom Jahre 1529 die mittlere Bewegung der Venus zu verbessern. Da-

bei nahm er an, daß sich die Sonnenferne der Venus in der ganzen Zeit nicht geändert hatte, und benützte für den Abstand der Mittelpunkte und für den Halbmesser des kleinen Kreises zuerst 312 und 104 und zuletzt 246 und 104. Also auch bei der Venus, wie beim Mars, verlegte er die Verkleinerung auf den Abstand der Mittelpunkte, aber nicht auf den Halbmesser, so daß in beiden Fällen das Verhältnis: Abstand zu Halbmesser wie 3 zu 1 aufgegeben wurde.

Coppernicus gab an zwei Stellen [168, S. 369 u. 373] an, daß die Abnahme des Abstandes von 416 auf 350 sich aus den neueren Beobachtungen ergäbe; sogar von vielen Beobachtungen sprach er. Allerdings verwendete er diese Beobachtungen, die aus mindestens je einer Beobachtung der größten westlichen und östlichen Abweichung der Venus von der Sonne bestanden haben müssen, nicht zur Ableitung der Sonnenferne für seine Zeit. Oder hatte er es doch getan und die Ableitung weggelassen? Dies muß man annehmen, wenn man in seinen Einträgen in Regiomontans Tabulae directionum neben der Sonnenferne des Saturn von 1527, des Jupiter von 1529 und des Mars von 1523 auch die der Venus mit $48^0 30'$ für 1532 angeführt sieht [584, Bd. II, S. 211]. Demgemäß ergab seine Berechnung auf Grund von Beobachtungen im Jahre 1532, daß die Sonnenferne sich seit der Zeit des Ptolemaeus um $10'$ vergrößert hatte.

Die Darstellung der Merkurbewegung bereitete schon Ptolemaeus große Schwierigkeiten, so daß er zum Ausweg griff, den Mittelpunkt seines exzentrischen Kreises um einen Punkt außerhalb der Erde kreisen zu lassen. Auch Coppernicus mußte einen Ausweg ersinnen. Er übernahm von seiner Venustheorie den exzentrischen kleinen Kreis, auf dem sich der Mittelpunkt der Merkurbahn gleichförmig bewegt. Merkur selbst aber mußte gleichzeitig auf einer kleinen Kreisscheibe hin- und herwandern, deren Mitte auf der Merkurbahn läuft. Diese gradlinige Bewegung Merkurs ließ sich als das Ergebnis zweier entgegengesetzter Kreisbewegungen auffassen oder als ein Hin- und Herwandern des Mittelpunktes der Merkurbahn [Buch V. Kap. 32]. Die Bewegungen erfolgen entsprechend der Erdbewegung, mit Ausnahme des Laufes des Scheibenmittelpunktes, der seinen Umlauf in 88 Tagen vollendet. Daraufhin ging es an die Bestimmung der Bahnelemente. Ptolemaeus hatte dafür 16 Beobachtungen herange-

zogen. Coppernicus benützte davon 7 Beobachtungen und berechnete damit die Sonnenferne zu 183°20′ (wie Ptolemaeus), den Abstand der Mittelpunkte zu 736, den Halbmesser des kleinen Kreises zu 212 und den Halbmesser der Merkurbahn zu 3763, wenn der Halbmesser der Erdbahn zu 10 000 genommen wird. Merkur durchläuft ständig den 380 Teile langen Durchmesser der kleinen Scheibe auf seiner Bahn. Zur Prüfung, ob sich darin bis zu seiner Zeit etwas geändert habe, benützte Coppernicus 3 neuere Beobachtungen und errechnete daraus die Sonnenferne zu 211°30′, den Abstand der Mittelpunkte zu 736¼ und 736½ und den Halbmesser des kleinen Kreises zu 211½. Den Halbmesser der Merkurbahn zu 3763 und den Hinundherweg Merkurs zu 380 legte er dabei als unveränderlich seinen Rechnungen zu Grunde.

Als neuere Beobachtungen verwendete er dabei nicht eigene, sondern Nürnberger Beobachtungen, die er folgendermaßen einführte: „Zu diesem Zwecke haben wir 3 Örter von denen, die zu Nürnberg Bernhard Walther, Regiomontans Schüler, beobachtet hat". Da stockte seine Feder. Er überlegte sich, daß Walther im Jahre 1504 starb und deshalb wohl nicht alle Beobachtungen ausführte. Deshalb strich er die letzte Zeile aus und schrieb „die zu Nürnberg sorgfältig beobachtet wurden und zwar zuerst von Bernhard Walther, Regiomontans Schüler im Jahre 1491 ..... Die 2. Beobachtung machte Joh. Schöner im Jahre 1504 ..... Die 3. Beobachtung wurde von demselben Johannes im gleichen Jahr gemacht". Die beiden Beobachtungen von 1504 wurden aber nicht von Schöner, sondern von Walther gemacht. Walther starb am 19. Juni 1504 und hatte bis zum 3. Juni beobachtet. Schöner war damals krank in Hallstadt bei Bamberg und nahm an den Beobachtungen nicht teil. Immerhin lehrt die Angabe des Coppernicus, daß er die Beobachtungen Walthers durch Schöner erhalten hat, der sie 1544 veröffentlichte. Merkwürdig ist nun, daß die von Coppernicus mitgeteilten Beobachtungen nicht völlig mit der Veröffentlichung von 1544 übereinstimmen. Vielmehr hatte Coppernicus sie ursprünglich richtig hingeschrieben und nachträglich geändert und zwar die 1. Beobachtung von 13°23′ in 13°30′, die 2. Beobachtung von 3°15′ in 3°20′ und die 3. Beobachtung von 26°30′ in 26°6′; also nur die Längen, nicht aber die mitgeteilten Beobachtungszeiten und Breiten wurden

umgeändert. Entsprechend mußte er die Abstände Merkurs von der Sonne ändern. Bei dieser nachträglichen Änderung verrechnete er sich, wie aus dem Vergleich dieser Unterschiede und der Änderungen der Beobachtungen hervorgeht; beim letzten Unterschiede beträgt der Rechenfehler 50′. Angesichts dieser Rechenfehler dürfte seine weit geführte Berechnung des Abstandes der Mittelpunkte und des Halbmessers des kleinen Kreises (736½ und 211½) nicht berechtigt sein. Doch kehren wir zu den Nürnberger Merkurbeobachtungen zurück. Warum hatte er die mitgeteilten Längen geändert? Gewiß änderte er auch seine eigenen Beobachtungen, so die Zeiten der Nachtgleichen, die Saturnbeobachtungen und den Zenitabstand des Mondes. Dies ließ sich durch Fehler in der Ermittelung seiner Beobachtungen erklären. Aber das kam für die Nürnberger Beobachtungen nicht in Betracht. Die Sache bleibt unerklärlich, falls man nicht annehmen will, daß die Änderung erst mehrere Jahre später erfolgte und er dabei auf seiner Beobachtungsliste die Beobachtungen mit den daneben stehenden Berechnungen verwechselte und die Berechnungswerte als Beobachtungen eintrug. Wie Rheticus mitteilte, hatte Coppernicus sich eine Liste aller Beobachtungen angelegt, um sie mit seiner Theorie zu vergleichen. Somit liegt eine Verwechselung der Beobachtungen mit seinen Berechnungen nahe. Solche Berechnungen setzen aber voraus, daß er nicht nur diese 3, sondern noch mehr Merkurbeobachtungen Walthers gekannt und benützt hatte. Verschiedene Versuche in dieser Beziehung müssen angenommen werden; denn die von Rheticus in seinem 1. Bericht mitgeteilten Bahnelemente Merkurs stimmen nicht mit den Elementen überein, die Coppernicus aus den Beobachtungen des Ptolemaeus und des Walther im Hauptwerk abgeleitet hatte. Wie weit hatte er diese Berechnungen geführt? Walther hatte 14 Beobachtungen mit gemessenen Längen und Breiten und außerdem noch 31 ungenauere Beobachtungen Merkurs in dem von Schöner veröffentlichten Beobachtungsbuch hinterlassen. Demgemäß konnte Coppernicus über viele Beobachtungen verfügen, die zudem besser als die von Ptolemaeus angeführten 16 Beobachtungen waren, von denen nur 9 Beobachtungen sich mit den Waltherschen vergleichen ließen, während 7 ältere Beobachtungen auf Ortsschätzungen beruhten. Dazu kam, daß weder Ptolemaeus noch Hipparch die Breite der Planeten mit der

Armille maßen; sie beschränkten sich auf die Längenbestimmung. Mit Walthers Beobachtungen hatte Coppernicus die Möglichkeit nicht nur seine Theorie der Merkurbewegung in Länge, sondern auch die ptolemäische Theorie der Breitenbewegung der Planeten zu prüfen. Bekanntlich hatte Ptolemaeus diese Theorie ohne Bezugnahme auf bestimmte Beobachtungen aufgestellt. Walthers Beobachtungen der Breite, mochten sie auch bis zu 10′ ungenau sein, wie Walther zugab, gestatteten die Breitenbewegung nicht nur des Merkur, sondern auch der anderen Planeten zu untersuchen. In Walthers Beobachtungen stand die erste große Beobachtungsreihe mit gemessenen Breiten zur Verfügung. Hat Coppernicus diese Möglichkeit ausgenützt? Wir wissen es nicht. Die nachträgliche Änderung der Nürnberger Längen, aber nicht der Nürnberger Breiten deutet an, daß er sich auf die Nachprüfung der Längentheorie beschränkte und ihre Ergebnisse nicht im Entwurf verwertete. Coppernicus konnte durch die Merkurbeobachtungen den großen Wert der Nürnberger Beobachtungen für seine Theorie kennen lernen. Vielleicht beabsichtigte er auch die Beobachtungen der anderen Planeten sich von Schöner schicken zu lassen, zumal sich seine eigenen Beobachtungen Saturns und Jupiters nicht sehr eigneten. Diese Absicht zu verwirklichen wird ihm von Ende 1533 an nicht mehr möglich gewesen sein. Damals ereignete sich nämlich, daß Schöner, der bekannte Nürnberger Astronom, gegen die Lehre von der Erdbewegung öffentlich Stellung nahm. Und so konnte es kommen, daß die erste große Beobachtungsreihe ihrem Zweck, der Erneuerung der Wissenschaft, nicht gedient hat. Schöner selbst war zu ihrer Bearbeitung nicht imstande und veröffentlichte erst nach dem Erscheinen des großen Werkes die Beobachtungen Regiomontans und Walthers.

Das 6. Buch ist der Untersuchung der Breitenbewegung der Planeten gewidmet. Ptolemaeus hatte in seiner Theorie dieser Bewegungen ein Wunderwerk geschaffen. Wie ein Zauberkünstler hatte er ein Gewebe von schwebenden Bahnen für jeden Planeten hervorgezaubert, so kunstvoll und schön, daß der Leser nicht zur Besinnung kommt und erst beim nochmaligen Durchlesen merkt, daß dies alles ohne Bezugnahme auf Beobachtungen geschieht. Nur zuerst spricht Ptolemaeus [586, Bd. II, S. 326—327] ganz allgemein von Beobachtungen, welche auf die Neigung der

Planetenbahnen schließen lassen. Da weder er noch Hipparch mit ihren Armillen die Breite der Planeten beobachteten, dürfte er seine Angaben babylonischen Beobachtungen entnommen haben. Aber um genaue Angaben konnte es sich dabei nicht handeln, da er sie sonst zur Bestätigung seiner Theorie verwendet hätte, wie er es in seiner Längentheorie tat. Somit beruht sein kunstvolles Gewebe der Breitenbewegung auf einigen Feststellungen. Auch Coppernicus ging nicht von Beobachtungen aus, sondern beschränkte sich auf die Untersuchung, inwieweit die Erdbewegung die ptolemäischen Angaben verändert. Da die Planetenbahnen gegen die Erdbahn geneigt sind, so muß der Abstand des Planeten von der Ekliptik nicht nur von seinem Ort in seiner Bahn, sondern auch von der Stellung der Erde abhängig sein. Bei den äußeren Planeten ergaben sich ziemlich einfache Verhältnisse; die Bahnneigungen unterliegen periodischen geringen Schwankungen in bestimmten Grenzen vergleichbar mit der Erdbewegung. Schwieriger war die Darstellung bei Venus und Merkur, bei denen er wie Ptolemaeus die Knotenlinie, d. h. die Schnittlinie der Planetenbahn mit der Erdbahn, in die Sonnenferne und -nähe legte. Die Neigung ihrer Bahn unterliegt zwei verschiedenen Schwankungen, von denen die eine wie bei den äußeren Planeten um ihre Schnittlinie erfolgt, während die andere mit der Erdbewegung vergleichbar ist, aber um eine bewegliche Achse geschieht, die bei der Venus durch die Mitte ihrer Bahn geht, aber bei Merkur exzentrisch zu dessem exzentrischem Kreise liegt. Auf diese Weise ändert sich die Breite dieser beiden Planeten sehr, so daß Coppernicus zur Darstellung der scheinbaren Breite je 3 verschiedene Ablenkungswinkel verwenden mußte.

Mit der Darstellung der Bewegung in Breite schließt das große Werk, an dem Coppernicus mehr als 17 Jahre, von 1515 bis Ende 1532, gearbeitet hatte. Wenn auch seine Vorarbeiten, wie sie im Vorbericht berücksichtigt sind, in Betracht gezogen werden, so ergeben sich mehr als 20 Jahre, die er diesem Werk opferte. Groß waren die Fortschritte vom Vorbericht bis zum Entwurf des Hauptwerkes. An Stelle der ungenauen Angaben über die Bewegung von Erde und Mond wurden nun genaue Werte für die Bewegungen mitgeteilt und, um künftige Rechnungen zu ermöglichen, die Ausgangswinkel für 4 bestimmte

Zeitpunkte angegeben: Mittag der 1. Hekatombe der 1. Olympiade, Mittag des 1. Thoth des 1. Jahres nach Alexanders Tode, Mitternacht des 1. Januar des 1. Jahres Caesars und Mitternacht des 1. Januar des 1. Jahres nach Christi Geburt. Bezugsort ist der Meridian von Krakau und Frauenburg. Die Abstände und damit auch die scheinbaren Durchmesser von Sonne und Mond wurden neu bestimmt und damit eine Grundlage für das neue Weltgebäude geschaffen. Auch bei den Planeten zeigte sich ein großer Fortschritt, indem Coppernicus nicht mehr auf die Alfonsischen Tafeln, sondern auf die Beobachtungen des Ptolemaeus zurückgriff und dadurch seinen Berechnungen eine bessere Grundlage schuf, wie aus der folgenden Übersicht hervorgeht.

Übersicht 8.

Vergleich der Angaben im Vorbericht und im Hauptwerk, bezogen auf den Halbmesser der Erdbahn.

	Vorbericht			Hauptwerk				
	Halbmesser			Bahnhalb-		Epiz.	Abstand	
	Bahn	Epiz. a	Epiz. b	messer	Exz.	halbm.	gr.	kl.
Saturn	9.446	0.787	0.263	9.174	0.783	0.262	9.70	8.65
Jupiter	5.216	0.404	0.125	5.219	0.359	0.120	5.46	4.98
Mars	1.200	0.223	0.074	1.517	0.222	0.076	1.67	1.37
Erde	1.000	0.040		1.000	0.032		1.03	0.97
Venus	0.720	0.027	0.010	0.719	0.021	0.010	0.73	0.71
Merkur	0.376	0.068	0.023	0.376	0.074	0.024	0.43	0.32

Unter Abstand ist der größte und kleinste Abstand des Planeten von der Sonne angegeben.

Das Hauptwerk wurde nicht durch eine Zusammenfassung der Ergebnisse gekrönt, wie es der Leser eines so schwierigen Werkes erwarten mußte und Coppernicus auch beabsichtigt hatte, als er bei der Behandlung der Erdbewegung versprach die Frage zu erörtern, ob die Sonne in der Weltmitte oder außerhalb davon liege, und bei der Behandlung der Marsbewegung daran erinnerte. Gemäß seinen Angaben steht die Sonne um 3 Sonnendurchmesser vom Mittelpunkt der Erdbahn entfernt, auf den er die Planetenbewegung bezog. Alle Mittelpunkte der Planetenbahnen liegen außerhalb des Sonnenkörpers, der Mittelpunkt der Saturnbahn sogar außerhalb der Venusbahn und der Mittelpunkt

der Jupiterbahn sehr nahe der Merkurbahn. Demnach konnte die Sonne nicht als Mitte der Welt, worunter damals die Welt der Planeten verstanden wurde, angesehen werden. Dies mochte Coppernicus als ein schwerwiegender Einwand erscheinen, zumal die geringe Eignung seiner Beobachtungen dem Fernerstehenden bedenklich erscheinen mußte. Gewiß hatte er besser als seine Vorgänger die Eigenheiten der Kreisbewegungen erkannt und zur Darstellung der Planetenbewegung verwendet. Gewiß hatte die Einführung der Erdbewegung die Planetentheorie sehr vereinfacht und die Stillstände und Rückläufe der Planeten auf die einfachste Art erklärt. Aber war sein Entwurf so vollendet, daß er vor der zu erwartenden Kritik bestehen konnte? Hatte er sich nicht vergeblich bemüht, die Nürnberger Merkurbeobachtungen seiner Theorie anzupassen und schließlich sich mit einem Notbehelf begnügen müssen? Und wie stand es mit der Wanderung der Erdbahnmitte auf dem kleinen Kreise neben der Sonne? Waren seine Beobachtungen so gut, daß die dadurch hervorgerufene Änderung der Abstände der Mittelpunkte der anderen Planetenbahnen bestätigt wurde?

Hatte sich seine Theorie nicht schon sehr entfernt von der überzeugenden Einfachheit, wie sie ihm zuerst erschien, als er froh seinen Vorbericht schrieb und auf die 34 Kreisbewegungen hinwies, womit sich die Himmelsvorgänge darstellen lassen? Was war daraus geworden? Allein der Erde wurden 8 Bewegungen aufgezwungen und bei anderen Planeten mußten neue Bewegungen eingeführt werden, um der Erscheinungen Herr zu werden. Waren diese Bewegungen wirklich und notwendig oder nur die Folge unzulänglicher Beobachtungen? War es ihm wirklich gelungen, aus den Planetenbewegungen die von der Erdbewegung herrührenden Beeinflussungen zu beseitigen? Bewiesen nicht die mit der Erdbewegung vergleichbaren Bewegungen in der Länge von Venus und Merkur und in der Breite aller Planeten, daß er sein Ziel noch nicht erreicht hatte? Und konnte nicht ein Mißgünstiger den Vorwurf erheben, daß Coppernicus selbst seine Annahmen außer Acht lasse, wenn er bei Mars und Venus die Epizykelhalbmesser entsprechend seinen Beobachtungen nicht verkleinere? Und war er seiner Grundannahme nicht untreu geworden? Hatte er nicht die geradlinige Bewegung eines Himmelskörpers mit einer Krankheit verglichen,

aber dem Merkur doch eine geradlinige Bewegung zugeteilt? Hatte er nicht die Erde aus der Weltmitte entfernt, weil sie nicht in der Mitte der Planetenbahnen stehe? Steht aber die Sonne in der Mitte dieser Bahnen?

Solche und ähnliche Gedanken mochten ihn quälen. Was tat not? Neue Beobachtungen anzustellen und den Entwurf zu vervollkommnen! Mit neuen Beobachtungen begann Coppernicus im Jahre 1530 und bemühte sich sein Verfahren zu verbessern. Die beste Möglichkeit zur Nachprüfung seiner Theorie durch die Beobachtung war die Berechnung von Jahrbüchern der Planetenbewegung auf Grund seiner Planetentafeln. Dann mußten sich die Mängel seiner Theorie sofort zeigen. Solche Jahrbücher dürfte er für die Jahre nach 1533 berechnet haben. Als Bernhard Wapowski ihn im Herbst 1535 in Ermland besuchte, fand er ihn mit der Berechnung eines Jahrbuches beschäftigt und bat ihn, eine Abschrift davon zur Veröffentlichung zu überlassen. Wie er von Krakau aus am 15. Oktober 1535 an Sigismund von Herberstein schrieb [93], hatte Coppernicus die Angabe der Aspekte noch nicht beendet. Offenbar sah das Jahrbuch wie die üblichen aus und zeigte auf der linken Seite für jeden Monat die Planetenörter und auf der rechten Seite die sog. Aspekte, d. h. die ausgezeichneten Stellungen der Planeten zu Sonne und Mond und untereinander. Wie Wapowski angab, ließ das Jahrbuch ersehen, daß die Örter des Merkur um ein halbes Zeichen, also um 15^0, und die Aspekte um Wochen von den Angaben der anderen Jahrbücher abwichen, da sie auf den neuen Tafeln des Coppernicus beruhten. Dieser habe versichert, daß der Erde eine Bewegung zur richtigen Darstellung der Planetenbewegungen zugeteilt werden müsse, welcher Meinung er seit vielen Jahren sei, und behauptet, daß die Erde sich unmerklich bewege. Wapowski wünschte von Herberstein, daß die Abschrift besonders den deutschen Berechnern von Jahrbüchern bekannt gemacht werde, damit sie die Fehler ihrer Planetentafeln erkennten und sie verbesserten. Dazu solle die Abschrift ihnen zugesandt oder in Wien gedruckt werden, damit die europäischen Astronomen ihre Fehler erkennten und sorgfältig nach richtigeren Planetenbewegungen suchten; denn schließlich könnten weder das Wetter noch die Jahresvorgänge ohne die Kenntnis der richtigen Bewegungen und Stellungen der Planeten richtig vorausgesagt werden. Die Ver-

öffentlichung durch den Druck wünschten der Briefschreiber, Nicolaus Coppernicus und die meisten anderen zum allgemeinen Nutzen. Diesen wichtigen Brief mit der Abschrift des Jahrbuches dürfte Wapowski den polnischen Gesandten mitgegeben haben, die sich mit Herberstein im Oktober 1535 wohl in Wien trafen [4, S. 247]. Die Veröffentlichung des Jahrbuches ist anscheinend nicht erfolgt. Wapowski starb am 21. November 1535, so daß er nicht in der Lage war dafür mehr zu tun. Zur Zeit ist ein solches Jahrbuch, das für 1536 oder 1537 gegolten haben muß, weder gedruckt noch handschriftlich nachzuweisen. Auch ist sonst keine Kunde von ihm zu finden. Selbst in Krakau scheint das Jahrbuch nicht beachtet worden zu sein. So enthalten die dem Magister Michael von Wislicza gehörigen Ephemeriden Stöfflers [Krakau Cimelia Q 5527] viele Anmerkungen, besonders über das Wetter; aber keine Anmerkungen zu den Merkurörtern von 1535—37 und über unrichtige Aspekte. Die Bekanntmachung des Jahrbuches war anscheinend ohne Erfolg. Coppernicus setzte seine Beobachtungen fort. Besonders mit dem Lauf von Mars und Venus beschäftigte er sich in den nächsten Jahren, gleichsam als ob er hoffte, die von ihm gefundenen Änderungen der Bahnelemente bestätigen zu können. Daneben hörte er nicht auf, Finsternisse zu beobachten und damit die Möglichkeiten zu erhalten, seine Elemente der Mondbewegung zu prüfen.

Neben den Beobachtungen lief die Verbesserung seines Entwurfes. Dieser zeigte alle Spuren rascher Arbeit [Anm. 39]. Der Vollendung des Entwurfes widmete Coppernicus seine Zeit von 1533 an. Die Einteilung des Entwurfes in 8 Bücher wurde geändert, verschiedene Stellen weggelassen, darunter auch der aus dem Griechischen übersetzte Brief des Lysis an Hipparch und die wichtige Angabe, daß Aristarch von der Erdbewegung gesprochen hatte [168, S. 34]. Weggelassen wurde auch die Erwähnung der Bestimmung der Schiefe durch Novara [168, S. 172]. Verbessert wurden manche Stellen, so auch seine Saturnbeobachtungen. Die nachträgliche Berechnung neuer Venusbeobachtungen mit der Ableitung der neuen Sonnenferne wurde nicht in den Entwurf übernommen, sondern darin nur kurz mitgeteilt, daß die Verkleinerung des Abstandes auf vielen Beobachtungen beruhe. Zugleich wurde bei der Prüfung der Venusbewegung die benützte ptolemäische Beobachtung durch eine

Beobachtung des Timocharis ersetzt und daraufhin auch die Ausgangswinkel für die 4 erwähnten Zeiten geändert [168, S. 369—376]. Auch der mathematische Teil wurde ergänzt. Zahlreiche Anmerkungen auf vielen Seiten des Entwurfes zeigen, wie sehr Coppernicus sich bemühte den Entwurf zu vervollkommnen. Leider gelang ihm dies nicht im gewünschten Maße. Zuweilen bedeuten seine Änderungen eine Verschlechterung, z. B. „58" statt „56" [168, S. 281, Z. 16], „Machometus" statt „Albategnius" [168, S. 26]; ferner die Änderung seiner Beobachtungen der Nachtgleichen und des Zenitabstandes des Mondes, sowie der Nürnberger Merkurbeobachtungen.

Die meisten der früher erwähnten Mängel vermochte er nicht zu beseitigen. Immer wieder scheint er sich den Entwurf vorgenommen zu haben, um ihn zu verbessern; aber zu einer gründlichen Durchsicht kam er nicht.

Zwei Gründe mögen dabei wirksam gewesen sein. Zuerst der Zweifel an den Angaben des Ptolemaeus und der anderen griechischen Astronomen. Noch in seiner Streitschrift gegen Werner vertraute er so sehr ihren Angaben, daß er Werners Zweifel als ungehörig zurückwies. In seinem Entwurf wandte er sich wohl gegen die Einführung des Leitpunktes durch Ptolemaeus und gegen dessen Mondparallaxen; aber dessen Beobachtungen verwendete er unbesehen und benützte sogar die Ableitungen der Planetenbewegungen und Erdfernen des Ptolemaeus. Er vertraute dessen Berechnungen sogar so sehr, daß er nicht stutzig wurde, wenn die von Ptolemaeus berechneten, angeblich übereinstimmenden Sonnenörter um 15′ von einander abwichen, wie in der Merkurtheorie, wobei die Nachprüfung aber nicht einen Unterschied von nur 15′, sondern von $1^{0}11'$ ergibt [Nr. 168, S. 381. Nr. 586, Bd. II, S. 141] und sich entsprechend die Merkurelemente ändern. Später wurde Coppernicus mißtrauisch und erklärte, wie Rheticus berichtet [586, Bd. II, S. 391], daß die alten Beobachtungen nicht unversehrt, sondern an die Planetentheorie angepaßt seien, die jeder für sich selbst aufgestellt hätte. Daher erfordere es einen besonderen Fleiß und Achtsamkeit, um die Beobachtungen, welchen die Absicht des Beobachters nichts oder nur wenig hinzugefügt hätte, von den verdorbenen Beobachtungen zu sondern. Diese Erkenntnis muß eine schwere Enttäuschung für Coppernicus gewesen sein; denn seine Theorie und

Planetentafeln beruhten auf den alten Beobachtungen. Seine eigenen Beobachtungen genügten nur für die Darstellung der Bewegung von Erde und Mars. Die Grundlage seines Weltgebäudes war unsicher geworden. Nun galt es neue Beobachtungen der Planeten zu erhalten, um die Tafeln für die Gegenwart zu verbessern. Die Steigerung der Beobachtungstätigkeit im Jahre 1537 dürfte damit zusammenhängen.

Vielleicht hätte er doch noch seinen Entwurf wesentlich verbessern können, wenn es nicht Schwierigkeiten mit seinem Bischof gegeben hätte. Diese Schwierigkeiten begannen erst, als Johannes Dantiscus Bischof von Ermland geworden war. Johannes Flachsbinder, genannt Dantiscus, der als Sohn eines Danziger Bürgers im Jahre 1485 geboren wurde, trat bald in die Dienste des polnischen Königs, wobei er die polnischen Forderungen gegen sein Heimatland Preußen vertrat, machte ausgedehnte Reisen und kam mit den führenden Leuten seiner Zeit, auch mit Melanchthon und Luther, zusammen. Sein Streben ging nach hohen geistlichen Würden. Deshalb ließ er sich mit Unterstützung des polnischen Königs 1528 zum Domherrn von Frauenburg und 1530 zum Bischof von Kulm wählen und als Nachfolger Ferbers in Ermland in Aussicht nehmen. Am 20. Sept. 1537 wurde er zum Bischof von Ermland gewählt, siedelte im Februar 1538 nach Heilsberg über und ließ sich im August im Bistum huldigen, wobei ihn Coppernicus und Felix Reich begleiteten.

Dantiscus war vielseitig gebildet und stand mit Gelehrten wie Melanchthon, Gemma Frisius und Cornelius Schepper im Briefwechsel. Außer Büchern besaß er mehrere Globen und andere astronomische Geräte, auch eine Karte von Amerika und 3 Uhren, darunter eine Halsuhr [68, S. 288]. Es gab also Grund genug zu einem guten Verhältnis zwsichen Dantiscus und Coppernicus. Wenn Dantiscus bald nach seinem Regierungsantritt Maßnahmen ergriff, die besonders Coppernicus schwer trafen, so lag der Grund dazu im Ehrgeiz des Dantiscus, der noch mehr erstrebte und sich durch scharfes Vorgehen ein Lob bei der Kurie erhoffte. Zu seinen wichtigsten Maßnahmen gehörte sein Vorgehen gegen die Ketzer; er verbot 1539 das Lesen der evangelischen Schriften. Vorher schon hielt er es für nötig, im Domkapitel die Ordnung wieder herzustellen. Damals entsprach das Leben der Geistlichen wenig den strengen Vorschriften der katholischen

Kirche. Teils mit Erlaubnis des Bischofs, teils mit seiner Duldung lebten viele Geistliche in wilder Ehe und hatten Kinder [770, S. 30]. Lukas Watzenrode, der Onkel des Coppernicus, hatte einen Sohn, der später Bürgermeister von Braunsberg wurde. Auch der Domherr Alexander Sculteti lebte mit einer Frau zusammen und hatte einen Sohn; da er sich überdies dem Streben des Dantiscus, den polnischen Günstling Stanislaus Hosius ins Domkapitel aufzunehmen, widersetzte und anscheinend durch freimütige Äußerungen aufgefallen war, so ging Dantiscus gegen ihn zuerst vor und ruhte nicht, bis er den Domherren mit seiner Familie vertrieben, seines Einkommens beraubt und in den polnischen Ländern geächtet hatte. Dantiscus ging rücksichtslos vor und suchte die Domherren mit allen Mitteln sich gefügig zu machen [584, Bd. I, 2, S.355—358]. Dazu gehörte auch die Aufgabe des Verkehrs mit Alexander Sculteti. Da Coppernicus sich weigerte und erklärte, er achte Sculteti höher als die anderen Domherren, so richtete sich der Groll des Dantiscus auch gegen ihn. Wohl noch auf der Huldigungsreise forderte er Coppernicus auf, seine Haushälterin Anna Schillings zu entlassen. Da dieser nicht sogleich diesem Begehren Folge leistete, so erneuerte Dantiscus schriftlich seine Aufforderung und schrieb gleichzeitig an Reich, damit dieser Coppernicus dazu veranlasse. Am gleichen 2. Dezember 1538 antworteten Reich und Coppernicus dem Bischof. Reich schrieb, daß er dessen rechtmäßige Anordnung und väterliche Ermahnung billige, die, wie er hoffe, jenem zu Herzen gehen werde, so daß er Reichs Ermahnung nicht bedürfe; er befürchte, daß jener schamrot werde, wenn er erfahre, daß Reich davon unterrichtet sei, und füge dessen Schreiben bei. Coppernicus teilte gleichzeitig in einem unterwürfigen Schreiben mit, daß er zuerst die Entlassung zu Ostern vornehmen wollte, jetzt aber die Änderung innerhalb eines Monates, also bis Weihnachten, durchführen werde. Eher gehe es nicht. Am 11. Januar 1539 meldete er dann den Vollzug des Befehles. Doch damit gab Dantiscus sich nicht zufrieden. Der Dompropst Plotowski, der 1520 als erster Pole ins Domkapitel eingetreten war, schrieb ihm am 23. März 1539 unter anderem: „Was die Frauenburger Weibchen anlangt, so verbarg sich die Alexanders für einige Tage im Hause. Sie werde sich mit ihrem Sohn entfernen. Alexander kehrte aus Löbau mit

froher Miene zurück; welche Nachricht er mitbrachte, weiß ich nicht. Er bleibt in der Kurie mit Nideroff und mit der Haushälterin (focaria), die einer Bierkellnerin gleicht, besudelt mit allem Übel. Die des Dr. Nikolaus hat ihre Sachen wohl voraus nach Danzig geschickt, bleibt selbst aber in Frauenburg." Obwohl Giese in seinem nächsten Briefe an Dantiscus diesen vor der Verschmitztheit des Zuträgers Plotowski warnte, ließ Dantiscus nicht locker. Anna Schillings mußte aus Frauenburg entfernt werden. Zugleich sollte Coppernicus seinen Verkehr mit Alexander Sculteti abbrechen. Deshalb wandte Dantiscus sich an Tiedemann Giese am 4. Juli 1539 mit dem Ersuchen, seinen Freund Coppernicus zu veranlassen, mit Sculteti nicht mehr zu verkehren. Hinzu fügte Dantiscus in seinem Briefe, daß es wichtig sei, daß der Vorschlag nicht von ihm, sondern von Giese ausginge. Giese sagte zu, dies auszurichten. Damit gab Dantiscus sich nicht zufrieden. Als er hörte, daß Coppernicus noch mit Anna Schillings zusammenkomme, wandte er sich wieder an Giese, bei dem Coppernicus damals noch zu Gaste weilte. Giese antwortete am 12. Sept. 1539 unter anderem: „Mit Herrn Dr. Nikolaus habe ich, wie Ew. Hochwürden verlangt hat, ernstlich Rücksprache genommen und ihm die ganze Sache, wie sie vorliegt, vor Augen gestellt. Er schien nicht wenig bestürzt zu sein, daß, während er ohne Zögern Ew. Hochwürden zu Willen gewesen sei, übelwollende Menschen ihn wiederum heimlicher Zusammenkünfte und dergleichen bezichtigt hätten. Er bestreitet, daß er sie nach ihrer Entlassung gesehen habe, außer als sie ihn auf der Reise zum Jahrmarkt nach Königsberg flüchtig gesprochen habe. Jedenfalls erkannte ich, daß er nicht so von der Leidenschaft ergriffen sei, wie die meisten glauben. Dafür bürgt mir sein hohes Alter und seine niemals aussetzenden Arbeiten, seine Tugend und Ehrbarkeit. Dennoch ermahnte ich ihn, er möchte auch den Schein des Unrechtes vermeiden, und ich glaube, er wird dies tun. Dagegen halte ich es für billig, daß auch Ew. Hochwürden dem Zuträger nicht zuviel Glauben schenken, erwägend, wie gegen tüchtige Menschen Neid und Mißgunst sich erheben, die sich nicht scheuen Eure Hochwürden in Verwirrung zu setzen." Am folgenden Tage schrieb der Domherr Achatius von der Trenck an Dantiscus, daß die Haushälterin Alexanders seit ihrem Weggang von Frauenburg sich nicht mehr habe sehen lassen,

und fügte hinzu: „Als Dr. Nikolaus gegenüber, den ich in Löbau antraf, seine Haushälterin erwähnt wurde, erklärte er, daß er sie niemals in sein Haus aufnehmen und in dieser Sache irgend etwas tun werde. Ich weiß, daß er von Eurer Hochwürden deshalb ermahnt worden ist, daß er sich so verhalte; wie ich hoffe, nicht vergebens. Sein Alter und seine Weisheit werden leicht den guten Menschen von solchen Sachen abhalten können." [Nr. 584, Bd. I, 2, S. 366 und Bd. II, S.157—165. Nr. 60, S. 391—397. Nr. 721, S. 429, 591—592].

Bei solchen jahrelangen Aufregungen sollte Coppernicus die Muße finden, seinen Entwurf zu vollenden und am Ende von neuem durchzuarbeiten? Und wie peinlich für ihn diese Ermahnungen, als ob er ein Schulbube sei! Und diese Unterredungen mit Giese und Trenck in Gegenwart des jungen Wittenberger Professors Rheticus, der nach Preußen gereist war, um die neue Lehre kennen zu lernen!

Was zwischen Coppernicus und Anna Schillings vorlag, ist unbekannt. Vom Weibchen spricht nur der Zuträger Plotowski. Sonst wird sie Haushälterin, focaria, genannt. Von Kindern ist nie die Rede. Damals war aber viel die Rede von den Geliebten und Kindern des Dantiscus. Damals war allgemein bekannt, daß Papst Paul III. seine 3 Kinder, die er als Kardinal erzeugt hatte, in die besten Stellen schob und sie mit dem Kaiserhause und dem Königshause von Frankreich zu verheiraten trachtete. Und da befahl man einem Domherren seine Haushälterin zu entlassen und nie mehr wiederzusehen! Das war nicht mehr die bischöfliche Fürsorge, das war der Haß und die Sucht den geistig überlegenen zu unterdrücken und ihm die Muße zur Vollendung seines Werkes zu nehmen. Dantiscus hat sein Ziel erreicht. Das Werk wurde nie vollendet.

Der geistreiche Streber Dantiscus, der seinen Mantel nach dem Winde hing und gelegentlich Humanist, gelegentlich Kirchenverbesserer war, verfolgte Anna Schillings noch über den Tod des Coppernicus hinaus. Im Herbst 1543 wollte sie für einige Tage nach Frauenburg kommen, um ihre Angelegenheiten zu ordnen und ein Haus zu verkaufen. Das Domkapitel frug deshalb beim Bischof an, der sofort Einspruch dagegen erhob [584, Bd. I, 2, S. 369—371].

Die Kunde vom neuen Weltgebäude.

Nur langsam verbreitete sich die Nachricht von der umstürzlerischen Arbeit des Coppernicus. Sein Vorbericht war offenbar in Vergessenheit geraten. Schon die Bemerkung des Miechow über die Behauptung, daß die Erde sich bewege und die Sonne ruhe, besagt, daß er wenig Zutrauen zu dieser Arbeit hatte. Und die ähnliche Bemerkung Wapowskis von 1535 läßt erkennen, daß die Krakauer Gelehrten ihre Meinung nicht geändert hatten und die Sache mit Mißtrauen ansahen. In Deutschland war es, wo die neue Lehre erörtert wurde. Hier war die Reformation noch nicht zum Abschluß gekommen. Ein Gleichgewicht zwischen den Evangelischen und Katholiken war noch nicht geschaffen. Die Führer der protestantischen Bewegung besonders sahen mit Mißtrauen auf jeden neuen Gedanken, hatten ihnen doch der Bauernkrieg und die damit auftauchenden Ideen genug zu schaffen gemacht. Besonders mißtrauisch standen sie allem gegenüber, was das Vertrauen in die Heilige Schrift, den Grundstein der evangelischen Kirche, erschüttern konnte. Unter diesem Gesichtspunkte betrachteten sie die neue Lehre; die Behauptung von der Bewegung der Erde schien ihnen ein Angriff gegen die Heilige Schrift zu sein, wo deutlich das Gegenteil und die Bewegung der Sonne gelehrt wurde. Als die Kunde vom neuen Weltgebäude nach Wittenberg kam, äußerte sich Luther bei Tisch folgendermaßen: „Es ward gedacht eines neuen Astrologi, der wollte beweisen, daß die Erde bewegt würde und umginge, nicht der Himmel oder das Firmament, Sonne und Mond; gleich als wenn einer auf einem Wagen oder in einem Schiff sitzt und bewegt wird, meynete, er säße still und ruhete, das Erdreich aber und die Bäume gingen und bewegten sich. Aber es gehet jetzt also: wer da will klug sein, der muß ihm etwas eigenes machen, das muß das allerbeste sein, wie er's machet! Der Narr will die ganze Kunst Astronomiae umkehren! Aber wie die heilige Schrift anzeigt, so hieß Josua die Sonne still stehen und nicht das Erdreich" [584, Bd. I, 2, S. 231]. Dieses Tischgespräch wurde in der 1. Hälfte der Dreißigerjahre gehalten. Demnach muß die Kunde bald nach der Vollendung der Untersuchung, Ende 1532 oder Anfang 1533, nach Wittenberg gekommen sein. In die Nachbarschaft des Ermlandes drang sie eher. In Elbing soll seine

Lehre in einem Possenspiel, wie sie im Karneval stattfand, verhöhnt worden sein, so wird berichtet. Als Verfasser der Posse wird ein Elbinger Schulmeister genannt. Im Jahre 1531 war Wilhelm Gnapheus nach Elbing gekommen und machte sich durch seine Schulkomödien bekannt. Vielleicht war es seine Komödie „Morosophus" [Nr. 584, Bd. I, 2, S. 233—241. Nr. 68, S. 232—240], die er 1540 in umgearbeiteter Form drucken ließ, oder eine andere Komödie, mit der er den Beifall der Menge erringen wollte und dies auch erreichte; denn er wurde bald darauf Leiter der Elbinger Schule. Auch berichtete angeblich Bischof M. Kromer von einem Vorfall am Hofe Albrechts von Preußen. Als sein Astrologe dem Herzoge die coppernicanische Lehre auseinandersetzte, rief ein Höfling dem Diener, der die Weinflasche trug, zu „Paß auf, daß die Flasche nicht verschüttet wird!" und hatte damit die Lacher auf seiner Seite [684, S. 47].

Wichtiger als diese Angriffe wurde eine Entgegnung Schöners, die dieser Ende 1533 in seinem Buche „Globi stelliferi, sive sphaerae stellarum fixarum usus, et explicationes, multo quam antea emendatior, et tabulae resolutae. Opusculum geographicum ex diversorum libris et cartis ..... collectum" in Nürnberg erscheinen ließ. Darin brachte er als 2. Kapitel des geographischen Buches die schon erwähnte Untersuchung „An terra moueatur an quiescat. Joannis de Monte regio disputatio." Darin wird die Erddrehung besprochen und abgelehnt; wobei die Sonne mit dem Herdfeuer und die Erde mit dem Fleisch am Bratspieß verglichen wird. Die Untersuchung stammt sicherlich nicht von Regiomontan, sondern es dürfte sich um die Niederschrift einer Wiener Disputation handeln, die nicht vollständig war und sich unter Regiomontans Papieren befand. Gewiß entsprach sie nicht Regiomontans Denken um 1470 und später. Schöner dürfte sich hier wie bei anderen Schriften getäuscht haben. Wenn er diese Untersuchung zu dieser Zeit herausbrachte, so sprach dabei die Absicht mit, die neue Lehre im Namen Regiomontans zu widerlegen. Da er sein Buch am 13. November 1533 dem Kurfürsten Johann Friedrich von Sachsen widmete, so geht daraus hervor, daß er spätestens im Herbst 1533 von der neuen Lehre gehört haben muß und daß es sehr wahrscheinlich ist, daß sein Vorgehen im Zusammenhang mit Wittenberg, der kurfürstlichen

Universität, und mit Luther und Melanchthon, seinem Gönner, erfolgte.

Im gleichen Jahre 1533 wurde die neue Lehre auch an anderer Stelle erörtert und zwar in Rom. Johann Albrecht von Widmannstetter (1506—1557) trug im Sommer 1533 sie in den vatikanischen Gärten dem Papst in Gegenwart der Kardinäle Fr. Ursinus und Joh. Salviatus, des Bischofs Joh. Petrus von Viterbo und des Arztes Mathaeus Curtius vor und erhielt dafür vom Papst eine wertvolle mit schönen Initialen geschmückte griechische Handschrift als Geschenk [517, S. 25]. Diese eingehende Erläuterung (Copernicanam de motu terrae sententiam explicavi) muß in der Zeit zwischen dem 6. Juni und dem 9. September 1533 stattgefunden haben; denn Joh. Petrus wurde erst am 6. Juni Bischof und Papst Clemens VII. verließ am 9. September Rom, um erst am 10. Dezember zurückzukehren. Wer war dieser Joh. Albrecht von Widmannstetter? Er wurde 1506 geboren, studierte in Tübingen und wohl in Basel und Heidelberg. Von 1527 an hielt er sich in Italien auf, setzte hier seine Studien fort und hielt Vorlesungen in Turin und Neapel; er kam 1532 nach Rom und wurde bald päpstlicher Sekretär und nach dem Tode des Papstes Clemens VII. von 1535 an Sekretär des sehr einflußreichen und kaisertreuen Kardinals Nikolaus von Schönberg. Im Herbst 1535 wurde er mit besonderer Botschaft des Papstes und des Kardinals zum Kaiser Karl V. nach Neapel gesandt. Nach dem Tode des Kardinals (9. August 1537) trat Widmannstetter wieder in päpstliche Dienste und versah die deutschen Angelegenheiten; „Geheimrat der Deutschen am apostolischen Stuhl in Rom" wurde er damals genannt. Im Jahre 1539 kehrte er nach Deutschland zurück. Widmannstetter war ein allseitig gebildeter Mann und hervorragender Kenner der orientalischen Sprachen. Seine Bibliothek war berühmt und gelangte in den Besitz des Herzogs Albrecht von Bayern, weshalb sie später in die Bayer. Staatsbibliothek zu München kam. Unter seinen Büchern befinden sich auch einige astronomische, nämlich Regiomontans Almanach, Augsburg 1492, und Tabulae directionum, Venedig 1524, Tabulae Alphonsinae, Venedig 1524, Zacutos Almanach, Venedig 1525, Liber Jo. de Sacrobosco, Venedig 1532, die griechische Ausgabe des Vierbuches der Sterndeutung des Ptolemaeus, Nürnberg 1535, H. Fracastorius, Homo-

centrica, Venedig 1538; C. Calcagnini, Opera aliquot, Basel 1544, mit dessen Schrift über die Erdbewegung. In verschiedene Büchern hatte Widmannstetter Anmerkungen gemacht, allerdings bei der im April 1532 erschienenen Sphaera des Sacrobosco nur zum täglichen Umschwung die Anmerkung „secundum Ptolemaeum".

Widmannstetter erhielt vor dem Sommer 1533 Kenntnis von der neuen Lehre, wobei als Vermittler die in Rom weilenden Vertreter Ermlands in Betracht kommen. Alexander Sculteti war seit 1527 Domkantor beim päpstlichen Stuhl und seit 1529 diesem unmittelbar unterstellt. Wenn er auch in den folgenden Jahren, bis zum Streit mit Dantiscus, häufig in Ermland weilte, so hatte er doch Gelegenheit entweder persönlich oder brieflich Mitteilungen nach Rom gelangen zu lassen. Sicherlich stand er dem Coppernicus sehr nahe und kannte dessen Arbeiten.

Auch dem Kardinal Nikolaus von Schönberg dürfte Widmannstetter die neue Lehre vorgetragen haben; denn Schönberg schrieb am 1. November 1536 aus Rom an Coppernicus: „Als ich vor einigen Jahren ständig jedermann über Dein Wunderwerk reden hörte, begann ich dich sehr lieb zu gewinnen und unseren Landsleuten Glück zu wünschen, bei denen Du solchen Ruhm erwirbst. Ich hatte nämlich erfahren, daß du nicht nur die Lehren der alten Astronomen vorzüglich kennst, sondern auch eine neue Lehre aufgestellt hast, worin Du lehrst, daß die Erde bewegt werde und die Sonne den untersten Ort der Welt und somit die Weltmitte einnähme, daß der achte Himmel ständig unbewegt und ruhend verharre; daß der Mond sich zugleich mit den Elementen seiner Sphäre zwischen Mars und Venus im jährlichen Lauf um die Sonne bewege; und daß Du über diese Theorie Erklärungen geschrieben und Tafeln des Laufes der Planeten hergestellt hast, was Alle mit größter Bewunderung erfüllt. Deshalb, hochgelehrter Mann, möchte ich Dich, wenn ich Dir nicht lästig falle, inständig bitten, Deine Entdeckung den Wißbegierigen mitzuteilen und das Ergebnis Deines nächtlichen Sinnens über das Weltall zusammen mit den Tafeln und, was sonst noch dazu gehört, mir sobald als möglich zuzusenden. Dietrich von Rheden hat den Auftrag alles auf meine Kosten abschreiben und mir zuschicken zu lassen. Wenn Du mir diese Gefälligkeit erweist, so wirst Du erfahren, daß mir Dein Ruhm am Herzen liegt und

daß ich Deinem Werk Anerkennung zu verschaffen bemüht bin. Lebe wohl" [584, Bd. I, 2, S. 278].

Dieser Brief läßt ersehen, daß der Kardinal über die wichtigen Annahmen der neuen Lehre unterrichtet war. Wenn er durch Dietrich von Rheden, den Vertreter Ermlands, sich eine Abschrift des Werkes mit den Tafeln herstellen lassen wollte, so zeugt dies vom tiefen Eindruck, den die neue Lehre auf den klugen Kardinal gemacht hatte. Ob Coppernicus dessen Wunsch erfüllte, ist unbekannt. Der im nächsten Jahre erfolgende Tod Schönbergs dürfte diesem Versuch, der neuen Lehre von höchster katholischer Stelle aus Anerkennung zu verschaffen, ein Ende bereitet haben.

Die neue Lehre wurde offensichtlich von der Leitung der katholischen Kirche gefördert und von der Leitung der protestantischen Kirche bekämpft. Wie stand es mit den deutschen Fürsten? Damals war die Beachtung der Himmelsvorgänge allgemein; allerdings äußerte sie sich hauptsächlich in der Vorliebe für die Sterndeutung und für kunstvolle Geräte wie Sonnenuhren, Räderuhren und Astrolabe. Kaiser Karl V., König Ferdinand und Herzog Albrecht von Preußen waren wegen ihrer Vorliebe für solche Geräte bekannt und als Gönner beliebt. Kaiser Karl unterstützte Peter Apian bei der Veröffentlichung des prächtigen Astronomicum Caesareum, das 1540 in Ingolstadt erschien und die Himmelsvorgänge nach ptolemäischer Art darstellte, und ließ sich 1546 von ihm ein kunstvolles Gerät zur Darstellung des scheinbaren Planetenlaufes durch kleine Räder vorführen [149, S. 75]. Später ließ er durch Joh. Hommel [627, S. 425] eine Kunstuhr mit Angabe der Stunden und des Laufes von Sonne, Mond und Sternen bauen. Auch Guilelmus Zelandinus verfertigte für ihn eine Kunstuhr zur Darstellung der Stunden, der Bewegung des Sternhimmels und der Planeten [404, Bd. I, S. 89]. Von Gerhard Mercator kaufte er mehrere Globen und gab ihm den Auftrag zur Kunstuhr des Giovanni Torriano [32, S. 55] eine faustgroße Erdkugel, eingeschlossen in eine gläserne Himmelskugel, zu liefern, wie Mercator am 23. Aug. 1554 an Melanchthon berichtete [713, S. 63—64]. Die Kugel sollte die Spitze von Torrianos Kunstuhr bilden, die mit mehr als 700 Rädern die Bewegung der 7 Planeten und der Sterne darstellte und Kalendertafeln enthielt. Offenbar handelte es sich auch hier um die Darstellung des Planetenlaufes

im ptolemäischen Sinne. Demgemäß ist es unwahrscheinlich, daß Karl die neue Lehre beachtet hat.

Ein älterer Torriano, Giov. Bapt. Torriano [† vor 1535!, glaubte die eudoxische Darstellung der Himmelsvorgänge durch gleichmittige Kreise wieder ins Leben rufen zu können; er brauchte aber dazu 76 Kreisbewegungen. Sein Weltgebäude beschrieb sein Freund Girolamo Fracastoro in seiner Schrift „Homocentrica, sive de stellis liber unus", die 1535 in Venedig erschien und 1538 eine neue Auflage erlebte. Beinahe gleichzeitig, nämlich 1536, veröffentlichte Giambattista Amico in Venedig die Abhandlung „De motibus corporum coelestium iuxta principia peripatetica sine eccentricis et epicyclis", worin er ein ähnliches, aber viel einfacheres Weltgebäude mit gleichmittigen Bahnen aufstellte. Auch diese Abhandlung erschien bald in zweiter Auflage und zwar 1540 in Paris. Denselben Gedanken verfocht auch Giov. Ant. Delfino 1559 [217a]. Die Beachtung, die diesen Schriften zuteil wurde, beweist, daß in Italien immer noch versucht wurde mit aristotelischen Gründen gegen die ptolemäische Planetentheorie vorzugehen. Um so erstaunlicher ist es, daß damals in Italien eine Schrift entstand, worin die Erdbewegung vertreten wurde. Der Domherr Celio Calcagnini, der in Ferrara 1479 geboren wurde und dort 1541 starb, hatte eine kleine Schrift mit dem aufreizenden Titel „Quomodo coelum stet, terra moveatur, vel de perenni motu terrae Commentatio" verfaßt, die nach seinem Tode in der Ausgabe seiner Werke „Opera aliquot" in Basel 1544, also nach dem Tode des Coppernicus, erschien. Darin behauptet er nun, daß die Erde sich drehe und der Himmel still stehe. Wie er sich das Weltgebäude vorstellte, zeigen folgende Worte: „Ich sagte Dir soeben, daß dieser Umschwung des Himmels, den Du mit unsagbarer Geschwindigkeit vor sich gehen läßt, daß diese Sonne, daß jene Gestirne, die Du in einem Umschwung herumwirbeln läßt, stehen und, gestützt auf ihre Kreisscheiben, eine ewige Ruhe genießen." Von einer Bewegung der Erde um die Sonne ist dabei nicht die Rede. Am Ende der unbedeutenden Schrift wird Nikolaus von Cues als Vertreter der gleichen Ansicht von der Erddrehung erwähnt. Den Hinweis auf diese Ansicht verdankte Calcagnini wohl seinem Freunde Jakob Ziegler, der von 1525 bis 1528 in Ferrara an seiner Erklärung des 2. Buches des Plinius arbeitete [648a, S. 363, 368] und darin

die Ansicht des Cues erwähnte. Ob die Unterhaltungen mit Ziegler nicht erst Calcagnini zu seiner Schrift veranlaßt haben? Man möchte das beinahe annehmen, wenn man die Schriften der beiden Männer vergleicht. Calcagnini hatte sich nie ernstlich mit Astronomie abgegeben und benützte jede Gelegenheit, um sein Wissen zu zeigen. Ziegler ist wohl mit Werner und Schöner nicht zu vergleichen, ganz zu schweigen von Coppernicus; aber in seinen Schriften zeigte er sich mit astronomischen Dingen vertraut; er verfaßte Schriften über die Kalenderverbesserung, über die Nachtgleichen, über verschiedene Instrumente und über die Erdkunde. In seiner Erklärung des Plinius brachte er viele Hinweise auf die Schriften früherer Astronomen. Die unbestimmten Angaben der Plinius, Blanchinus und Vitruv über die Wirkung der Sonne auf die Planeten veranlaßten ihn zur Feststellung „Die Bewegungen aller Planeten hängen von der Sonne ab". In dieser knappen Fassung glaubt man Regiomontan zu hören. Jedenfalls lag hier, wenn überhaupt, die Möglichkeit zur Umwandlung des bestehenden Weltgebäudes, aber nicht in den philosophischen Erörterungen, ob die Erde sich dreht und der Himmel ruht.

Auch Leonardo da Vinci scheint sich mit der Erdbewegung beschäftigt zu haben. Allerdings sind die Angaben widersprechend. So schrieb er in den Quaderni: „Die Sonne bewegt sich nicht!" [709, S. 200] und stellte 1510 in einer Schrift über den Fall der Körper die Behauptung auf, daß die Erde sich täglich um ihre Achse dreht, obwohl er sonst die Erde in der Weltmitte, umkreist von Sonne, Mond und Sternen, annahm [710, S. 205—208]. Natürlich sind diese Einfälle mit den gleichzeitigen Untersuchungen des Coppernicus nicht zu vergleichen.

Die Ankunft des Rheticus.

Es war ein großes Ereignis im Städtchen Frauenburg, als Mitte Juli 1539 ein junger Wittenberger Professor dort eintraf, um die neue Lehre von der Erdbewegung aus dem Munde des Domherren Coppernicus selbst zu hören. Grade in einer Zeit, wo der Bischof Dantiscus das Lesen der evangelischen Bücher mit den schlimmsten Strafen belegte, kam ein Gelehrter aus der feindlichen Hochburg. Welches Flüstern mochte damals entstehen? Wie mochte der Zuträger Plotowski seine Ohren spitzen?

Wer war der Gelehrte? Georg Joachim von Lauchen, der am 16. Februar 1514 in Feldkirch geboren war und sich nach seiner Heimat Rheticus nannte, wandte sich nach einer Reise durch die Schweiz, wo er in Zürich studierte und in Basel 1532 Paracelsus kennen lernte, im Frühjahr 1532 nach Wittenberg, um dort Astronomie bei Johann Volmar zu hören. Hier wurde er 1535 Magister und am 5. Januar 1536 Professor der Mathematik. Die Wittenberger Universität besaß noch eine 2. mathematische Professur und zwar für die Anfangsgründe, die Erasmus Reinhold erhielt. Mit Empfehlung Melanchthons reiste er im Herbst 1538 nach Süddeutschland, wo er Joh. Schöner in Nürnberg und Apian in Ingolstadt aufsuchte und sich auch nach Tübingen zu Ph. Imsser wenden wollte. Vermutlich dehnte sich seine Reise in die Länge. Im April 1539 war er in seiner Vaterstadt Feldkirch. Dann bewog ihn die Kunde von der neuen Lehre nach Preußen zu reisen, um Näheres zu erfahren. Er reiste von Wittenberg über Posen, von wo aus er Schöner seine Absicht mitteilte, und traf Mitte Juli 1539 in Frauenburg ein. Seine Ankunft dürfte solches Aufsehen erweckt haben, daß Coppernicus froh war, als sein Freund Giese bald darauf eine Einladung an ihn und Rheticus zum Besuch in Löbau, dem Schlosse Gieses, schickte. Der Besuch in Löbau dauerte vom Ende Juli bis Mitte September. Trotz der Unannehmlichkeiten, die dort Coppernicus von Seiten des Dantiscus erfuhr, gelang es ihm, den jungen Rheticus so in die neue Lehre einzuführen und ihn dafür zu gewinnen, daß dieser ihn wie einen Lehrer verehrte und beschloß den Inhalt des neuen Wissens in einem offenen Briefe an Schöner, mit dem er früher darüber gesprochen hatte, bekannt zu geben. Da es ihm nur möglich war, sich in die ersten 4 Bücher zu vertiefen, so beschränkte sich sein erster Bericht (Narratio prima), wie er ihn nannte, auf diese Bücher, während ein zweiter Bericht auf Einzelheiten in der Theorie der Planeten eingehen sollte. Dieser 2. Bericht ist nie erfolgt, da Coppernicus sich inzwischen entschloß, sein Hauptwerk durch den Druck bekannt zu geben.

Der Bericht ist sehr kunstvoll aufgebaut und abgefaßt. Rheticus geht aus von der Vorliebe Schöners für Regiomontan und erklärt dem gegenüber seinen Lehrer Coppernicus für nicht unbedeutender als Regiomontan, ja sogar als vergleichbar mit Ptolemaeus, da er eine neue Sternkunde begründen konnte, was

jenem wegen seines frühen Todes nicht gelang. Nach kurzer Aufzählung des Inhaltes der 6 Bücher des Hauptwerkes werden nicht zuerst die Grundannahmen besprochen, sondern die neue Ableitung der Präzession, der Jahreslänge, der Exzentrizität und Erdferne der Sonnenbahn. Dann folgt ein merkwürdiger Versuch die Änderung der Exzentrizität der Sonnenbahn, die am größten etwa 60 Jahre v. Christi Geburt war, mit der Änderung der großen Reiche: Römisches Reich-Islam-Christentum gleichzusetzen, ein Versuch, der sicherlich Schöner gefallen hat, aber Coppernicus wohl nicht erwünscht war [Anm. 40].

In den anschließenden Ausführungen über die Sonnenbahn ist bemerkenswert, daß Coppernicus sich so wenig wie möglich von den Beobachtungen des Ptolemaeus entferne, weil dieser die Bewegungen mit der größten Sorgfalt bestimmt habe. Nach dem Bericht über die Mondbewegung folgt die Erörterung der 6 Gründe, warum das alte Weltgebäude aufzugeben sei: 1. Die zur Darstellung der Himmelserscheinungen eingeführte Erdbewegung sei wegen der Präzession und der Änderung der Schiefe nötig. 2. Die allmähliche Verkleinerung der Exzentrizität der Sonnenbahn zeige sich entsprechend in den Exzentrizitäten der übrigen Planeten. 3. Offensichtlich liegen die Mittelpunkte der Planetenbahnen bei der Sonne, als der Weltmitte. 4. Nur auf diese Weise könnten alle himmlischen Kreisbewegungen gleichförmig und regelmäßig über ihren und nicht über fremden Mittelpunkten erfolgen. 5. Nur mit der Erdbewegung sei es möglich so vielen Bewegungen Genüge zu leisten. 6. Als letzter und wichtigster Grund erscheint der Umstand, daß nur so die Sonne ihre richtige Stellung, die ihr nach alter Ansicht zukomme, erhalte. Diese Gründe seien so schlagend, daß sogar Ptolemaeus und Aristoteles, wenn sie von den Toten auferstünden, sich ihnen nicht zu entziehen vermöchten.

Dann folgt die Figur und Anordnung des neuen Weltgebäudes mit der denkwürdigen Behauptung, daß die 6 beweglichen Sphären eine himmlische Ordnung bilden, wo alle Sphären so aufeinander folgen, daß keine von den anderen unermeßlich entfernt ist, und jede Sphäre geometrisch eingehegt ihren Platz so bewahrt, daß die Entfernung einer Sphäre von ihrem Platz das ganze System auflösen würde.

An die Erörterung der dreifachen Bewegung der Erde und der coppernicanischen Erklärung der Änderung der Präzession und der Schiefe schließt sich ein Überblick über die Ergebnisse der Untersuchung der Planetenbahnen an. Genaue Zahlen werden nur für Merkur mitgeteilt. Der Bericht endet mit dem Versprechen einen 2. Bericht zu liefern, sobald er das Werk vollständig durchgearbeitet habe.

Rheticus hat in diesem Bericht die Vorzüge der neuen Lehre in das richtige Licht gestellt und die Vereinfachung der Rechnung in der Planetentheorie betont. Den schwächlichen Vergleich der Sonne mit einer Leuchte und der Erde mit der jährlich Gebärenden hat er durch den Hinweis auf die antike Vorstellung von der Sonne als dem Lenker, König und Anführer ersetzt.

Manches, wie die Mondtheorie, ist sehr kurz dargestellt. Jedoch fehlt der Hinweis auf die gemäß ptolemäischer Theorie zu erwartende scheinbare Vergrößerung des Mondes nicht.

Bedeutsam ist die Behauptung, daß die Verkleinerung der Sonnenexzentrizität sich entsprechend in den Exzentrizitäten der Planeten zeige (Abb. 42 u. 43). Dazu berichtet Rheticus, daß die Beobachtungen keine Veränderung der Exzentrizität oder des Abstandes des Erdbahnmittelpunktes vom Mittelpunkt der Bahn von Saturn und Jupiter ergeben; bei Merkur sei sie nicht feststellbar. Dagegen zeige sich bei Mars und Venus eine Abnahme infolge der Annäherung des Erdbahnmittelpunktes an die Sonne und zwar habe sein Lehrer aus den Beobachtungen für Mars eine Abnahme der Exzentrizität um $^1/_{42}$ und für die Venus um $^1/_5$ gefunden. Die Sonnenferne des Mars befinde sich etwa 50^0 links und die der Venus 42^0 rechts von der Sonnenferne der Erde. Dies sind sehr merkwürdige Angaben, die wenig zum Entwurf passen, aber erkennen lassen, daß Coppernicus nach der Beendigung des Entwurfes seine Rechnungen auf besonderen Zetteln fortführte. So benützte er die anderen Beobachtungen Walthers zur neuen Berechnung der Merkurelemente und berechnete damit für Walthers Beobachtungszeiten die Längen, die er später versehentlich als beobachtet ansah und demgemäß die Angaben des Entwurfes berichtigte. Einige dieser Elemente teilte er Rheticus mit, so daß die im 1. Bericht mitgeteilten sich von denen des Entwurfes unterscheiden. Ähnlich muß Coppernicus es auch mit der Venus gemacht haben. Dies ergibt sich aus diesem 1. Bericht; denn im

Entwurf ist von der Sonnenferne in $48^0 20'$ die Rede. Da Rheticus nur die Angaben seines Meisters wiederholte, so hatte dieser aus seinen Beobachtungen für die Sonnenferne 27^0 und für den Abstand der Erdbahnmitte von der Mitte der Venusbahn 250 statt 246 gefunden. Beim Mars stimmen die Angaben des Berichtes

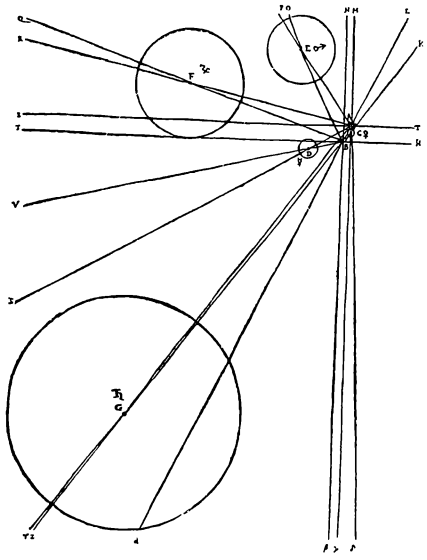


Abb. 42. Lage der Mittelpunkte der exzentrischen Planetenbahnen zur Sonne A und zur Erdbahnmitte B zur Zeit des Ptolemaeus gemäß M. Mästlin. (Kepler, Mysterium cosmographicum, 1596, Fig. 9.)

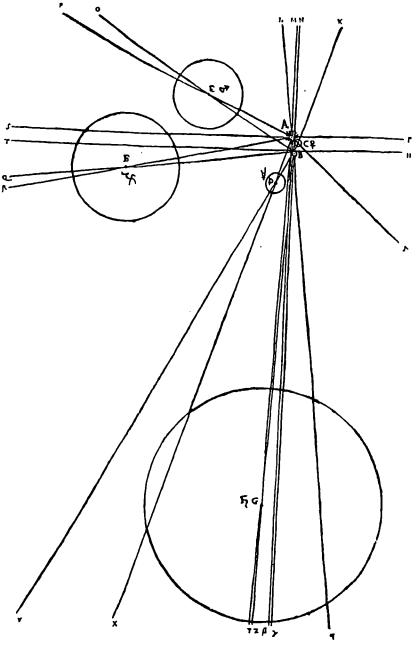


Abb. 43. Lage der Mittelpunkte der exzentrischen Planetenbahnen zur Sonne A und zur Erdbahnmitte B zur Zeit des Coppernicus gemäß M. Mästlin. (Kepler, Mysterium cosmographicum, 1596, Fig. 10.)

besser mit denen des Entwurfes überein: Sonnenferne 119^0 statt $119^0 40'$ und Abstand 1464 statt 1460. Schreibfehler liegen wohl bei den Angaben der Sonnenferne der Erdbahn zu $57^0 50'$ statt $58^0 50'$ für Ptolemaeus und zu $69^0 25'$ statt $69^0 19'$ für Coppernicus vor.

Lassen sich die Angaben für Mars und Venus mit der Behauptung, daß die Verkleinerung ihrer Exzentrizität von der An-

näherung der Erdbahnmitte zur Sonne hin abhängt, vereinen? Gemäß den Angaben des Berichtes beträgt die Annäherung zur Sonne 96 Teile, wenn der Erdbahnhalbmesser zu 10 000 gesetzt ist, die Verkleinerung der Exzentrizität bei Mars 54 und bei Venus 62. Aus der Annäherung der Erdbahnmitte an die Sonne errechnet sich für Mars eine Verkleinerung der Exzentrizität um 62 und für die Venus um 64 Teile. Diese nahe Übereinstimmung der Rechnung mit den aus den Beobachtungen abgeleiteten Verkleinerungen dürfte auf Rheticus einen großen Eindruck gemacht haben. Um so bedauerlicher ist es, daß Coppernicus seine Beobachtungen und Berechnungen der Venusbewegung, die zu einer solchen Übereinstimmung geführt hatten und deshalb besondere Beachtung verdienten, nicht mitgeteilt hat.

Auch eine andere Bemerkung über die Planetentheorie wurde für Rheticus bedeutsam. In der Schilderung der scheinbaren Veränderung des Planetenlaufes infolge der gleichzeitigen Bewegung von Erde und Planet kam er auch auf die Schleifenbildung zu sprechen und erwähnte, daß beim Mars noch eine andere Änderung einträte, die von der Erdnähe abhinge, und durch sorgfältige Beobachtung bestätigt werde. Offenbar gab er hier die Meinung seines Lehrers wieder, der die beim Mars vorliegenden Umstände, daß die Erde ihm näher steht als der Sonne, in Betracht zog. Noch lange hat dieser Gedanke auf Rheticus eingewirkt. Wie Kepler berichtete [406, B. III, S. 138] soll Rheticus beim Sinnen über den Marslauf eine geistige Störung erlitten haben. Dieselbe Stelle scheint übrigens keinen geringeren als Tycho Brahe zum Glauben an Coppernicus bekehrt zu haben [108, Bd. 7, S. 129].

An diesen 1. Bericht schloß Rheticus ein Lob Preußens an. Lobgedichte auf Städte und Länder waren damals nicht selten; sie wurden gern gesehen und von Fürsten und Stadträten belohnt. In dieser Lobrede nannte er als seine Gönner den Bischof Tiedemann Giese und den Bürgermeister Joh. v. Werden in Danzig. Bei Giese werden seine Vorliebe für wissenschaftliche Geräte und seine Bemühungen um die Veröffentlichung des Hauptwerkes gerühmt. Der Bürgermeister wird als Freund der Künste geschildert und ihm für seine Einladung zu einem Besuche nach Danzig vor der Abreise von Preußen gedankt. Dieser Einladung hat Rheticus sicherlich Folge geleistet; denn er ließ

im Winter 1539 bis 1540 seinen Bericht mit dem Lobe Preußens in Danzig drucken. Merkwürdigerweise wird Coppernicus—außer gelegentlich seiner Arbeit — nicht erwähnt. Aus dieser Lobrede wie auch aus dem Bericht erfährt der Leser über Coppernicus, seine Beobachtungen und die Beobachtungsgeräte nichts. Rheticus, der offenbar nur an Mathematik, aber nicht an Beobachtungen und ihrer Bearbeitung Gefallen fand, rühmte den Fleiß und die Arbeiten seines Lehrers sehr, wußte aber von der Durchführung des Hauptwerkes nur zu berichten, daß sein Lehrer die Beobachtungen aller Zeiten mit den seinigen übersichtlich zusammengestellt habe, so daß er sie mit seinen Berechnungen vergleichen und wenn nötig seine Annahmen (hypotheses) ändern und ihnen seine Beobachtungen anpassen könne (suas observationes ad assumptas hypotheses accommodare). Der Leser erfährt von Rheticus nicht, wo Coppernicus wohnt und wie seine Arbeitsstätte aussieht; aber auch der Vorbericht (Commentariolus) wird nicht erwähnt.

Noch im Herbst 1539 dürfte Rheticus nach Danzig übergesiedelt sein, um dort den Satz seiner Schrift zu überwachen, wie es damals üblich war. Es mußten auch die Holzschnitte für die Figuren beschafft werden. Die Versendung der gedruckten Exemplare übergab er dem Andreas Aurifaber in Danzig. Dieser sandte am 14. Februar 1540 an Melanchthon und später an Gasser nach Feldkirch Exemplare, während Giese am 23. April 1540 das Buch mit einer Empfehlung des jungen Gelehrten an Herzog Albrecht von Preußen schickte. Rheticus selbst war im Januar nach Wittenberg zurückgekehrt und kündigte zwischen dem 27. Januar und dem 1. Februar dort eine Vorlesung über die Sternkunde des Alfraganus und eine Vorlesung über das Handbuch der Sternkunde des Ptolemaeus an. In seinen Ankündigungen [653, Bd. I, S. 12—13, 15—16] wird allerdings die neue Lehre des Coppernicus nicht erwähnt; jedoch scheint Rheticus in der Vorlesung selbst darüber vorgetragen zu haben; denn seine nächste Vorlesung kündigte er um den 1. Mai 1540 mit den Worten an: „Es wurde mir befohlen wiederum über die Sphaera des Joh. de Sacrobosco vorzutragen" [653, Bd. I, S.28—29], woraus deutlich hervorgeht, daß er nur einem Zwange gehorchte, wenn er wieder über dieses von ihm gering geschätzte Anfängerbuch vorlese. Anscheinend war ein Machtspruch erfolgt, der wohl

mit dem Erscheinen des 1. Berichtes zusammenhängen dürfte. Wie Schöner sich dazu geäußert hatte, ist unbekannt. Es ist nicht wahrscheinlich, daß er seine ablehnende Haltung aufgab. Dagegen äußerte sich Johann Petreius, der rührige Nürnberger Verleger, sehr befriedigt über den Bericht und wünschte das Hauptwerk kennen zu lernen, wohl um es zu veröffentlichen [584, Bd. I, 2, S. 516]. Andererseits hatte sich ein protestantischer Theologe, Andreas Osiander, der Hauptgeistliche Nürnbergs, an Coppernicus selbst wegen dessen Annahmen (Hypothesen) gewandt, worauf Coppernicus am 1. Juli 1540 antwortete. Diese beiden Briefe sind verschollen, erhalten ist nur ein Auszug Keplers aus Osianders Antwort vom 20. April 1541, worauf noch einzugehen ist.

Rheticus kehrte im Sommer 1540 nach Frauenburg zurück; hier dürfte er bald begonnen haben für Herzog Albrecht eine Karte von Preußen mit einer Abhandlung über die Herstellung von Landkarten zu verfassen und ein „instrumentlein" zur Feststellung der Tageslänge anfertigen zu lassen. Am 28. und 29. August 1541 sandte er dem Herzog die Abhandlung mit Karte und Gerät. Im 2. Schreiben bat er den Herzog um dessen Vermittelung beim Kurfürsten von Sachsen und bei der Universität Wittenberg, damit es ihm erlaubt werde, das Werk seines Meisters zum Druck zu geben. Der Herzog entsprach dieser Bitte und sandte ihm kurz vor seiner Abreise einen Portugaleser als Geschenk.

Den Hauptteil seiner Zeit vom Sommer 1540 bis zum September 1541 dürfte Rheticus dem Hauptwerk seines Meisters gewidmet haben. Wie er im Lobe Preußens mitteilte, hatte Giese seinen Freund Coppernicus, der ursprünglich nur seine Planetentafeln mit Gebrauchsanweisung, aber ohne Planetentheorie den Gelehrten zugänglich machen wollte, veranlaßt, auch die Planetentheorie auszuarbeiten und sie dem Urteil der Gelehrten zu unterbreiten. Es handelte sich nunmehr darum eine Abschrift des Entwurfes für den Druck herzustellen. Dieser Arbeit dürfte Rheticus sich unterzogen haben, da er auf diese Weise das Werk am besten kennen lernen konnte. Dabei dürften ihm manche Mängel wohl aufgefallen sein; diese betrafen den Abschluß der Dreieckslehre, ferner die gleichmäßige Gestaltung des Werkes, sei es daß Schreibfehler oder Rechenfehler verbessert oder die

von Coppernicus begonnene Verbesserung mancher Tafelwerte ganz durchgeführt würde. Solche Verbesserungen dürfte Coppernicus ausgeführt haben, wie der Entwurf beweist, wo nur wenige Anmerkungen von fremder Hand, wohl der Hand des Rheticus, zu finden sind [Anm. 41]. Gelegentlich finden sich unter zweifelhaften Zahlen Punkte, die offenbar bedeuten sollen, daß die Zahlen nachzuprüfen sind; z. B. hatte Coppernicus auf S. 97r, 98v, 101 rv seines Entwurfes die Verbesserung von 416 über 417 und 414 nicht überall durchgeführt. Dann steht gelegentlich, aber nicht immer, unter der falschen Zahl ein Punkt. Nicht immer fand Rheticus sich zurecht, gelegentlich hat er im Zweifel zwischen 2 Zahlen die falsche gewählt und die richtige geändert. Gelegentlich hat er eine Änderung an einigen Stellen durchgeführt und an anderen Stellen den ursprünglichen Wortlaut gelassen, wie z. B. beim Wort Albategnius, das Coppernicus durch Machometus ersetzen wollte. Auch hat er eine von Coppernicus weggestrichene Stelle in seine Abschrift übernommen [584, Bd. I, 2, S. 509]. Dagegen ließ er die von Coppernicus vorgesehene Einführung [168, S. 9—11] weg, da sie durch die Widmung an den Papst überflüssig wurde. Die Änderungen des Rheticus beschränken sich auf Kleinigkeiten. Die nötige Zusammenfassung und die Vervollständigung der Venus- und Merkurtheorie konnte und durfte er wohl nicht liefern. Nicht aufgenommen wurde das Gedicht, das Dantiscus im Sommer 1541 zum Hauptwerk beigesteuert hatte [584, Bd. II, S. 168].

Während Rheticus mit der Abschrift beschäftigt war, suchte Coppernicus (Abb. 43) seinen Entwurf zu vollenden; er führte den mathematischen Teil zu Ende, fand aber nicht mehr die Muße, um seine neuen Ergebnisse über die Bewegung von Merkur und Venus einzuarbeiten und das Werk selbst durch eine abschließende Zusammenstellung der Ergebnisse zu vervollständigen. Noch im Frühjahr 1541 war er damit nicht fertig. Wie Paul Eber am 15. April 1541 an Melanchthon mitteilte [68, S. 359], hatte Rheticus aus Preußen geschrieben, daß er die Vollendung des Werkes seines Lehrers erwarte und zur nächsten Messe noch nicht zurückkehren könne, sondern zur Herbstmesse anwesend sein werde. Sie hätten schon gefunden, daß die Kometen nicht in der Region der Elemente, sondern in der Region des Äthers, jenseits des Mondes, entstünden. Das ist eine sehr merkwürdige

Angabe. Bekanntlich wurde erst durch Brahe und spätere Forscher nachgewiesen, daß die Kometen sich oberhalb des Mondes befinden. Peter Apian hatte in einer Beschreibung des Kometen von 1531 [780, Nr. 1474] die Abwendung des Schweifes von der Sonne angedeutet und angenommen, daß er an der Grenze der Regionen der Luft und des Feuers entstanden sei. In seinem Hauptwerk „Astronomicum Caesareum" hatte er viele Beweise für die Abwendung des Schweifes gebracht, aber über die Entfernung der Kometen sich nicht ausgelassen. Jedoch konnten seine Figuren von der Stellung der Kometen zur Sonne zu Untersuchungen über die Entfernung der Kometen Anlaß geben.

Bald darauf hatten sie Gelegenheit eine wichtigere Angelegenheit zu besprechen. Osiander in Nürnberg hatte sich durch den Brief des Coppernicus vom Sommer 1540 nicht beruhigen lassen. Vielmehr wandte er sich nach langer Pause am 20. April 1541 gleichzeitig an Coppernicus und Rheticus. An Coppernicus schrieb er: „Die Hypothesen halte ich immer nicht für Glaubensartikel, sondern für Grundlagen der Rechnung. Mögen sie auch falsch sein, wenn sie nur die Himmelserscheinungen genau darstellen, so macht es nichts aus. Denn wer kann uns nachweisen, ob der unregelmäßige Lauf der Sonne durch eine epizyklische oder eine exzentrische Bewegung hervorgebracht wird, wenn wir den ptolemäischen Hypothesen folgen, wo beides möglich ist. Deshalb erschiene es mir des Beifalls würdig, wenn Du darüber in der Einleitung etwas sagen würdest. So würdest Du die Anhänger des Aristoteles und die Theologen, deren Widerspruch Du fürchtest, beruhigen." Und dem Rheticus gegenüber wiederholte er den Vorschlag, mehrere Hypothesen zugleich gelten zu lassen. Deutlich ging aus diesen Briefen hervor, daß die streitbaren Theologen, zu denen Osiander gehörte, das Erscheinen des Buches nicht ruhig hinnehmen würden, wenn in der Vorrede nicht der hypothetische Charakter der neuen Lehre betont würde. Dazu wollte Coppernicus sich nicht verstehen. Für ihn waren Hypothesen die Grundannahmen, ohne die eine Wissenschaft unmöglich ist. Er war von der Richtigkeit und Notwendigkeit seiner Hypothesen so überzeugt, daß er sie nicht als unsicher oder als vergleichbar mit den ptolemäischen hinstellen konnte. Um den von theologischer Seite entstehenden Schwierigkeiten zu begegnen, verfaßte Rheticus eine Schrift, worin die Behauptung der Erd-

bewegung wegen ihres Abweichens von der Heiligen Schrift verteidigt wurde.

Da Nürnberg wegen des Entgegenkommens des Petreius als Druckort in Betracht kam, so sollte Rheticus dort den Satz überwachen. Damals dürfte auch besprochen worden sein, daß Rheticus in Wittenberg den mathematischen Teil gesondert veröffentliche, um auf diese Weise die Aufmerksamkeit der dortigen Gelehrten, besonders Melanchthons, auf das neue Werk zu lenken. Auch hatte er das Leben seines Meisters in gewählter Sprache beschrieben und seine Arbeit T. Giese zum Lesen gegeben [584, Bd. II, S. 420].

Bevor Rheticus Frauenburg verließ, dürfte Coppernicus mit ihm auch seine Bedenken über sein Werk besprochen haben. Wenigstens dürfen wir dies der Erzählung entnehmen, welche Rheticus im Vorwort zu seinem Jahrbuch für das Jahr 1551 brachte [584, Bd. II, S. 391—392]. Als sie über sein Werk sprachen, habe Coppernicus erklärt, daß er sich freuen würde, wenn er der Wahrheit bis auf 10′ nahe gekommen sei, und zwar aus folgenden Gründen: 1. weil die Beobachtungen der alten Astronomen nicht unversehrt, sondern ihrer Theorie angepaßt seien, 2. weil die von den Alten überlieferten Sternörter nur auf 10′ genau seien, falls es sich nicht um Deklinationen handele, 3. weil er nicht solche Vorgänger wie Ptolemaeus habe, der sich auf die Beobachtungen der Hipparch, Timocharis und Menelaos stützen konnte, Beobachtungen, denen auch wir völlig vertrauen könnten. Er wolle sich lieber auf sie berufen, deren Wahrheit er bezeugen könne, als seinen Verstand an zweifelhaften zu erproben. Seine eigenen Beobachtungen seien nur auf 10 oder 15′ genau, so daß er sich dessen schäme und sich sehr freuen würde, wenn er in langjähriger angestrengter Arbeit und mit besonderem Fleiß weitergekommen wäre. Den Merkur müsse er der allgemeinen Beachtung überlassen, da er ihn nicht beobachtet habe und auch nicht von anderen nützliche oder befriedigende Beobachtungen erhalten habe. „Mich jedoch forderte er mit vielen Ermahnungen und Belehrungen auf, mich der Beobachtung der Sterne zu widmen, besonders aber der Sterne des Tierkreises, weil mit ihnen die Konjunktionen der Planeten festgestellt werden könnten." Diese Erzählung des Rheticus ist außerordentlich merkwürdig und reich an Widersprüchen; denn wenn Copper-

nicus bedauerte, daß es keine guten Beobachtungen der Planeten aus seiner Zeit gab, warum ermahnte er nicht seinen Jünger zuerst sich den Beobachtungen der Planeten zu widmen? Und wenn Coppernicus die Beobachtungen der Alten so sehr gegenüber den neuen hervorhob und ihnen sein Vertrauen schenkte, warum hatte er vorher ihre Richtigkeit angezweifelt? Und wie konnte er aus so unsicheren Beobachtungen die Verkleinerung des Abstandes der Sonne vom Mittelpunkt der Erdbahn berechnen? Und warum verwendete er Walthers Beobachtungen zu weitgehenden Ableitungen, wenn er Walthers Merkurbeobachtungen als unbefriedigend ansah? Wie verhielt es sich denn mit der Genauigkeit der Beobachtungen der Griechen und Walthers? Wenn wir den mittleren Fehler einer Beobachtung als Maß für die Genauigkeit ansehen, so beträgt die Genauigkeit einer Längenangabe eines Sternes bei Ptolemaeus 20′ und bei Walther 5′ und die Genauigkeit einer Höhenmessung bei Hipparch 6′, bei Ptolemaeus 8′ und bei Walther 0,5′; demnach waren Walthers Beobachtungen mit den griechischen nicht nur vergleichbar, sondern ihnen sogar überlegen. Auch die Beobachtungen des Coppernicus waren keineswegs so schlecht, daß er sich ihrer schämen mußte. Demnach müssen wir wohl annehmen, daß Rheticus die Worte seines Lehrers nicht richtig wiedergab und später durch eigene Zutaten ausschmückte. Es könnte überhaupt fraglich erscheinen, inwieweit Coppernicus seinem Jünger Einblick in seine Gedanken gewährte; denn offensichtlich verstand der fünfundzwanzigjährige Rheticus von Beobachtungen und ihrer Berechnung nichts. Auch der Umstand, daß Rheticus nichts vom Vorbericht und Jahrbuch wußte, spricht dafür, daß Coppernicus nicht alles mit ihm besprochen hatte.

Rheticus verließ im Herbst 1541, wohl Ende September, Frauenburg, um seinen Dienst in Wittenberg wieder aufzunehmen. Am 18. Oktober wurde er zum Dekan erwählt und versah bis zum nächsten Frühjahr dieses Amt. Daneben dürfte er seine gewöhnlichen Vorlesungen gehalten haben, ohne daß er eine besondere Ankündigung veröffentlichte. Während dieser Monate ließ er in Wittenberg die Dreieckslehre seines Lehrers drucken, die 1542 unter dem Titel „De Lateribus et Angulis Triangulorum, tum planorum rectilineorum, tum Sphaericorum libellus. Additus est Canon semissium subtensarum rectarum linearum in Circulo“

erschien. Der beigefügte und deutlich von der Dreieckslehre unterschiedene Canon ist eine Sinustafel zu sin $90^0 = 10\,000\,000$, die sich von Regiomontans durch Schöner 1541 veröffentlichter Sinustafel nur darin unterscheidet, daß die Differenzen für je 1′ und nicht für je 10″, wie bei Regiomontan, gegeben sind und daß unten und rechts die Komplementwinkel angegeben sind, was ein Vorteil ist. Rheticus gab weder sich noch Coppernicus als Verfasser an und widmete die Schrift dem Nürnberger Mathematiker und geschickten Hersteller von Sonnenuhren Georg Hartmann mit der Aufforderung, die in seinem Besitz befindlichen alten oder neuen Schriften über die Dreieckslehre herauszugeben. Dabei dachte er wohl an Werners Dreieckslehre, die Hartmann ihm bald darauf übergab. Ferner betonte er in der Widmung, daß Coppernicus seine Dreieckslehre lange vor dem Erscheinen der Dreieckslehre Regiomontans verfaßt habe, und erinnerte Hartmann an die Freundschaft, die ihn in Rom mit dem Bruder des Coppernicus verbunden hatte. Dank der Empfehlung durch Herzog Albrecht an den Kurfürsten und die Universität erhielt Rheticus im Sommer Urlaub, um in Nürnberg den Druck des Hauptwerkes einzuleiten. Mit einer Empfehlung Melanchthons an Veit Dietrich vom 2. Mai 1542 reiste er nach Nürnberg. Der Satz des Buches, das bei Joh. Petreius gedruckt wurde, muß dort bald begonnen haben, denn T. Forsther teilte am 29. Juni 1542 an J. Schrad in Reutlingen mit: „Preußen hat uns einen neuen und wunderbaren Astronomen geboren, dessen Lehre schon hier gedruckt wird, ein Werk von ungefähr 100 Bogen Umfang, worin er versichert und beweist, daß die Erde sich bewege und der Himmel ruhe. Vor einem Monat sah ich 2 Bogen gedruckt; der Korrektor des Satzes ist ein gewisser Wittenberger Magister". Also Ende Mai waren die ersten 8 Blätter gesetzt und ein Korrekturabzug gemacht. Die Korrektur besorgte Rheticus. Im Juni verreiste er und hielt sich am 20. Juni in seiner Heimat Feldkirch auf. Bald dürfte er nach Nürnberg zurückgekehrt sein, wo er am 15. August seine kleine Schrift „Orationes de Astronomia, Geographia et Physica", die damals auch bei Petreius erschien, dem Bürgermeister von Feldkirch widmete, worin er berichtet, daß er weder die Kosten noch die Reise oder andere Unannehmlichkeiten gescheut habe, um die neue Lehre von Coppernicus selbst zu vernehmen. Inzwischen wurden seine Verhandlungen

mit der Leipziger Universität zu Ende geführt. Wie Melanchthon bereits am 11. Mai 1542 an Joachim Camerarius in Leipzig geschrieben hatte, wünschte Rheticus die Stelle des dortigen Mathematikers zu erhalten. Welche Gründe ihn zum Weggehen von Wittenberg bewogen, ist unbekannt. Vielleicht war es das Gehalt von 2000 Gulden, von dem einmal die Rede war, vielleicht fühlte er sich in Wittenberg mit seinen neuen Ansichten nicht mehr am richtigen Ort, vielleicht waren es Gerüchte (fabellae), die man, wie Melanchthon schrieb, Briefen nicht anvertrauen kann, die ihm den Abschied von Wittenberg leicht machten. Im November war die Sache entschieden und er auf dem Wege nach Leipzig. Er überließ A. Osiander die Aufsicht über den Druck.

Doch kehren wir zum Meister zurück. Rheticus hatte außer der Abschrift sicherlich auch den Entwurf mitgenommen und kam nach Frauenburg nicht zurück. Damit war die Entscheidung gefallen. Ein Zurück gab es nicht mehr; auch kam eine Verbesserung des Entwurfes nicht mehr in Betracht. Nur mit größter Mühe hatte Coppernicus noch einige Verbesserungen dem Entwurf eingefügt. Zur Zusammenfassung und zur Vollendung fühlte er sich nicht mehr imstande. Seine Kräfte schwanden. Bereits Anfang Mai 1538 hatte er wegen Fiebers seine Amtsgeschäfte nicht versehen können, wie Felix Reich am 3. Mai 1538 dem Bischof mitteilte [60, S. 391], und am 15. Sept. 1540 seinen zehnjährigen Neffen Michael Loitz als Nachfolger mit Rücksicht auf sein Alter und seine vielen Krankheiten bestellt [636]. Die Reise zu Ostern 1541 nach Königsberg war seine letzte Reise. Noch versah er die ihm aufgetragenen Ämter; jedoch Anfang des Winters 1542 erkrankte er sehr, so daß der ihm befreundete Domherr Donner deshalb Anfang Dezember an Giese schrieb, worauf dieser am 8. Dezember Donner die Sorge für seinen alten und alleinstehenden Freund ans Herz legte. Die Krankheit zog sich lange hin. In diesen Tagen dürfte er sich einer Schrift des Thomas von Aquino erinnert haben, als er auf ein Lesezeichen mit zitternder Hand schrieb „Vita brevis, sensus ebes, negligentiae torpor et inutiles occupationes nos paucula scire permittunt. Et aliquotiens scita excutit ab animo per temporum lapsum fraudatrix scientiae et inimica memoriae praeceps oblivio“ [584, Bd. I, 2, S. 411], worin er bedauert, daß die Kürze des Lebens und unnötige Beschäftigungen nur wenig zu wissen gestatten und daß dieses Wis-

sen mit der Zeit und durch Gedächtnisschwäche entschwinde. Auch wird ihm das Gedicht des Aeneas Silvius in den Sinn gekommen sein: „Non parem Pauli gratiam requiro, Veniam Petri neque Posco, sed quam In crucis ligno dederas latroni, Sedulus oro", das sein Denkmal in der Thorner Johanneskirche ziert und wohl nicht ohne Absicht gewählt wurde. Es lautet in deutscher Übersetzung:

> Nicht mit Paulus bitt ich um die gleiche Gnade,
> Nicht die Petrus fand, die Verzeihung, such ich:
> Jene, die am Kreuze Du gabst dem Schächer,
> Erbitt ich mit Inbrunst. [349, S. 92].

Inzwischen erhielt er Nachrichten über sein Werk und die Aufnahme seiner neuen Lehre. Der 1. Bericht des Rheticus hatte ein solches Aufsehen hervorgerufen, daß dessen Freund Achilles P. Gasser, Arzt in Feldkirch, sich entschloß davon einen Abdruck in Basel erscheinen zu lassen, dem er eine Widmung an seinen Freund Georg Vogelin, Arzt in Konstanz, beigab. In dieser Widmung heißt es, wie sehr das Buch den herrschenden Schulmeinungen widerspräche und zu den viel erörterten Fragen über die Zahl der Sphären, über die Entfernung der Sterne, über die Herrschaft der Sonne, über den Ort der Planeten, über die Kreisbewegungen, über die Jahrespunkte, schließlich über den Ort und die Bewegung der Erde Stellung nähme. Deshalb sei die Verbreitung eines so grundlegenden Buches sehr erwünscht. Vogelin ging auf diesen Wunsch ein und steuerte ein Lobgedicht zum Abdruck, der 1541 in Basel bei Robert Winter erschien, bei. Somit kam den Gelehrten vom Norden, Danzig, und vom Süden, Basel, her die neue Lehre zur Kenntnis. Daß sie beachtet wurde, geht aus Äußerungen des Gemma Frisius in Löwen vom 19. Juli 1541 und des A. Caprinus in Krakau von 1542 [584, Bd. I, 1, S. 148] hervor. Auch zum Schöpfer der neuen Lehre dürfte die Kunde gedrungen sein; auch dürfte Erasmus Reinhold ihm seine Erklärung der Peuerbachschen Planetenlehre zugeschickt haben, worin er wohl auf die Lehre des Coppernicus nicht eingeht, aber auf dessen Arbeiten hinweist. Allerdings wird der Name des Coppernicus nicht genannt und von seinen Arbeiten nur berichtet, daß er auf Grund vieler Beobachtungen die Sternkunde erneuerte und die Veröffentlichung seines Werkes vorbereite [549, S. AVIIIr,

CVIIr]. Wenn Reinhold sich in diesem im April 1542 erschienenen Buch so zurückhaltend äußerte, so geschah es wohl mit Rücksicht auf Melanchthon, der ein Gedicht zum Buche beigesteuert hatte und ein Lob der neuen Lehre nicht geduldet hätte; denn er hatte durch das Aufsehen, das der 1. Bericht des Rheticus erregt hatte, sich veranlaßt gefühlt, zur neuen Lehre Stellung zu nehmen. Dies geschah in einem Briefe an Burkard Mithobius am 16. Okt. 1541 [491a, Bd. IV, S. 679], wo er sich folgendermaßen äußerte: „Manche halten es für eine hervorragende Leistung, eine so verrückte Sache zu machen wie dieser preußische Sternforscher, der die Erde bewegt und die Sonne anheftet. Wahrlich, weise Herrscher sollten die Zügellosigkeit der Geister zähmen!". Sicherlich besteht ein Zusammenhang zwischen seinen Ansichten und den Briefen Osianders an Coppernicus und Rheticus, worin Osiander den Wunsch ausspricht, daß die Vorrede eine Angabe über die Annahmen (Hypothesen) enthielte, daß diese Annahmen nicht zwingend seien. Coppernicus erfüllte offenbar diesen Wunsch nicht. Auch später noch zeigte er sich abgeneigt gegen solche Wünsche. Vielmehr verfaßte er im Juni 1542 eine Widmung seines Buches an Papst Paul III., die zusammen mit dem Briefe des Kardinals Schönberg dem Buch vorangestellt werden sollte, wofür die vorgesehene Einleitung in Wegfall kam. Im Gegensatz zu Erasmus von Rotterdam, der aus Angst vor den kirchlichen Einwänden sich sofort zur Berichtigung seiner Schriften bereit erklärte, vertrat Coppernicus gegenüber dem Haupt der katholischen Kirche seine Ansicht und schilderte, wie er zu seinem Weltgebäude gekommen sei und worin sein Wesen bestehe. Dabei unterließ er nicht auf Bischof Paul von Middelburg als den Veranlasser seiner Untersuchungen und auf Kardinal Schönberg und Bischof Giese als seine Förderer hinzuweisen. Die Widmung lautet in deutscher Übersetzung [170, S. 3—9]:

„An den Heiligsten Herrn
Papst Paul den Dritten

Vorrede des Nikolaus Coppernicus zum Buch der Bewegungen.

Ich kann es mir gar wohl denken, heiligster Vater, gewisse Leute werden, sobald sie erfahren, daß ich in diesen meinen Büchern über die Umläufe der Weltkörper der Erdkugel bestimmte Bewegungen zuschreibe, sofort ein Geschrei erheben,

solche Meinung sei völlig verwerflich. Nun bin ich von meinen Anschauungen keineswegs so eingenommen, daß ich nicht erwägen sollte, was andere darüber urteilen. Und obwohl ich weiß, daß die Gedanken eines Philosophen nicht von dem Urteil der Menge berührt werden, weil es seine Aufgabe ist, in allen Dingen die Wahrheit zu erforschen, soweit dies Gott der menschlichen Vernunft erlaubt hat: so bin ich doch der Meinung, man müsse Ansichten, die völlig vom Rechtmäßigen abweichen, vermeiden. Als ich daher bei mir erwog, wie widersinnig meine Lehre, die Erde bewege sich, denen vorkommen müsse, die durch die Urteile vieler Jahrhunderte die Ansicht für festbegründet erachten, daß sie unbeweglich inmitten des Himmels gleichsam als der Mittelpunkt gesetzt sei, so war ich lange unschlüssig, ob ich meine zum Beweise dieser Bewegung verfaßten Erläuterungen veröffentlichen sollte, oder aber ob es nicht besser wäre, dem Beispiele der Pythagoräer und einiger anderer zu folgen, welche die Geheimnisse der Philosophie nicht schriftlich, sondern mündlich und nur ihren Verwandten und Freunden zu überliefern pflegten; wie es der Brief des Lysis an Hipparch bezeugt. Mir scheinen sie dies aber nicht, wie einige glauben, aus einer gewissen mißgünstigen Abneigung gegen die Verbreitung ihrer Lehren getan zu haben, sondern damit nicht die schönsten und durch tiefe Forschung großer Männer errungenen Ergebnisse von Leuten verspottet werden könnten, die es entweder verdrießt auf irgend welche Wissenschaften Mühe zu verwenden, es sei denn sie bringe Gewinn, oder die doch, wenn sie durch Ermahnung und Beispiel anderer zu dem edlen Studium der Philosophie angeregt werden, ihres stumpfen Geistes wegen sich unter den Philosophen gerade so ausnehmen, wie Drohnen unter den Bienen. Da ich nun dies bei mir erwog, hätte mich die Verachtung, die ich angesichts der Neuigkeit und Absonderlichkeit meiner Ansichten befürchten mußte, fast veranlaßt, das begonnene Werk gänzlich aufzugeben.

Doch den Zaudernden und sich gar Sträubenden haben die Freunde auf den rechten Weg gebracht; unter ihnen vornehmlich der in jeder Wissenschaft hochberühmte Kardinal von Capua, Nikolaus Schönberg; nächst diesem der mir sehr befreundete Bischof von Kulm, Tiedemann Giese, ein für alle theologischen wie schönen Wissenschaften begeisterter Mann. Letzterer namentlich hat mich oftmals ermahnt und zuweilen unter Worten des

Tadels von mir gefordert, ich solle dieses Buch, das bei mir nicht nur an die neun, sondern vielmehr schon über viermal neun Jahre verborgen gelegen hat, herausgeben und doch endlich an das Tageslicht lassen. Gleiches forderten von mir nicht wenige andere hervorragende und gelehrte Männer, indem sie mahnten, ich solle mich nicht länger aus irgend welcher Furcht meine für alle Forscher der Mathematik wertvolle Arbeit zu veröffentlichen weigern. Denn je widersinniger wohl augenblicklich den meisten meine Lehre von der Bewegung der Erde erscheine, um so größer würden Bewunderung und Dank sein, wenn durch die Veröffentlichung meiner Untersuchungen der Schein der Widersinnigkeit vor den einleuchtendsten Beweisen verschwinden würde. Auf Zureden dieser Männer und in solcher Hoffnung gewährte ich endlich meinen Freunden die so lange geforderte Erlaubnis zur Herausgabe meines Werkes.

Aber Deine Heiligkeit wird sich vielleicht gar nicht so sehr darüber wundern, daß ich es wagte, meine Arbeiten drucken zu lassen, nachdem ich soviel Mühe auf die Ausarbeitung gewandt und keine Bedenken getragen habe, meine Gedanken über die Bewegung der Erde schriftlich niederzulegen. Vielleicht wirst Du aber vor allem zu hören wünschen, wie ich darauf gekommen sein mag, gegen die allgemeine Ansicht der Astronomen und geradezu gegen den gesunden Menschenverstand eine Bewegung der Erde anzunehmen. Ich möchte daher Deiner Heiligkeit nicht verhehlen, daß mich nichts anderes zu dem Versuch bewogen hat, auf eine andere Weise die Bewegungen der Weltkörper abzuleiten, als die Erkenntnis, daß die Astronomen in ihren Untersuchungen nicht übereinstimmen. Denn erstens sind sie sich hinsichtlich der Bewegung der Sonne und des Mondes so im unklaren, daß sie nicht einmal die gleichbleibende Größe der Jahreslänge beweisen und beobachten können. Ferner aber bedienen sie sich bei der Feststellung der Bewegung von Sonne und Mond wie auch der fünf Planeten weder derselben Grundsätze und Annahmen noch derselben Beweise für die scheinbaren Umdrehungen und Bewegungen. Denn einige verwenden nur gleichmittige Kreise, andere nur exzentrische und Epizyklen, erreichen hiermit aber nicht, was sie suchen. Denn jene, die gleichmittige Kreise annehmen, weisen zwar nach, daß sich aus ihnen ungleichmäßige Bewegungen zusammensetzen lassen; es ist ihnen aber

nicht gelungen, feste Schlüsse daraus zu ziehen, nämlich solche, die den Erscheinungen entsprächen. Die aber, die exzentrische Kreise ausklügelten, haben anscheinend zwar zu einem großen Teile die scheinbaren Bewegungen zahlenmäßig damit in Einklang gebracht, mußten aber verschiedene Annahmen mit aufnehmen, die den ersten Grundsätzen über die Gleichheit der Bewegung widersprechen dürften. Ferner konnten sie die Hauptsache, nämlich die Gestalt des Weltalls und eine bestimmte Symmetrie seiner Teile nicht ermitteln oder aus jenen Kreisen erschließen. So ging es ihnen wie einem, der Hände, Füße, Haupt und andere Glieder, die zwar an sich trefflich, aber nicht von einem und demselben Körper abgezeichnet wurden, zusammenfügen wollte, so daß kein einziges Glied zum anderen paßte, und das Ganze vielmehr ein Ungetüm als einen Menschen darstellen müßte. Es muß demnach im Verlauf ihres sozusagen methodischen Verfahrens entweder ein notwendiges Bindeglied außer Acht gelassen oder ein fremdes und zur Sache völlig ungehöriges Element eingeschoben sein. Dies würde ihnen sicher nicht geschehen sein, wenn sie festen Grundsätzen gefolgt wären, denn wenn die Hypothesen, von denen sie ausgingen, nicht falsch gewesen wären, so hätte sich alles, was daraus gefolgert wurde, auch als durchaus richtig erweisen müssen. Was ich hier sage mag vielleicht zur Zeit noch etwas dunkel sein, es wird aber an seinem Ort klarer werden.

Da ich also diese Unsicherheit der überlieferten astronomischen Lehren, wie man die Sphärenbewegungen auffassen solle, lange bei mir erwog, begann ich es überdrüssig zu werden, daß man sich nicht bei den Gelehrten, die doch sonst die geringfügigsten Dinge ihres Gebietes mit solch auserlesener Sorgfalt zu erforschen pflegen, über eine richtigere Theorie der Bewegungen des Weltalls einigen konnte, das doch unseretwegen von dem besten und zuverlässigsten Werkmeister erbaut worden ist. Ich nahm mir daher vor, die Schriften aller Gelehrten, deren ich habhaft werden konnte, zu erforschen, um festzustellen, ob niemand auf eine Vermutung gekommen sei, daß die Bewegungen der Weltkörper andere sein müßten, als es die schulmäßigen Astronomen annehmen. Und da fand ich denn freilich zunächst bei Cicero eine Stelle, daß Hicetas eine Bewegung der Erde angenommen habe. Später las ich auch bei Plutarch, daß noch einige

andere dieser Ansicht gewesen wären. Den Wortlaut möchte ich, damit er allen geläufig sei, hier niederschreiben:

„Die übliche Meinung ist, daß die Erde still steht; der Pythagorärer Philolaos aber nimmt an, daß sie sich in einem schiefen Kreise, in gleicher Weise wie Sonne und Mond, um das Zentralfeuer dreht. Herakleides von Pontos und der Pythagoräer Ekphantos lassen die Erde sich von Westen nach Osten, jedoch nicht fortschreitend, sondern wie ein Rad um ihren eigenen Mittelpunkt drehen."

Dies gab mir die Anregung und ich begann nun selbst über die Möglichkeit einer Bewegung der Erde nachzudenken. Und wenn mir auch die Ansicht widersinnig erschien, so wußte ich nun doch, daß anderen vor mir diese Freiheit zugebilligt worden war, beliebige Kreise zur Erklärung der Erscheinungen am Gestirnhimmel anzunehmen, und ich glaubte, daß es auch mir zu versuchen gestattet sein würde, ob nicht durch die Annahme einer Bewegung der Erde eine besser begründete Darstellung für die Bewegungen der Himmelskörper gefunden werden könnte.

Und als ich nun die Bewegungen angenommen hatte, die ich in meinem vorliegenden Werke der Erde zuschreibe, kam ich nach eingehender und langer Beobachtung endlich zu folgendem: wenn die Bewegungen der übrigen Planeten in Beziehung zur Erdbewegung gebracht und jeder Planetenbewegung entsprechend errechnet werden, so lassen sich nicht nur die scheinbaren Bewegungen daraus folgern, sondern es treten auch die Anordnungen und Größen der Planeten und Sphären und das All selbst in solchen Zusammenhang zueinander, daß an keiner Stelle etwas ohne Verwirrung der übrigen Teile und des gesamten Weltalls verändert werden könnte. Aus diesem Gesichtspunkt heraus bin ich denn auch beim weiteren Fortgang meiner Arbeit folgendem Plan gefolgt: im ersten Buche beschreibe ich alle Stellungen der Sphären zugleich mit den Bewegungen, die ich der Erde zuschreibe, so daß dieses Buch gleichsam die allgemeine Verfassung des Weltalls enthält. In den folgenden Büchern beziehe ich alsdann die Bewegungen der übrigen Planeten und aller Sphären auf die Bewegungen der Erde, so daß man daraus ersehen kann, inwieweit auch die Bewegungen und Erscheinungen bei den übrigen Planeten und Sphären beibehalten werden können, wenn sie

auf die Erdbewegungen bezogen werden. Und ich zweifle nicht, daß einsichtsreiche und gelehrte Astronomen mir beipflichten werden, wenn sie, was diese Wissenschaft vor allem fordert, die von mir in diesen Werken beigebrachten Beweise für diese Tatsachen nicht obenhin, sondern gründlich untersuchen und erwägen wollten. Damit aber die Gelehrten ebenso wie die Ungelehrten sehen mögen, daß ich mich dem Urteile keines Menschen entziehe, so wünschte ich Deiner Heiligkeit diese meine Untersuchungen lieber als jedem anderen zu widmen, weil Du auch in diesem äußerst entlegenen Erdenwinkel, wo ich wirke, durch die Würde Deines Amtes wie durch die Liebe zu allen Wissenschaften und auch zur Mathematik hoch erhaben bist, so daß Du durch Dein Ansehen und Urteil leicht den Biß der Verleumder verhindern könntest, wiewohl das Sprichwort sagt, gegen den Stich des Verleumders gäbe es kein Heilmittel.

Sollten aber vielleicht „törichte Schwätzer" auftreten, die trotz ihrer Unwissenheit in der Mathematik sich hierüber ein Urteil anmaßen und auf Grund irgend einer Stelle der Heiligen Schrift, die sie für ihr Vorhaben böswillig verdrehen, es wagen, mein Beginnen zu tadeln und anzugreifen, so würde ich mich um solche nicht kümmern und sogar ihr Urteil als leichtfertig verachten. Es ist wohl bekannt, wie kindisch Lactantius, der ja sonst ein trefflicher Schriftsteller, aber ein geringer Mathematiker war, über die Gestalt der Erde spricht, da wo er diejenigen verlacht, die die Kugelgestalt der Erde lehrten. Darum sollte es Forschern nicht wunderlich vorkommen, wenn dergleichen Geister auch uns verspotten werden. Astronomie wird nur für Astronomen geschrieben, und man wird, wenn nicht alles trügt, wohl auch zugeben, daß diese Arbeiten auch der Kirche, deren Oberhaupt Deine Heiligkeit jetzt ist, nützlich sein könnten. Hat doch vor kurzem unter Leo X. im lateranischen Konzil eine Verhandlung über die Verbesserung des Kirchenkalenders stattgefunden und blieb damals nur deshalb unentschieden, weil man der Ansicht war, daß die Länge der Jahre und Monate sowie die Bewegungen von Sonne und Mond noch nicht hinreichend genau bestimmt seien. Seit dieser Zeit habe ich mich, ermahnt von dem ehrwürdigen Herrn Bischof Paul von Fossombrone, der damals jene Angelegenheit leitete, bemüht, hierüber genauere Untersuchungen anzustellen. Was ich aber auf diesem Gebiet geleistet

habe, überlasse ich vor allem dem Urteile Deiner Heiligkeit und aller anderen gelehrten Astronomen. Damit es aber nicht den Anschein erwecke, als verspräche ich Deiner Heiligkeit etwa mehr von dem Nutzen meines Werkes als ich leisten kann, gehe ich nunmehr zur Sache selbst über."

Die Widmung zeigt das Vertrauen des Verfassers in die Richtigkeit seines Weltgebäudes und damit seiner Grundlagen. Neben seinen Annahmen konnten andere nicht bestehen. Dies mußte Osiander einsehen. Trotzdem gab er nicht nach. Als Rheticus im November 1542 Nürnberg verließ und ihm die Aufsicht über den Druck übergab, verfaßte er eine Vorrede, die er hinter den Titel und vor den Brief Schönbergs setzen ließ. Da die Vorrede keine Unterschrift zeigt und Osianders Verfasserschaft nirgends erwähnt ist, so mußte der Leser beim ersten Blick die Vorrede als Werk des Coppernicus ansehen [Anm. 42].

Die Vorrede Osianders lautet in deutscher Übersetzung:

„An den Leser über die Hypothesen dieses Werkes.

Ich zweifle nicht, daß manche Gelehrte über den schon allgemein verbreiteten Ruf der Neuheit der Hypothesen dieses Werkes, welches die Erde als beweglich, aber die Sonne als unbeweglich im Weltall hinstellt, sehr aufgebracht und der Meinung sind, daß die freien und vor Zeiten richtig begründeten Wissenschaften nicht gestört werden sollten. Wenn sie aber die Sache genau erwägen wollten, so würden sie finden, daß der Verfasser dieses Werkes nichts unternommen hat, was einen Tadel verdient. Denn es ist der richtige Beruf des Astronomen, den Verlauf der Himmelsbewegungen aus sorgfältigen und kunstvollen Beobachtungen zu erschließen und hierauf die Ursachen derselben oder Hypothesen darüber, da er die wahren Ursachen nicht finden kann, zu ersinnen und zusammenzustellen, aus deren Grundlagen eben jene Bewegungen nach den Lehrsätzen der Geometrie, wie für die Zukunft so auch für die Vergangenheit, richtig berechnet werden können. In beiden Beziehungen hat aber dieser Meister Ausgezeichnetes geleistet. Es ist nämlich nicht erforderlich, daß diese Hypothesen wahr, ja nicht einmal, daß sie wahrscheinlich sind, sondern es genügt, wenn sie eine mit den Beobachtungen übereinstimmende Rechnung ergeben; es müßte denn jemand in der Geometrie und Optik so unwissend sein, daß er

den Epizykel der Venus für wahrscheinlich und für die Ursache davon hielte, daß sie um 40^0 und darüber zuweilen der Sonne vorausgeht, zuweilen ihr nachfolgt. Wer sieht nicht, wie aus dieser Annahme folgen müßte, daß der Durchmesser dieses Planeten in der Erdnähe mehr als viermal, der Körper selbst aber mehr als 16mal so groß erscheinen müßte, als in der Erdferne, und dem widerspricht doch die Erfahrung aller Zeiten. Es gibt auch noch anderes, nicht weniger Absurdes in dieser Lehre, welche wir hier nicht zu erörtern brauchen. Denn offenbar kennt diese Lehre die Ursachen der scheinbar unregelmäßigen Bewegungen gar nicht. Und wenn sie welche ersinnt, wie sie sicherlich sehr viele ersinnt; so erdenkt sie diese keineswegs, um jemanden zu überreden, sondern nur um die Rechnung richtig durchzuführen. Da aber für ein und dieselbe Bewegung sich zuweilen verschiedene Hypothesen darbieten, wie die Exzentrizität und der Epizykel für die Sonnenbewegung, so wird der Astronom die auswählen, welche am leichtesten zu verstehen ist. Der Philosoph wird vielleicht mehr nach der Wahrscheinlichkeit fragen. Keiner von beiden wird jedoch Sicheres erreichen oder lehren, wenn es ihm nicht von Gott offenbart ist. Lassen wir daher auch diese neuen Hypothesen neben den alten, aber keineswegs wahrscheinlicheren Hypothesen bekannt werden, zumal sie zugleich bewundernswert und leicht sind und einen ungeheuren Schatz bedeutsamster Beobachtungen enthalten.

Möge niemand Sicheres über die Hypothesen von der Astronomie erwarten, da sie solches nicht leisten kann, damit er nicht das für andere Zwecke Ersonnene für wahr nehme und deshalb dümmer aus dieser Lehre herausgehe, als er hineingekommen ist. Lebe wohl!"

Bei der Einfügung dieser Vorrede war wohl Friedrich Pistorius behilflich, der 1521 als Abt das Egidienkloster mit seinen Einkünften der Stadt Nürnberg übergeben hatte und seitdem als Korrektor in Druckereien beschäftigt war [755a, S. 18]. Ihm schenkte Osiander das Exemplar des Hauptwerkes, das sich jetzt in der Landesbibliothek Darmstadt befindet [Anhang E].

Ende Mai 1542 waren zwei Bogen des Buches in der Druckerei des Joh. Petreius gesetzt und Abzüge davon gemacht. Auch Coppernicus bekam einen Abzug, damit er sich vom Fortschreiten des Satzes überzeuge. Als er nun den Abzug von Osianders

eingeschobener Vorrede erhielt, erzürnte er sich darüber sehr [Anhang E]; denn sie widersprach völlig seiner Meinung über seine Annahmen. Die große Erregung über dieses Vorgehen dürfte seine Krankheit verschlimmert haben, so daß er einen Blutsturz mit Lähmung der rechten Seite erlitt und viele Tage ohne Bewußtsein verbrachte. Er starb am 24. Mai 1543. Wie Giese berichtete [584, Bd. II, S. 420], sah er an seinem Todestage sein vollständiges Werk nur mit dem letzten Atemzuge. Er wurde im Dom zu Frauenburg beerdigt [101 und 638]. Neben seinem Grab wurde an der Wand ein Denkmal [97] im Jahre 1581 errichtet, das aber im Jahre 1746 einem Denkmal für den Bischof Szembek weichen mußte [Anm. 43].

Wie sah Coppernicus aus? Es gibt wohl viele Bildnisse von ihm; jedoch nur wenige gehören seiner Lebenszeit oder den Jahrzehnten bald nach seinem Tode an. Er zählte nicht zu den berühmten Gelehrten, deren Bildnisse noch zu ihren Lebzeiten in Bildniswerken, wie sie damals nicht selten entstanden, verbreitet wurden. Erst um 1590 wurde sein Bildnis durch die Holzschnitte der Reusner, Boissard und Kauffmann bekannt. Seitdem rechnete er zu den großen Gelehrten, deren Bildnisse zum Schmuck von Bibliotheken und Sammlungen gehörten. Um diese Zeit waren aber die Originale fast völlig verschwunden, so daß man sich an Kopien halten mußte. Anscheinend hat kein großer Künstler den Schöpfer des neuen Weltgebäudes gemalt. Ob sein Jugendbildnis, das im Straßburger Münstergemälde (Abb. 75), im Reusnerschen Holzschnitt und im Denkmal in der Thorner Johanneskirche [Anhang F Nr. IV, V—VII] als Kopien vorliegt, von ihm selbst gemalt worden ist, läßt sich wohl nicht entscheiden. Es ist sehr ähnlich dem Stich (Abb. 35) mit dem Buche [Anhang F Nr. I]. Ein anderes Bildnis zeigt ihn als älteren Mann [Anhang F Nr. III]. Dichtes dunkles Haar umrahmt sein Gesicht, das schmäler geworden ist (Abb. 44). Er sieht verschlossen aus, wie Giese ihn schilderte. Sein Wahlspruch war, wie Er. Flock, der gleichzeitig mit Rheticus Professor in Wittenberg war, berichtete „Merus Mathematicus, merus idiota", was Flock so verdeutschte „Der lauter auss des Firmaments lauff vnd naturlehr allein gründet, von sachen wil reden, der ist ein lauter idiot oder leyh" [267, S. B IIIIr].

Die Veröffentlichung des Hauptwerkes des Coppernicus.

Der Druck des Hauptwerkes wurde im Mai 1542 begonnen und dürfte spätestens im April 1543 zu Ende gekommen sein. Ein vollständiges Exemplar traf am Todestage seines Verfassers, am 24. Mai, in Frauenburg ein, nachdem einzelne Bogen vorher hingeschickt worden waren. Das Buch enthält 49 Bogen zu 8 Seiten und am Anfang 6 Blätter mit dem Titel, mit der Vorrede Osianders, mit dem Briefe Schönbergs und mit der Widmung an Papst Paul III., sowie mit dem Inhaltsverzeichnis. Nach dem Druck wurde das Werk mit dem Manuskript, der Abschrift des Rheticus, noch einmal verglichen und die Druckfehler auf einem besonderen Doppelblatt zusammengestellt, dessen Vorderseite den Titel wiederholt; das Druckfehlerverzeichnis wurde nachgesandt. Der Preis des Buches betrug 1 Gulden gemäß Engelhart und 26 Gulden 6 Kreuzer gemäß L. Wolff [Anhang E]; die Angabe Engelharts verdient aber mehr Vertrauen. Das Buch enthält zahlreiche Holzschnitte; die Figur auf S. 87r zeigt die Buchstaben N und K mit großem Schnörkel, um auf den Verfasser hinzuweisen.

Die Auflage betrug wohl 1000 Stück [Anhang E], wie aus der großen Zahl der jetzt noch vorhandenen Exemplare hervorgeht. Offenbar erfolgte der Druck auf Kosten des Joh. Petreius, der zugleich auch für den Vertrieb des Buches sorgte und dem Verfasser Coppernicus bzw. dem Herausgeber Rheticus einige Exemplare anstelle einer Bezahlung überließ. Dies geht aus dem Briefwechsel hervor, der nach dem Tode des Coppernicus stattfand, nachdem Giese die von Osiander eingeschobene Vorrede entdeckt hatte. Rheticus hatte 1 Exemplar an seinen Freund Gasser, 2 Exemplare an Giese und 2 Exemplare an den Domherren Donner mit handschriftlichen Widmungen gesandt. Giese hatte im Mai in Krakau an der Hochzeit des polnischen Königs teilgenommen und war deshalb längere Zeit von Preußen abwesend. Als er zurückkehrte und in Löbau die beiden Exemplare vorfand, schrieb er entrüstet am 28. Juli 1543 an Rheticus und beklagte sich bitter über den Vertrauensbruch des Petreius. Der Drucker selbst sei daran wohl noch nicht so sehr schuld, da er von Anderen abhänge, als vielleicht ein neidischer Mensch, der mit Wehmut festgestellt habe, daß er sein früheres Wissen auf-

geben müsse, wenn das Buch berühmt werde, und deshalb die Gutmütigkeit des Druckers mißbraucht habe, um das Vertrauen in das Werk zu schmälern. Damit aber der Drucker nicht ungestraft ausgehe, habe Giese an den Nürnberger Rat geschrieben und sende den Brief mit einem Exemplar an Rheticus, damit dieser entscheide, wie die Angelegenheit zu erledigen sei; denn niemand sei geeigneter als Rheticus die Sache beim Rat durchzusetzen. Wenn die ersten Blätter neu gedruckt werden, sollte auch ein Vorwort des Rheticus zur Aufklärung beigefügt werden. Auch würde Giese es gern sehen, wenn die kleinen Schriften des Rheticus, nämlich der Lebenslauf des Coppernicus und die Verteidigung der neuen Lehre wegen ihres Abweichens von der Heiligen Schrift, beigegeben würden [584, Bd. II, S. 419—421]. Rheticus schickte Gieses Brief nach Nürnberg weiter, worauf der Nürnberger Rat am 29. August 1543 folgenden Beschluß wegen der Antwort an Giese faßte: „Hern Tidemanno bischoff zu Collmen in Breußen, dess Johan: petreij vffe sein schreybn gegebne schrifftliche antwurt (in welcher die scharpff herausgelassen vnd gemiltert werden soll) zusenden, daneben schreyben: man koenn dem petreyo derhalb nach gestallt seiner antwurt nichtz vfflegen" [60, S. 403]. Demnach beschränkte sich der Rat darauf, dem Bischof die Antwort des Petreius in gemilderter Form mitzuteilen. Andererseits wandte Rheticus sich an Osiander und erzwang von ihm das Geständnis, daß er die Vorrede eingeschoben habe, wie Peter Apian berichtet hat [Anhang E].

Osiander hatte auch den Titel geändert, der „De revolutionibus orbium mundi libri VI" heißen sollte, aber im Buch als „De revolutionibus orbium coelestium libri VI" zu lesen ist. Warum hat Osiander diese Änderung vorgenommen? Vielleicht waren die Wörter „orbium mundi" von Coppernicus oder Rheticus nachträglich hinzugefügt worden; denn im Hauptwerk und im Entwurf spricht Coppernicus nur vom „Liber revolutionum". Warum Osiander die Vorrede einschob, ist bekannt. Offenbar hatte Petreius seine Gründe gebilligt; sonst hätte er nicht so grob dem Giese geantwortet. Er war nicht der einzige Drucker, der mit Rücksicht auf sein Geschäft, Änderungen ohne Wissen der Verfasser vornahm [698a, S. 363]. In diesem Falle dürfte es sogar gegen den Willen des Coppernicus geschehen sein; denn es ist sehr wahrscheinlich, daß dieser dagegen Verwahrung einge-

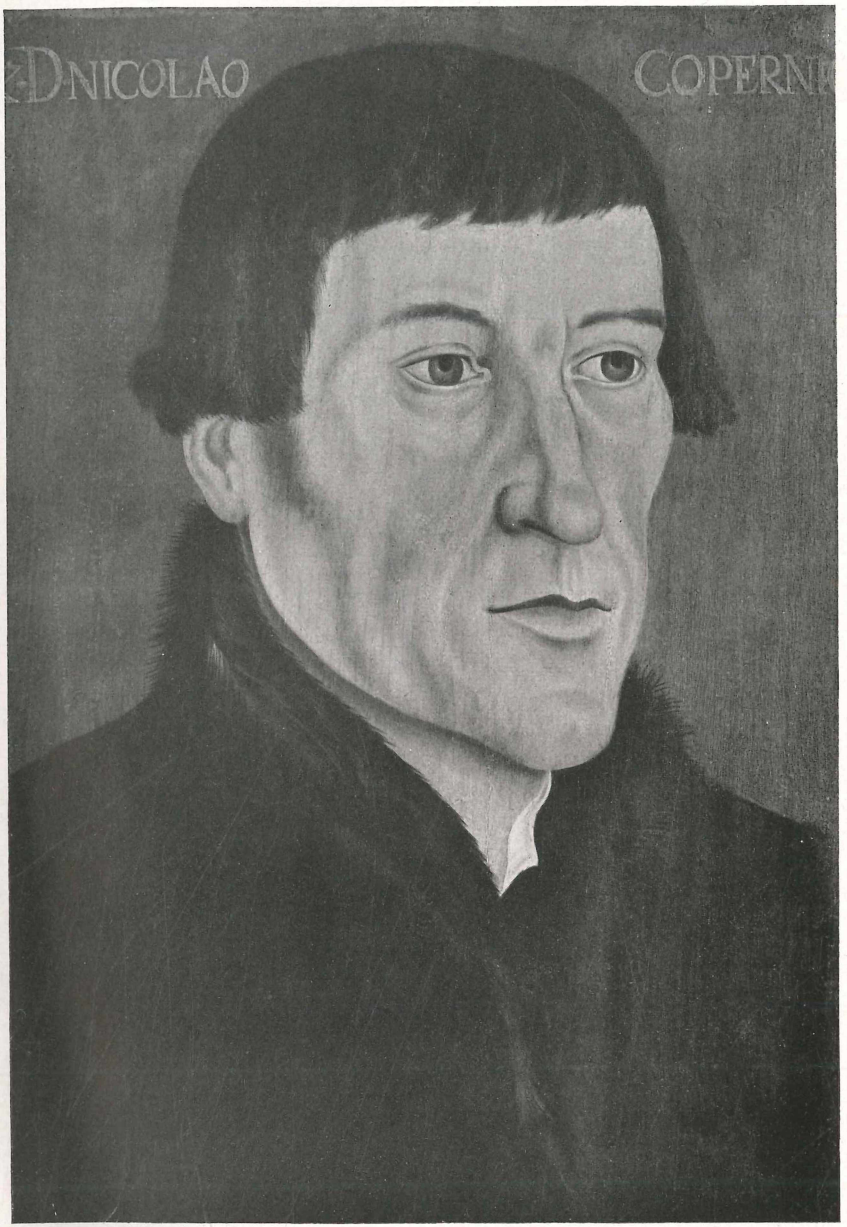


Abb. 44. Nikolaus Coppernicus. Gemälde in Goldenau (Goluchow).

legt hatte. Wenn Petreius sich zu diesem Vertrauensbruch hergab, so dürfte für ihn der Grund maßgebend gewesen sein, daß das Werk ohne die besänftigende Vorrede Osianders von den protestantischen Geistlichen sofort verdammt worden wäre. Es ist nicht ausgeschlossen, daß Melanchthon nur unter der Bedingung des Abdruckes der Vorrede die spätere Verwendung des Buches in Wittenberg gestattete.

War die geschäftliche Überlegung des Petreius richtig? Wurde das Buch durch die Vorrede zu einer gangbaren Ware? Sicherlich nicht! Das Buch vermochte die beliebten Bücher wie die Sphaera des Joh. de Sacrobosco und die Planetentheorie Peuerbachs nicht zu verdrängen. Und Melanchthons völlig im alten Geiste geschriebenes Buch „Initia doctrinae physicae" erlebte von 1549 bis 1567 zehn Auflagen, sogar drei im Jahre 1550. Diesen Büchern schadete das Buch des Coppernicus nicht. Erst 1566 erschien die 2. Auflage und 1617 die dritte. Dabei waren noch Exemplare der Auflage von 1543 nicht abgesetzt und ruhten irgendwo in den Buchläden, wie das beschmutzte und zerrissene Deckblatt des sonst tadellosen Exemplares der Thorner Stadtbibliothek ersehen läßt. Ob der Absatz ohne die Vorrede nicht besser gewesen wäre? Wenn die katholische Kirche es als Sinnbild ihrer wissenschaftlichen Bemühungen hingestellt und zum Hochschulunterricht bestimmt hätte? Aber dazu fehlte der Mut.

Ein Neudruck der ersten Blätter des Buches mit Beifügung einiger Schriften des Rheticus, wie Giese gewünscht hatte, fand nicht statt. Die erwähnten Schriften, nämlich die Lebensbeschreibung und die Verteidigung der neuen Lehre wegen ihres Abweichens von der Heiligen Schrift, wurden nicht veröffentlicht und sind verschollen. Auch sonst trat Rheticus für die neue Lehre nicht ein, obwohl er mehr als andere für ihre Verteidigung und Erklärung geeignet war. Der Grund [Nr. 60, S. 582—621. Nr. 68, S. 356—378. Nr. 45. Nr. 212. Nr. 704, S. 158—170] dazu lag wohl in seinem bewegten Leben und in seiner allmählichen Abkehr von der Astronomie. Er war Ende 1542 nach Leipzig gekommen und lehrte dort Astronomie und Mathematik. In der Karnevalszeit des Jahres 1545 erhielt er einen denkwürdigen Brief von einem Studenten Matthias Lauterbach in Wittenberg. Dorthin hatte Rheticus die Nachricht gelangen lassen, daß er die Mond-

finsternis am 28. Dezember 1544 beobachtet habe: und zwar den Beginn um 3½ Uhr und die Mitte um 5½ Uhr Leipziger Zeit, was mit den Tafelwerten des Coppernicus übereinstimme. Lauterbach behauptete aber in seinem Briefe: Er zweifle nicht an der Aufrichtigkeit und an der Wahrheit der Beobachtung des Rheticus, der übrigens nicht angegeben habe, ob die Beobachtung sich auf eine genaue oder auf eine weniger genaue Uhr beziehe. Sicher sei, wenn die Beobachtungen wahr seien, so tauge die Uhr gar nichts. Außerdem entsprächen die Beobachtungszeiten gar nicht den bei solchen Finsternissen zu erwartenden Zeiten und den coppernicanischen Werten. Wenn sie aber wirklich entsprächen, so wären die Angaben des Coppernicus unbrauchbar. Und nun teilte Lauterbach ordentlich, wie er es bei Reinhold gelernt hatte, den Ort von Sonne und Mond und die für Wittenberg berechneten Finsterniszeiten und im Anschluß daran seine Beobachtungen mit, die er mit Hilfe der Wittenberger Kirchenuhr machte, deren Korrektion er nachträglich durch Beobachtung des Sonnenaufganges feststellte. Nach Berücksichtigung dieser Korrektion hätten seine Beobachtungen völlig mit den berechneten coppernicanischen Zeiten übereingestimmt. Dann kam Lauterbach auf die Fehler des Hauptwerkes zu sprechen, die z. T. den Setzern, z. T. dem Verfasser zuzuschreiben seien, und wies auf einige Fehler im 20. und 29. Kapitel des 4. Buches mit der Frage an Rheticus, warum er diese Fehler nicht verbessert habe bin [60, S. 591—592].

Nach dieser Belehrung hielt Rheticus es für angebracht, Leipzig für einige Zeit zu verlassen. Im Juli 1545 tauchte er in Feldkirch auf, reiste dann nach Italien, wo er G. Cardano am 21. März 1546 in Mailand aufsuchte. Die Leipziger Universität forderte ihn am 27. Juli 1546 und am 1. Januar 1547 vergeblich zur Rückkehr auf; am 23. Februar 1548 entschuldigte er sich von Basel aus, daß er wegen Krankheit nicht zurückkehren könne. Inzwischen scheint er in Zürich bei Konrad Gesner Medizin studiert zu haben; denn am 27. Januar 1548 widmete er den Magistern und Professoren der philosophischen Fakultät der Leipziger Universität eine kurze Abhandlung über die Vorteile der Schrägteilung der Geräte und über eine neue Einteilung des Dreistabes, die er in Gesners Pandectarum . . libri XXI erscheinen ließ, wobei er Gesner als seinen Lehrer in der Medizin rühmte.

Er muß damals als krank gegolten haben; denn Gauricus schrieb in dem von ihm erworbenen Horoskopverzeichnis Reinholds [Anm. 22] unter das Horoskop des Rheticus „Reversus ex Italia et factus maniacus mortuus est Anno 47. mense Aprili" (Zurückgekehrt aus Italien und verrückt geworden, starb er im April 1547. Abbildung in 721, S. 497). Auf eine geistige Erkrankung deutet auch Keplers Erzählung vom Anfall des Rheticus, als er über die Marstheorie nachsann. Im Jahre 1548 kehrte er nach Leipzig zurück und zwar wohlbehalten, wie Paul Eber einem Freunde am 22. Sept. 1548 mitteilte. Allerdings blieb er dort nur noch 2 Jahre. Jakob Kröger [714] berichtete über ihn: „Hervorragender Mathematiker, der in Leipzig eine Zeit lang lebte und lehrte, aber um 1550 aus dieser Stadt floh wegen geschlechtlicher Vergehen (Sodomitica et Italica peccata); ich kannte den Mann". Dieser erst kürzlich bekannt gewordene Büchereintrag bestätigt die alten Gerüchte über seinen Weggang aus Leipzig. Die Universität beauftragte am 4. Februar 1550 mit der Stellvertretung Joh. Hommel, der am 19. Mai 1551 endgültig als Mathematiker angestellt wurde. Rheticus hielt sich noch am 1. Oktober 1550 in Leipzig auf und veröffentlichte hier ein Jahrbuch für das kommende Jahr 1551. Dazu wurde er wohl sicherlich durch die Arbeiten Reinholds veranlaßt, der im Frühjahr 1550 Jahrbücher für die Jahre 1550 und 1551 veröffentlicht hatte und mit dem Druck seiner Preußischen Tafeln beschäftigt war, worin er für die Jahreslänge einen von Coppernicus etwas abweichenden Wert verwendete. Rheticus sprach sich in der Vorrede seines Jahrbuches gegen dieses Vorgehen, ohne Nennung Reinholds, aus und benützte die Gelegenheit, um die Bedenken des Coppernicus über die von ihm erreichte Genauigkeit zu erzählen. In der zugehörigen Widmung berichtetete er von seinen früheren Reisen nach Italien, wo er gehofft hatte Besonderes zu lernen; dagegen hätte er in Preußen die neue Lehre vom größten Astronomen Coppernicus lernen können, dessen Werk unter seiner Aufsicht veröffentlicht wurde. Die gleiche Druckerei W. Günther in Leipzig veröffentlichte im nächsten Jahr 1551 ein Tafelwerk des Rheticus, eine Sinus- und Tangententafel auf der Grundlage von 10 000 000 enthaltend, und dazu eine Erklärung, worin Rheticus seine wissenschaftlichen Pläne in der Form eines Zwiegespräches darlegte. Am Werke des Coppernicus dürfe nichts geändert werden. Er

selbst lege großen Wert auf die Einführung richtiger Geometrie in die Schulen und deshalb wünsche er, daß die Erklärungen des Proklus zum ptolemäischen Handbuch der Sternkunde in die Schulen (Hochschulen) eingeführt werden müssen. Als seine zukünftigen Arbeiten bezeichnet er eine Tafel der Sternörter und der Bewegungen der Planeten, die Herausgabe seiner und des Proklus Erklärung der Annahmen der Planetentheorie, zuvor aber die Untersuchung der Beobachtungen der Astronomen, die seit der Zeit des Albategnius gelebt haben; außerdem die Beobachtung der Sterne des Tierkreises und Betrachtungen über die Bewegung der Gestirne. Offenbar hatte Rheticus seine Pläne schon sehr eingeschränkt, wenn wir sie mit dem vergleichen, was er an anderer Stelle um 1551 [297, S. 270—271] versprach: Jahrbuch für 1552, Erklärung Euklids, eine Sternkunde in 9 Büchern, eine Tafel der Winkel und Seiten, neue Erklärungen zu den Finsternistafeln des Coppernicus, zwei Bücher über die Grundlagen (principia) der Sternkunde, mehrere Bücher über die Finsternisse und über die Annahmen der Planetentheorie, Tafeln der Gleichungen der Planetenbewegungen. Auffällig ist in diesen Aufzählungen seiner Arbeit das Fehlen seiner Lebensbeschreibung des Coppernicus und seiner Verteidigung der neuen Lehre, sowie sein Vorschlag, die Erklärungen des Proklus zum Handbuch des Ptolemaeus in die Hochschulen einzuführen. Wie stand es aber mit der Einführung des Werkes des Coppernicus? Davon ist keine Rede, obwohl Rheticus mehr als ein anderer dies hätte betreiben müssen. Mehr und mehr zeigte sich bei ihm die Abkehr von der Astronomie.

Das 1551 ohne Vorrede erschienene Tafelwerk enthält, wie erwähnt, die großen Sinus- und Tangententafeln, die von Coppernicus stammten, wie in der Erklärung berichtet wird. Ob Rheticus sich bei dieser Angabe nicht täuschte? Die Sinustafel zu 10 Millionen hatte er 1542 im Anschluß an die Dreieckslehre des Coppernicus veröffentlicht, ohne diesen als Verfasser anzugeben. Offenbar ist sie identisch mit Regiomontans großer Sinustafel. Ob die Tangententafel zu 10 Millionen auch eine Nachahmung der Regiomontans ist, läßt sich nicht entscheiden [775, S. 110]. Offenbar hatte Coppernicus sie nicht als sein Eigentum angesehen, sonst hätte er nicht unterlassen, sie als wichtige Ergänzung seiner Dreieckslehre in sein Werk aufzunehmen.

Ende 1550 scheint Rheticus Leipzig und Deutschland verlassen zu haben, angeblich weil er eine Strafverfolgung zu fürchten hatte. Von 1557 an ist er in Krakau nachweisbar wie aus seinen Briefen mit Paul Eber, Bal. Sartorius, Joachim II. Camerarius, P. Ramus und Thaddäus Hagecius hervorgeht. Er gab in seiner Ankündigung der Herausgabe der Werke Joh. Werners 1557 an, daß er Krakau als Beobachtungsort gewählt habe, da es auf dem gleichen Meridian wie Frauenburg liege. Um dem Wunsche seines Lehrers, daß die Sterne neu beobachtet werden möchten, nachzukommen, habe er mit der Unterstützung Joh. Boners einen 45 Fuß hohen Obelisken errichten lassen; denn kein Instrument sei besser als der Obelisk; Armillen, Dreistäbe, Astrolabe und Quadranten seien menschliche Erfindungen; jedoch der Obelisk, errichtet durch Gottes Mahnung, übertreffe sie alle. Ob Rheticus zum Beobachten gekommen ist und ob er sich mit der Bewegung der Planeten noch beschäftigt hat, worüber er eine Schrift versprach, ist nicht nachweisbar. Damals war er sehr mit den Rechnungen für sein großes Tafelwerk, das die Winkelfunktion für $\sin 90^0 = 1\,000\,000\,000\,000\,000$ enthält und 1596 durch seinen Schüler L. V. Otho als „Opus palatinum" veröffentlicht wurde, beschäftigt. Ganz gab er die Astronomie noch nicht auf. Als die Konjunktion von Jupiter und Saturn am 25. August 1563 abends um $7\frac{1}{2}$ Uhr in Krakau beobachtet und dabei die Angaben der Preußischen Tafeln bestätigt worden waren, baten ihn einige Freunde das Werk des Coppernicus zu erläutern. Darauf nahm er das Werk wieder in die Hand und überlegte sich die Sache. Am 28. Oktober 1563 schrieb er darüber an Hagecius und bat ihn um seine Hilfe. In dieser Zeit erhielt er einen Ruf nach der Walachei; 400 Taler und freie Wohnung waren ihm für 6 Jahre zugesagt; er lehnte aber ab. Vermutlich sollte er als Arzt dort wirken; denn einige Jahre später, 1567, schrieb er, daß er die Astronomie und Chemie liebe, aber von der Medizin lebe. Dabei gingen seine Neigungen in derselben Richtung wie die des Paracelsus. Im nächsten Jahr schrieb er an P. Ramus in Paris über seine Arbeiten [297, S. 270—271]. Vollendet seien drei Bücher über die Dreiecke und in Arbeit das große Tafelwerk, dem er 12 Jahre geopfert habe, neue Bücher über die sphärischen Dreiecke und ein Buch mit 10 Vorschriften für ebene Dreiecke, die er aber auch auf 9 Bücher erweitern wolle. Dann solle folgen ein

Werk über die Himmelserscheinungen in 9 Büchern, worin die Beobachtungsverfahren, Geographie und astronomische und geographische Tafeln erörtert werden. Jetzt wolle er sich zuerst mit dem Problem abgeben, das auch dem Ramus in den Sinn kam, nämlich die astronomische Wissenschaft von den Hypothesen zu befreien und nur auf die Beobachtungen zu stützen. Dazu müßten Tafeln der ungleichmäßigen Bewegungen hergestellt werden, aus denen man so leicht wie aus den Jahrbüchern die Örter der Gestirne und alle Himmelserscheinungen entnehmen könne. An Stelle der wackligen ptolemäischen Theorie müsse die wahre und sichere Theorie der Bewegungen der Gestirne treten, die sich auf die ägyptische Verwendung des Obelisken gründe. Damit schaffe er seinen Deutschen eine deutsche Astronomie (Germanis meis Germanicam Astronomiam condo). Auch wolle er Bücher über die Sterndeutung herausgeben und habe bereits 7 Bücher über die Chemie entworfen, die er besonders liebe und in deren Geheimnisse er schon eingedrungen sei.

Welcher Unterschied zwischen dem begeisterten Verkünder der neuen Lehre des Coppernicus von 1539 und zwischen dem Rheticus von 1568, der einen Obelisken zur Beobachtung der Gestirne verwenden will, um damit eine neue Sternforschung, eine deutsche Sternforschung, zu schaffen! War es nur die damals auftretende Enttäuschung über die neue Lehre, die ihn zu solchen Gedanken trieb? Kaum! Vielmehr war es bei ihm eine für einen so geistreichen Menschen erstaunliche Hinwendung zu einfachen Verhältnissen, wie sie bei der Wahrnehmung der Himmelserscheinungen und bei der Verwendung eines Obelisken, d. h. eines Schattenstabes, als Beobachtungsgerätes bestehen.

Im Jahre 1572 verfaßte er nach dem Tode des polnischen Königs Sigismund August eine merkwürdige Prophezeiung, wo er die Aufeinanderfolge von 7 Königen voraussagte, wobei wohl ähnliche Gedankengänge wie bei seiner Schilderung der Weltreiche in seinem ersten Bericht zu Grunde lagen. Damals war er Leibarzt eines polnischen Fürsten. Einige Jahre später begab er sich nach Kaschau in Ungarn und starb dort am 4. Dezember 1574.

Die Aufnahme der neuen Lehre.

Als das Werk des Coppernicus erschien, erlebte die deutsche Astronomie ihre erste Blüte. Von Deutschland, besonders von Basel und Nürnberg, aus wurden die Gelehrten mit den nötigen Lehrbüchern und Jahrbüchern, mit den Ausgaben der Werke der griechischen und arabischen Gelehrten wie auch der Werke Peuerbachs und Regiomontans für ihre Arbeiten ausgerüstet. Während noch im 15. Jahrhundert die italienischen Druckereien — mit Ausnahme der Druckerei Regiomontans — fast alle wissenschaftlichen Werke lieferten, wär Deutschland inzwischen an die Stelle Italiens getreten. Seine Druckereien waren selbst für den schwierigsten astronomischen Druck mit Tabellen und Figuren eingerichtet. Die zahlreichen Auflagen bewiesen, wie begehrt solche Bücher waren. Auch die Werke der damaligen Gelehrten wurden gedruckt und erlebten, wie die geographischen Werke der Apian und Schöner, nicht wenige Auflagen. Daneben entstanden zahlreiche Werke der Feinmechanik, neben den Standuhren die damals aufkommenden Halsuhren, die Vorläufer der Taschenuhren, ferner alle Arten von Sonnenuhren, in deren Herstellung sich Georg Hartmann und Peter Apian auszeichneten. Der Kompaß wurde zur Bestimmung der Mittagslinie verwendet; seine Mißweisung und ihre Veränderung von Ort zu Ort wurde beachtet; damals entdeckte Hartmann die Inklination der Magnetnadel. Geräte für die Darstellung der Planetenbewegung und für astrologische Zwecke wurden hergestellt und von Fürsten viel gekauft. Daneben gab es in Deutschland Beobachtungsgeräte wie Astrolabe, Quadranten, Jakobstäbe, Dreistäbe. Auffällige Himmelserscheinungen wie Kometen und Finsternisse wurden sehr beachtet und auch beobachtet. Apian hatte in seinem Astronomicum Caesareum die beobachtete scheinbare Bahn und Schweifrichtung verschiedener Kometen abgebildet; auch hatte er, wohl als erster, farbige Gläser zum Beobachten von Sonnenfinsternissen verwendet. Es gab damals namhafte Gelehrte wie Apian, Schöner, Hartmann, Gemma Frisius, Er. Flock, Joh. Hommel, Er. Reinhold, die teils als Beobachter, teils als Hersteller von Geräten, teils als Mathematiker bekannt waren. Wie würden sie sich zur neuen Lehre stellen?

Die Aussichten für die neue Lehre waren günstig. Die Widmung an den Papst und der Brief des Kardinales Schönberg mußten jede Kritik von seiten der katholischen Kirche verstummen lassen. Osianders Vorrede mußte auf die protestantischen Geistlichen besänftigend einwirken. Die beiden Auflagen des 1. Berichtes des Rheticus hatten weite Kreise auf das aufsehenerweckende Werk aufmerksam gemacht. Dabei konnte der Umstand, daß Rheticus Professor der Wittenberger Universität war, nur günstig wirken; denn diese Universität pflegte die Mathematik und Astronomie sehr. Melanchthon hatte viel für die Schaffung geeigneter Lehrbücher getan und durch seine Einleitungen die Verbreitung verschiedener Bücher sehr gefördert [780, S. 45]. Für den Unterricht an der Wittenberger Universität wurden Tafelwerke, Planetarien (Abb. 27) und Sternkarten veröffentlicht. Reinholds Erklärung der Planetentheorie Peuerbachs, Melanchthons Elementa doctrinae physicae und Peucers Elementa doctrinae de circulis coelestibus entstanden aus Vorlesungen an der Universität. Auch einzelne akademische Reden wurden gedruckt, wie auch Gedichte auf künftige Finsternisse. Viel geschah zur Förderung des Unterrichtes. Wie war nun die Aufnahme der coppernicanischen Lehre in Wittenberg? Wenn man das Buch [653], welches die Ankündigung der amtlichen Veranstaltungen und der wichtigen Vorlesungen für die Jahre 1540—41 und 1544 bis 1561 enthält, durchsieht, so bemerkt man keine Ankündigung einer Vorlesung über die neue Lehre. Selbst Reinhold, der doch schon 1542 auf das Werk hingewiesen hatte, benützte nicht die Gelegenheit, als er 1549 Dekan und 1550 Rektor der Universität war, um in einer feierlichen Rede die Vorzüge der neuen Lehre öffentlich darzutun. Höchstens die immer zahlreicher werdenden Gedichte über Finsternisse und die Ankündigung der Sichtbarkeit Merkurs am 22. Nov. 1558 morgens 6 Uhr durch Peucer lassen sich durch die Belebung des Interesses für die Astronomie erklären. Trotzdem geschah damals viel für das neue Weltgebäude. Bald nach dem Erscheinen, also vom Frühjahr 1543 bis zum Herbst 1544, muß das Buch des Coppernicus von verschiedenen so durchgearbeitet worden sein, daß sie fähig waren die darin enthaltenen Tafeln zur Vorausberechnung der künftigen Himmelsvorgänge zu benützen. Welche Arbeit man sich damals in Wittenberg machte, darüber gibt der schon erwähnte Brief des Matthias

Lauterbach an Rheticus von der Fastnacht 1545 Auskunft. Lauterbach hatte die Zusammenkunft von Jupiter und Merkur im Dezember 1544 vorausberechnet und fand durch Beobachtung, daß sie am 21. Dezember morgens stattfand, in Übereinstimmung mit den Tafeln des Coppernicus, während die Alfonsischen Tafeln sie erst einen Tag später ergäben. Ebenso berechnete er die Mondfinsternis vom 28. Dezember 1544 auf Grund der Tafeln des Coppernicus und fand seine Berechnung bestätigt durch seine Beobachtung. Diese Bestätigung der coppernicanischen Tafeln begeisterte ihn so sehr, daß er an Rheticus schrieb: „Wir werden den Coppernicus lieben und gegen die Angriffe und die Mißgunst der Übelwollenden verteidigen. Und wenn auch zugegeben ist, daß einige unverzeihliche Rechenfehler vorkommen, so ist es doch ehrlich, sie in aller Offenheit zu verbessern, und es geziemt nicht die Fehler auszuposaunen und vor den zur Unzeit feiernden Menschen zu übertreiben". Dann wies er auf einige Fehler hin und stellte die Frage, warum Rheticus sie nicht verbessert habe. Schließlich forderte er ihn auf die Fehler zu berichtigen, damit die Verkleinerungen und die Übertreibungen der Übelwollenden aufhörten. Deutlich geht aus diesem Briefe und aus den Anmerkungen in den noch vorhandenen Exemplaren des Hauptwerkes hervor, daß sich die Gelehrten auf das neue Buch gestürzt und bald viele Fehler entdeckt hatten; zuerst waren es die Fälle, wo Coppernicus die Angaben des Ptolemaeus oder Albategnius falsch übernommen hatte; dann gelangte man zum Fehler von 6 Stunden bei der Jahreslänge und zu Fehlern, die teils dem Verfasser, teils dem Setzer zuzuschreiben waren. Dann rechnete man nach und stellte fest, daß die von Coppernicus berechneten Deklinationen des Mondes bei seinen Parallaxenmessungen nicht stimmten. So fand Reinhold bei der Weiterführung dieser Rechnung, daß die beiden Messungen den Mondabstand nicht zu fast 68 und $56^{41}/_{60}$ Erdhalbmessern, wie Coppernicus berechnet hatte, sondern zu $65^{36}/_{60}$ und $56^{10}/_{60}$ ergaben [Anm. 44]. Reinhold gehörte auch zu denen, die ihre Zeit sofort dem Buche widmeten. Ende 1544 berechnete er mit diesen Tafeln und mit den Alfonsischen Tafeln die Himmelsereignisse des Jahres 1545, um daraus das Geschick Luthers zu ersehen. Die Horoskope schrieb er in seine Horoskopsammlung (Clm 27003, S. 2rv), aber ohne die Auslegung.

Die Durcharbeitung des Hauptwerkes dürfte Reinhold auf manche Fehler geführt haben; manche davon, nämlich die falschen Übertragungen der Beobachtungen aus dem Handbuch des Ptolemaeus, mußten wohl bei der Vergleichung dieser beiden Werke sofort auffallen, bedeuteten aber für die Rechnung des Coppernicus wenig, weil dieser die ptolemäischen Berechnungen der Winkelabstände oder der Zwischenzeiten zweier Beobachtungen übernahm und mit ihnen rechnete. Es waren nur Schönheitsfehler. Unangenehmer waren die Fehler bei der Berechnung der eigenen Beobachtungen des Coppernicus. Wieviele Fehler Reinhold festgestellt hatte, läßt sich nicht angeben. Seine noch erhaltenen Prüfungen [Anm. 44] bilden offensichtlich nur einen kleinen Teil seiner Berechnungen, die er anscheinend auf losen Zetteln ausführte und in seinen Erläuterungen des Hauptwerkes zusammenfassen wollte, was ihm aber infolge seines baldigen Todes nicht gelang. Immerhin kam er durch seine Nachprüfungen zur Überzeugung, daß die im Hauptwerk enthaltenen Tafeln zur Berechnung der Himmelsvorgänge nicht genügten, um daraus die Beobachtungen, welche die Grundlage des Hauptwerkes bildeten, zu berechnen. Andererseits bestand kein Zweifel, daß die Alfonsischen Tafeln für die Vorausberechnung nicht mehr taugten und daß die Arbeit des Coppernicus einen großen Fortschritt bedeutete. Er hatte auf Grund neuer Beobachtungen die ptolemäischen Ergebnisse wesentlich verbessert und damit den seit 100 Jahren von den Gelehrten gehegten Wunsch erfüllt. Gewiß gab es die riesige über 47 Jahre sich hinziehende Beobachtungsreihe Regiomontans und Walthers; aber in Nürnberg war nichts geschehen, um den richtigen Gebrauch davon zu machen. Sie wurde sogar erst 1544 veröffentlicht und zwar nicht einwandfrei. Somit blieb die Arbeit des Coppernicus der Ausgang für die Förderung der Sternkunde. Die darin enthaltenen Versehen mußten durch eine Neuberechnung der Beobachtungen der Hipparch, Ptolemaeus und Coppernicus verbessert werden. Gewiß kam die Aufgabe zuerst dem Rheticus zu. Der Brief Lauterbachs wird nicht die einzige Aufforderung zur Verbesserung des Werkes seines toten Meisters gewesen sein. Da Rheticus den Entwurf in seinen Händen hatte, so war nur er in der Lage festzustellen, welche Fehler dem Setzer oder dem Schreiber der Druckvorlage oder seinem Meister zuzuschreiben waren. Er konnte aus dem Entwurf er-

sehen, daß sein Meister zuletzt nicht mehr in der Lage war, die nötigen Verbesserungen durchzuführen, und infolge seiner Altersschwäche noch manche Fehler hinzugefügt hatte. Als Jünger hatte er die Pflicht, das Hauptwerk seines toten Meisters von seinen Fehlern zu befreien und hinsichtlich der Planetentheorie, entsprechend den Angaben des 1. Berichtes, zu vervollständigen und damit dem Werk die nötige Form und Beachtung zu verschaffen. Rheticus entzog sich dieser Pflicht und begab sich für mehrere Jahre auf Reisen. Nur von Zeit zu Zeit erklärte er, das Werk des Coppernicus dürfe in keiner Weise verändert werden, und erhob versteckte Vorwürfe gegen Reinhold. Dieser hatte in schwerer Arbeit, die durch den Krieg eine Zeitlang unterbrochen werden mußte, von 1544 bis 1549 neue Bahnelemente auf Grund der Beobachtungen der Hipparch, Ptolemaeus und Coppernicus abgeleitet und damit Tafeln zur leichten Berechnung der Himmelsvorgänge hergestellt. Diese Tafeln erinnerten in ihrer Einrichtung, nämlich in ihren Zeichen zu 60^0, an die Alfonsischen Tafeln und in der Anordnung zu 20, 40, 60 usw. Jahren seit Christi Geburt an die beliebten Tafeln des Gmunden und die Tabulae Resolutae. An Coppernicus erinnerte die Bezugnahme auf das Widderhorn, als Beginn der Zählung in Länge. Unter Benützung der Beobachtungen des Coppernicus berechnete Reinhold für die Erdfernen der Planeten Saturn, Jupiter und Mars beinahe die gleichen Werte; für die Erdferne der Venus nahm er den ptolemäischen Wert, woraus hervorgeht, daß er die anderen coppernicanischen Beobachtungen nicht kannte. Für Merkur berechnete er aus den 3 Nürnberger Beobachtungen die Erdferne, die von der von Coppernicus errechneten weniger als 1^0 abweicht. Diese Tafeln, die sich für die Vorausberechnungen sehr eigneten, versah er mit einer langen Erklärung und nannte sie Preußische Tafeln zu Ehren des Herzogs Albrecht von Preußen, dessen Hauptstadt Königsberg er auch zum Bezugsort seines Ortsverzeichnisses machte und dessen Geburtstag er als Beispiel für die Berechnung der Örter der Himmelskörper verwendete. Er war dem Herzog durch Melanchthon empfohlen und erwähnte ihm gegenüber schon Anfang 1545 sein Tafelwerk und die Schwierigkeiten der Berechnung. Der Herzog hatte zuerst 200 Gulden für die Berechnung ausgesetzt, wenn das Werk ihm gewidmet würde. Da diese Summe der großen Arbeit nicht entsprach, hoffte

Reinhold ihn zu einer größeren Spende zu veranlassen und ließ ihm durch einen Freund nahelegen 1000 Gulden dafür zu schenken, zumal es sich um ein Werk handele, das den Alfonsischen Tafeln gleichkäme, wofür bekanntlich Alfons von Kastilien einige Tonnen Goldes gegeben habe. Auf diese Forderung ging der Herzog nicht ein; er wolle noch 500 Gulden geben, so daß er im ganzen 1000 Gulden für das Werk bewilligt habe. Reinhold mußte sich damit zufrieden geben, obwohl er seinem Freunde gegenüber feststellte, daß er bisher nicht mehr als 300 Gulden erhalten habe, wovon 100 Gulden für Horoskope und für die Widmung seiner Erklärung der Planetenlehre Peuerbachs, also für andere Arbeiten, geschenkt worden waren. Der Herzog versprach im Sommer 1550 die 500 Gulden in 5 Jahresraten nach dem Erscheinen des Buches zu zahlen, wobei er aber die Widmung der künftigen Werke Reinholds verlangte. Als sich nun der Druck der Tafeln lange hinzog, wegen des Todes des Nürnberger Druckers Petreius, der das Buch übernommen hatte, und Reinhold endlich im Herbst 1551 seine Tafeln übersenden konnte, bat er um die Auszahlung von 200 Gulden. Dieses Geld wurde Anfang 1552 bezahlt; dann gab es aber Schwierigkeiten. Reinhold hatte Wittenberg wegen der Pest verlassen müssen und reiste in seine Vaterstadt Saalfeld, wo er am 19. Februar 1553 im Alter von 41 Jahren starb. Es bedurfte erst vieler Bitten seiner Kinder und der Vorstellungen der Vormünder, bis der Herzog 100 Gulden im Jahre 1558 bezahlte. Noch im Jahre 1565 erinnerte Reinholds Sohn vergeblich den Herzog an die Zahlung der übrigen 200 Gulden. Anscheinend erfolgte die Zahlung nie.

Reinhold hatte in seinen Preußischen Tafeln die coppernicanischen Ergebnisse, soweit sie sich auf die Verbesserung der Elemente der Planetenbahnen und auf die Mondparallaxe bezogen, zur Grundlage künftiger Berechnungen gemacht. Gewiß stimmten seine Zahlen nicht völlig mit den coppernicanischen überein. Er wies in seiner Vorrede darauf hin, daß die coppernicanische Dreieckslehre unübertrefflich sei, daß aber der Eifer des Coppernicus in der Berechnung erschlaffte, wie es der Augenschein und der Unterschied zwischen Beobachtung und Rechnung ergäbe. Deshalb habe er alles neu berechnen müssen und dem Werke des Coppernicus außer seinen Beobachtungen und außer den Spuren seiner Beweise nichts entnommen. Jedoch

habe er sein eigenes Vorgehen in seinen Erläuterungen zum Hauptwerk des Coppernicus auseinandergesetzt. Demnach waren für Reinhold an der Arbeit des Coppernicus die Beobachtungen und die neuen Bahnelemente wichtig; über das neue Weltgebäude äußerte er sich gar nicht [Anm. 45]. Diese Betonung der von Coppernicus gefundenen und mitgeteilten Werte der Präzession, der Jahreslänge, der Schiefe, der Lage der Sonnenfernen wurde wichtig für die künftigen Jahrzehnte. Sie legte man den Berechnungen zu Grunde und bezeichnete sie als Calculus Copernicus oder Calculatio Copernicana, ohne dabei zwischen den rein coppernicanischen Werten oder den Werten der Preußischen Tafeln zu unterscheiden.

Nicht nur in Wittenberg gab man sich dem Studium der neuen Lehre hin. Auch Joh. Schöner in Nürnberg scheint sie durchgesehen zu haben; denn seine Beobachtung Merkurs im Dezember 1544 hängt wohl damit zusammen. Joh. Hommel, Professor der Mathematik in Leipzig, auch ein Schüler Melanchthons, machte sich viele Anmerkungen in seinem Exemplar des Hauptwerkes, welche beweisen, wie aufmerksam er das Buch durchgearbeitet hatte [Anhang E]. In den Jahren 1559—61 stellte er Beobachtungen zur Prüfung der Jahrbücher des N. Simus, die auf den Alfonsischen Tafeln, und des Joh. Stadius, die auf den Preußischen Tafeln beruhten, an und fand, daß die Beobachtungen von Saturn und Mars mehr den Angaben des Stadius als des Simus entsprachen [Schweinfurt H 178 Nr. II]. Auch Gemma Frisius fühlte sich durch die Arbeit des Coppernicus zu weiteren Untersuchungen angeregt. Er hatte früher die Kometen von 1532 und 1533 und die Konjunktion des Mondes mit der Spika 1540 beobachtet. Der 1. Bericht des Rheticus veranlaßte ihn den Monddurchmesser mit dem Jakobstab zu messen, um sich zu überzeugen, ob die scheinbare Mondgröße der ptolemäischen oder der coppernicanischen Lehre entspräche. Nach dem Erscheinen des Hauptwerkes beobachtete er den Mars am 31. Oktober 1544 und fand ihn um 2^0 abweichend vom Ort des Jahrbuches. Außerdem berechnete er mit den coppernicanischen Mondtafeln den Mondort für seine Beobachtung der Konjunktion von Mond und Spika und bestimmte somit den Längenunterschied Löwen-Krakau [292]. Ferner machte er mit seinem Astrolab von 1547 bis 1551 einige Beobachtungen [293, S. 362—388], aber wohl nicht

zur Nachprüfung der coppernicanischen Angaben. Valentin Steinmetz aus Gersbach [60, S. 644] stellte, wie er in seiner Vorhersage für 1552 mitteilte, fest, daß die coppernicanischen Zahlen mehr zutreffen als andere Angaben, die um halbe oder ganze Tage nicht übereinstimmen, und fühlte sich deshalb bewogen, sich um die coppernicanische Lehre zu kümmern. Dies dürfte der erste gedruckte deutsche Hinweis auf das coppernicanische Werk sein.

Außer Reinhold und Lauterbach, die schon 1544 mit Vorausberechnungen der Himmelsvorgänge auf Grund der Tafeln des Coppernicus begonnen hatten, benützte Hilarius von Wislicza diese Tafeln für die Berechnung seines Jahrbuches für 1549. Reinhold selbst berechnete Jahrbücher für die Jahre 1550 und 1551 auf Grund seiner Preußischen Tafeln, während Rheticus ein Jahrbuch für 1551 veröffentlichte, wozu er die coppernicanischen Tafeln verwendet hatte; sie galten für Frauenburg im Gegensatz zu Reinholds Jahrbüchern, die auf Königsberg bezogen sind. Reinholds Preußische Tafeln wurden benützt 1556 von Dr. Gallus Emm in Zittau zur Berechnung einer Geburtsdeutung [Zittau Stadtbibl. Mscr. A9], von Simon Titius für seine Vorhersage für 1557 [Königsberg Un. Bibl. Ob 622 II Nr. 1], von Jakob Cuno für sein Jahrbuch für 1557 [780 Nr. 2138], von Vikt. Schönfeld 1558 [648] und Nikol. Caesareus 1558 [764, Nr. 6470]. Wichtig wurde ihre Verwendung in den Jahrbüchern des Joh. Stadius für 1554 bis 1570 mit den Fortsetzungen bis 1606, weil dadurch ein Vergleich mit den anderen Jahrbüchern, die noch auf den Alfonsischen Tafeln beruhten, möglich wurde. Daneben gab es Gelehrte, die sich nicht die Mühe verdrießen ließen, die künftigen Himmelsereignisse auf Grund der Preußischen Tafeln oder der coppernicanischen Tafeln vorauszuberechnen, wie God. Eberbach für 1573 und 1574 [780, Nr. 2618, 2668], M. Maestlin für 1577 bis 1600 [462, 463], Thomas Finck für 1582 [780, Nr. 2976, 3036], H. Bünting 1590 [780, Nr. 3371] und A. Grevenstein für 1593—1620 [780, Nr. 3493] es taten.

Lauterbach scheint nicht der einzige Wittenberger Student gewesen zu sein, der die Vorzüge des coppernicanischen Hauptwerkes erkannte und sich dafür einsetzte. Reinhold hatte in seinen Preußischen Tafeln öffentlich auf die Fehler der coppernicanischen Rechnungen hingewiesen und bessere Tafeln dafür ver-

öffentlicht, aber zugleich doch die Beachtung immer wieder auf das coppernicanische Werk gelenkt, so daß jeder Wissensdurstige nach dem Buch greifen und damit sich mit der neuen Lehre vertraut machen mußte. Gewiß stand in der Vorrede, daß die Annahmen (Hypothesen) nicht richtiger als andere Annahmen seien und nur aufgestellt wären, um die Planetenbewegungen darzustellen. Aber man erfuhr bald, daß die Vorrede von Osiander eingeschoben sei. Die Kunde ging von Mund zu Munde; die einen strichen die Vorrede durch, andere schrieben darüber „Andreas Osiander", noch andere schrieben in ihr Buch die Mitteilung, daß Rheticus sich mit dem Drucker entzweit und von Osiander das Eingeständnis der Tat erpreßt hatte [Anhang E]. Die Angelegenheit drohte ein öffentlicher Skandal zu werden. Wie ärgerlich für die Häupter der evangelischen Kirche! Der fein eingefädelte Plan war gescheitert. Nunmehr las jeder die Widmung des Coppernicus und fand darin dessen feste Überzeugung ausgesprochen, daß die Annahmen richtig seien, worunter in erster Linie die Erdbewegung verstanden wurde. So war die Sachlage schon einige Jahre nach dem Erscheinen des Hauptwerkes. Das Werk des toten katholischen Domherren begann das Denken in Wittenberg umzuwandeln. Dem mußte Einhalt geboten werden. Melanchthon selbst griff nun ein. Den Anlaß bot eine Vorlesung über die Einführung in die Physik (Initia doctrinae physicae). Unter Physik wurde die Aristotelische Physik verstanden, wobei auf die Himmelsvorgänge sehr eingegangen und als Beobachtung die große Helligkeit Jupiters im Sommer 1548 erwähnt wurde. Die Erörterung der Erdbewegung wurde bei der Besprechung der Bewegung der Welt vorgenommen. Zuerst wurde betont, daß schon der Augenschein lehre, daß der Himmel in 24 Stunden um die Erde herumgeführt werde und zwar in kreisförmiger Bewegung, wie sie den kugelförmigen Körpern zukomme. Dann fuhr Melanchthon fort: „Aber hier behaupten einige, sei es aus Neugierde, sei es um geistreich zu sein, daß die Erde bewegt werde, und versichern, daß weder der 8. Himmel noch die Sonne bewegt werde, während sie zwar den übrigen himmlischen Bahnen eine Bewegung zuteilen und die Erde auch unter die Gestirne reihen. Diese Scherze sind nicht neu. Es gibt noch das Buch des Archimedes über die Sandrechnung, worin er erzählt, daß Aristarch von Samos die widerspruchsvolle Behauptung aufgestellt habe, daß die Sonne

ruhe und die Erde um die Sonne herumgeführt werde. Und wenn auch scharfsinnige Meister vieles untersuchen, um den Geist zu beschäftigen, so ist es indessen nicht anständig, widersinnige (absurde) Behauptungen öffentlich zu vertreten, und schadet durch das böse Beispiel.

Obwohl einige lachen, wenn ein Physiker göttliche Zeugnisse anführt, so halten wir es doch für anständig, die Philosophie auf das Gotteswort zu beziehen und in einer solchen Finsternis des Geistes den göttlichen Willen zu befragen, wo immer wir können. Ein Psalm besagt deutlich, daß die Sonne bewegt werde. Und über die Erde sagt ein anderer Psalm: „Du hast die Erde zugerichtet und sie bleibt bestehen." Und der Prediger Salomo sagt im 1. Kapitel: „Die Erde aber steht ewig, die Sonne geht auf und unter und läuft an ihren Ort, daß sie wieder daselbst aufgehe." Darauf zählte Melanchthon die physikalischen Gründe auf, die gegen die Erdbewegung sprechen: 1. Wenn ein Kreis um einen Punkt geschlagen wird, so bleibt der Mittelpunkt in Ruhe. Die Erde befindet sich in der Weltmitte und ist deshalb in Ruhe; denn sonst müßte die Erde sich außerhalb der Weltachse in der Äquatorebene befinden oder auf der Weltachse und zwar außerhalb dieser Ebene, so daß sie dem einen Pole näher ist als dem anderen. Oder sie befindet sich weder in der Weltachse noch in der Äquatorebene. Wenn dies der Fall wäre, so würde sich Widersinniges (Absurdes) ergeben. Deshalb muß sich die Erde in der Weltmitte befinden und ruhen. 2. Die Erde muß auch ruhen, da jeder schwere Körper zu ihr als dem Sitz der Ruhe fällt. 3. Die abgetrennten Teile der Erde wollen sich mit ihr vereinigen und dort ruhen. Deshalb fallen sie hinunter und deshalb ruht die Erde. 4. Wenn die Erde täglich bewegt würde, so könne sie nichts nähren, so müsse sie ihre Teile zerstreuen; da dies nicht der Fall ist, so müsse die Erde in der Weltmitte ruhen.

In den folgenden Abschnitten seines Buches, das er in den Jahren 1545 bis 1549 verfaßte, ging Melanchthon auf die Planetenlehre ein, worin er nur die Lehre des Ptolemaeus vortrug, aber die Zahlenwerte der Ptolemaeus, Werner und Coppernicus anführte. Somit hatte er wie Reinhold den Coppernicus wegen seiner Zahlenangaben, aber nicht wegen seiner Lehre erwähnt. Dagegen wurde die neue Lehre mit Aristarch von Samos in Ver-

bindung gebracht und ihr der Augenschein und kirchliche und physikalische Gründe entgegen gehalten. Meisterhaft hatte Melanchthon verstanden, Coppernicus von seiner Lehre zu trennen. Wenn er auch von der nächsten Auflage an, die 1550 in Wittenberg erschien, seine Ausführungen milderte und die Stellen „Sei es aus Neugierde, sei es um geistreich zu sein", „Solche Scherze sind nicht neu" und „So ist es indessen nicht anständig, widersinnige Behauptungen öffentlich aufzustellen, und schadet durch das böse Beispiel" wegließ [740], so wirkte doch das von ihm in den Vordergrund gestellte Wort „absurd" wie ein Stichwort noch lange in den Erörterungen über die neue Lehre. Nicht nur durch die 17 Auflagen seines Buches, sondern auch durch die Bücher seines Schwiegersohnes Kaspar Peucer wurde es sehr verbreitet und diente dazu, die neue Lehre von vornherein ins falsche Licht zu stellen. Peucer [Anm. 46] hatte 1551 seine Einführung in die sphärische Astronomie „Elementa doctrinae de circulis coelestibus et primo motu" veröffentlicht, worin er Aristarch als den Gelehrten, der die Erde zwischen den Sphären von Venus und Mars um die Sonne herumführen lasse, und Coppernicus, den größten Astronomen seit Ptolemaeus, als seinen Nachfolger erwähnte. Ähnlich Melanchthon wies er diese Ansicht als absurd nach. Sein Buch erlebte bis 1587 noch 6 Auflagen. Im Jahre 1559 kündigte er eine Vorlesung über die Planetenlehre an, worin er versprach die Planetenlehre an die Tafeln des Coppernicus und die Preußischen Tafeln anzupassen [653, Bd. IV E 1v]. Seine Arbeit stellte er später seinen Freunden und Schülern zur Verfügung. Lukas Bathodius schrieb sie ab. Die Abschrift erhielt der Straßburger Drucker Th. Rihel, der sie auf Rat seines Verwandten Dasypodius im Jahre 1568 veröffentlichte [378]. Dasypodius hielt sie für eine Arbeit Reinholds, wie er im Vorwort schrieb. Tatsächlich geht aus dem Inhalt deutlich hervor, daß die Vorlesung nach Reinholds Tode gehalten wurde. Als Peucer davon erfuhr, veröffentlichte er seine Vorlesung in Wittenberg 1571. In seiner Widmung an den Landgrafen von Hessen wies er auf die unbefugte Veröffentlichung von 1568 hin und erklärte, daß die coppernicanische Lehre wegen ihrer Wirklichkeitsferne und Absurdität keineswegs in die Hochschulen einzuführen sei. In der Vorlesung selbst kommt das Wort absurd in bezug auf die neue Lehre nicht vor. In der Einleitung wird gesagt, daß die Planeten-

lehre des Ptolemaeus vorgetragen werde, unter Weglassung der neuen Hypothesen des Coppernicus, der darin Aristarch und anderen alten Gelehrten folgte und sie zu eigenem Nutzen verwendete. Die neue Lehre wird erst am Ende der Mondtheorie flüchtig geschildert; die Erklärung der Präzession, sowie die Hinweise im 1. Bericht des Rheticus auf die Annäherung der Erdbahnmitte zur Sonne und auf die Marstheorie werden weggelassen. Auch die neue und wichtige Bestimmung der Mondparallaxe findet keine Erklärung. In dieser Beziehung blieb Peucer hinter Reinhold weit zurück. Nur in der Benützung einiger Zahlenwerte unterscheidet sich seine Planetenlehre von der ptolemäischen Darstellung. Diese Arbeit Peucers fand Beachtung, wie aus der neuen Auflage in Köln 1573, allerdings auch ohne Peucers Namen, und aus einer Vorlesung von 1573—74 [764, Nr. 6230] hervorgeht.

Auch Hartmann Beyer hatte sich in Wittenberg, als er dort vor 1549 studierte, das Buch des Coppernicus angeschafft und es sorgfältig durchgelesen, wie seine Anmerkungen beweisen [Anhang E]. In seinen Erörterungen zur Sternkunde des Sacrobosco [48], die er 1549 in Frankfurt veröffentlichte, kam er auf die neue Lehre zu sprechen. Er lehnte die Erdbewegung ab, da die Erde weder gradlinig noch kreisförmig um ihre Achse bewegt werde. Auch in den Büchern anderer Gelehrten, die in Wittenberg studiert hatten, findet sich dieselbe Ablehnung der Erdbewegung, wenn auch ohne ihre Herabsetzung als absurd. Michael Neander, Professor der Mathematik seit 1561 in Jena, lehrte in seiner sphärischen Astronomie [526], daß die Erde in der Weltmitte ruhe, wofür er ähnliche Gründe wie Melanchthon anführte. Ähnlich verfuhr Seb. Theodoricus in seinem 1564 erschienenen Werke [692] und V. Strigel in seiner 1564 erschienenen Epitome doctrinae [687]. Sie lehnten die Erdbewegung ab und verwendeten gelegentlich die coppernicanischen Zahlenangaben. Th. Blebel erwähnte in seiner 1576 erschienenen Sphaera die Erdbewegung überhaupt nicht [74]; auch die späteren Auflagen dieses begehrten Lehrbuches bis 1629 widmen ihr nicht eine Zeile.

Immerhin zeigte sich an der Universität Wittenberg ein Umschwung, als im Jahre 1571 bei der Neubesetzung des Lehrstuhles für höhere Mathematik verlangt wurde, daß der Gelehrte

mit neuen und fleißigen Beobachtungen die Sternkunde und besonders die Planetentheorie neu begründe. Als Joh. Praetorius (1539—1616), der früher in Wittenberg studiert hatte, dorthin berufen wurde und für die Beobachtung des neuen Sternes von 1572 zwei Instrumente brauchte, wurden die Kosten dafür von der Universität bewilligt [274, S. 281, 292].

Ähnlich wie in Wittenberg war es an anderen deutschen Universitäten. In Leipzig lehrte Joh. Hommel (1518—1562), der von Melanchthon sehr empfohlen worden war, die Mathematik. Er veröffentlichte wohl kein Lehrbuch, schrieb aber in sein Exemplar des Hauptwerkes viele, nicht immer günstige Bemerkungen ein und prüfte bis kurz vor seinem Tode durch Beobachtungen die Jahrbücher des Stadius und des Simus. Melchior Gerlach hielt 1584 in Leipzig eine Rede über die Sonne [295], worin er die Ansicht Aristarchs über die Erdbewegung ablehnte. Chr. Meurer erwähnte in seinen 1586—87 in Leipzig veröffentlichten Büchern über Mathematik und Astronomie Coppernicus nicht [498]. Der Rostocker Professor Heinrich Brucaeus nannte in seinem viel gelesenen Buche über den ersten Umschwung wohl den Coppernicus, aber nicht in Bezug auf die Bewegung, worin er völlig dem Ptolemaeus folgte [111]. Ähnlich machte es Paul Crusius in seiner Erklärung einiger Vorschriften zu den Preußischen Tafeln [197]. Auch sein Nachfolger als Jenaer Professor für Mathematik Georg Limnaeus sprach sich in seiner Vorlesung 1593 gegen die neue Lehre aus, die er als absurd und falsch bezeichnete [764, Nr. 6647]. Gegen die neue Lehre erklärte sich Nik. Frischlin in Tübingen [275], angeblich auch Nik. Winterberg [736] und Konrad Salacus [622]. Georg Bachman, Leiter der Lüneburger Schule, wandte sich in seiner 1591 erschienenen Epitoma doctrinae gegen die absurde Lehre, daß sich die Erde nicht in der Weltmitte befinde, und brachte physikalische und biblische Gegengründe gegen die Erdbewegung vor [22, S. 14—15].

Auch Michael Maestlin, der zuerst in Heidelberg und später in Tübingen lehrte, stellte sich in seinem viel gelesenen Lehrbuch „Epitome astronomiae" nicht auf die Seite der Anhänger des Coppernicus, wenn er auch dessen Zahlenangaben mehrfach heranzog. Auch in einer 1582 in Heidelberg gehaltenen Disputation ließ er die These, daß die Erde in der Weltmitte ruhe, verteidigen [464]. Gab es damals überhaupt Anhänger der neuen Lehre?

Man möchte das bezweifeln, wenn man in Erwägung zieht, daß bis zum Jahre 1590 das Hauptwerk nur 1 neue Auflage erhielt, während die erwähnten Lehrbücher in 62 Auflagen erschienen. Darin wurde die neue Lehre entweder gar nicht oder nur als widersinnig hingestellt; selten war eine kurze Schilderung ihrer Eigenart. Immer fehlten aber die Figur des coppernicanischen Weltgebäudes und Hinweise auf die Vorzüge der Mondtheorie und auf die bedeutsamen Angaben im 1. Bericht des Rheticus. Nur Josias Simler (1530—1576) zeichnete in einer Vorlesung, die er im Collegium Carolinum zu Zürich in Vertretung Konrad Gesners, in den Jahren 1550—1551 über die Herstellung der Himmelskugel [764, Nr. 9643] hielt, auch die Figur des neuen Weltgebäudes. In seinem später erscheinenden Buch „De principiis astronomiae" kam er auf die neue Lehre nicht zu sprechen, sondern legte die ptolemäische Lehre zu Grunde [661, S. 2v]. Vielleicht wirkte auf seine Unternehmungslust lähmend das Verhalten des Rheticus, der sich anscheinend mehr und mehr von der neuen Lehre zurückzog, statt sie zu verteidigen und allgemein verständlich darzustellen. Galilei berichtet in seinen Dialogen, daß Christian Wursteisen aus Rostock zwei oder drei Vorlesungen in der Akademie, wohl zu Padua, über die neue Lehre gehalten habe, worüber die meisten spotteten. Wann dies geschah, läßt sich nicht feststellen [745, Bd. II, S.35—46]. Wursteisen, der im Jahre 1544 in Basel geboren wurde und schon mit 20 Jahren mathematische Vorlesungen an der Universität halten mußte, lebte bis 1588 in seiner Vaterstadt und veröffentlichte außer einer Arithmetik eine Erklärung der Peuerbachschen Planetentheorie [756], die er 1568 verfaßt hatte und worin er Coppernicus besonders rühmte, dessen Hypothesen er an dieser Stelle nicht auseinandersetzen wolle. Das große Ansehen, das dem Werke des Coppernicus in Basel entgegengebracht wurde, dürfte dazu beigetragen haben, daß Dasypodius, der mit der Herstellung der neuen Münsteruhr in Straßburg beauftragt worden war, dort dessen Bildnis anbringen ließ, wozu er sich aus Danzig ein Originalbildnis kommen ließ, um darnach eine Kopie in den Jahren 1572—74 herstellen zu lassen. Dies sollte nicht eine Ehrung für den Schöpfer der neuen Lehre, sondern für den berühmten Astronomen bedeuten, der die neuen Bahnelemente zur Berech-

nung des Planetenlaufes und der Finsternisse, die an der Uhr zu sehen waren, berechnet hatte. Nichts deutet im Bildnisse (Abb. 75) auf die neue Lehre hin. Nichtssagende mathematische Figuren, aber nicht sein Weltgebäude sind zu sehen. Und die Kunstuhr selbst zeigte den Planetenlauf gemäß der ptolemäischen Vorstellung. Immerhin bewirkte die Ehrung des Coppernicus im fernen Elsaß, daß man sich in Preußen des berühmten Landsmannes erinnerte. Der Bischof Kromer ließ 1581 ein Denkmal im Frauenburger Dom anbringen und die Thorner Johanneskirche erhielt auch ein Denkmal.

Bisher hatten wir uns mit der Aufnahme der neuen Lehre im protestantischen Deutschland beschäftigt. Wie verhielt man sich im katholischen Deutschland? Gemma Frisius, der durch seine Beobachtungen die Fehler der Alfonsischen Tafeln bestätigt hatte, begrüßte das Erscheinen des neuen Werkes sehr, wenn er sich auch 1555 im Briefe an Stadius [673] nicht völlig als Anhänger ausgab und über die Zulässigkeit der als paradox und absurd angesehenen Annahmen der Erdbewegung und Sonnenruhe disputierte [584, Bd. I, 2, S. 284—285 und Bd. II, S. 393—394]. Die coppernicanischen Zahlen für die Präzession verwendeten Melchior Klayber 1569 in Wien [422] und der Jesuit und Professor in Ingolstadt Heinrich Arboräus, als er für die jetzt in der Münchner Staatsbibliothek befindliche Himmelskugel die Sternörter für 1575 berechnete [625, S. 52]. Bedeutsam war das Verhalten des Jesuiten Christoph Clavius, der wegen seiner großen Kenntnisse eine große Rolle spielte. In seiner 1570 in Rom erschienenen Erklärung der Sternkunde des Joh. de Sacrobosco nannte er verschiedene Male den Coppernicus als sorgfältigen Beobachter der Sterne, vorzüglichen Erneuerer der Sternkunde und den weitaus gelehrtesten und bewunderungswürdigen Astronomen; er benützte dessen Beobachtungen und übernahm das Sternverzeichnis, dessen Fehler er verbesserte; aber die Hypothesen verwarf er als unverträglich und absurd und führte gegen sie dieselben Bibelstellen (wie Melanchthon) und ähnliche physikalische Beweise an [153, Bd. III, S. 23, 35, 98]. Von diesem Buch erschienen bis 1618 mindestens 19 Auflagen. Sein Weltgebäude sah 12 Himmel vor, nämlich über dem Sternhimmel den 9. und 10. Himmel als Himmel des täglichen Umschwunges und der Präzession und ihrer Ände-

rung und darüber das Coelum empyreum und den Himmel der Seligen.

Der Kölner Professor Valentin Naibod benützte auch die coppernicanischen Zahlen [524, S. 142, 151]. Albert van Leeuwen (Leoninus) veröffentlichte 1583 in Köln eine „Theoria notuum coelestium referens doctrinam Copernici ad mobilitatem solis eamque sequentes Hypotheses cum nova de motu ipsius terrae sententia et Hypothesi", worin er Coppernicus als hervorragenden Gelehrten seines Zeitalters bezeichnete und seine Zahlen als sehr genau hervorhob, aber von der schweren Verständlichkeit der Bücher des Coppernicus und der Preußischen Tafeln sprach und seine Hypothesen wohl als sehr geistreich, aber als widersinnig (paradox) und durch ihre Keckheit die meisten Leser beleidigend bezeichnete. Deshalb sah Leeuwen sich veranlaßt der Sonne ihre Bewegung wiederzugeben und den Sternhimmel sich um die Weltmitte drehen zu lassen, wo die Erde sitzt, die eine der Präzession entsprechende Bewegung ausführt. Im Jahre 1599 hielt Joh. Appenzeller in Ingolstadt eine Vorlesung [764, Nr. 674], worin er zuerst die coppernicanische Lehre anführte und die Gegengründe darlegte, um schließlich die ptolemäische Lehre vorzutragen. Wenn wir noch hinzufügen, daß damals in Köln die Werke über die Sternkunde des Sacrobosco und über die Planetentheorie Peuerbachs neue Auflagen erlebten [780, Nr. 2405 und 3003] und die Bücher Melanchthons und Peucers auch von Katholiken viel gelesen wurden, so ist es verständlich, daß die katholische Kirche nichts für die Verbreitung des Hauptwerkes des Domherren Coppernicus tat, so daß die neue Auflage 1566 nicht in Köln oder Ingolstadt, sondern im protestantischen Basel erfolgte.

Die Aufnahme der neuen Lehre des Coppernicus in Deutschland war fast überall ungünstig. Die Wenigen, die anfangs begeistert waren, ließen sich zählen. Die meisten sprachen sich dagegen aus. Wenn wir außer den schon erwähnten Büchern der Wittenberger Schule mit ihren 62 Auflagen aus den Jahren 1545 bis 1595 auch noch die Neuauflagen der Sternkunde des Sacrobosco und der Planetentheorien der Ptolemaeus und Peuerbach und ähnliche Werke der katholischen Richtung heranziehen, so stehen dem in je 2 Auflagen erschienenen Hauptwerk und dem 1. Berichte mindestens 100 Auflagen von Büchern gegenüber,

worin das ptolemäische Weltgebäude gelehrt oder zu Grunde gelegt wurde. Auch ist zu bemerken, daß in den deutsch geschriebenen Sternkunden, die sich meistens „Astronomia Teutsch" nannten, nur diese Theorie gelehrt und die neue Lehre nicht erwähnt wurde. Beinahe nur vom Hörensagen konnte damals ein Deutscher, der nicht die lateinische Gelehrtensprache verstand, vom neuen Weltgebäude erfahren. Gewiß kam das vor. Nicht umsonst wird der protestantische Geistliche Johann Mathesius in den Jahren 1558 bis 1560 gepredigt haben: „Gott hat die Erde auf ihren Boden, Festung und Beständigkeit gegründet, wie der 104. Psalm wider die preußischen mathematicos und astrologos sagt" [456, Bd. II, S. 158, 423]. Auch das fränkische Wort „köpperneksch" für etwas sehr verwickeltes, schwieriges und widersinniges deutet auf die Beachtung der neuen Lehre durch weite Volksschichten hin.

Wie stand es mit der Beachtung der coppernicanischen Lehre im Auslande? Wenn wir uns zuerst nach Italien wenden, so bemerken wir, daß die Vorliebe für die Darstellung der Planetenbewegungen durch gleichmittige Bahnen um die ruhende Erde noch nicht verschwunden war. Paolo Donati veröffentlichte noch 1575 eine ähnliche Arbeit [227]. Im gleichen Jahr erschienen in Venedig die mathematischen Werke des Fr. Maurolico, der im Vorwort seiner Zeitrechnung (Computus Ecclesiasticus) sagte: „Möge auch Coppernicus vernichtet werden, der die Sonne ruhen und die Erde wie einen Kreisel sich drehen läßt, und eher eine Peitsche als eine Zurechtweisung verdient". Anders handelten die Berechner von Jahrbüchern. Gius. Moleti (1531—1588), Professor der Mathematik in Padua, benützte noch für seine Jahrbücher für 1564—1584 die Alfonsischen Tafeln, da sie die Zeiten der Neu- und Vollmonde und der Finsternisse richtiger ergäben als die Tafeln des Coppernicus, wie der Maler Jos. Salviatus, Cyprian Leovitius [Anm. 47] und einige Freunde es beobachtet hätten. Dem Coppernicus gebühre wohl der größte Dank, weil er die Himmelserscheinungen bewunderungswürdig dargestellt und versucht habe, die frühere Genauigkeit der Planetentheorie wiederherzustellen, was ihm wohl hinsichtlich der 3 oberen Planeten gelungen sei, wie die Beobachtungen lehrten. Jedoch sei es ihm nicht gelungen, den Lauf der Sonne und der 3 unteren Planeten so genau darzustellen [506]. Später, bis 1580, änderte er aber

seine Meinung und benützte für seine Gregorianischen Tafeln der Himmelserscheinungen die Tafeln des Coppernicus, mit der Begründung: „Denn die Angaben der Alfonsischen Tafeln entsprechen den Himmelserscheinungen nicht. Und wir würden noch in dieser schwierigen Lage verharren, wenn Nikolaus Coppernicus, der Herkules unserer Zeit, nicht geschickt die Ungleichmäßigkeiten der Bewegungen erkannt und sie seinen Annahmen und Zahlen angepaßt hätte" [507, S. 6v]. Dieses Verhalten Moletis ist um so wichtiger, als er zu den Gelehrten gehörte, die wegen der Verbesserung des Kalenders und der Einführung des Gregorianischen Kalenders befragt wurden.

Franc. Giuntini pries 1577 [302] Coppernicus wegen seiner Sonnentheorie und brachte in seiner Sfera del Mondo, die 1582 in Lyon [302a] erschien, ein Bild des coppernicanischen Weltgebäudes, obwohl er an anderer Stelle die alte Lehre vertrat [488 mit Abb.]. G. A. Magini (1555—1617), Professor der Mathematik in Bologna, benützte für seine Jahrbücher sofort die coppernicanischen Zahlen [466]; wenn er dabei im Titel seiner Jahrbücher [469] später nur „gemäß den coppernicanischen Beobachtungen" und nicht mehr „gemäß den Hypothesen des Coppernicus" schrieb, so entsprach das nur den Tatsachen. Im Jahre 1585 verglich er Coppernicus mit Ptolemaeus und nannte ihn in der Widmung seiner Novae coelestium orbium theoriae, congruentes cum observationibus N. Copernici [468] von 1588 den hervorragendsten Astronomen der Gegenwart. Er habe dessen Arbeit zuerst nur durch die 1573 in Köln erschienenen Hypotyposes kennen gelernt und daraus die Zahlen für seine Jahrbücher entnommen, wie Moleti es in seinen Tabulae Gregorianae tat. Später entdeckte Magini, wie er in der Vorrede angibt, daß diese Hypotyposes die Lehre des Coppernicus nicht richtig darstellten, besonders nicht die Erklärung der Präzession durch Librationen. Er benützte nun für seine Novae . . . Theoriae das coppernicanische Hauptwerk und übernahm daraus alles, mit Ausnahme der aller Wahrheit und Philosophie widersprechenden Annahme, daß die Erde sich bewege und die Sonne und der Sternhimmel ruhen. Kurz zuvor bezeichnete er in seiner Vorrede diese Annahmen als absurd. Also auch hier nur die Anpassung der ptolemäischen Theorie, die gelegentliche Änderungen erfährt, an die Beobachtungen des Coppernicus; hauptsächlich sind es die Jahreslänge

und die Präzession und die Mondparallaxen, die verwendet wurden. Die ptolemäischen und coppernicanischen Beobachtungen wurden nicht angeführt. Im Jahre 1590 bekannte er sich Brahe gegenüber zu dessen Weltgebäude, allerdings mit der Erddrehung. Im Jahre 1591 wies Bonamici in seinem Buche über die Bewegung auf die coppernicanische Lehre hin, erklärte sich aber als Anhänger der ptolemäischen Lehre [79a, S. 455].

In Italien wurde die neue Lehre gelegentlich erwähnt, ohne daß sie Anhänger gefunden hätte. Als Übermittler kamen zuerst Deutsche: Widmannstetter und Wursteisen, aber auch italienische Gelehrte in Betracht, die sich mit der Berechnung von Jahrbüchern beschäftigten und somit am besten in der Lage waren, die Vorzüge der coppernicanischen Zahlen kennen zu lernen. Anders war es in Frankreich. Dort gab es wohl Gelehrte, die sich mit der Herstellung von Geräten befaßten, aber Jahrbüchern und der Kalenderverbesserung widmete man nicht seine Zeit. Infolgedessen gingen die französischen Gelehrten anders an die neuen Gedanken heran. Sie hielten sich an die Hypothesen. Pierre Ramée schrieb deshalb von Paris aus im Jahre 1563 an Rheticus [60, S. 603] und bat ihn die Astronomie von den Hypothesen zu befreien. Pierre de Mesme [556, S. 232] erwähnte 1567 Coppernicus als Nachfolger Aristarchs, lehnte es aber ab, diese absurde und falsche Hypothese auseinanderzusetzen. Aus natürlichen Gründen und infolge allgemeiner Ansicht ruhe die Erde in der Weltmitte. Auch Saluste Du Bartas wandte sich in seinem berühmten Gedichte „Semaine" gegen diese Lehre; er schilderte die Theorie des gelehrten Deutschen (docte Germain) als die Träumerei eines stolzen und unruhigen Geistes und Verächters der allgemeinen Meinung. In der Auflage von 1583 wandte sich der Herausgeber S. Goulart Senlisien gegen die absurde Hypothese. Die Vorrede des Buches beweise, daß Coppernicus sie vorangesetzt habe, mehr um die Geister zum Studium der Astronomie zu verlocken als um entschlossen an seiner Hypothese festzuhalten. Inzwischen erschienen 1580 die Essais von M. E. de Montaigne. Darin besprach er die verschiedenen Weltsysteme, zuerst das des Ptolemaeus und dann die Lehre von der Erdbewegung, die zuerst Kleanthes und Hicetas aufgestellt und jetzt Coppernicus so gut begründet habe, und fügte hinzu: „Aber ist diese zweite Hypothese besser als die ptolemäische? Und kann nicht in den näch-

sten 1000 Jahren eine neue entstehen, welche diese beiden beseitigt?" Deshalb müsse man gegen jede neue Theorie Mißtrauen zeigen.

Auch Jean Bodin (1530—1596) stellte sich in seinem nach seinem Tode veröffentlichten Buch „Universae Naturae Theatrum" feindlich gegen die neue Lehre und führte die bekannten physikalischen und biblischen Gegengründe an [684, S. 45]. Dabei brachte er die angebliche Erzählung des ermländischen Bischofes Martin Kromer über die Verspottung der neuen Lehre am Hofe Herzog Albrechts, die allerdings in Kromers beiden Geschichtswerken nicht nachzuweisen ist. Bodin gab dabei wohl nur der in Frankreich herrschenden Meinung Ausdruck, wie sie sich auch im Gutachten der Pariser Universität zur Kalenderreform äußerte. Der päpstliche Kalenderausschuß hatte Ende 1577 verschiedene Universitäten zu Gutachten aufgefordert. Die Wiener Universität beauftragte ihren Astronomen Paul Fabricius, der sich für die Berücksichtigung der Himmesvorgänge und für die Nachprüfung der Kalenderangaben durch eine Sternwarte aussprach. Die Pariser Universität gab 1578 ihr Gutachten durch ihre theologische Fakultät ab; die Fakultät hielt sich für verpflichtet gegen alles, was nach Ketzerei aussah, vorzugehen und besonders gegen die Vertreter neuer Gedanken: „Zu diesen neuen wölfischen Lehrern zählt nun die Fakultät auch die neuen Astronomen; unmittelbar nach Anführung von Luther, Calvin und Beza eifert sie gegen jene, welche sich mit den Angeln des Himmels beschäftigen und sich selbst verkennen, welche Himmel und Erde verwechselnd sich daran erfreuen, daß sich der ganze Erdkreis bewegt. Mit der Lehre der Ketzer sei auch diese neue Lehre auszurotten; nichts dürfe geschehen von Seite der Kirche, was ihr Vorschub leisten und ihr auch nur einen Schein der Berechtigung verleihen könnte. Durch die Kalenderreform soll nämlich — so meint die Fakultät — die Kirche dem Willen der Astronomen unterworfen und dienstbar gemacht werden. Dies berge an sich schon große Gefahren in den Augen der Orthodoxen; denn dadurch, daß man das heilige Osterfest nach dem Laufe der Gestirne umändern wolle, werde die göttliche Majestät, die allein denselben erkennen und messen kann, verletzt, ja es werde die ganze Ordnung der Dinge verkehrt, da doch Gott Sonne und Mond zum Frommen der Kirche, nicht diese zum Dienste jener,

geschaffen habe. Um so gefährlicher sei aber dieses Beginnen, weil die Bewegungen der Gestirne von den Astronomen gemessen werden, welche verwerfliche, gefährliche und unwissende Leute seien" [396, S. 37].

Der französische Mathematiker Fr. Viète (1540—1603) wies in seinem Buch „Apollonius Gallus" einen mathematischen Fehler im 9. Kapitel des III. Buches des Hauptwerkes nach [707, Bl. 11].

Anders als in Frankreich wurde die neue Lehre in England aufgenommen. Hier hatte Nikolaus Kratzer um 1520 deutsches Wissen, besonders die Kenntnis der modernen Sonnenuhr, in Oxford gelehrt. Die Werke der Stöffler und Peuerbach waren sehr verbreitet. Auch das Hauptwerk fand bald Eingang. Der 1566 gestorbene Sir Thomas Smith besaß das Werk und außerdem die Preußischen Tafeln und Bücher von Apian, Regiomontan und Stöffler. Bereits im Jahre 1556 brachte Recordes englisch geschriebenes Buch „Castle of Knowledge" Kunde von der neuen Lehre, allerdings ganz im Sinne Peucers, unter Betonung, daß Coppernicus die Behauptung Aristarchs erneuert habe und daß die Ansicht widersinnig und gegen den gesunden Menschenverstand sei. Immerhin erfuhr der Leser, wenn auch nicht Einzelheiten, so doch vom Vorhandensein einer neuen Lehre, deren Vertreter Coppernicus ein sehr gelehrter, erfahrener und bewunderungswürdig sorgfältiger Beobachter sei und daß die Erde immer 3 800 000 Meilen von der Weltmitte entfernt sei [391, S. 127]. Gleichzeitig benützte John Feild die Preußischen Tafeln zur Berechnung seines Jahrbuches für 1557 [257]; in der Vorrede dazu erklärte John Dee, daß er seinem Freund Feild zur Benützung dieser Tafeln geraten habe, da die alten Tafeln nicht mehr genügten; auf die neue coppernicanische Lehre einzugehen, sei hier nicht der richtige Ort. Auch später veröffentlichte Dee, der selbst das Hauptwerk in 2 Exemplaren neben dem Werk des Nikolaus von Cues und dem griechischen Almagest besaß, darüber nichts. Dagegen versuchte Thomas Digges (geboren 1546 als Sohn des Mathematikers Leonhard Digges) die Erscheinung des neuen Sternes von 1572 (B Cas) zur Prüfung der coppernicanischen Theorie zu verwenden, indem er sein Aufleuchten und die darauf folgende Helligkeitsabnahme als Folge der Erdbewegung in der Richtung hin und weg vom Stern auffaßte und glaubte, mit Hilfe

der jährlichen Erdbewegung um die Sonne Abstand und Größe, kurz die Parallaxe, der Himmelserscheinung bestimmen zu können [224]). In seiner Begeisterung für die neue Lehre fügte er 1576 der neuen Auflage der Prognostication euerlasting seines Vaters eine englische Beschreibung der neuen Lehre mit eng-

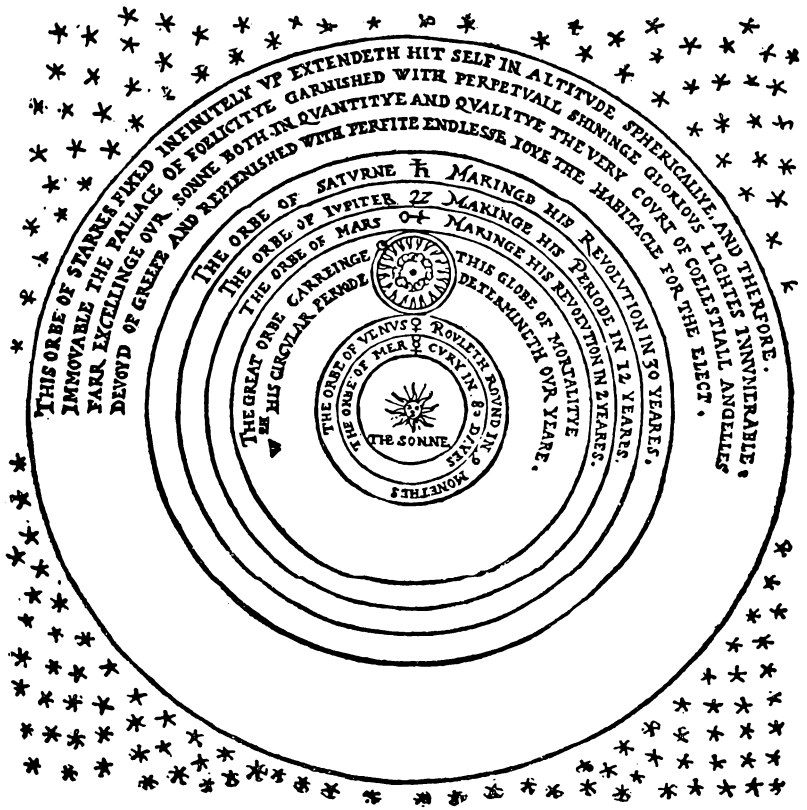


Abb. 45. Weltgebäude des Th. Digges. (Digges, A Perfit Description of the Caelestial Orbes, 1576.)

lischer Übersetzung von Teilen des 1. Buches, besonders des 8. u. 10. Kapitels, [391, S. 98—101, 106] mit erklärender Figur (Abb. 45) bei. Dies tat er, damit jeder wißbegierige Engländer sie kennen lernen könne. Wichtig war sein Zusatz [391, S. 165], daß die Sterne wohl im äußersten Himmel, aber verschieden weit von der Erde sich befinden, so daß nur die im unteren Teil des

Himmels befindlichen Sterne uns sichtbar sind, während der größere Teil der sich ins Unendliche erstreckenden Sterne von uns nicht gesehen werden kann. Dieser Zusatz, wenn er auch damals ohne Folgen blieb, läßt deutlich ersehen, daß die neue Lehre neue Gedanken erweckte; denn mit der ptolemäischen Lehre waren unendliche große Kreisbewegungen unvereinbar. Seine Beschreibung machte offenbar großes Aufsehen; bis 1605 erschienen noch 6 Auflagen. Im Jahre 1579 beabsichtigte er, Erklärungen zum Hauptwerk des Coppernicus mit deutlichen Beweisen, die sich auf letzte Beobachtungen gründen, herauszugeben, kam aber offenbar nicht dazu. Bekannt sind seine Versuche mit konkaven und konvexen Linsen, entfernte Gegenstände nah zu sehen. Wie William Bourne um 1580 angab [391, S. 177], wurden dafür 2 hinter einander befestigte konkave Linsen benützt. Jedoch gelang es ihm nicht, ein brauchbares Fernrohr herzustellen, dessen Nutzen für die Kriegführung ihm, dem Militärbeamten, nicht verborgen sein konnte.

Im Jahre 1576 gehörte zu den Fragen, die ein künftiger Magister in Oxford zu beantworten hatte, die Frage: „Ruht die Erde in der Weltmitte?" Eine andere Frage lautete 1588: „Gibt es mehrere Welten?". Somit kündigte sich eine neue Zeit an, wenn auch die meisten Engländer sich mehr mit der philosophischen Ablehnung der neuen Lehre begnügten, wie sie in Du Bartas Gedicht, das seit 1580 durch englische Übersetzungen in England sehr verbreitet wurde, angeführt wurde, um das Widersinnige (paradoxe) der Lehre zu zeigen [391, S. 189].

Wie stand es in Skandinavien? Olof Luth, der sich 1562 in Rostock, 1563 in Greifswald und 1570 in Wittenberg hatte immatrikulieren lassen und als Magister 1570 nach Schweden zurückkehrte, wo er bald darauf Professor in Upsala wurde, verfaßte 1579 das älteste Lehrbuch der Astronomie in schwedischer Sprache, eine Bearbeitung der Sternkunde des Joh. de Sacrobosco, unter weitgehender Benützung der Quaestiones H. Beyers. Coppernicus und die Erdbewegung werden darin nicht erwähnt [623].

Und im übrigen Ausland? In Spanien scheint das Werk des Coppernicus bald Beachtung gefunden zu haben; denn im Jahre 1561 wurden die neuen Vorschriften für die Universität Salamanca veröffentlicht, wonach Mathematik und Astrologie in

3 Jahren zu lehren seien und zwar an 1. Stelle Astrologie und an 2. Stelle Euklid, Ptolemäeus oder Coppernicus nach Wahl der Zuhörer [684, S. 44]. Diese Bestimmung, welche die Wahl den Zuhörern überläßt, ist sehr merkwürdig; noch merkwürdiger ist es aber hier den Namen des Coppernicus zu finden; selbst wenn es sich nur um die Erklärung seiner Tafeln oder der Preußischen Tafeln, wofür oft Coppernicus gesagt wurde, gehandelt hätte, wer konnte darüber Vorlesungen halten? Immerhin muß sich dort ein für die neue Lehre begeisterter Gelehrter befunden haben, unter dessen Zuhörern Didacus a Stunica gewesen sein dürfte, der eine Erklärung zum Hiob vor 1579 schrieb, die erst 1584 in Toledo und später 1591 in Rom erschien. Darin wies er auf die Einfachheit des coppernicanischen Weltgebäudes gegenüber dem ptolemäischen hin und betonte, daß der Spruch Hiob IX, 6: „Er beweget die Erde aus ihrem Ort, daß ihre Pfeiler zittern" nicht dagegen angeführt werden könne [391, S. 44].

In Polen wurden die ersten Untersuchungen des Coppernicus nicht sehr beachtet. Miechow und Wapowski kannten wohl seine Arbeiten, unterließen es aber nicht, sich kritisch dazu einzustellen. Erst der Bericht des Rheticus erweckte einen Widerhall in Krakau, wo man sich des Coppernicus als seines berühmten Studenten erinnerte. Dann berechnete der Krakauer Professor der Astronomie H. von Wislicza ein Jahrbuch für 1549 auf Grund der coppernicanischen Tafeln (Krak 608, 125—151). Später berechnete Magister Jo. Lathosius, Astronom der Krakauer Universität, ein Jahrbuch für 1571 auf Grund der Preußischen Tafeln (Krak 608, S. 153—179). Stanislaus Jacobeus berichtete in seiner Vorhersage für 1572 (Krak 608, S. 336—338) über die Prüfung der Preußischen Tafeln durch die Beobachtung der Konjunktion Saturns mit Jupiter im Jahre 1563. Gemäß den coppernicanischen Tafeln sollte sie am 24. August 1563 stattfinden. Um dies zu prüfen, waren viele Professoren und Magister der Krakauer Universität, darunter auch Nik. von Schadeck und Petrus Probosczowicze, und Magister Jo. Muscenius versammelt. Die beiden Planeten wurden so nahe beieinander beobachtet, daß Jupiter den Saturn bedeckte. Die Alfonsischen Tafeln ergaben aber einen anderen Tag, an dem die Planeten $2^0 21'$ von einander entfernt standen. Ebenso war es am 11. April 1564, wo gemäß den Alfonsischen Tafeln die Konjunktion stattfinden sollte, während Jupiter um 3^0

dem Saturn vorauseilte. Deshalb waren Schadeck und Probosczowicze, die immer schon den coppernicanischen Angaben mehr getraut hatten, der Meinung, daß auch ihre Nachfolger im Lehrstuhl der Astronomie den coppernicanischen Angaben mehr trauen sollten. Im Zusammenhang damit dürfte wohl die Nachricht stehen, daß Dr. med. Valentin Fontani (1536—1618) in den Jahren 1578—80 dreimal eine Vorlesung über die Astronomie gemäß Coppernicus gehalten habe [56, S. 13]. Allerdings müssen darüber noch eingehendere Nachrichten abgewartet werden; denn L. A. Birkenmajer kannte diese Vorlesungen offenbar nicht, sondern erwähnte nur [60, S. 630], daß Fontani das Buch „Hypotyposes orbium Coelestium, quas appellant theoricas planetarum, congruentes cum Tabulis Alphonsinis et Copernici" [378] besaß. Es ist nicht ausgeschlossen, daß dieses 1568 erschienene Buch, das tatsächlich die ptolemäische Theorie mit wenigen Hinweisen auf Coppernicus lehrt, ihm zu seinen Vorlesungen diente. In den Krakauer Handschriften sind seine Vorlesungen nicht nachweisbar.

Brahe.

Das Hauptwerk war 1543 erschienen. Hatte seitdem die Lehre vom neuen Weltgebäude Fuß gefaßt? Noch ein Menschenalter später dürfte man diese Frage verneint haben; manche wären geneigt gewesen zu behaupten, daß eigentlich nur einige Beobachtungen und Schlußfolgerungen daraus Verwendung fanden, daß aber von einem Nutzen keine Rede sein könne. Gewiß werde Coppernicus sehr gelobt; aber das sei damals so üblich. Die geringe Anerkennung, welche die neue Lehre fand, bekommt jedoch eine andere Bedeutung, wenn wir die Entwicklung der Wissenschaft seit dem Altertum uns ins Gedächtnis zurückrufen. Seitdem mit Ptolemaeus die wissenschaftliche Forschung ein Ende genommen hatte, dauerte es viele Jahrhunderte, bis bei den Germanen der Bildungs- und Forschungsdrang so stark geworden war, daß das bloße Studium der überlieferten Bücher nicht mehr genügte, sondern einzelne Gelehrte selbst dem Himmel seine Geheimnisse zu entreißen suchten. Es ist kein Zufall, daß die ersten systematischen Sonnenbeobachtungen und die ersten Beobachtungen von Finsternissen mit genauen Zeitangaben dort vorkamen, wo später die Umgestaltung der Sternforschung er-

folgen sollte, nämlich in Deutschland. Und es ist kein Zufall, daß in Deutschland die Räderuhr und die modernen Stundenangaben zuerst auftraten und bald darauf die moderne Sonnenuhr als das notwendige Hilfsmittel zur Uhrprüfung erfunden wurde und später die Erfindung der Federzuguhr hinzukam. Hand in Hand mit der nötigen technischen Vorbereitung ging auch die geistige, nämlich der Ausbau der Mathematik zur Herstellung der nötigen Dreieckslehre und der Winkeltafeln und die Prüfung der überlieferten Planetentheorie. Es war wichtig, daß die Germanen sich nicht mit den beliebten Einwürfen der Aristoteliker und der Araber begnügten, sondern die Beobachtung herangezogen. Zuerst Heinrich von Langenstein, dann Magister Julmann wiesen auf die Unvereinbarkeit der ptolemäischen Theorie mit den Beobachtungen hin. Das Zutrauen schwand. Neue Gedanken konnten auftauchen. Nikolaus von Cues spielte mit dem Gedanken der Erdbewegung. Bei Regiomontan scheint der Gedanke schon festere Gestalt gewonnen zu haben, zugleich der erste Versuch, durch planmäßige Beobachtungsreihen den Grund zu einer umfassenden Erneuerung der Planetentheorie zu legen. Sogar Merkur, den 1432 ein Lübecker Gelehrter für die christliche Welt wiedergefunden hatte, wurde eifrig beobachtet. Welche Aussichten für die Zukunft! Da starb Regiomontan mit 40 Jahren. Alles schien in Frage gestellt. Würde wieder ein solches Genie kommen, gleichgroß in Astronomie, Mathematik und Physik, von gleicher Arbeitsfähigkeit im Beobachten und im Rechnen? Die Natur entschied anders. Gleichsam als ob es jetzt wichtig sei, zuerst und unter allen Umständen die Umgestaltung des Weltbildes vorzunehmen, wobei eine vielseitige Begabung nur schädlich sei, trat ein ganz andersartiger Gelehrter, Nikolaus Coppernicus, auf den Plan. In jahrzehntelanger Arbeit führte er das Werk durch und fand die Zeit, um die Besonderheiten und Vorzüge seiner Lehre auseinanderzusetzen. Allerdings war es ihm nicht möglich sein Werk zum Abschluß zu bringen und seine letzten bedeutsamen Gedanken hineinzuverarbeiten. Mit allen seinen Mängeln wurde es 1543 veröffentlicht. Die Mängel waren so offenkundig, daß darob mancher irre wurde, der sonst die Vorzüge des großen Werkes verkündigt hätte. Rheticus, der die nötigen Verbesserungen hätte durchführen, auf die weitreichenden Gedanken hinweisen und

die schwierigen Stellen erklären müssen, versagte. Die Heilige Schrift, der gesunde Menschenverstand und die jahrtausendalte Meinung der Physiker wurden gegen die Erdbewegung angeführt. Das Alte erhob sich gegen das Neue. Noch eine andere Gefahr bedrohte die junge Lehre von der Erdbewegung. Die schon im 15. Jahrhundert merkliche Vorliebe für die Sterndeutung hatte zugenommen. Nicht nur die Fürsten, auch die Edelleute und die Bürger ließen sich ihr Schicksal aus den Sternen lesen. Und der Arme kaufte sich ein Planetenbuch oder allenfalls einen Kalender, um die Zukunft daraus zu ersehen. Die riesigen Auflagen solcher Bücher beweisen ihre Beliebtheit. Diese Vorliebe hatte Regiomontans Werke verfälscht und somit seine Arbeit gegen die Sterndeutung umgedeutet und ihn zum großen Sterndeuter gestempelt. Nur wenige Gelehrte hielten sich von der Sterndeutung frei. Die junge Wittenberger Universität pflegte sie sehr. Melanchthon, Peucer und Reinhold hielten darüber Vorlesungen. Reinhold, Rheticus, J. Camerarius, Schöner, Werner und andere berechneten Geburtsdeutungen und verfaßten jährliche Vorhersagen, deren marktschreierischer Titel zum Kauf lockte. Die Beschäftigung mit der Sterndeutung brachte klingenden Gewinn. Wer mochte dagegen angehen? Da die Sterndeutung das alte Weltgebäude mit der ruhenden Erde und den 7 Planeten voraussetzte, so lag um so weniger Anlaß vor, das alte Weltgebäude aufzugeben. Vielmehr mußte die wachsende Vorliebe für die Sterndeutung jeden Versuch, ein neues Weltgebäude zu errichten, als aussichtslos, ja als widersinnig erscheinen lassen. War damit nicht das letzte Wort über das Werk des Coppernicus gesprochen? Diese Frage mochte sich mancher vorlegen. Jedoch war die Beachtung der Himmelsvorgänge noch nicht durch die Vorliebe für die Sterndeutung verdrängt. Wie schon im 15. Jahrhundert die Himmelsvorgänge fast nur noch in Deutschland beobachtet worden waren, so geschah es auch im 16. Jahrhundert. Kometen, neue Sterne und andere Himmelserscheinungen riefen hier eine Flut von Schriften und Drucken, weit mehr als im Auslande, und darunter auch manche wichtige Beobachtungen hervor. Gleichsam als ob der Himmel selbst die Beachtung der Himmelsvorgänge erzwingen und eine Benebelung der Geister durch die morgenländische Sterndeutung verhindern wolle, ereigneten sich immer wieder auffällige Himmelserschei-

nungen und zwangen zur Beobachtung, zur Erwägung und zur Kritik an der Überlieferung. Und so kam es, daß die coppernicanische Saat schließlich doch aufging. Wieder war es in Deutschland, wo die Entscheidung fiel und die Erneuerung der Sternkunde stattfand, zuerst durch die Beobachtungen Brahes und dann durch die zusammenfassende Arbeit Keplers. Gewiß war Brahe ein Däne; aber seine Ausbildung erfolgte in Deutschland; wissenschaftlich verkehrte er fast nur mit Deutschen; sein Werk wäre nicht möglich gewesen ohne die großen Empfehlungen der deutschen Fürsten an den dänischen König und an Kaiser Rudolf und schließlich wäre sein Werk ohne Keplers hingebende Arbeit ein Bruchstück geblieben. Deshalb ist seine Arbeit nur im Rahmen der deutschen geistigen Entwickelung denkbar.

Tycho Brahe [233] wurde am 14. Dezember 1546 in Knudstrup, im damals dänischen Schonen, als Sohn des dänischen Edelmannes Otto Brahe geboren. Er kam zur Erziehung zu seinem Onkel Jörgen Brahe, der ihn 1559 auf die Universität Kopenhagen und dann nach Deutschland sandte, damit er dort die nötigen Kenntnisse für den Staatsdienst erwerbe. Tycho war aber seit der Sonnenfinsternis vom 21. August 1560, die er in Kopenhagen beobachtete, entschlossen sich nur der Sternkunde zu widmen, was seinen Verwandten nicht gefiel. Um sich mit der Sternkunde vertraut zu machen, kaufte er sich 1560 die Jahrbücher des Stadius und die Gesamtausgabe des Ptolemaeus, die Schreckenfuchs 1551 in Basel veröffentlicht hatte. In Deutschland suchte er zuerst Leipzig auf, wo er am 24. März 1562 ankam. Dort lernte er Bartholomaeus Scultetus und wohl auch Johann Hommel kennen, der am 5. Juli des Jahres starb. Durch Scultetus oder vielleicht durch Hommel selbst dürfte er Einblick in dessen Exemplar des Hauptwerkes und in die dortigen kritischen Anmerkungen [Anhang E] bekommen haben; aber auch Gelegenheit, die Leipziger Beobachtungen kennen zu lernen, gab es; Hommel hatte die Planeten mit einem Jakobstab beobachtet und dabei an je 2 Sterne angeschlossen. Dieses Verfahren wandte Brahe bald an. Er kaufte sich die Alfonsischen und Preußischen Tafeln und benützte sie, wie die Jahrbücher des Stadius, zur Beobachtung der Himmelsvorgänge. Die Konjunktion von Saturn und Jupiter im August 1563 beobachtete er mit einem

Zirkel und stellte fest, daß ihre Konjunktion zwischen dem 24. und 27. August früh gewesen sein müsse und zwar näher zum 27. August hin. Am 24. August morgens hätten die Planeten noch verschiedene Breite gehabt. Dies steht wohl im Widerspruch zu den polnischen Beobachtungen, wonach Jupiter am 24. morgens den Saturn bedeckt habe, stimmt aber mit der Angabe des Rheticus, daß die Konjunktion am 25. August 7½ Uhr nachmittags gewesen sei, überein. Darauf schaffte er sich einen Jakobstab an und ließ durch Barth. Scultetus eine Unterteilung durch Schrägteilung anbringen, wie sie damals in Leipzig üblich war. Im Jahre 1563 begannen die Beobachtungen, die Brahe später der Veröffentlichung für wert hielt. Es handelt sich um Beobachtungen von Finsternissen und Kometen und besonders von Planeten, deren Ort seit dem 1. Mai 1564 durch die Messung des Abstandes des Planeten von 2 Sternen mit dem Jakobstab bestimmt wurde. Gelegentlich wurde auch der Zirkel noch benützt. In seinen Beobachtungen zeigte Brahe (Abb. 46) sich schon mit 18 Jahren als Meister. Seine Leipziger Beobachtungen erinnerten nur 1563 an Hommels Beobachtungen von 1559 bis 1561. Am 17. Mai 1565 verließ er Leipzig und kehrte nach Kopenhagen zurück, wo sein Onkel bald darauf starb. Im Frühjahr 1566 setzte Brahe seine Studien in Wittenberg bei Peucer fort, bis die Pest ihn am 16. September zur Übersiedelung nach Rostock veranlaßte. Hier wohnte er beim Professor Levin Battus, der einige Gedichte über Finsternisse und jährliche Vorhersagen veröffentlichte, und dürfte mit Heinrich Brucaeus verkehrt haben, der später Professor der Astronomie in Rostock wurde. Von Rostock aus besuchte er seine Heimat und machte dann eine längere Reise durch Deutschland, die ihn zuerst nach Wittenberg, dann nach Ingolstadt, wo er Philipp Apian, und nach Lauingen, wo er Cyprian Leovitius besuchte, führte. Dann machte er in Freiburg Aufenthalt und besah bei dem dortigen Professor für Astronomie Erasmus Oswald Schreckenfuchs (1511—1579) dessen kleines Instrument zur Darstellung der coppernicanischen Hypothese [108, Bd. VII, S. 79]. Wie er 1584 an Brucaeus schrieb, glaubte Schreckenfuchs damit sowohl die coppernicanische als auch die ptolemäische Hypothese darstellen zu können. Jedoch sei das Instrument zur Darstellung der coppernicanischen Lehre nicht geeignet, meinte Brahe. Von Frei-

burg reiste er nach Basel, wo er bis zum Frühjahr 1569 blieb, um dann nach Augsburg überzusiedeln. Hier verkehrte er mit den Brüdern Hainzel, dem Bürgermeister Joh. Baptist Hainzel

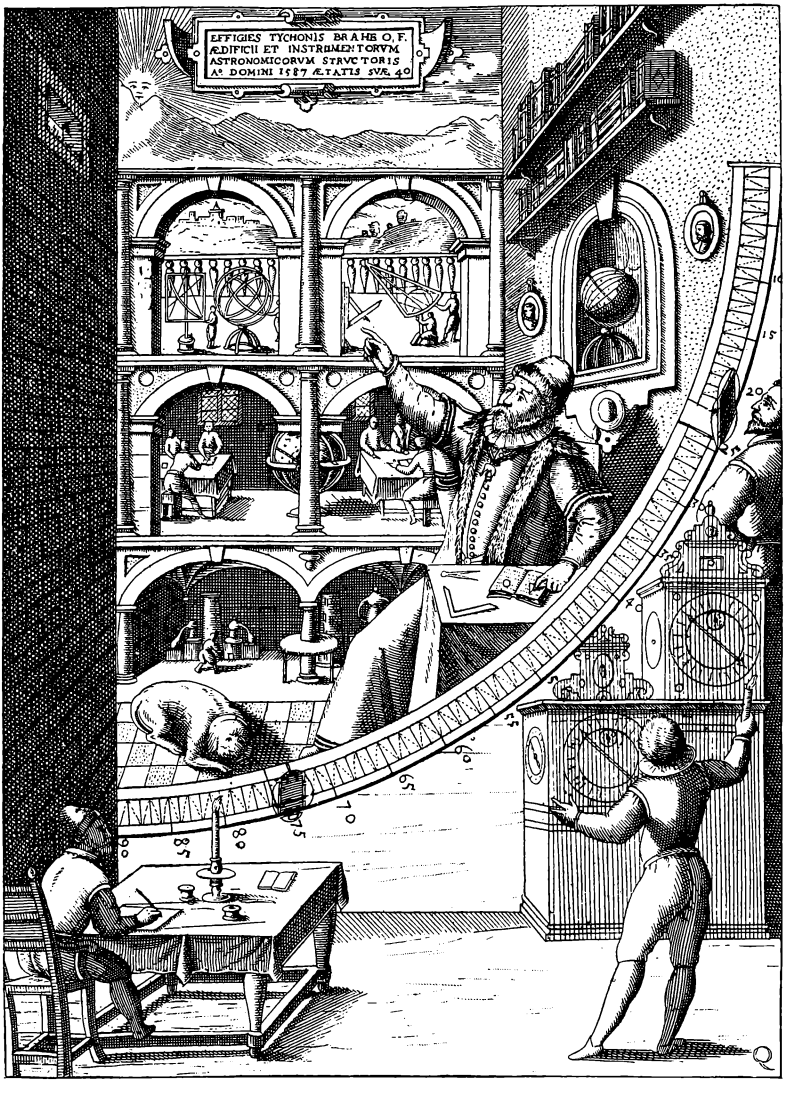


Abb. 46. T. Brahe in seiner Sternwarte Uraniborg mit seinem großen Mauerquadranten. (T. Brahe, Astronomiae Instauratae mechanica, Wandsbeck 1598, S. A 4 v.)

und dem Ratsherrn Paul Hainzel, und beriet sie bei der Anschaffung geeigneter Beobachtungsgeräte. Auf seinen Rat ließ Paul Hainzel einen Quadranten von 5½ m Halbmesser auf seinem Landsitz Göggingen aufstellen und machte damit Beobachtungen. In Augsburg, der gewerbereichen Stadt, hatte Brahe Gelegenheit die dortigen Künstler und geschickten Handwerker kennen zu lernen, deren Kunstwerke weithin berühmt waren. Christoph Schißler stellte gemäß Brahes Angaben eine kupferne Himmelskugel her, deren Triebwerk die Drehung der Kugel bewirkte [108, Bd. VII, S. 36]. Später verfertigte er eine kupferne Himmelskugel von 5 Fuß Durchmesser, die in 8 Teile zerlegbar war, und ein kupfernes Astrolabium, die Markus Fugger nach Spanien sandte, und erklärte sich bereit für Brahe eine kupferne Himmelskugel von 8 oder 10 Fuß, zerlegbar in 40 Teile, zu bauen. Da der Preis hierfür, abgesehen von den Kreisringen und den Füßen, 1000 Goldgulden sein sollte, dürfte Brahe von der Bestellung abgesehen haben. Immerhin hatte Brahe Gelegenheit bei ihm und anderen geschickten Meistern wie Ulrich Klieber und Thomas Rückert sorgfältige Arbeiten zu sehen und die Bearbeitung der Metalle kennen zu lernen. In Augsburg stellte er den hölzernen Sextanten her, den er bei seiner Abreise den Hainzel schenkte [108, Bd. V, S. 81] und hier dürfte er auch den stählernen Sextanten gebaut haben [108, Bd. V, S. 77], den er auf seinen Reisen mitführte und später auf einem Gestell befestigte. In Augsburg blieb er vom April 1569 bis April 1570. Dann kehrte er in seine Heimat zurück, wo sein Vater im folgenden Jahr starb. Brahe zog zu seinem Oheim Steen Bille und beschäftigte sich viel mit Chemie, bis das Erscheinen des neuen Sternes vom Jahre 1572 ihn wieder zur Sternforschung zurückführte. Mit einem hölzernen Sextanten maß er den Abstand des Sternes von mehreren Nachbarsternen und berechnete gemäß Regiomontans Formeln den Ort des neuen Sternes; andererseits beobachtete er die Höhe des Sternes in der unteren Kulmination und zog die Hainzelschen Beobachtungen in der oberen Kulmination heran, um nachzuweisen, daß der Stern seinen Ort während seiner Sichtbarkeit nicht geändert habe, so daß seine Parallaxe nicht meßbar sei und er zu den Sternen gehöre. Dieses Ergebnis veröffentlichte er zuerst in einer kleinen Schrift 1573 und später mit eingehender Bearbeitung aller ihm zugänglichen Beobachtungen

und Berichte in seinem Werke „Astronomiae Instauratae Progymnasmata", das von 1588 an gedruckt wurde und erst 1602 vollständig vorlag.

Seine Schrift über den neuen Stern sollte wie ein Weckruf wirken. Nicht umsonst wiederholte er Regiomontans bitteres Wort von den Astronomen, die am Schreibtisch oder am Ofen, aber nicht am Himmel ihre Kunst ausüben. Nicht umsonst griff er auf Regiomontans Dreieckslehre zurück. Bewußt knüpfte er an die Nürnberger Beobachtungsreihe an und verwendete diese Beobachtungen, sobald sich ihm die Möglichkeit bot, die Himmelsvorgänge planmäßig zu erforschen. Eine solche Gelegenheit sollte bald kommen.

Im Winter 1574—75 hielt er in Kopenhagen einen Vortrag über die mathematischen Wissensgebiete, worin er Ptolemaeus und Coppernicus als die größten Astronomen bezeichnete und ihre Lehren kurz streifte, ohne dazu Stellung zu nehmen, und dann auf die Bedeutung der Sterndeutung einging. Damals war er noch Anhänger der Sterndeutung und sprach sich in diesem Sinne aus. Zum Schluß ging er auf die Erklärung der Preußischen Tafeln ein. Im Frühjahr 1575 unternahm er wieder eine Reise nach Deutschland und besuchte zuerst den Landgrafen Wilhelm von Hessen, der in seinem Schloß in Kassel mehrere Instrumente aufgestellt hatte und dort fleißig beobachtete. Wie er Brahe mitteilte, hatte er bemerkt, daß die ihrem Untergang sich nähernde Sonne mehr und mehr sich verzögere, was auch an Sonnenuhren festzustellen sei. Brahe erinnerte sich der Waltherschen Beobachtung der Venus bei niedriger Höhe und beschloß dies künftig zu prüfen. Von Kassel reiste er über Frankfurt, wo er Bücher kaufte, und über Basel nach Venedig und darauf nach Augsburg. Dort waren seine Freunde für ihn tätig gewesen und hatten von Schreckenfuchs dessen Gerät für Brahe gekauft und sie zugleich mit einem Sonnenring des längst verstorbenen Ringelberg durch Peter Aurifaber nach Dänemark gesandt. Die große Himmelskugel, die er vor 5 Jahren in Augsburg bestellt hatte, war wohl fertig, genügte aber seinen Ansprüchen noch nicht, so daß sie erst im folgenden Jahr ihm zugeschickt wurde. Später ließ er sie mit Messingplatten belegen und die Sterne und Kreise eintragen. Von Augsburg reiste er nach Regensburg zur Krönung Kaiser Rudolfs II. Dort traf er Thad-

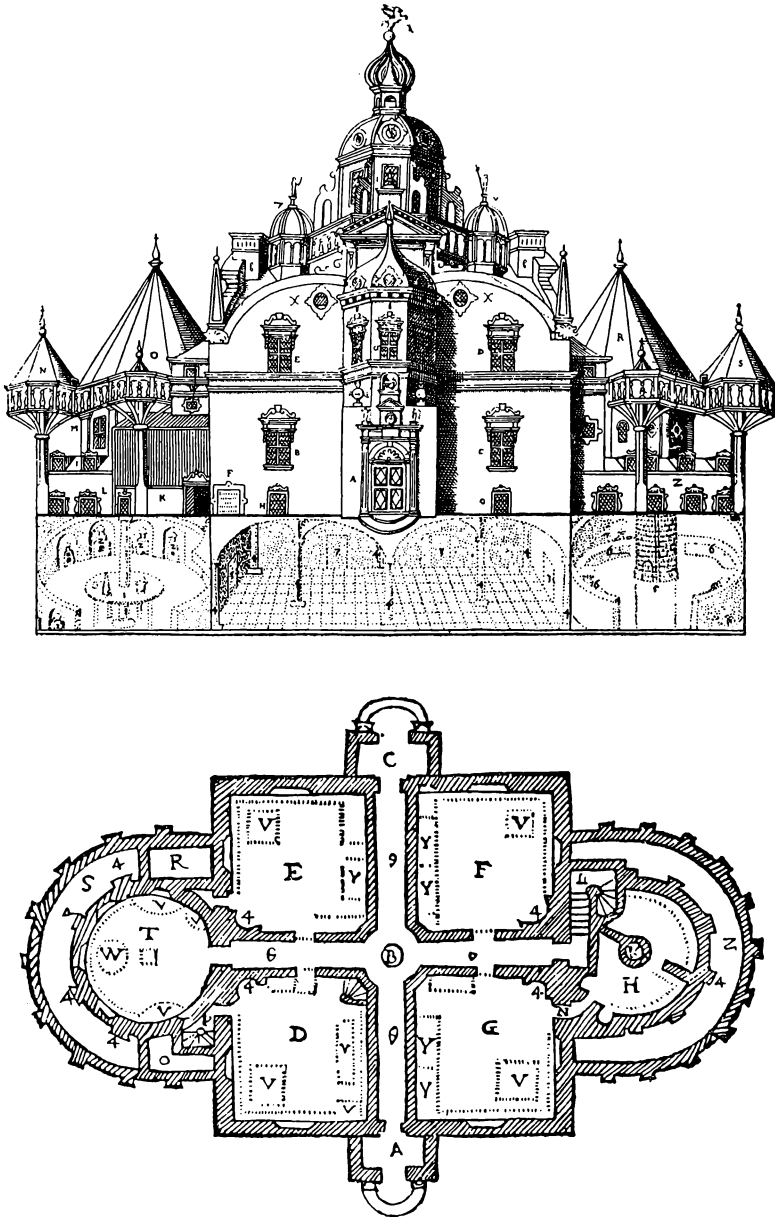


Abb. 47. Brahes Sternwarte Uraniborg. (T. Brahe, Astronomiae Instauratae mechanica, Wandsbeck 1598, S. H 2 v.)

däus Hagecius ab Hayck, den Leibarzt des Kaisers, und erhielt von ihm eine Abschrift des Vorberichtes des Coppernicus. Seine Reise führte ihn dann nach Nürnberg, wo er mit Joachim Camerarius II. zusammentraf und anscheinend nach Handschriften und Büchern Regiomontans und Werners suchte, und weiter nach Saalfeld, wo er den Sohn des Erasmus Reinhold besuchte. Er kehrte über Wittenberg, wo er den hölzernen Dreistab besah, mit dem W. Schuler und Joh. Praetorius den neuen Stern von 1572 beobachtet hatten, nach Dänemark zurück; hier traf er Ende 1575 ein. Inzwischen hatte der Landgraf von Hessen einer dänischen Gesandtschaft gegenüber sich sehr lobend über Brahe ausgesprochen und den Wunsch geäußert, daß ihm die Möglichkeit geboten würde, sich nur der Wissenschaft zu widmen, was zum Ruhm des Königs und des Landes geschehen würde. König Friedrich II. wurde dadurch veranlaßt Brahe im Lande zu halten und zu bewirken, daß dieser seinen Plan, sich in Deutschland niederzulassen, aufgebe. Deshalb bot er ihm unter anderem die im Sund gelegene kleine Insel Hven als Lehen an und versprach ihm die nötigen Hilfsmittel zur Errichtung eines Hauses. Brahe nahm dieses großherzige Angebot an und ließ durch den deutschen Baumeister Hans van Stenwinchel ein Haus auf der Insel bauen, wo er am 14. Dezember 1576 mit dem Beobachten begann. Am 8. August 1576 früh, als die Sonne gleichzeitig mit Jupiter und Regulus aufging und der Mond mit dem Wassermann unterging, also zu einer glückbringenden Stunde, wurde der Grundstein zu dem Hause gelegt, das Brahe Uraniborg nannte. Das Haus, das erst 1580 fertig wurde (Abb. 47), enthielt in mehreren Stockwerken Wohn- und Arbeitsräume, ein chemisches Laboratorium und mehrere Türme, deren Holzdach entfernt werden konnte. Von den Instrumenten hatte er die große Himmelskugel, den eisernen Sextanten und die automatische Himmelskugel mit Sonnen- und Mondbewegung aus Deutschland mitgebracht. Verschiedene Instrumente ließ er in seiner eigenen Werkstätte bauen, wo der Goldschmid Hans Crol tätig war. Der Augsburger Maler Tob. Gemperlin half gelegentlich. Auch der Nürnberger Mechaniker Georg Laubenwolf scheint Arbeiten geliefert zu haben. Hier wurden der große Mauerquadrant, verschiedene Sextanten und die großen Geräte für die 1584 erbaute Sternwarte Stjerneborg hergestellt: mehrere Armil-

len und Azimutalquadranten, die später in der Beschreibung der Sternwarte [105] abgebildet wurden. Außerhalb der Sternwarten lagen Werkstatt und Druckerei, wo Brahe seine Bücher durch Christoph Weida drucken ließ.

Prächtig und großartig waren beide Sternwarten eingerichtet, verschönt mit Bildnissen berühmter Astronomen und mit Gedichten Brahes. Die Stjerneborg war unterirdisch angelegt, um die Instrumente durch den Wind nicht erschüttern zu lassen. Die runden Dächer wurden weggenommen, um den Blick zum Himmel freizumachen. Hier blieb er bis 1597 und legte durch seine Beobachtungen den Grund zur Erneuerung der coppernicanischen Astronomie. Für den König hatte er nur jährlich eine Vorhersage zu liefern und die Zukunft der Mitglieder der königlichen Familie aus den Sternen zu lesen. Der glückliche Umstand, daß der Sund zwischen Kopenhagen und seiner Insel lag, verhinderte, daß der Hof ihn in seiner Tätigkeit störte. Nur wenn seine Bauern über die Fronlasten zu sehr murrten oder Brahe anderen Verpflichtungen nicht nachkam, griff der König ein.

Wie nützte Brahe diese Möglichkeit zur Forschung aus? Was wollte er untersuchen? Ein Brief seines Freundes Pratensis vom 31. Januar 1576 läßt ersehen, mit welchen Gedanken Brahe sich trug. Pratensis bat ihn seine Freunde darüber zu unterrichten, ob die ptolemäische oder die coppernicanische Hypothese wahrer sei, ob man sich auf irgend eine verlassen könne oder ob die ptolemäische eher zu verbessern, wie es von Brahe geschehen ist, und die coppernicanische hinsichtlich der Erdruhe zu berichtigen ist. Daraus geht deutlich hervor, daß Brahe mit der Darstellung der Himmelsvorgänge beschäftigt war und einen Ausweg in einer Änderung der sich schroff gegenüberstehenden Theorien suchte. Während seiner Studienzeit in Leipzig, Wittenberg und Rostock hatte er die Einwände gegen beide Theorien kennen gelernt. Die der Erde aufgezwungene dreifache Bewegung war auch ihm ein Dorn im Auge; er nannte sie noch 1588 absurd und ihm als Christ waren die biblischen Einwände mindestens so wichtig wie die physikalischen auf der aristotelischen Lehre beruhenden Gegengründe. Daß die Preußischen Tafeln nicht allen Anforderungen genügten, hatten ihm seine bisherigen Beobachtungen gezeigt. Jetzt galt es durch neue Beobachtungen eine neue Grundlage zum Aufbau der Wissenschaft zu schaffen. Er befand sich

in ähnlicher Lage wie Regiomontan 100 Jahre zuvor. Wie dieser suchte er durch zahlreiche Sonnenbeobachtungen den Sonnenlauf als die Grundlage aller Forschungen sorgfältig festzustellen und auf die Sonne die Planetenbewegung zu beziehen, wobei er wie Walther helle Sterne über die Venus an die Sonne anschloß und den Abstand der Planeten von diesen Sternen aus maß. Selbstverständlich konnte er bessere Geräte verwenden. Zwischen beiden Beobachtungsreihen lag ein Jahrhundert einer großen Entwickelung der Feinmechanik. Neben der Schrägteilung verwendete Brahe bessere Absehen, nämlich verstellbare Schlitzabsehen. In seinen Geräten schloß er sich zuerst den Nürnbergern an: Jakobstab, Dreistab, Quadrant und Armille. Jedoch benützte er zu den Sonnenbeobachtungen einen großen Mauerquadranten und für die Abstandsmessungen eines Planeten von Sternen einen Sextanten. Einen großen Fortschritt bedeutete der Übergang von der Zodiakalarmille zur Äquatorialarmille (Abb. 48), d. h. der Übergang von der Beobachtung in Länge und Breite zur Beobachtung in Rektascension und Deklination. Die noch von Walther und Coppernicus benützte ptolemäische Armille war wegen der vielen Ringe schwerfällig und nicht einwandfrei. Dagegen war mit der Äquatorialarmille, wobei sich die Ringe nur um die Äquatorpole drehen, eine viel größere Genauigkeit zu erzielen, besonders wenn sie groß genug waren, um eine weitgehende Unterteilung zu gestatten. Dazu kam, daß Brahe auf die genaue Aufstellung seiner Instrumente großen Wert legte und jeden Fehler zu berücksichtigen suchte. So ließ er, um die Sonnenbeobachtungen des Coppernicus nachzuprüfen, seinen Gehilfen Elias Olsen nach Frauenburg mit dem Sextanten reisen und dort die Polhöhe durch Beobachtung von Sonne und Sternen messen. Vor und nach der Reise wurden mit dem Sextanten auf Hven dieselben Beobachtungen ausgeführt und dadurch seine Unveränderlichkeit festgestellt [108, Bd. II, S. 30].

Den großen Fortschritt in der Verbesserung der Beobachtungen seit 100 Jahren zeigt am besten der wahrscheinliche Fehler der Hauptsterne, der in Rektascension für Brahe 24″ [233, S. 414] und in Länge für Walther 192″ [770, S. 15] beträgt. Allerdings dürfte dabei die Hauptschuld der schwerfälligen Armille zuzuschreiben sein; denn die Beobachter waren offenbar gleich gut, wie aus den wahrscheinlichen Fehlern einer Deklinations-

beobachtung Brahes mit 26″ und Walthers mit 20″ hervorgeht. Immerhin darf bei der Vergleichung dieser beiden großen Beobachtungsreihen ein Umstand nicht außer Acht gelassen werden: Brahe hat seine eigenen Beobachtungen bearbeitet und sie so überliefert, daß ihre Richtigkeit leicht zu prüfen ist; dagegen kam Walther nicht zur Bearbeitung seiner Beobachtungen, die erst

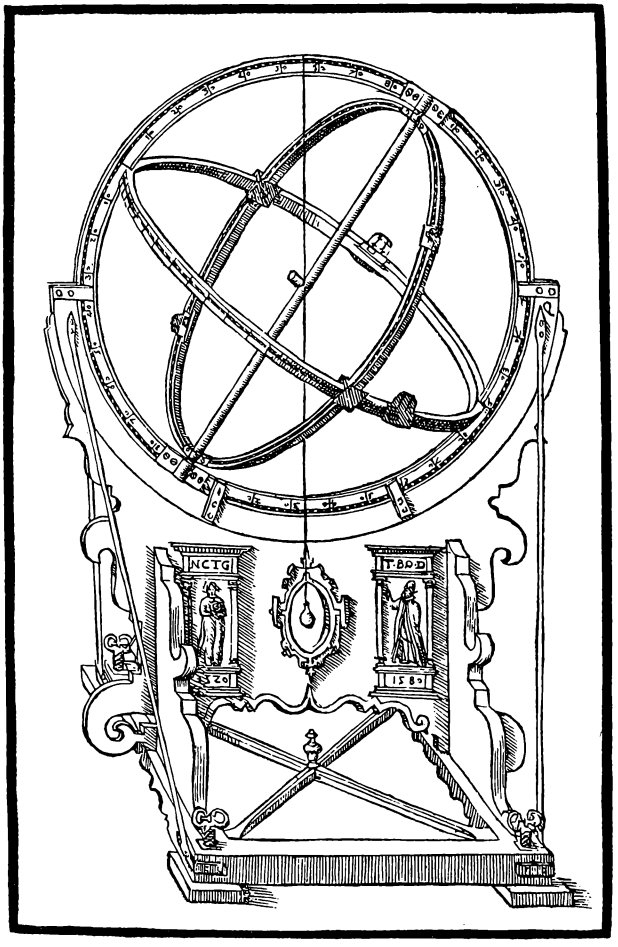


Abb. 48. Brahes Äquatorialarmille mit den Bildnissen des Coppernicus (links) und des Brahe (rechts). (T. Brahe, Astronomiae Instauratae mechanica, Wandsbeck 1598, S. C v.)

40 Jahre später durch Schöner und zwar nicht einwandfrei veröffentlicht wurden. Die Angaben der Beobachtungsumstände wurden weggelassen und Druckfehler schlichen sich ein, so daß Brahe nicht unrecht hatte, wenn er die Abweichung mancher Waltherschen Beobachtung von seinen Rechnungen den Beobachtungen zur Last legte. Trotz dieser Mängel der Schönerschen Veröffentlichung waren die Waltherschen Sonnenbeobachtungen von großem Wert für Brahe. Er hatte bereits 1580 aus seinen Beobachtungen ermittelt, daß die coppernicanischen Elemente der Sonnenbahn nicht stimmten. Die Exzentrizität wuchs, statt abzunehmen, und die Sonnenferne war weiter gewandert, als es nach den coppernicanischen Angaben hätte sein dürfen. Auch die Angabe über die Schiefe stimmte nicht, ließ sich aber durch die Nichtberücksichtigung der Strahlenbrechung erklären. Dazu kam, daß auch die coppernicanische Festlegung der Sonnenbahn zu den Fixsternen um $\frac{1}{4}^0$ falsch war, wie Brahe durch Wiederholung der coppernicanischen Beobachtung der Spika vielmals feststellte. Um sicher zu gehen, berechnete er sämtliche von Schöner veröffentlichten Nürnberger Sonnenhöhen und wiederholte im Jahre 1588 die genau vor 100 Jahren von Walther gemachten Sonnenbeobachtungen. Dadurch konnte er beide großen Beobachtungsreihen miteinander verbinden und Ergebnisse ableiten, die denen des Coppernicus weiter überlegen waren. Die von Coppernicus angenommene periodische Veränderung der Präzession verwarf er und sah die Ursache zu dieser irrigen Annahme in den ungenauen Beobachtungen der Griechen [108, Bd. II, S. 254].

Rücksichtslos räumte Brahe mit irrigen und veralteten Ansichten auf. Und unermüdlich bemühte er sich um die Verfeinerung seiner Beobachtungen. Die Strahlenbrechung untersuchte er besonders in den Jahren 1585—1589, wo er die Sonne in ihrem Laufe am Himmel verfolgte und aus den ständigen Höhenmessungen den Einfluß der Strahlenbrechung bestimmte. Er glaubte schließen zu dürfen, daß sie in 45^0 Höhe unmerklich sei. Mit seiner Refraktionstafel berechnete er seine Sonnenbeobachtungen. Er bekam für die Sonnenferne $95^0 30'$ mit einer jährlichen Änderung von $45''$ statt $24''$ des Coppernicus und für die Exzentrizität 0.03584 statt 0,0323 des Coppernicus. Die Jahreslänge ergab sich aus seinen und Walthers Beobachtungen zu 365 Tagen 5 Std.

48 Min. 45 Sek. Er rechnete mit seinen Elementen einige Beobachtungen Regiomontans und Walthers nach und konnte sie gut darstellen, während die Tafeln des Coppernicus dafür Abweichungen von 12 und 18′, mehr als die Alfonsischen Tafeln, ergaben. Deutlich zeigte sich, wie sehr Coppernicus durch die Vernachlässigung der Nürnberger Beobachtungen seinem eigenen Werk geschadet hatte.

Als Schiefe der Ekliptik fand Brahe 23°31½′ für seine eigene Zeit und für Walthers Zeit beinahe dasselbe, nämlich 23°31′; die abweichenden Angaben des Coppernicus über die Sonnenbahn schrieb er dessen ungenügenden Beobachtungen zu. Tatsächlich weicht seine Schiefe nicht wenig von der wirklichen ab, die für seine Zeit 23°29′34″ und für Walthers Zeit 23°30′20″ betragen müßte; diese Abweichung entstand infolge Brahes falscher Annahme von 3′ für die Sonnenparallaxe. Immerhin waren seine entstellten Zahlen der Schiefe solange nicht nachteilig, als man die zu große Sonnenparallaxe weiter benützte. Dagegen war Brahes neue Bestimmung der Jahrespunkte und des Sonnenlaufes sehr wichtig, da nunmehr genaue Tafeln der Sonnenbewegung berechnet werden konnten. Zur genauen Vorausberechnung der Finsternisse war eine eingehende Untersuchung des Mondlaufes nötig. Brahe hatte den Mond seit 1564 zuerst gelegentlich, seit 1582 aber planmäßig beobachtet und zog auch alle ihm zugänglichen Beobachtungen von Finsternissen heran. Bei der Berechnung entdeckte er die 3. Ungleichheit in der Längenbewegung, die sog. Variation im Betrage von 40½′ (statt 39½′), die er 1598 bekannt gab und später, in Wittenberg, im Winter 1598—99 fand er die 4. Ungleichheit (Evektion) von der Dauer des Jahres. Die Darstellung dieser Ungleichheiten durch Kreisbewegungen machte Schwierigkeiten, falls man die Zahl der Epizykeln nicht vermehren wollte. Brahe stellte daher wie Coppernicus die Mondbewegung durch eine doppeltepizyklische Bewegung dar, wobei die Halbmesser sich wie 1 zu 0,058 zu 0.029 verhielten und der Mittelpunkt des größten Kreises, des Deferenten, einen Kreis von 0.02174 Halbmessern zur Berücksichtigung der Evektion beschreibt, auf dessen Umfang die Erde liegt. Die 3. Ungleichheit glaubte er durch die Hinundherbewegung des 1. Epizykels darstellen [108, Bd. II, S. 100] und die 4. Ungleichheit durch eine Zeitgleichung für den Mond berücksichtigen zu können. Durch diese Zusätze

war die Mondtheorie nicht einfacher geworden; aber es ließen sich damit die Mondbewegung und die Finsternisse genauer berechnen. Die Prüfung dieser Berechnung durch die Beobachtung ergab eine solche Übereinstimmung, daß kluge Kalendermacher wie Simon Marius, Kepler u. a. zur Berechnung des Laufes von Sonne und Mond nicht mehr die veralteten Preußischen Tafeln, sondern die Tafeln Brahes verwendeten. Wesentlich war allerdings dabei, daß es Brahe gelungen war die Neigung der Mondbahn genauer als bisher zu bestimmen, schwankend zwischen $4^{0}58\frac{1}{2}'$ und $5^{0}17\frac{1}{2}'$, und diese Schwankung in seinen Tafeln zu berücksichtigen und auf Grund eigner Beobachtungen neue Werte für die Durchmesser von Sonne und Mond zu geben. Den Sonnendurchmesser fand er zwischen 30′ in der Erdferne und etwas mehr als 32′ in der Erdnähe schwankend, und den Monddurchmesser zu 33′ im Mittel, schwankend zwischen 32′ und 36′ bei Vollmond; während Finsternisbeobachtungen 25′ bis 28′ bei Neumond ergeben hatten. Für die Sonne ergab sich bei einem Abstande von 1150 Erdhalbmessern ein Halbmesser von 5,2 Erdhalbmessern, während die Zahlen beim Monde 60 und 0.29 lauteten.

Großen Wert legte Brahe auf die Beobachtung der Planeten, womit er schon 1563 begonnen hatte; im gleichen Jahre beobachtete er auch den Merkur. Als er sich auf Hven seine Sternwarte erbaut hatte, konnte er an die planmäßige Beobachtung herangehen. Da er schon bei der Bearbeitung der Beobachtungen des neuen Sternes von 1572 festgestellt hatte, daß die Örter seiner Anhaltssterne nicht genau genug waren, gingen sie doch auf das Sternverzeichnis des Ptolemaeus zurück, so war die gleichzeitige Neubestimmung der Sternörter notwendig. Dazu schloß er die Sterne an die Venus und diese an die Sonne an und konnte somit die Länge der Sterne in bezug auf die Jahrespunkte festlegen. Außerdem maß er ihre Deklination oder ihre Höhe. Mit Hilfe dieses Netzes von Anhaltssternen bestimmte er den Ort der Planeten und anderer Sterne, die er teils mit der Armille, teils mit den Sextanten anschloß. Bis 1592 hatte er die Örter von 777 Sternen bestimmt und stellte darauf ein Verzeichnis davon zusammen. In den Jahren 1595—97 wurden noch Sterne hinzubeobachtet, um die Zahl 1000 voll zu machen, und daraufhin kunstvoll auf Pergament geschriebene Sternverzeichnisse hergestellt und an verschiedene Fürsten und einflußreiche Personen versandt.

Mit Hilfe seiner Sternörter war Brahe imstande seine Planetenbeobachtungen viel besser auszuwerten. Er benützte sie zum Teil zur Prüfung der Preußischen Tafeln; so stellte er im Jahre 1583 fest, daß diese beim Saturn in der Länge weniger, in der Breite aber mehr als die Alfonsischen Tafeln von den Beobachtungen abwichen, während ihre Abweichung beim Jupiter nur gering war, im Gegensatz zu den Alfonsischen Tafeln. Dagegen war die Abweichung beim Merkur im Jahre 1586 viel größer [108, Bd. XI, S. 80] und betrug in Länge $1^0 34'$ und in Breite $1^0 12'$, während die Alfonsischen Tafeln nur $0^0 58'$ in Länge und $0^0 33'$ in Breite abwichen. Wichtiger war ihm aber die Ableitung der Bahnelemente und besonders wichtig ihr Beitrag zur Entscheidung über das Weltgebäude. Bereits 1576 beabsichtigte er die ptolemäische Theorie zu verbessern und die coppernicanische hinsichtlich der Erdruhe zu berichtigen. Mit solchen Gedanken ging er an sein Werk heran. Gegen die Erddrehung hatte er dieselben Einwände wie viele seiner Zeitgenossen und sprach sie 1589 Rothmann gegenüber aus [Opera 108, Bd. VI, S. 218 bis 223] und bei der Erdbewegung um die Sonne mißfiel ihm, daß dann der Abstand der Sterne riesig sein müsse, damit die Erdbewegung nicht eine merkliche Parallaxe der Sterne hervorrufe. Dann würde aber ein sehr großer Abstand zwischen Saturn und den Sternen bestehen. Daß Coppernicus mit seiner Erdbewegung um die Sonne nicht recht habe, das habe er, wie er 1584 an H. Brucaeus schrieb [108, Bd. VII, S. 80], aus den Marsbeobachtungen vom Ende 1582 und Anfang 1583 feststellen können. Zahlreiche und ausgesuchte Beobachtungen hätten ihm ergeben, daß Mars damals von der Erde weiter abstand als die Sonne, obwohl das Gegenteil hätte sein müssen. Deshalb sei die coppernicanische Erdbewegung um die Sonne abzulehnen. Ebenso sei die Erdbewegung in Deklination mit der ungleichförmigen Änderung der Präzession und der Schiefe abzulehnen und die Ansicht, daß der Erde eine sehr schnelle Bewegung zukäme, sei nicht zulässig, zumal die Erde der schwerste und dichteste Körper sei. Über dieselben Marsbeobachtungen äußerte er sich aber 1588 gegenüber Peucer [108, Bd. VII, S. 129] ganz anders. Darnach habe er aus mehreren genauen Beobachtungen der Opposition festgestellt, daß Mars damals der Erde näher als der Sonne stand. Da er auch für die Venus durch seine Anfang 1587 angestellten Beobachtun-

gen gefunden habe, was der ptolemäischen Annahme widerspräche, so fühlte er sich veranlaßt der coppernicanischen Erfindung mehr und mehr Vertrauen zu schenken. Dieselbe Behauptung, aus seinen Beobachtungen eine größere Parallaxe des Mars als der Sonne gefunden zu haben, wiederholte er auch in seinem Briefe an Rothmann vom 21. Februar 1589 [108, Bd. VI, S. 179 und in seinem Hauptwerk Progymnasmata I, S. 414]. Sowohl diese Bestätigung der coppernicanischen Theorie wie auch die Feststellung einer solchen Parallaxe mußten Aufsehen erregen. Später hat Kepler die Beobachtungen der Jahre 1582—83 untersucht und keine oder nur eine sehr geringe Parallaxe gefunden. Dagegen gab es anscheinend die Berechnung eines Gehilfen, der auf Grund der coppernicanischen Bahnelemente die Parallaxe berechnete und Brahes Auftrag mißverstanden zu haben scheint, wie Kepler meinte. Die im Gesamtwerk veröffentlichten Beobachtungen enthalten diese Berechnungen (X S. 201 bis 203, 283—288) und zuvor (S. 199—201) die Berechnung der Parallaxe für die Opposition, nämlich 3′39″ für den 26. Dezember und zu 4′39″ für den 27. Dezember auf Grund der Braheschen Beobachtungen, aber alles von Brahe geschrieben. Demnach besteht ein Widerspruch zwischen Keplers Behauptung und dem Beobachtungsbuch; anscheinend hat Kepler dieses Beobachtungsbuch nicht gekannt [108, Bd. I, S. XL, Bd. X, S. 283]. Immerhin ist es sehr merkwürdig, daß Brahe aus denselben Marsbeobachtungen der Jahreswende 1582—83 zuerst eine Bestätigung und später eine Widerlegung der ptolemäischen Theorie errechnete und daß er, nicht zufrieden mit dieser Bestätigung der coppernicanischen Theorie, darauf sann, wie er diese Feststellung mit seiner Vorliebe für die Erdruhe vereinen könne. Das Ergebnis seines Sinnens, das sog. brahesche Weltsystem (Abb. 49), vereinigte das ptolemäische mit dem coppernicanischen System, insofern die Erde in der Weltmitte ruht, umkreist von Sonne und Sternen. Die Sonne selbst wird aber von den Planeten Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn umkreist. Diese Darstellung der Himmelsvorgänge, die auf der Decke des Arbeitszimmers der 1584 erbauten Stjerneborg aufgemalt war, hatte allerdings den Nachteil, daß die Sonnenbahn zweimal von der Marsbahn geschnitten wurde. Gemäß der noch damals herrschenden Vorstellung, der auch Brahe huldigte [108, Bd. VII,

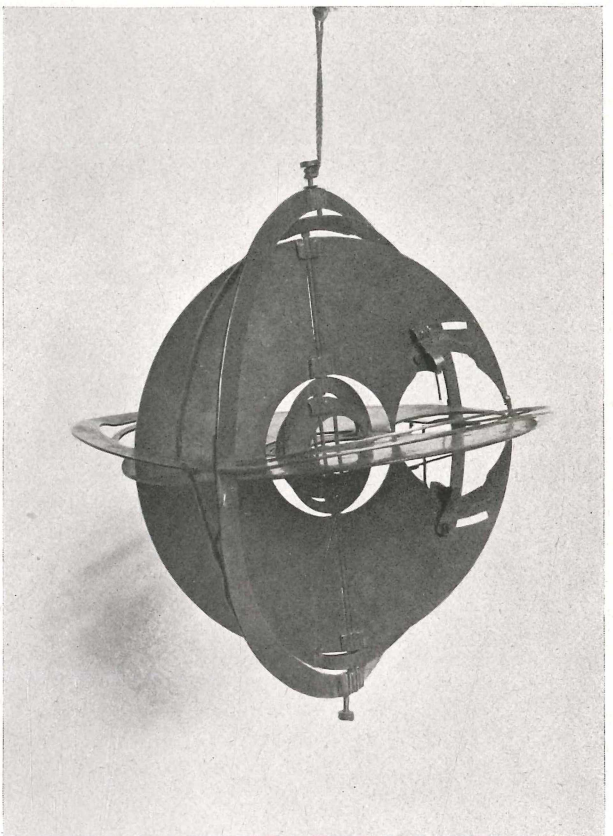


Abb. 51. Gerät zur Darstellung der Bewegung Merkurs um die Erde, Photo Deutsches Museum München.

Abb. 52. Gerät zur Darstellung der Bewegung Jupiters um die Erde. Der Name „Ty de Brahe 1599“ ist wohl erst nachträglich angebracht. Photo Deutsches Museum München.

S. 130], waren die Bahnen (orbes) feste Körper, welche die Gestirne herumführten. Jedoch wurde er durch die Beobachtung des Kometen von 1577 eines Besseren belehrt und fand die Feststellung bei den späteren Kometen bestätigt, daß diese Kometen Bahnen weit außerhalb der Mondbahn beschreiben und daß diese Bahnen nicht feste Körper seien und die Planetenbahnen schneiden, so daß die frühere Vorstellung von den Planetenbahnen aufzugeben sei. Demnach stand nichts im Wege eine solche Kreuzung der Sonnenbahn und der Marsbahn anzunehmen, zumal ein Zusammenstoß der beiden Weltkörper nie stattfinden könne, wie Brahe nachwies. Zugleich bot das neue System, wie Brahe meinte, noch den großen Vorteil, daß der Sternhimmel nicht unendlich weit verlegt werden mußte, sondern seinen geringen Abstand von der Saturnbahn behalten konnte.

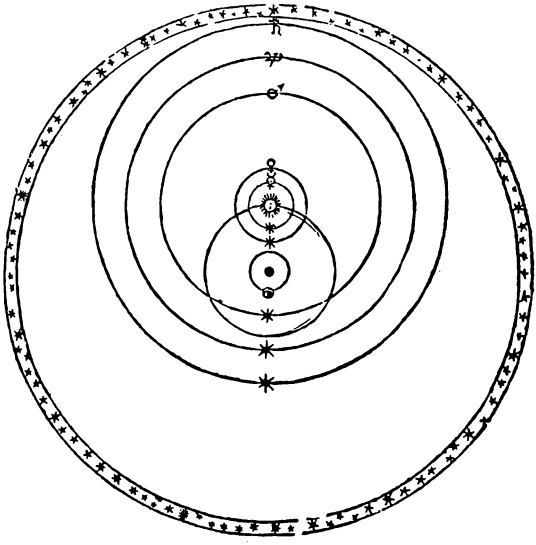


Abb. 49. Weltgebäude des Tycho Brahe. (T. Brahe, De mundi aetherei recentioribus phaenomenis. Uraniborg 1588, S. 189).

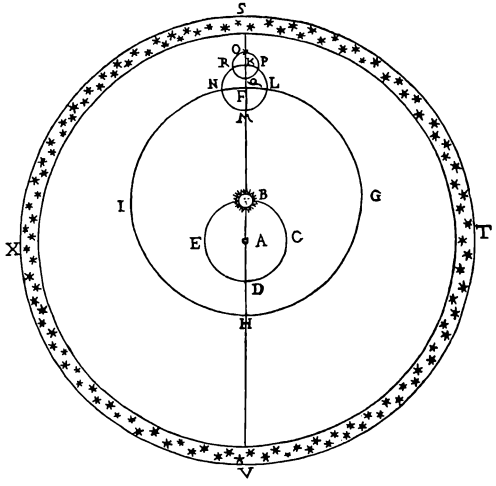


Abb. 50. Doppeltepizyklische Planetenbewegung gemäß Brahe. (T. Brahe, Astronomiae Instauratae Progymnasmata, Prag 1602, S. 478.)

Brahe wurde mit der Darstellung der Planetenbewegungen gemäß seinem Weltgebäude nicht fertig. Im Jahre 1588 schrieb er Peucer, daß die große Unregelmäßigkeit in der scheinbaren Bewegung der Planeten durch die Umkreisung der Sonne sich erkläre, daß aber zur Darstellung der übrigen Unregelmäßigkeiten bei den äußeren Planeten je 2 Epizykel (Abb. 50) nötig seien und bei der Venus und besonders beim Merkur noch besondere Bewegungen angenommen werden müßten. Die weitere Bearbeitung seiner Beobachtungen zeigte ihm aber, daß sogar bei den oberen Planeten die Darstellung große Schwierigkeiten bereitete. Als Magini ihm 1590 schrieb, daß die Marsexzentrizität vielleicht veränderlich sei und deshalb eine Zusatzbewegung eingeführt werden müsse, antwortete ihm Brahe, daß er dasselbe auch für die anderen Planeten vermute. Im Jahre 1591 teilte er dem Landgrafen Wilhelm mit [108, Bd. VI, S. 236], daß der Mars eine von der Sonnenexzentrizität abhängige Ungleichung zeige, die bei Jupiter und Saturn in geringerem Maße aufträte. Diese Abhängigkeit der Marsbewegung von der exzentrischen Sonnenbahn (Erdbahn) beschäftigte ihn auch später, und er war froh die Bewegung des Mars in Länge bis 2′ gut darzustellen, während ihm die Darstellung der Breitenbewegung nicht so gelang. Zum Abschluß seiner Darstellung der Planetenbewegung kam er nicht. Kepler führte seine Arbeit fort und kam dabei zur Entdeckung seiner drei Gesetze der Planetenbewegung.

Wichtig wurde die Feststellung, die Brahe auf Grund seiner genauen Kometenbeobachtungen machte, daß diese von der Erde viel weiter als der Mond entfernt sind und bei ihrer Opposition zur Sonne nicht die Stillstände und Rückläufe der Planeten zeigen, ferner daß sie sich ungleichmäßig bewegen.

Brahe hatte das große Glück, mehr als 3 Jahrzehnte hindurch sich seinen Forschungen widmen, die nötigen Bücher und Geräte kaufen und Sternwarten errichten zu können. Seine Pflichten als Mathematiker des dänischen Königs, nämlich die jährliche Vorhersage und die Geburtsdeutungen, dürften ihm, dem gewandten Rechner und erfahrenen Astrologen, nicht viel Zeit gekostet haben, falls er diese Arbeiten nicht durch seine Gehilfen ausführen ließ. Die Unterstützung durch den dänischen König hörte mit der Thronbesteigung Christians IV. auf. Brahe mußte sein norwegisches Lehen zurückgeben und verlor sein Jahresgehalt

von 500 Talern. Daraufhin beschloß er Dänemark zu verlassen und nach Deutschland überzusiedeln, was im Jahre 1597 stattfand. Brahe wohnte zuerst in Wandsbeck, wo er seine Beobachtungen fortsetzte und es ihm gelang die Unterstützung verschiedener deutscher Fürsten zu erhalten: der Kurfürst von Brandenburg legte bei seinem Schwiegersohn, dem König von Dänemark, ein gutes Wort für Brahe ein, während Herzog Ulrich von Mecklenburg und der Kurfürst von Köln Brahe dem Kaiser Rudolf II. empfahlen. Daraufhin lud Kaiser Rudolf ihn nach Prag ein. Als Brahe dort im Sommer 1599 ankam, erhielt er ein Jahresgehalt von 3000 Gulden und die Aussicht auf das nächst freiwerdende Erbgut zugesichert. Zum Beobachten wurde ihm das Schloß Benatky bei Neu-Benatek zugewiesen, das er zur Sternwarte umbauen wollte, sobald die Instrumente gekommen wären. Erst im November 1600 waren alle 28 Instrumente in Prag angekommen. Während des Wartens schrieb Brahe an verschiedene Gelehrte und suchte junge Astronomen als Gehilfen für seine Sternwarte. Auch mit Kepler trat er in Verhandlungen, der seine Stelle als Landschaftsmathematiker in Graz um seines protestantischen Glaubens willen aufgeben mußte und die Möglichkeit, Brahes Beobachtungen für seine Forschungen zu verwenden, gern benützt hätte. Kepler reiste Anfang 1600 nach Böhmen, um mit Brahe sich wegen seiner Arbeit zu unterreden. Nach langwierigen Verhandlungen erhielt er die Marstheorie als Arbeit; wegen seiner Anstellung konnte aber noch nichts vereinbart werden. Als Kepler im Sommer nach Graz zurückkehrte, sah er sofort, daß er dort nicht länger bleiben könne, und siedelte im Herbst 1600 mit seiner Familie nach Prag über, wo sich Brahe nun aufhielt, der seine Instrumente im Belvedere aufgestellt hatte, um dem Kaiser nahe zu sein. Nach langem Warten wurde Kepler als kaiserlicher Mathematiker, wie Brahe, angestellt mit dem Auftrage, mit Brahe zusammen die neuen Planetentafeln herzustellen, welche die Rudolfischen Tafeln genannt werden sollten.

In Böhmen wurden nur wenige Beobachtungen gemacht. Um so mehr wurden die theoretischen Arbeiten gefördert. Longomontanus hatte im Sommer 1600 die Mondtheorie und die Mondtafeln fertiggestellt, so daß sie in das im Druck befindliche Hauptwerk aufgenommen werden konnten. Kepler hatte sich außer mit Mars auch mit Venus und Merkur beschäftigt und ge-

funden, daß es unmöglich sei zu ihrer befriedigenden Darstellung zu kommen, wenn man für die Erd- oder Sonnenbewegung nur eine gleichförmige Bewegung auf einem exzentrischen Kreise annehme; man müsse vielmehr einen Leitpunkt einführen, von dem aus gesehen die Bewegung gleichförmig erfolge.

Am 24. Oktober 1601 starb Brahe nach kurzer Krankheit und wurde am 4. Nov. 1601 in der Teynkirche zu Prag beerdigt. Auf dem Sterbebett bat er Kepler die Rudolfischen Tafeln fertigzustellen und die Theorie im braheschen und nicht im coppernicanischen Sinne zu entwickeln.

Brahe hatte dank seinem Fleiß eine riesige Menge von Beobachtungen gemacht, die wegen der darauf verwandten Sorgfalt eine wichtige Grundlage für jede Planetentheorie sein mußten. Zur vollständigen Bearbeitung seiner Beobachtungen kam er nicht. Nur die Elemente der Sonnen- und Mondbahn wurden abgeleitet und Tafeln berechnet. Von seinen vielen geplanten Werken erschienen bis zu seinem Tode, außer kleineren Schriften und der kurzen Schrift über den neuen Stern von 1572: „Epistolarum astronomicarum liber primus", gedruckt 1596 in Uraniborg. „Astronomiae Instauratae Mechanica", gedruckt in Wandsbeck 1598. „Astronomiae instauratae progymnasmata, quorum prima pars de restitutione motuum solis et lunae stellarumque inerrantium tractat", gedruckt in Uraniborg und vollendet in Prag 1602. „De mundi aetherei recentioribus phaenomenis liber secundus. De cometa anni 1577". Der Hauptteil war schon in Uraniborg gedruckt und 1588 verschickt worden; nur einige Blätter wurden in Prag 1603 hinzugefügt. Seine gesamten Werke erschienen in 25 Bänden in Kopenhagen von 1913—1929 [108].

Kepler.

Brahe hatte in jahrzehntelanger Arbeit eine neue Grundlage geschaffen und nachgewiesen, daß die coppernicanischen und damit die Preußischen Tafeln die Himmelsvorgänge nicht richtig, z. T. sogar schlechter als die vielgeschmähten Alfonsischen Tafeln darstellten. Durch Verwendung der Waltherschen Beobachtungen hatte er die Sonnenbewegung für die letzten 120 Jahre festgelegt und die Schwankung der Präzession und der Schiefe beseitigt. Auch die von Coppernicus gefundene Verringerung der

Sonnenexzentrizität war zweifelhaft geworden, da Brahes Beobachtungen eine kleine Vergrößerung und für die Sonnenferne einen anderen Wert ergaben [108, Bd. II, S. 43] und es wahrscheinlich machten, daß die coppernicanischen Zahlen durch Beobachtungsfehler entstellt seien, wie überhaupt Brahe den ungenügenden coppernicanischen Beobachtungen und der unberechtigten Hochschätzung der griechischen Beobachtungen die Schuld an den mangelhaften coppernicanischen Ableitungen gab.

Die Theorie der Planeten zu vollenden war Brahe nicht vergönnt. Er mußte sich mit dem Entwurf seines Weltgebäudes und mit der Berücksichtigung der Unregelmäßigkeiten der Planetenbewegung durch Epizykel begnügen. Die Figur seines Weltgebäudes dürfte alle die befriedigt haben, welche die überlieferten Ansichten mit den Notwendigkeiten der Wissenschaften zu vereinen suchten. Sie fand deshalb vielen Anklang und ihr Urheber Brahe wurde als größter Astronom gefeiert und über Coppernicus gestellt. Besonders bei den Jesuiten war sein System beliebt, ließ sich doch damit der später entdeckte Gestaltenwechsel der Venus leicht erklären. Allerdings sah sein System nur einfach aus; in Wirklichkeit war es mit einem krausen Geschnörkel von Beikreisen erfüllt, die nötig waren, um die Planetenbewegungen genau darzustellen. Aber derselbe Einwand betraf auch das ptolemäische und das coppernicanische System. Nur ihre Grundzüge waren einfach. In Wirklichkeit herrschte ein schwer zu überblickendes Durcheinander, das allerdings beim coppernicanischen System geringer und unauffälliger war, wobei aber die Belastung der Erde mit 8 verschiedenen Bewegungen abschrecken mußte. Wer konnte in diesem Wirrwarr Ordnung schaffen? Ein junger Schwabe war es, Johannes Kepler (Abb. 53). Er entstammte einer verarmten, früher adeligen Familie und wurde am 27. Dezember 1571 zu Weilderstadt als Sohn des händelsüchtigen und unstäten Heinrich Kepler und seiner schwatzhaften und bösartigen Frau Katharina geboren. Er hatte nicht die Anwartschaft auf eine Domherrnpfründe wie Coppernicus; ihm winkte nicht eine einträgliche Staatsstelle wie Brahe. Mühsam mußte er sich durchs Leben schlagen. Um seines Glaubens willen wurde er aus dem katholischen Graz vertrieben und von den protestantischen Geistlichen aus seiner Gemeinde ausgestoßen. Obwohl von seinen heimatlichen Behörden als „Schwindel-

hirnlein" bezeichnet, setzte er sein Vorhaben, zum Ruhme Gottes die Himmelsgesetze zu erkunden, fort und ließ sich weder durch die Gleichgültigkeit seiner Fachgenossen noch durch den Spott der Dummen beeinflussen. Auf sich selbst gestellt war er Zeit seines Lebens; seine Waffen waren sein Arbeitseifer und seine große Begabung, die in ihrer Vielseitigkeit an Regiomontan erinnerte. Damit ging er an den Ausbau des coppernicanischen Weltgebäudes, das ihm sofort zugesagt hatte, als sein Tübinger Lehrer Michael Maestlin es in seinen Vorlesungen erwähnte. Maestlin (1550—1631) hatte in Tübingen bei Philipp Apian (1531—1589) studiert und dessen Schicksal erlebt, war doch dieser als Protestand 1568 von der Ingolstädter Universität vertrieben worden und hatte dann 1570 den Lehrstuhl der Mathematik in Tübingen erhalten, den er aber im Jahre 1582 aufgeben mußte, weil er sich weigerte die Konkordienformel zu unterschreiben; dann hatte Apian ohne Gehalt in Tübingen bis zu seinem Tode gelebt und Maestlin hatte dessen Bücher von der Witwe gekauft [Anhang E]. Er wurde sein Nachfolger in Tübingen und lehrte Mathematik und Astronomie bis zu seinem Tode 1631. Das Schicksal Apians stand ihm vor Augen, als er 1582 seine Epitome Astronomiae veröffentlichte, worin er nur das ptolemäische Weltsystem lehrte und die Beweise gegen die Erdbewegung zusammenstellte. Nichts gegen die Machthaber tun, das nahm er sich vor, als er 1583 die Gregorianische Kalenderreform angriff und dem Papste das Recht absprach, den kirchlichen Kalender in Ordnung zu bringen. An Maestlin dachte Kepler, als er später in einem Bericht über die Kalenderreform von den Astronomen sprach, die nach Belieben der beiden Parteien so oder so redeten, wie es Knechten zukäme.

Maestlin war ein geschickter Beobachter und scharfsinniger Gelehrter. Er fand, daß der Komet von 1577 sich in der Venusbahn, gemäß coppernicanischer Ansicht, wie die Venus bewege, und sah 14 Plejadensterne mit bloßem Auge; von 11 Sternen gab er den Ort mit einem wahrscheinlichen Fehler von 0.2′ [779, S. 73, 81, 82], besser als Galilei mit seinem Fernrohr, an. Auf dem Monde nahm er 1596 Erdteile, Meere, Berge, Luft oder ähnliches an [407, Kap. 16] und erklärte das aschgraue Mondlicht durch die Beleuchtung des Mondes von der Erde her. Von diesem Manne wurde Kepler in Mathematik und Astronomie unterrichtet. Da Maestlin sehr ängstlich war — noch in seiner 1624

erschienenen, ergänzten Auflage seines Buches bekannte er sich nicht zu Coppernicus, sondern trug die ptolemäische Lehre vor und nannte Brahe den anderen Ptolemaeus seiner Zeit —, so dürfte er in seiner Vorlesung nur die coppernicanischen Zahlen erwähnt haben, wie andere es auch taten. Er bedurfte erst eines Anstoßes von außen, um seiner Ängste Herr zu werden. Dies geschah, als Kepler, der 1591 Magister geworden war und im Frühjahr 1594 die Stelle des Landschaftsmathematikers in Graz angetreten hatte, am 19. Juli 1595 eine merkwürdige Entdeckung machte und sich darüber brieflich mit seinem Lehrer besprach. Er war der Überzeugung, daß im Weltall eine von Gott vorgesehene Ordnung herrsche, hinter deren Geheimnis zu kommen er sich bemühte. Das Weltgebäude, wie Coppernicus es entworfen hatte, schien ihm für seine Untersuchungen am geeignetsten zu sein. Warum gibt es 6 Planeten? Gibt es eine Harmonie zwischen ihren Bahnen und ihren Bewegungen? Diese Fragen quälten ihn. Zuerst machte er sich an die Planetenbahnen, d. h. an die Abstände der Planeten von der Sonne. Eine Beziehung wie zwischen den Zahlen 1, 2, 3 usw. ließ sich nicht aufstellen, selbst dann nicht als er zwischen Merkur und Venus und zwischen Mars und Jupiter je einen Planeten einschob; auch in ihren Bewegungen ließ sich eine solche Beziehung nicht finden. Ebenso scheiterte der Versuch, zwischen Abständen und Bewegungen eine dem Sinus eines Winkels ähnliche Beziehung zu finden. Wie er endlich doch etwas fand, schildert er mit folgenden Worten [408, S. 23]: „Fast den ganzen Sommer habe ich mit dieser schweren Arbeit verloren. Schließlich kam ich bei einer ganz unwichtigen Gelegenheit dem wahren Sachverhalt näher. Ich glaube, durch göttliche Fügung ist es so gekommen, daß ich durch Zufall erhielt, was ich durch keine Mühe vorher erreichen konnte; ich glaube das um so eher, weil ich immer zu Gott gebetet hatte, er möge meinen Plan gelingen lassen, wenn Coppernicus die Wahrheit verkündet habe." Um seinen Schülern die Tatsache zu erklären, daß die Konjunktionen von Jupiter und Saturn immer 8 Zeichen überspringen, hatte er den Tierkreis mit den Zeichen entworfen und zeichnete darin fortlaufend Dreiecke, so daß das Ende des einen den Anfang des andern bildet. Die Figur ließ im Innern einen Kreis frei, der sich zum Tierkreise ähnlich wie die Bahnen von Jupiter und Saturn verhielt. Das

war erstaunlich! Nun versuchte Kepler mit Einzeichnung von Vierecken, Fünfecken usw. das Verhältnis zwischen Jupiter- und Marsbahn herzustellen. Es ging nicht. Da kam ihm der Einfall: warum mit ebenen Figuren? Bei den Bahnen handelt es sich doch um Kugelschalen, also um Körper! Es gibt nur 5 regelmäßige Körper. Lassen diese sich zwischen die Kugelschalen der Planetenbahnen einschachteln? Es ging. Vom Merkur bis zum Saturn ließen sich die Körper: Achtflächer, Zwanzigflächer, Zwölfflächer, Pyramide und Würfel einbauen. Froh berichtet Kepler: „Den Genuß, den ich aus meiner Entdeckung geschöpft habe, mit Worten zu beschreiben, wird mir nie möglich sein. Nun reute mich nicht mehr die verlorene Zeit; ich empfand keinen Überdruß mehr an der Arbeit; keine noch so beschwerliche Rechnung scheute ich. Tage und Nächte habe ich mit Rechnen zugebracht, bis ich sah, ob der in Worte gefaßte Satz mit den Bahnen des Coppernicus übereinstimmte oder ob die Winde meine Freude davontrügen. Für den Fall, daß ich, wie ich glaubte, die Sache richtig erfaßt hatte, machte ich Gott dem Allmächtigen und Allgütigen das Gelübde, bei der ersten Gelegenheit dieses bewundernswerte Beispiel seiner Weisheit im Druck den Menschen zu verkünden“ (Abb. 54).

Der Nachweis solcher Beziehungen machte erhebliche Schwierigkeiten; denn zuvor mußte die Dicke der Kugelschale jedes Planeten bestimmt werden, innerhalb deren seine exzentrische Bahn verläuft. Die Angaben dafür waren dem Hauptwerke des Coppernicus nicht leicht zu entnehmen; auch die Preußischen Tafeln versagten. Damit waren die Schwierigkeiten noch nicht behoben. Wie Maestlin erinnerte, ließ Coppernicus die oberen Planeten Bewegungen auf einem Epizykel ausführen und bei Venus und Merkur den Mittelpunkt ihrer Planetenbahn einen Punkt umkreisen und er mußte außerdem bei Merkur noch eine besondere Bewegung annehmen. Wie ließ sich dem Rechnung tragen? Seine Berücksichtigung hätte die Kugelschalen noch einmal so dick gemacht, was vermieden werden mußte. Deshalb griff Kepler auf den ptolemäischen Leitpunkt zurück, um den die Bewegung des Planeten gleichmäßig erfolgt. Die andere Schwierigkeit bestand darin, daß Coppernicus die Bewegung der Planeten nicht auf die Sonne, sondern auf die Erdbahnmitte bezogen hatte. Kepler wollte aber in die Mitte seines Weltgebäudes die

Abb. 53. Joh. Kepler.

Sonne gestellt wissen. Wie steht die Sonne zur Mitte der Erdbahn und der exzentrischen Planetenbahnen? Wieder mußte Maestlin helfen. Er kannte das Hauptwerk gründlich und auch den 1. Bericht des Rheticus, worin wichtige Ergänzungen der neuen Lehre vorkommen. Er entwarf die Figuren für die Lage der Sonne für die Jahre 140 und 1525 n. Chr. [Abb. 42 u. 43],

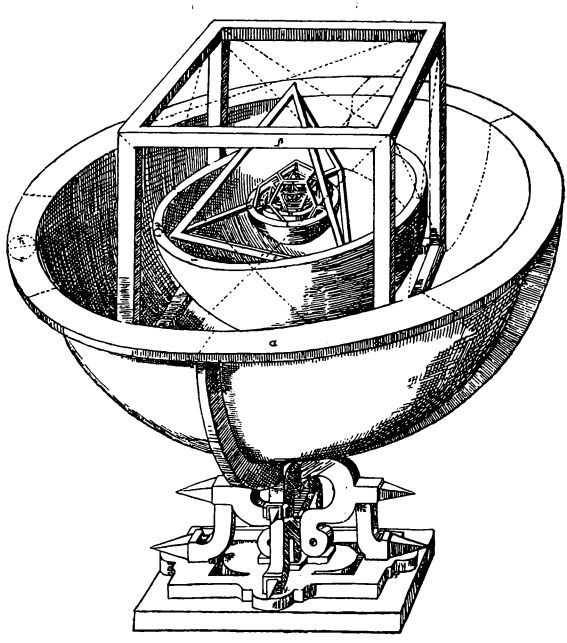


Abb. 54. Keplers Weltgeheimnis. (J. Kepler, Prodromus dissertationum . . . Mysterium cosmographicum, Tübingen 1596.)

worin die von Coppernicus berechnete Verlagerung der Erdbahnmitte B hinsichtlich der Sonne A und der Planeten ersichtlich ist. Allerdings läßt Maestlin dabei die Mittelpunkte aller Planetenbahnen Kreise beschreiben, während Coppernicus dies nur für Venus und Merkur voraussah und bei den oberen Planeten einen Epizykel auf der Planetenbahn kreisen ließ. Im Grunde genommen kommt es auf das Gleiche hinaus. Bemerkenswert ist, daß Maestlin die von Rheticus mitgeteilte Verlagerung der Sonnenferne der Venus nicht berücksichtigte.

Trotz aller Bemühungen war es nicht möglich eine genügende Übereinstimmung zwischen der Lage und Dicke der Kugelschalen der Planetenbahnen und den regelmäßigen Körpern zu erzielen. Die Ursache davon sei in der mangelhaften Kenntnis der Planetenbewegungen zu erblicken, meinte Kepler und fügte hinzu: „Wie großzügig aber Coppernicus selbst in der Übernahme irgendwelcher Zahlen ist, die bis zu einer gewissen Grenze seinem Wunsch entgegenkommen und seinem Vorhaben dienlich sind, das kann der fleißige Leser des Coppernicus selbst nachprüfen. Zahlen, die bei verschiedenen Untersuchungen eigentlich völlig übereinstimmen sollten, verschmäht er nicht, auch wenn sie um einige Minuten abweichen. Die Beobachtungen von Walther, Ptolemaeus u. a. wählt er so aus, daß sich die Rechnung um so bequemer gestaltet, weshalb er kein Bedenken trägt, bisweilen bei der Zeit Stunden, bei den Winkeln Viertelgrade und mehr zu vernachlässigen oder zu ändern. Anderswo, wie bei der Änderung der Exzentrizität von Mars und Venus, übernimmt er auch Sinus, die von den wahren Werten abweichen, eben deshalb, weil sie gerade mit dem Finger auf die Werte hinweisen, die er wünscht. Vieles, was nach seinem eigenen Geständnis verbesserungsbedürftig gewesen wäre, entnimmt er völlig unverändert dem Ptolemaeus und nimmt in anderen ähnlichen Fällen Änderungen vor; und so hat er die Grundlage zur neueren Astronomie gelegt. Für das alles hat mir Maestlin sehr viele Belege gegeben, die ich der Kürze halber nicht anführen will."

Auch das Verhältnis zwischen den Abständen und Umlaufszeiten suchte er festzustellen. Daß die Umlaufszeiten mit wachsendem Abstand zunehmen, das hatte schon Coppernicus betont. Tastende Versuche führten Kepler zu den Annahmen: „Entweder sind die bewegenden Seelen um so schwächer, je weiter sie von der Sonne entfernt sind, oder es gibt nur eine bewegende Seele im Mittelpunkt aller Bahnen, d. h. in der Sonne, die einen Körper um so stärker antreibt, je näher er ihr liegt, bei den entfernteren aber wegen des weiten Weges und der damit verbundenen Schwächung der Kraft gewissermaßen ermattet. Wie also in der Sonne die Quelle des Lichtes liegt und der Ursprung der Bahn am Ort der Sonne, d. h. im Mittelpunkt, sich befindet, so gehen nun Leben, Bewegung und Seele der Welt auf die Sonne zurück. Den Fixsternen kommt in dieser Ordnung die Ruhe zu,

den Planeten zweite Bewegungen, der Sonne aber die erste Bewegung, die unvergleichlich bedeutender ist als die zweite Bewegung in allen Dingen, wie ja auch die Sonne selbst durch die Herrlichkeit ihrer Erscheinung, durch die Wirksamkeit ihrer Kraft, durch den Glanz ihres Lichtes alles andere weit überragt. Mit weit mehr Recht gebühren nun der Sonne jene edlen Beiworte, Herz der Welt, König, Fürst unter den Sternen, sichtbare Gottheit usw." Die Annahme, daß die bewegende Kraft nur in der Sonne ist, führte ihn zum Ansatz, daß die mittleren Halbmesser zweier benachbarter Bahnen sich verhalten wie die Umlaufszeit des sonnennäheren Planeten zum Mittel der beiden Umlaufszeiten.

Wie geht nun die Bewegung der Planeten vor sich? Darüber gibt Kepler nur einige Andeutungen im 22. Kapitel: Von der Sonne, dem Sitz der bewegenden Seele, geht eine Kraft aus, welche den Planeten bewegt und zwar um so mehr, je näher er der Sonne steht. Allerdings stimmt dies für Venus und Merkur nicht ganz, da deren Verzögerung und Beschleunigung der Erdbewegung angepaßt ist.

Alle seine Bemühungen hinter die Weltordnung zu kommen, schilderte Kepler in seiner Schrift über das Weltgeheimnis (Mysterium cosmographicum). Kepler wollte darin nicht nur die von ihm gefundene himmlische Gesetzmäßigkeit nachweisen, sondern zugleich die coppernicanische Lehre preisen und als die Grundlage für alle astronomischen Forschungen hinstellen. Neben einer Einführung sollte sie auch ein Kapitel über die Übereinstimmung der neuen Lehre mit der Heiligen Schrift enthalten; jedoch mußte es auf Veranlassung der Tübinger Universität wegbleiben. Der damalige Rektor Hafenreffer [408, S. XX] ermahnte ihn diese Übereinstimmung nicht öffentlich zu vertreten und zu verteidigen und führte ihm gegenüber die bekannten osianderschen Gründe an. Daneben galt es noch eine Schwierigkeit der neuen Lehre zu beseitigen. Coppernicus hatte nicht nur die Erde aus der Weltmitte entfernt und sie zum Planeten erniedrigt, sondern auch den Mond aus den Planeten ausgesondert und zum Diener der Erde gemacht. Damit hatte er die bis dahin übliche Anordnung der Planeten vom Mond bis zum Saturn, entsprechend ihren Abständen und Umläufen, aufgehoben. Zugleich waren auch die Voraussetzungen für die Sterndeutung,

nämlich die Verwendung der 7 alten Planeten, unsicher geworden. Diesen Bedenken widmete Kepler, der immer ein Verständnis für die Geheimnisse der Sternenwelt hatte, einige Kapitel. Der Mond wird der Erde in seinem Aussehen gleichgestellt und dazu Maestlins Beobachtungen herangezogen. Seine Beziehung zur Erde sei ähnlich wie die Beziehung Merkurs zur Sonne. Und was die astrologischen Beziehungen anlange, so hätten die Sterndeuter immer schon Sonne und Mond von den anderen Himmelskörpern getrennt, so daß diese allein behandelt werden könnten. Und nun folgt eine Besprechung der Eigenschaften der 5 Planeten und der durch die Aspekte bedingten Einteilungen des Tierkreises, wobei sich harmonische Verhältnisse ergeben, die sich mit den Tönen vergleichen lassen.

Die geistreiche Schrift schließt mit einer Betrachtung über den astronomischen Anfang und das astronomische Ende der Welt. Die Örter der Planeten werden für den 27. April des Jahres 3978 v. Chr. vormittags 6 Uhr mitgeteilt. Dagegen lasse sich das Weltende nicht errechnen; denn es sei nicht möglich, daß die Planeten in dieselbe Anfangslage zurückkehren.

Im Sommer 1596 war Kepler mit der Abfassung seiner Schrift soweit, daß der Druck in Tübingen beginnen konnte. Allerdings mußte Maestlin die Figuren entwerfen und die Zahlentabellen zusammenstellen, auch sonst am Text ändern. Er ließ als Anhang den 1. Bericht des Rheticus und seinen Auszug aus den Preußischen Tafeln drucken. Im November 1596 war der Druck beendet. 200 Exemplare hatte Kepler übernehmen müssen, wovon er 50 Stück seinem Lehrer überließ, damit er sie an Gelehrte und Freunde verteile.

Wie es damals üblich war, wurde Keplers Schrift Gelehrten und Freunden zugesandt und damit zur Kenntnis eines größeren Kreises gebracht, gab es doch noch nicht wissenschaftliche Zeitschriften, wo das Buch hätte besprochen werden können. Außer der Anzeige in den Preisverzeichnissen der Büchermesse gab es keinen anderen Weg zur Werbung für ein Buch. Mit Spannung erwartete Kepler die Antworten auf die Zusendungen, war er doch sehr stolz auf sein Werk. Nur allmählich liefen Antworten ein. Georg Limnaeus dankte in überschwänglicher Weise, ohne auf den Inhalt einzugehen. Ähnlich tat Galilei, der sofort schrieb, nachdem er einen Blick in die Vorrede geworfen hatte. Schon

seit vielen Jahren sei er Anhänger des Coppernicus und habe auch über die neue Lehre geschrieben, aber noch nichts veröffentlicht, aus Angst wie Coppernicus verlacht und ausgepfiffen zu werden. Als Kepler ihm für seinen Brief dankte und um seine Meinung bat, schwieg Galilei sich aus. Von Herwart von Hohenburg erhielt Kepler ein Geschenk, zugleich aber teilte dieser ihm mit, daß er an die Erdbewegung nicht glaube. Wichtiger mußte Kepler die Meinung von 2 Gelehrten sein, die sich seit Jahrzehnten mit der Planetentheorie beschäftigt hatten und erfahrene Beobachter waren; nämlich Joh. Praetorius und T. Brahe. Praetorius [Anhang D] lehrte von 1576 bis zu seinem Tode im Jahre 1616 Mathematik in Altdorf und hielt dort häufig Vorlesungen über die Planetentheorie [Erl 813, 814, 816, 817, 818], wobei er die ptolemäische Lehre zu Grunde legte und durch die Einführung von 3 Epizykeln auf gleichmittigen Kreisen die Planetenbewegungen vollständig darzustellen glaubte. Er benützte die coppernicanischen Zahlen sehr, wenn er auch dessen Lehre bis 1597 als absurd ablehnte. Dieser Praetorius äußerte sich Herwart gegenüber über Keplers Buch, daß er den Nutzen solcher Erwägungen nicht einsehe und Kepler widersprechen müsse, wenn jener meine, sie könnten bei der Feststellung der Anordnung und Größe der Planetenbahnen nützlich sein. Vielmehr ließen sich die Abstände nur durch Beobachtungen bestimmen, ganz gleichgültig, ob sie zu den regelmäßigen Körpern passen oder nicht.

Den größten Wert legte Kepler auf das Urteil Brahes, galt dieser doch als der bedeutendste Sternforscher und wurde von vielen über Coppernicus gestellt und mit Ptolemaeus verglichen. Gewiß stand Brahe mit seinem Versuch, die Vorzüge des coppernicanischen und des ptolemäischen Systems zu vereinen, nicht allein. Philipp Lansberg [404, Bd. I, S. 64], Nik. Reimers Ursus 1588 [595], G. Magini und zuletzt Hel. Röslin 1597 [617] hatten Vermittelungsvorschläge gemacht. Ihnen war Brahe aber mit seinen Beobachtungen weit überlegen. Deshalb mußte sein Urteil auch für Kepler wichtig sein. Brahe antwortete ihm erst lange, nachdem er das Buch erhalten und Kepler ihn außerdem um seine Meinung gebeten hatte. Er sprach ihm für seinen Eifer und für seinen geistvollen Gedanken seine Anerkennung aus, bemerkte dabei, daß die kleinen Abweichungen von den coppernicanischen Zahlen nichts ausmachen, da diese Zahlen von den

Himmelsvorgängen ziemlich stark abweichen; dagegen konnte er doch einige Bedenken über die Annahme von stofflichen Planetenbahnen und über verschiedene Bahnelemente nicht verschweigen. Zum Schluß forderte er ihn auf, seinen Geist auf das brahesche System zu wenden und ihn zu besuchen. Maestlin gegenüber wandte Brahe einige Tage später ein, daß die Meinung, mit Hilfe von regelmäßigen Körpern die Sternkunde zu verbessern, irrig sei; denn eine Besserung könne nur auf Grund von Beobachtungen erfolgen. Ähnlich äußerte sich Brahe zu Kepler im folgenden Jahr 1599, als er seine Einladung wiederholte. Kepler folgte dieser Einladung, da seine Lage in Graz infolge der Gegenreformation immer bedrohlicher wurde [769, S. 22], und reiste im Frühjahr 1600 nach Böhmen. Er trat Brahe mit Mißtrauen gegenüber. Dieser galt als herrisch und leidenschaftlich, so daß es schon manche Zerwürfnisse mit seinen Gehilfen gegeben hatte. Dazu kam, daß Brahe offensichtlich die Hilfe Keplers zur Verbesserung seines braheschen Systems und nicht des coppernicanischen Systems verwenden wollte. Andererseits war Kepler stolz auf sein Weltgeheimnis und wollte dieses auf Grund besserer Beobachtungen berichtigen. Solche Beobachtungen besaß nur Brahe. Somit wirkten der Zwang, sich und seiner Familie ein Unterkommen zu verschaffen, und die Begierde nach den Braheschen Beobachtungen in gleicher Weise auf ihn ein. Um sich genügend Zeit zu eigenen Arbeiten zu verschaffen und zugleich seine Selbständigkeit zu wahren, stellte er wegen seiner Tätigkeit und freien Zeit verschiedene Bedingungen, auf die Brahe früher wohl nicht eingegangen wäre. Jetzt wünschte dieser aber dringend die Bearbeitung seiner Beobachtungen und war nicht imstande mit seinen Gehilfen diese Arbeit zu bewältigen. Deshalb nahm er die Bedingungen an. Kepler sollte bei den Beobachtungen nicht mithelfen, sondern sich nur der Theorie widmen und zwar zuerst der Marstheorie. Wegen der Bezahlung kam es zu keiner befriedigenden Lösung. Erst nach Brahes Tode wurde Kepler als kaiserlicher Mathematiker angestellt mit dem Gehalt von 500 Gulden, das aber nur teilweise und nachträglich gezahlt wurde, so daß er wohl Schuldscheine von der kaiserlichen Kasse erhielt, aber ständig Not litt. In den ersten 9 Jahren bis 1610 erhielt er nur die Hälfte ausgezahlt. Gewiß war er nicht der Einzige: die Erben Brahes mußten jahrelang kämpfen [233, S. 389], bis ihnen die Kasse einen Teil ihrer

Forderungen auszahlte. Die Witwe des geschickten Mechanikers Erasmus Habermel bekam erst 6 Jahre nach ihres Mannes Tode sein letztes Gehalt ausgezahlt. Später wurde Keplers Gehalt sogar auf 350 Gulden hinabgesetzt und trotzdem wuchs seine Forderung an die Kasse. Im Jahre 1628 übertrug Kaiser Ferdinand II. die Restsumme von 11 817 Gulden auf Wallenstein, der nunmehr Keplers Gönner wurde. Obwohl er sich von diesem seine Zukunft aus den Sternen lesen ließ und damals der reichste Mann im ausgesogenen Deutschland war, hielt er es nicht für nötig seinen Verpflichtungen nachzukommen. Nach seiner Absetzung gingen diese Verpflichtungen wieder auf die kaiserliche Kasse über, die im Jahre 1634 eine Schuld von 12 649 Gulden festsetzte und einmal 100 Gulden als Abschlag auf die Zinsen zahlte. Nach dem Jahre 1717 verzichtete die Keplersche Familie auf die Eintreibung der Summe. Diese geldlichen Nöte müssen berücksichtigt werden, wenn die riesige Leistung Keplers gewürdigt werden soll. Als kaiserlicher Mathematiker hätte er verhungern müssen, wenn er nicht durch das Heiratsgut seiner beiden Frauen und durch Kalenderschreiben und Horoskopdeuten Einnahmen gehabt hätte. Allmählich, als der Dreißigjährige Krieg kam, wurde es immer schlimmer und die Einkünfte immer trügerischer; andererseits bestand die Notwendigkeit seine großen Werke zu veröffentlichen und nicht ungenützt verkommen zu lassen. Da mußte der kaiserliche Mathematiker sich von Druckerei zu Druckerei wenden und mußte mit seinen gedruckten Werken von Stadt zu Stadt reisen, um sie loszuschlagen. Schließlich erwarb er sich eigene Lettern, um seine Bücher in Sagan unter seiner Aufsicht setzen und drucken zu lassen. Und das Geld für den Buchdruck? Kepler mußte froh sein, wenn er einen Verleger fand; vielfach mußte er seine Einnahmen zum Drucken verwenden. Mancher wird fragen: Warum übernahm er nicht einen Lehrstuhl an einer Universität? Ein so begabter Mann mußte doch jeder Universität erwünscht gewesen sein! Gewiß hätte er einen Lehrstuhl bekommen können, wenn er eine Sternkunde mit Verleugnung der coppernicanischen Lehre geschrieben und seine Jugendarbeit als Jugendsünde bezeichnet hätte. Und weil er das nicht konnte, fand er Ablehnung, wo immer er anklopfte und sich sogar zum Horoskopunterricht bereit erklärte. Er konnte nicht den Mantel nach dem Winde hängen. Deshalb lehnte er ab, als er 1617 einen Ruf nach

Bologna als Nachfolger Maginis erhielt, und begründete es mit folgenden Worten: „Dazu kommt, daß ich von Jugend an bis in mein gegenwärtiges Alter als Deutscher unter Deutschen eine Freiheit im Gebaren und in der Rede genossen habe, deren Gebrauch mir wohl, wenn ich nach Bologna ginge, leicht wenn nicht Gefahr so wenigstens Schmähungen zuziehen, Verdacht erregen und mich den Angebereien beschränkter Köpfe aussetzen könnte." Ähnlich äußerte er sich später in seinem Rundschreiben an die Buchhändler, besonders die italienischen, über seine Weltharmonik: „Ich habe dieses Buch gemäß deutscher Art und Freiheit geschrieben." Weil bei ihm Forschen und Leben eine Einheit bildeten, konnte er sich religiösen Kompromissen, wie sie damals die Machthaber forderten, nicht bequemen. Deshalb ertrug er die Schande, aus seiner Gemeinde ausgeschlossen zu werden, und lehnte den Übertritt zur katholischen Kirche ab. Er war kein Fürstenknecht und kein Pfaffenknecht und mußte dafür büßen. Ein wetterwendiger Mann jedoch hätte nie die Arbeiten durchführen können, die zur Umgestaltung der coppernicanischen Lehre nötig waren; er hätte sich mit der Anerkennung begnügt, die das Weltgeheimnis fand, und sich nach einer geruhsamen und einträglichen Stelle umgesehen.

Kepler veröffentlichte nach Brahes Tod dessen noch nicht fertig gedruckte Progymnasmata; dagegen legten sich der Fortsetzung seiner Arbeiten Schwierigkeiten in den Weg. Als Brahes Schwiegersohn Tengnagel im Sommer 1602 nach Prag zurückkehrte, wollte er alles in die Hand nehmen und anordnen. Die wissenschaftlichen Instrumente hatte der Kaiser gekauft; sie wurden in einem Keller aufbewahrt, so daß Kepler damit seine Beobachtungen nicht fortführen konnte und später die Instrumente des Barons Hoffmann benützen mußte. Auch die Fortführung der Berechnungen schien in Frage gestellt zu sein, da Tengnagel dem Kaiser gegenüber sich anheischig machte innerhalb 4 Jahren die Rudolfischen Tafeln zu liefern. Tatsächlich war er dazu nicht imstande und Kepler kam erst 1604 in den Besitz der braheschen Beobachtungen. Inzwischen hatte er mit einem einfachen hölzernen Gerät begonnen, die Parallaxe der Sterne zu bestimmen, was er bereits 1597 Galilei geraten hatte. Da sein Gerät genaue Messungen nicht gestattete, so konnte er aus seinen Beobachtungen nur schließen, daß die jährliche Verschiebung

der Sternörter weniger als 8′ betrage, weshalb der Sternhimmel mehr als 500 Erdbahnhalbmesser entfernt sei. Wichtiger wurden seine Berechnungen der braheschen Beobachtungen. Damit war er schon bis zu Brahes Tode sehr weit gekommen, wie er Maestlin am 20. Dezember 1601 mitteilte. Nach seinen bisherigen Berechnungen bewegt sich jeder Planet stets genau in einem Kreise mit veränderlicher Geschwindigkeit, schneller in Sonnennähe und langsamer in Sonnenferne oder mit anderen Worten, seine Ge-

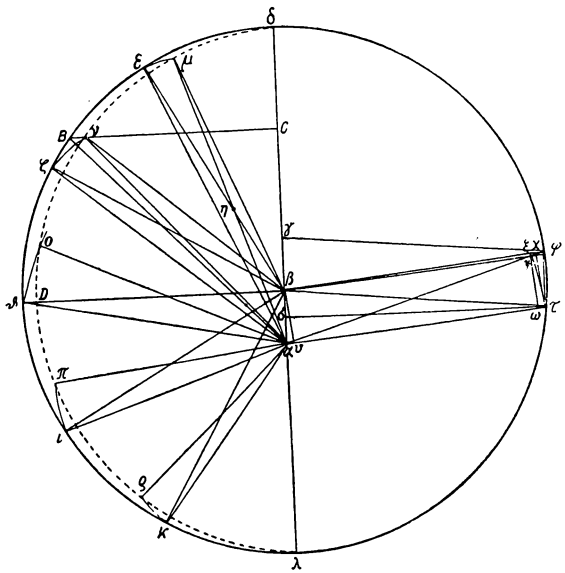


Abb. 55. Keplers Entwurf der eiförmigen Planetenbahn (gestrichelt). (J. Kepler, Astronoma nova, Linz 1609, S. 218.)

schwindigkeit entspricht seinem Abstande von der Sonne, was er später in seinen Flächensatz abänderte. Zur Berechnung der Marsbewegung führte Kepler den von Coppernicus aufgegebenen Leitpunkt wieder ein, von dem aus gesehen die Marsbewegung gleichmäßig erfolgt. Ferner fand er, daß die sogenannte Schwankung der Marsbahn auf Irrtum beruht und nicht vorhanden ist. Auf Grund dieser Erkenntnisse konnte er die von ihm benützten Marsörter befriedigend darstellen. Nicht gelang ihm dies mit anderen Braheschen Marsbeobachtungen. Infolgedessen konnte die Marstheorie noch nicht richtig sein. Bevor er nun daran ging

mit Hilfe weiterer Beobachtungen die Marsbahn zu untersuchen, mußte er zuvor prüfen, ob seine Annahme, daß auch die Erdbahn einen Leitpunkt besäße, richtig sei. Dazu untersuchte er die Erdbahn sozusagen von der Marsbahn aus, indem er geeignete Marsbeobachtungen und die aus Brahes Tafeln zu entnehmenden Erdörter verwendete und fand, daß die Erdbahnmitte ungefähr in der Mitte zwischen der Sonne und dem Leitpunkte liege. Zugleich bekam er dadurch die Abstände Sonne—Erde—Mars und konnte nun darangehen, auf Grund der einzelnen Beobachtungen die Marsabstände von der Sonne zu berechnen. Da der Kreis offenbar für Mars nicht in Betracht kam, so versuchte er es mit der eiförmigen Bahn (Abb. 55). Auf die eiförmige Bahn des Epizykelmittelpunktes von Mond und Merkur wurde schon seit Jahrhunderten aufmerksam gemacht, so daß diese Bahnform zu verwenden nahe lag. Alle Versuche Keplers, damit unter gleichzeitiger Annahme eines Schwankens des Planeten auf dem Epizykelhalbmesser die Marsbeobachtungen darzustellen, schlugen fehl. Somit verbrachte er viele Monate mit langwierigen erfolglosen Rechnungen. Endlich kam er im Jahre 1604 zur Gewißheit, daß nur die Ellipse (Abb. 56) den Marsbeobachtungen genüge und daß nur dann, wenn die Sonne in einem Brennpunkt steht, der Flächensatz gültig ist.

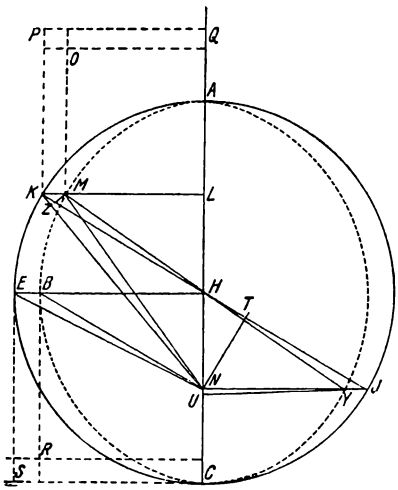


Abb. 56. Keplers Entwurf der elliptischen Planetenbahn (gestrichelt). (J. Kepler, Astronomia nova, Linz 1609, S. 286.)

Im Anschluß daran untersuchte Kepler auch die Parallaxe des Mars, für die Brahe einen merklichen Betrag gefunden hatte; tatsächlich war sie aus den Beobachtungen nicht nachweisbar. Zum Schluß suchte Kepler die Frage zu beantworten, ob die ptolemäischen Beobachtungen andere Bahnelemente des Mars erfordern. Unter reiflicher Abwägung aller Umstände, welche die Ungenauigkeiten in den ptolemäischen Angaben über-

haupt erklären können, und unter verschiedenen Annahmen kam er zum Schluß, daß sich in den Bahnelementen, mit Ausnahme der Schiefe, nichts geändert hatte.

Mit seiner Marstheorie, die er 1609 in seiner Astronomia Nova bekannt gab, hatte er einen riesigen Fortschritt erzielt, als Ergebnis einer ungeheuren Rechenarbeit und seines Bemühens aus den Braheschen Beobachtungen das Letzte herauszuholen. Wohl die meisten hätten sich mit seiner zuerst gefundenen angenäherten Marsbahn begnügt, wobei die Darstellung der 12 verwendeten Oppositionsörter nur einmal zu einer Abweichung seiner berechneten Marslänge von der beobachteten um mehr als 2′ führte, die seiner Meinung nach der Genauigkeit der braheschen Längen entsprach; allerdings wichen andere Marslängen bis zu 8′ von der Rechnung ab und die beobachteten Marsbreiten entsprachen nicht der Rechnung. Hier zeigte sich nun Keplers Willenskraft, daß er nicht ruhte, bis er die wahre Form der Marsbahn gefunden hatte, welcher sich die Beobachtungen anpaßten. Launig beschrieb er sein Bemühen, hinter die Geheimnisse der Natur zu kommen, mit folgenden Worten [412, S. 343]:

„Sieh, Galatea, der Schelm, sie wirft nach mir mit dem Apfel. Eilt flugs hinter den Busch, und will doch, ich soll sie noch sehen. Wahrhaftig, ich habe recht, wenn ich diese Verse aus Virgils Mund auf die Natur anwende! Je näher man ihr kommt, desto mutwilliger treibt sie ihr Spiel mit einem, desto mehr Winkelsprünge macht sie, um dem, der sie fassen will, ja der sie fast schon festhält, zu entschlüpfen. Und doch lockt sie fortwährend, nach ihr zu haschen, wie wenn sie ein Vergnügen an meinen Fehlgriffen hätte."

Auch über die wirkende Kraft im Sonnenall enthält sein Werk wichtige Aufschlüsse. So schilderte er sie im 38. Kapitel als „die Kraft, die durch die Spezies von der Sonne zur Erde strömt, eine Art reißender Strom, der alle Planeten, ja vielleicht gar den ganzen Himmelsäther von Westen gen Osten reißt, der aber aus sich selbst die Körper nicht zur Sonne heranzuziehen oder sie von ihr wegzutreiben vermag, was nur eine unendliche Spannung zuwege brächte. Es müssen also die Planeten selbst eine Art Nachen, besondere bewegende Kräfte, denen gleichsam die Rolle eines Lotsen oder Fährmannes zukommt, besitzen. Ihrer Führung obliegt es nicht nur den Wechsel in der Entfer-

nung von der Sonne, sondern auch . . die Neigungen in den Breiten zu besorgen und die Planeten von Norden nach Süden, gleichsam von einem Ufer an das andere und umgekehrt quer über den Fluß . . . hinüberzufahren." Später wendete er die gilbertsche Theorie, wonach die Erde ein ungeheurer Magnet ist, auf die Planeten und Sonne an und bezeichnete den in der Sonne sitzenden Magnetismus als die antreibende Kraft. Er kam zur Annahme: „Die Sonne ist rings im Kreis herum magnetisch und dreht sich auf der Stelle, wobei sie ihr Kraftfeld mit herumbewegt. Diese Kraft zieht die Planeten nicht an, sondern besorgt ihre Weiterbewegung. Die Planeten dagegen sind an sich zur Ruhe geneigt an jedem Ort, an den sie gestellt werden. Damit sie daher von der Sonne bewegt werden, ist eine Kraftanstrengung notwendig. So geschieht es, daß die weiter entfernten von der Sonne langsam, die näheren schneller angetrieben werden."

In seinem Weltgeheimnis hatte Kepler an Gedanken gerührt, die ihn in den nächsten Jahren sehr beschäftigten, ja sogar über die Nöte seiner Zeit emporhoben und den Tod seiner Lieben und Demütigungen vergessen ließen. Den harmonischen Verhältnissen, wie sie im Tierkreis, in den Aspekten und in den Tönen auftraten, hatte er nur einen Abschnitt in seinem Weltgeheimnis gewidmet. Diese Untersuchung galt es weiter auszuführen und zugleich sämtliche harmonischen Verhältnisse aufzuspüren. Zuerst begann er mit den geometrischen Grundlagen seiner Harmonie; damit glaubte er zuerst Gottes Absicht bei der Weltschöpfung zu erkennen: „Die Geometrie nämlich . . . ewig wie Gott und aus dem göttlichen Geist hervorleuchtend, hat Gott die Bilder zur Ausgestaltung der Welt geliefert, damit diese die beste und schönste, dem Schöpfer ähnlichste würde" [418, S. 98]. Daneben liefen die Untersuchungen über die Aspekte und die harmonischen Verhältnisse in der Tonwelt. Zur Vertiefung seines Wissens durchforschte er Euklids 10. Buch über die mathematischen Irrationalitäten und ließ sich aus München die ptolemäische Harmonielehre in der lateinischen Übersetzung und, als diese nicht genügte, sogar eine griechische Handschrift davon schicken. Auch die anderen Schriften über Harmonie durchzulesen, unterließ er nicht, was ihn befähigte eine Grundlage für alle neuere objektive Musikbetrachtung zu schaffen [406, Bd. 6, S. 492].

Bis zum Jahre 1599 hatte er den Grund zu seiner Weltharmonik gelegt und seinen Freunden den Plan zum künftigen Buch zugesandt. Er hatte seine Urharmonien, ausgezeichnete Zahlenverhältnisse, aufgestellt, Vielecke untersucht und dabei weltbildende Verhältnisse entdeckt und glaubte eine Beziehung zwischen den Planetenbewegungen und den Tönen gefunden zu haben. Die Ausarbeitung seines Buches dauerte viele Jahre, die er z. T. auch seiner Bearbeitung der Braheschen Beobachtungen und anderen Pflichten widmen mußte. Seine Untersuchung der Vielecke führte ihn zur Frage, welche Vielecke die Ebene völlig ausfüllen. Bei der Untersuchung der geometrischen Körper entdeckte er ein neues Sternvieleck. Bedeutsam sind seine Untersuchungen über die Aspekte. Er wollte die Sterndeutung veredeln, weil er glaubte, daß ein Zusammenhang zwischen den Himmelsvorgängen und dem irdischen Geschehen bestehe. Ein solcher Zusammenhang äußere sich zwischen den Aspekten und dem Wetter; denn die Erde besitze eine Seele zur Aufnahme der himmlischen Einflüsse. Die Aspekte würden die seelischen Fähigkeiten zur Verrichtung der Werke wecken. Obwohl seine Bemühungen, das irdische Schicksal aus den Gestirnen zu lesen, oft vergeblich waren [767], ließ er nicht ab, die Grundlagen der Sterndeutung zu verbessern. Da er gleichzeitig durch die Berechnung genauer Jahrbücher die Möglichkeit zu einer viel genaueren Vorausberechnung der Himmelsvorgänge schuf, so hätte die Sterndeutung neu aufblühen müssen. Tatsächlich hatte sie ihren Höhepunkt überschritten und befand sich auf dem Abstiege.

Der wichtigste Teil seines Buches ist der letzte, der von der Harmonie der Planetenbewegungen handelt. Kepler hatte schon in seinem Jugendwerk versucht, harmonische Beziehungen zwischen den Abständen und Bewegungen der Planeten festzustellen. Seine Einschaltung der 5 regelmäßigen Körper war nicht ganz geglückt. Er schob es auf seine ungenügende Kenntnis der Planetenbahnen. Seine Bearbeitung der Braheschen Beobachtungen lieferte ihm die gewünschten Grundlagen, die er für seine Rudolfischen Tafeln benützte. Nunmehr konnte er seine Rechnungen wieder aufnehmen und fand am 15. Mai 1618 sein 3. Gesetz, wonach die Quadrate der Umlaufszeiten sich wie die Kubus der mittleren Abstände von der Sonne verhalten. Diesen Satz und seine neuen Bahnelemente galt es im göttlichen Schöpfungsplan

nachzuweisen; denn er sagte: „Da aber Gott nichts ohne geometrisches Ebenmaß eingerichtet hat, was nicht von einer vorausgehenden, zwangsläufig wirkenden Gesetzmäßigkeit abhängt, so schließen wir sofort, daß die Umlaufszeiten ihre Dauer und also auch die Planetenkörper ihren Inhalt von etwas erhalten haben, was dem Urbilde nach vorausgeht." Dieser Nachweis war nicht leicht; gelegentlich wollten die Bahnelemente sich nicht harmonisch einfügen; dann „wollte Gott, der Schöpfer, das nicht einführen" meinte er [418, S. 296], oder es war notwendig, die früher hoch geschätzten regelmäßigen Körper beiseite zu legen, weil „dieses geometrische Weltall einer vollkommenen Einschaltung keinen Platz mehr neben dem anderen, möglichst harmonischen Weltall hatte" [418, S. 347]. Deshalb mußte auch seine frühere Behauptung, daß der Schöpfer die harmonischen Proportionen mit den 5 regelmäßigen Körpern verbunden habe, um ein einziges vollkommenes Urbild des Himmels zu formen [418, S. 317], eingeschränkt werden. Immerhin gelang es ihm, nicht nur die Umlaufszeiten und mittleren Abstände, sondern auch die größten und kleinsten Abstände durch harmonische Zahlen darzustellen. Und da die harmonischen Zahlen den Tönen gleichzusetzen sind, so kam er zu folgender Vorstellung einer Sphärenmusik: „Es sind also die Himmelsbewegungen nichts anderes als eine fortwährende mehrstimmige Musik (durch den Verstand, nicht das Ohr faßbar), eine Musik, die durch dissonierende Spannungen, gleichsam durch Synkopen und Kadenzen hindurch (wie sie die Menschen in Nachahmung jener natürlichen Dissonanzen anwenden) auf bestimmte, vorgezeichnete, je sechsgliedrige (gleichsam sechsstimmige) Klauseln lossteuert und dadurch in dem unermeßlichen Ablauf der Zeit unterscheidende Merkmale setzt. Es ist daher nicht mehr verwunderlich, daß der Mensch, der Nachahmer des Schöpfers, endlich die Kunst des mehrstimmigen Gesangs, die den Alten unbekannt war, entdeckt hat. Er wollte die fortlaufende Dauer der Weltzeit in einem kurzen Teil einer Stunde mit einer kunstvollen Symphonie mehrerer Stimmen spielen und das Wohlgefallen des göttlichen Werkmeisters an seinen Werken soweit wie möglich nachkosten in dem so lieblichen Wonnegefühl, das ihm diese Musik in der Nachahmung Gottes bereitet." Selbstverständlich spielten sein Flächensatz und sein 3. Gesetz eine große Rolle. Sogar bei den 4 Jupitermonden fand

er sein 3. Gesetz bestätigt [404, Bd. VI, S. 361]. Im gleichen Epitome, das im 1. Buch eine eingehende Begründung der Erdbewegung enthält, gab Kepler auch seine Ansicht über die im Sonnenall wirkenden Kräfte kund: Von der Sonne gehen Kraftstrahlen aus, welche infolge der Sonnendrehung die Planeten mitreißen. Die Umlaufszeit des Planeten hängt ab von der Weglänge, von seinem Gewicht, von der Größe der Kraftstrahlen und von der Größe des Planeten, der um so mehr Kraft auffängt, je größer er ist.

Seine großen Untersuchungen über die Planetenbewegungen fanden ihren vorläufigen Abschluß in der Harmonice Mundi, die 1619 erschien, und in der Epitome astronomiae copernicanae, die in den Jahren 1618—21 veröffentlicht wurde.

Sinnen und mühsames Rechnen hatten Kepler einen ganz neuen Einblick in den Aufbau der Welt, d. h. in die Planetenbewegungen geliefert. Was Coppernicus nur erträumt hatte, war nun Wirklichkeit geworden. Die Sonne war die Lenkerin der Planeten; ihre Kraft zwang sie, ihre Umläufe in elliptischen Bahnen zu tun. Alles dies geschah nach bestimmten Gesetzen, welche sowohl den Umlauf jedes einzelnen Planeten wie auch das Verhältnis der Bahnen zueinander und zur Sonne bestimmten. Eine neue Grundlage für die Vorausberechnung der Himmelsvorgänge und für die Erforschung des Himmels war geschaffen. Dabei war das üppige Rankenwerk, welches das einfache Bild des coppernicanischen Systems überwucherte, beseitigt.

Und alles dies hat Kepler geleistet in einer Zeit, wo er halbe Tage dem Bettel um seine Gehaltszahlung und den astrologischen Spielereien des Kaisers widmen mußte, wo Not und Sorge ihn nicht verließen, wo ihm nahe gelegt wurde die Sternforschung beiseite zu schieben und seinen Sinn von Spekulationen hinzuwenden auf die Förderung des Allgemeinwohles, wo er seine alte Mutter, die der Hexerei beschuldigt worden war, vom schlimmsten bewahren mußte. Und welche Arbeitsleistung, wobei er des Vorteiles, den Logarithmen und Integralrechnung gewähren, entbehren mußte und auf Unverständnis stieß, da Maestlin sich bald nach Vollendung des Weltgeheimnisses zurückzog und die anderen Freunde wie Herwart und Fabricius ihre Ablehnung der Erdbewegung deutlich zu verstehen gaben! War es nicht ein aussichtsloses Unternehmen, ganz allein eine unmög-

liche und unerwünschte Sache zu unternehmen? Hatte seine erste Frau nicht recht, wenn sie sich von ihm absonderte und sich weigerte Geld zum Haushalt zuzuschießen? War er nicht an ihrer Geisteszerrüttung schuld, weil er es nicht verstand, das für das Leben nötige Geld zu beschaffen? Das sind die Hintergründe seiner Arbeiten.

Manchem Leser der umfangreichen Werke Keplers mochte es dünken, daß er nur auf großen Umwegen zu seinen Ergebnissen kam. Warum zeitraubende Untersuchungen über die harmonischen Verhältnisse in der Geometrie, Musik und den Aspekten anstellen, die zudem von Willkür nicht frei waren [406, Bd. 6, S. 475], wenn Kepler als geübter Rechner sein 3. Gesetz viel eher finden konnte? Hatte er doch schon 1595 die Beziehung zwischen Abständen und Umlaufszeiten untersucht und dafür eine Annäherung gefunden! Und waren ihm damals doch die Abstände und Umläufe genügend bekannt, so daß sich das Gesetz daraus ergeben konnte! Ist eine solche Frage überhaupt berechtigt? War die Beschäftigung mit den harmonischen Beziehungen für Kepler nicht notwendig als Enthebung von der Not des Alltages und als Entspannung von anderen unerwünschten Arbeiten? Und läßt sich seine Arbeitsleistung mit der anderer Menschen vergleichen? Wenn wir seine Arbeit für seine Astronomia Nova mit den riesigen Berechnungen und immer neuen Ansätzen in Betracht ziehen, so finden wir, daß er für die Arbeit vom Sommer 1600 bis Ende 1605, unter Berücksichtigung anderer Arbeiten, 4 Jahre brauchte. Das ist wenig Zeit für eine solche Leistung. Kepler erinnert darin an Regiomontan, für den die Berechnung seiner großen Tafeln nur eine Unterhaltung, ein „ungarisches Spiel" war, der von Gedanken zu Gedanken eilte und jeden Einfall in ein mathematisches Gewand kleidete. Nicht nur in der Behendigkeit der Arbeit, auch in ihrer Veranlagung und Bestrebungen besteht eine große Ähnlichkeit. Selbstverständlich macht sich der Zeitunterschied von 150 Jahren, worin die Wissenschaft sich sehr entwickelte und durch Coppernicus eine neue Grundlage für Forschungen gelegt wurde, bemerkbar. Was bei Kepler zu einem Ganzen vereinigt wurde, davon sind bei Regiomontan nur Ansätze und Bemühungen zu finden. Immerhin die gleiche große Grundlage: die Beschäftigung mit allen Gebieten der Mathematik, wobei die Bevorzugung der Vielecke und der

regelmäßigen Körper bezeichnend ist. Ob Regiomontan über das Neuneck [123, Bd. II, S. 279] hinauskam, läßt sich nicht nachweisen, weil sein eigenhändig geschriebenes Exemplar Euklids mit zahlreichen wichtigen Ergänzungen [775, S. 22], das später in den Besitz Dürers kam, verschollen ist. Ebenso steht es mit seinen Untersuchungen über die regelmäßigen Körper, so daß sich nicht angeben läßt, ob er sie mit den Planetenbahnen verglich. Beiden gemeinsam sind Vorstöße in mathematisches Neuland: wie Regiomontan Maximal- und Minimalaufgaben stellte, so vollzog Kepler die erste wirkliche Integration. Merkwürdig ist ihre gleiche Neigung für die Tonwelt. Gewiß ist die Vorliebe der Mathematiker und Astronomen für die Musik bekannt; aber hier handelte es sich um eingehende Forschungen über die Harmonie der Töne, die Regiomontan zu merkwürdigen Beziehungen zwischen Tönen und Winkeln und Kepler zu Beziehungen zwischen Tönen und Planetenbewegungen führten. Was Regiomontan darüber hinaus noch auf diesem Gebiet geleistet hat, ist unbekannt; immerhin deutet seine Absicht die Harmonie des Ptolemaeus mit der Erklärung des Porphyrios herauszugeben und sein Besitz mehrerer Handschriften über Musik und Harmonie auf seine Neigung hin. Himmelserscheinungen wie die Kometen von 1472 und 1618 und der neue Stern von 1604 regten Regiomontan und Kepler zu grundlegenden Forschungen an. Auch das Grundlegende ist bezeichnend für das Verhältnis zur Sterndeutung. Bei Regiomontan die Schaffung der Richtungstafeln (Tabulae directionum) und bei Kepler die Aufstellung harmonischer Beziehungen zwischen den Aspekten. In ihrer Verachtung der gewöhnlichen Sterndeuter und ihres Treibens sind sie sich einig.

Beide beseelt der Gedanke, eine neue Grundlage für die Sternforschung, in erster Linie für die Planetentheorie, zu schaffen. Was bei Regiomontan mit der Schaffung einer Beobachtungsgrundlage und mit dem Sinnen über die Erdbewegung nur Ansatz ist, bei Kepler ist es Vollendung, zumal er in Brahes Beobachtungen eine vorzügliche Grundlage besaß. Dieselben Worte, wie die Ankettung der Planeten an die Sonne und der Vergleich der Sonne mit dem König und dem Herzen, kehren in Keplers Werken wieder. Wenn ein Unterschied zwischen ihnen besteht, so hinsichtlich der praktischen Betätigung: Regiomontan neigte

zur Beobachtung; er war ein geschickter Hersteller von Geräten und Erfinder von Neuerungen; dabei hatte er sich in die Behandlung physikalischer Fragen sehr vertieft. Kepler widmete sich wenig Beobachtungen und der Herstellung von Geräten, wußte aber um so Wichtigeres über das Licht, die Strahlenbrechung und die Linsen zu sagen und neue Wege zu weisen.

Irgendwelche Einfälle vermögen sie zu zeitraubenden Überlegungen und Rechnungen zu veranlassen. Um diese Zeit ist es ihnen nie schade. Wenn sie aber einen Pfad beschritten haben, so machen sie bald Halt, wenn er ihnen nichts Neues bietet. So hörte Regiomontan nach der Auffindung der 5. vollkommenen Zahl mitten in der Berechnung der 6. Zahl auf, gleichsam als ob er sagen wollte: das ist so einfach, daß jeder Dummkopf es machen kann. Mir gefällt die Sache nicht mehr. Ebenso dürfte es Kepler mit dem von ihm gefundenen Sternvieleck gemacht haben. Außer diesem scheint er noch eines gefunden zu haben, hielt es aber nicht für nötig es mitzuteilen.

Die Briefe der Regiomontan und Kepler sind voller Anregungen und Fragen. Ein Gedanke nach dem anderen kommt ihnen in die Feder, so daß manche Briefe mehr Abhandlungen als Briefen gleichen. Ganz anders Coppernicus. Er äußert sich nicht gern über seine Pläne. Selbst dann, als Wapowskis Frage ihm die Gelegenheit bot, von seinen Forschungen zu sprechen, setzte er umständlich die Fehler Werners auseinander und lehnte ein Eingehen auf seine eigenen Arbeiten ab. Die Nüchternheit seiner Briefe dürfte an ihrer Nichtbeachtung und an ihrem Verschwinden schuld sein. Die Briefe Regiomontans und Keplers geben dem Leser sehr viel, so daß er sie aufhebt und verbreitet. Der Verschwender von Gedanken ist immer beliebter als der Wortkarge.

Wenn die Leistungen der Regiomontan und Kepler mit denen ihrer Zeitgenossen verglichen werden, so zeigt sich sofort, daß sie in wenigen Jahren das schaffen, wozu die anderen ein Menschenleben gebraucht hätten. Gleichsam als ob die Zeit eine andere Bedeutung für Regiomontan und Kepler hatte. Kepler schuf bis zu seinem Tode außer den schon erwähnten Werken grundlegende Arbeiten über die Optik, über den neuen Stern von 1604, über die Kometen von 1618 und die Jahrbücher für 1617—1636, abgesehen von kleineren Schriften über die Kalenderverbesserung, über das Geburtsjahr Christi, über sein Glaubensbekenntnis und

seinen Kalendern. Er starb am 15. November 1630 in Regensburg, wo er seine Forderungen auf dem Kurfürstentage geltend machen wollte. Beerdigt wurde er auf dem evangelischen Petersfriedhofe, der später bei der Belagerung der Stadt zerstört wurde. Das 1808 errichtete Denkmal steht nahe dem ehemaligen Friedhofe.

Wie verhielt sich die Mitwelt zu den grundlegenden Forschungen Keplers? Seine Bücher, nicht leicht zu verstehen, wurden wenig gelesen. Selbst seine Freunde, mit denen er im Briefverkehr stand, ließen sich nicht überzeugen. Die guten Beobachter David Fabricius und Simon Marius blieben nach wie vor der ptolemäischen Lehre treu, obwohl sie die braheschen Verbesserungen der Sonnen- und Mondbewegung benützten. Und Maestlin erwähnte in der letzten Auflage seiner Epitome astronomiae von 1624 Kepler und dessen Ergebnisse überhaupt nicht, sondern lehrte nur das ptolemäische System. Dabei zeigt eine Angabe über 1623, daß er sein Buch auf dem Laufenden hielt. Erst nach Keplers Tode begann man seine theoretischen Arbeiten in Betracht zu ziehen und besonders seine Lehre von der elliptischen Planetenbewegung auszubauen.

Brahe hatte sein Weltsystem 1583 aufgestellt und in seiner Arbeit über den Kometen von 1577 mitgeteilt, die, wenn auch unvollständig, im Jahre 1588 versandt worden war [107]. Seit dieser Zeit wurde sein System, das manche Nachahmer fand, bekannt und fand große Beachtung, weil es die Forderungen der Wissenschaft mit den kirchlichen und philosophischen Lehrsätzen vereinigte. Trotzdem gab es immer noch Anhänger der ptolemäischen Lehre: Magister Joh. Hoeckelshoven hielt 1601 eine Vorlesung über Himmel und Erde, wo er nur die Ansicht des Ptolemaeus lehrte [355]. Ein Gegner der coppernicanischen Lehre war der berühmte englische Philosoph Francis Bacon (1567—1631). In seinem 1604 verfaßten Advancement of Learning hielt er das coppernicanische System für geeignet zur Darstellung der Himmelserscheinungen, aber widersprechend der Philosophie [23], was er auch noch in seinem von 1622—23 verfaßten Werk „De Augmentis Scienciarum" [25] aufrecht hielt, während er dazwischen schwankte zwischen der Annahme, daß die Sonne von Merkur und Venus begleitet werde und völliger Ablehnung im Jahre 1619 [Novum Organum Nr. 24]. Es ist bezeichnend, daß er sein Entgegenkommen gegenüber dem brahe-

schen System nicht veröffentlichte; die 1612 verfaßte Schrift „Descriptio Globi Intellectualis" erschien erst nach seinem Tode [26]. In seinen Schriften findet sich keine Andeutung, daß er Keplers Arbeiten gekannt hatte [Nr. 684, S. 73. Nr. 391, S. 245. Nr.544, S. 173, 176, 177].

Schon 1608 hatte Simon Stevin [682, S. 236, 244] die Annahme der Erdbewegung als wahr und naturgemäß bezeichnet und eine Figur des coppernicanischen Weltgebäudes mit den exzentrischen Planetenbahnen (Abb. 57) mitgeteilt, wobei er hinzufügte, daß die Sonne wahrscheinlich in der Weltmitte stehe, obwohl die astronomischen Beobachtungen dagegen sprächen. Der Holländer Nikolaus Mulerius wagte noch 1611 nicht die neue Lehre gegen die Heilige Schrift zu verteidigen. Dagegen gab er im Jahre 1617 eine neue Auflage des Hauptwerkes [Anhang E] heraus, worin er seinen Lebenslauf des Coppernicus mitteilte und das Hauptwerk durch zahlreiche Anmerkungen bereicherte. Ph. Lansberg bekannte sich 1619 als Anhänger der coppernicanischen Lehre, indem er seinem Buche „Progymnasmatum astronomiae restitutae Liber I. de motu solis" ein Titelbild mit der Erdbewegung um die Sonne beigab und in seinen späteren Schriften rückhaltlos dafür eintrat [441—445]. Dagegen betonte Nik. Fuller in seinem geistlichen Buche „Miscellanea sacra", das 1622 in Leiden erschien, daß die neue Lehre zu verwerfen sei, weil sie nicht nur mit der allgemeinen Meinung, sondern, was viel wichtiger sei, auch mit der Heiligen Schrift unverträglich sei [278, S. 94]. Auch der Diakonus Chr. Cnoll in Sprottau [154] versuchte 1624 mit biblischen Gründen einem Astronomen die Unmöglichkeit der Erd-

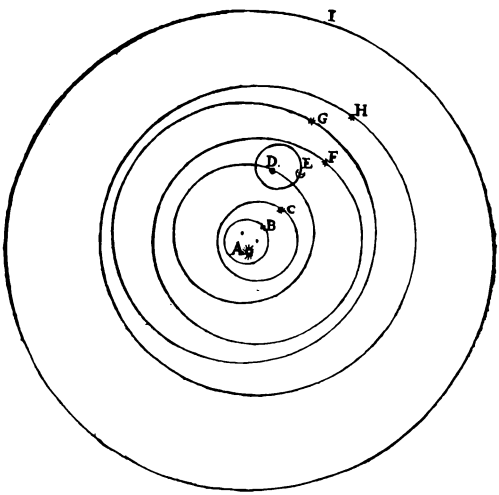


Abb. 57. Stevins Weltgebäude. (S. Stevin, Hypomnemata mathematica, Leiden 1608, S. 236.)

bewegung zu beweisen. Georg Ludwig Froben arbeitete 1617 über die Planetenbewegung [764, Nr. 2822] auf Grund der Lehren der Ptolemaeus, Coppernicus und Brahe, aber legte 1622 nur noch die ptolemäische Lehre zu Grunde.

Als Anhänger des braheschen Weltsystems zeigte sich der Wittenberger Magister Melchior Jöstel in einer Arbeit über die Mondfinsternis vom 31. Januar 1599 [390], worin er eine Figur des Weltsystems brachte und die neuen braheschen Tafeln benützte, weil die Preußischen Tafeln nicht für genaue Angaben genügten. Auch der Engländer Nik. Torporley lobte 1602 Brahe sehr und glaubte, daß niemals bessere Beobachtungen als die braheschen gemacht werden können [695, S. A3r]. Der Danziger Professor Barth. Keckermann (1573—1609), ein Schüler J. Christmanns, legte seinem viel gelesenen Lehrbuch „Systema astronomiae compendiosum" das ptolemäische System zu Grunde, verwendete aber die neueren Beobachtungen. Ähnlich verfuhr sein Nachfolger Peter Crüger (1580—1639) 1609; allerdings benützte er die braheschen Tafeln. Einige Jahre später, im Jahre 1615, ließ er in einer Disputation die 3 Systeme auseinandersetzen mit dem Hinweis auf eine besondere Untersuchung, die anscheinend nie erfolgte. Hingewiesen wurde auf Keplers Weltgeheimnis und auf die Harmonie in den Planetenbewegungen. Ein anderer Freund Keplers, der Leipziger Professor Phil. Müller [519], legte seiner 1626 gehaltenen Vorlesung das brahesche System zu Grunde. Auch an der portugiesischen Universität in Coimbra wurde bei einer 1627 gehaltenen Disputation das brahesche System bevorzugt, da das ptolemäische nicht mehr den Himmelsvorgängen entspreche und das coppernicanische der Heiligen Schrift und der Erfahrung widerspräche [158].

Das coppernicanische System wurde 1614 erwähnt in den von H. Wideburg in Gießen veranstalteten Disputationen [729]. Joh. Strauß erklärte sich in seiner Vorhersage für 1627 für das coppernicanische System, weil es von Gott, dem Schöpfer, geordnet sei, da doch die Natur den nächsten und leichtesten Weg gehe [552].

Nur die Erddrehung, aber nicht die Erdbewegung um die Sonne nahm W. Gilbert in seinem Buche über den Magnetismus [299] 1600 an, worin er den Erdmagnetismus beschreibt. Ähnlich verhielt sich Keplers Freund Joh. Brengger, Arzt in Kauf-

beuren und seit 1629 in Augsburg. Bereits 1599 erklärte er sich für das brahesche Weltgebäude unter Annahme der Erddrehung und blieb auch bei seiner Meinung, als Kepler ihn zu einem Anhänger des Coppernicus zu bekehren versuchte [666a, S. 20]. Er konnte und wollte den Gedanken, daß die Erde die Mitte der Welt sei, nicht aufgeben und schreckte vor den Folgerungen, die Giordano Bruno aus der coppernicanischen Lehre zog, zurück.

G. Bruno, geboren 1548 in Nola und im Jahre 1600 in Rom wegen Ketzerei verbrannt, war Mönch und Priester geworden, legte das Ordensgewand ab und wanderte von 1576 bis 1591, zeitweise unter falschem Namen, durch einen großen Teil Europas, begierig, neue Lehren aufzunehmen und zu verarbeiten. Im Jahre 1583 hielt er in Oxford Vorträge, darunter auch über das coppernicanische Weltsystem gegen Ptolemaeus. Während seines Aufenthaltes in England schrieb er das Aschermittwochsmahl (La cena de la Ceneri) und später das Buch De Monade, worin er seine Ansichten über das Weltall aufstellte. Er zeigte sich darin als begeisterten Anhänger des Coppernicus, wenn er auch im Gegensatz dazu Brahe als den edelsten und Fürsten der jetzigen Astronomen bezeichnete. Daneben brachte er seine eigenen Ansichten vor, die sehr von den coppernicanischen abwichen, wenn er die Erde als nicht schwer und als ein fleckiges Gestirn nannte, das außen und innen völlig bewohnbar sei, wenn er die Kometen für Planeten hielt und wenn er Merkur und Venus in der gleichen Bahn wie die Erde um die Sonne kreisen ließ, so daß sie niemals der Erde näher kommen können als die Sonne. An Nikolaus von Cues, den er nannte, erinnert seine Meinung, daß es eine Bewegung um die Mitte nicht gäbe. Bedeutsam wurde aber seine Behauptung, daß das Weltall unendlich und jeder Stern eine Welt, wie die unsere, sei und es demnach unzählige Welten gäbe, welche Meinung Kepler in seiner Arbeit über den neuen Stern beanstandete [406, Bd. 1, S. 253].

Die Entdeckungen mit dem Fernrohr.

Seit dem Anfange des 16. Jahrhunderts hatten die Sternforscher ihre Bemühungen nicht nur der Vervollkommnung der Planetentheorie gewidmet. Auch zufällige Himmelserscheinungen wie die Kometen wurden beachtet und sorgfältig verfolgt; ihre

Schwanzrichtung wurde festgelegt und hinsichtlich ihrer Bahn festgestellt, daß sie außerhalb der Mondbahn liegt, so daß die Kometen nicht zu den Ausdünstungen der Erde wie die Wolken gehören können. Auch Erscheinungen am Sternhimmel hatten die Aufmerksamkeit der Sternforscher erregt; auf den neuen Stern von 1572 folgte der neue Stern im Schlangenträger von 1604; außerdem wurde festgestellt, daß vermutlich seit dem Jahre 1600 in der Brust des Schwanes ein heller Stern (P Cyg) stehe, der im Gegensatz zu den beiden anderen neuen Sternen jahrelang seine Helligkeit beibehielt und nur allmählich abnahm. Noch merkwürdiger war ein heller Stern, den David Fabricius am 13. August 1596 im Walfisch sah, und der bis zum Oktober dem Blick entschwand, aber am 15. Februar 1609 von Fabricius wieder am gleichen Ort erblickt wurde. Was waren das für merkwürdige Erscheinungen? Waren die Gelehrten aufmerksamer auf den Himmel geworden oder wollte der Himmel ihre Aufmerksamkeit auf seine Geheimnisse lenken? Wie dem auch sei, die Gelehrten beachteten mehr den Himmel und es bedurfte nicht erst der verworrenen Behauptungen Brunos über die Mehrheit der Welten, um neue Entdeckungen zu machen. Auch der Mond wurde betrachtet und Maestlin war nicht der einzige, der darauf Berge und Meere zu unterscheiden glaubte. Die Menschheit war reif, um die Geheimnisse des Himmels zu erforschen. Es bedurfte nur eines Hilfsmittels, um das geistige Gesichtsfeld zu erweitern, so daß jeder, wie der scharfsinnige Maestlin, 14 Sterne in den Plejaden oder noch viel mehr erblicken könne. Dieses Hilfsmittel war das Fernrohr.

Am 2. Oktober 1608 bat der deutsche Brillenmacher Johann Lipperhey, geboren in Wesel und wohnhaft in Middelburg, die Generalstaaten der Niederlande um eine Bewilligung für 30 Jahre oder um ein jährliches Gehalt wegen seiner Erfindung. Kurz zuvor hatte er sich mit einem Empfehlungsschreiben vom 25. September 1608 zum Statthalter Moritz von Oranien begeben und ihm ein Fernrohr [Anm. 48] gezeigt. Nach der Prüfung des Fernrohres wurden ihm 300 Gulden für ein einfaches Fernrohr mit Linsen aus Bergkristall und 600 Gulden für ein Doppelglas angeboten. Bis zum 11. Dezember 1608 lieferte Lipperhey die Fernrohre zum ausgemachten Preise ab und bekam noch eine Bestellung auf 2 Doppelgläser. Dagegen lehnten die Generalstaaten die

Bewilligung ab, da schon andere die Erfindung kennen gelernt hätten. Bereits am 17. Oktober 1608 war Jakob Adriaanszoon, auch Metius genannt, mit gleichem Angebot an die Generalstaaten und drei Tage vorher ein nicht genannter Mann an den Rat der Staaten von Seeburg herangetreten. Offenbar hatte sich die Kunde von der Erfindung sehr rasch verbreitet. Auch auf der Frankfurter Messe, also Ende September 1608, war ein Mann aufgetaucht, der die Erfindung feilbot. Der ansbachische Oberst und Regierungsdirektor Philipp Fuchs von Bimbach hörte davon durch seinen Geschäftsfreund und ließ sich den Mann kommen. Er sah das Instrument, dessen eine Linse einen Riß hatte, und fand damit entfernte Gegenstände einigemale vergrößert. Als Offizier war ihm die Bedeutung des Fernrohres für den Krieg sofort offenbar. Da der Preis aber sehr groß war und Fuchs merkte, daß er das Original nicht bekommen könne, so zerschlug sich der Handel. Nach seiner Rückkehr nach Ansbach erzählte er davon dem ansbachischen Hofastronomen Simon Marius und zeichnete mit Kreide das Fernrohr auf die Tischplatte, so daß man die Lage der beiden Linsen, einer konkaven und einer konvexen, ersehen konnte. Fuchs und Marius versuchten nun mit gewöhnlichen Brillengläsern das Fernrohr nachzuahmen. Sie merkten wohl, daß man damit das Entfernte nahe sehen könne; jedoch genügten die Linsen nicht, da die Wölbung der Konvexlinse zu gering war. Darauf sandte Fuchs einen Gipsabguß der Konvexlinse nach Nürnberg, um eine solche Linse von den dortigen Brillenschleifern zu bestellen. Jedoch konnten diese seinen Wunsch nicht erfüllen. Da Fuchs und Marius Linsen nicht schleifen konnten, so vergingen mehrere Monate, bis ihnen im Sommer 1609 von Holland ein brauchbares Fernrohr geschickt wurde. Und Ende des Jahres sandte der ansbachische Gesandte in Venedig, Joh. Baptist Lenck, der die Fernrohre von Holland her kannte, 2 vorzügliche Linsen, die in ein hölzernes Rohr eingepaßt und dem Marius zum Beobachten übergeben wurden. Dieser Bericht des Marius [478, S.) ( ) (2rv] läßt ersehen, welches Aufsehen die Kunde vom Fernrohr machte und wie jeder es nachzuahmen suchte. Nicht nur in den Niederlanden wird es Leute gegeben haben, die mit Linsen sich Fernrohre bauten und sie als ihre Erfindung anboten. Die Behörden der Niederlande trugen selbst zur Verbreitung des Fernrohres bei, indem sie noch

1608 zwei von Lipperhey hergestellte Fernrohre dem französischen König zum Geschenk anboten [540, S. 122—132]. Im April 1609 wurden Fernrohre in den Brillengeschäften in Paris verkauft. Auch nach England muß sich die neue Erfindung rasch verbreitet haben, da Harriot bereits im Sommer 1609 damit den Mond beobachtete und bis zum Anfang des nächsten Jahres mehrere Fernrohre seinem Freunde Sir William Lower besorgte. Auch nach Italien kam die Kunde bald. Bereits im Dezember 1608 wußte man in Venedig, daß dem Prinzen Moritz ein Gerät zum Fernsehen angeboten war; Galileis Freund Paolo Sarpi berichtete davon. Im Mai 1609 verkaufte in Mailand ein Franzose ein Fernrohr an den Grafen von Fuentes. H. Sirturus bekam es zu sehen und ahmte es nach, indem er in Venedig Linsen kaufte und vom Turm S. Marco aus untersuchte, nicht ohne dadurch eine Menge von Neugierigen heranzulocken, die alle durch das Fernrohr sehen wollten. Ein belgischer Kaufmann brachte, wie Scheiner in seiner Vorlesung über das Fernrohr 1615 erzählt [Anhang G], zwei Fernrohre nach Italien; das eine befand sich lange im Jesuitenkloster zu Rom und das andere gelangte über Venedig nach Neapel. Vermutlich meinte er damit den Belgier Peter Scholier, der um 1609 ein holländisches Fernrohr nach Venedig und von dort nach Rom brachte, wo er es seinem früheren Lehrer Maelcote schenkte, der es mit den anderen Jesuiten zu Himmelsbeobachtungen verwendete [375a, Bd. II, S. 490].

Auch Galileo Galilei (Abb. 58) erhob den Anspruch, Erfinder des Fernrohres zu sein. Galileo wurde am 15. 2. 1564 als Sohn des Musikers Vincenzio Galilei in Pisa geboren. Er besuchte die Schule und ab 1580 die Universität zu Pisa, die er anscheinend 1585 verließ, ohne ein Examen abzulegen. Im Sommer 1589 erhielt er den Lehrstuhl für Mathematik an der Universität Pisa und war von 1593 an Lehrer für Mathematik in Padua. Hier begann er mit seinen physikalischen Untersuchungen, die ihn später berühmt machten, von denen aber hier nicht zu reden ist. Er hatte über Mathematik und Astronomie vorzutragen. Aus den Vorlesungsverzeichnissen geht hervor, daß er häufig über Euklid, Sternkunde (Sphaera) und Planetentheorie las. Seine noch erhaltene Vorlesung über die Sternkunde, die anscheinend im Jahre 1603 gehalten wurde und noch 1606 Beachtung fand [282, Bd. II, S. 202—255] zeigt ihn als Anhänger der ptolemäischen Lehre.

Abb. 58. Bildnis des G. Galilei in seinem Buch „Il Saggiatore", Rom 1623.

Coppernicus, Brahe und Kepler werden nicht erwähnt. Die Erdbewegung wird mit aristotelischen und ptolemäischen Gründen widerlegt. Über den neuen Stern von 1604 sprach er in seinen Vorlesungen. Wie viele Mathematiker stellte er Geburtshoroskope und verdiente sich damit Geld; mindestens bis zum Jahre 1603 tat er es, wie aus seinen Rechnungen hervorgeht. Im August 1609 hatte er ein Fernrohr, nach Art der holländischen, hergestellt und lud den venetianischen Senat zur Besichtigung seiner Erfindung ein. 8 Senatoren prüften am 21. August 1609 sein Fernrohr vom Turm von S. Marco aus und konnten damit die Kuppeln einer Kirche im 34 km entfernten Padua sehen und die Leute, die in die Kirche S. Giacomo im 3 km entfernten Murano ein- und ausgingen, deutlich erkennen. Drei Tage später überreichte Galilei dem Senat das Fernrohr mit einem Schreiben, worin er sagte, daß sein Fernrohr [Anm. 49], das er auf Grund tiefster optischer Erwägungen erfunden habe, die Gegenstände neunmal vergrößere und folglich unglaublich nützlich im Kriege sei. Daraufhin beschloß der Senat ihn lebenslänglich mit einem Gehalt von 1000 Goldgulden anzustellen, in der Hoffnung, die mit dem Fernrohr erworbene Überlegenheit über die Feinde behalten zu können. Es dauerte nicht lange, so machte man sich in Venedig über den Senat lustig, der für eine Erfindung, die überall für wenige Skudis zu haben sei, eine solche Belohnung bewilligt hatte. Gewiß hatte Galilei die besten venetianischen Linsen benützt und damit ein gutes Fernrohr geschaffen; immerhin konnte nun jeder Brillenmacher in Venedig ein gleichgutes Fernrohr liefern. Solche Gerüchte machten vor Galilei nicht halt. Sein Ansehen stand auf dem Spiel. Es galt durch eine neue Erfindung oder Entdeckung sich neuen Ruhm zu verschaffen. Sein gutes Fernrohr bot ihm dazu genügend Gelegenheit. Schon ein Blick durch das Fernrohr ließ ihn in den Plejaden nicht 14, sondern 36 Sterne erkennen. Ebenso verhielt es sich mit der Gegend zwischen dem Oriongürtel und dem Orionnebel: eine Unmenge von Sternen waren zu sehen. Selbst die von altersher als Nebel bekannten Gebilde, die Praesepe im Krebs und die Sterngruppe im Kopf des Orion, zeigten nur Sterne. Auch der Mond bot, als Galilei das Fernrohr darauf richete, eine Menge von Einzelheiten. Etwas unter der Mitte sah er einen riesigen kreisrunden Flecken, den er mit dem von Bergen umgebenen Böhmen verglich. Aller-

dings erechnete Galilei aus der Schattenlänge als Höhe der Mondberge mehr als 4 italienische Meilen, viel höher als die der Erde, da die irdischen Gebirge kaum 1 Meile seiner Meinung nach erreichten. Noch merkwürdiger waren die Entdeckungen beim Jupiter. Am 7. Januar 1610 hatte er sich eine Zeichnung Jupiters und seiner Nachbarsterne gemacht und stellte am folgenden Abend zu seiner Verwunderung fest, daß die 3 in einer Linie mit Jupiter stehenden Fixsterne ihren Ort geändert hätten. Er erklärte sich dies durch die Annahme, daß Jupiter inzwischen anderswohin, als nach der Rechnung zu erwarten war, gewandert war. Am 10. Januar waren nur noch 2 Sterne zu sehen, wieder in einer geraden Linie mit Jupiter stehend, wie zuvor, aber immer in anderer Stellung. Nunmehr war er sich bewußt, daß es sich nicht um eine ungewöhnliche Bewegung Jupiters, sondern um Monde handele, die ihre Stellung zu ihm dauernd änderten, und benützte jede klare Nacht zum Beobachten. Am 13. Januar sah er alle 4 Monde zugleich. Schon vorher unterschied er ihre Größe. Ihre verschiedene Helligkeit erklärte er durch Wolken, die vom Jupiter aufsteigen. Er setzte seine Beobachtungen bis zum 2. März 1610 fort und machte dann seine Entdeckungen in einer kleinen Schrift Sidereus Nuncius (Sternbotschaft), bekannt, die er am 12. März dem Großherzog Cosmo Medici von Toskana widmete und worin er ihm zu Ehren die Jupitermonde Medicäische Gestirne nannte. Seine Schrift machte großes Aufsehen und trieb ihn zu weiteren Entdeckungen. Ende Juli 1610 fand er Saturn mit je einem kleinen Monde an jeder Seite und teilte dies später in versteckter Form mit. Und ebenso machte er es am 30. 12. 1610 mit seiner Entdeckung des Gestaltenwechsels (Phase) der Venus, die er seit dem Oktober beobachtete. Auch beim Merkur glaubte er einen ähnlichen Gestaltenwechsel wie bei der Venus entdeckt zu haben, wie er am 1. Januar 1611 an Julian Medici berichtete [282, Bd. XI, S. 12].

Die Sternbotschaft veranlaßte alle Welt von Galilei zu sprechen; denn das geistige Gesichtsfeld der Menschen erweitere sich. Weit über die Grenzen Italiens hinaus wurde die Schrift verbreitet und bewirkte, daß andere Besitzer von Fernrohren nun nach ähnlichen Entdeckungen suchten oder sich ihrer früheren Beobachtungen erinnerten und sie zusammenstellten. Nicht immer war es Beifall, den Galilei zu hören bekam. Selbst in seiner Nachbar-

schaft, in Venedig, Padua und Bologna äußerten sich Leute abfällig; die einen erklärten die Mondberge und anderes nicht sehen zu können und hatten dabei nicht Unrecht; denn der große kreisrunde, von Galilei mit Böhmen verglichene Mondflecken [282, Bd. III, S. 66 u. 67] ist auf dem Monde nicht zu sehen und Galileis Sternkarten sind mit Ausnahme der Plejaden nicht zu identifizieren und auch bei den Plejaden ist die Identifizierung sehr schwierig. Um die Jupitermonde zu sehen, bedurfte es guter Fernrohre, die damals anscheinend selten waren. Und so kam es, daß nur wenige die Galileischen Entdeckungen bestätigen konnten. Andere lehnten seine Behauptungen ab und wiesen darauf hin, wie er es verstanden habe sich ein lebenslängliches großes Gehalt mit seinem Fernrohr zu sichern. So schrieb Georg Fugger am 16. April 1610 an Kepler aus Venedig, daß er sich erinnere, wie ein Holländer aus Frankreich mit einem Fernrohr kam und ihm und anderen und auch Galilei sein Fernrohr gezeigt habe. Also wieder tauchte das Gerücht von dem nach Venedig gebrachten holländischen Fernrohr auf, das Galilei zum Vorbild gedient hätte. Galilei behauptete dagegen in der Sternbotschaft, daß ihn die Nachricht von der holländischen Erfindung veranlaßte darüber nachzudenken und schließlich ein ähnliches Fernrohr auf Grund der Lichtbrechung zu erfinden. Sehr willkommen war ihm Keplers Urteil über die Sternbotschaft. Dieser hatte die Schrift kaum erhalten und durchgelesen, als er sich zu einer Erläuterung getrieben fühlte, worin er seine Freude über Galileis Erfolge aussprach, dessen Schrift in mehr als einer Hinsicht ergänzte und die Wichtigkeit dieser Beobachtungen für die coppernicanische Lehre betonte. Ferner erwähnte er seine eigene und Mästlins Ansicht über die Mondflecken und die älteren Meinungen und berichtete, daß Kaiser Rudolf seit Anfang Februar mit seinem Fernrohr den Mond betrachtet habe; bezüglich der optischen Eigenschaften des Fernrohres wies er auf seine vor 6 Jahren erschienene Schrift „Ad Vitellionem" hin, deren Abbildungen zusammen mit einer Stelle bei Porta über das Fernsehen einen neugierigen Leser auf die Erfindung des Fernrohres hinlenken konnte. Alle diese Erwägungen veröffentlichte er in einer Schrift „Dissertatio cum nuncio sidereo", die er am 3. Mai 1610 dem Herzog Julian Medici widmete. Während des Druckes war Galilei vom Großherzog von Toskana nach Florenz berufen worden, wo er als groß-

herzoglicher Mathematiker und Philosoph seinen Studien leben konnte; sein Gehalt von 1000 Skudi bezog er von der Universität Pisa, ohne dort lehren zu müssen. Dieses öffentliche Lob durch den kaiserlichen Mathematiker kam Galilei sehr gelegen; die Schrift wurde in Italien sehr begehrt, so daß ein Florentiner davon einen Nachdruck machte, zum großen Verdrusse Keplers, der seine Schrift auf eigene Kosten veröffentlicht hatte und darin eine Schädigung seines Werkes erblickte. Als Kepler einige Monate später wieder für Galilei zur Feder griff und seine eigenen Beobachtungen der Jupitermonde und Mondberge in der Schrift „Narratio de observatis quatuor Jouis satellitibus" mitteilte, druckte ein anderer Florentiner Drucker sie nach. Es ist merkwürdig, daß Galilei diese Schädigung seines Beschützers zuließ; als großherzoglicher Mathematiker hätte es ihm nicht schwer fallen können, die Nachdrucke zu verhindern, zumal er Kepler für sein Eintreten sehr dankbar sein mußte; denn nur dadurch wurde ihm, dem bis dahin unbekannten Astronomen, Beachtung zuteil. Andere Förderer fand Galilei in den römischen Jesuiten, unter denen die Deutschen Clavius und Grienberger die größte Rolle spielten. Die Jesuitenbriefe [Anhang G] zeigen deutlich, wie groß ihre Begeisterung und ihr Eifer wurde, nachdem sie von Venedig ein besseres Fernrohr bekommen hatten, womit sie die Gegenstände sahen, die ihr früheres Fernrohr nicht zeigte. Grienberger machte das neue Fernrohr so zurecht, daß es 2000 mal vergrößerte, so daß man nicht mehr den ganzen Mond, sondern nur Teile davon auf einmal betrachten konnte. Die Mondflecken wurden gut sichtbar, auch die Jupitermonde, welche Clavius früher für Spiegelungen in den Linsen gehalten hatte.

Im März 1611 reiste Galilei nach Rom und wurde dort sehr gefeiert. Der Jesuit Maelcote hielt eine Festrede, worin er Galileis Entdeckungen aufzählte und darauf von den Beobachtungen der Jesuiten berichtete, von ihren Jupiterbeobachtungen, besonders aber von ihren Beobachtungen der Saturn und Venus. Saturn hätten sie immer länglich, aber ohne die seitlichen Sterne gesehen. Der Gestaltenwechsel der Venus sei ihnen schon aufgefallen, bevor Galilei am 30. Dezember 1610 ihnen dies mitgeteilt habe; sie hätten dann feststellen können, wie Venus allmählich ihre Gestalt änderte und gelegentlich wie der Mond aussah, so daß das eine Auge mit dem Fernrohr die Venus und das andere

Auge ohne Fernrohr den Mond gleichzeitig sehen konnte. Diese Feier fand am 13. Mai 1611 in Gegenwart von 4 Kardinälen und vielen vornehmen Leuten statt, wie Guldin am 21. Mai nach München berichtete [Anhang G]. Einige Wochen vorher hatte der Jesuitengeneral Bellarmin die Mathematiker des Jesuitenkollegiums um ein Gutachten über Galileis Entdeckungen ersucht. Clavius, Grienberger, Maelcote und Lembo erklärten, daß man mit dem Fernrohr in den Plejaden und in der Praesepe viele Sterne sähe, daß Saturn länglich aussähe, daß die Venus ihre Gestalt wechsele, daß der Mond Unregelmäßigkeiten zeige und daß der Jupiter 4 Monde habe. Ob Galilei mit dem Empfang in Rom völlig zufrieden war? Wohl kaum; denn er mochte aus manchen Worten Maelcotes versteckte Vorwürfe heraushören; wenn Maelcote vom Fernrohr schlechthin und nicht vom galileischen Fernrohr sprach, wenn er Galileis Saturnbeobachtung in Gegensatz zu den Jesuitenbeobachtungen stellte und besonders in seiner Schilderung des allmählichen Gestaltenwechsels der Venus, die völlig abwich von Galileis Angabe, daß Venus sprunghaft ihr Aussehen geändert habe.

Galilei war nicht der Einzige, der sein Fernrohr zum Himmel richtete und dort Wunderbares entdeckte. Es mag nicht wenige gegeben haben, die mit dem Fernrohr den Mond betrachteten und sich über seine Flecken Gedanken machten, wie Kaiser Rudolf gleichzeitig mit Galilei. Schon im Juli 1609 machte Thomas Harriot (1560—1621) Zeichnungen dieses Gestirnes. Galileis Beobachtungen waren nicht die besten seiner Zeit. Den Orionnebel, der auf seiner Sternkarte nur aus Sternen besteht, sahen deutlich als Nebel Peiresce 1610 und Cysat vor 1619. Die Jesuiten vermochten den Gestaltenwechsel der Venus besser darzustellen als Galilei. Sie entdeckten diesen Gestaltenwechsel, wohl im November 1610, bevor sie etwas von Galileis Entdeckung wußten. Ebenso war es mit Marius, der die Venus im Dezember 1610 mondförmig sah; er beobachtete auch Merkur im Winter 1610 bis 1611 und schloß aus seinen Helligkeitsänderungen auf dessen Gestaltenwechsel, den er und die Jesuiten nicht feststellen und Galilei nicht nachweisen konnte. Allerdings teilte er dies sowie auch seine Entdeckung der Jupitermonde und der Venusphasen nicht sofort mit, wie Galilei getan hatte, sondern berichtete darüber in seiner nächsten Vorhersage, die mehr als 1 Jahr später

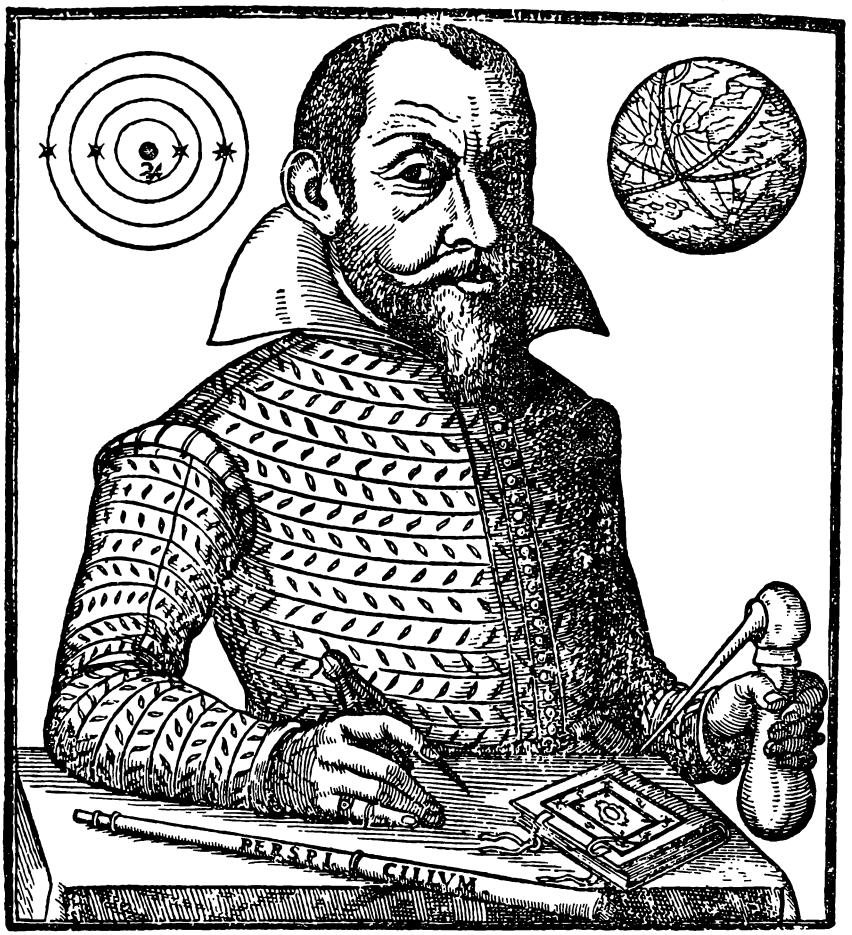


Abb. 59. Bildnis des S. Marius mit seinem Fernrohr und mit dem Jupitersystem in seinem Buch „Mundus Jovialis“ Nürnberg 1614.

erschien. Für ihn galt der Grundsatz „gemach gehet man auch weit, und eylen thut selten gut“. Andere wie Peiresce und Harriot, der vom 17. Oktober 1610 bis Februar 1612 die Jupitermonde beobachtete [757], haben ihre Beobachtungen nicht veröffentlicht. Erst später wurden sie bekannt.

Simon Marius (1573—1624), fürstlicher Hofastronom in Ansbach, hatte seit 1595 die Himmelserscheinungen und das Wetter sorgfältig beobachtet. Als sich Fuchs von Bimbach im Sommer 1609 ein holländisches Fernrohr anschaffte, gestattete er Marius (Abb. 59) es nachts zu benützen und gelegentlich mit nach Hause zu nehmen. Dort sah Marius vom November an neben Jupiter Sternchen, die in einer geraden Linie teils vor, teils hinter ihm standen. Marius hielt sie zuerst für Fixsterne, wurde aber, als Jupiter rückläufig wurde und dabei die Sternchen mit ihm wanderten, stutzig und kam allmählich zur Überzeugung, daß sie sich um Jupiter bewegten, wie die 5 Planeten um die Sonne. Daraufhin begann er seine Beobachtungen aufzuzeichnen; dies war am 29. Dezember 1609 nach altem Stil oder am 8. Januar 1610 nach neuem Stil. Am gleichen Tage stellte Galilei zu seiner Verwunderung fest, daß die 3 am vorhergehenden Abend beobachteten Sternchen ihren Ort zu Jupiter geändert hätten, nahm aber noch an, daß dies infolge der Wanderung Jupiters geschehen sei. Erst am 10. Januar 1610 wurde er sich ihrer Eigenschaft bewußt und am 13. Januar zeichnete er 4 Sternchen hin. Marius nahm zuerst auch nur 3 Monde an und gewahrte den 4. Mond, nachdem Fuchs mit venetianischen Linsen ein besseres Fernrohr hatte herstellen lassen. Wie Galilei, so begann er bald mit der Ableitung der Perioden, die er in seiner Vorhersage für 1613 mitteilte, die im Jahre 1611 verfaßt wurde und die Widmung am 30. Juni 1612 erhielt. Diese Perioden sind z. T. genauer als Galileis Perioden [540, S. 158], die Galilei in seinen Discorsi mitteilte, die er am 23. Juni 1612 versandte. Er hatte inzwischen von seinem Wettbewerber erfahren und suchte durch neue Beobachtungen besseres Material zur Ableitung der Bahnelemente der 4 Monde zu erhalten. Auch Marius blieb nicht müßig und veröffentlichte das Ergebnis seiner Bemühungen im Mundus Jovialis, der 1614 erschien und wohl noch im gleichen Jahre einen Anhang erhielt, worin neue Tafeln der Bewegungen der Monde mitgeteilt werden. Auf Grund seiner zum Teil besseren Beobachtungen erzielte er dabei eine Genauigkeit der Bahnelemente, die Galilei auch später nicht übertreffen konnte. Auch beachtete er die Helligkeit der Monde, fand den 3. Mond als den hellsten und entdeckte die Veränderlichkeit aller und besonders des 4. Mondes [781].

Marius war ein guter Beobachter; er entdeckte den Andromedanebel und einen merkwürdigen verwaschenen Stern am Ort des neuen Sternes von 1572 und beobachtete Kometen und Sonnenflecken. Die geringe Beachtung, die seine Arbeiten in seiner Heimat fanden, ist schuld daran, daß er nicht die Möglichkeit hatte seine Beobachtungen in richtiger Weise zu veröffentlichen. Und so konnte es kommen, daß Galilei ihn des Plagiates bezichtete und daß diese Verdächtigung noch jahrhundertelang geglaubt wurde. Dasselbe Verfahren, seinen Mitbewerber hinunterzusetzen, wendete Galilei auch gegen Scheiner an, der Ende 1611 seine Aufsehen erregenden Briefe über die Sonnenflecken bekannt machte, die mit ihrer Fortsetzung 1612 gedruckt wurden. Auch die Sonnenflecken wurden an verschiedenen Orten unabhängig entdeckt. Zuerst sah sie Thomas Harriot zu Oxford am 8. Dezember 1610; er veröffentlichte aber seine bis zum 18. Jan. 1613 gemachten Beobachtungen nicht. Joh. B. Cysat (1588—1657) entdeckte sie am 6. März 1611 [Anhang H]. Er studierte bei Scheiner in Ingolstadt Mathematik und Astronomie und las dort Galileis Sternbotschaft. Wie er in seinem Tagebuche berichtet, wollte er Ähnliches wie die Medicäischen Gestirne bei der Sonne sehen. Mit dem Fernrohr die Sonne zu betrachten, erschien zu gewagt. Deshalb benützten Scheiner und Cysat das nebliche Wetter am Morgen des 6. März 1611, um ohne Gefahr die Sonne zu betrachten; Scheiner wollte den Sonnendurchmesser messen. Sie bestiegen den Turm der Kreuzkirche. Cysat sah zuerst durch das Fernrohr und sah einige schwarze Tropfen auf der Scheibe. Mit den Worten „Entweder weinet die Sonne oder sie hat Makeln" reichte er das Fernrohr seinem Lehrer, der die Flecken auch sah. Da der Nebel dünner wurde und damit eine weitere Beobachtung der blendenden Sonne nicht mehr möglich war, mußten sie ihre Beobachtungen aufgeben. Sie wollten beim nächsten günstigen Nebel ihre Beobachtungen fortsetzen und mußten bis zum Herbst warten. Inzwischen entdeckte am 9. März 1611 zu Osteel in Ostfriesland Johannes Fabricius die Sonnenflecken von neuem. Er betrachtete mit einem Fernrohr die über dem Meer aufgehende Sonne und fand mehrere dunkle Flecken, die offenbar keine Wolken waren und auch nicht auf Täuschung beruhen konnten, da andere Fernrohre das gleiche zeigten. Auch sein Vater David Fabricius bestätigte die Beobachtung, die sie später unter Be-

nützung von Wolken und der Projektion der Sonne in einen dunklen Raum fortsetzten. Johannes veröffentlichte darüber einen Bericht „De Maculis in sole observatis .... Narratio" mit einer Widmung vom 13. Juni 1611, der in Wittenberg gedruckt und im Katalog der Frankfurter Herbstmesse 1611 angezeigt wurde. Inzwischen wurde aber die Nachricht mündlich verbreitet. Ahasver Schmidner, aus Königsberg in Preußen, besuchte im August 1611 Marius in Ansbach und zeigte ihm die Sonnenflecken, die dieser nun sofort zu beobachten und zu untersuchen begann, wobei er schon im November 1611 die schräge Bahn der Sonnenflecken feststellte. Inzwischen hatte sich in Ingolstadt die Entdeckung der Sonnenflecken infolge der Freimütigkeit Scheiners herumgesprochen. Man wollte nicht glauben, daß die Sonne Flecken zeige, und machte Scheiner Vorwürfe, Um so wichtiger war die Wiederholung der Beobachtungen, die am 21. Oktober 1611 geschah, als wieder günstiger Nebel die Sonne verdunkelte. Scheiner und Cysat beobachteten von ihrem Zimmer aus die Sonne, während gleichzeitig der Theologe Adam Tanner von seinem auch in der Universität gelegenem Zimmer die Sonne nach Flecken ansah, um das Gerücht zu prüfen. Scheiner machte an diesem und den nächsten neblichen Tagen Zeichnungen. Später richteten Scheiner und Cysat das Turmzimmer zu ihrer Beobachtungsstätte ein, indem sie es völlig verdunkelten und in das Turmdach ein erbsengroßes Loch bohrten. Sie setzten das Fernrohr daran und ließen das Sonnenbild auf eine weiße Fläche fallen. Cysat benützte farbige, besonders schwarze Gläser zum Beobachten und fertigte bis 1623 Zeichnungen an, die er Scheiner überließ. Obwohl Cysat der Entdecker war, so gebührt Scheiner der Ruhm, die Sonnenflecken, ihre Periode (infolge der Sonnendrehung) und die Lage ihrer Bahn vorzüglich geschildert und untersucht zu haben. Wie die noch jetzt erhaltenen Zeichnungen beweisen, sah er mehr Unterschiede in den Flecken als Cysat, obwohl dieser auch ein guter Beobachter war und in der Beobachtung und Untersuchung des Kometen von 1618 Vorzügliches leistete. Chr. Scheiner (1575—1650) war sehr geschickt in der Herstellung von Geräten; so erfand er den Storchschnabel, verfertigte einen hölzernen Sextanten zur Beobachtung des Kometen von 1607 und baute als erster ein astronomisches Fernrohr nach Keplers Angaben.

Während Galileis Entdeckungen von seinen Freunden und von der römischen Akademie sehr gefeiert wurden, hatte Scheiner die größte Mühe seine Ordensbrüder von der Richtigkeit seiner Beobachtungen zu überzeugen, zu sehr stieß sie der Gedanke, daß die Sonne, das Abbild Gottes, durch Flecken entstellt sei, ab. Seine schlimmsten Widersacher scheinen der Theologe Adam Tanner und der Philosoph Felix Simon gewesen zu sein. Von Ingolstadt aus wurden seine Ordensbrüder in München und Rom mit Nachrichten versorgt, so daß Scheiner am 22. März 1614 in einem langen Brief an Paul Guldin in Rom dazu sich äußerte. Er werde Anhänger des Neuen (sectator novitatum) genannt, weil es Leute gäbe, die auf den aristotelischen Himmel eingeschworen zu sein scheinen. Durch deren Widerstand werde er verhindert seine Meinung über die Sonnenflecken, über die Fackeln und ähnliche Dinge kund zu tun. Die Flecken wie auch die Fackeln würden durch besondere Bewegungen gelenkt, so daß sie tausendfach entstehen und vergehen. „Aber darüber rede ich nicht deshalb, um meine Gedanken vorzutragen oder zu befestigen, sondern um zu zeigen, wie schwer es mir fällt vor Euch mit meinen Arbeiten zu erscheinen, wenn ich nicht vor mir solche Richter sehe, die weder dieser noch jener Meinung mehr zuneigen. Natürlich werde ich mich nicht der Zensur eines Mannes entziehen, der meine Schriften nicht voreingenommen, sondern als Fachmann liest, wie ich dies nicht aus Verlangen nach Neuem, sondern aus Wahrheitsliebe vortrage, dessen Gott und mein Gewissen Zeuge ist. Aber daß viele offenbar anders über mich denken, das habe ich von Anfang an vermutet, da alle meine Arbeiten vor die römische Zensur vorgefordert worden sind." Er habe verschiedene Arbeiten vor, wolle sich aber nicht beeilen, da sein Grundsatz laute „Mit gmach vnd steths gehen, khompt man auch weith". In jedem Monat könne er ein Buch schreiben. Dann kam er auf seine neuesten Ergebnisse über die Sonnenflecken zu sprechen, von denen die wichtigsten sind: 1. Unmöglich können die Flecken der Sonne angehören, wenn wir nicht die Sonne zerteilen und verändern wollen .... 7. Ihre Wanderung über die Sonnenscheibe beträgt 11 bis 14 Tage. 8. Ihre Bahnen sind gekrümmt und elliptischen Bögen sehr ähnlich. 11. Sie zeigen die größte Verwandtschaft mit den Fackeln. 12. Die Zone der Flecken ist $42\frac{1}{2}^0$ breit. Dann sprach er von

seinen Beobachtungen von Jupiter, Saturn und Venus. Der Venusdurchmesser betrage heute 1′42″, wenn der Monddurchmesser zu 34′ angenommen werde, und fuhr fort: „Eine strenge römische Zensur gegen mich und meine Schriften mißbillige ich nicht und ich empfinde keinen Kummer; ich selbst würde vielleicht auch so in so schwierigen Fällen handeln; diese Strenge nützt mir, wenn ich vorsichtiger und sorgfältiger handele; und weil die römischen Zensoren nicht handeln, um herunterzudrücken, sondern um auszugleichen, so bin ich gewiß, daß das, was ich vorbringen werde, von ihnen nicht verworfen werden wird." Anscheinend wurde das Verfahren gegen Scheiner eingestellt. Aber auch später, nachdem er von Ingolstadt nach Innsbruck und Freiburg gekommen und Beichtvater des Erzherzog Karl geworden war, hörten die Ermahnungen seitens seiner Ordensbrüder nicht auf. Der Ordensgeneral Vitelleschi [240, Bd. II, 2, S. 227—229] warf ihm vor, von Innsbruck nach Hall in sechsspännigem Wagen mit 4 Kisten mit Büchern und Instrumenten gereist zu sein. Das sei zu großartig. Ein Pferd mit 2 Mantelsäcken genüge auch. Ein anderes Mal ermahnte er ihn zur Mäßigung und zur Klugheit und nicht alles zu glauben, was er höre. Als Scheiner 1623 das Jesuitenkolleg in Neiße wieder einrichten sollte und dafür große Geldmittel erhielt, warf man ihm nachher vor, einen großen Teil des Geldes veruntreut und für sich verwendet zu haben. Es gelang ihm aber sich vor dem Kaiser zu rechtfertigen [640, Bd. III, S. 468, 499, 502]. Offenbar erging es Scheiner wie einem anderen bekannten Astronomen der Jesuiten, dem Adam Schall [698], der trotz seiner großen Leistungen von seinen Ordensbrüdern viele Schmähungen erfuhr.

Doch kehren wir zu den Sonnenflecken zurück. Während Scheiner sich mit seinen Ordensbrüdern herumschlagen mußte, wurden seine Beobachtungen bekannt und riefen ein Aufsehen hervor, das mindestens so groß als beim Erscheinen von Galileis Sternbotschaft war. Scheiner hatte in 3 Briefen vom 12. November und vom 19. und 26. Dezember 1611 das Ergebnis seiner Untersuchungen, zusammen mit seinen Beobachtungen, dem Augsburger Ratsherren Markus Welser mitgeteilt, der ihre Wichtigkeit sofort erkannte und vom Ordensprovinzial die Erlaubnis erhielt, die Briefe ohne Nennung des Verfassers und des Ordens zu veröffentlichen [Anhang G]. Als Verfasser war ein Apelles an-

gegeben. In diesen 3 Briefen berichtete Scheiner über die Sonnenflecken, ihr Aussehen und seine Beobachtungen. Während Welser sie drucken ließ und an verschiedene Gelehrte wie Kepler und Galilei versandte, ließ Scheiner ihnen noch drei Briefe am 26. Januar, 14. April und 25. Juli 1612 folgen, worin er außer neuen Beobachtungen, darunter eines neben Jupiter aufleuchtenden und für einen 5. Jupitermond gehaltenen Sternes, seine Meinung über die Sonnenflecken äußerte. Er hatte beobachtet, daß die von ihm als Flecken bezeichneten Gebilde von verschiedener Größe und Aussehen, selten kreisrund, und von verschiedener Helligkeit sind; fast alle Flecken seien von einem Halbschatten umgeben. Manche Flecken seien in einzelne Teile zerfallen und andere zusammengeflossen. Am Sonnenrande mache sich ihre perspektivische Verkürzung bemerkbar. Die Dauer ihrer Wanderung über die Sonnenscheibe sei nicht gleich, sondern hänge von ihrem Abstand vom Sonnenäquator ab. Ihr Weg sei einigermaßen der Ekliptik parallel. Aus allen diesen Beobachtungen schloß er, daß es sich um Gebilde handele, die nicht an der Oberfläche der Sonne, sondern etwas darüber sich bewegten. Später nahm er an, daß eine Fleckensphäre die Sonne umkreise, war sich aber nicht schlüssig, ob die Gebilde entstünden oder unvergänglich seien. Von gelehrter Seite äußerte sich Kepler sofort zu den ersten 3 Briefen Scheiners [404, Bd. II, S. 776—782]. Er wies auf die im letzten Messekatalog angezeigte Schrift des Joh. Fabricius hin, die er allerdings noch nicht erhalten konnte, und auf frühere Beobachtungen von Sonnenflecken, nämlich zur Zeit Karls des Großen und im Jahre 1607, worüber er in seiner Abhandlung „Phaenomenon singulare seu Mercurius in sole" vor 4 Jahren berichtet habe. Was die Sonnenflecken der Sonne anlangt, so hält er sie für Abkühlungserzeugnisse, eine Art Schlacke der Sonne, und erklärt ihre Wanderung durch die Achsendrehung der Sonne, für die er in seiner Astronomia nova eine Achsendrehung von höchstens 3 Monate Dauer angenommen habe, wenn sie überhaupt eine zeige. Galilei äußerte sich erst viel später; es bedurfte erst einer wiederholten Bitte Welsers und eines Hinweises auf seine Zusendung der Briefe am 6. Januar 1612 [282, Bd. XI, S. 289], bis Galilei am 4. Mai 1612 antwortete [282, Bd. V, S. 94—113]. Er entschuldigte sich wegen Unwohlseins und des Mangels an geeigneten Beobachtungen nicht eher

geantwortet zu haben. Was die Flecken anlange, so habe er sie seit 18 Monanten beobachtet und vor einem Jahr in Rom vielen Prälaten und Herren gezeigt. Die Flecken seien Wolken, aber nicht Sternen vergleichbar und gehörten der Sonne selbst an. Diesem Brief ließ er einen neuen am 14. August und, nachdem er Welsers Veröffentlichung der neuen Briefe Scheiners erhalten hatte, wieder einen am 1. Dezember 1612 folgen, worin er seine Beobachtungen der Sonnenflecken vom 2. Juni bis 21. August 1612 mitteilte und zu beweisen versuchte, daß die Flecken der Sonne angehören, deren Drehungsachse senkrecht zur Ekliptik steht. Seine 3 Briefe ließ er im folgenden Jahr unter dem Titel „Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari" zu Rom veröffentlichen. In der Einleitung wies Angelo de Filiis den Leser auf die Entdeckungen Galileis hin: auf die unzähligen Sterne in der Milchstraße und in den Nebeln, auf die 4 Jupitermonde, auf die Mondgebirge, auf den Gestaltenwechsel der Venus und auf die beiden Saturnmonde und zuletzt auf die Sonnenflecken, die er im April 1611 [282, Bd. V, S. 82, 84] Kirchenfürsten in Rom gezeigt habe und zwar, bevor Schriften über die Sonnenflecken erschienen seien. Apelles habe keine älteren Beobachtungen als vom Oktober 1611. Hier ist deutlich Galilei als 1. Entdecker angegeben und die 1. Beobachtung Scheiners vom März 1611 [282, Bd. V, S. 25] unbeachtet gelassen. Schärfer drückte Galilei sich 1623 in der Streitschrift „Il saggiatore" gegen den Jesuiten Grassi aus, wo er auf seine Briefe über die Sonnenflecken zu sprechen kam und sich folgendermaßen beklagte: „und einige, die durch meine Gründe gezwungen und überzeugt waren, haben es versucht, mich des Ruhmes zu berauben, der nur mir gebührte, und indem sie es verschwiegen, meine Schriften zu Gesicht bekommen zu haben, versuchen sie nach mir sich als Entdecker der staunenerregenden Wunder auszugeben." [Anm. 50]. In der gleichen Schrift stellte Galilei auch Simon Marius als Plagiator hin. Marius dürfte diese Anklage nicht zu Gesicht bekommen haben, da er im folgenden Jahr starb. Scheiner setzte sich in seinem Hauptwerk „Rosa Ursina" dagegen zur Wehr. Trotzdem gab Galilei nicht nach; er wollte nun nachweisen, daß Scheiner gelogen habe [741]. Scheiners Ordensbrüder selbst mußten ihn Lügen strafen. Den Nachweis glaubte er in seinem Briefe vom 20. Febr. 1638 über die Libration des Mondes an A. Antonini führen zu

können, worin er auf Tanners Astrologia sacra S. 49 hinweist, der folgendermaßen schreibe „Allerdings will der große Astronom Galilei, der hauptsächliche Entdecker dieser himmlischen Wunder . . . ." und dadurch Galilei als Entdecker der Sonnenflecken hinstelle und Scheiner, seinen Ordensbruder, gar nicht erwähne. Galileis Schluß ist falsch; Tanner sprach zweimal in seiner Astrologia sacra von 1615 ganz allgemein von den neuen Entdeckungen am Himmel und nannte dabei Galilei als hauptsächlichsten Entdecker. Seine Ordensbrüder wurden weder hier noch später genannt, weder bei den Sonnenflecken Scheiner und Cysat, noch bei der Mondkarte Scheiner.

Wichtiger könnte der andere Nachweis sein. Darnach habe ein noch lebender Pater bezeugt, daß er dem Scheiner die erste Nachricht gegeben habe damals, als Galilei die Sonnenflecken im April 1611 verschiedenen Prälaten zeigte. Galilei erhielt diese Nachricht von seinem Schüler Giov. Pieroni, der ihm am 4. Jan. 1635 und am 10. Okt. 1637 aus Wien mitgeteilt hatte, daß Pater Guldin sich erinnere, der erste gewesen zu sein, der dem Pater Scheiner mitgeteilt habe, man sehe in der Sonne Flecken. Wie steht es mit dieser Angabe, die also nur auf dem Bericht Pieronis und nicht auf einem schriftlichen Zeugnis Guldins beruht? Guldin war im Jahre 1611 in Rom und stand mit den Jesuiten in Deutschland im Briefwechsel. Durch ihn wurden die deutschen Jesuiten von den Beobachtungen der römischen Jesuiten in Kenntnis gesetzt, wie aus seinen Briefen vom 13. Februar, 13. März, 30. April und 21. Mai 1611 hervorgeht [Anhang G]. Darin ist von Sonnenflecken keine Rede. Am 30. April berichtete er von Fernrohren und der Venusphase und am 21. Mai sehr ausführlich von der Feier für Galilei am 13. Mai 1611, aber nicht von Sonnenflecken. Eine solche Entdeckung, die bei dieser Feier Aufsehen erregen mußte, sollte er verschwiegen haben? Das ist undenkbar. Seine Briefe an Lanz in München zeigen für diese Zeit keine Lücke. Briefe an Scheiner sind nicht nachweisbar. Demgemäß geben die Jesuitenbriefe keinen Anhalt für die Behauptung, daß Guldin den Scheiner von Galileis Entdeckung in Kenntnis gesetzt habe. Überdies wären die Angriffe der Jesuiten auf Scheiner und dessen Brief von 1614 an Guldin unverständlich, wenn Guldin seinen Ordensbruder auf die Sonnenflecken aufmerksam gemacht hätte.

Sowohl aus den Jesuitenbriefen wie auch aus dem Briefe des Fürsten Cesi, des Freundes Galileis, vom 30. April 1611 [282, Bd. XI, S. 99] geht hervor, daß Galilei im April 1611 von Sonnenflecken nichts erzählt hatte. Ist angesichts dieser Tatsache und der Angabe Cysats, daß die Sonnenflecken in Ingolstadt am 6. März entdeckt wurden, noch großer Wert auf die Mitteilung Pieronis zu legen? Hat der damals 68jährige Guldin sich der Vorgänge vor 24 Jahren noch genau erinnern können oder hatte Pieroni ihn richtig verstanden? Da Galilei aus Ehrgeiz, der einzige Entdecker der wunderbaren Dinge am Himmel zu sein, sich nicht scheute seine Mitbewerber, die hervorragenden Beobachter Marius und Scheiner, des Plagiates zu beschuldigen, und damit sie für Jahrhunderte ehrlos machte, so muß die Frage gestellt werden: Hatte Galilei erst nach der Kenntnis der Briefe Scheiners die Sonnenflecken beobachtet? Seine frühesten Beobachtungen sind vom 12. Februar 1612 [282, Bd. V, S. 253]; sie sind so unvollkommen, daß er erst seine Beobachtungen vom 5. April an verwendete. Wann konnte er Welsers Sendung mit den Briefen Scheiners erhalten haben? Aus Scheiners Briefen an Guldin und dessen Aufzeichnungen der Ankunftszeit ergibt sich, daß damals die Briefe von Ingolstadt bis Rom 20, 22, 28, 39, 48, 49, 55 und 62 Tage brauchten. Offenbar dauerte die Beförderung länger, nämlich 39 bis 62 Tage, wenn Ordensbrüder sie mitnahmen, wie es häufig vorkam. Die kürzeren Beförderungsdauern von 20 bis 28 Tagen entsprechen der Postbeförderung. Wenn also ein Brief von Ingolstadt bis Rom frühestens in 20 Tagen ankam, so brauchte er für die wesentlich kürzere Strecke von Augsburg bis Florenz im günstigsten Fall 15 Tage. Demgemäß konnte Welsers Sendung, die am 6. Januar 1612 von Augsburg abging, bis zum 21. Januar in Galileis Händen gekommen sein und dessen Beobachtungen vom 12. Februar 1612 veranlaßt haben. Es war möglich.

Die päpstliche Verurteilung der coppernicanischen Lehre.

Die Entdeckungen am Himmel hatten die Meinung der Gelehrten über die Himmelsvorgänge gewaltig beeinflußt. Die Zahl der Sterne wuchs ins Unermeßliche. Der Himmel war nicht mehr

starr und unveränderlich; vielmehr zeigten die verschiedenen neuen Sterne, zu denen damals auch der Stern P im Schwan und der von Fabricius entdeckte o im Walfisch gerechnet wurden, ein Aufleuchten einzelner Sterne mit teils rascher, teils langsamer Abnahme an. Dieser größeren Beachtung der Vorgänge am Himmel kam Joh. Bayers Himmelsatlas (Uranometria nova) von 1603 entgegen, der erste brauchbare Sternatlas, maßgebend für die folgende Zeit wegen der Benennung der Sterne.

Bedeutsamer waren die Entdeckungen im Sonnenall. Der beobachtete Gestaltenwechsel der Venus und der aus den Helligkeitsänderungen erschlossene Gestaltenwechsel Merkurs sprachen gegen die ptolemäische Theorie und ließen nur noch die Entscheidung zwischen Coppernicus und Brahe zu. Die Ausbuchtung Saturns oder, wie Galilei meinte, die ständig neben ihm stehenden Monde waren schwer zu deuten. Dagegen gestatteten die Jupitermonde keinen anderen Schluß, als daß auch dieser Planet Monde habe, daß somit die Erde mit ihrem Monde nicht allein stehe. Noch wunderbarer waren die Sonnenflecken, ihre Wanderung über die Sonne, ihr Entstehen und Vergehen, immer neue Rätsel aufgebend, so daß selbst Scheiner schließlich sich auf die genaue Schilderung der Vorgänge beschränkte und die Frage, ob die Flecken in der Sonnenoberfläche oder oberhalb davon sich befänden, unentschieden ließ. Für Kepler bedeutete die Entdeckung eine Bestätigung seiner Annahme, daß die Sonne sich um ihre Achse in weniger als 3 Monaten drehe und dabei die Planeten mit sich reiße. Auch der Gestaltenwechsel von Venus und Merkur sowie die Jupitermonde bestätigten seine, d. h. die coppernicanische Lehre. Allerdings hatten andere Gelehrte wie Marius nicht Unrecht, welche darin eine Bestätigung der braheschen Lehre erblickten. Immerhin waren die Entdeckungen wichtig genug, so daß sich ihrem Einfluß nur wenige entziehen konnten. Wie verhielt sich dazu die katholische Kirche und besonders ihre geistliche Schutztruppe, die Jesuiten? Wie wir schon gesehen hatten, unterschieden sie zwischen der coppernicanischen Lehre, die sie als absurd verwarfen, und den coppernicanischen Zahlenangaben, die unter lobender Nennung des Coppernicus verwendet wurden, unter anderem auch bei der gregorianischen Kalenderverbesserung. In den Vorlesungen wurde die coppernicanische Lehre erwähnt, wenn auch nicht gebilligt. Die neuen

Entdeckungen machten aber viele Verfechter der ptolemäischen Lehre stutzig. Guldin gab den Zweifeln innerhalb des römischen Jesuitenkollegs Ausdruck in seinem Briefe vom 13. Februar 1611, wo er die Annahme des braheschen Systems erwog. Auch Clavius hielt es für nötig die neuen Entdeckungen in seiner 1611 in Mainz erscheinenden Gesamtausgabe seiner Werke nicht nur zu erwähnen, sondern hinzuzufügen: „Unter diesen Umständen mögen die Astronomen überlegen, wie die Himmelsbahnen anzulegen sind, um diese Erscheinungen darzustellen" [153, Bd. 3, S. 75]. Auch in München fühlte sich P. Lanz beunruhigt. So äußerte er sich am 3. Mai 1611 zu Guldin, daß ihm die Meinung der Aristotelesanhänger mehr und mehr falsch erscheine. Die größte Wirkung übten die Entdeckungen auf Scheiner aus, so daß er in seinem letzten Briefe über die Sonnenflecken vom 25. Juli 1612 die Ansicht des Clavius insofern erweiterte, daß die Astronomen sich nach einem anderen Planetensystem umsehen sollten, und das brahesche System als geeignet bezeichnete. Offenbar folgten die Jesuiten der allgemeinen Entwickelung, wonach die ptolemäische Theorie aufgegeben und dafür die brahesche verwendet wurde, um den Himmelserscheinungen gerecht zu werden. Keplers Gedanken über die Sonne als Kraftzentrum waren noch zu neu und ungewohnt, um sofort von allen Gelehrten angenommen zu werden. Immerhin war Keplers Ansehen groß genug, um zu bewirken, daß die hämischen Hinweise auf die coppernicanische Lehre allmählich verstummten.

Die allmähliche Anpassung der Kirche an die Lehre von der Erdbewegung wurde unterbrochen durch das Verbot der Schriften über die Erdbewegung im Jahre 1616. Wie konnte das geschehen? Kepler gab darauf im Jahre 1619 folgende Antwort: „weil es durch die Schroffheit einiger Leute, welche Fragen der Sternforschung an unrechter Stelle und in unpassender Weise behandeln, dahin gekommen ist, daß das Lesen des Buches des Coppernicus, das fast 80 Jahre lang ganz unbehelligt blieb, schließlich untersagt wurde, bis das Werk verbessert sei" [406, Bd. VI, S. 543]. Kepler meinte damit sicherlich Galilei und dessen Anhänger. Galilei hatte sich nicht mit dem Ruhm, den ihm seine Entdeckungen einbrachten, begnügt. Er strebte nach mehr; er wollte der alleinbestimmende Gelehrte Europas sein. Deshalb trat an die Stelle einer bedächtigen Fortführung und Bearbeitung

seiner Beobachtungen nun die Polemik, sei es gegen seine Mitbewerber wegen ihrer Entdeckungsansprüche, sei es gegen die katholische Kirche wegen der Anerkennung der coppernicanischen Lehre. Und so kam es, daß er die Herstellung einer richtigen Mondkarte und die Feststellung des Wesens der Sonnenflecken und Fackeln dem Scheiner und die Entdeckung der Nebel den Cysat und Marius überließ und auf Keplers Wunsch nach einer Beurteilung des Weltgeheimnisses und der Neuen Astronomie nicht einging, da sie ihm zu dunkel erschienen. Somit hatte er sich von vornherein der besten Waffen begeben. Wie erwähnt, hatte er sich 1597 als Anhänger der coppernicanischen Lehre bekannt, aber aus Angst, sich lächerlich zu machen, nicht gewagt seine Meinung öffentlich bekannt zu machen. Auch späterhin hielt er sich in dieser Beziehung zurück. Auch im Sidereus Nuncius erfolgte kein offenes Bekenntnis zu Coppernicus. Nur in der Widmung wurde erwähnt, daß die Jupitermonde zusammen mit Jupiter in 12 Jahren die Sonne umkreisen, was sowohl im coppernicanischen als im braheschen Sinn gedeutet werden konnte. Merkwürdig ist sein Hinweis [282, Bd. III, S. 95], daß die Anhänger des Coppernicus jetzt wegen der Umkreisung der Erde durch den Mond nicht mehr besorgt sein mögen, da auch Jupiter von 4 Monden umkreist werde. Die Entdeckung des Gestaltenwechsels der Venus gab ihm Gelegenheit Clavius gegenüber am 30. Dezember 1610 zu betonen, daß Venus und Merkur die Sonne umkreisen, den unzweifelhaften Mittelpunkt der größten Kreisbewegungen aller Planeten. Um diese Zeit scheint er die Schrift „Contro il moto della terra" des Ludovico delle Colombe [282, Bd. III, S. 252—291] erhalten zu haben, worin die coppernicanische Lehre nicht mit astronomischen, sondern mit biblischen Gründen bekämpft wurde. Galileis zahlreiche Anmerkungen beweisen, daß er sich mit dieser Schrift sehr beschäftigte. Auch mit seinen Anhängern scheint er die biblischen Gegengründe besprochen zu haben, wobei es an Widerlegungen nicht gefehlt hat, so daß man allgemein darüber sprach. Auch am Hofe wurde nun die Frage erörtert, ob die coppernicanische Lehre im Gegensatz zur Heiligen Schrift stehe oder nicht. Galilei nahm dazu Stellung in Briefen an Castelli vom 21. Dezember 1613 und an Dini vom 16. Februar 1615, worin er vor der Heranziehung der Heiligen Schrift zur Erklärung naturwissenschaftlicher Fragen warnte. Die Heilige

Schrift könne nie irren, wohl aber ihre Ausleger. Darüber habe er eine Schrift verfaßt. Seine Freunde in Rom warnten ihn. Er begab sich damit auf ein schwieriges Gebiet. Das Tridentiner Konzil hatte verboten die Heilige Schrift gegen die allgemeine Uebereinstimmung der Kirchenväter auszulegen [780, S. 39—44]. Insbesondere mißfiel, wenn ein Laie sich mit solchen theologischen Dingen beschäftigte. Anfang 1615 hatte Foscarini, damals Karmelit und Prediger zu Rom, eine Schrift veröffentlicht, worin er das coppernicanische System für geeigneter als das ptolemäische hielt und die gegen die neue Lehre sprechenden Bibelstellen für unerheblich erklärte. Daraufhin richtete Galilei an die Großherzogin von Toskana einen Brief [282, Bd. V, 307—348], worin er die Auslegung der Heiligen Schrift, besonders in Hinblick auf naturwissenschaftliche Dinge, bemängelte. Insbesondere forderte er das Aufhören der Verketzerung der neuen Lehre und die Zustimmung, daß nur wissenschaftliche Gründe zwischen der neuen und alten Lehre entscheiden sollen. Dieser Brief wurde wie auch früher sein Brief an Castelli durch Abschriften verbreitet. Inzwischen hatte Foscarini seine Schrift dem Kardinal Bellarmin zugesandt, der ihm am 12. April 1615 dafür dankte und ihm wie Galilei riet, die coppernicanische Lehre nur als wahrscheinlich und nicht als wahr hinzustellen. Er fuhr fort: „Wenn ein wirklicher Beweis dafür vorhanden wäre, daß die Sonne im Mittelpunkt der Welt und die Erde an der 3. Sphäre steht, daß nicht die Sonne um die Erde, sondern die Erde um die Sonne geht, dann müßte man an die Erklärung der Bibelstellen, welche das Gegenteil zu sagen scheinen, mit großer Vorsicht herangehen und eher sagen, wir verständen dieselben nicht, als das sei falsch, was bewiesen wird. Aber ich werde nicht eher glauben, daß ein solcher Beweis geliefert sei, bis er mir gezeigt wird." Demnach kam es zuerst darauf an, wissenschaftliche Beweise für die coppernicanische Lehre beizubringen.

Im Februar 1615 hatte der Dominikaner N. Lorini aus Florenz an die Indexkongregation den Brief Galileis an Castelli über die Auslegung der Heiligen Schrift mit der Bitte um Kenntnisnahme gesandt. Untersuchungen wurden angestellt, wovon Galilei erfuhr, so daß er es für angebracht hielt nach Rom zu fahren und dort die Angelegenheit zu seinen Gunsten zu gestalten. Ende des Jahres 1615 traf er dort ein und wohnte mit Erlaubnis seines

Großherzoges im Gesandtschaftspalaste. Hier dürfte er bald festgestellt haben, daß sich seit seinem letzten Aufenthalte im Jahre 1611 viel geändert hatte. Seine Freunde von der Accademia dei Lincei hielten sich zurück und wünschten mit der Angelegenheit nichts zu tun zu haben; ebenso war es mit den Jesuiten; der ihm sehr gewogene Grienberger ließ ihm sagen, es würde ihm viel besser gefallen haben, Galilei hätte zunächst seine Beweise für die Erdbewegung auseinandergesetzt und dann erst von der Heiligen Schrift geredet. Also auf Beweise kam es an, das merkte Galilei auch aus seinen Gesprächen mit Kardinälen und Prälaten, von denen manche ihm nach wie vor gewogen waren und Verständnis für die Wissenschaft hatten. Anders war allerdings Papst Paul V.; ihm fehlte jegliches Verständnis für die Wissenschaft, so daß jeder den Dummen spielte und Wissen nur schadete. Der toskanische Gesandte Guicciardini gab in seinem Bericht vom 4. März 1616 an den Staatssekretär in Florenz folgende Schilderung über die Verhältnisse in Rom: „Galilei hat auf seine eigene Meinung mehr gegeben als auf die seiner Freunde. Der Herr Kardinal del Monte und ich nach meinem geringen Vermögen hatten ihm zugeredet, er möge sich beruhigen und diese Angelegenheit nicht überstürzen, und wenn er jene Meinung festhalten wolle, möge er sie ruhig festhalten, ohne sich so sehr zu bemühen, die anderen dafür zu gewinnen. Alle fürchteten, sein Kommen möge ihm schaden und nicht den Erfolg haben, daß er sich reinwasche und über seine Gegner siege, sondern eine Schmarre davon trage ... Persönlich wird Galilei, wie ich glaube, nichts zu leiden haben, weil er klug genug sein wird, zu wollen und zu denken, wie die heilige Kirche will und denkt. Aber er ereifert sich für seine Meinung und hat eine maßlose Leidenschaftlichkeit und wenig Kraft und Klugheit, um sich zu beherrschen. Unter diesen Umständen ist die römische Luft sehr gefährlich für ihn, namentlich in dieser Zeit, wo der hiesige Herrscher, der die schönen Wissenschaften und dergleichen Geister verabscheut, solche Neuerungen und Spitzfindigkeiten nicht hören mag und jeder sein Gehirn und seine Natur der des Herren anbequemt, so daß auch diejenigen, welche etwas wissen und sich für die Sache interessieren, wenn sie klug sind, sich ganz anders stellen, um nicht verdächtig zu werden und sich selbst Unannehmlichkeiten zu bereiten“ [599, S. 103].

Welche Beweise für die Erdbewegung hatte Galilei? Seine Schriften enthielten nur Andeutungen, z. B. in seiner Sternbotschaft und in seinem Brief über den Gestaltenwechsel der Venus an Clavius. Ebenso stand es mit seiner Kepler entlehnten Bemerkung, daß die Sonne durch ihre Drehung die Planeten mit sich herumziehe. Damit ließ sich in Rom keine Ehre einlegen. Dringend nötig war ein augenfälliger Beweis für die Erddrehung und die Bewegung der Erde um die Sonne. Galilei glaubte ihn in der Erscheinung von Ebbe und Flut zu erblicken. Nach seiner Meinung werden die Wassermengen der Meere durch die beiden Erdbewegungen in Bewegung gesetzt und müssen im Laufe eines Tages einmal den höchsten Stand und 12 Stunden später den tiefsten Stand zeigen. Diese Erklärung machte er seinen Freunden bekannt und suchte sie auf alle Weise zu stützen. Meisterhaft verstand er es Einwände zu entkräften. Darüber berichtete Querenga an Kardinal d' Este am 20. Januar 1616 „Äußerst belustigend für mich war die Art und Weise, wie Galilei, um seine Gegner um so mehr dem Gelächter auszusetzen, deren Einwürfe erst mit den scheinbar stichhaltigsten Gründen bekräftigt, um sie dann über den Haufen zu stoßen" [515, S. 151]. Gewiß hatte er die Lacher auf seiner Seite; zugleich schuf er sich aber Todfeinde. Wie aber, wenn diese von ihm lächerlich Gemachten sich in aller Ruhe die Sache noch einmal überlegten und fanden, daß die Erklärung der Gezeiten durch die Erdbewegung nicht stimmen könne? Wußte nicht jeder Seefahrer, daß die Gezeiten zweimal täglich auftreten und nicht einmal, wie Galileis Theorie voraussetzt? Gewiß gab Galilei zu, daß am Mittelmeer zweimal täglich Ebbe und Flut zu beobachten seien; aber dies gelte nur für das kleine Mittelmeer. Dagegen zeige der Ozean bei Lissabon nur die eintägige Periode. Konnte das stimmen? Sagten nicht alle Befahrer der Weltmeere aus, daß überall Ebbe und Flut nach 12 Stunden aufeinander folgen? Und war es nicht allgemein bekannt, daß diese Erscheinung sich täglich um 48 Minuten verspätet? Und hatte Galilei diese allbekannte Tatsache nicht als unmöglich erklärt? Was war von seinen Behauptungen z. B. von der Erklärung der Passatwinde durch die Erddrehung zu halten, wenn er die Tatsachen beiseite schob, weil sie zu seiner Theorie nicht paßten? Und was war von der Erdbewegung zu halten, wenn ihr Verteidiger Galilei keine besseren Beweise beibrachte und ihr

zuliebe die Tatsachen vergewaltigte? So mochten viele denken, auch Kardinal Orsini, der Galilei gebeten hatte, seine Theorie der Gezeiten für ihn niederzuschreiben [282, Bd. V, S. 371 bis 395]. Galilei fühlte, daß seine Beweisführung nicht glücklich war; deshalb beklagte er sich in seinen Briefen sehr über die Böswilligkeit seiner Gegner, die nur daran dächten ihn zu verfolgen und seine Worte umzudrehen. Aber hatte nicht Galilei selbst in seiner Schrift über die Sonnenflecken behauptet, daß er in Rom im April 1611 verschiedenen Kirchenfürsten die Sonnenflecken gezeigt habe, eine Behauptung, die nicht zu beweisen war?

Wochenlang hatte Galilei in Rom geredet. Nichts war dabei herausgekommen. Am 19. Februar 1616 wurde sämtlichen Theologen des heiligen Offiziums vom Papst und von der Generalkongregation der römischen Inquisition befohlen, folgende Sätze zu beurteilen:

1. Die Sonne ruht in der Weltmitte.
2. Die Erde ruht nicht in der Weltmitte, sondern dreht sich täglich um ihre Achse und bewegt sich als Himmelskörper.

Am 24. Februar gaben die Theologen ihr Urteil ab. Alle erklärten zum 1. Satz, daß er philosophisch betrachtet töricht und absurd und formal betrachtet ketzerisch sei, da er vielen Stellen der Heiligen Schrift und der Auslegung durch die Kirchenväter und die theologischen Doktoren widerspräche. Auch der 2. Satz sei philosophisch betrachtet töricht und absurd und theologisch betrachtet irrtümlich im Glauben. Zwei Tage später, am 26. Februar 1616, ermahnte Kardinal R. Bellarmin amtlich Galilei seine bisherige Behauptung, daß die Sonne in der Weltmitte ruhe und die Erde beweglich sei, aufzugeben, was Galilei zusagte. Am 3. März 1616 berichtete Bellarmin in der Sitzung der Generalkongregation über Galileis Zusage, worauf eine Verordnung über verschiedene Bücher, worin die Erdbewegung behauptet wurde, verlesen und gebilligt wurde. Die am 5. März veröffentlichte Verordnung lautet: „Und da es auch zur Kenntnis der h. Kongregation gekommen ist, daß die falsche und der h. Schrift durchaus widersprechende Pythagoräische Lehre von der Beweglichkeit der Erde und der Unbeweglichkeit der Sonne, welche Nicolaus Coppernicus (im Buche) de revolutionibus orbium coelestium und Didacus Astunica (in seiner Erklärung) zum Hiob vortragen, jetzt verbreitet und von vielen angenommen wird, — wie zu er-

sehen ist aus einem gedruckten Brief eines Karmelitenpaters mit dem Titel Lettere del R. P. Maestro P. A. Foscarini ... worin besagter Pater zu zeigen versucht, daß die fragliche Lehre . der Wahrheit entspräche und der h. Schrift nicht zuwider sei: — so hat die h. Kongregation geglaubt, damit eine solche Lehre nicht zum Schaden der katholischen Wahrheit um sich greife, seien die Bücher der Nicolaus Coppernicus de revolutionibus orbium und Didacus Astunica zum Hiob zu suspendieren, bis sie verbessert werden, das Buch des Paters Foscarini aber sei ganz zu verbieten und zu verdammen, und alle anderen Bücher, welche in gleicher Weise dasselbe lehren, seien zu verbieten, — wie sie denn durch gegenwärtige Verordnung alle respective verbietet, verdammt und suspendiert" [599, S. 111]. Diese Verordnung soll auf Veranlassung Bellarmins erfolgt sein [Anm. 51], der gewußt habe, daß einige deutsche Jesuiten Anhänger der coppernicanischen Lehre seien und ihre Schüler in dem Sinne unterrichten wollten, und deshalb solche Neuerungen im Jesuitenorden verhindern wollte.

Damit endete das Vorgehen gegen Galilei. Seine Schriften wurden nicht verboten. Die Schrift des Didacus a Stunica, die bereits 1584 erschienen war, wurde wohl nur beanstandet, weil sie bei den Erörterungen erwähnt worden war. Mit der Verbesserung des Hauptwerkes des Coppernicus ließ man sich Zeit: erst im Jahre 1620 erschien eine Liste der Textänderungen [608, Bd. II, S. 497], die darauf hinausliefen, seine Behauptungen über die Stellung und Bewegung der Erde als hypothetisch hinzustellen [Abb. 684, S. 61 und 113]. Inwieweit diese Bestimmung der Verordnung befolgt wurde, wird sich noch ergeben. Nicht Galilei, sondern nur Kepler hatte unter der Verordnung zu leiden; denn seine Epitome astronomiae copernicanae wurde am 10. Mai 1619 verboten. Es ist begreiflich, daß er sich über das unbedachte Vorgehen Galileis und dessen Anhänger ärgerte.

Es dauerte nicht lange, so geriet Galilei wieder in einen wissenschaftlichen Streit. Die Jesuiten fuhren fort die neuen Erkenntnisse und Beobachtungen zu berücksichtigen und das ptolemäische System durch das brahesche zu ersetzen. Der glänzende Komet von 1618 (1618 Nr. III) war vielfach beobachtet worden. Cysat hatte ihn sorgfältig beobachtet und daraufhin eine Bahn entworfen, die er in einer Figur mit dem brahe-

schen Weltgebäude mitteilte [Anhang G]. Auch der römische Jesuit Grassi hatte den Kometen beobachtet und aus den Beobachtungen nachgewiesen, daß der Komet sich oberhalb der Mondbahn befunden hatte, ein wichtiger Einwand gegen die Lehre des Aristoteles. Galilei fühlte sich bewogen, die Partei des Aristoteles zu ergreifen und unter dem Namen seines Schülers Guiducci nachzuweisen, daß die Kometen nur Ausdünstungen der Erde seien; dabei fehlte es nicht an Angriffen gegen Grassi und Brahe, der schon früher die Kometen als übermondige Himmelskörper bezeichnet hatte; auch ein Hinweis auf Apelles, der sich die Erfindungen anderer anmaße, fehlte nicht. Dieser Angriff führte zu einer Entgegnung Grassis unter dem Namen Sarsi und einer neuen Schrift Galileis „Il Saggiatore", deren Zweck anscheinend darin bestand, Galileis Verdienste um die Wissenschaft gebührend hervorzuheben; denn anders ist es wohl nicht zu verstehen, wenn Galilei schreibt: „Was wollt Ihr machen, Herr Sarsi, wenn es mir allein vergönnt war, alles Neue am Himmel zu entdecken und niemand anders auch nur irgend etwas? Das ist eine Wahrheit, die weder Bosheit noch Neid zu unterdrücken vermögen." Und dann folgen die Vorwürfe des Plagiates gegen Marius und Scheiner (Apelles). Auch galt es die Beobachtungen Grassis und Brahes herabzusetzen. Offenbar richtet sich Galileis Wut gegen Brahe, dessen System er als eine gefährliche Konkurrenz zum coppernicanischen ansah. Deshalb war es notwendig Brahes Ansehen zu zerstören. Da dieser die Kometenbahnen mit denen der Planeten verglichen hatte, so glaubte Galilei die Lacher auf seiner Seite zu haben, wenn er die Kometen als Brahes Affenplaneten bezeichnete. Eine neue Gelegenheit Brahes Andenken herabzusetzen, sollte sich bald geben.

Galilei war in Rom ermahnt worden seine Behauptung von der Erdbewegung und der Sonnenstellung in der Weltmitte aufzugeben. Außerdem hatte ihm Kardinal Bellarmin am 26. Mai 1616 schriftlich mitgeteilt, daß diese Lehre weder verteidigt noch gehalten werden dürfe. Diese Verordnung suchte Galilei bei passender Gelegenheit rückgängig zu machen. Im Jahre 1623 hatte Kardinal Maffeo Barberini unter dem Namen Urban VIII. den päpstlichen Thron bestiegen. Er hatte ein Gedicht über die Entdeckung der Sonnenflecken gemacht und sich verschiedene Male Galilei gegenüber wohlwollend geäußert. Deshalb konnte Galilei

von ihm ein Verständnis für die coppernicanische Lehre und für die Aufhebung der Verordnung von 1616 erhoffen. Im Frühjahr 1624 reiste er deshalb nach Rom und wurde sechsmal vom Papst in Audienz empfangen. Allerdings konnte er dabei nichts erreichen, mit Ausnahme einiger Geschenke und einer Pfründe für seinen Sohn. Galilei gab sich damit nicht zufrieden, sondern versuchte nunmehr die Gründe für die neue Lehre wieder zusammenzustellen und damit neue Anhänger zu gewinnen. Dabei ging er von einer Zusammenstellung der Gegengründe gegen die coppernicanische Lehre aus, die Ingoli vor der Verordnung von 1616 verfaßt und Galilei und Kepler zugeschickt hatte. Kepler hatte in seiner Epitome die Gründe und Gegengründe besprochen. Galilei nahm sich nach seiner Rückkehr die Schrift Ingolis vor; dabei ließ er die theologischen Gegengründe außer acht und befaßte sich mit den mathematischen und physikalischen. Verschiedene berücksichtigte er nicht und wies auf spätere Untersuchungen hin. Bei anderen brachte er ähnliche Gründe wie Kepler vor. Bezüglich der Erdbewegung wandte er sich gegen Brahe und sprach von dessen „kindischen" Einwänden und von dessen „angeblichen" Beobachtungen. Wichtig in dieser Schrift ist nur der Satz „Aristoteles glaubte freilich seinerzeit, daß sich die Erde in der Weltmitte befinde; jetzt ist es mehr als sonnenklar, daß nicht die Erde, sondern die Sonne sich in dieser Mitte befindet". Wegen dieses offenen Verstoßes gegen die Verordnung von 1616 hielten seine Freunde es für dringend nötig, ihm zu raten, diese Entgegnung nicht zu veröffentlichen oder Fr. Ingoli zu übergeben.

Galilei hatte nach der Verordnung von 1616 von seiner Schrift über „Ebbe und Flut" einige Abschriften herstellen lassen und verteilt. Seine Absicht, diese Schrift als Verteidigung der coppernicanischen Lehre zu veröffentlichen, hatte er nie aufgegeben. Unter Urban VIII. mochte er hoffen, die Erlaubnis dafür zu bekommen. Der päpstliche Palastmeister war bereit die Erlaubnis zum Druck zu erteilen, wenn darin die coppernicanische Lehre nicht als absolute Wahrheit, sondern als Hypothese dargestellt und betont werde, daß die Verordnung von 1616 nicht aus Unwissenheit, sondern aus bestimmten Gründen erlassen sei, und schließlich wenn die Korrekturbogen ihm vor dem Reindruck vorgelegt würden. Galilei hielt sich nicht an diese Bedin-

gungen, so daß das gedruckte Werk sofort beschlagnahmt und ein Verfahren gegen ihn eingeleitet wurde. Was ist der Inhalt dieser Schrift, die zu seiner Verurteilung führte?

„Zwiegespräch über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme" [282, Bd. XII, S. 1—519 „Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo"] nannte Galilei dieses Werk, das die Begründung der coppernicanischen Lehre geben sollte. Das Zwiegespräch (Abb. 60) fand an 4 Tagen zwischen dem Gelehrten Salviati (Galilei) und dem beschränkten Anhänger der aristotelischen und ptolemäischen Lehre Simplicius und dem Hausherrn Sagredo, der eine vermittelnde Rolle spielte, statt. Gegenstand ihrer Unterhaltung bilden die Gründe für und wider das ptolemäische und das coppernicanische Weltgebäude. Der erste Tag dient einer allgemeinen Übersicht, der zweite Tag der Darlegung der Erdbewegung, der dritte Tag dem Beweise der Erdbewegung durch die Sonnenflecken und der vierte und letzte Tag dem Beweise der Erddrehung und der Erdbewegung durch Gezeiten und Winde. Manche Beweise für die Erdbewegung und Widerlegungen der ptolemäischen Einwände brachten nichts Neues. Die Erklärung von Ebbe und Flut war wesentlich erweitert worden durch eine Schilderung der halbtägigen, der monatlichen und jährlichen Periode, an die sich nun ihre Erklärung durch die Erddrehung und Erdbewegung schließt. Wie früher sollte der Umstand, daß infolge der Erddrehung manche Teile der Erdoberfläche sich in der Richtung der Erdbewegung und andere Teile in entgegengesetzter Richtung bewegen, das Schwanken der Meere bewirken, was zu einer ganztägigen Periode von Ebbe und Flut führte. Die im Mittelmeer beobachtete halbtägige Periode bilde eine Ausnahme. Die monatliche Periode entstehe dadurch, daß Erde und Mond wie ein Pendelgewicht wirken, das im Laufe eines Mondwechsels auf der Pendelstange etwas hin- und hergeht. Der Zusammenhang von Ebbe und Flut mit der Mondbewegung wird verworfen und Kepler erhält deshalb einen Tadel. Die jährliche Periode wird durch den Einfluß der schrägen Stellung der Erdachse zur Erdbahn erklärt. Die Erddrehung zeige sich auch in den Winden, die um so stärker auftreten müßten, je weniger Reibung die Erdoberfläche zeige, also über den Meeren, und je näher die Gegend dem Äquator liege. Es sei bekannt, daß zwischen den Wendekreisen ständig ein Ostwind herrsche, sogar im Mittelmeer mache

Abb. 60. Titelbild zu Galileis Dialogo, Florenz 1632, darstellend Coppernicus (rechts), Plolemaeus (in der Mitte) und Aristoteles (links).

sich das Überwiegen des Ostwindes über den Westwind bemerkbar.

Neu ist der Beweis der Erdbewegung aus den Sonnenflecken. Noch in seiner Schrift über die Sonnenflecken hatte Galilei behauptet, daß die Sonnenachse senkrecht zur Ekliptik stehe und die widersprechenden Beobachtungen Scheiners verworfen. Scheiner hatte dann bewiesen, daß die Sonnenachse gegen die Ekliptik geneigt sei und daß deshalb zu bestimmten Zeiten die Bahnen der Sonnenflecken gekrümmt seien. Diesen Umstand benützte Galilei als Beweis für die Bewegung der Erde um die Sonne [Anm. 52].

Bemerkenswert sind Galileis Ansichten über den freien Fall und seine Beeinflussung durch die Erddrehung. Beim Fall von einem Turm fällt ein Stein stets parallel zum Turm auf die Erde, also lotrecht, da der Turm als gradlinig und lotrecht zur Erde gebaut angenommen wird [285, S. 171]. Anders ist es beim Fall einer Kugel vom Monde zur Erde. Gemäß Simplicius müßte sie ein sehr großes Stück hinter dem Punkt der Erdoberfläche, über dem sie sich im Augenblick des Anfanges seines Falles befand, zurückbleiben. Dagegen wendet Salviati ein [285, S. 248]: „sie wird sich nicht nur an der Erddrehung beteiligen und nicht hinter ihr zurückblicken, sie muß sogar dieser zuvorkommen; denn bei der Annäherung an die Erde muß die drehende Bewegung in immer kleineren Kreisen stattfinden; wenn also die Kugel die nämliche Geschwindigkeit bewahrt, welche sie in der Mondsphäre hatte, so müßte sie, wie gesagt, die Erddrehung überholen."

Als künftige Möglichkeit, die Erdbewegung um die Sonne nachzuweisen, nennt Galilei die Bestimmung der Fixsternparallaxe, die bisher noch von niemanden versucht worden sei. Dafür kämen zwei Verfahren in Betracht, erstens die durch die jährliche Annäherung und Entfernung der Erde bewirkte Größenänderung eines Sternes, welches Verfahren wegen der Unmöglichkeit genauer Beobachtungen nicht in Betracht komme. Zweitens die Messung der Meridianhöhe eines hellen und deshalb nahen Sternes und eines daneben stehenden schwachen und deshalb entfernten Sternes. Selbst mit Brahes Geräten ließe sich die jährliche Höhenänderung des Sternes nicht nachweisen. Jedoch gäbe es dafür ein billiges Verfahren. Dazu brauche er nur ein gutes Fernrohr und eine Ebene, in deren nördlichem Teil sich ein Berg

mit einer Kapelle befinde. An der Giebelwand der Kapelle wird eine Stange senkrecht so befestigt, daß ihr Ende einen Wagenstern bei seiner Kulmination bedeckt, wenn ein in der Ebene befindlicher Beobachter mit seinem Fernrohr hinsieht. Der Beobachter macht solche Beobachtungen von der Sommerwende bis zur Winderwende und vermerkt jedesmal mit einer Marke an einem festen Pfahl die Lage des Fernrohres. „Durch diese Beobachtung läßt sich eine etwaige Zu- oder Abnahme in der Höhe des Sternes ermitteln, wie klein sie auch sein möge. Wenn es bei diesem Verfahren gelingt, irgend welche Änderung aufzufinden, welcher große Gewinn für die Astronomie! Denn damit können wir außer der Gewißheit über die jährliche Bewegung auch sichere Kenntnis von der Größe und Entfernung des Sternes erlangen" [285, S. 389—407]. Ob Galilei sein Verfahren ausprobiert hat? Wohl nicht; denn sonst hätte er merken müssen, daß sich damit die jährliche Verschiebung der Wagensterne nicht messen ließ. Offenbar war Galilei zu diesem Vorschlag durch Keplers Brief vom 13. Oktober 1597 angeregt worden; allerdings hatte dieser dafür einen Quadranten mit der Ablesung von Minuten und Viertelminuten als nötig bezeichnet.

Galilei widmete sein umfangreiches Werk dem Nachweise der Erdbewegung. Coppernicus und sein Hauptwerk kommen darin öfters vor, allerdings nicht immer richtig. Der Leser, der die Werke des Ptolemaeus und Coppernicus nicht kennt, muß durch die Galileischen Ausführungen ein ganz falsches Bild davon bekommen, als ob es bei den Planeten außer ihren durch die Erdbewegung verursachten scheinbaren Stillständen und Rückwärtsgehen keine weiteren Unregelmäßigkeiten gäbe und als ob nur Ptolemaeus zu Epizykeln Zuflucht nehmen mußte [285, S. 357]. Erstaunlicherweise wird Coppernicus folgende Äußerung über die Venus in den Mund gelegt „daß sie entweder selbstleuchtend ist oder daß ihre Materie sich mit dem Sonnenlichte zu durchtränken und dieses durch ihre ganze Tiefe durchzulassen vermag, so daß sie sich uns immer in vollem Glanze zeigen kann" [385, S. 349]. Tatsächlich berichtete Coppernicus [168, Buch I, Kap. 10] dies als die Ansicht des Ptolemaeus und anderer Gelehrten.

Wie schon 1616, so wurden auch im Jahre 1632 die grundlegenden Arbeiten Keplers über die Planetenbewegung [544] nicht

erwähnt. Der Leser erfährt nichts über Keplers Darstellung der Marsbewegung durch eine elliptische Bewegung und muß sich mit der Bemerkung begnügen, daß der Mars heute — also noch im Jahr 1632! — den Astronomen so viel Mühe macht [285, S. 476]. Wie Galilei sich die Bewegung im coppernicanischen System vorstellte, das lassen verschiedene Stellen ersehen [285, S. 20, 360]: Die Bewegung der 5 Planeten Merkur bis Saturn erfolgt gleichförmig und regelmäßig auf Kreisen; denn wenn die Hauptkörper des Weltalls gemäß ihrer Natur beweglich sind, so kann ihre Bewegung unmöglich gradlinig oder anders als kreisförmig sein. Offenbar stand Galilei den Forschungen seiner Zeit sehr fern, als er sein Zwiegespräch schrieb.

Im Zwiegespräch wollte Galilei die Erdbewegung beweisen und ihre Gegner verspotten; einige Hinweise auf den hypothetischen Charakter seiner Behauptungen ändern an der Sachlage nichts. Selbstverständlich ließ sich die katholische Kirche eine solche Herausforderung nicht gefallen, zumal Galilei unklug genug war eine Äußerung, die Papst Urban VIII. Galilei und dessen Freunden gegenüber getan hatte, dem gutmütigen Dummkopf Simplicius in den Mund zu legen. Der Papst ließ die Angelegenheit durch einen Ausschuß unter Leitung seines Neffen untersuchen. Der Ausschuß stellte den Antrag, die Angelegenheit durch die Kongregation des heiligen Offiziums prüfen zu lassen. Galilei wurde nach Rom zur Untersuchung befohlen. Nach verschiedenen Ausflüchten fügte er sich dem Befehl und kam am 14. Februar 1633 in Rom „in guter Gesundheit" an, wo ihm gestattet wurde im Gesandtschaftspalast, in der Villa Medici, zu wohnen. In der Zeit vom 12. bis 30. April wohnte er in der Wohnung eines Beamten im Inquisitionspalast. Beim Verhör gestand er ein, daß ein Leser seines Zwiegespräches den Eindruck bekommen könne, daß die zur Widerlegung der verbotenen Lehre vorgebrachten Gründe vielmehr zum Beweise dieser Lehre dienen sollten. Freiwillig erklärte er sich bereit, eine neue Schrift zu veröffentlichen, worin die Gründe für die verbotene Lehre nochmals besprochen und endgültig widerlegt werden sollen. Am 21. Juni wurde er gefragt, ob er die verbotene Lehre für wahr gehalten habe oder noch halte und seit wann. Daraufhin erklärte er, daß er vor der Verordnung von 1616 zwischen der ptolemäischen und der coppernicanischen Lehre geschwankt habe und fügte hinzu:

„Nach jener Verordnung schwand mir jeder Zweifel und ich hielt, wie ich es auch jetzt noch halte, die ptolemäische Lehre, d. h. die Ruhe der Erde und die Bewegung der Sonne, für durchaus richtig und unzweifelhaft." Am folgenden Tage verlas Galilei in Gegenwart der Kardinäle der Inquisition die Abschwörungsformel, worin er gestand gegen die Vorschrift, die falsche Lehre ganz aufzugeben und weder für wahr zu halten noch irgendwie sie mündlich oder schriftlich zu verteidigen oder zu lehren, verstoßen zu haben, und schwur, in Zukunft nie mehr weder schriftlich noch mündlich ähnliches sagen oder behaupten zu wollen, wodurch ein solcher Verdacht entstehen könne. Das Urteil lautete: Kerkerhaft und einmal wöchentliches Beten der 7 Bußpsalmen 3 Jahre hindurch, sowie Verbot des Zwiegespräches. Das Beten der Psalmen nahm ihm seine Tochter, eine Nonne, ab. Die Kerkerhaft wurde nicht verhängt. Vielmehr durfte er sofort zum Gesandtschaftspalast zurückkehren und reiste am 6. Juli 1633 nach Siena, wo er sich bei seinem Freund und Schüler, dem Erzbischof A. Piccolomini, bis zum Dezember aufhielt, um dann nach Arcetri bei Florenz zurückzukehren, wo er seit 1631 ein Landhaus besaß. Hier schrieb er sein neues Zwiegespräch über die neue Wissenschaft, worin er den Grund zur neuen Bewegungslehre legte. Am 8. Januar 1642 starb er.

Galileis Verhalten zum Verbot der coppernicanischen Lehre wurde im Laufe der Jahrhunderte verschieden beurteilt. Die einen dachten darüber wie L. Stahl in seiner Lebensgeschichte des Coppernicus [674, S. 121]: „Galilei stand vor der Alternative, bei seinem Glauben zu bleiben und den Feuertod zu erleiden, oder äußerlich abzuschwören. Er wählte als vernünftiger Mensch das letzte, eine korrupte Welt, die betrogen werden wollte, zu täuschen und sich das Leben zu retten, das er besseren Aufgaben aufsparen konnte." Andere kamen um die Tatsache, daß der Vertreter der neuen Lehre seinen Glauben abschwur, nicht herum und machten ihn aus einem Abtrünnigen zu einem Märtyrer. Obwohl die Inquisition sehr milde gegen ihn vorging und die Verhandlungen über seine Abschwörung bekannt waren, tauchte doch im 18. Jahrhundert die Sage auf, daß er nach seiner Abschwörung ausgerufen habe „Und sie bewegt sich doch!" Sogar Gemälde entstanden, welche diese Szene darstellen. Und im Coppernicus-

Museum zu Frauenburg weiß der Führer nichts Besseres als diese Sage zu berichten.

Zwei Gelehrte suchten das Werk des Coppernicus zu vervollkommnen: Galilei und Kepler. Galilei schlug den geraden Weg des gesunden Menschenverstandes ein und kam nicht zum Ziel und zu keiner Förderung der neuen Lehre. Kepler ging krumme Wege, die ihn zu Gott und zu den Harmonien, zur Sterndeutung und zu den regelmäßigen Körpern führten, und gelangte auf mühsamen Umwegen zu seinen 3 Gesetzen, den Grundlagen der modernen Planetentheorie und aller Untersuchungen über die gegenseitigen Bewegungen von Himmelskörpern. Galileis offenkundige Beweise entpuppten sich als Irrtümer und verschwanden, aber die im Dickicht der keplerschen Gedankengänge verborgenen Gesetze wurden herausgeholt und offenbarten ihren Wert.

Für und wider das coppernicanische Weltgebäude.

Die Verurteilung Galileis hatte zur Folge, daß sein Zwiegespräch verboten wurde und um so mehr Beachtung fand, so daß die lateinische Übersetzung, die 1635 in Straßburg auf Kosten des holländischen Verlegers Elzevier gedruckt worden war, mehrere Auflagen bis 1699 erlebte und weit verbreitet wurde, obwohl sie auf dem Index der verbotenen Bücher bis 1819 stand. Die Kunde von der Verurteilung der neuen Lehre wurde bald in Italien und außerhalb bekannt; dadurch wurde die allgemeine Aufmerksamkeit auf die coppernicanische Lehre gelenkt, allerdings nur in der vereinfachten Form, wie Galilei sie geschildert hatte. Wichtiger erschien die Frage, ob die Heilige Schrift auch für das Gebiet der Naturwissenschaften maßgebend sei oder nicht. Um die Zuständigkeit der Heiligen Schrift und um die Bewegung der Erde drehte sich in den nächsten Jahrzehnten der Streit in verschiedenen Ländern, bis um 1750 der Widerspruch gegen die neue Lehre erlosch und diese allgemein zugelassen wurde. Diese geistige Bewegung, die zur allgemeinen Annahme der coppernicanischen Lehre führte, ging wohl in die Breite, aber nicht in die Tiefe und hätte nicht zur Vervollkommnung der Wissenschaft geführt, wenn nicht die von Galilei übersehenen keplerschen Gesetze die Grundlage für weitere Forschungen gegeben hätten. Auf

den keplerschen Forschungen baute sich die moderne Wissenschaft auf. Wie der coppernicanische Gedanke in den verschiedenen Ländern Fuß faßte, möge die folgende Übersicht zeigen.

In Italien waren zwischen 1616 und 1633 verschiedene Schriften erschienen, die sich mit der coppernicanischen Lehre befaßten, so von G. A. Baranzani 1617 und von G. Biancani 1620, der allerdings das brahesche Weltgebäude mit der Erddrehung bevorzugte. Baranzanis Schrift war so coppernicusfreundlich, daß er einen Wink von kirchlicher Seite erhielt und daraufhin seiner Schrift eine Widerlegung der neuen Lehre anfügte. Selbstverständlich überwogen die gegnerischen Schriften, so von P. Minerva 1616, Melchior Inchofer 1633, Scipio Chiaramonti 1633 und 1643, G. Fantuzzi und Jac. Accarisi 1637, G. Barenghi 1638, F. Liceti 1640, Crist. Borro 1641, G. Pollacus 1644, G. B. Riccioli 1651, M. Bonfioli 1667, St. Angeli 1667—69, G. Ferroni 1680, Or. Borgondio 1725 und G. Piccioli 1741. Wichtig davon ist Ricciolis umfangreiches Werk „Almagestum Novum" von 1651, worin er sich nicht auf die Widerlegung der neuen Lehre beschränkte, sondern ein außerordentlich großes Beobachtungsmaterial zusammenbrachte und daraufhin neue Bahnelemente ableitete; dabei legte er ein vereinfachtes brahesches Weltsystem zu Grunde, wonach die Sonne von Merkur, Venus und Mars umkreist wird, während sie zusammen mit Mond, Jupiter und Saturn die Erde umkreist. Das seinem Buch beigegebene Titelbild (Abb. 61) läßt deutlich ersehen, wie die katholische Kirche und der Jesuitenorden damals sich zu den Neuerungen stellten: das ptolemäische Weltsystem ist als wertlos aufgegeben, während nur noch das coppernicanische und das brahesche in Betracht kommen, wobei aber das brahesche das größere Gewicht erhält. Schon vorher hatte Argoli 1644 zum Ausweg gegriffen, nämlich Venus und Merkur um die Sonne kreisen zu lassen, wie auch Clavius vorgeschlagen hatte. Athan. Kircher, Jesuit in Rom, war auch Anhänger des braheschen Systems [420]. Coronelli 1693, G. Poleni 1711 und B. Galesi 1733 beschäftigten sich mit der coppernicanischen Lehre. Erst Ang. Capelli führte die newtonsche Lehre in den Jahren 1733—37 in Italien ein.

In einem katholischen Lande wie Frankreich lagen die Verhältnisse ähnlich wie in Italien. Als die Kunde von Galileis Verurteilung eintraf, war der Philosoph R. Descartes (Cartesius) im

Begriff eine auf die Erdbewegung gegründete Abhandlung zu veröffentlichen. Obwohl er selbst in Holland lebte und nichts zu befürchten hatte, so beschloß er die Abhandlung zu unterdrücken, da er nicht wünschte, etwas gegen die Kirche zu unternehmen [Nr. 3, S. 165—180, 364 und Nr. 9]. Im gleichen Jahr 1635 ließ Richelieu die coppernicanische Lehre durch die Pariser Hochschule Sorbonne verdammen [3, S. 175]. Gegen die neue Lehre, die bis dahin in Frankreich wenig Beachtung gefunden hatte, erklärten sich J. B. Morin 1631 und 1634 [510 u. 511], Jac. Grandami 1645 [305], Maurice 1672 [484], Mallement 1715 [367, Bd. II, S. 652]. Unentschieden waren N. Duret 1635 [242] und J. Hume 1637 [371]. Einige Gelehrte begünstigten das brahesche System, wie der Geistliche P. Gassend in seinem viel gelesenen Buch „Institutio astronomica", das zuerst 1647 erschien; er veröffentlichte auch eine umfangreiche Lebensbeschreibung Tycho Brahes und fügte ihr im Anhang die Lebensbeschreibungen der Coppernicus, Peuerbach und Regiomontan bei [290], die zuerst 1654 erschien und mehrere Auflagen erlebte. Auch Gab. de Doullens folgte 1658 seinem Beispiel [231] in der Bevorzugung des braheschen Systems.

Im Jahre 1639 erschien in Amsterdam das Buch „Philolai sive dissertationum de vero systemate mundi libri IV", worin die coppernicanische Theorie in der keplerschen Fassung gelehrt wurde [85]. Einige Jahre später wagte ihr Verfasser I. Boulliau (Bullialdus) sich zu nennen und veröffentlichte seine Astronomia philolaica in Paris 1645. Dabei ist der Name Philolaos für Coppernicus gebraucht, wie man früher Aristarch oder Pythagoras sagte, weil der Gedanke, eine neue Lehre könne ohne antike Vorarbeit entstehen, noch zu ungewohnt war. Um dieselbe Zeit erschien in Paris, auch ohne Angabe des Verfassers, ein Werk über die neue Lehre unter dem Titel „Aristarchus Samus de mundi systemate" [545]. Der Verfasser G. Personne de Roberval (1602 bis 1675) schilderte in seinem 1643 vollendeten Werke oberflächlich das coppernicanische System mit seinen Kreisbahnen um die Sonne, die sich in 28 Tagen um ihre Achse dreht. Jedem Planeten werden Monde zugeschrieben. Die Sonne zieht die Himmelskörper an und stößt sie ab. Ihre Wirkung äußert sich durch ihre eigene Kraft und durch ihre Drehung. Die Erde besitzt eine empfindliche Seele und erstreckt ihre Kraft über die Mondbahn

hinaus. Die Kometen sind irdische Ausstrahlungen, die der äußersten Lufthülle angehören und an der Erddrehung nicht teilnehmen. Coppernicus wird als Nachfolger Aristarchs bezeichnet und Kepler nicht erwähnt. Auch Cyrano de Bergerac († 1655) zeigte sich in seiner Beschreibung des Mondes [42], die allerdings erst nach seinem Tode gedruckt wurde, als Anhänger der neuen Lehre.

Cl. Gadroys veröffentlichte 1675 eine Übersicht über die 3 Weltsysteme. Jeanne de Dumée entschied sich 1680 für die coppernicanische Lehre [241]. Einen Ausweg versuchte 1706 Seb. Leclerc [447a], indem er alle Planeten und die Erde um die Sonne kreisen ließ, die aber selbst einen Kreis beschreibt, wodurch die Exzentrizität der Erdbahn beseitigt werden sollte. Seitdem wuchs die Zahl der Anhänger in Frankreich. Zugleich fanden Römers Planetarien dort große Beachtung. J. Leclerc (Clericus) 1698 [447], Pigeon 1714 [551], Maupertuis 1732 [483a], Grante d'Iverk [392] und Gamaches 1740 [286] veröffentlichten Schriften. Denos ließ 1736 bei Hardy in Paris eine Karte mit dem coppernicanischen System erscheinen. Maupertuis machte die Franzosen mit der newtonschen Lehre bekannt. Dies führte zu manchen Kämpfen mit den Anhängern des Descartes.

Im Jahre 1644 veröffentlichte Descartes seine Wirbeltheorie [218], die große Beachtung fand. Kepler hatte die Bewegung der Planeten um die Sonne dadurch erklärt, daß er die Sonne sich um ihre Achse drehen und durch Kraftfäden die Planeten mitreißen ließ. Ähnlich ging Descartes vor. Die Sonne, die zu den Sternen gehört, aber von ihnen unendlich weit entfernt liegt, ist von einem Wirbel umgeben, der die ihr nächsten Körper rasch, d. h die Sonnenflecken in 26 Tagen, und die entfernten um so langsamer, z. B. den Saturn in 30 Jahren um die Sonne herumführt. Ebenso sind manche Planeten wie Jupiter und die Erde von einem Wirbel umgeben, der sie mit ihren Monden entsprechend herumführt. Auch die Sterne sind in Wirbel eingebettet. Obwohl es sich um Kreisbewegungen handelt, so ist der Lauf der Planeten nicht genau kreisförmig. Diese Erklärung der Himmelserscheinungen durch Wirbelbewegungen wird als Hypothese hingestellt, die aber um so berechtigter sei, da sie den Beobachtungen entspräche und das ptolemäische System jetzt allgemein aufgegeben werde. Diese Wirbellehre wurde gebilligt von

Duhamel 1660 [239], Castelet 1678 [132], Phil. Villemot in Lyon 1707 [708], Jos. Saurin 1709 und 1718 [367, Bd. II, S. 527—28], Giov. Poleni 1712 [561] und Chr. Fr. Ayrmann in Wittenberg 1720 [21]. J. Cassini versuchte die aus der Wirbellehre sich ergebende Planetenbewegung mit den keplerschen Gesetzen zu vereinen [367, Bd. II, S. 652]. Fontenelle führte 1686 auch diese Lehre an, als er in seiner Unterhaltung über die Mehrzahl der Welten (Abb. 62) seine besonderen Ansichten kundgab, nämlich daß alle Planeten, nicht nur die Erde, bewohnt sind, auch der Mond, und daß jeder Stern eine Sonne sei und seine eigene Welt erleuchte. Diese in der Form von Unterhaltungen an 6 Abenden geschriebene Plauderei fand großen Anklang und wurde in verschiedene Sprachen übersetzt [269]. Gegen die Wirbellehre wandten sich Is. Newton 1687 [531, Buch II, 78] und J. Leclerc 1698 [447 Physica Lib. I, Kap. IV—VI]. Auch P. Sigorgne wies 1740 die Unmöglichkeit und Unzulänglichkeit dieser Lehre nach [367, Bd. II, S. 653], ebenso A. Celsius in Upsala 1743 [135].

In Belgien, den katholischen Niederlanden, stellten sich Feyens [367, Bd. II, S. 651] und L. Froidmont 1631 und 1634 [276—77] auf den kirchlichen Standpunkt gegen die neue Lehre. A. M. Schyrl sprach sich 1645 für das brahesche System aus [652]. Der römische Nuntius Fabio hatte am 1. Sept. 1633 die Verurteilung Galileis den Universitäten Löwen und Douai bekannt gegeben. Einige Jahrzehnte später [679] ereignete sich in Löwen ein Zwischenfall, als der junge Professor der Physik Martin Et. van Velden (1664—1724) am 15. Jan. 1691 im Kollegium der philosophischen Fakultät anzeigte, daß er am kommenden Sonntag die These „Unzweifelhaft ist die coppernicanische Lehre von der Umkreisung der Sonne durch die Planeten, zu denen die Erde mit Recht gezählt wird" vortrage. Seine Kollegen baten ihn, diese These, da im Widerspruch zum päpstlichen Erlasse, zurückzuziehen. Velden weigerte sich und änderte nur das Wort „Unzweifelhaft" in „Sicherlich". Darauf beschloß die Fakultät die These fallen zu lassen; jedoch verteidigte Velden am gleichen Tage, am 22. Januar 1691, seine These vor zahlreichen Zuhörern. Nun befahl die Fakultät die These zurückzuziehen und für den nächsten Sonntag eine andere These anzukündigen. Velden weigerte sich wieder. Als der Dekan ihn darauf zu einer Geldstrafe verurteilte, zahlte Velden die Strafe nicht und wurde

nunmehr für 3 Monate aus der Fakultät ausgeschlossen. Am folgenden Tage, dem 30. Januar, drang er aber gewaltsam in die Fakultätssitzung ein, was das Eingreifen des Rektors zur Folge hatte. Zugleich erhob Velden Klage beim Gericht von Brabant gegen die Universität und suchte den Nuntius in Brüssel auf. Dieser stellte sich aber auf die Seite der Universität. Velden gab daraufhin nach und zog die Klage zurück. Damit wurde im Februar 1691 der Fall erledigt. Im Jahre 1695 ließ Velden durch einen Schüler eine These verteidigen, worin die Erde nicht erwähnt wird und den Planeten Jupiter bis Merkur eine Achsendrehung und eine elliptische Bewegung um die Sonne zugeteilt wird. Später wurde Velden Jurist und 1707 Domherr zu Lüttich, wo er 1724 starb, ohne wieder von sich reden zu machen.

Das protestantische Holland galt im 17. Jahrhundert als Zufluchtstätte für die bedrängte Wissenschaft. Descartes zog es vor, dort zu leben, um ungestört sich seinen Überlegungen hinzugeben. Galileis Zwiegespräch, in der lateinischen Übersetzung, erschien in Holland, ebenso Boulliaus Buch „Philolai . . libri IV". Auch andere ausländische Gelehrte veröffentlichten ihre Werke in Holland. Auch hier gab es Gegner der neuen Lehre; sie brachten die üblichen kirchlichen Einwände, so S. H. Cardinael 1635 [127], Gisbert Voetius in seinem 1638 verfaßten ersten Disputationsband [712], der Leidener Theologe J. Du Bois 1653 [236], Joh. Herbinius 1655 [341], D. R. v. Nierop 1661 [533] und C. Mennink 1714 [492]. A. Metius bevorzugte 1633 die brahesche Lehre [496]. Auf eine Darstellung und Erklärung der Weltsysteme beschränkten sich Ravensberger 1640 [591], Deusing 1643 [220] und Dechales; dieser brachte 1690 [217] in der 2. Auflage seines Cursus seu mundus mathematicus im IV. Teil eine Darstellung der 3 Weltsysteme, wobei er das coppernicanische wegen seiner Einfachheit hervorhob, aber aus religiösen Gründen ablehnte; denn es sei eine gefährliche Lehre, da Fragen entstehen könnten, z. B. ob andere Planeten auch bewohnt seien, ob die Sterne auch Planeten mit Menschen besäßen, ob Christus für sie gestorben sei.

Für die neue Lehre erklärten sich Varenius in seiner Geographia generalis 1650 [700], ein Ungenannter 1651 [13], Wittich 1652 [737], der ungenannte Verfasser einer Demonstratio mathematica 1656 [238], Daniel Lipstorp aus Lüneburg 1653

[455], P. Megerlin 1682 [490], ein J. S. 1714 [620—21], der Geistliche J. Saurin 1720 [623b] und s'Jacob 1750. Eine große Bedeutung für die Verbreitung des coppernicanischen Systems hatten die von Blaeu seit 1620 hergestellten Planetarien und seine weit verbreiteten Bücher „Tweevoudigh onderwiis" seit 1620 und „Institutio astronomica" seit 1634, worin das Wesen des ptolemäischen und des coppernicanischen Weltgebäudes gezeigt wurde. Auch das Prachtwerk des A. Cellarius „Harmonia macrocosmica" von 1661 mit seiner Darstellung der 3 Weltsysteme trug zur Verbreitung der coppernicanischen Lehre bei, so daß es nicht verwunderlich ist, daß der Maler Cornelis Troost (1697—1750) einen Streit zwischen den Anhängern des Ptolemaeus und des Coppernicus in einer Wirtsschenke spielen [Bild in 773] und J. S. einige Bauern sich über das Weltsystem unterhalten ließ. G. J. s'Gravesande machte 1728 Newtons Lehre in Holland bekannt [307].

Zur Entnahme der geozentrischen Örter der Planeten Merkur, Venus, Erde und Mars aus ihren Bahnen schuf Lothar Zumbach von Koesfeld das Planetolabium, das 1691 in Leiden gedruckt wurde. Später entwarf er ähnliche Figuren, die in Amsterdam erschienen, zur Darstellung der Bewegung der Monde von Jupiter und Saturn und zur Darstellung des Mondlaufes und nannte sie Jovilabium, Saturnilabium und Lunalabium [783 bis 85].

In Skandinavien hatte das brahesche System nicht wenige Anhänger, nicht nur weil Brahe ein Däne war, sondern auch weil die Gelehrten wegen des heftigen Widerstandes der protestantischen Geistlichen zum braheschen System griffen, um das veraltete ptolemäische nicht benützen zu müssen. Brahes früherer Gehilfe Longomontanus lehrte in seiner Astronomia Danica 1622 das System seines Meisters und wandte sich gegen die „Physica absurditas" der Erdbewegung; allerdings ließ er die Erde sich um um ihre Achse drehen. Für das brahesche System entschieden sich P. Bartholinus 1632 [31], A. Spole in Upsala 1692 [670], A. W. Riddermarck in Lund 1698 und 1701 [536, S. 77], Humerus in Lund 1706 [536, S. 80] und Michael Strokirch vor 1720 [536, S. 82]. In Schweden hatte Parasin sich 1648 gegen die Erdbewegung ausgesprochen [543]. Nils Celsius (1658—1724) war wie sein Vater Magnus Celsius (†1679) Anhänger des Coppernicus. In

Abb. 61. Titelbild zu J. B. Ricciolis Almagestum novum, Bologna 1651, darstellend das Übergewicht des braheschen Weltgebäudes gegenüber dem coppernicanischen.

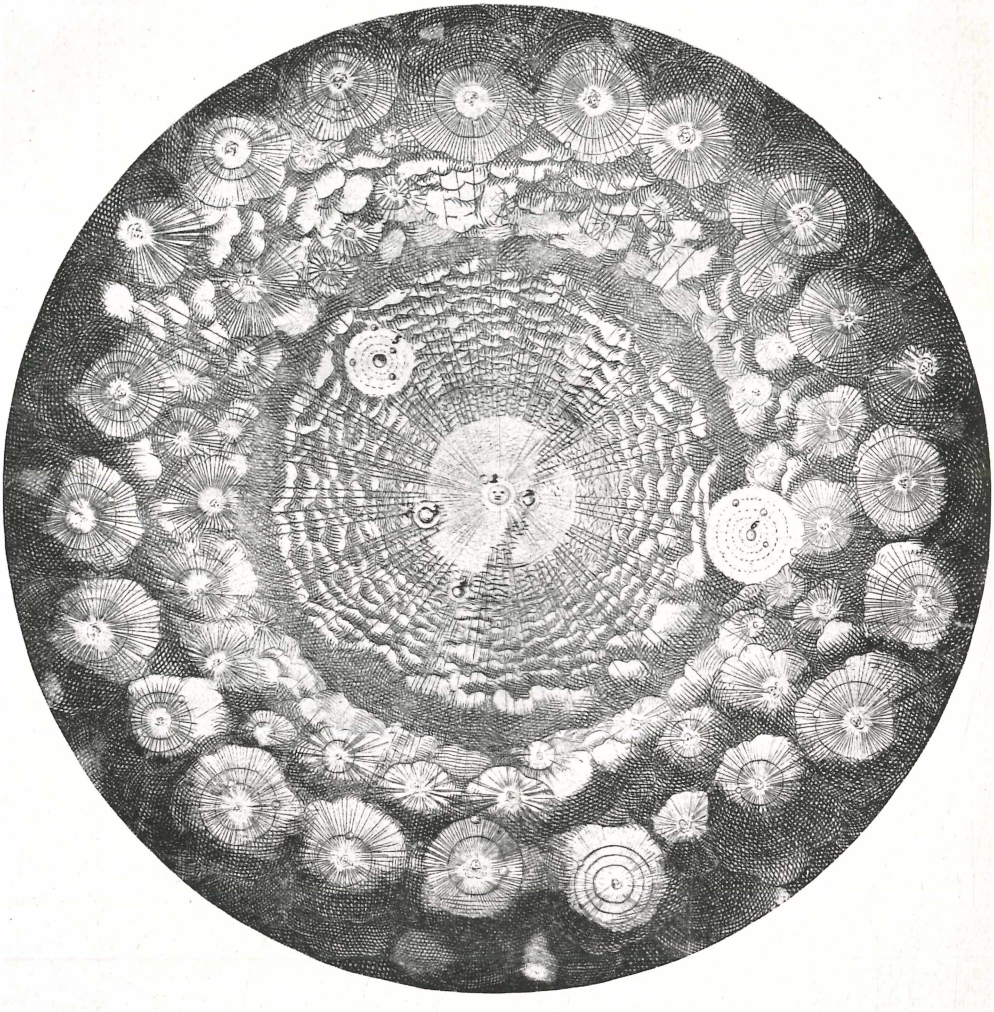


Abb. 62. Titelbild zu Fontenelles Entretiens sur la pluralité des mondes. Amsterdam 1710.

seiner Doktorschrift [667] verteidigte er die coppernicanische Lehre und äußerte verschiedene Bedenken gegen die Autorität der Heiligen Schrift in naturwissenschaftlichen Dingen. Die Schrift wollte er unter dem Vorsitz Spoles verteidigen; jedoch kam es nicht dazu [535, S. 448—453], da die theologische Fakultät eingriff und im Dom zu Upsala eine Verhandlung im Jahre 1679 durchführte, die an den Galileiprozeß erinnert, nur mit dem Unterschied, daß Celsius nicht wie Galilei sich unterwarf und alles zurücknahm, sondern seine Sache mutig vertrat. Die Disputation wurde verboten und seine Schrift durfte nicht verbreitet werden. Und zur Strafe mußte er trotz guter Empfehlung bis zu seinem 61. Jahre warten, bis er Professor wurde. Spole wurde so eingeschüchtert, daß er in Zukunft die kirchlichen Bedenken gegenüber der coppernikanischen Lehre geltend machte und das brahesche System bevorzugte. Im Jahre 1691 erklärte er [669]: das coppernicanische System sei sicherer, aber das ptolemäische in Übereinstimmung mit der Heiligen Schrift. Im folgenden Jahr ließ er durch seinen sechszehnjährigen Sohn Lars eine Schrift [535, S. 435—442] verteidigen, worin sehr häufig auf Riccioli, aber auch einmal auf Newtons Mondtheorie verwiesen wurde. Nils Celsius selbst verteidigte 1685 unter Bilberg eine Schrift über die Sonnenbewegung [535, S. 453], die am Schluß folgende „widersinnige" Behauptungen enthält: 1. Die Sonne wird allgemein für einen Planeten gehalten, ist aber ein Stern. 2. Wie die Sonne in der Mitte ihres Systems steht, so haben die Sterne ihre Planetensysteme. Endlich wurde er Professor und deshalb vorsichtiger und ließ 1722 eine Arbeit [536, S. 37] verteidigen, worin zum letzten Mal in Schweden das ptolemäische und das coppernicanische System nebeneinander gestellt werden; eine Entscheidung wurde nicht getroffen. Allmählich trat in Schweden eine Änderung ein. Elvius in Upsala 1710 [245] und Michael von Strokirch vor 1720 äußerten sich noch gegen Coppernicus, dagegen Chr. Polhem 1713 [537, S. 97—100] dafür. Elvius ließ 1716 über das newtonsche Anziehungsgesetz disputieren [536, S. 15]. Erik Burman hielt in Upsala 1726—29 Vorlesungen über Whistons Praelectiones [536, S. 44]. Damit hatte Newtons Lehre ihren Einzug in Schweden gehalten. Eine besondere Stellung nahm Swedenborg mit seiner Planetentheorie [537, S. 55—77] ein, die er 1734 veröffentlichte. Eigentlich ist es eine Theorie der Welt-

entstehung und -vergehung; die Bewegung der Planeten darzustellen, wird kein Versuch gemacht; deshalb werden Keplers und Newtons Untersuchungen nicht berücksichtigt. Swedenborg dachte sich die Welt mit Sonnenwirbeln erfüllt. Um die Sonnen entstehen Krusten, aus denen Planeten gebildet und von der Sonne weggeführt werden.

Das Verhalten der deutschen Gelehrten zur coppernicanischen Lehre war zwiespältig. Die Katholiken mußten sich nach den kirchlichen Vorschriften richten und bei den Protestanten war der Widerstand der Geistlichkeit noch sehr groß. Kepler hatte keine Schule gebildet, so daß es nach seinem Tode niemand gab, der seine Lehre hätte vertreten können.

Wie verhielten sich die deutschen Katholiken zur coppernicanischen Lehre nach der Verurteilung Galileis? Für die Katholiken waren maßgebend die Jesuiten und unter diesen die Professoren der Ingolstädter Universität. Diese Hochschule gehörte zu den modernen. Hier waren die Sonnenflecken und die Kometen eifrig beobachtet und erforscht worden. Scheiner und Cysat bevorzugten das brahesche System und trugen viel zur Entwicklung der Sternforschung bei. Dabei gestand Scheiner die Erddrehung zu, welches auch die Meinung der meisten Jesuiten war, wie Riccioli [608] angab. In seiner Entgegnung [Prodromus pro sole] auf Galilei erklärte Scheiner die Erdbewegung für absurd und widerlegte Galileis Versuch, aus der Bewegung der Sonnenflecken die Erdbewegung zu beweisen. Wie stand es mit den anderen ingolstädter Professor? Aus einer Vorlesung Hildebrands von 1626 [Clm 4828 u. 8289] geht hervor, daß er das ptolemäische System begünstigte und die coppernicanische Lehre als absurd verwarf. Eine Vorlesung von 1630 [Mü Un $4^0$733] gibt einen Überblick über die 3 Weltsysteme; das coppernicanische wird als schriftwidrig und widersprechend dem gesunden Menschenverstand verworfen. Aus den nächsten Jahrzehnten sind Vorlesungen nicht vorhanden. Jedoch wurde die coppernicanische Lehre sehr beachtet und wohl insgeheim begünstigt; denn die beiden Exemplare des coppernicanischen Hauptwerks von 1543, welche die Jesuiten im Jahre 1656 erbten [Anhang E], zeigen nicht die vorgeschriebenen Änderungen des Textes; ebenso enthält das 1631 angeschaffte Buch „Commentationes“ des Lansberg keine Anmerkungen, obwohl dieser darin rückhaltlos für die neue

Lehre eintritt. Eine Ingolstädter Vorlesung von 1671 bezieht sich nur auf Riccioli, ebenso eine Vorlesung um 1690 [Kön. Un 1924]. Bezeichnend sind die Vorträge, die J. Falck außerhalb Ingolstadts hielt; 1706 trat er noch für das ptolemäische System ein; aber 1715 bevorzugte er das brahesche und schilderte 1721—22 eingehend das coppernicanische. Inzwischen trat 1719 in Ingolstadt ein wichtiges Ereignis ein. Der Professor der Medizin Joh. Jakob Treiling hatte in einer medizinischen Schrift [625, S. 158] die These verteidigen lassen, daß das coppernicanische Weltsystem eleganter, einfallsreicher und gesicherter zu sein scheine und der Heiligen Schrift nicht widerspräche. Die theologische Fakultät ließ sich diesen Eingriff in ihre Rechte nicht gefallen und veranlaßte Treiling seiner Schrift den Zusatz anzufügen, wonach die These nur als Hypothese aufgestellt sei. Trotz dieser Einschränkung war nunmehr das Eis gebrochen. Eine Ingolstädter Vorlesung, wohl des Nik. Grammatici von 1722 [Clm 25017], berief sich auf Whistons Praelectiones und legte die coppernicanische Lehre, ohne Nennung ihres Urhebers, zu Grunde. Im Jahre 1726 veröffentlichte Grammatici einen großen Kupferstich mit dem coppernicanischen Weltsystem, nach dem Vorbild des Zumbachschen. Sein Nachfolger Josef Schreier bekannte sich 1729 zum braheschen System [625 S. 159—162]. Eusebius Amort im Kloster Pollingen bekundete in seinen 1723 und 1730 [10—11] veröffentlichten Werken seine Vertrautheit mit den Arbeiten der Kepler und Newton, aber bevorzugte ein verbessertes ptolemäisches System, worin sich Merkur und Venus um die Sonne bewegen und verwendete darin die Wirbel des Descartes. Bemerkenswert ist seine Äußerung von 1730 [Clm 11865b]: „Die Meinung des Copernicus . . findet dermalen sowohl bey Protestantischen alss Catolischen astronomis so großen beyfall, das sich deren vil nit schämen, solche bewegung als eine aussgemachte vnd erste wahrheit auszugeben."

Von der Wiener Jesuitenuniversität ist zu berichten, daß Jo. de Ulloa 1722 in einer Schrift wohl die ptolemäische Bewegung, jedoch in eiförmigen Bahnen, lehrte; im Jahre 1743 verteidigte Prinz Karl Maximilian von Österreich öffentlich das coppernicanische System [34]. Johann Grothausen, Professor an der Jesuitenuniverstät zu Köln, lehrte im Winter 1645—46 Mathematik und trug dabei die verschiedenen Weltsysteme vor,

wobei er dem braheschen den Vorzug gab. Im Piaristenkloster zu Leitomischl benützte Pater Athanasius für sein Rivus Almagesti die coppernicanischen Zahlen im Jahre 1708 [764, Nr. 964].

An der Benediktiner-Hochschule zu Salzburg lehrte Anselm Desing (1699—1772); er hatte 1724 in seiner Cosmographia [219] das brahesche Weltgebäude bevorzugt. Aus kirchlichen Gründen lehnte er die coppernicanische Lehre ab, wenn er sie auch als geeigneter zur Darstellung der Himmelserscheinungen betrachtete. Im Jahre 1747 trug er aber diese Lehre dem Kardinal Lamberg in Passau vor und beabsichtigte um 1760 ein coppernicanisches Planetarium für den Schulgebrauch anzuschaffen [676a, S. 198—199].

Auch manche Gelehrte außerhalb der katholischen Kirche konnten sich nicht entschließen, die neue Lehre anzuerkennen. Dan. Schwenter vertrat in seinen 1636 erschienenen Mathematischen Erquickstunden das ptolemäische System, während Harsdörffer in der 1651 erschienenen Fortsetzung [651] das coppernicanische und brahesche System auseinandersetzte und gestand: „Ich sage mit Grotio, daß die unterschiedlichen widerigen Meinungen der Schwachheit menschliches Verstandes beyzumessen und daß sie durch soviel zweiffelursachen irrig gemachet bekennen müssen, sie wissen keine Gewißheit". Auf einen Bericht über die Weltsysteme beschränkten sich J. Schnitzler in Wittenberg 1660 [647], Strom 1662 [688], Chr. Gruneberg in Wittenberg 1665 [314], W. Molanus in Rinteln 1667 [505], eine Tübinger Vorlesung um 1701 [764, Nr. 7882] und Joh. Georg Liebknecht 1718 [451].

Als Gegner der coppernicanischen Lehre bekannten sich der eifrige Anhänger des Aristoteles Albrecht Linemann in Königsberg 1635 [452a], J. A. Komensky (Comenius) zwischen 1633 und 1656 [705, S. 4], David Christiani in Marburg 1645 [146], J. J. Hainlin 1653 [330], Abr. Calovius in Wittenberg 1659 [120]. Melchior Cruger in Wittenberg 1659 [196], Tob. Beutel 1665 [47], J. G. Schaffner in Wittenberg 1673 [626], J. A. Heddewigen in Leipzig 1683 [326], H. Dathe in Gießen 1689 [216], Gottf. Kohlreif in Leipzig 1724 [Neue Zeitung 1725, S. 310], Sam. Chr. Hollmann in Wittenberg 1725 [358], K. Th. Marquart, Professor der Mathematik in Königsberg 1730 [480], J. G. Sieges-

beck in Helmstedt 1731 [658] und Möller in Greifswald 1743 [504]. Dan. Erasmi in Königsberg hielt 1680 die coppernicanische Lehre für absurd, wurde aber durch Hookes Parallaxenbeobachtungen stutzig [248].

Aus diesen feindlichen Kreisen stammen einige Spottverse auf Coppernicus. Der Gothaer Münzschneider Wermuth schnitt um 1700 eine Münze mit dem Coppernicus-Kopf auf der Vorderseite und mit folgendem Vers auf der Rückseite:

„Der Himmel nicht die Erd umbgeht, wie die Gelehrten meynen
Ein jeder ist seins Wurms gewiß, Coppernicus des seinen",

wozu M. Chr. Hanow in Danzig 1749 [331] folgende Entgegnung schrieb:

„Kopernick verlacht getrost Scheu und Spott der kleinen Geister
Da ihm folgt die kluge Schar aller Sternkundigen Meister."

Den anderen Spottvers veröffentlichte H. A. v. Ziegler 1728 in Leipzig [760]:

„Im Lehren war ich falsch, im Leben war ich fromm
Die Kugel dieser Welt lieff mit mir um und um
Nun schick' ich meinen Geist, der soll die Sterne zählen
Der Himmel lasse mich den Himmel nur nicht fehlen."

Es gab nicht wenige, welche dem braheschen System den Vorzug gaben, um die Erdbewegung nicht zugeben zu müssen. Dazu gehörten Kaspar Kirchmaier in Wittenberg 1658 [420a], Erh. Weigel in Jena 1661 [424a, S. 39], Mich. Walther in Wittenberg 1671 und 1684 [717—18], Er. Francisci in seinem Lust-Haus der Ober- und Nider-Welt 1676 [272], Michael Havemann 1684 [334], V. E. L. 1725 [438], sogar noch 1733 Lothar, der bisher von der Richtigkeit der coppernicanischen Lehre überzeugt war und auf Grund einiger Beobachtungen das braheschen System annahm [458].

Ins Volk wurde die coppernicanische Lehre durch P. Crüger und David Frölich gebracht, die sie in ihren Vorhersagen für 1639 und 1640 verteidigten [320, S. 12—17]. Dafür erklärten sich W. Schickard 1618 [764, Nr. 9380], Daniel Lipstorp 1652 und 1653 [454—55], G. K. Th. Haesel in seiner deutschen Schrift, die 1652 in Leipzig erschien [325]. Otto von Guericke bekannte sich in seinen 1663 beendeten Experimenta nova als Anhänger des

Abb. 63. Weltgebäude in O. Guerickes Experimenta nova. Amsterdam 1672.

Coppernicus [320]. In diesem bedeutsamen Buch widerlegte er die physikalischen und biblischen Einwände. Der Untersuchung, ob die Räume zwischen der Erde und den anderen Himmelskörpern leer oder womit sie angefüllt sein können, galt der Hauptteil seines Buches. Manches ist darin merkwürdig, so die Behauptung, daß die Achsendrehung der Sonne bei ihrem Auf- und Untergange mit bloßem Auge feststellbar sei. Die Sonne läßt er von einer Sphäre der Sonnenflecken umkreisen und der Venus gibt er zwei Monde (Abb. 63). Beachtenswert sind seine Überlegungen über die Entfernungen der Sterne. Ihre Abstände zu bestimmen sei unmöglich. Immerhin lägen sie nicht in einer Kugelschale, wie Ptolemaeus und Brahe angenommen hätten, sondern seien verschieden weit von der Erde entfernt. Am nächsten seien Sirius und Wega. Sirius sei so groß, daß sein Durchmesser 88 Erddurchmessern entspräche, während der Sonnendurchmesser 115 Erddurchmesser fasse. Joh. Christ. Sturm veröffentlichte 1684 in Nürnberg eine geschickte Übersicht über die Vor- und Nachteile der 3 Weltsysteme, worin er das coppernicanische vorzog, wenn er auch wegen der Erdbewegung noch Bedenken zeigte [690]. J. J. Zimmermann hatte 1689 auf Keplers Wirbeltheorie hingewiesen [762] und veröffentlichte 1690 die deutsche Schrift „Scriptura sacra Copernizans ... Oder Astronomischer Beweis des copernicanischen Welt-Gebäudes aus heiliger Schrift", die verschiedene Auflagen erlebte [763]. Bald darauf verfaßte Mag. Seiler [764, Nr. 9594] eine Gebrauchsanweisung zu den Planetarien Blaeus.

Seit 1684 gingen von Nürnberg nur coppernicusfreundliche Schriften aus. J. G. Doppelmayr 1707 [228] und Joh. Leonhard Rost 1723 [618] veröffentlichten solche Schriften. Besonders wichtig wurden die astronomischen Karten des Verlages J. B. Homann in Nürnberg. Doppelmayr schuf seit 1709 solche Karten zur Darstellung der Planetenbewegungen gemäß dem coppernicanischen und braheschen System und vereinigte 1742 diese Karten mit Himmelskarten im schönen Atlas novus coelestis.

Nicht weniger wichtig war das Lob, das Chr. Wolff in seinem 1716 erschienenen Mathematischen Lexion Coppernicus und Kepler spendete [747], wie auch die Widerlegung der kirchlichen Einwände durch Heinrich Nicolai in Elbing 1653 [532] und durch Daniel Schneider 1730 in seinem Allgemeinen Biblischen Lexicon

[646, Bd. II, S. 79], wo er sagte: „Seine Richtigkeit ist heute zu Tage eine ausgemachte Sache, wie ein jeder Verständige aus meinem Element. Astron. zur Genüge ersiehet, darinnen ich auch die Schrifft recht zu erklären anweise, die Unverständigen ohne Noth einen Anstoß giebet". Eine eingehende Widerlegung gab Joh. Bernhard Wiedeburg in einer deutschen Schrift 1726, die 1731 in vermehrter Auflage erschien [732]. Er hatte 1724 durch seinen Schüler Haynisch eine lateinische Widerlegung veröffentlichen lassen, die in Leipzig so mißfiel, daß dort 2 Disputationen dagegen erschienen. Das veranlaßte Wiedeburg die Schrift seines Schülers ins Deutsche zu übersetzen und durch Anmerkungen zu ergänzen, wobei auch die neuesten Beobachtungen über die Parallaxe der Sterne und über den freien Fall verwertet wurden. In der Vorrede gab der Philosoph G. Stolle einen kurzen geschichtlichen Überblick der Ansichten über die Erdbewegung und wies darauf hin, daß nunmehr die meisten Mathematiker und auch verschiedene Geistliche sich zur coppernicanischen Lehre bekennten. Große Beachtung fand das in deutscher und lateinischer Sprache von 1731 bis 1735 erschienene Werk „Physica sacra, oder geheiligte Naturwissenschaft" [627b] des Züricher Mathematikers Johann Jakob Scheuchzer. Darin wurden viele biblische Stellen naturwissenschaftlich mit vielen Abbildungen erläutert. Schon früher hatte er die coppernicanische Lehre zu verbreiten versucht, teils durch Vorlesungen 1711, teils durch sein 1721 erschienenes Buch „Hiobs Naturwissenschaft" [627a]. In seiner frühesten Schrift „Physica oder Naturwissenschaft", die 1701 in Zürich erschien, beschränkte er sich auf die Darlegung der Lehren der Ptolemaeus, Brahe und Coppernicus, ohne Stellung zu nehmen. Dies geschah aus Angst vor den Züricher Geistlichen, die so sehr gegen Coppernicus von der Kanzel eiferten, daß der Züricher Physiker S. Hottinger (1649—1713) nur die ptolemäische Lehre vertrat [745, Bd. I, S. 181—228].

Andere Befürworter der neuen Lehre waren Gottlob Krantz 1713 und 1715 [432], And. Ehrenberg (Geierbrand) in Jena [291], A. M. Schmidt in Lüneburg 1714—16 [641—43], Joh. Georg Hagelganß 1736 und 1744 [326—28], G. Semler in Halle 1740 [654], Bernd 1740 [43], J. C. Fiedler 1744 [261], Ch. G. Guttmann in Leipzig 1744 [323] und J. N. F. Plahn in Rostock 1744 [553].

In England waren Keplers Astronomia nova und Galileis Sidereus Nuncius schon bald nach ihrem Erscheinen beachtet worden; besonders der eifrige Beobachter Harriot und seine Freunde hatten sich in diese Bücher vertieft. Auch unter den Kalendermachern gab es Anhänger des Coppernicus wie Edward Gresham und Thomas Bretnor [391, S. 250—253]; allerdings waren es zuerst seine Zahlenwerte und später die Brahes, welche den Ausschlag gaben. William Frost, Walter Strof, E. Clarke und Dove erklärten in ihren Kalendern die brahesche Theorie. Auch die beiden Geistlichen Nath. Carpenter in seiner Philosophia libera von 1621 und John Swan in seinem Speculum Mundi von 1635 [391, S. 274—75] bevorzugten das brahesche System, wenn sie auch die Drehung der Erde annahmen. Für die coppernicanische Theorie traten ein Henry Briggs 1630 [391, S. 268], Henry More 1642 [391, S. 283] und besonders der Bischof John Wilkins 1640 in einem viel gelesenen und in andere Sprachen übersetzten Buche [734], worin er die Erde als einen Planeten und den Mond als eine bewohnte Erde bezeichnete; sein Buch rief eine heftige Entgegnung des Alexander Roß hervor, der dagegen 1641 das Buch „The New Planet not Planete; or, The Earth no wandring Star ... and Copernicus his Opinion, as erroneous, ridiculous, and impious, fully refuted" veröffentlichte [391, S. 281]. Im gleichen Jahr starb Jeremiah Horrocks (1619—1641), ein Anhänger Keplers [366]; er sprach von der Trägheit der Planeten und beabsichtigte eine Planetentheorie zu schreiben. Selbstverständlich war er Anhänger der coppernicanischen Lehre, wie auch Thomas Streete, der 1661 seine Astronomia Brittanica herausgab [686], Robert Witty 1681 [739], E. Howard 1705 [368] und John Witty 1714 [738]. Entscheidend wurden I. Newtons Arbeiten, die allerdings selbst in England nur allmählich verstanden und gewürdigt wurden. Immerhin wurden sie durch G. Whistons Vorlesungen von 1701—1703, die 1707 unter dem Titel Praelectiones erschienen, bekannt. Über Keplers und Newtons Forschungen berichtete D. Gregory in seinen Astronomiae physicae et geometricae elementa 1702. Auch darf nicht übersehen werden, daß die damals zahlreich entstehenden Planetarien und die viel gelesene Beschreibung solcher Geräte durch J. Harris [332] jedem die Möglichkeit verschaffte, sich mit dem coppernicanischen Weltgebäude vertraut zu machen. Dies geschah in England um so

leichter, als die Anhänger der ptolemäischen Lehre dort geringer waren und sich nicht des kirchlichen Schutzes erfreuten. Übrigens gab es schon im 17. Jahrhundert Figuren des coppernicanischen Weltgebäudes, die Fr. Lamb um 1670 drucken ließ [439].

Außerhalb der an der modernen Forschung beteiligten Länder: Deutschland, England, Frankreich, Italien und Skandinavien fand die coppernicanische Lehre nur langsam Eingang. In Polen war man lange unentschieden. Joh. Broscius [182, S. 17—24] wurde durch die ausländischen Ehrungen auf Coppernicus aufmerksam, vermochte sich aber für die Richtigkeit der Lehre nicht zu entscheiden. Erst J. A. Jablonowski ließ 1763 in Rom eine Schrift [379] erscheinen, worin die coppernicanische Lehre erörtert wird [Anm. 53], und der Jesuit Greg. Arakielowicz zeigte 1768 die Vereinbarkeit dieser Lehre mit der Philosophie und mit der Heiligen Schrift [15]. In Spanien, wo die Hiob-Auslegung des Stunica und die Vorlesungsankündigung in Salamanca eine vorübergehende Teilnahme ergeben hatten, veröffentlichte Med. Grulla 1792 in Madrid eine Beschreibung [313]. In Kalkutta erschien eine indische Übersicht über die neue Lehre 1807 [172] und 1826 die 2. Auflage einer persischen Einführung [173]. Ob sie eine größere Wirkung ausübte als Römers Planetarium im Jahre 1682, ist nicht bekannt. Auch bei den Juden scheint die coppernicanische Lehre früher keine große Beachtung gefunden zu haben. Josef Salomo Medigo (1591—1655), der von 1606 an bei Galilei studiert hatte, berichtete in seinem 1629 in Amsterdam erschienenen Buch „Sefer Elim" über die 3 Weltsysteme, ohne Stellung zu nehmen [337]. Im Jahre 1822 sprach sich Abraham Levi Dispek, Rabbiner zu Rödelheim, für das brahesche System aus, weil es der Bibel nicht widerspräche [225].

In den griechischen Schulen lehrte Eug. Vulgaris (1716 bis 1806) die Sternkunde und verfaßte eine Weltallkunde, die 1805 in Wien gedruckt und an griechische Schüler verschenkt wurde. Darin bevorzugte er die brahesche Lehre vor der ptolemäischen und der coppernicanischen [430, S. 7].

In China wurde die neue Lehre durch A. Schall (1592 bis 1666) bekannt, der als Kaiserlicher Astronom eine Schrift veröffentlichte, worin er einen Überblick über die Weltsysteme und

über andere Vorzüge der europäischen Sternkunde gab [698, S. 366].

Die neue Lehre des Coppernicus entstand in Deutschland in einer Zeit, als die religiöse Reform Luthers sich in großen Schwierigkeiten befand und die Häupter der evangelischen Kirche jede Änderung ihres Weltbildes ablehnten. Und so kam es, daß diese neue religiöse Bewegung der neuen Lehre feindlich gegenübertrat und sie auf jede Weise zu unterdrücken suchte. Sonst hätte sich die christliche Kirche wohl freundlich verhalten, wie es die katholische Kirche zuerst tat. Bekanntlich veranlaßten die fortdauernden religiösen Spannungen in Deutschland auch die katholische Kirche zur Ablehnung neuer Lehren, wobei sie sich in der Ablehnung der coppernicanischen Lehre der Gegengründe Melanchthons bediente. Im Grunde blieb sie aber bereit, die Fortschritte der Wissenschaft zu berücksichtigen und Zugeständnisse zu machen, wie die Annahme des braheschen Weltgebäudes beweist, wobei auch die Annahme der Erddrehung — nicht der Erdbewegung um die Sonne — geduldet wurde. Diese allmähliche Anpassung an die wissenschaftliche Erkenntnis erfuhr eine Unterbrechung durch Galileis Vorgehen und das dadurch veranlaßte Verbot der Lehre von der Erdbewegung. Allerdings wurde dieses Verbot in Deutschland nicht streng befolgt, wie die Nichtausführung der befohlenen Verbesserungen im coppernicanischen Hauptwerk und die Behandlung der neuen Lehre im Unterricht beweisen. Schließlich hörte der Widerstand der katholischen Kirche in Deutschland beinahe zur selben Zeit wie der Widerstand der protestantischen Kirche und der ihnen hörigen Hochschulen auf. Um 1740 wurde das coppernicanische Weltgebäude überall anerkannt. Dasselbe gilt auch von England und Skandinavien, während es in den rein katholischen Ländern länger dauerte.

Die Annahme der coppernicanischen Lehre führte dazu, daß allgemein auch der Mann aus dem Volke erkannte, daß die wörtliche Auslegung der Bibel zu Widersprüchen mit der Erfahrung führte. Insofern wurde im Zeitalter der Aufklärung die coppernicanische Lehre und besonders die Verurteilung Galileis als Waffe gegen die christliche Kirche benützt. Bald gewöhnte sich jeder Kirchengegner daran, diese neue Lehre als Schlag gegen die Kirche zu betrachten, und das Mißtrauen der Kirchen-

anhänger wollte nicht aufhören. In welcher Beziehung steht nun die coppernicanische Lehre zur christlichen Kirche? Hat sie das christliche Weltbild zersprengt? Davon kann keine Rede sein; denn wenn sie auch in Widerspruch zu einigen Stellen der Bibel trat, so war ähnliches schon früher geschehen, als die Kirche sich mit der Kugelgestalt der Erde befreunden mußte, die den biblischen Vorstellungen von der Erdscheibe widersprach. Und schwer genug fiel es auch den Kirchenvätern, die antike Vorstellung von den Sphären der Sterne und Planeten mit der biblischen Vorstellung von den verschiedenen Himmeln zu vereinen. Gewiß gab es immer Christen, die wie die Theologen der Pariser Universität in ihrem Gutachten von 1578 (s. S. 282) jede Erforschung der Himmelsvorgänge ablehnten; jedoch spielten sie keine Rolle. Ausschlaggebend war der Umstand, daß es in erster Linie Geistliche waren, welche den Kirchenkalender und die Osterrechnung in Einklang mit der Beobachtung bringen wollten und nicht ruhten, bis eine befriedigende Lösung gefunden war. Während bei den anderen Religionen die Priester sich der Kalenderverbesserung widersetzten, war es beim Christentum umgekehrt. Hier wurde nicht nur die Verbesserung des Kirchenkalenders, sondern auch die Erforschung der Himmelsvorgänge von Geistlichen und Anhängern des Christentums betrieben. Die kirchliche Gesinnung ist beim Domherrn Coppernicus nicht zu bezweifeln. Ähnlich steht es mit Regiomontan und Kepler. Wie Regiomontan, der in einer für alles Heidnische empfänglichen Zeit das Neue Testament immer bei sich trug, seine Schriften mit „In hoc signo" begann und seine Bücher mit einem Kreuz auf einem Hügel kennzeichnete, so verhielt sich auch Kepler. Als er aus Graz vertrieben war, schrieb er an Maestlin im Jahre 1600: „Ich hätte nicht geglaubt, daß es so süß ist, in Gemeinschaft mit etlichen Brüdern für die Religion, für Christi Ruhm Schaden und Schimpf zu erleiden, Haus, Äcker, Freunde und Heimat zu verlassen". Dies geschah zur gleichen Zeit, als er sich mit den himmlischen Harmonien beschäftigte und den Weg über Gott zu seinen Naturgesetzen suchte. Auch später noch befaßte er sich eingehend mit Glaubensfragen, veröffentlichte darüber Bekenntnisse 1617 und 1623 und duldete viele Widerwärtigkeiten. „Darüber zürnen die Geistlichen mit mir, die Weltlichen aber schelten mich einen Narren", so schrieb er. Auch

sein großer Nachfolger Newton widmete sich neben dem Ausbau der coppernicanischen Lehre sehr der Bibel. Nicht weniger als 49 handschriftliche Arbeiten über die Bibel und Kirchengeschichte sind noch erhalten und zeigen ihn sein Leben lang mit der Bibel und ihrer Erklärung beschäftigt. Selbstverständlich war dies den damaligen Freigeistern sehr unerwünscht; sie erklärten daher diese Beschäftigung durch Altersschwachsinn. Dies war die Zeit, wo die Sage vom Märtyrer Galilei und von seinem Ausspruch „Und sie bewegt sich doch!" entstand. Gegen das Treiben der Freigeister wandte sich ein anderer großer Erforscher der Himmelsbewegungen, Leonhard Euler, im Jahre 1747 in seiner Schrift „Rettung der Göttlichen Offenbarung gegen die Einwürfe der Freygeister" [329a], worin er die Einwände gegen die Bibel widerlegte. Auch aus späteren Zeiten gibt es Beispiele, daß sich eingehende Erforschung der Himmelsvorgänge mit dem Christentum verträgt. So sagte Gauß in seinen letzten Lebensjahren: „Es gibt Fragen, auf deren Beantwortung ich einen unendlich viel höheren Wert legen würde als auf die mathematischen, z. B. über Ethik, über unser Verhältnis zu Gott, über unsere Bestimmung und über unsere Zukunft; allein ihre ihre Lösung liegt ganz unerreichbar über uns und ganz außerhalb des Gebietes der Wissenschaft .... Es ist mir gleichgültig, ob der Saturn fünf oder sieben Monde hat, — es gibt etwas Höheres in der Welt ..... Ob die Seele 80 Jahre oder 80 Millionen Jahre lebt, wenn sie einmal untergehen soll, so ist dieser Zeitraum doch nur eine Galgenfrist. Endlich würde es doch vorbei sein müssen. Man wird daher zu der Ansicht gedrängt, für die ohne eine streng wissenschaftliche Begründung so Vieles andere spricht, daß neben dieser materiellen Welt noch eine zweite geistige Weltordnung existiert, mit ebenso viel Mannigfaltigkeiten als die, in der wir leben — ihr sollen wir teilhaftig werden" [623a, S. 97, 99, 103]. Auch aus jüngster Zeit läßt sich ein Beispiel anführen: Der Münchner Astronom Ernst Zapp, der jetzt wohl der bedeutendste theoretische Astronom wäre, wenn er nicht 1917 nach einer Verwundung ins Feld zurückkehrend sein Leben für sein Vaterland geopfert hätte, vereinigte in sich die größte theoretische Begabung mit einem schwärmerischen Christentum pietistischer Richtung.

Coppernicanische Planetarien.

Das coppernicanische Weltgebäude widersprach so sehr dem Sinnenschein, daß man bald daran dachte es durch eine Maschine darzustellen. Wie schon erwähnt, fand Brahe 1569 bei Schreckenfuchs ein Gerät, das den Planetenlauf sowohl nach ptolemäischer wie auch nach coppernicanischer Lehre darstellte; allerdings sei es nicht richtig, wie Brahe hinzufügte. Im gleichen 16. Jahrhundert dürfte die Umänderung der 1540 von Johann Wagner in Nürnberg gebauten Armillarsphäre erfolgt sein. Dieses Gerät zeigte innen die um die Erde kreisende Sonne. An Stelle der Sonne wurden später zwei neben einander stehende Kugeln, offenbar zur Kennzeichnung von Erde und Mond, die um die Sonne kreisen, angebracht [Abb. 64]. Noch zu Lebzeiten des Rheticus, also vor 1574, stellte ein Goldschmied für einen Kaiser ein Kleinod her, bestehend aus Ringen, Scheiben und Rädern zur Darstellung des Laufes der Planeten um die Sonne, die als Diamant in der Mitte steht, während sie vom Merkur als Rubin, von der Venus als Smaragd, von Erde und Mond als Diamanten, vom Mars als Rubin, vom Jupiter als Smaragd und vom Saturn als Rubin umkreist wird. Dieses am Hals zu tragende Kleinod ist nicht mehr erhalten, sondern nur noch die Beschreibung [Vin 10736].

Kepler dachte an ein Gerät zur Darstellung des coppernicanischen Weltgebäudes mit seinen eingeschalteten regelmäßigen Körpern; er stellte 1596 die Zeichnung her und gab sich viele Mühe, es durch einen geschickten Goldschmied herstellen zu lassen. Das Gerät kam jedoch nicht zur Ausführung [404, Bd. I, S. 76]. In der gleichen Zeit dürfte Adriaan Anthonisz († 1620), der Vater des Adriaan Metius (1571—1635), sich das einfache Tellurium erbaut haben, das N. Mulerius in seiner Ausgabe des coppernicanischen Hauptwerkes 1617 erwähnte. Es stellte anscheinend nur die Bewegung der Erde um die Sonne dar, bestand also nur aus der Sonne, um die sich eine Stange mit der Erde am Ende drehen läßt. Vielleicht war es ähnlich dem „Instrument mit Redern zum Copernico", das sich im Nachlasse des 1625 verstorbenen Saxonius befand [Anhang D].

Wichtig wurden die Planetarien des Willem J. Blaeu, die er auch in seiner Schrift „Tweevoudigh onderwiis" beschrieb, die wie

die lateinische Übersetzung viele Auflagen erlebte. Das 1620 verfertigte Coeli Planisphaerium, jetzt im Stadtmuseum zu Bautzen, stellt die Bewegung der Erde um die Sonne dar, wobei ein im Sockel befindliches Triebwerk die Erde um die Sonne herumführt. Die Erde selbst ist drehbar in einer Armillarsphäre. Sein Gerät von 1626 „Coeli planisphaerium" genannt, zeigt eine Holzscheibe mit der Sonne in der Mitte und eine am Rande exzentrisch zu bewegende Scheibe mit der Erde in einer Armillarsphäre, also ein Tellurium. Ein solches Gerät befindet sich in der Bibliothek zu Wolfenbüttel. Andere ähnliche Geräte stammen von 1628 und 1634. Gleichzeitig mit Blaeu stellte W. Schickard in Tübingen eine kleine Maschine zur Darstellung des Laufes von Erde und Mond um die Sonne her, die auf seinem Bildnisse in der Tübinger Universität zu sehen ist.

Geräte zur Darstellung des Laufes aller Planeten um die Sonne erbauten 1651 Siebenhaar aus Schleswig [383, S. 65] und 1657 Adam Ölschläger (Olearius) und Andreas Busch. Das große und schöne Gerät des Busch steht in der dänischen Nationalsammlung zu Frederiksborg [Abb. 65]. Beide Planetarien wurden durch ein Uhrwerk getrieben. Gerhard Mut veröffentlichte 1673 die Beschreibung eines Gerätes, worin die sich täglich drehende Erde von Sonne und Mond umkreist wurde [522]. G. C. Eimmart ließ 1680 durch den Nürnberger Mechaniker Joh. Ludtring ein Planetarium in einer Armillarsphäre [423, S. 46 mit Abb.] herstellen, das der Universität Altdorf geschenkt wurde und jetzt im Germanischen Museum zu Nürnberg zu sehen ist [244]. Auch E. Weigel wurde durch eine Himmelskugel bekannt, in derem Innern die Bewegungen der Sterne und Planeten gemäß ptolemäischer und coppernicanischer Vorstellung zu sehen waren [424a, S. 58].

Im Jahre 1680 zeigte Olaf Römer in der Pariser Akademie seine beiden Geräte, die D. Thuret ausgeführt hatte. Es handelte sich um die runde Scheibe „Machina eclipsium" zur Darstellung des Erd- und Mondlaufes und der Finsternisse und um eine achteckige Scheibe, ein Planetarium (Abb. 66), zur Darstellung der Planetenbewegung um die Sonne und der Himmelsdrehung [383]. Diese beiden auf schön verzierten Gestellen befindlichen Geräte wurden 1682 vom König Ludwig XIV. besichtigt und gefielen so gut, daß die Jesuiten vorschlugen, sie als Geschenke nach Indien

zu senden und dort die Achtung für das französische Volk zu vermehren [Journal des Scavans 1682, S. 36]. Sie nahmen Kopien davon nach China mit. Ein Planetarium brachte 1682 der französische Botschafter nach Ispahan, um es dem Schah von Persien zu überreichen, worüber E. Kaempfer Folgendes berichtete [393, S. 49]: „Der Botschafter von Frankreich François Piquet, Bischof von Babel und päpstlicher Unterhändler, hatte ein ganz ungewöhnlich kunstreiches Gerät mitgebracht, das Stellung und Bewegungen der Gestirne nach der coppernicanischen Lehre darstellte, von der im Morgenlande damals noch nichts bekannt war. Der Schah hatte weder für die Neuartigkeit der Sache noch für die Kunst der Verfertigung Bewunderung übrig, sondern fragte zu allererst, ob das Gerät aus lauterem Golde bestehe, als ob allein dies den Maßstab für seine Bewertung abgäbe. Als er erfuhr, daß es aus geringerem Metall hergestellt sei, erkundigte er sich nach der Meinung seiner Sterndeuter über die neue Himmelslehre. Diese gaben zur Antwort, jedermann könne beobachten, daß die Sonne Tag für Tag auf- und untergehe, während die Erde unbeweglich an ihrem Ort verharre, woraus sich klar ergäbe, daß Coppernicus im Irrtum befangen sei. Hierauf befahl der Schah, das unschätzbare Kunstwerk beiseite zu räumen. Alsbald wurde es nach einem alten Festungsgelaß zu Ispahan geschafft, wo man alte Waffen und sonstiges Gerümpel aufbewahrt. Hierher werden seit bald einem Jahrhundert alle Geschenke fremder Gesandten gebracht, darunter viele außergewöhnliche und seltene Stücke; hier lagern sie ungenützt und unbeachtet, von Staub, Motten und Rost zerfressen." Im Rosenborg-Schloß zu Kopenhagen gibt es auch das Planetarium Römers; ein anderes Stück, das allerdings von ihm zur Darstellung des braheschen Systems umgebaut und von Horrebow 1717 wieder geändert wurde, befindet sich im Runden Turm zu Kopenhagen. Wie P. Horrebow [363a, S. 121 bis 134] mitteilte, hatte Römer 1676 ein Gerät zur Darstellung der Bewegung der Jupitermonde [363a, Fig. VII] und 1677 ein Gerät zur Darstellung Saturns mit seinem Ringe und seinen 3 Monden herstellen lassen, denen er 1680 seine Geräte zur Darstellung der coppernicanischen Planetenbewegung und der Finsternisse folgen ließ. Zuletzt ließ er nach dem Vorbilde seines Jovilabiums ein Gerät zur Darstellung der Planetenbewegungen bauen, wobei die Planeten auf Stäben saßen. Alle diese Geräte

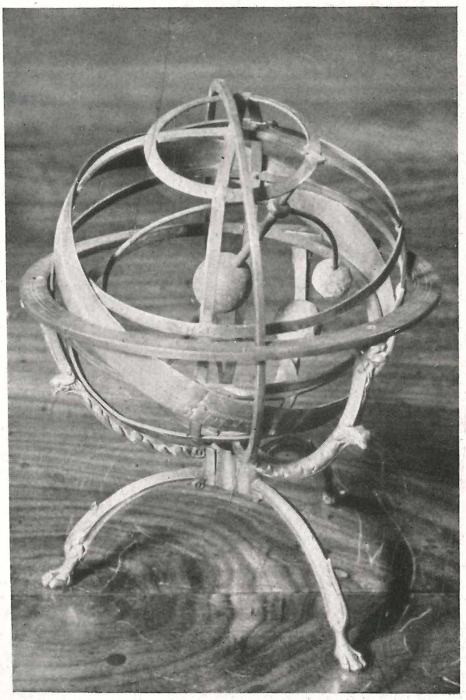


Abb. 64. Armillarsphäre des Joh. Wagner von 1540 mit dem Versuch, die Bewegung von Erde und Mond um die Sonne darzustellen. Germanisches Museum Nürnberg WI 1167.

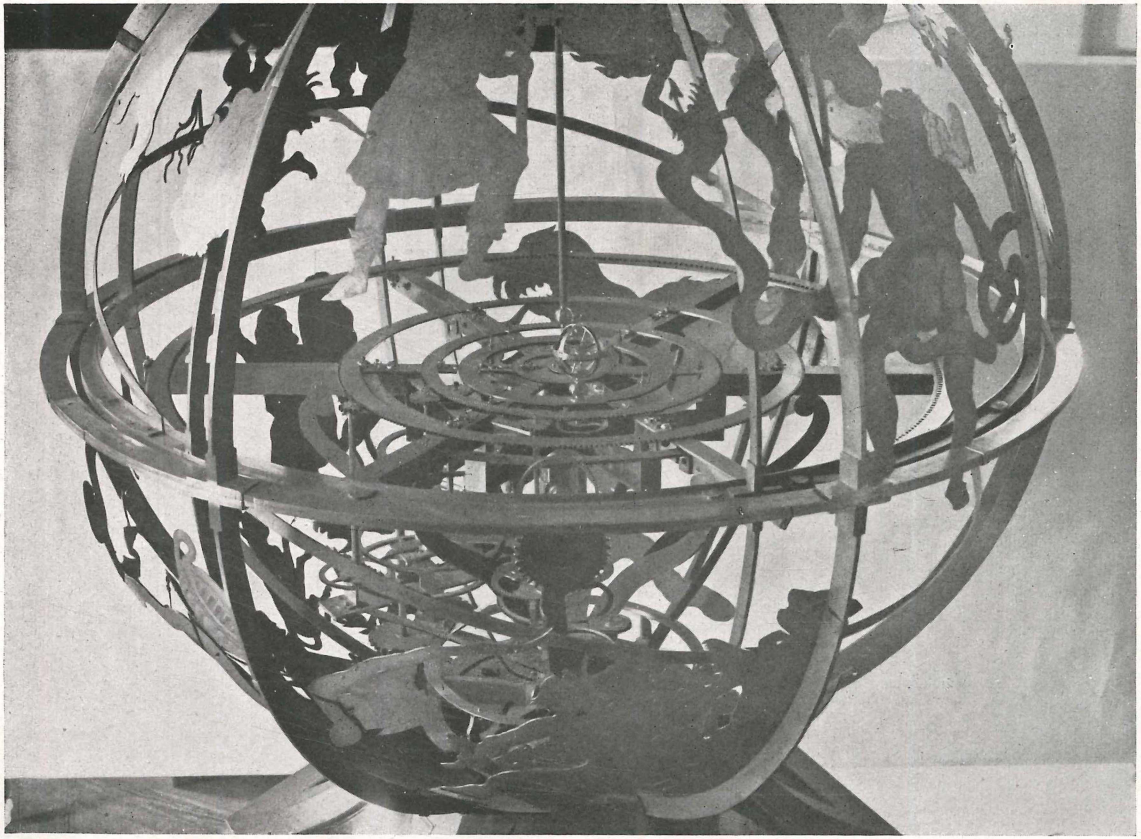


Abb. 65. Teilansicht des Planetariums des A. Olearius, hergestellt von A. Busch von 1654 bis 1664, mit dem Blick durch den Sternenhimmel mit den Sternbildern auf die Planetenbahnen. Nationalhistorisches Museum Frederiksborg.

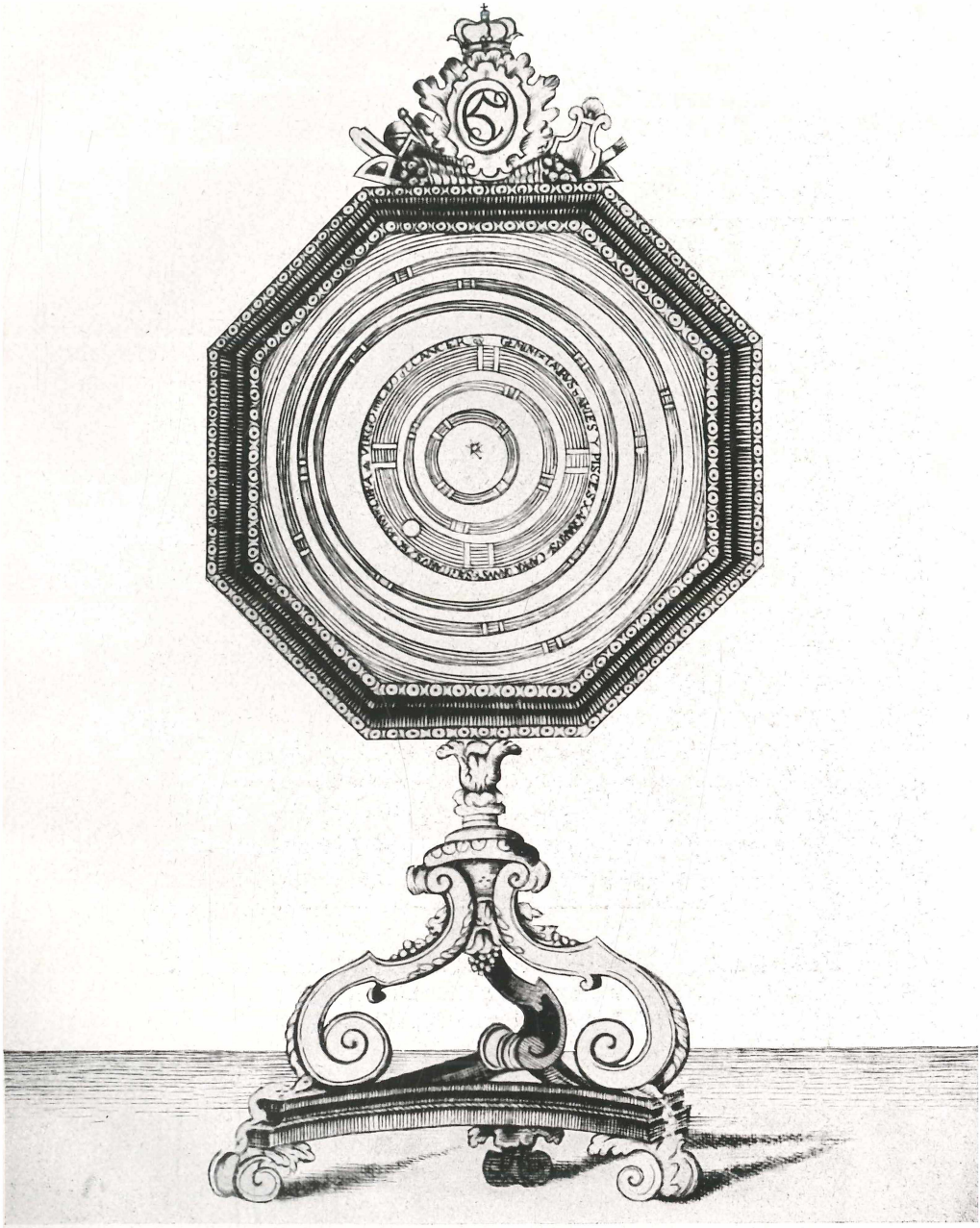


Abb. 66. Planetarium des O. Römer, hergestellt von D. Thuret in Paris 1680.
(O. Jacobaeus, Museum Regium, Kopenhagen 1696, Tab. XVII.)

Abb. 67. Englisches Planetarium mit Betrachtern. Schachblatt des J. Boydell nach dem Gemälde des Jos. Wright.

hatten Zahnräder zur Weiterbewegung der Himmelskörper und wurden mit der Hand betrieben.

Christian Huygens ließ im Jahre 1682 durch Johann van Ceulen ein Planetarium bauen, wobei die Planeten in der Ekliptikebene durch ein Triebwerk bewegt wurden [374]. Das Planetarium befindet sich in der Leidener Sternwarte wie auch das Gerät, das Steven Tracy um 1700 für N. Stampioen baute; es ist ein Planetarium, wobei die Planeten innerhalb einer Armillarsphäre elliptische Bahnen um die Sonne beschreiben, und wurde später von B. van der Cloese verbessert.

Mit dem Anfange des 18. Jahrhunderts begann in England die Herstellung von Planetarien durch Graham und Rowley. Rowley baute zuerst auch ptolemäische Planetarien [322, S. 264 bis 272 mit Abb.]. Die Planetarien zeigten zuerst noch die überlieferte Form der Armillarsphären mit den innen liegenden Planetenbahnen [332]. Den nächsten Schritt tat Rowley, indem er die Armillarsphäre fortließ und den Blick unmittelbar auf die Planetenbahnen fallen ließ. Später schufen die bekannten Mechaniker Thomas Wright, B. Cole, George Adams, Heath und Wing schöne Geräte in Form eines runden oder eckigen Schaukastens, worin die auf Stäben sitzenden Planeten mit ihren Monden sich bewegen lassen. Diese Geräte waren sehr beliebt und dienten Alt und Jung zur Belehrung (Abb. 67).

Graham stellte vor 1715 ein Gerät zur Darstellung des jähr-

Druckfehler-Berichtigung.

S. 117 Z. 12 v. oben lies „Angiolo“ statt „Angiole“.
S. 140 Z. 32 v. oben lies „Riddagshausen“ statt „Riddershausen“.
S. 270 Z. 17 v. oben lies „Wittenberg“ statt „Königsberg“.
S. 373 Z. 18 v. oben lies „Desnos“ statt „Denos“.
S. 551 Nr. 612 lies „genere“ statt „genre“.
S. 568 lies „Desnos, L. C.“ statt „Denos“.
Abb. 67 lies „Schabblatt“ statt „Schachblatt“.

lassen. In Frankreich waren es J. Pigeon 1714 [551] und Vaugondy 1771 [701], welche coppernicanische Planetarien bauten.

Demgemäß waren es in erster Linie Deutschland und Holland, später auch England und Frankreich, wo Planetarien zur Veranschaulichung und zum Unterricht geschaffen wurden. In Italien stellte Bernardo Facini noch 1727 eine Kunstuhr mit dem ptolemäischen Weltgebäude her [699a]. Aus Polen und anderen Ländern liegen Nachrichten vor 1750 nicht vor.

Die Erweiterung der coppernicanischen Lehre.

Kepler hatte aus Brahes Beobachtungen die Planetenbewegungen abgeleitet und darüber hinaus auch die Nürnberger Beobachtungen herangezogen, um langsame Änderungen der Bahnelemente festzustellen. Damit waren diese Elemente der Planetenbewegung so genau bestimmt worden, wie es früher nie möglich gewesen wäre. Er beabsichtigte die Ergebnisse seiner Forschungen, die z. T. in seine Rudolfischen Tafeln verarbeitet waren, in einem Handbuch der Sternkunde nach Art des ptolemäischen darzustellen. Sein vorzeitiger Tod ließ diesen Plan nicht zur Ausführung kommen. Deshalb kamen auch andere Forschungen nicht zum Abschluß. Eine davon betraf die Bestimmung der Entfernung der Sonne. Noch Brahe hatte die Sonnenparallaxe zu 3′ angenommen und war dabei der Überlieferung gefolgt. Kepler schloß auf Grund der Braheschen Beobachtungen auf eine viel größere Entfernung und setzte die Parallaxe zu weniger als 1′ an, während Joh. Remus 17″ annahm, was Wendelin 1650 in 14″ verbesserte. Auch die Präzession war zu untersuchen. Noch in seiner Epitome war Kepler den Angaben Brahes gefolgt. Auch hier galt es auf Grund aller Beobachtungen bessere Werte abzuleiten. Wichtiger erschien allerdings Keplers Zeitgenossen die Ermittelung der Bewegung der Planeten. Die elliptische Bahn bereitete mit der ungleichmäßigen Geschwindigkeit, wie sie sich im Flächensatz äußert, dem Verständnis große Schwierigkeiten. Deshalb suchte man mit einer gleichmäßigen Geschwindigkeit auszukommen und wählte als Leitpunkt den anderen Brennpunkt oder einen Punkt zwischen der Mitte und diesem Brennpunkt. Solche Versuche machten Boulliau 1645 und 1657, Seth Ward 1653—56 [720], Bl. F. de Pagan 1657 [541], John Newton 1657 [530c] und

N. Mercator 1664 [493]. J. D. Cassini versuchte mit einer anderen Kurve, einer Lemniskate, 1669 und 1705 weiterzukommen [367, Bd. II, S. 450, 466]; auch N. Mercator arbeitete auf diesem Gebiet 1670 [367, Bd. II, S. 467]. Wichtiger waren die Untersuchungen des J. Horrocks um 1638 [366] über die Mondbewegung; er stellte fest, daß die elliptische Bahnform den Beobachtungen genügt, wenn die Exzentrizität als veränderlich und eine schwankende Bewegung der Absidenlinie angenommen wird.

Andere Bemühungen richteten sich auf die Vereinfachung der Berechnung der Bahnelemente der elliptischen Bahnen oder auf die Mittelpunktsgleichung oder die Berechnung des Planetenortes für eine bestimmte Zeit, das sog. Keplersche Problem [367, Bd. II, S. 447—467 und 582]. Darüber arbeiteten Robert Anderson und Morin 1641 [686], Halley 1676, J. J. Zimmermann 1679, D. Gregory 1684 und 1702, J. P. Maraldi 1704, Varignon 1705, Ch. R. Reyneau 1708, J. Hermann 1710 und 1727, P. de La Hire 1710, Keill 1713 und 1718, J. Cassini 1719 und 1723, Godin 1730, Pitot 1733, Machin 1738, Grandjean de Fouchy 1738—40, Clairaut 1743—48, Nicolai 1746, d'Alembert 1747, Kies 1749. Den Höhepunkt dieser Arbeiten bildete L. Eulers Theoria planetarum et cometarum, die 1744 in Berlin erschien (Abb. 68).

Kepler hatte durch seine Gesetze die Möglichkeit zur genauen Berechnung der Bewegungen der Himmelskörper um die Sonne geschaffen; andererseits hatte Galilei den freien Fall der Körper untersucht und die Beschleunigung der Erdschwere an der Erdoberfläche festgestellt. Welche Beziehung besteht zwischen der Anziehung auf der Erde und der Bewegung des Mondes um die Erde? Ist es dieselbe Kraft, welche den Mond in seiner Bahn hält und den Stein zur Erde zwingt? Mit diesen Gedanken beschäftigte sich Isaak Newton (1643—1727), als er sich im Jahre 1665 in seiner Heimat Grantham aufhielt. Aus dem Gesetz der Fliehkräfte, welche auf einen kreisenden Körper wirken, und aus dem 3. Keplerschen Gesetz berechnete er die auf den Mond wirkende Kraft. Daraus erhielt er aber für die Schwerkraft an der Erdoberfläche einen kleineren Wert, als Galilei aus seinen Beobachtungen gefunden hatte. Deshalb legte er diese Untersuchung beiseite, bis er im Jahre 1682 von Picards 1671 in Paris veröffentlichen Arbeit „Mesure de la terre" erfuhr und ihr einen

Wert für den Erdgrad entnahm, der wesentlich größer war als der seiner Rechnung von 1665 zu Grunde liegende. Mit diesem neuen Wert ergab sich die auf den Mond wirkende Kraft als gleichgroß mit der Erdschwere. Weitere Untersuchungen führten ihn in den folgenden zwei Jahren zu seinem Anziehungsgesetz: „Jeder Planet wird von der Sonne mit einer Kraft angezogen, die dem Produkt ihrer Massen direkt und dem Quadrate der Entfernung umgekehrt proportional ist". Daran schloß sich eine wichtige Feststellung über die Mondbewegung und die Erklärung der Gezeiten durch die Einwirkung von Sonne und Mond auf die Erde. Die Präzession wurde durch den Einfluß der Sonne und des Mondes auf die abgeplattete Erde erklärt. Die Ergebnisse seiner Forschungen machte Newton (Abb. 69) in seinen Philosophiae naturalis principia mathematica bekannt, die 1686 erschienen, jedoch nur allmählich verbreitet wurden, hauptsächlich durch Whistons Vorlesungen. Immerhin fand das Anziehungsgesetz bald Beachtung bei den Gelehrten, wie aus folgenden Arbeiten [367, Bd. II, S. 527—529] hervorgeht: Halley 1686, Jakob Bernoulli 1686, Papin 1689, Varignon 1700, Parent 1701, Keill 1701, Freind 1711, G. Wagner 1714, Hartsoeker 1715, Bilfinger 1728, J. Hermann 1728, Maupertuis 1732, Molières 1733, Le Clercq de Buffon 1745, Clairaut 1745, Joh. Bernoulli 1747, Daniel Bernoulli 1747, Riccati 1747 und Boscovich 1747.

Auch die Bahnen der Kometen wurden untersucht und als Kegelschnitte festgestellt. Kepler und Cysat hatten sie noch als geradlinig, Hevelius aber schon als gekrümmt angenommen, was Dörffel insofern erweiterte, als seine Untersuchung des Kometen von 1680 ergab, daß die Sonne sich im Brennpunkt einer Parabel befände. Auch Newton hatte die Form dieses vielbeobachteten Kometen untersucht und sie als parabolisch gefunden [531]. Er lieferte 1684 Halley das Verfahren zur Berechnung der Elemente einer parabolischen Bahn, woraufhin dieser die Elemente für verschiedene Kometen berechnete und fand, daß die Elemente der Kometen von 1531, 1607 und 1682 sich so sehr glichen, daß es sich um denselben Kometen handeln müsse. Mit Hilfe einer elliptischen Bahn gelang es ihm die Beobachtungen dieser Kometen darzustellen und damit zu beweisen, daß dieser Komet eine Ellipse in 76 Jahren beschreibt. Nicht nur für diesen später nach Halley genannten Kometen, sondern auch für andere gelang der

Nachweis, daß sie somit zum Sonnenall gehören und mit irdischen Ausdünstungen nichts zu tun haben. Auch in anderer Beziehung war es möglich, die Kenntnis des Sonnenalls zu erweitern. Im Jahre 1655 konnte Huygens die richtige Gestalt des Saturnringes feststellen und den ersten Saturnmond finden. Seitdem wuchs die Zahl der Monde um so mehr, je größer die Fernrohre wurden, mit denen die Planeten beobachtet wurden. Auch die Zahl der Planeten vermehrte sich. Wilhelm Herschel entdeckte. 1781 den Uranus als ersten Planeten außerhalb der Saturnbahn, worauf später noch die Planeten Neptun und Pluto gefunden wurden. In der Lücke zwischen Mars und Jupiter, die schon dem jungen Kepler aufgefallen war, wurde 1801 von Piazzi ein kleiner Planet gefunden und damit der Anfang zur Suche nach solchen kleinen Planeten gemacht, was zur Auffindung von mehr als 1000 solcher Himmelskörper führte. Die Berechnung ihrer Bahnen wurde möglich durch die Arbeiten von Karl Friedrich Gauß (1777—1855), der sie in seiner Theoria motus corporum coelestium 1809 veröffentlichte (Abb. 70). Gleichzeitig brachte P. S. Laplace (1749—1827) die durch Kepler und Newton begonnenen Untersuchungen über das Planetensystem zum Abschluß und veröffentlichte sie in seiner Mécanique céleste von 1799—1825 (Abb. 71).

Die Größe der Erde und die Entfernung der Sonne, diese beiden für alle Untersuchungen des Sonnenalls so wichtigen Zahlen, so genau wie möglich abzuleiten, war man seit dem 17. Jahrhundert bemüht. Besonders französische Astronomen widmeten der Untersuchung der Erdgröße ihre Zeit. Picards Messungen des Erdgrades hatten, wie erwähnt, Newton die Möglichkeit zur Aufstellung seines Gesetzes gegeben. J. Picard hatte seine Ergebnisse in seiner Schrift „Mesure de la terre" 1671 in Paris veröffentlicht. Dabei hatte er die Erde als Kugel in Betracht gezogen. Jedoch schlossen Huygens und Newton aus ihren Betrachtungen über die Erddrehung und über die Präzession, daß die Erde an ihren Polen abgeplattet sein müsse, was durch die Vermessungen von Bouguer und Lacondamine 1735 in Peru und von Maupertuis 1736 in Lappland bestätigt wurde. Maupertuis (Abb. 72) faßte das Ergebnis der Messungen 1738 im Buche „La Figure de la Terre" zusammen. Die genaue Gestalt der Erde leitete Bessel (1784—1846) ab.

Auch die Bestimmung der Sonnenparallaxe wurde in Frankreich vorgenommen. J. Richer und D. Cassini beobachteten 1672 den Mars gleichzeitig in Cayenne und Paris und leiteten die Parallaxe von Mars und Sonne ab; für die Sonne wurde 9½″ gefunden. Spätere Beobachter benützten die Vorübergänge der Venus vor der Sonne in den Jahren 1761 und 1769 und ebenso 1874 und 1882, um die Entfernung der Sonne und damit das Einheitsmaß des Sonnenalls noch genauer zu erhalten.

Neben dieser Erforschung des Sonnenalls hörte die Suche nach Beweisen für die Erdbewegung nicht auf. Coppernicus hatte die Sterne als unendlich fern angenommen, so daß von ihnen aus gesehen die Erdbahn wie ein Punkt aussähe. Kepler hatte vergeblich versucht, die Spiegelung der Erdbewegung in den Sternörtern nachzuweisen. Es dauerte mehrere Jahrzehnte, bis neue Versuche unternommen wurden, die allerdings erst im 19. Jahrhundert zu einem Erfolge führten, weshalb es genügt, hier die Gelehrten, die sich bis 1750 mit der Bestimmung der Sternparallaxe beschäftigt haben, anzuführen [367, Bd. II, S. 1516]: Hooke, Huygens und D. Cassini 1674, Wallis 1693, F. Roberts 1694 und 1697, Flamsteed 1698 und 1701, J. Cassini 1717 und 1721, Halley 1720, Maupertuis 1732, Clairaut 1739 und Bas. B. Wiedeburg 1747. Großes Aufsehen erregte die Schrift P. Horrebows „Copernicus triumphans sive de parallaxe orbis annui" 1727, worin er auf Grund der Römerschen Beobachtungen von 1701 bis 1704 eine jährliche Verschiebung von 4.35″ von Sirius und Wega nachzuweisen glaubte. Aber erst Bessel (Abb. 73) gelang 1838 der Nachweis der Parallaxe des Sternes 61 im Schwan [46]. Darauf brachten W. Struve und Henderson ähnliche Nachweise für andere Sterne.

Obwohl die Feststellung der jährlichen Parallaxe erst spät erfolgte, so führten die vielen Bemühungen doch zu einer Bestätigung der Erdbewegung, die sich in der Ablenkung des Lichtes (Aberration) äußert, wodurch ein Stern seinen Ort scheinbar verändert, allerdings anders als infolge der Parallaxe. Molyneux entdeckte diese Ortsänderung auf Grund seiner Beobachtungen von 1725 bis 1726; sein Gehilfe Bradley (Abb. 74) setzte die Beobachtungen mit anderen Sternen bis 1727 fort und fand ihre Erklärung [102].

Zum Nachweise der Erddrehung [329] wurden bereits im 17. Jahrhundert Versuche gemacht. Viviani stellte um 1661 fest, daß ein schwingendes Pendel sich in Spiralen der Mitte nähert. Foucault konnte 1852 die Drehung der Schwingungsebene eines Pendels in ihrer Abhängigkeit von der Erddrehung nachweisen. Andererseits hatte Newton 1679 die Ansicht geäußert, daß ein frei fallender Körper östlich der Lotlinie auf den Erdboden aufschlage. Diese östliche Abweichung, z. T. mit einer südlichen Ablenkung, ergaben die Versuche von Guglielmini 1790—91, Benzenberg 1802—04, Reich 1831, Hall 1902 und Hagen 1912.

Die Forschung machte an den Grenzen des Sonnenalls nicht halt. Bereits Bruno, Descartes und Fontenelle hatten von einer Vielheit der Sonnen und Welten gesprochen. Es lag daher nahe, den Aufbau des Sonnenalls auf die Sternenwelt zu übertragen und alle diese Welten nach gleichem Naturgesetz entstehen zu lassen. Thomas Wright (nicht zu verwechseln mit dem gleichnamigen Erbauer von Planetarien) entwickelte 1736 Gedanken über den Aufbau der Sternenwelt, die er 1750 veröffentlichte [754]. Darnach sind die Sterne in vollkommener Gleichmäßigkeit in Gestalt eines Ringes der Milchstraße angeordnet. Außer dieser Milchstraße gibt es andere, wie die im Fernrohr sichtbaren Nebel beweisen. Auch in Deutschland wurden diese Fragen erwogen. Im. Kant, der 1754 Aufsätze über die Veränderlichkeit der Erddrehung und über das Älterwerden der Erde veröffentlicht hatte, ließ im folgenden Jahr seine „Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels“ [397—99] erscheinen, worin er das Sonnenall mit der Ekliptik als Bezugsebene und den wenig davon abstehenden Planetenbahnen mit der Milchstraße und der Sternanordnung symmetrisch dazu verglich. Auch versuchte er die Entstehung des Sonnenalls durch die Anziehung der Massen zu erklären. Ähnliche Versuche stellte Laplace [446] an. Seitdem wurden solche Gedanken über die Entstehung der Welt beliebt.

Rückblick.

Die neue Lehre des Coppernicus hatte größere Folgen, als von vornherein zu erwarten war. Ursprünglich nur zur besseren Darstellung der Planetenbewegung aufgestellt und auf die harmonische Stellung der Sonne zu ihren 6 Begleitern begründet, offenbarte sie sich als wichtiges Forschungsmittel. Nicht nur zeigten die braheschen Beobachtungen ihre Richtigkeit, sondern auch die Entdeckungen mit dem Fernrohr ließen sich mit ihr vereinen. Zugleich erweiterte sich die Erkenntnis; die exzentrischen und epizyklischen Kreise, die letzten Überbleibsel antiken Denkens, wurden durch die Ellipsen ersetzt. Die Vorstellung von der starren Himmelskugel mit den angehefteten Sternen wandelte sich in das Wissen von nahen und fernen Sternen und in das Ahnen unendlich ferner Welten mit Sonnen wie der unsrigen und mit ähnlicher Anordnung, wie die Milchstraße sie zeigt. Doch damit nicht genug. Die Menschen wurden fähig, Himmelsvorgänge zu erfassen und zu verstehen, wobei ihnen der überlieferte Glaube an die Regelmäßigkeit im Himmelsgeschehen, wie der Lauf von Sonne und Mond sie den Menschen seit Jahrtausenden eingeprägt hatte, nicht mehr nützte. Es dauerte Jahrhunderte, bis man dazu kam, im Entstehen und Vergehen der Sonnenflecken eine gewisse Regelmäßigkeit zu entdecken. Und gleiche Rätsel bot das Aufleuchten und Verschwinden heller Sterne, ja sogar die oft viel geringere Helligkeitsänderung der Sterne, wobei es den Anschein hat, als ob darin alle Vorgänge von den regelmäßigen bis zu den regellosen vorkommen. Welche Erweiterung der Erkenntnis gegenüber den früheren Annahmen von der Regelmäßigkeit der Himmelsvorgänge, denen die Unregelmäßigkeit der irdischen Vorgänge gegenübergestellt wurde! Und mit dem Schwinden dieser antiken Annahmen siechte auch die Sterndeutung hin. An die Stelle der Furcht vor den Kometen und anderen unheildrohenden Himmelsereignissen trat die Forschung und die Frage nach der Entstehung dieser Himmelserscheinungen und nach ihrer Einordnung in das Weltgeschehen. Das war ein bedeutender Fortschritt für die Menschheit, als die törichte Angst durch die Freude bei der Betrachtung der Himmelskörper abgelöst wurde! Auch der Glaube an die Planeten und ihren Einfluß wurde verdrängt durch die Erkenntnis des über-

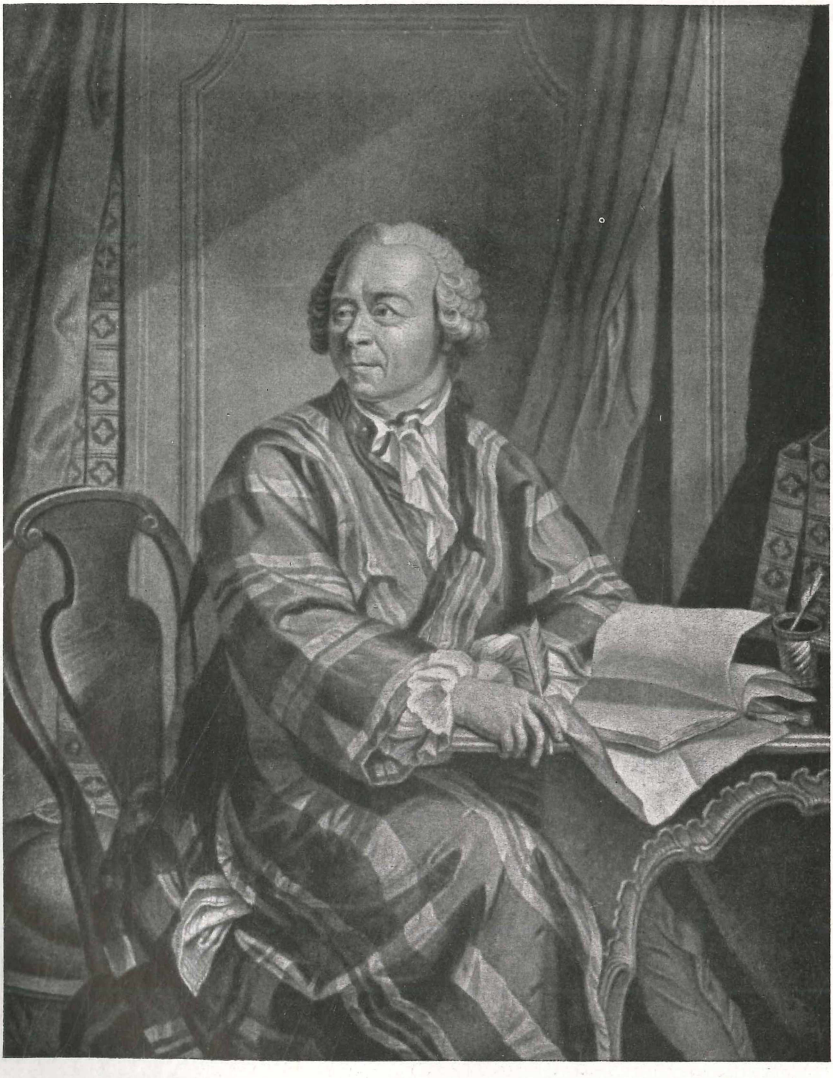


Abb. 68. Leonhard Euler.

Abb. 69. Isaak Newton.

Abb. 70. C. F. Gauß.

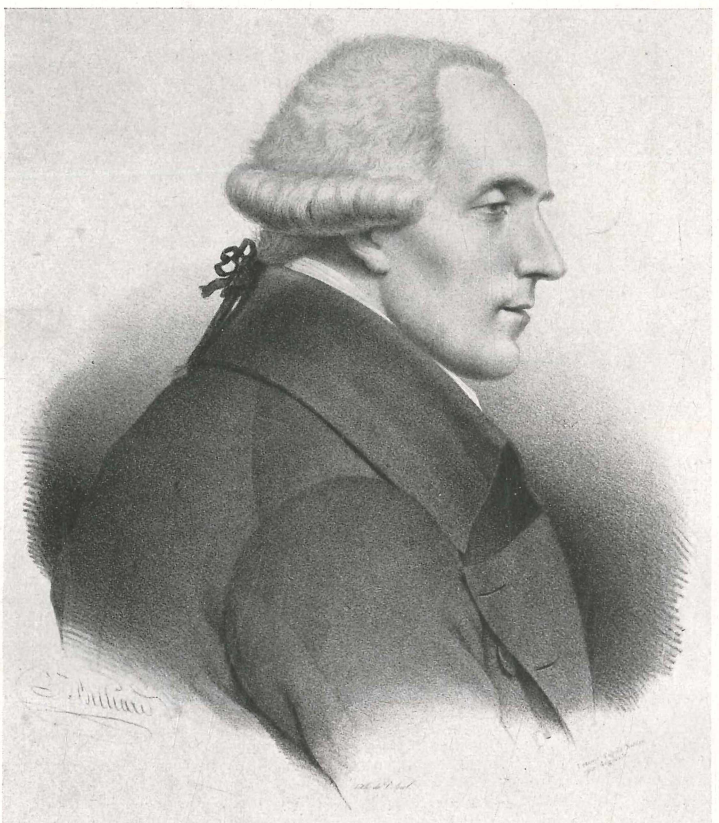


Abb. 71. P. S. Laplace.

mächtigen Sonneneinflusses, der sich immer mehr offenbarte, je weiter die Forschung fortschritt. Coppernicus hatte nicht umsonst die Sonne in die Mitte der Welt gestellt. Nicht nur als Spender des Lichtes, sondern auch als Spender des Lebens und als Lenker der Gestirne des Sonnenalls erscheint sie der modernen Forschung.

Gewaltig waren die Folgen der Tat des Coppernicus. Die Entthronung der Antike im Bereich der Sternkunde, die ihre dauernde Form im ptolemäischen Handbuch der Sternkunde gefunden zu haben schien, blieb nicht ohne Wirkung. Die Erde war aus ihrer Ruhe gerissen, und das zwang zum Nachdenken. Im 16. und 17. Jahrhundert erfolgte ein Aufblühen der Mathematik, Physik und Medizin, gleichsam als ob die coppernicanische Tat das Zeichen zum Aufruhr gegen die Bevormundung durch die Antike gegeben hätte. Die vielen für und wider die coppernicanische Lehre veröffentlichten Schriften zeigen deutlich, wie groß die Bedeutung dieser neuen Lehre für die Überwindung der Antike war. Mochten an den Hochschulen die Vertreter der aristotelischen Philosophie sich noch so sehr brüsten, neue Denker erschienen und scheuchten das antike Denken in die Rumpelkammer. Das neue Denken führte schließlich zur Befreiung des Menschen von den Fesseln des Altertums. Überall zeigten sich die Folgen. Der Aufschwung der anderen Wissenschaften und das Aufblühen der Feinmechanik und der Technik wurden zum Zeichen der neuen Zeit.

Nicht von ungefähr entstand die coppernicanische Lehre. Es war nicht so, als ob plötzlich eine neue Lehre unvorbereitete Menschen traf und deshalb vergeblich nach Anerkennung rang. Vielmehr lassen sich die Anzeichen eines geistigen Umschwunges weit zurück verfolgen. Bereits die Figuren des Umkreisens der Sonne durch Venus und Merkur zeigen die große Beachtung, welche die ägyptische Lehre bei den Germanen durch Jahrhunderte hindurch erfuhr. Daneben liefen die Versuche sich mit der herrschenden ptolemäischen Lehre auf Grund der Beobachtungen auseinander zu setzen — Versuche, die sich auf Deutschland beschränkten. Seit Wilhelm von Hirsau wurde systematisch beobachtet. Die Verkörperung der Sternkunde durch den beobachtenden Jüngling des Regensburger Lehrgerätes (Abb. 19) ist bezeichnend für die deutsche Abkehr von der Antike, die sich

die Sternkunde nur als Muse und als einen Gelehrten vor einer Himmelskugel sitzend vorstellen konnte. Beobachtungen waren es, auf die Langenstein und Julmann ihre Einwände gegen die ptolemäische Lehre stützten. Auf Beobachtungen gründete Regiomontan seine Vorwürfe gegen die herrschende Lehre und mit einer großen Beobachtungsreihe wollte er eine neue Sternkunde errichten. Ebenso war es Kepler nur auf Grund der Beobachtungen Brahes möglich, der coppernicanischen Lehre zum Siege und zugleich zu ihrer Vollendung zu verhelfen. Und schließlich haben die späteren Beobachtungen immer wieder neue Rätsel aufgegeben und den Menschengeist zur Lösung dieser Rätsel und zur Aufgabe altgewohnter Denkformen genötigt.

Diese Hinwendung zur Beobachtung ist bezeichnend für die mittelalterliche Sternforschung, wie die Räderuhr und moderne Sonnenuhr die Abkehr von der Antike ankünden und zwar in einer Zeit, die noch völlig im Bann der Antike stand. Es blieb nicht bei den Beobachtungen. Die Deutschen beschränkten sich nicht auf die darauf begründeten Beanstandungen überlieferter Planetentheorien und astrologischer Vorhersagen. Die noch jetzt erhaltenen zahlreichen Figuren zur Darstellung der Planetenbewegung beweisen, wie sehr man sich um die Darstellung dieser geheimnisvollen Himmelsvorgänge bemühte, wie man immer wieder bestrebt war, die Figuren zu verbessern und brauchbarer zu machen. Und die vielbewunderten Planetenuhren mit ihren Planetenbewegungen konnten mehr als einen Beschauer zum Nachdenken anregen. Beim Nachdenken blieb es nicht. Nikolaus von Cues und Regiomontan erwogen bereits andere Bewegungsformen und zogen die Erdbewegung in Betracht. Zugleich entstand in der Mathematik ein wichtiges Hilfsmittel zur Bewältigung neuer großer Aufgaben, und die Erforschung der überlieferten Werke ließ deren Mängel erscheinen. So war die Lage, als Coppernicus zu studieren anfing. Es bedurfte nur eines umfassenden Geistes, um den Willen seiner Zeit auf ein Ziel, nämlich auf die richtige Darstellung der Planetenbewegung, zu lenken und das Ziel zu erreichen. Mochte auch sein Hauptwerk nicht die Gestalt bekommen, die ihm vorschwebte: wichtig war die Tat — die Veröffentlichung des Werkes. Erst damit war es seinen Nachfolgern möglich den eingeschlagenen Weg zu beschreiten und zu verbessern. Und aus dem schmalen Wege wurde

allmählich die breite Straße der modernen Wissenschaft, die von Erfolg zu Erfolge führte und die Sackgasse antiken Denkens weit hinter sich ließ.

Die coppernicanische Lehre entstand in Deutschland und erfuhr hier ihre Vollendung durch Keplers Werk. Sie fand in England und Skandinavien große Beachtung, während sie in Frankreich und Italien zuerst verlacht und nur allmählich beachtet wurde. In den anderen europäischen Ländern gab es nur wenige, welche sie für erwähnenswert hielten; jedoch erfolgte dort keine Weiterbildung der Lehre. Außerhalb Europas gelangte die Lehre durch Europäer und fand nur dort Eingang, wo der europäische Einfluß groß genug war. Das coppernicanische Weltgebäude ist nicht eine allgemein menschliche Erfindung, die überall hätte gemacht werden können, sondern sie ist verknüpft mit dem Teil Europas, wo die germanischen Völker heimisch sind, und ist bezeichend für die dort tätigen Kräfte, die bis zur Gegenwart die Erde umgestalteten und Erde und Himmel geistig eroberten. Dieses germanische Herangehen an die Natur, völlig verschieden vom antiken, äußerte sich nicht nur im Umfange der Erforschung, sondern auch in der Verfeinerung der Beobachtung. Wie der ägyptischen Sternkunde nur eine geringe Genauigkeit in der Beobachtung und Darstellung der Himmelsvorgänge entspricht und sich die Genauigkeit steigerte, je mehr die Griechen sich in ihrem Forschen über der früheren Wissenschaft erhoben, so vergrößerte sich sprunghaft die Genauigkeit der germanischen Forschung, sobald die Fesseln des Altertums gesprengt waren. Bessere Geräte und andere Hilfsmittel gestatteten einen immer tieferen Einblick in die Natur und zugleich die Erzielung einer immer größeren Genauigkeit, wie es an anderem Ort im Bilde (767a, S. 52—57) dargestellt worden ist. Und so wurde das coppernicanische Weltgebäude zum Sinnbild der modernen Naturbetrachtung.

Anhang.

A. Über die Bibliothek des Coppernicus.

In seiner Jugendzeit besaßen verschiedene Gelehrte große Bibliotheken. Berühmt waren die großen Bibliotheken der Schedel und Regiomantan zu Nürnberg. Auch Coppernicus schaffte sich Bücher an, besonders über sein Lieblingsfach, die Sternkunde, da nicht anzunehmen war, daß er geeignete Bücher in seiner Heimat vorfinden würde. Anders stand es mit den anderen Wissensgebieten: Recht, Heilkunde und Theologie; die wichtigsten Bücher darüber mußten im Ermland zur Verfügung stehen. Da er zudem den größten Teil seiner Studienzeit in Italien zubrachte, wo deutsche und italienische Buchdrucker wetteiferten, die wertvollsten Schriften der antiken und modernen Gelehrten durch den Druck bekannt zu machen, so ist anzunehmen, daß er besonders viele Drucke aus Italien in seine Heimat mitgenommen hatte. Was hat sich von seinen Büchern erhalten? Diese Frage ist nicht vollständig zu beantworten, obwohl man sich seit 90 Jahren bemüht hat. Zu seinen Lebzeiten und nach seinem Tode wurde kein Bücherverzeichnis angefertigt. Seine Bücher wurden teils verschenkt, teils in die Dombibliothek aufgenommen, wo sie noch 1598 mit seinem Bildnisse erwähnt wurden. Im Dreißigjährigen Kriege wurde der größte Teil der Dombibliothek, wie auch der anderen Bibliotheken Preußens, nach Schweden entführt, wo sich jetzt noch Teile nachweisen lassen, hauptsächlich in der Universitätsbibliothek zu Upsala, aber auch in der Sternwarte zu Upsala und in anderen Bibliotheken Schwedens. Durch die Bemühungen der Prowe, Hipler, Curtze, L. A. Birkenmajer und Collijn sind verschiedene dieser in Schweden befindlichen Bücher als früherer Besitz des Coppernicus auf Grund seines Namenszuges festgestellt oder wegen seiner Einträge vermutet worden. Allerdings sind manche dieser Zuweisungen wohl nicht begründet, wie Collijn gezeigt hat. Jedenfalls scheint die Zuweisung auf Grund der Schriftzüge noch sehr unsicher zu sein.

Solange unsere Kenntnisse über seinen Bücherbesitz so gering wie jetzt sind, ist jeder Hinweis auf Bücher, die er besessen oder gelesen hatte, erwünscht. Deshalb möchte ich auf den Sammelband (Inkunabel Nr. 15) der Frauenburger Dombibliothek hinweisen, der früher dem Lukas Watzelrode gehörte und die Drucke: Fred. de Senis, Consilia, 1472 und Anton. de Butrio, Consilia, 1472 enthält. Verschiedene Bemerkungen zeigen an, daß Coppernicus beide Bücher gelesen und wohl auch besessen hatte. Ferner zeigt der Handschriftenband 1924 der Krakauer Universitätsbibliothek einige Anmerkungen zur Abhandlung des Ptolemaeus über das Planisphär, die von seiner Hand zu stammen scheinen.

Die folgende Zusammenstellung enthält alle bisher als Eigentum des Coppernicus nachweisbaren oder vermuteten Bücher.

1. Upsala Un.Bibl.W. II. 1. „Liber Bibliothecae Varmiensis" Ptolemaeus. Almagest. Venetiis 1515 [Nr. 60 S. 242—264. Nr. 584 Bd. I, 2 S. 421].
2. Upsala Un.Bibl. 34. VII. 65 „Liber Bibliothecae Varmiensis".
   a. Tabulae Alphonsinae. Venet. 1492. Hain 869. Mit Namenseintrag. [Nr. 60 S. 27—60, 154—162. Nr. 584 Bd. I, 2 S. 417, II S. 208—244. Nr. 209 S. 27]
   b. Regiomontanus, Tabulae directionum. August. 1490. Hain 13801. [Nr. 60 S. 60—64. Nr. 584 Bd.I, 2 S. 418. Nr. 209 S. 27—57].
   c. (Regiomontanus) Tabella Sinus recti. Hain 15206. [584; I, 2 S. 419.]
3. Upsala Un.Bibl. 32. VI. 52.
   a. Euclides. Venet. 1482. Hain 6693. [Nr. 60 S. 192. Nr. 584 Bd. I, 2 S. 412—414, II S. 207. Nr. 209 S. 5]
   b. Albohazen Haly filius aben Ragel. Liber completus in judiciis astrorum. Venet 1485. Hain 8349. [Nr. 60 S. 192—197. Nr. 584 Bd. I, 2 S. 414—415. Nr. 209 S. 57.]. Mit Anmerkungen des Coppernicus.
4. Un.Bibl. Upsala Incun. 32. 10. Ptolomei cosmographia. Ulm 1486. „Liber Bibliothecae Varmiensis" [60 S. 337—342].
5. Upsala Un.Bibl. „Liber Bibliothecae Varmiensis".
   a. Ink. 839. Regiomontanus. Ephemerides annorum XV. Augsburg 1492. Hain 13796. [60 S. 513—523]. Collijn [155] bestreitet, daß die Anmerkungen auch von Coppernicus stammen. Ink. 839 gehörte Hildebrand Ferber und wurde zu vielen Einträgen benützt. Später trug Coppernicus einige Angaben ein, wie die photographischen Aufnahmen lehren.
   b. Ink. 840. Regiomontanus. Calendarium. Augsburg 1492. Hain 13781.
6. Upsala Un.Sternwarte. Joh. Stöffler. Calendarium Romanum Magnum. Oppenheim 1518. „Liber Bibliothecae Varmiensis". [Nr. 60 S. 546—556. Nr. 68 S. 314]. Mit Einträgen des Coppernicus.
7. Upsala Un.Bibl. Y. I, 1. 17. „Liber Bibl. Varmiensis".
   a. J. J. Pontani Opera. Venet. 1501. Mit Anmerkungen des C. und seinem Namenszug. [Nr. 584 Bd. I, 2 S. 417. Nr. 209 S. 59].
   b. Bessarionis . . in calumniatorem Platonis libri quatuor. Venet. 1503. Mit Anmerkungen des C. [Nr. 584 Bd. I, 2 S. 416. Nr. 209 S. 60].
   c. Julii Firmici Astronomicorum . . Arati Phaenomena. Venet 1499. Hain 14559. Hier nur der griechische Text des Aratos vorhanden. [584; I, 2 S. 415—416].
8. Upsala Un.Sternwarte Coll. Rec.K 269.
   a. Ephemerides sive Almanach perpetuum. Venet. 1498. Hain 13798.
   b. Handschrift des 15. Jahrh. „Anno domini 1487 nativitas" betreffend eine Geburtsdeutung.
   c. Handschrift des 15.—16. Jahrh. über Sterndeutung. [68 S. 315]. Nicht von Coppernicus geschrieben.
   d. Jo. Schoneri Opusculum astrologicum, Norimb. 1539.

9. Stockholm. K. Bibliothek. Sygn R 3, 3. Sphera mundi noviter recognita cum commentariis .. Theodosii de Spheris ... Michaelis Scoti questiones ... Petri de Alliaco Questiones ... Ptolomeus de Speculis ... Theorica Planetarum Joannis Cremonensis: Plurimum faciens ad disputationem Joannis de Monte regio. Venet. 1518. Mit Anmerkungen des C. [68 S. 320].
10. Strengnäs Bibl. Joh. Math. 31: Cl. Ptolemaei Cosmographia. Rom 1480. Hain 13541. Mit angeblichen Anmerkungen des C. [68 S. 318]. „Collegii Brunsberg. Soc. Jesu".
11. Upsala Un.Bibl. W. III. 2. Cl. Ptolemaei Magnae Constructionis . . Lib. XIII. Theonis ... in eosdem Commentariorum Lib. IX. Basel 1538. Geschenk des Rheticus. [60 S. 343—349].
12. Upsala Un.Bibl. „Liber bibliothecae Warmiensis". Geschenk des Rheticus.
    a. *ΕΥΚΛΕΙΔΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ* Basel 1533 (Griechische Ausgabe des Euklid mit Proklos). Mit Anmerkungen des C. [Nr. 210 Bd. 1 S. 52. Nr. 209 S. 5—27].
    b. Joh. de Regio Monte de triangulis omnimodis libri quinque. Norimb. 1533.

       Dieselbe Euklid-Ausgabe in der Un.Bibl. Königsberg 105 Fol. zeigt auf dem Titelblatt den Vermerk „Sum Andreae Aurifabrj M. 1543" und ein Vorsatzblatt mit der Inhaltsangabe der ersten 6 Bücher, worüber „D Nicolaus Coppernicus" geschrieben steht [452]. Vermutlich hat Aurifaber, der spätere Leibarzt des Herzogs Albrecht, das Blatt als Andenken an C. einfügen lassen.
13. Upsala Un.Bibl. Geschenk des Rheticus.
    a. Petrus Apianus. Instrumentum primi mobilis ... Gebri filii Affla .. libri IX de astronomia. Nürnberg 1534. Mit vielen Anmerkungen des C., der für Ptolemaeus gegen Geber eintritt. [584 Bd. I, 2 S. 408 bis 409].
    b. Vitellionis .... *περὶ ὀπτικῆς* Nürnberg 1535. [584 Bd. I, 2 S. 410]. Mit Anmerkungen des Coppernicus.
14. Upsala Un.Bibl. W. III. 2. Geschenk des Rheticus. *ΠΤΟΛΕΜΑΙΟΥ ΜΕΓΑΛΗΣ ΣΥΝΤΑΞΕΩΣ* Basel 1538 (mit dem Kommentar Theons). Mit Anmerkungen des C. [Nr. 60 S. 343—349. Nr. 584 Bd. I, 2 S. 411].
15. Upsala Un.Bibl. 35 : 229 „Collegij Soc. Jesu Braunsbergensis". (Joh. de Sacrobosco) Sphera Mundi cum tribus Comentariis nuper editis, vid. Cicchi Esculani, Francisci Capuani de Manfredonia, Jacobi Fabri Stapulensis. Venet. 1499. Hain 14125. Mit Anmerkungen des C. [68 S. 296].
16. Upsala Un.Bibl. Qq. 37.
    a. Carolus Bovillus. Liber de intellectu. De numeris perfectis. Paris 1511. Mit Anmerkungen des C.
    b. Geometria speculativa Thome Braduardini ... cum quodam tractatu de quadratura circuli. Paris 1511.
    c. Joannis archiepiscopi Cantuariensis Perspectiva communis. Venet. 1504. [68 S. 300—302].

17. Upsala Un.Bibl. Inkun. 455. Joh. Crastonus. Lexicon graeco-latinum. Modena 1499—1500. Mit Anmerkungen des C. [Nr. 209 S. 1. Nr. 584 Bd. I, 2 S. 419].
18. Upsala Un.Bibl.Inkun. 1644. Valescus de Tharenta. Practica. Lyon 1490. Mit Anmerkungen des C. [584; Bd. I, 2 S. 305, 420; Bd. II S. 245—256].
19. Strengnäs Bibl. Fol. 60. „Liber Bibliothecae Varmiensis". Joh. Mesue. medicinale. Venet. 1502. Mit Anmerkungen des C. [68 S. 316].
20. Strengnäs Bibl. Fol. 452. „Collegii Brunsbergensis Soc. Jesu". Der Sammelband wurde von C. dem Fabian Emerich vermacht.
    a. Hugo Senensis. Super IV Fen I Canonis Avicenne. Venet. 1485.
    b. Savonarola. Opus medicinale. Venet. 1486. [68 S. 315].
21. Upsala Un.Bibl. Inkun. 809. „Liber Bibliothecae Varmiensis". Joh. de Cuba. Hortus sanitatis. Hain 8942. Mit Anmerkungen des C. [584; I, 2 S. 308].
22. Upsala Un.Bibl.Inkun. 824 Joh. de Ketham. Fasciculus medicinae. Venet. 1500. Hain 9776. Mit Anmerkungen des C.
23. Upsala Un.Bibl. 34. VII. 69. „Liber Bibliothecae Varmiensis" Almanach nova plurimis annis venturis inseruientia per Jo. Stoefflerinum et Jac. Pflaumen. Ulm 1499.

    Das Buch gehörte dem Hildebrand Ferber, dem Bruder des Bischofs Mauritius, und gelangte nach Hildebrands Tode, wie Nr. 5 Regiomontans Ephemeriden, in den Besitz des Coppernicus, der einige Beobachtungen von 1537 hineinschrieb. [Nr. 60 S. 523—524. Nr. 584; Bd. I, 2 S. 268, 422].
24. Braunsberg Akademiebibl. Wiegendruck 4° Nr. 4. Der Sammelband wurde von C. dem Fabian Emerich vermacht [429].
    a. Arnaldus de Villa Nova. Breviarium practicae (Pavia um 1485).
    b. Michael Savonarola. Canonica de febribus. Bologna 1487. C. hat die Blätter durchnumeriert und Anmerkungen zu Bl. 5 bis 13 des Drukkes a hinzugefügt.
25. Upsala Un.Bibl. 32. 11. 15. „Liber Bibliothecae Varmiensis". Plinius. Historia naturalis. Rom 1472. Mit Anmerkungen des C. [60 S. 563—565].
26. Upsala Un.Bibl. 31 : 132. „Collegii Brunsbergensis Soc. Jesu". Arnaldus de Villa Nova. Breviarium practice medicine. Venet 1497. Hain 1802. Mit Anmerkungen des C., teils von 1516. [60 S. 294].

Birkenmajer führte [60 S. 557—578. 68 S. 291] mehrere früher der Dombibliothek in Frauenburg (Bibl. Varmiensis) gehörige Sammelbände auf, die C. vielleicht benützt haben kann. Es sind dies Upsala Un.Bibl.: Script. graeci C 235, F VII 2, Inkun. 32. 11; 60. VI. 3. 223; 31. V. 3.; 31. V. 4; 47. IV. 2; 35 : 169; 32 : 81; 31 : 86; 32 : 25; 32 : 93; 32 : 67; 33 : 50 + 51; 31 : IV. 1; KK93; 31 : 88; Hh IX. 1. 318; 38. I. 1. 12; 47. IV. 7. 188; C. 3. 24; 32 : 15. Linköping Kapitelsbibl. Ms. K. F. 36. Ferner aus der Jesuitenbibl. in Braunsberg: Upsala Un.Bibl. 47. IV. 2. 167. Gemäß Collijn stammen die Anmerkungen zum Sammelband 31 : 144 der Un.Bibl. Upsala nicht von C., ebensowenig die von Birk 1900 S. 567 abgebildete Anmerkung zu Plinius, Historia naturalis, Ven. 1487 der Un.Bibl. Upsala 32. V. 50 [Nr. 210 S. 40. Nr. 60 S. 565. Nr. 584, Bd. I, 2 S. 410, 421].

Die Dombibliothek in Frauenburg enthielt 1598 folgende astronomische, mathematische und physikalische Drucke und Handschriften, wobei, wie üblich bei Sammelbänden, nur der erste Titel angegeben ist: Calender von allerhandt Arceney. Ptolemaeus viermal. Ptolemaei Geographia. Euklid zweimal. Nic. Copernicus. Joan de Regiomont. Descriptio regionum. Petrus Apianus. Epithome Jo. de Regiomonte. Calendarium Joan de Regio. Tabulae astronomicae Alphonsi Regis. Algorismus scriptus in Perg. Almanach perpetuum. Almanach in perga. Almanach Joan. Stophlerini. Calendarium Romanum. Vitruvius. Statica geometrica. Perspectiua statuaria. Astronomica Anathomiae. Ephemerides. Astronomia incerti authoris manuscr. Secunda tabula Hermanni de Pragis scripta. Arithmetica Adami Risae. Wenn wir diese Angaben mit den oben genannten 26 Sammelbänden vergleichen, so finden sich Nr. 1—6, 8, 11—14 und 23 wieder; zugleich ist ersichtlich, daß das Verzeichnis von 1598, wie üblich, bei Sammelbänden nur den 1. Titel anführt. Was die übrigen Titel des Verzeichnisses anlangt, so kann die Arithmetik Adam Rieses nach dem Tode des Coppernicus angeschafft sein, wie auch die Ephemerides, wohl die Fortsetzung des Almanachs Stöfflers. Sie sind verschollen wie auch die 3 Handschriften und folgende Bücher, die vielleicht früher C. gehörten: 1 Ptolemaeus, Vitruvius, Statica geometrica, Astronomia Anathomiae, Regiomontans Epitoma, ein anderes Buch Regiomontans und der „Calender von allerhandt Arceney", worunter ein in den Jahren 1537—39 wiederholt gedruckter und dem Joh. Künigsperger zugeschriebener Kalender [775 S. 269] zu verstehen ist. Mit „Descriptio regionum" ist vielleicht Strabons Erdkunde gemeint, die 1512 dem Domherren Georg Wolf in Heilsberg gehörte und als „Liber Bibl. Varmiensis" nach Upsala kam (Inkun 32. 11).

B. Die Beobachtungen des Coppernicus und seine angeblichen Sternwarten.

Coppernicus gründete sein Weltgebäude auf griechische und eigene Beobachtungen. Wie sahen seine eigenen Beobachtungen aus? Welche Geräte benützte er dafür? Und schuf er sich Sternwarten zum Beobachten?

In seinem Hauptwerk führt er 27 Beobachtungen auf. Dazu sind noch die Beobachtungen zu rechnen, die er in seine Bücher eintrug. L. A. Birkenmajer zählte in seiner Zusammenstellung [60 S. 317—318] 63 Beobachtungen bzw. Beobachtungsgruppen auf. Da seine Angaben vielfach verwendet werden, so sollen sie zu Grunde gelegt werden. Von diesen Beobachtungen scheiden offenbar Nr. 1 und 7, nämlich die angeblichen Bestimmungen der Polhöhe zu Bologna und Rom, und zwar aus folgenden Gründen aus: Die Angaben befinden sich in Regiomontans Ephemeriden, die von Hildebrand Ferber zu Einträgen über seine Familie und über Himmelserscheinungen, später aber von Coppernicus zum Eintragen von Beobachtungen benützt wurden. Es handelt sich nicht um die Bestimmung der Polhöhe, sondern um Angaben der Länge und Breite der beiden Städte. Die Angaben lauten: Bologna Länge $33\frac{1}{3}^0$ und Breite $43\frac{1}{2}^0$ und Rom Länge $36\frac{1}{2}^0$ und Breite $41\frac{3}{4}^0$. Offenbar sind die Angaben roh und können nicht Beobachtungen wiedergeben, die damals schon auf Bogenminuten lauteten. So gibt die um 1490

Abb. 72. P. L. M. Maupertuis.

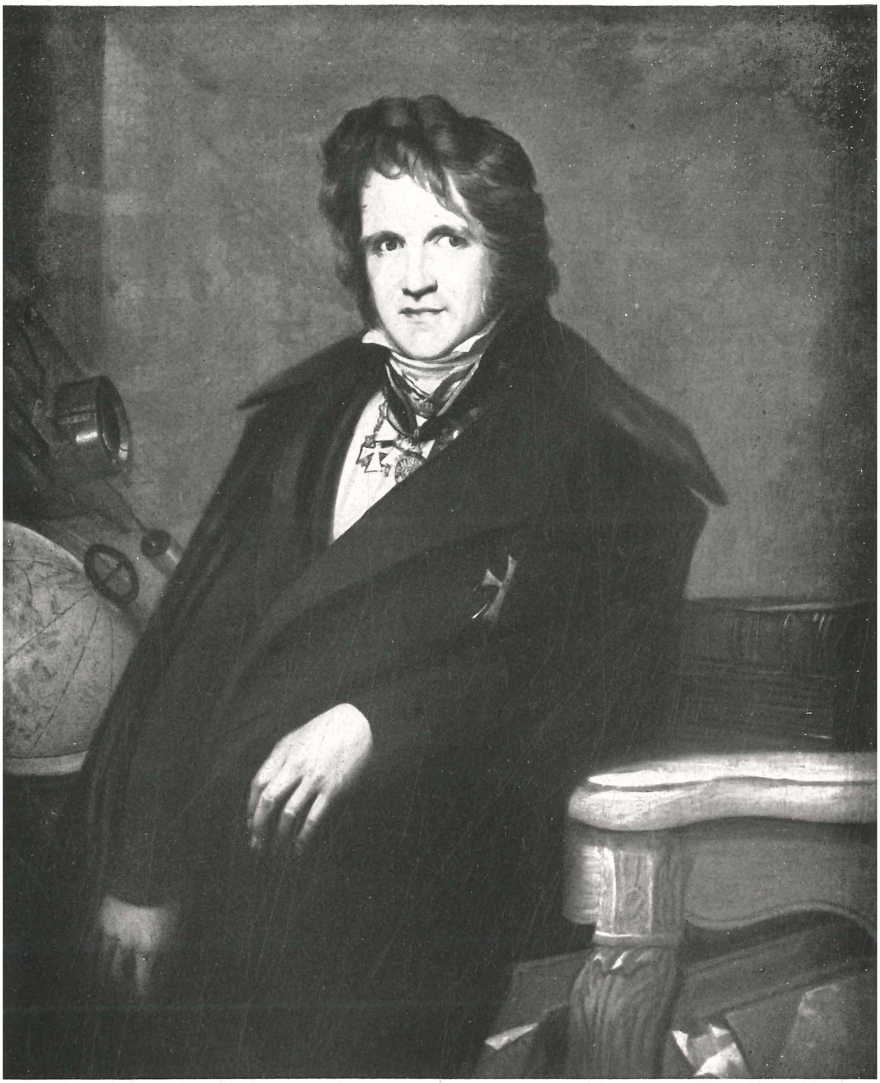


Abb. 73. F. W. Bessel.

Abb. 74. James Bradley.

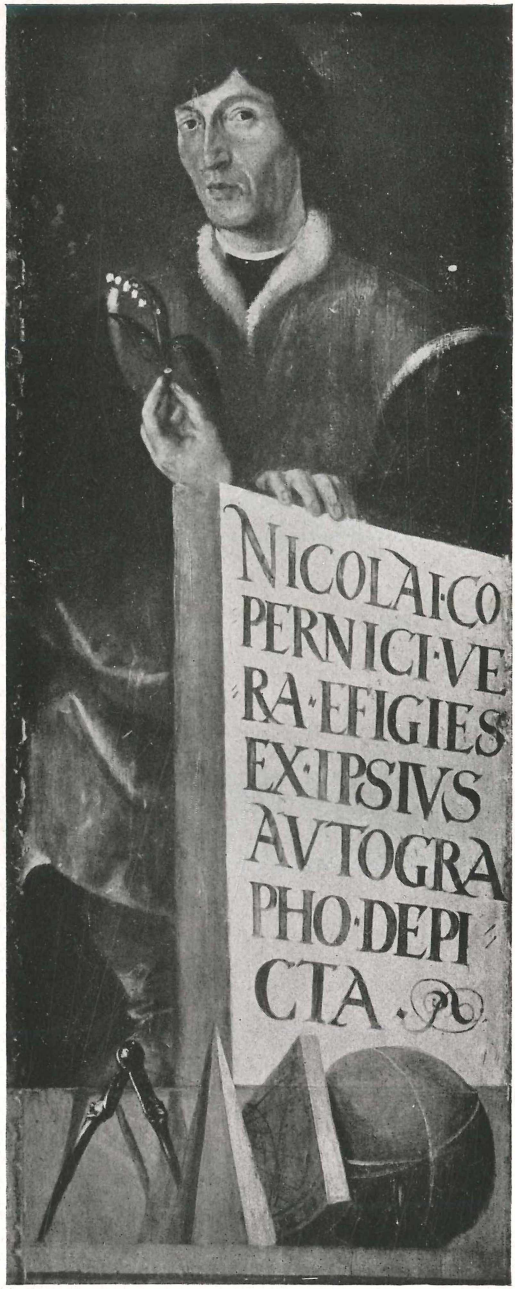


Abb. 75. Nicolaus Coppernicus. Gemälde des Tob. Stimmer an der 1572—74 errichteten Schauuhr im Straßburger Münster.

geschriebene Krakauer Handschrift 611 für Bologna 32° 35′ und 44° 30′ und für Rom 36° 40′ und 42° 0′. Offenbar hatte Ferber seine Angaben einer Landkarte entnommen, und zwar der unter dem Namen des Nikolaus von Cues bekannten Karte Mitteleuropas, die 1491 in Eichstätt gedruckt wurde. Sie gibt als Länge und Breite der beiden Städte: Bologna 33⅓° und 43⅔° und Rom 36½° und 42°. Diese Zahlen stimmen mit den von Ferber angegebenen so gut überein, wie es bei der Entnahme solcher Zahlen aus Drucken zu erwarten ist. Demnach scheiden diese beiden Beobachtungen aus.

Auch die unter Nr. 8 angeführten Beobachtungen der Spika in den Jahren 1497—1500 erscheinen zweifelhaft, da Coppernicus sie sicherlich bei seinen Beobachtungen dieses Sternes von 1515 und 1525 erwähnt hätte. Auch zweifelhaft sind die italienischen Beobachtungen der Sonne, die zur Bestimmung der Schiefe der Ekliptik dienten und unter Nr. 5 und 9 aufgeführt werden. Somit bleiben nur wenige in Italien angestellte Beobachtungen übrig, die zu erwähnen sind. Es handelt sich um 4 Beobachtungen, beginnend mit der Bedeckung Aldebarans durch den Mond am 9. März 1497; dies geschah zu Bologna nach Sonnenuntergang. Darüber liegen 2 Angaben vor, einerseits von Ferber, der nur als Zeit 10⅓ Uhr angab [60 S. 515], andererseits von Coppernicus [168 S. 297—298], wonach die Bedeckung am Ende der 5. Nachtstunde so erfolgte, daß Aldebaran dem unteren Mondrand um ⅓ Monddurchmesser näher stand. Als Höhe des Mondes und des Sternes wird 8° angegeben. Übrigens weicht Ferbers Zeitangabe von der coppernicanischen ab, da sie nur 3¾ Uhr nachts entspricht.

Anders verhält es sich mit 2 auch in Bologna angestellten Beobachtungen, die Coppernicus nicht im Hauptwerk erwähnte, aber in die Ephemeriden Regiomontans eintrug. Außerdem hatte ein unbekannter, vielleicht italienischer Schreiber auf das letzte Blatt der Alfonsischen Tafeln folgende Beobachtungen der Konjunktionen (Zusammenkünfte) des Mondes mit Saturn eingetragen: am 9. Januar 1500 beinahe zur 2. Nachtstunde in der Länge 15°42′ des Stieres und am 4. März 1500 beinahe zur 1. Nachtstunde in der Länge 18° 28′ des Stieres. Die 2. Beobachtung enthielt den Zusatz, daß der Mond in 35° Höhe gesehen wurde und noch höher der Stern, der sich im Maul des Widders in 21° befindet. Diese Angabe ist offenbar unrichtig. Glücklicherweise hatte Coppernicus die gleichen Beobachtungen in seine Ephemeriden eingetragen.Die 1. Beobachtung schrieb er in abgekürzter Form ein, während er bei der 2. Beobachtung die Höhe des Mondes wegließ und dafür die Höhe des 1. Sternes (α) im Widder zu 21° und die Breite des Mondes zu 1° 58′ angab. Das ist eine wichtige Ergänzung. Demgemäß scheint die Beobachtung vom 4. März 1500 so gelautet zu haben: Die Zusammenkunft wurde beinahe zur 1. Nachtstunde in der Länge 18° 28′ des Stieres beobachtet; dabei wurde der Mond in 35° Höhe und α des Widders in 21° Höhe beobachtet; die Breite des Mondes betrug 1° 58′. Worin bestand nun die Beobachtung der beiden Zusammenkünfte? Die Länge und Breite des Mondes wurden sicherlich den Ephemeriden Regiomontans entnommen. Dagegen ermittelte der Beobachter die Zeit der Konjunktion und maß bei der 2. Beobachtung die Höhe des Mondes und des Sterns, offenbar um aus der beobachteten Sternhöhe die genaue Zeit der Beobachtung abzuleiten, wie Peuer-

bach und Regiomontan gelehrt hatten. Die Berechnung der Beobachtungszeit erfolgte anscheinend nicht. Wer hat nun die beiden Konjunktionen beobachtet? Wohl Coppernicus, wenn wir annehmen, daß er seine Beobachtungen in ein jetzt verschollenes Beobachtungsbuch eintrug, wovon nur Auszüge auf unsere Zeit gekommen sind. Zur Höhenmessung diente wohl ein Astrolab, da die Höhe nur auf Grade lautet. Zu erwähnen sind 2 Einträge, daß Mars um mehr als 2^0 der Rechnung vorauseile, während Saturn um $1\frac{1}{2}^0$ zurückbleibe, die vielleicht aus italienischer Zeit stammen.

Coppernicus beobachtete am 6. Nov. 1500 in Rom die Mondfinsternis. Darüber gibt es 3 verschiedene Zeitangaben. Im Hauptwerk heißt es „nach Mitternacht 2 Uhr" und handschriftlich in Regiomontans Ephemeriden „2 Uhr 44 Min.", beides auf Rom bezogen. Dagegen gibt er für Krakau, das 5^0 östlich von Rom liege, $2^2/_5$ Uhr nach Mitternacht an. Da er diese Zeitangabe für seine Berechnungen benützt, so handelte es sich dabei wohl um seine umgerechnete erste Zeitangabe, wobei er den Längenunterschied von 5^0 versehentlich als $^2/_5$ statt $^1/_3$ Stunden in Betracht zog. Ferner gab er an, daß der Mond zu 10 Zoll verfinstert war.

Im Herbst 1503 kehrte er nach Ermland zurück, wo er hauptsächlich in Frauenburg und vorübergehend in Allenstein und Heilsberg tätig war.

Seine Beobachtungen begannen wohl 1504 und dauerten mit Unterbrechungen bis 1541. Seine Zeitangaben beziehen sich auf Frauenburg, das seiner Annahme nach auf dem gleichen Meridian wie Krakau liege. Was beobachtete er in Ermland? Finsternisse, die Höhe der Sonne und der Spika, die Örter der Planeten Venus, Mars, Jupiter und Saturn, ferner die Parallaxe des Mondes.

Bei den Finsternissen, welche die Jahre 1509—1541 umfassen, gab er in den Jahren 1509—1523 außer der Größe der Verfinsterung die Zeit des Beginnes, der Mitte und des Endes der Finsternis in Stunden und Minuten, ferner in den Jahren 1539 und 1541 auch den gleichzeitig im Meridian stehenden Ekliptikgrad an. Die Beobachtungen seit 1530 stehen nicht im Hauptwerk, das nur Beobachtungen bis 1529 enthält, sondern in Stöfflers Calendarium magnum; in dieses Buch hatte Coppernicus die Beobachtungen von 12 Finsternissen von 1518 bis 1541 eingetragen. Allerdings zeigt sich hier eine auch anderwärts bemerkbare Eigentümlichkeit, daß seine im Hauptwerk mitgeteilten Beobachtungen nicht immer mit seinen Aufzeichnungen übereinstimmen. So gab er im Hauptwerk als seine Beobachtung der Mondfinsternis vom 5. Sept. 1522 den Beginn zu $11^3/_5$ Uhr und die Mitte zu $13\frac{1}{3}$ Uhr an, während sein Eintrag in Stöfflers Calendarium: Beginn $11\frac{1}{2}$ Uhr und Ende 14 Uhr 58 Min. lautet. Ähnlich steht es mit der Mondfinsternis vom 25. Aug. 1523, deren Beginn er im Hauptwerk zu $14^4/_5$ Uhr und in Stöfflers Calendarium zu 14 Uhr 14 Min. angab. Einige Einträge betreffen Krakauer Beobachtungen, so die Sonnenfinsternis von 1518 und die Mondfinsternis von 1534, die wir Krakauer Astronomen zuschreiben müssen, da ein damaliger Aufenthalt des Coppernicus in Krakau unwahrscheinlich ist.

Welche Krakauer Beobachter kommen in Betracht? L. A. Birkenmajer hatte verschiedene Beobachtungen zusammengestellt [60 S. 459—474], die er aus Krakauer Handschriften und Drucken gezogen hatte. Von B. Wapowski

gibt es nur eine Beobachtung von Nebensonnen im Jahre 1492. Wichtiger sind die Aufzeichnungen des Magisters Martin Biem von Ilkusch. Seine Angabe über die Finsternis von 1502 ist wenig aufschlußreich und besagt nur, daß die Finsternis vorausberechnet und in Krakau beobachtet wurde, worauf mit einem Astrolab der aufgehende Grad des Tierkreises für astrologische Zwecke bestimmt wurde. Vier Kometen von 1506 bis 1539 beobachtete er. Von 1515 bis 1517 war er mit der Ausarbeitung der Schrift über die Kalenderverbesserung beschäftigt. Die Sonnenfinsternis von 1518 muß ihm sehr wichtig erschienen sein. Neben Stöfflers Vorausberechnung schrieb er sich noch 2 verschiedene Vorausberechnungen hin und fügte die beobachteten Zeiten „gemäß genauester Beobachtung" in Stunden und Minuten hinzu. Seine Beobachtung fand in Ilkusch statt; gleichzeitig wurde in Krakau die Sonnenhöhe am Ende der Finsternis beobachtet, die Coppernicus in Stöfflers Calendarium eintrug. Wichtig ist Biems Beobachtung der Sonnenfinsternis vom 28. März 1530, weil Coppernicus sie gleichzeitig in Ermland beobachtete und ihren Beginn, Mitte und Ende auf Stunden und Minuten angab. Biem hatte die Zeit auf die Sekunde und den Sonnenort auf die Bogensekunde berechnet und beobachtete die Finsternis in Krakau „sehr sorgfältig" mit einer „verbesserten Uhr", worunter wohl zu verstehen ist, daß die Uhr vorher mit Hilfe einer Sonnenuhr genau eingestellt worden war. Auch Magister Nikolaus von Schadeck beobachtete die Finsternisse [60 S. 474—479] von 1522, 1525, 1526 und 1527; seine Zeitangaben beruhen offenbar auf Vorausberechnungen. Er dürfte kaum als Krakauer Beobachter der Finsternisse von 1518 und 1534 [60 S. 551—553] in Betracht kommen, die dadurch bemerkenswert sind, daß am Schluß die Höhe der Sonne oder des Mondes gemessen und damit die Möglichkeit zu genauer Zeitbestimmung gewonnen wurde. Diese Höhenmessung kommt in den coppernicanischen Finsternisbeobachtungen nicht vor, so daß sie auch ihm nicht zuzuschreiben sind, abgesehen davon, daß sie zu Krakau gemacht wurde. Die Höhe wurde wohl mit dem Aufsatz der von Martin Ilkusch geschenkten Himmelskugel gemessen (S. 152). Außer der Verwendung dieses Gerätes ist die frühzeitige Verwendung von Uhren mit Minutenangabe für die Krakauer Beobachtungen eigentümlich. Dabei wurden die Stunden seit Sonnenuntergang gezählt, wie in Polen üblich; Biem und Schadeck benützten immer diese Stundenzählung. Dagegen verwendete Coppernicus die moderne Stundenzählung von Mittag und Mitternacht.

Im Hauptwerk verwendete Coppernicus eine Finsternisbeobachtung von 1509 mit der Bemerkung, daß er sie unter dem Krakauer Meridian erhalten habe. Damit meinte er sicherlich einen ermländischen Beobachtungsort. Wenn er eine Krakauer Beobachtung gemeint hätte, so hätte er dies gewiß angegeben, wie bei den Finsternissen von 1518 und 1534.

Außer Finsternissen beobachtete er auch die Sonne. Seine Beobachtungen, soweit er sie mitgeteilt hat, gehören der Zeit vom Frühling 1515 bis Frühling 1516 an. Er beobachtete die mittägliche Sonnenhöhe mit einem Quadranten, der folgendermaßen [168 S. 75—76] hergestellt worden war. Eine viereckige Platte von 3—4 Ellen Länge aus Holz oder besser aus Stein oder Metall wurde ganz eben geschliffen; von der einen Ecke aus wurde ein Viertelkreis gezogen und in 90^0 geteilt, die womöglich in $60'$ untergeteilt wurden.

Im Mittelpunkt wurde ein fingerlanger Stift senkrecht befestigt, der als Schattenstab diente. Vor der Aufstellung des Quadranten in der Mittagslinie wurde auf einer Fläche, deren waagrechte Lage mit einer Wasserwaage genau geprüft worden war, ein senkrechter Stift aufgestellt und um seinen Fußpunkt als Mittelpunkt ein Kreis gezogen. Bei Sonnenschein schnitt die Spitze des Schattens vor und nach Mittag den Kreis. Aus den beiden Schnittpunkten und dem Kreismittelpunkt ließ sich die Mittagslinie entwerfen, wie es seit dem Altertum der Fall war. Auf dieser Mittagslinie wurde die viereckige Platte mit einem Lot genau senkrecht aufgestellt, so daß die Platte in der Meridianebene stand und der vom Stift entworfene Schatten die Sonnenhöhe am Viertelkreis anzeigte, wobei eine besondere Vorrichtung zur genauen Ermittelung des Schattens diente, wie bereits Ptolemaeus [586; I S. 44] angegeben hatte. Die damit angestellten Beobachtungen der mittäglichen Sonnenhöhe dienten einerseits zur Bestimmung der Schiefe der Ekliptik und der Äquatorhöhe und damit der Polhöhe [168 S. 110] und andererseits zur Ermittelung der Zeit der Nachtgleichen und der Zeit, wann die Sonne in der Mitte der Tierkreiszeichen stand. Offenbar gestatteten die Beobachtungen nur die Ermittelung dreier Nachtgleichen und 4 anderer Zeiten. Aus den 7 Zeiten berechnete er die Sonnenbahn und war damit in der Lage, für die Finsternisse den Ort der Sonne zu berechnen und damit den Mondort zu ermitteln. Als Polhöhe von Frauenburg fand er $54^{0}\,19\frac{1}{2}'$. Gegen diese Polhöhenbestimmung hegte Brahe große Zweifel. Er sandte 1584 seinen Schüler Elias Olsen Cimber nach Frauenburg, um die dortige Polhöhe mit größter Genauigkeit neu zu bestimmen. Verwendet wurde dabei ein neuer Sextant, dessen Unveränderlichkeit während der Reise dadurch nachgeprüft wurde, daß er nach der Rückkehr zu den gleichen Beobachtungen wie zuvor verwendet wurde und die gleichen Meßwerte ergab [108; II S. 30]. Somit war alles getan, um die Polhöhe Frauenburgs so genau wie möglich zu bestimmen. Olsen maß 14 mal die Höhe der Sonne und 45 mal die Höhe von Sternen, woraus Brahe die Polhöhe zu $54^{0}\,22\frac{1}{4}'$ berechnete. Den Unterschied von $2\frac{3}{4}'$ gegenüber der coppernicanischen Polhöhe erklärte er zum größten Teil durch die Wirkung der von Coppernicus nicht berücksichtigten Strahlenbrechung. Tatsächlich ist der Einfluß der Strahlenbrechung geringer, wenn die modernen Tafeln zu Grunde gelegt werden.

Es ist nicht unwichtig, Olsens Polhöhenmessungen getrennt nach den Beobachtungen mit der Sonne und mit den Sternen zu untersuchen. Es berechnet sich die Polhöhe Frauenburgs aus den Beobachtungen der Sonne zu $54^{0}\,21'53''$ und der Sterne zu $54^{0}\,22'9''$; also die Sonnenbeobachtungen ergeben eine kleinere Polhöhe in Übereinstimmung mit der Berechnung von Wurzelbaurs Beobachtungen der Nürnberger Polhöhe [770 S. 17]. Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen Zach und Gauß. Nur besondere von Gauß getroffene Vorsichtsmaßnahmen bei der Beobachtung der Sonne brachten diesen Unterschied beinahe zum Verschwinden, wie Gauß an Bessel am 18. Mai 1814, am 30. Jan. 1815 und am 25. März 1818 berichtete.

Zur Berechnung der Mondbewegung gehört auch die Kenntnis der Mondparallaxe. Diese verschaffte sich Coppernicus durch die Messung des Zenitabstandes des Mondes, wenn dieser in der Mittagslinie stand, und zwar

mit einem Dreistab [168 S. 273]. Sein Dreistab war nach dem Prinzip des gleichschenkligen Dreieckes konstruiert; das untere bewegliche Richtscheit war in 1414 Teile geteilt. Diese Einteilung entsprach genau der des Dreistabes Regiomontans. Der Dreistab des Coppernicus war um einen Pfahl wie eine Tür beweglich, was bei Regiomontans Dreistab wohl nicht der Fall war. Dafür war dieser aus Metall, während der coppernicanische aus Tannenholz bestand, auf dem die Teilung mit Tinte aufgetragen war, wie Brahe berichtete [108; V S. 45—46], dem der Dreistab von Joh. Hanov geschenkt worden war. Brahe war über das Geschenk sehr erfreut und bewahrte es in seiner Sternwarte Uraniborg auf; er verfaßte am 23. Juli 1584 ein Gedicht darauf [108; VI S. 266]. Gewiß war das Gerät abgenützt, veraltet und für genaue Beobachtungen unbrauchbar; denn seine Einteilung fand Brahe unpraktisch und die Lochabsehen zu groß [108; II S. 32], so daß er bezweifelte, ob Coppernicus damit die Sternhöhen gemessen habe. Immerhin war es beachtenswert, weil Coppernicus sich bemüht hatte, die Durchbiegung des Holzes zu verhindern; er ließ die Richtscheite aus mehreren längsgeschnittenen Latten so zusammensetzen und verleimen, daß die nebeneinanderliegenden Latten wechselseitig verschoben waren. Wie Brahe berichtete, war die Einteilung, wie üblich, auf 5 Einheiten.

Dieser Dreistab war wegen seiner Beweglichkeit und seiner Lochabsehen zur Messung von Zenitabständen verwendbar, wurde von Coppernicus aber nur zur Messung im Meridian benützt. Er bestimmte damit die Mondparallaxe am 27. Sept. 1522 und am 7. Aug. 1524 und maß den Zenitabstand der Spika 1515 und 1525. Diese beiden Messungen benützte er zur Berechnung der Präzession. Aus den Zenitabständen und der Polhöhe Frauenburgs berechnete er die Deklination des Sternes zu $-8^{0}\,36'$ und $-8^{0}\,40'$ und daraus, unter Annahme der Schiefe zu $23^{0}\,28^{2}/_{5}'$, die Länge des Sternes zu $17^{0}\,14'$ und $17^{0}\,21'$ der Waage. Gewiß hatte er dabei die Wirkung der Strahlenbrechung nicht berücksichtigt; da sein Wert der Polhöhe auch durch die Strahlenbrechung verfälscht ist, so schadet diese Nichtberücksichtigung nicht. Wie genau waren seine Deklinationen? Aus Neugebauers Sterntafeln ergibt sich für 1515 $-8^{0}\,35'$ und für 1525 $-8^{0}\,38'$, also nur eine Abweichung von $1'$ und $2'$.

Mit den Planetenbeobachtungen scheint er bereits 1504 begonnen zu haben. Wie Martin Biem in Stöfflers Ephemeriden von 1504 eintrug [60 S. 460], erfolgte die Konjunktion von Jupiter und Saturn am 12. Mai 1504 gemäß Coppernicus, während Johann von Glogau sie für den 17. März und Stöffler für den 10. Juni ankündigten. Da Saturn hinter der Rechnung zurückblieb, so ist die Verfrühung der Konjunktion verständlich. Vermutlich hatte Coppernicus dieses Ereignis im Ermland beobachtet und nach Krakau mitgeteilt. Es darf bemerkt werden, daß Walthers genaue Beobachtungen in Nürnberg den 24. Mai 1504 als Tag der Konjunktion ergeben [593 a].

Für die Planetenbeobachtungen benützte Coppernicus meistens ein anderes Gerät als den Quadranten und den Dreistab. Dieses von Ptolemaeus Astrolab genannte Gerät, das wir aber wegen der jetzigen anderen Bedeutung des Wortes „Astrolab" Armille nennen wollen, beschreibt er [168 S. 111] nicht ganz klar. Darnach bestand es aus einem Meridianring, der von einer

Säule getragen wurde und die Lager für die Achse der Drehung um die Weltpole trug. Der Meridianring muß wohl eine Höhenteilung besessen haben, damit die Achse gemäß der Polhöhe eingestellt wurde. Um diese Achse dreht sich der 2. Ring, der die Lager für die Achse der Drehung um die Ekliptikpole trug. Innerhalb dieses Ringes drehte sich um die Achse des Ekliptikpoles der 3. Ring, der den Ekliptikring, geteilt in 360°, trägt. Um die gleiche Achse dreht sich der 5. Ring, der Breitenring, und innerhalb dieses Ringes ist verschiebbar der 6. Ring mit 2 gegenüberstehenden Nasen und Lochabsehen. Offenbar diente die Beschreibung des Ptolemaeus als Vorbild [586; I S. 255]. Benützen wollte er das Gerät in der Weise, daß er bei gleichzeitiger Sichtbarkeit von Sonne und Mond den 3. Ring auf die Sonne und den 5. Ring auf den Mond einstellte, um den Ort des Mondes zu bestimmen. Zur Bestimmung eines Sternortes sollte aber der 3. Ring auf den Mond und der 5. Ring auf den Stern eingestellt werden; dann ließ sich die Breite des Sternes direkt ablesen und seine Länge aus dem Mondort bestimmen. Zugleich ließ sich aus dem im Meridian befindlichen Ekliptikgrad die Zeit der Beobachtung ermitteln. Diesen Plan führte er offenbar nicht aus. Vielmehr benützte er das Gerät von 1512 bis 1529 zur Feststellung der Oppositionszeit der Planeten. Daneben liefen Beobachtungen, wobei er den Abstand des Planeten von einem hellen Stern in Länge und Breite maß und daraus den Ort des Planeten ableitete. Solche Beobachtungen teilte er von 1512 an mit; der Abstand wurde in Graden und Bruchteilen angegeben, außer am 18. Febr. 1520, wo er als Ergebnis sehr sorgfältiger Beobachtung den Abstand Jupiters von einem Skorpionstern zu 4° 31′ angibt, und 1537, wo von 45′ die Rede ist, was auf eine Unterteilung des Grades in 6 Teile und Schätzung auf 1′ hindeutet. Gelegentlich beschränkte er sich auf die Ortsschätzung des Planeten.

Seine Ermländischen Planetenbeobachtungen sind bis 1529 im Hauptwerk mitgeteilt. Beobachtungen von 1537 trug er in Stöfflers Almanach [584; Bd. I, 2 S. 268] ein; eine Beobachtung von 1538 schrieb er in die Ephemeriden Regiomontans.

Zu den Planetenbeobachtungen wurde die Armille verwendet, die aber auch bei den Finsternisbeobachtungen von 1539 und 1541 benützt wurde. Außer Uhren scheinen nur die 3 Geräte zum Beobachten benützt worden zu sein: Quadrant, Dreistab und Armille. Vom Quadranten und Dreistab sind Maße mitgeteilt, die uns eine Vorstellung von ihrer Größe geben. Die viereckige Platte des Quadranten war an jeder Seite 3—4 Ellen lang, d. h. etwa 1.7 m, wenn wir die Elle zu 49,7 cm ansetzen, wie es damals üblich war [108; Bd. V S. 319]. Vermutlich bestand die Platte aus Stein oder Metall, denen Coppernicus wegen ihrer Festigkeit den Vorzug vor Holz gab. Was den Dreistab anlangt, so war jedes der beiden gleichlangen Richtscheite weniger als 4 Ellen, also etwa 1.9 m, lang. Er hing an einem Pfahl, der mindestens 2½ m hoch gewesen sein muß, damit hochstehende Gestirne bequem zu beobachten waren. Dieses Gerät bestand aus Holz. Die Größe der Armille ist unbekannt. Aus der Einteilung des Ekliptikringes in 360° mit 6 Unterteilen läßt sich schließen, daß dieser Ring einen Umfang von mindestens 180 cm besaß. Somit müßte der Ekliptikring einen Durchmesser von mindestens

57 cm und der Meridianring von mindestens 70 cm besessen haben. Bei dieser Größe mußte das Gerät aus Metall, vermutlich aus Messing, bestanden haben.

Die folgende Zusammenstellung unterrichtet über die Beobachtungen des Coppernicus, und zwar über Datum, Gegenstand, Zeit- und Ortsangabe der Beobachtung und Beobachtungsgerät.

Die Beobachtungen des Coppernicus.

1497 März 1. Sternbedeckung durch Mond. Zeit in Stunden. Höhenmessung mit Astrolab?
1500 Jan. 9. Konjunktion von Mond und Saturn. Zeit in Stunden.
1500 März 4. Konjunktion von Mond und Saturn. Zeit in Stunden. Höhenmessung mit Astrolab?
1500 Nov. 6. Mondfinsternis. Zeit in Stunden.
Um 1500 Angabe über das Vorauseilen des Mars und das Zurückbleiben Saturns gegenüber den Jahrbüchern.
1504 Mai 12. Konjunktion von Jupiter und Saturn.
1509 Juni 6. Mondfinsternis. Zeit in Stunden.
1511 Okt. 6. Mondfinsternis. Zeit in Stunden.
1512 Jan. 1. Konjunktion von Mars mit Stern. Zeit in Stunden.
1512 Juni 5. Opposition von Sonne und Mars. Zeit in Stunden.
1514 Febr. 25. Ortsschätzung Saturns. Zeit in Stunden.
1514 Mai 5. Opposition von Sonne und Saturn. Zeit in Stunden.
1515. Höhenmessung der Spika mit Dreistab.
1515 März 11. Höhenmessung der Sonne mit Quadrant.
1515 Ende April. Höhenmessung der Sonne mit Quadrant.
1515 Juni. Messung der größten Sonnenhöhe mit Quadrant.
1515 Ende Juli. Höhenmessung der Sonne mit Quadrant.
1515 Sept. 14. Höhenmessung der Sonne mit Quadrant.
1515 Ende Oktober. Höhenmessung der Sonne mit Quadrant.
1515 Dezember. Messung der kleinsten Sonnenhöhe mit Quadrant.
1516 Ende Januar. Höhenmessung der Sonne mit Quadrant.
1516 März 11. Höhenmessung der Sonne mit Quadrant.
1518 Dez. 12. Opposition von Sonne und Mars. Zeit in Stunden.
1520 Febr. 18. Abstand Jupiter-Stern mit Armille. Zeit in Stunden.
1520 April 30. Opposition von Sonne und Jupiter.
1520 Juli 13. Opposition von Sonne und Saturn.
1522 Sept. 5. Mondfinsternis. Zeit in Stunden.
1522 Sept. 27. Zenitabstand des Mondes mit Dreistab.
1523 Febr. 22. Opposition von Sonne und Mars. Zeit in Stunden.
1523 Aug. 25. Mondfinsternis. Zeit in Stunden.
1524 Aug. 7. Zenitabstand des Mondes mit Dreistab.
1525 April 17. Höhenmessung der Spika mit Dreistab.
1525 Dez. 29. Sonnenfinsternis. Zeit in Stunden u. Min.
1526 Nov. 28. Opposition von Sonne und Jupiter. Zeit in Stunden.
1527 Okt. 10. Opposition von Sonne und Saturn. Zeit in Stunden.

1529 Febr. 1. Opposition von Sonne und Jupiter. Zeit in Stunden.
1529 März 12. Bedeckung der Venus durch den Mond. Zeit in Stunden.
1530 März 28. Sonnenfinsternis. Zeit in Stunden u. Min.
1530 Okt. 6. Mondfinsternis. Zeit in Stunden u. Min.
1532 Mindestens 2 Beobachtungen des größten Abstandes der Venus von der Sonne.
1536 Juni 18. Sonnenfinsternis. Zeit in Stunden.
1536 Nov. 27. Mondfinsternis. Zeit in Stunden u. Min.
1537 Sept. 8. Ortsschätzung des Mars.
1537 Okt. 10. Ortsschätzung von Venus und Saturn.
1537 Okt. 12. Abstand Venus-Stern mit Armille.
1537 Okt. 16. Konjunktion von Venus und Saturn.
1537 Okt. 31. Abstand Venus-Stern mit Armille.
1537 Nov. 3. Abstand Mars-Stern mit Armille.
1537 Nov. 7. Abstand Mars-Stern mit Armille.
1537 Nov. 12. Abstand Venus-Stern mit Armille.
1537 Nov. 13. Ortsschätzung von Mars.
1537 Nov. 13. Abstand Venus-Stern mit Armille.
1537 Nov. 15. Abstand Mond-Jupiter mit Armille.
1538 Jan. 18. Konjunktion von Mond und Saturn. Zeit in Stunden.
1538 Febr. 1. Ortsschätzung des Mars.
1539 April 18. Sonnenfinsternis in Stunden u. Min. Mit Armille.
1540 April 6. Sonnenfinsternis. Zeit in Stunden u. Min.
1541 Aug. 20. Sonnenfinsternis. Zeit in Stunden u. Min. Mit Armille.

Wo hatte Coppernicus seine Beobachtungsgeräte aufgestellt? Besaß er eine Sternwarte? Die Fragen wollen wir zuerst für Frauenburg zu beantworten versuchen. Bekanntlich bewohnte er wie jeder Domherr ein Haus außerhalb der Domburg und besaß einen Turm der Domburg; dieser Turm war nur als Zuflucht in Kriegszeiten gedacht und enthielt unten einen Wohnraum mit Kammer, in der Mitte die Treppe und den Abort und oben einen Raum, der mit den nächsten Türmen durch einen gedeckten hölzernen Wehrgang in Verbindung stand und zur Verteidigung diente. Der seit 1618 [347 S. 290] als „Turris Copernicana" bezeichnete Nordwestturm enthält jetzt oben das Coppernicus-Museum. Dieser Raum wurde zuerst 1778 [100 S. 343] als seine Beobachtungsstätte bezeichnet. J. Bernoulli [584; Bd. I, 2 S. 19] schrieb darüber in seiner Reisebeschreibung: „ein artiges, sauberes Zimmer, welches eine vortreffliche Aussicht gewährte!... Hier soll der große Astronom seine meisten Beobachtungen angestellt haben; es gehet ein kleiner Altan von diesem Zimmer nach dem nahe liegenden Glockenthurm, welcher Altan unter freiem Himmel nach den Umständen zu nämlichen Behufe diente." Diese Angaben sind unglaubwürdig. Der obere Raum besaß früher 9 stichbogige Lucken, die in der Breite von 0.7 m die fünffußdicke Mauer durchbrachen. Von hier konnte Coppernicus allenfalls eine Finsternis beobachten; aber seine großen Geräte konnte er hier nicht gebrauchen. Dafür war aber der anstoßende nach Südsüdost gerichtete und von Bernoulli als Altan bezeichnete Wehrgang auch nicht brauchbar; er war wie alle Wehrgänge gedeckt

und nur 1 m breit und nicht fest genug, um den 3 Geräten eine unerschütterliche Stütze zu geben. Schon das Gehen des Beobachters mußte den Gang erschüttern. Alle diese Gründe sprechen gegen die Verwendung des Wehrganges. Sicherlich ist Bernoullis Angabe zweifelhaft, wie auch seine Erzählung vom Wasserwerk des Coppernicus. Zu erwähnen ist, daß Joh. Broscius in seinem Gedicht auf den Turm [182] ihn nur als Stätte des Buches, aber nicht als Sternwarte pries.

Es gibt aber eine alte Nachricht über die Beobachtungsstätte. Brahe sagt bei der Mitteilung der Beobachtungen seines Gehilfen in Frauenburg 1584 [108; Bd. X S. 345], daß sie im Hause des Ecard von Kempen angestellt wurden. Dieses Haus lag sehr nahe westlich vom Türmchen, wo Coppernicus alle seine Beobachtungen gemäß Angabe der Einwohner gemacht haben soll. Was bedeutet das Wort Türmchen (turricula) ? Damit bezeichnete Brahe seine 18 Fuß hohen Beobachtungstürme neben seiner Uraniborg. Demgemäß dürfte das Wort auf den doppelt so hohen Coppernicus-Turm kaum passen. Dazu kommt, daß westlich davon das Haus des Kempen lag. Westlich vom Coppernicus-Turm liegt eine tiefe Schlucht, so daß die Ortsangabe auf den Turm nicht zutreffen kann. Gab es damals einen niedrigen Turm ohne Dach, der in Betracht kommen könnte? Da sich das Haus Kempens nicht ermitteln läßt, so erübrigen sich weitere Überlegungen. Wenn Coppernicus das Türmchen für alle seine Beobachtungen benützt hatte, so dürften nicht immer dieselben Geräte darauf gestanden haben. Der Quadrant wurde offenbar nur in den Jahren 1515—16 verwendet; vielleicht zerbrach er im Reiterkrieg 1520, als die Landsknechte des Ritterordens alle Gebäude, mit Ausnahme des Domes selbst, niederbrannten [428 S. 267]. Den Dreistab und die Armille dürfte Coppernicus damals in Allenstein bei sich gehabt haben; mit ihnen führte er später seine Beobachtungen fort.

Coppernicus war vom November 1516 bis Juni 1521 meistens von Frauenburg abwesend und zwar als Statthalter in Allenstein. Es ist deshalb wahrscheinlich, daß er die Opposition von Mars und Sonne dort beobachtete; aber auch die 3 Beobachtungen Jupiters und Saturns dürfte er 1520 dort gemacht haben [428]. Zu diesen 4 Beobachtungen benötigte er die Armille. Wo hatte er das Gerät in Allenstein aufgestellt? Besaß er dort eine Sternwarte?

Coppernicus bewohnte als Statthalter das Schloß zu Allenstein, und zwar den Nordflügel, der im Obergeschoß den Amtsraum und den Schlafraum des Statthalters enthielt. Vor diesen beiden Räumen lief auf der Südseite ein offener Gang. Gegenüber lag der andere Flügel mit dem hohen Hauptturm am westlichen Ende. Dieser Turm soll ihm als Sternwarte gedient haben, so berichtete Pfarrer H. R. Hein 1796 [338]. Diese Nachricht verdient keinen Glauben und entstand aus der Sucht, überall Andenken an den berühmten Mann zu suchen und festzustellen, mochte es sich um Wasserleitungen, Sonnenuhren oder Sternwarten handeln. Für Coppernicus bestand keine Veranlassung, seine Armille auf dem Turm aufzustellen. Bei dem hochgelegenen Schlosse genügte es vollständig, wenn er sein Gerät im obersten Stockwerk seines Treppenturmes, der an der Westecke des von ihm bewohnten Schloßflügels steht, aufstellte und durch die dortigen, jetzt zuge-

mauerten Fenster beobachtete. Auch der Gang vor dem Amtsraum konnte dafür in Betracht kommen.

Was ergab unsere Untersuchung? Drei Beobachtungen in Bologna und eine Beobachtung in Rom lassen sich nachweisen, zwei weitere Planetenbeobachtungen sind wahrscheinlich. In Ermland, hauptsächlich in Frauenburg, hat er mindestens 9 mal die Sonnenhöhe beobachtet, ferner 12 Finsternisse, 2 Mondparallaxen, 2 Spikahöhen, 28 Planetenörter, wozu noch 2 Venusbeobachtungen von 1532 zu rechnen sind. Demnach lassen sich mindestens 61 Beobachtungen nachweisen, von denen die genaueren und besseren in Ermland angestellt sind. Dabei wurde ein Quadrant, ein Dreistab und eine Armille verwendet. Eine Sternwarte, d. h. ein für das Beobachten bestimmtes Gebäude, besaß Coppernicus nicht.

C. Die Sonnenuhren des Coppernicus.

Coppernicus soll verschiedene Sonnenuhren an Gebäuden entworfen haben. Das wäre nicht verwunderlich. Aus seiner Zeit stammen die kunstvollen Sonnenuhren an der Martinskirche in Landshut, an der Burg Trausnitz, an der Lorenzerkirche in Nürnberg. Daß die gleiche Vorliebe für Sonnenuhren auch in Preußen bestand, geht aus dem Briefwechsel des Herzogs Albrecht mit Georg Hartmann und Tiedemann Giese hervor. Giese besaß, wie Rheticus in seinem Lobe Preußens 1539 mitteilte [584; Bd. I, 2 S. 460], eine metallene Ringsonnenuhr und eine kunstvolle aus England bezogene Sonnenuhr. Diese Sonnenuhr aus Stein und bemalt, von ihm „Steinseiger" genannt, galt für 55° Polhöhe und stand im Freien. Vermutlich ähnelte sie den steinernen Sonnenuhren, die der aus München stammende Hofuhrmacher Heinrichs VIII. und Oxforder Professor Nikolaus Kratzer herstellte. Ihn dürfen wir als den Hersteller des „Steinseigers" bezeichnen, da es damals in England sonst keinen „hochgerümbten Mathematicus" gab, der sich auf diese Kunst verstand [322; Bd. II, S. 101 u. 230]. Die schöne Sonnenuhr sandte Giese dem Herzog im August 1543 als Gegengeschenk für eine kreuzförmige Sonnenuhr, welche ihm dieser im Frühjahr 1543 geschickt hatte. Diese anscheinend besonders einfallsreiche kreuzförmige Sonnenuhr dürfte von Georg Hartmann in Nürnberg hergestellt sein; denn der Herzog bestellte bei ihm am 16. Juli 1543 „widerumb ein solch compast Creutzlein, als Ir uns jüngst vberschigkt ... vnd daneben etliche holtzene Compast auff den prussischen polum". Auch Coppernicus besaß eine Sonnenuhr; das geht aus 3 Briefentwürfen hervor, welche Joachim Bernhard, früher Pfarrer von Santoppen, im Jahre 1592 an den Administrator-Stellvertreter des Bischofes in Heilsberg richtete. Darnach war Bernhard aufgefordert worden, ein „solarium" des Coppernicus zurückzugeben. Bernhard glaubte es früher zum Geschenk erhalten zu haben und bot schließlich, wohl um die Sache aus der Welt zu schaffen, 1 Gulden als Ersatz für die verlorene Sonnenuhr an [Zeitschrift f. d. Geschichte u. Altertumskunde Ermlands 23 S. 798 und Mitteilung Brachvogels]. Die große als Ersatz angebotene Summe läßt auf eine kunstreiche Sonnenuhr schließen. Vermutlich war es eine Reisesonnenuhr. Man könnte an die kunstvollen Reisesonnenuhren denken, die Hartmann für den Herzog

Albrecht schuf, und vermuten, daß Albrecht ein solches Kunstwerk dem Coppernicus geschenkt hatte, als dieser im April 1541 nach Königsberg kam um auf Wunsch des Herzoges dessen Amtshauptmann Georg von Kunheim zu heilen.

Eine besonders kunstvolle Sonnenuhr soll Coppernicus in Allenstein entworfen haben. Pfarrer Hein, der die Räume des Coppernicus im dortigen Schloß bewohnte, schrieb darüber 1796 [338 S. 713—715]: „Hiernächst hatte er in dieser Stube, deren zwey Fenster gegen Abend liegen, an der Stubenwand eine Sonnenuhr, welche also zu der Zeit, wenn diese Uhr eben zeigte, nemlich in den vormittäglichen Stunden, nicht unmittelbar von der Sonne beschienen werden konte, auf diese Weise angebracht. In einer Entfernung von 100 Fuß stehet noch dieser Stube gegenüber ein rund gebauter Thurm. An demselben befand sich in der Mitte ein runder Spiegel, in der Gestalt einer ziemlich großen Schüssel, daran der Ring noch an dem Thurme sichtbar ist. Dieser empfing die Strahlen der Vormittags-Sonne und warf solche (714) wieder auf einen andern kleinen Spiegel, der in dem gegenüberstehendem Fensterknopf befindlich und von der Größe war, daß ein Thaler genau hineinpaßte. Hier brachen sich nun die Strahlen wieder und warfen den Schein auf die Sonnenuhr. Diese war noch lange in der Stube sichtbar, als die zween Spiegel schon zerbrochen waren. Doch habe ich das Loch des kleineren Spiegels oft in den 4 Jahren meines Hierseyns betrachtet. Da aber auch der sehr vest gebaute Fensterknopf endlich äußerst schadhaft wurde: so mußte ich es leider leiden, daß auch dieses Denkmahl des thätigen Mannes unterging; so wie man auch die Ziffern der Uhr selbst, vermuthlich als eine Unzierde der weißen Wand, mit Kalk verwischt hatte. Welche Gründe jedoch den Mann zur Ausführung dieses Kunstwerks bewogen haben mögen, da die Sonnenuhr, besonders zur Zeit des Winters, nur wenige Stunden gezeigt haben kann, habe ich bisher noch nicht völlig enträtseln können. Eine besondere Vorliebe zur Verfertigung dieser Uhren muß er indessen besessen haben, da er auch an der einen Ecke dieses Schlosses, welches in der letzten Hälfte des 14ten Jahrhunderts erbaut ist, zwo Sonnenuhren an (715) gebracht hat, wovon die eine die Strahlen der Mittags- die andere der Abend-Sonne empfängt." In dieser Mitteilung ist zunächst auffällig, daß die Stube mit der Sonnenuhr 2 Fenster zum Turm hin, nach Westen, gehabt hätte. Das kann auf die beiden von Coppernicus bewohnten Räume nicht zutreffen; deren Fenster gingen nicht zum Turm hin. Anders ist aber der Sachverhalt, wenn wir den Zustand des Schlosses zu Heins Zeit betrachten [755 S. 29, 41]. Damals bildete der Gang vor dem Amtsraum die sog. Beobachtungsstube des Statthalters; diese im Jahre 1676 geschaffene Stube [755 S. 34] war durch Wände gegen den Treppenturm und gegen den übrigen Teil des Ganges verschlossen. Die Bogen waren soweit zugemauert, daß nur 2 Fenster mit Fensterkreuzen vorhanden waren. Dann ist Heins Beschreibung verständlich: ein Spiegel am Hauptturm warf das Sonnenlicht auf einen kleineren Spiegel im Fensterknopf des gegenüberliegenden Fensters und von da auf die Sonnenuhr, die sich an der Wand der Beobachtungsstube befand. Allerdings waren die beiden Spiegel schon zerstört, bevor Hein nach Allenstein kam. Deshalb ist zu erwarten, daß seine Schilderung nicht

genau ist. Sie kann nicht richtig sein; denn eine solche Sonnenuhr mit 2 Spiegeln war unmöglich, da der große Abstand der Spiegel von mindestens 30 m und die Kleinheit des im Fensterkreuz befestigten Spiegels nur bei einem bestimmten Sonnenstande den Sonnenstrahl vom großen zum kleinen Spiegel und von dort zum Zifferblatt ermöglicht hätte, d. h. nur an wenigen Tagen des Jahres hätte der Sonnenstrahl über das Zifferblatt wandern können. Da das Fensterkreuz aber erst 1676 eingesetzt wurde, so erübrigt sich alles Nachdenken, warum Coppernicus eine so ungewöhnliche Sonnenuhr entworfen hätte. Der Sachverhalt stellt sich sofort anders dar, wenn die Wand der Beobachtungsstube ins Auge gefaßt wird. Dort zeigt sich oberhalb der vom Amtsraum kommenden Tür das große Zifferblatt einer Sonnenuhr mit den Linien der gewöhnlichen Stunden und der Stunden seit Sonnenaufgang [782]. Dieses Zifferblatt meinte Hein, als er davon sprach, daß man es mit Kalk verwischt hatte. Dieses Zifferblatt, dessen Schattenstab fehlt, ist seit 60 Jahren als „astronomische Zeichnung" des Coppernicus bekannt. Da bei der Erneuerung des Schlosses in den Jahren 1865—66 die Einbauten des Ganges beseitigt wurden, so schwand auch die Erinnerung daran und das Zifferblatt wurde nicht in Verbindung mit der von Hein erwähnten Sonnenuhr gebracht, sondern man glaubte bis jetzt im ehemaligen Amtsraum oder Schlafraum nach Spuren suchen zu müssen.

Die Sonnenuhr in ihrem jetzigen Zustande zeigt die Abb. 34. An der Wand oberhalb der Tür bis zur Decke ist eine 1⅓ mal 6⅔ m große verputzte, weiße Fläche zu sehen, auf der die roten von links oben nach rechts unten gehenden Linien und die von unten nach oben ausstrahlenden schwarzen Linien und einzelne schwarze Zahlen und Linien zu sehen sind. Die Untersuchung im Juni 1941 ergab, daß das Zifferblatt mit der Decke aufhört und keine Fortsetzung nach oben hat. Ferner zeigte es sich, daß unter der wohl 1911 aufgetragenen Tünche noch ältere Linien sichtbar sind, die z. T. anders verliefen. Die letzte Erneuerung war offenbar sehr ungeschickt ausgeführt worden. Zahlen und Buchstaben sind falsch erneuert. Demgemäß kann das Zifferblatt in seinem jetzigen Zustand keine Vorstellung von der von Coppernicus entworfenen Sonnenuhr geben. Eine Untersuchung des Zifferblattes nach der von Coppernicus benützten Formel und nach der Lage des Schattenstabes ist solange zwecklos, bis nicht der ursprüngliche Zustand wiederhergestellt wird. Dabei wäre auch darauf zu achten, daß die Stützbalken beseitigt und das störende Messingblech oberhalb der Lampe entfernt wird.

Aus dem Zifferblatt ist immerhin zu ersehen, daß die roten Linien die Stunden von 3 bis 18 seit Sonnenaufgang angeben. Die zugehörigen Zahlen 7 und 10 zeigen noch die Form der Zahlen zur Zeit des Coppernicus. Die Wandfläche läuft von Ostsüdost nach Westnordwest, d. h. die Außenwand des Ganges bildet einen Winkel von 115° mit der Meridianlinie und das Gleiche gilt wohl für die Fläche des Zifferblattes, so daß sie nach Südsüdwest schaut. Ob im Winter die Sonnenstrahlen auf das Zifferblatt fielen oder durch den hohen Südflügel abgehalten wurden, das läßt sich nur entscheiden, wenn die frühere Höhe des Giebels dieses Flügels bekannt ist. Jetzt nimmt er den Ausblick bis zu 25° Höhe weg.

Um 1520 sah das Schloß sicherlich anders als jetzt aus. Damit die Sonnenuhr ihren Zweck erfüllen konnte, durften damals das Dach und die Außenwand des Ganges mit den Spitzbogenöffnungen nicht bestanden haben; denn durch die Bogenöffnungen fällt der Sonnenstrahl auf das Zifferblatt nur bei tiefstehender Sonne. Gegen diese Voraussetzung könnte man einwenden, daß die Bogen des Ganges im Obergeschoß gotisch sind, also auf eine frühe Entstehung deuten. Nun ist aber erst 1530 die neue Kapelle im Südflügel völlig im gotischen Stil gebaut worden; die Ausstattung der Räume des Statthalters mit ähnlichen gotischen Netzgewölben ist für diese Zeit, also nach der Anwesenheit des Coppernicus, anzunehmen [755 S. 31, 33], so daß die spätere Ausstattung des Ganges mit Dach und mit der Außenmauer mit den gotischen Bogen nicht unwahrscheinlich ist. Gewiß ist dieser Umbau durch Rechnungen nicht zu belegen; denn die Rechnungen für das Schloß Allenstein fehlen vor 1550 vollständig und nur ein Zufall hat den Vertrag über den Bau der neuen Kapelle erhalten. Wenn der Gang schon zu seiner Zeit mit Dach und Außenmauer versehen war, dann hätte er sicherlich nicht ein umständliches und großes Zifferblatt an ungeeigneter Stelle anbringen lassen, sondern dort, wo die Sonne hinscheinen konnte, an der jetzigen Außenwand des Nordflügels. Coppernicus war als Statthalter Schloßherr und konnte die Sonnenuhr anbringen lassen, wo es ihm beliebte.

Hein erwähnte auch zwei von Coppernicus stammende Sonnenuhren an einer Schloßecke, von denen die eine für die Mittags- und die andere für die Abendstunden in Betracht kam. Da Hein die Fenster der Beobachtungsstube gegen Abend blicken läßt, so käme nach seiner Beschreibung nur die zur Stadt gerichtete Südwestecke des Südflügels des Schlosses in Betracht. Jetzt ist keine Spur davon zu sehen. Auch die Steinzeichnung Quasts von 1852 läßt nichts erkennen. Ob diese Sonnenuhren von Coppernicus stammten, läßt sich daher nicht sagen. Wahrscheinlich sind sie erst im 17. oder 18. Jahrhundert entstanden, wie es in Preußen üblich war.

Auch in seiner Heimatstadt Thorn soll Coppernicus Sonnenuhren entworfen haben. Wernicke berichtet in seiner „Geschichte Thorns" (Thorn 1842, Teil I S. 319): „die von dem unsterblichen Kopernikus an der Johannis-Pfarrkirche angebrachte Sonnenuhr, die von demselben errichteten Laufbrunnen". Da die Laufbrunnen fälschlicherweise dem Coppernicus zugeschrieben wurden [577], so verdient Wernickes Angabe wenig Glauben. Praetorius spricht in seiner Topographisch-historisch-statistischen Beschreibung der Stadt Thorn (S. 78, 138) von einer öffentlichen Sonnenuhr am Turm der Johanneskirche, „die Kopernikus selbst, als er an dieser Kirche eine Zeitlang Probst war, angelegt haben soll"; Coppernicus war nie Probst dieser Kirche. Diese Nachricht ist falsch wie auch die Nachricht über die Sonnenuhr am Kirchturm; denn im Stadtarchiv Thorn befindet sich ein 1794 entstandenes Aquarell dieses Turmes vom Hofmaler Alberti, worauf keine Sonnenuhr zu sehen ist. Dagegen befindet sich eine Sonnenuhr am Langhaus der Kirche und zwar am 2. Pfeiler von Osten berechnet. Es ist eine einfache, auf viereckigem Verputz gemalte Sonnenuhr für die Stunden VI .. XII .. IV. Der Schattenstab steht senkrecht zur Wand statt polwärts. Dem Aussehen nach stammt sie aus dem XVIII. Jahrhundert und dürfte damals entstanden sein,

als Thorn um 1740 durch Sonnenuhren am Rathaus und am Kulmertor bereichert wurde.

Ähnlich unsicher ist die Überlieferung in Frauenburg. Auch hier soll es von Coppernicus entworfene Sonnenuhren geben. Bergau berichtet in seinem Aufsatz „Über den Dom zu Frauenburg in Ostpreußen" (Die Dioskuren, Deutsche Kunst-Zeitung, 40, 1860 S. 319—320, 343—346) darüber „Auch die vielen am Dom angebrachten Sonnenuhren werden gewöhnlich, mit welchem Recht will ich nicht entscheiden, dem Copernicus zugeschrieben." Am Dom ist jetzt keine Sonnenuhr zu sehen. Auch ältere Ansichten lassen davon nichts erkennen. Leider wurde weder in Frauenburg, noch in Thorn oder Allenstein bei der Erwähnung der Sonnenuhren ein Bild davon gebracht. Jetzt ist es natürlich schwer, die Angaben auf ihre Richtigkeit zu prüfen, da die seitdem erfolgten weitgehenden Erneuerungen der Bauten den früheren Zustand sehr geändert haben. Vielleicht meinte Bergau nicht den Dom selbst, sondern auch seine Umgebung. Vielleicht dachte er an den Glockenturm in der Dommauer mit den vielen Sonnenuhren an seinen 4 Seiten. Diese Sonnenuhren stammen wie der Glockenturm erst aus dem 17. Jahrhundert. Im Jahre 1686 erhielt der Maler Franz für das Malen der Sonnenuhren am Glockenturm 80 Gulden und der Jesuitenpater Krüger für den Entwurf 36 Gulden [Zeitschrift f. d. Geschichte u. Altertumskunde Ermlands 16 S. 672]. Von Krüger sind wohl auch die 5 Sonnenuhren an zwei Pfeilern der Kapelle in Frauenburg entworfen. Auch sie tragen Kugeln am Ende des Polstabes, um die Jahreszeit anzugeben. Die Zifferblätter sind zum größten Teil zerstört. Mit Coppernicus haben diese Sonnenuhren nichts zu tun, so wenig wie die früher am östlichen Tor der Domburg vorhandene Ostuhr, die Quaglio 1833 auf seinem Gemälde der östlichen Domburg abgebildet hatte. Das Gemälde in der Prussia-Sammlung zu Königsberg zeigt die Sonnenuhr mit Polstab und mit den Stundenzahlen VIII .. XII .. IV Uhr in geschwungenem Bande. Eine solche Ostuhr mit dem Zifferblatt einer Süduhr kann nicht von Coppernicus stammen. Sicherlich gab es zu seiner Zeit eine Sonnenuhr in der Domburg. Zum richtigen Stellen der Räderuhren mußte der Uhrmacher sich nach einer Sonnenuhr richten. Eine solche Sonnenuhr wurde wohl schon im 15. Jahrhundert hergestellt, als der Dom am Seigerturm eine öffentliche Uhr erhielt. Coppernicus dürfte diese Sonnenuhr auf ihre Richtigkeit geprüft haben. Aber ob er sich genötigt sah, eine neue Sonnenuhr zu entwerfen, das wissen wir nicht.

Auch am Dom zu Leslau soll er eine Sonnenuhr entworfen haben [69 u. 70]. Zuerst tritt die Angabe in der Dombeschreibung des J. Bartoszewicz [60 S. 417] in der Form auf: „Aus dieser Zeit (XVI. Jahrh.) stammt die berühmte Sonnenuhr mit den Tierkreiszeichen an der Wand der Kapelle der Jungfrau Maria, welche angeblich nach der Sage Kopernikus hergestellt haben soll, wobei er die folgenden lateinischen Verse darunter setzte: Hic Tibi ... habes." Wie der 1919 verstorbene Prälet Chodynski sich erinnerte, zeigte die Sonnenuhr vor ihrer Erneuerung im Jahre 1890 den Namen Copernicus und die Jahreszahl 1490. Wie ich 1933 nachwies [768], sind diese Nachrichten nicht glaubwürdig. Die Sonnenuhr kann nicht vom Jahre 1490 oder aus der Zeit des Coppernicus stammen, da die Kapelle erst im 17. Jahr-

hundert erbaut worden ist. Damals wurde sie mit der Sonnenuhr und mit der Landkarte der Diözese Leslau geschmückt.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß Coppernicus Sonnenuhren auch an anderen Orten als im Schloß zu Allenstein entworfen hatte. Jedoch sind anscheinend solche in seine Zeit zurückreichende Sonnenuhren nicht mehr vorhanden. Die Sonnenuhren im Stift zu Guttstadt und im Schloß zu Heilsberg stammen aus dem 18. Jahrhundert. Die Kirchen zu Kulm, Kulmsee, Heilsberg und Allenstein zeigen keine Sonnenuhren; auch die noch gut erhaltene gotische Dorfkirche zu Kaschorek bei Thorn, wo der Vater des Coppernicus ein Weingut besaß, zeigt keine Andeutung einer Sonnenuhr.

D. Die Streitschrift gegen Johannes Werner in der Schweinfurter Stadtbibliothek.

Die Stadt Schweinfurt besitzt eine bedeutende Bibliothek alter naturwissenschaftlicher und medizinischer Bücher und Handschriften. Die Bücher stehen seit 1741 im stimmungsvollen Bibliotheksraum des Rathauses und sind größtenteils so gut erhalten, daß die eingeklebten Tafeln und andere Einlagen noch vorhanden sind. Nicht wenige Bücher sehen so schön aus, als ob sie eben erst aus der Druckerei gekommen wären. Unter den Büchern zeichnen sich verschiedene durch den gleichen Einband: glattes weißes Pergament mit und ohne grünseidene Bänder bei den Drucken und weißen Einband von Pappe oder Papier bei den Handschriften vor den übrigen aus und zeigen auch inhaltlich eine große Verwandtschaft. Diese Bücher, zu denen auch Werke des Coppernicus zählen, gehörten früher dem Altdorfer Professor Petrus Saxonius. Dies konnte ich feststellen, als ich das in der Wiener Nationalbibliothek befindliche handschriftliche Verzeichnis (Vin 12411) seines wissenschaftlichen Nachlasses durchlas und dabei einige Instrumente aufgeführt fand, die ich vorher in Schweinfurt gesehen hatte. Die Vergleichung des Verzeichnisses mit dem Bücherbestand in Schweinfurt ließ keinen Zweifel übrig, daß ein beträchtlicher Teil des Nachlasses sich jetzt in der Stadtbibliothek und im Stadtmuseum zu Schweinfurt befindet, während ein anderer Teil der Handschriften von Daniel Schwenter (†1636) gekauft und durch seinen Sohn 1641 der Altdorfer Universitätsbibliothek geschenkt wurde, von wo er später in die Universitätsbibliothek Erlangen kam. Der Verkauf dürfte bald nach dem am 16. Sept. 1625 erfolgten Tode des Saxonius geschehen sein. Vermutlich dürfte Dr. Joh. Lorenz Bausch (1605—1665), der später in Schweinfurt Stadtarzt wurde und dort die Akademie gründete, die als Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinische Deutsche Akademie der Naturforscher eine wichtige Tätigkeit entfaltete, in seiner Altdorfer Studienzeit vom Nachlaß gehört und seinen Vater Dr. Leonhard Bausch († 1636), damals Stadtarzt in Schweinfurt, aufmerksam gemacht haben. Leonhard Bausch hatte von 1593—95 in Wittenberg auch astronomische Vorlesungen gehört, wovon noch jetzt ein Vorlesungsheft in der Stadtbibliothek zeugt, und dadurch die mathematischen Wissenschaften lieb gewonnen. Er dürfte den Teil des Nachlasses mit den wichtigsten Geräten erworben und der Ratsbibliothek in

Schweinfurt geschenkt haben. Dagegen hinterließ er seine eigenen zahlreichen medizinischen und astronomischen Bücher 1636 seinem Sohn Joh. Lorenz, der noch im gleichen Jahr seinen Namen in die Bücher schrieb und sie später auch der Ratsbibliothek schenkte, wo sie sich durch den Namenseintrag und durch ihr Äußeres von den Büchern des Saxonius unterscheiden.

Saxonius besaß eine wertvolle Bibliothek, die er trotz seiner Jugend zusammengebracht hatte. Er war 1591 in Husum geboren, hatte zuerst in Leipzig und später von 1612—14 in Altdorf studiert und sich dann auf Reisen begeben, wobei er Chr. Scheiner in Ingolstadt, S. Marius in Ansbach, Faulhaber in Ulm und Maestlin in Tübingen besuchte. Nach kurzem Aufenthalt in Altdorf, wo er 1616 Sonnenflecken beobachtete und darüber einen Kupferstich erscheinen ließ, reiste er nach Holland. Nach dem Tode seines Lehrers Joh. Praetorius († 1616) kehrte er nach Altdorf zurück und wurde dort Professor der Mathematik. Das Verzeichnis seines Nachlasses mit den zahlreichen Angaben über den Inhalt der Bücher läßt ersehen, welche Wissensgebiete er pflegte und welche Arbeiten er auszuführen gedachte, wenn er länger hätte leben dürfen. Allerdings ist das Verzeichnis nicht vollständig, indem es bei manchen Sammelbänden nur das erste Werk anführt und die anderen außer Acht läßt. Dadurch erscheint der Nachlaß geringer als er tatsächlich war; auch sind manche Anmerkungen oder andere Angaben, die auf die Herkunft der Bücher schließen lassen, unberücksichtigt geblieben. Da jetzt nur ein Teil seiner Büchersammlung zugänglich ist, so läßt sich über den Umfang und die Zusammensetzung seiner Sammlung keine erschöpfende Auskunft geben. Gewiß ist, daß es sich hier um eine wichtige Bibliothek handelte und daß die wiederholten Anmerkungen über die „schönen Antiquitäten" berechtigt waren. Deshalb wollen wir das Verzeichnis am Schluß des Abschnittes ungekürzt abdrucken. Es zählt die Bücher nach ihrer Größe auf. Das oberste Fach füllten 49 Bände und 7 Handschriften in 8^0 und 6 Drucke in 12^0, das II. Fach 63 Druckbände in 4^0, das III. Fach 65 Druck- und Handschriftenbände in 4^0, das V. Fach 41 Druckbände in 2^0, das VI. Fach 5 Druck- und 20 Handschriftenbände in 2^0, 5 liegende sehr große Handschriftenbände, 35 Druckbände in 2^0, 4^0, 8^0 und 12^0, ferner 25 liegende ungebundene Bücher. Das IV. Fach diente nur zur Aufstellung der 33 zuletzt angeführten Geräte.

Einen großen Teil seiner Bibliothek bildeten die Bücher und Handschriften aus dem Besitz seines Lehrers Joh. Prätorius, der von 1576 bis 1616 Professor der Mathematik an der Altdorfer Universität war. Von den 255 Bänden mit Druckschriften und 73 Bänden mit Handschriften stammen mindestens 79 aus seinem Besitz; tatsächlich werden es noch mehr gewesen sein; denn wenn von den 11 Bänden des Hommel auch nur 3 mit Anmerkungen des Praetorius versehen sind, so dürfen wir wohl annehmen, daß die übrigen 8 Bände auch an Praetorius und dadurch an Saxonius gelangten. Ähnlich dürfte es mit den Bänden des Rheticus sein. Praetorius hielt sich 1569 und 1571 in Krakau bei Rhetius auf. Dabei erhielt er nicht nur die Bücher Nr. 46 und 94, sondern bekam auch Einblick in die Arbeiten des Rheticus (Nr. 257), in seine Herausgabe der Werke des Joh. Werner (Nr. 51 u. 254) und in die bisher unveröffentlichten Werke der Regiomontan (Nr. 51 u. 160) und Coppernicus (Nr. 160). Auch von Konrad Dasypodius in Straß-

burg bekam er Bücher geschenkt (Nr. 2 u. 13), so daß anzunehmen ist, daß auch Nr. 14 als Geschenk zu Praetorius kam, wie auch das Buch Schönborns (Nr. 48). Zu erwähnen sind seine eigenen Vorlesungshefte von 1573 bis 1614 und Hommels Arbeiten von 1545 bis 1561. Von Praetorius stammten sicherlich auch die meisten Geräte, nämlich die Maßstäbe, Reißfedern, Zirkel, Winkelmaße und Stecken, alles Geräte für die Feldmessung, die er seine Schüler lehrte. Es ist sehr wahrscheinlich, daß er auch die astronomischen Geräte (Nr. 325—330, 332, 346—347) erworben und für seine Vorlesungen benützt hatte; denn damals mußte der Mathematiker selbst für seine Unterrichtsgeräte sorgen. Vielleicht hatte er auch die alten Bücher gekauft: die große Reihe von Jahrbüchern (Nr. 272, 273, 279—286), die frühen Drucke (Nr. 197—199, 211, 236—238, 271, 275—277, 300, 301) und die „schönen Antiquitäten", nämlich Regiomontans Abschrift des Euklid, die später Albrecht Dürer besaß (Nr. 155) und das Prachtwerk auf Pergament, die Planetentafeln mit den Figuren zur Darstellung der Planetenbewegung (Nr. 264). Ihm dürften auch die Bücher und Handschriften über die Perspektive und über den Festungsbau gehört haben (Nr. 230—232, 265, 266). Dazu kamen natürlich noch die wichtigsten der in Basel und Nürnberg erschienenen Drucke, die auch zum Unterricht gehörten. Saxonius war durch die Übernahme der Bücher seines Lehrers in den Besitz einer großen Bibliothek gekommen, so daß er sich darauf beschränkt haben dürfte, nur noch solche Bücher zu erwerben, die nachher erschienen oder seinen Neigungen entsprachen; dazu kamen natürlich noch seine Bücher aus seiner Studienzeit. Offenbar lag ihm die einwandfreie Herausgabe der antiken Werke über Physik und Mathematik am Herzen; deshalb verglich er die gedruckten Ausgaben der griechischen Werke der Aristoteles, Euklid, Apollonius, Heron und Pediasmus mit zuverlässigen alten Handschriften und trug die Änderungen in sein Exemplar ein (Nr. 65, 66, 195, 242, 244—246). Wir dürfen wohl annehmen, daß auch andere Werke antiker Mathematiker und Pysiker durch Saxonius für solche Untersuchungen erworben wurden, wie auch von ihm die optischen Arbeiten Scheiners (Nr. 194) stammen, die Saxonius 1614 aus seinem Munde erfahren hatte. Dazu kommen die nach dem Tode des Praetorius, also nach 1616, erworbenen Bücher und dann wohl die meisten in den Niederlanden seither erschienenen Bücher, die er in Groningen und Leiden angeschafft haben dürfte. Auch die neueren mathematischen Werke der Vieta und Anderson von 1615 dürfte er gekauft haben. Somit entstand in Altdorf eine Bibliothek, die in ihrem Umfang wohl nur von wenigen Privatbibliotheken damals übertroffen wurde. Euklid war darin 14 mal vertreten, Archimedes 6 mal, Ptolemaeus 20 mal und von den deutschen Gelehrten Regiomontan 13 mal. Von Tycho Brahe waren die wichtigsten Werke (Nr. 132, 227), ebenso Clavius, Stevin, Metius, Maestlin und Scaliger vorhanden. Erstaunlich viele in Paris und Venedig veröffentlichte Bücher werden genannt; sogar 8 in italienischer, 3 in niederländischer und 1 in französischer Sprache veröffentlichte Werke werden aufgeführt und beweisen die vielseitige Bildung ihrer Besitzer, die sich nicht auf lateinische, griechische und deutsche Bücher beschränkten. Auffälligerweise ist Kepler nur mit wenigen und dazu nicht bedeutenden Werken (Nr. 37, 261, 323) vertreten. Seine wichtigen Werke:

Astronomia nova von 1609, Harmonice mundi von 1619, De Cometis von 1619, Ad Vitellionem von 1604, Prodromus dissertationum von 1596 und 1621 fehlen; das ist für Praetorius nicht verwunderlich, der seine Abneigung gegen die Coppernicanische Lehre wohl auch auf Kepler übertragen hatte. Immerhin ist es erstaunlich, daß der viel jüngere Saxonius sich nicht diese wichtigen Bücher angeschafft hatte. Vielleicht überwog bei ihm die Vorliebe für Mathematik und Physik.

Merkwürdig ist auch das Fehlen der damals so beliebten Kalender im Verzeichnis. Wie schon erwähnt, zeichnet sich das Verzeichnis durch eine verhältnismäßig große Sorgfalt in den Angaben aus; sogar die Einbände sind angegeben, so daß wir in der Lage sind uns eine Vorstellung von der ansehnlichen Bibliothek zu machen. Die meisten Drucke waren in weißes Pergament mit Pergamentbändern oder in holländisches Pergament mit grünen Seidenbändern gebunden, wenige in Bretter mit Lederrücken oder in Schweinsleder. Die Handschriften waren in weißem Pappband oder Papierumschlag. Somit sah die Bibliothek hell und freundlich aus. Die meisten Bücher ließ Praetorius einbinden; Saxonius kam anscheinend nicht dazu, das Einbinden im gleichen Umfange fortsetzen zu lassen, so daß nur wenige von ihm gekaufte Bücher eingebunden wurden, während die meisten unter den neuen ungebundenen aufgeführt sind.

Besondere Beachtung verdienen die unter Nr. 325—349 genannten wissenschaftlichen Geräte. Wie schon erwähnt, dienten davon die meisten zur Feldmessung und zum Entwurf mathematischer Figuren. Für den Unterricht im Entwurf von Sonnenuhren konnten die Geräte Nr. 332 und 347 und der Seekompaß Nr. 346 verwendet werden. In den Vorlesungen über Astronomie wurden die Geräte Nr. 325—330 vorgeführt. Die beiden nicht mehr nachweisbaren Quadranten dienten wohl zur Messung der Sonnenhöhe und damit zur Zeitbestimmung und waren handliche Geräte aus Holz oder Elfenbein. Die 4 anderen Geräte befinden sich jetzt im Städtischen Museum zu Schweinfurt [615 S. 12—13 mit Abb. 46—48]: ein großes französisches Astrolab mit dachförmigem Ansatz, wohl von einem Mechaniker MED verfertigt, und eine kleine Armillarsphäre; ferner ein altes Astrolab, im Verzeichnis als vom Jahre 1480 stammend bezeichnet; diese Jahreszahl ist ein Irrtum, wie er bei den Jahreszahlen des Verzeichnisses gelegentlich vorkommt. Tatsächlich stammt es vom Jahre 1484 und trägt die Bezeichnung „Smalkaldensis". Es ist ein Werk des Joh. Bammann aus Schmalkalden, von dem noch ähnliche Astrolabe aus den Jahren 1487, 1490 und 1491 bekannt sind. Dieses Astrolab ist nicht zu verwechseln mit dem alten Astrolab, das Joh. Schöner für eine Woche aus Schweinfurt zugeschickt erhalten hatte und am 29. November 1525 seinem Gönner Pirkheimer in Nürnberg zur Ansicht sandte; er bemerkte dabei, daß das Astrolab (wohl ein maurisches Astrolab) 400 Jahre alt sei und von einem deutschen Besitzer verändert worden sei [770 S. 32]. Besonders wichtig ist die mit 9 Gulden bewertete größere Armillarsphäre, die nicht nur zum Unterricht über die wichtigsten Himmelskreise und über den Lauf von Sonne und Mond um die Erde dienen, sondern auch die sog. Trepidation, d. h. die Bewegung der jeweiligen Himmelssphäre zur unbeweglichen Himmelssphäre, anzeigen sollte. Dieses aus vergoldetem

Messing bestehende Gerät, eine Verbindung von Planetarium mit Armillarsphäre, dürfte aus der Zeit um 1500 stammen und ist wegen seiner Berücksichtigung der Trepidation besonders wichtig. Vermutlich wurde es in Nürnberg hergestellt, wo Werner über die Trepidation arbeitete.

Unter den Geräten ist „Ein Instrument mit Redern Zum Copernico" aufgeführt. Es ist nicht mehr nachweisbar, so daß sich über seine Einrichtung keine genauen Angaben machen lassen. Vermutlich sollte es ein Planetarium oder Tellurium mit der Darstellung der Bewegung von Erde und Mond um die ruhende Sonne sein. Eine so große Maschine wie das von Blaeu 1620 hergestellte und jetzt in Bautzen befindliche Tellurium dürfte es nicht gewesen sein; dagegen spricht schon der geringe Preis von 20 Kreuzern, wie er sonst nur für Zirkel angesetzt wurde. Vielleicht handelte es sich um ein kleines Gerät, wie N. Mulerius es 1617 beschrieb [166 S. 29] und wurde von Saxonius in Holland gekauft; immerhin beweist seine Erwähnung, daß damals solche Geräte Beachtung fanden. Auch der „Visierstab Ohne Cambien, Aber mit einer sonderlichen Neuen ausstheilung", der ebenso nur zu 20 Kreuzern angesetzt war, ist nicht mehr nachweisbar. Dies ist besonders bedauerlich; denn damals wurden die wichtigen Erfindungen des Fernrohrs, Proportionalzirkels, freischwingenden Pendels und der Mikrometerschraube gemacht, so daß wir uns unter der „Neuen ausstheilung" einen besonderen Einfall eines geschickten Mechanikers denken dürfen.

Der Nachlaß des Saxonius muß in den Jahren 1625 bis 1636 verkauft worden sein. Wahrscheinlich geschah es bald nach seinem am 16. Sept. 1625 erfolgten Tode. Es hat den Anschein, als ob der Verkauf an D. Schwenter und den Schweinfurter Käufer gleichzeitig erfolgt sei; denn sonst wäre es nicht zu erklären, daß sich die Vorlesungen des Praetorius teils in Erlangen, teils in Schweinfurt befinden und daß von der Arbeit des Hommel über die Sonnenuhren das 1. Heft (Nr. 52) nach Schweinfurt und das 2. Heft (Nr. 188) nach Erlangen kam. Wie schon erwähnt, besitzt die Erlanger Universitätsbibliothek nur Handschriften und keine Bücher aus dem Nachlaß. Das kann daher kommen, daß Schwenters Sohn Daniel, Pfarrer in Ettenstadt, der Altdorfer Bibliothek nur die von seinem Vater ererbten Handschriften geschenkt [264 S. 477] und die Bücher zurückbehalten hatte. Es kann aber noch ein dritter Käufer sich beteiligt haben und dies schließen wir einerseits aus dem Umstand, daß sich von den 73 Handschriftenbänden des Nachlasses nur 44 in Erlangen und Schweinfurt nachweisen lassen und ein Verschwinden der übrigen Bände in den beiden Bibliotheken unwahrscheinlich ist und daß die Anmerkung zu Nr. 225 „Diesen haben Ihr Excell" besagt, daß ein hoher Beamter mit dem Titel Exzellenz sich mit den Büchern beschäftigt hatte. Durch seine Vermittelung dürfte der jetzt fehlende Teil, nämlich 29 Handschriftenbände und 175 Druckbände, an einen anderen Ort gewandert sein. Es sind dies besonders alle Werke über Perspektive und Festungsbau, einschließlich der dazu gehörigen Geräte, dann viele damals moderne Werke, z. B. von Kepler und Brahe, aber auch die meisten Werke der griechischen Mathematiker und Physiker mit Anmerkungen des Saxonius, welche die Aufmerksamkeit des dritten Käufers erregt hatten.

Ein glücklicher Zufall hat es bewirkt, daß die Schweinfurter Stadtbibliothek fast alle auf Coppernicus bezüglichen Werke bekommen hatte. Es sind dies sein Hauptwerk von 1543 (Nr. 219) mit wichtigen Anmerkungen des Praetorius und der Bericht des Rheticus (Nr. 46), wiederum mit Anmerkungen des Praetorius, und die Abschrift der Streitschrift gegen Werner (Nr. 160). Die Streitschrift selbst ist verloren; es gibt verschiedene Abschriften aus späterer Zeit, zu denen nun die Schweinfurter Abschrift hinzukommt, die wichtig ist, weil Praetorius sie wahrscheinlich in Krakau von Rheticus erhalten hatte. Von ihm dürfte er auch den frühen Kupferstich mit dem Bildnisse des Coppernicus erhalten haben, von dem im Abschnitte über die Bildnisse die Rede ist; er lag im Hauptwerk von 1543. Nicht mehr nachweisbar ist das andere Exemplar des Hauptwerkes (Nr. 220) mit den Anmerkungen der Hommel und Praetorius und das schon erwähnte „Instrument mit Redern Zum Copernico". Bezüglich der coppernicanischen Idee ist auch wichtig die Anmerkung zur Vorlesung des Praetorius von 1614 (Nr. 181), wo er die Ansicht Regiomontans über die scheinbare Bewegung der Sterne wegen der Erdbewegung mitteilte.

Die Streitschrift gegen Werner entstand, als Coppernicus von Bernhard Wapowski um ein Urteil über Werners Schrift über die Präzession, die 1522 in Nürnberg erschienen war [703], gefragt wurde. Er schrieb am 3. Juni 1524 einen Brief, der als frühe Äußerung über die Himmelsbewegung Bedeutung hat. Von der Streitschrift sind bisher 5 Abschriften bekannt [60 S. 494—509]. Dazu kommt die Schweinfurter Abschrift, die mit ihren Anmerkungen nicht von Rheticus oder Praetorius stammt, sondern von einem anderen geschrieben wurde. Sie ähnelt sehr der Berliner Abschrift. Praetorius fügte am Ende eigene Anmerkungen hinzu.

Es folgt das Verzeichnis des Nachlasses des P. Saxonius:

Nationalbibliothek Wien Cod. 12411: Catalogus Librorum et Instrumentorum Mathematicorum P. Saxonii.

In octavo. Im Obersten fach. Von der Rechten handt hinab.

1. Aristotelis liber de numeris insecabilibus, Julio Martiano Rota interprete, cum Commentario Pachymerij, interprete Scheckio. Item Mechanice quaestiones Aristotelis. Nicolao Leoniceno Interprete editione Weychiana.
2. Isaaci Monachi Scholia In VI. prior, lib. Euclidis, translata per Conrad Dassipodium Argentinae 1579. Inn hollendisch Pergament mit grün seiden Bender.
3. Archimedis libellus, de dimensione Circuli Lips. 1601 cum luculentis explicationibus. Msc. a Maestlino exceptis. Item Epistola Praetorij, de Oratione docendi disciplinas mathematicas.
4. Ptolomaei liber I. cum explicationibus Erasmi Reinh. graece et latine Witteberg 1549. Inn weiß Pergament.
5. Eiusdem Geographiae libri VII. a Noviomago editi (qua editione cum alijs usus fuit Mercator in recognoscendis ijsdem libris) Colon. 1540. Inn holland. Pergament, mit grün seiden Bender.

6. Eiusdem quadripartitum graece cum translatione Melanthonis. Basil. 1553.
7. Procli Paraphrases in quatuor Ptol. libros, de syderum effectionibus graece. Basil. 1554.
8. Procli Sphaera graece cum Versione Eliae Veneti. Lugd. Batav, 1593.
9. Procli de motu libri duo cum geometr. demonstr. converti a Jos. Valdanio. Bas. 1562. Inn hollend. Pergament, mit grün seiten bender.
10. Geminus, graece cum translat. Edonis Hilderici. Altorphij. 1590.
11. Alfraganus cum comment. Christmann: Item Christmannus de Calendarijs Hebr. Persico, graece (hic liber fuit Josephi Scaligeri, cuius manus et censura in ibi conspicitur).
12. Pselli syntagma mathematicum graece et latine. Interprete Xylandro.
13. Heronis nomenclaturae vocabulorum Geometricorum translatio. Item Lexicon Mathemat. graece et latine a Dassipodio Collectum. Item Scholion graecum in V. libr. Euclidis. Item oratio Dassipodij de discipl. Mathemat. Argent. 1579. Inn hollendisch Pergament, unnd grün seiten Bender.
14. Dassipodij protheoria Mathematica. Argent. 1593.
15. Henischius de Numeratione multiplici vetere et recentiori. Augustae. 1605. Eiusdem liber de Asse. Inn weiss Pergam.
16. Tonstallus de arte supputandi. Arg. 1551.
17. Joh. Buteonis Arithmetica ubi etiam restitutio ad locum Vitruvij corruptum. libro X. cum manu Praetorij. Eiusdem de Circulj quadratura. Item de Erroribus Interpretum Euclidis lib. Lugd. 1559.
18. Gem. Frisij Arith. cum annotationibus et correctionibus manu Praetorij adiectis Witeberg.
19. Frisij Arithmet. cum annotat. Johan. Stein et Ja. Peletari. Item Peletarius de fractionib. astronomicis et de rebus ad Calendarium spectantibus. Colon. 1570.
20. Victorini Strigelii Arithmetica, cum demonstrationibus praeceptorum. Lips. Inn weis Perment.
21. P. Rami Arithmetica cum Algebra et Logistica numerorum figuratorum Lazari Schoneri. Franc. 1586. Inn weiss Pergament cum animadversionib. Praetorij.
22. Simonis Stevini Arith. ubi Algebra Diophanti et alia etiam traduntur. Gallice Lugd. 1585. Inn hollend. Pergament.
23. Peuceri logist. astronom. demonstrata Item Algebra. Witeberg. 1556.
24. Guil. Gosselini Algebra, ubi etiam doctrina Rationum et proport. Demonstratio Regulae Falsi. Explicatio aequationum Diophanti Parisijs 1577. Fuit Josephi Scaligeri cuius manu multa passim ad marginem sunt addita.

25. Brucaei exercitationes de rationibus et proportionibus. Item de demonstratione aequationum algeb. et regulae Falsi. Rost. 1575.
26. Bewehrte feldmessung dess Pfarrherrs Zu Langenfeld, cuius verus autor est Hermannus Witekindus profess. Heidelberg. Heidelb. 1588. Inn weis Pergament.
27. Miveri Apologia pro Lansbergio ad Jacob. Christman. ubi doctrina Triangulorum Lansbergij. Item Regiomont. Copernicus ac alij vindicantur. Mittelburgj 1602.
28. Sacrobusti Sphaera et computus cum annotat. Praetorij. Inn weis Pergament.
29. Eadem cum scholijs Vineti et Nonij. Paris. 1569. Eadem cum Comment. Fran. Junctini. Italice. Lion 1572.
30. Strigelij doctrina de primo motu demonstrationibus illustrata. Lips. 1564. Inn weis pergament.
31. Peuceri doctrina, de primo motu. Inn weis Pergament. 1569.
32. Sebast. Theodorici doct. de primo motu. Witeb. Inn weis Pergament.
33. Valentini Naibodij Instit. astronom. Venet. 1573.
34. Abrah. Sculteti Sphaericorum libri tres. Ubi pleraque problemata primi mobilis docentur, cum doctrina de tempore, Item Epitome Pitisci de solutione triangulorum. Heidel. 1595. Inn weis pergament.
35. Adriani Metij Institutionum astronom. Tomi tres, cum tractatu de Instrumentis et observationibus. Francof. 1608.
36. Maestlini Epitome Astronomiae. Tubing. 1610.
37. Kepleri Epitome Astronom. Copernicanae. 1617. Inn weis Pergament. uti praecedentes.
38. Purbachj Theoriae Planetarum ab Erasmo Reinholdo auctae. Witeb. 1607.
39. Eadem cum quaestionibus Urstisij, et disputatione Regiomontani contra Cremonensem. Item tractatu Joannis Esler. Basil. 1596.
40. Nicol. Simi profess. Bonon. Theoricae planetarum. Bas. 1555.
41. Casp. Peuceri hypotheses Astronomicae ad observationes Copernici accommodatae cum animadversionibus et annotationibus manu Praetorij adjectis ad marginem. Witeb. 1570.
42. Eiusdem de dimensione terrae et locorum per triangula. Item Brocardi descriptio terrae sanctae. Witeberg. Inn weis Perment.
43. Fleischeri doctrina de Iridibus per demonstrationes phys. et opticas Inn weis Pergament. Witeb. 1571.
44. Garcaei de erigendis fig. caeli. Tract. Inn weis Perg. Witeb.
45. Eiusdem de Eclipsib. Tractatus. Witeb. 1556. Inn weis Perment.
46. Rhetici Narratio I. de libris Copernici Basil. 1541. Inn weis Perment cum manu Praetorij.
47. Joh. Stöfleri Elucidatio Astrolabij Paris 1564.
48. Bar. Schönborni Computus Astron. Inn weis Perment Witeb.
49. Schröteri Tabulae pro praedictionibus rerum futurarum faciendis. Item morborum. Vien. 1551. Inn weis Pergament.

In Octavo Manuscripta.

50. Archimedes de dimens. Circuli a Praetorio explicatus. Item. Eiusdem de numero arenae ab eodem explic. Item de conis et sectionib. Conicis excerpta ex Euclide et Apollonio a Joh. Praetorio.
51. Epitome librorum de Triang. Joh. Werneri, quibus adjutus fuit Rheticus. Item commensurator cum notis Praetorij: Item Fragmentum libellj trium fratrum:
52. Gnomonices lib. 1. Joh. Homelij, Olim in Acad. Lips. profess. de fundam. Solariorum.
53. Praetorij expositio Calendarij Gregoriani manu ejus.
54. Eiusdem logistica Astronomica. Explicatio tabularum Prutenicarum. Problemata Primi mobilis.
55. Eiusdem logistica vulgaris, cum doctrina rationum et proportionum. Item problemata quaedam geometrica, numeris explicata.
56. Libellus forma oblonga in qua nonnulla ad dimensiones et fortificationes pertinentia continentur, excepta a Ludolpho a Ceuler.

In XII°.

57. Aethici Cosmographia.
58. Antoni Augusti itinerarium provinciarum, cum alijs libellis eiusdem generis.
59. Simleri Scholia in eosdem libros. Basil. 1575.
60. Pselli syntagma mathematicum ex translatione Eliae Vineti. Turnoni. 1592.
61. Anthonij Laurentini de numero, Ordine et motu caelorum liber. Paris 1606. Inn weis Perment und seiten Bender.
62. Canon Sinuum Tangentium Sec. ex editione Pitisci.

Im andern Fach. Von der Rechten Hand hinab.

In Quarto.

63. Aristotelis Mechanica graece cum Versione et commentarijs Hen. Monantholij. Paris. 1599. Eiusdem Monantholij liber de puncto. Lugd. 1600. Inn Holland. Perment mit seiten Bender.
64. Bernhardini Baldi In Mechanica Aristotelis Exercitationes. Mogunt. 1621. Inn Holland. pergament und seiten Bender.
65. Petrus Saxonius tam Optica quam Catoptrica cum antiquo Msco sedulo contulit et scholijs graecis inde exscriptis auxit.
66. Eiusdem Catoptrica graece et Latine ex editione Dasipodij, Argent. 1557. Cum Msco Collata.
67. Aristarchi de magnitudinibus et distantijs solis et Lunae, liber cum Pappi explicationibus a Commandino editus Pisanij 1572. Inn hollend. Pergament, mit seiden Band.
68. Archimedis de ijs, quae vehuntur in aqua libri 2 a Commandino editi. Eiusdem Comment. de Centro gravitatis solidorum Bononiae 1565. Wie das vorige gebunden.
69. Archimedis de Insidentibus aquae libri 2 a Tartalea editi. Venet. 1565.

70. Jordanus de ponderositate a Tartalea editus. Ibid.
71. Joh. Bapt. Porta de munitione. Neap. 1608. Ist gebunden ut supra.
72. Theodorij Sphaerica graece cum translat. Penae. Paris 1595. Inn hollend. Pergament unnd seiten Bender.
73. Eiusdem de diebus et noctibus libri a Jos. Auria editi. Romae. Cleomedes graece cum Versione et Comment. Roberti Balforei Durdigalae 1605. gebunden ut antea.
75. Sphaerae atque astrorum Caelestium ratio. Basil. 1536. ubi De Constructione Sphaerae Joo. Ziegleri. Procli Sphaera, graece et latine Cum Comment. De Canonica per Sphaeram operatione Hemicyclium Berosi. Arati Phaenomena cum scholijs Leontij Mechan. graece. Ptolomaei et Jordani Planisphaeria ex veteri traditione Rudolphi Brughensis gebunden ut ante.
79. Ptolomaei Planisphaerium et Jordani Commandini commentarius in eadem cum annotationibus Joh. Praetorij ad marginem. Venet 1558, gebunden ut supra.
80. Ptolomaei Planisphaerium Italice cum expositione Herculis Botrigari. Bonon. 1572.
81. Eiusdem Analemma a Commandino illustratum Item Comman. de horologiorum descriptione Romae 1562 Inn holland Perment unnd seiten Bender.
82. Eiusdem Quadripartitum cum transl. et notis Camerarij et alijs quibusdam eiusdem generis Norim 1535 gebunden ut supra.
83. Eiusdem liber diversarum rerum. Venet 1509.
84. Eiusdem Geographia graece apud Wechel 1546.
85. Idem Opus Italice. cum tabulis elegantiss. Veteribus et novis et expositionibus Meletij et Rustelli. Ven.
86. Ptolemaei et Aristoxeni Harmonica, Interprete Ant. Gogavino. Venet 1562. gebunden Ut supra.
87. Aristoxeni, Nicomach. Alypii Harmonica, graece cum notis Joh. Meurcij, gebunden, ut antea.
88. Nicomachi Arithmetica graece cum emendat. et notis manu Josephi Scalig. ad marg. Paris apud Wechel. 1538.
89. Heronis Spiritalia a Commandino edita, Paris 1583 gebunden ut supra.
90. Vitruvius cum Comment. Philandri et Frontini de aquaeductibus urbis Romae. Argent 1550.
91. Heronis Telifactiva graece et latine Bernhardino Baldo illustratore Augustae 1626. Eiusdem Baldi de Verborum Vitruvianorum significatione. Eiusdem Scamilli impares Vitruviani. Inn hollend. Pergament und seiten Bender.
92. Mahometi Bagdedini de divisione superficierum liber a Joh. Dee et Fed. Command. editus. Item Commandini de eadem et libellus Pisanj 1570.
93. Procli Hypotiposis Astronomicarum hypotheseon. Basel 1540. graece. Gebunden ut supra.

94. Alhazen et Nonius de Crepusculis Olyssipone 1542. Perspectiva Communis ab Hartmanno edita. Norimberg 1542. gebunden ut supra.
95. Heliodori Larissaei capita opticorum graece et latine a Frid. Lindenbrogio edita. Hamb. 1610. Rogerij Bacconis Specula mathematica. Item Perspectiva. Francof. 1614 gebunden ut supra.
96. Alfraganus et Albategnius, cum oratione introductoria in scientias Mathemat. Joh. Regiomontani et introductione In Euclidem. Norimberg. 1537.
97. Messahale de Orbibus caelestibus liber. Item Hebraei cuiusdam de Eris et Saraceni. Nor. 1549.
98. Albategnius, ubi ad marginem additae sunt notationes antiqua manu ex Regiomontani Codice descripta. Item Praetorij explicationes. Inn Weis Perm.
99. R. Abraham Hispani Sphaera mundi hebraice. Item R. Eliae Orientalis Arith. heb. et lat. cum versione et notis Münsteri et Schrekkenfuchs.
100. Astrologia graeca a Camerario edita. Norib. 1532.
101. Albohali Norimb. 1546. Messahalae liber Astrolog.
102. Abraham Judaeus. de nativit. Colon. 1539.
103. Alcabitius cum Comment. Joan. Saxonij. Paris 1521.
104. Idem Author cum Copiosissimo Commentario Valentini Nabodi, ubi tota doctrina Astrol. traditur. Colon. 1560. Inn Holland. Perment mit seiten Bender.
105. Leupoldus de Austria de Astrorum scientia Venet. 1520. Inn weis Pergament.
106. Algorithmus demonstratus 1534. Norimberg. Jordani Nemorarij de Ponderibus, liber a P. Apiano editus. Norimb. 1533. Inn holl. Perment und seiten Bender.
107. Regiomontani scripta de Torqueto, Astrolabio, Cum aliis, cum Observationibus Cometarum et siderum. Norimb. 1544.
108. Eiusdem problemata Sapheae nobilis Instrumenti astronomici. 1534.
109. Joh. Verneri Elementa Conica, cubi duplicatio. Commentarius In problem. Dionysidori. Item De motu Octavae sphaerae. Nor. 1522. Gebunden ut supra.
110. Eiusdem Canones de mutatione aurae. Norib. 1546.
111. Nicolai Tartalee nova scientia, ubi multa rara et cognitu digna traduntur. Venet. 1562. Ital.
112. P. Rami Scholae Mathemat. Basil 1569. Inn Weis Perment.
113. Eiusdem Arith. et Geomet. Ibid. Eben so gebunden.
114. Bapt. Portae pneumatica et Curvilinea. Neap. 1601. Inn holl. Per. mit grünen seiten benden.
115. Praetorij problema de Quadrilatero in Circulo Norib. 1598. Cum annotationib. manu eiusdem.
116. Wilhelm Snellij Apollonius Batavus. Item Eratosthenes Batavus. cum notis mscr. Praetorij. Lugd. 1617. gebunden ut supra.

117. Marini Ghetaldi Apollonius redivivus de Inclinationum geometria. Venet. 1607 Eiusdem Supplementum Apol. Galli de tactionum geom. Ibid. Eiusdem Variorum problematum collectio Ibid. gebunden ut supra.
118. Ludolphia Ceulen fundamenta Arithmetica et geometrica ex recensione Wilh. Snellij. Lugd. 1615. Eiusdem von dem Circkel. Belgic. ib. Inn holl. pergament ut supra.
119. Michaelis Stifelij Haussrechnung, teutsche Coss. Kirchenrechnung. Norimb. 1545 Inn weis pergm.
120. Eiusdem Welsche und teutsche Practick.
121. Simon Jacobi Rechenbuch und von der geometrj Francof. 1561 cum multis demonstrationibus et explicationibus manu Praetorij additis.
122. Christoph Ludolps Coss durch Michael Stifel gebessert und gemehrt. Königsberg 1553.
123. Christoph Pühlers Geometrj. Dillingen 1563.
124. Salignaci Expositio Mesolabij. Genevae.
125. Thomae Gephyrandri consideratio nova in opuscul. Archimedis de dimensionib. circuli. Tremoniae 1609.
126. Pitisci Trigonometria cum libro problematum Architectonicorum. Francof. 1612. Inn holl. Perg.
127. Mariae Memi de substantia et forma mundi. Ital. Venet. 1545.
128. Josephi Scaligeri nota in Manilium Lugd. 1600. Inn hollendisch Pergament mit grün seiten Bender ut praecedent.
129. Augustin. Michaelis de Magnitudine Terrae et Aquae Contra Piccolominaeum. Venet. 1583. Ital.

Im dritten fach Von der Rechten hand hinab. In Quarto.

130. Plinij liber 2. Cum Comment. Milichij et Schönbornij. Lips 1573. Inn weis Perment.
131. Procli Sphaera graece et latine cum notis Tufani. Paris. Eadem cum amplo Commentario Henischij, de Computo Eccles. August. 1609. gebunden ut supra.
132. Tychonis Brahe Astronomiae instauratae progymnasmata. Item Epistolae. Francof. 1610.
133. Sphaera mundi Seu Cosmographia nova methodo et copiose tradita a Josepho Plantano. Bonon. 1620. Inn holl. Perment.
134. Tractatus de globis coelesti et terrestri a Roberto Hues scriptus, auctus ab Isacio Pontano. Amstelodami 1617. gebunden ut antea.
135. Adriani Metij institutiones Astronomicae et Geographicae, cum instructione artis navigandi. Belgice. Franoquerae 1614 gebunden ut supra.
136. Maestlini disputationes astronomicae Inn weis Perment.
137. J. Scaligeri, de aequinoctiorum anticipatione liber. Lutetiae 1613.
138. Pitatus de Anni quantitate cum alijs. Basil. et Veronae 1568. Inn holl. Perment, mit grün seiten Bender.
139. Magini Theoricae orbium Coelestium. Venet. 1589.
140. Guidi Ubaldi de planisphaeriis. Pisani 1579.
141. P. Apiani et G. Frisij Cosmographia cum alijs Frisij libellis veluti de Astrolabo Catholico, Antverp. 1584.

142. Stöfleri Cosmographicae aliquot descriptiones. Item de globi terrestris structura. Marburg 1537.
143. Siderocrates de computandis locorum distan. Tubing. 1562.
144. Henric. Glareani Geographia. Friburg. 1536.
145. Tabulae Alphonsinae Venet. 1518. Joh. Paduani Viridarium Mathem. Venet. 1563.
146. Regiomontani tabulae directionum. Tubing. 1589. Inn Weis Perment, ut praecedentes.
147. Tabulae Prutenicae, cum marginalibus a Praetorio et Maestlino exceptis. Tubing. 1571. gebunden ut supra.
148. Virdungi tabulae resolutae. Norimb. 1542.
149. Femelij Synopticae tabulae mot. Planet. Witteb. 1599.
150. Engelharti Quadrans astron. Witteb. 1559 Inn Weis Perment.
151. Maestlini Apologia Examinis novi Calendarij ad Christ. Clavium. gebunden ut supra. hic liber ab autore ad finem non deductus est, nondum publici.
152. Paduani de reformatione anni. Ital. Veronae 1583.
153. Angeli Blondi tabulae de Anno in Annum anticipationis stellarum fixarum, cum suis significationibus. Rom 1545.
154. Cardanus de Supplemento Almanach. de restitutione temp. et motuum coeli. De judicijs geniturarum. de Electionibus. Norib. 1547.

Manuscripta. In Quarto.

155. Euclidis Elementorum libri XV in membrana latine manu Johannis Regiomontani. Est antiquissima translatio succinctis constans (?) demonstrationibus, Authoris Adelhardi aut Alfredi quorum meminit Regiomont. in Oratione sua habita Patavij, praefixa Alfragano. Diss ist ein schene Antiquitet, fuit etiam Alberti Düreri, ad quem ex bibliotheca Regiomontani devenit.
156. Milei sive Menelai Sphaericorum libri. Item Theodosii, ex vetustissimo membranaceo bibliothecae Heidelb. descripti. Weis eingebunden.
157. Eorundem autorum libri ex traditione Maurolycij. Item Autolyci de Sphaera mobili liber. Item Theodosij de habitationibus. Euclidis Phaenomena. Maurolyci compendium Matheseos ex clariss. autorib. Item Alia. Weiss.
158. Theodosius et Menelaus ex luculenta et succincta traditione. Joh. Praetorij.
159. Graeca quaedam Theodori Metochitae. Item de Heronis Geometricis nonnulla. Item de logistica Maxim Planudis specimen. Ptolemaei liber de suppositione Planetarum latine, nunquam editus.
160. Regiomontani problemata 36. nunquam edita. Copernici Epistola Contra Werneri librum de motu Octavae Sphaerae , quae publicam lucem adhuc non vidit.
161. Tartalij liber de Ponderibus ex Italico latine factus. Manu Joh. Praetorij.

162. Petri Nonij liber de erratis Orontij, ex editione Conimbricensi. descriptus a Joh. Praetorio.
163. Francise. Vietae Apollonius Gallus manu Praetorij. Eiusdem responsum ad Adrianum Romanum. Eiusdem Pseudomesolabium ex recensione Praetorij, Item alia quaedam eiusdem.
164. De arte Cossica, Item de numeris Irrationalibus tractatus Wolfgangi Schuleri, olim in Academ. Witeberg. Professoris.
165. Algebra P. Nonii Ex Hispanico latine facta manu Joh. Praetorii. Hanc translationem multi celeberrimi Viri ante plurimos annos a Praetorio expetiverunt, et non ita pridem Witteberg Snellius, qui eam publicare voluit. Item Lucas Brun Vehementer desideravit.
166. Joh. Praetorij logistica numerorum Irrationalium ex duplica traditione, cum usu in quantitatibus geometr. et explicatione X. libri Euclidis.
167. Eiusdem Algebra, manu autoris.
168. Algebrae traditio facillima autore Belga quodam in Acad. Rostock.
169. Praetorij Introductio in tabulas Jo. Georg Herwarti Item Excerpta ex opere Mathem. Georg. Vallae cum notis Praetorij. Item de Regula Cecis Allegationis et Interesse cum rationibus metalliorum commentarioli. Jo. Praetorij. Item Problemata quaedam geom. de medijs proport. de Sphaera data ratione secunda de triangulis rectilineis. Eiusdem.
170. Hutzleri, Falconis, Gephirandri, Scaligeri, Sim. de Quercu Opiniones, de Circuli quadratura et ratione diametri ad Circumferentiam, expositae et refutatae a Joh. Praetorio. Item: Alterius cuiusdam refutatio cyclometr. Scalig. Item Ludolphi a Ceulen problema de Calculo laterum polygoniorum in circulo a Praetorio deductum.
171. De dimensione agrorum tractatus. Joh. Praetor. Idem Tractatus germanice. Eiusdem Radij geometrici nova fabrica et usus. ejusdem. Idem tractatus, germanice. Modus librandi aquas et deducendi. Eiusdem. Vasorum dimensio manu autoris. Praetor.
172. Doctrina Triangulorum tam Sphericorum quam rectilineorum cum compositione Canonum. Praetorij.
173. Maestlini tractatus ad doctrinam triangulorum et compositionem Canonum manu Gothofredi Filij.
174. Ptolomaei theoriae planetarum expositae a Joh. Praetorio, manu ejusdem.
175. Primi mobilis et Planetarum Theoriae Ptolemaicae Collatae cum hypothesibus Copernici. Item. Aliae per Concentricos cum Epic. manu Joh. Praetorij.
177. Aliae hypotheses eiusdem traditae Anno 1597.
178. Theoriae scriptae a Praetorio Anno 1602. Item aliae de anno 1610.
180. Theoricae praelectae Anno 1605 a Praetorio.
181. Aliae de Anno 1614 et 13.

182. Joh. Praetorij Commentarius in tabulas Prutenicas ubi fundamenta operationum exponuntur cum alijs scitu digniss. et calculo Epidipsem ex ipsis hypothesibus non adhibitis tabulis.
183. Beneventani de determinatione aequinoctiorum de motu Octavae Sphaerae de Epochis.
184. Ratio condendi Tabulas aequinoctionum Planetarum et motuum, Item Ortus et Occasus apparent. Planet. cum alijs, Item ex Fracostorio de Homocentricis quaedam.
185. Observationes Ptolomaei et Copernici congestae a Joh. Praetorio. De aequatione dierum, De Epochis, De mensibus quaedam manu Joh. Praetorii et Andreae Dudithij Item de hypothesi Lunari Tychonis Brahe.
186. In 2 libr. Plinij Commentarius Scatonis.
187. In Computum Sacrobusti Comment. Praetorij.
188. Gnomonices Joh. Homelij liber secundus cum elegantissimis delineationibus.
189. Henrici Galli Gnomonica.
190. Joh. Praetorij Die figuren so darzu gehören sein in folio und ligen dahinden.
191. Mich. Maestlini Gnom.
192. Astronomiae et Geographiae rudimenta ex dialogis Francisci Maurolyci, Autore Praetorio.
193. De distantiis locorum Calculandis. Joh. Praetorij.
193 a. Quadrati, Quadrantis et Baculi fabrica et usus cum demonstrationibus autore Joh. Homelio.
194. Tractatus aliquot Optici autore Christophoro Scheinero ex ore ipsius excepti.

In Folio.

Im fünfften fach von der Rechten handt hinab.

195. Euclydes graece Cum Procli Comment. Basil. 1533. Petrus Saxonius cum antiquo Mscto contulit et Scholijs graecis Inde excerptis plurimum auxit.
196. Idem autor, Arabice. Romae 1594. Inn Hollend Pergament, mit grün seiten Bender.
197. Idem, ex traditione Campani. Venet 1482.
198. Idem. cum additionibus Lucae Pacioli Venet 1509. Item Perspectiva Communis D. Johannis Archiepiscopi Cantuariensis.
199. Idem, ex translatione Zamberti cum animadversionibus in Campanum, Ubi Phaenomena, data Optica Specularia. Venet. Ptolomaei Geographiae liber I. a Joh. Vernero translatus et illustratus, cum alijs opusculis geograph. Norimberg. 1514.
200. Idem ex Translatione Campani et Zamberti ab Herwagio editi, cum notis manu Praetorij ad marginem Inn Hollendisch Pergament und grün seiten Bender.
201. Euclidis Elementorum libri XV ex translatione Federici Commandini cum ejusdem et antiquis scholijs. Pisauri 1572. cum notis ad marginem. gebunden ut antea.

202. Procli in 1. Euclidis Commentarij translati et aucti a Franc. Barocio. gebunden ut supra.
203. Archimedes cum Euctocij commentarijs, graece et latine Basil. 1544. gebunden ut supra.
204. Eiusdem Opera nonnulla a Commandino translata et comment. Illustrata. Cum notis Praetor. ad marginem Venet 1558 gebunden ut praecedent.
205. Ptolomaeus graece cum Theoriis hypomnematibus Basil 1538. Inn Bretter.
206. Eiusdem Almagestum, Interprete Georg. Trapezuntio cum additionibus Gaurici et notis Praetorij ad marg, Venet. 1528. Inn Pergam. mit seiten Bender.
207. Eiusdem Omnia Opera praeter Geographiam a Schreckenfuchsio edita et annotationibus illustrata. Ubi etiam Procli hypotyposis astronomicarum positionum Interprete Georgio Valla Basil. 1551. cum manu Praetorij.
208. Albohazen Haly de judicijs astrorum. Bas. 1551.
209. Apollonius et Serenus a Commandino editi, cum perpetuis annotationibus Joh. Praetorij ad marg. Bononie 1566. Inn hollend. Perment mit grün seiten Bender.
210. Diophantus a Xylandro editus. Basil 1575. gebunden ut supra.
211. Vitruvius per Jo Jocundum castigatus Venet 1511. Lucas Paciolus de divina proportione. Idem de quinque Corporibus regularibus. Italice.
212. Vitruvius Cum Comment. Daniel Barbarij Venet 1567 gebunden ut supra.
213. Regiomontanus de Quadratura Circuli Cusani Norimberg. 1533. Gebunden ut supra.
214. Eiusdem fundamenta operationum tabularum primi mobilis et Eclipsium Purbachij. Neuburg 1557.
215. Eiusdem de Triangulis Opus cum tabulis sinuum Basil 1560. Danielis Santbech problem. Astronom. et Geom. Andr. Schöneri, Gnomonice. Norimb. 1562 cum annotationibus Praetorij. Inn Bretter.
217. Apiani Instrumentum sinuum, cum quadrante universali. Norimb. 1541. Praetorius luculentes annotationes ad marginem adjecit.
218. Peurbachij super Propositiones Ptol de sinibus et chordis et Regiom. Norib. 1541. Inn weis Perment.
219. Copernicus cum annotatis Praetorij Norimberg 1543. Regiom. et Purbachij Epitome Almagesti Basil 1543. Inn hollend. Perment unnd grün seiten Bender.
220. Idem autor cum animadversionibus Joh. Homelij et annotationibus Praetorij. Norib. 1543 gebunden ut antea.
221. Cardanus de arte magna, Norib. 1545 gebunden ut supra.
222. Idem autor de proportionibus, de regulis algebraicis, de regula Aliza. Bas. 1570. P. Nonij opera, Basil. 1566. cum uberrimis annotationibus Joh. Praetorij Inn weis Perg.

224. Idem autor de subtilitate. Norib. 1550.
225. Stevini hypomnemata mathematica. Lugd. 1608. Inn hollendisch Pergament mit seiten bender. Inn zween theil. (am Rande steht „diesen haben Ihr Excell").
226. a. b. Clavij Opera Omnia. Sein drey grosse Bundt. Inn hollendisch Pergament, mit seiten Bender.
227. Tychonis Brahe Astronomiae instauratae mechanica. Norib. 1602. gebunden ut supra.
228. Peletarius de dimensione Circuli. De contactu linearum. De lineis seu parallelis nec Concurrentibus. De Constitutione Horoscopi, cum manu Praetorij. Basil apud Oporinum. Inn weis Pergament.
229. Scaligeri Cyclometrica Elementa cum Mesolabio. Eiusdem appendix ad Cyclometrica. Lugdun. 1594. cum perpetuis animadversionibus Joh. Praetorij.
230. Albrecht Dürrers Buch, von der Geometrj Nürnberg 1525. Inn weis Perment.
231. Perspectivbuch gedruckt zu Zimmern mit schönen figuren. gebunden ut supra.
232. Perspectif Hansen Lenckers von Nürnberg 1571. gebunden ut supra.
233. Sebastian Münster von Sonnenuhren Basil 1536. Apiani folium populi latine et germanice. Ingolstadt 1533.
234. Ulmerus de horologijs. Norimb. 1556 gebunden ut supra.
235. Bartholomeus Schulthes von Sonnenuhren iuxta doctrinam Homelij. cum annotationibus Praetorij. Görliz 1572.

Im Untersten fach In Folio Von der Rechten hand hinab.

236. Sacrobusti sphaera cum comment. Esculani, Capuani, Fabri, Venet. 1449. Inn weis Pergament.
237. Stöflerus in Sphaeram Procli. Tubing. 1534. Eiusdem tabulae astronom. et Instrumenti Astrolog. additio Tubing. 1514.
238. G. Purbachij tabulae Eclipsium et Regiomon. tab. primi mobilis. Vienn. 1514 gebunden ut supra.
239. Blanchini, Prugneri, Purbachi tabulae. Basil. Anno 1553.
240. Schreckenfuchsij opera astronom. Basil. 1567.

Manuscripta in folio.

241. Euclidis Data graece cum scholijs graecis.
242. Eiusdem Phaenomena graece cum scholijs graecis. Neutrum horum Operum Euclidis graece unquam editum est. P. Saxonius summa fide ex antiquis manuscriptis descripsit.
243. Ptolomaei liber de hypothesibus Planetarum, graece cum Versione M. Bergij, nunquam editus.
244. Apollonij Conicorum libri quatuor graece et Sereni de Sectione Cylindri libri 2. Itidem graece, nunquam in sua lingua editi. Ex antiquo manuscripto a P. Saxonio diligenter descripti. Figurae quae desiderantur, peti possunt ex editione latina Commandini.

245. Joh. Pediasmi Geometria graece, nusquam edita ex antiquo Codice a P. Saxonio descripta.
246. Heronis Alexandrini Automata, graece, Eiusdem fragmenta quaedam quae difficulter inveniuntur graece cum figuris ad fidem Hetrusci Codicis. Eiusdem spiritalia latine ex antiquissima Versione. Omnia manu P. Saxonij scripta.
247. Primi libri hypomnematum Theonis in Ptolomaeum, translatio capta a Joh. Homelio.
248. Ex eiusdem Theonis libro quaedam in latinum translata.
249. Eiusdem libri Versio ulterius producta et scripta ab Homelio.
250. Doctrina de sinubus et Cardagis cum demonstrationibus et tabulis Arzachelis.
251. Demonstrationes aliquot problematum astronomicorum Homelij.
252. Homelij Commentarius in hypotheses Procli, Eiusdem Observationes Planetarum et Censura observationum Copernici.
253. Praetorij Commentarius in Diophantum.
254. Joh. Verneri de Meteoroscopijs, liber 1.
255. De descriptione sphaerae Optica in plano Ex luculentis Schematibus Ptolomaei Analemma a Praetorio explicatum.
257. Homelius de compositione Calendarij: De descriptione solariorum, manu sua, De doctrina triangulorum Rhetici nonnulla ab autore excepta a Praetorio.
258. Tabulae altitudinis Solis, Azimuth, Longitudinis dierum, eleganter scriptae ab Homelio cum adjecto fundamento Calculj. Item Aliae quaedem tabulae ejusdem materiae a Praetorio scriptae.
259. Pauli Crusij descriptio Epocharum, Autoris autographum, ex quo Freigius edidit communicante Praetorio. Est autem hic Epocha Papatus Romani, in edito exemplari praetermissa.
260. Commentarius in 1. et 2. librum Euclidis cum demonstrationibus regularium Algebraicarum Michaelis Maestlini.
261. Kepleri Judicium de Euclide.

Manuscripta in regali. Liegen Im untersten fach.

262. Canon Triangulorum ad partes 10 000 000 cum differentiis et sinu verso, accuratissime descriptus a Praetorio, cum ejusdem egregijs annotationibus de compositione et usu Canonis alijsque. Inn Schweinleder gebunden.
263. Similis Canon ad partes 60. ab eodem descriptus. eben so gebunden.
264. Ein Buch auf Pergament Inn Noten braitern unnd Beschlagen, darinn Tabulae et Instrunenta pro motibus Planetarum, elegantissime scriptus. Ein schön Antiquitet steckt hinder den andern.
265. Ein gros Buch Inn Pergament, darinn viler Niderlendischer Vestungen grundtRiß von den Ingenieuren Abgestochen.
266. Ein anders gros buch weis Perment, darinn alles was zu der fortification gehört.

Nachvolgende bücher sein auch Im untersten fach, unnd umb gewisser Ursach nicht zu den Obersten gesezet.

In Folio

267. Euclidis libri VI. Scheubelij cum eiusdem Algebra. Basil 1550. Inn weis Perg.
268. Leovitij Supputationes Eclipsium ab anno 1554 ad 1606. Augustae Inn weis Perg.
269. Severtij Orbis catopricus de Mappis et geogr. Parisiis Inn Welsch gebunden.

In Quarto

270. Michael Neandri doctrina sphaerica. Basil. 1561. Inn weis Pergam.
270 a. De Cometis diversi autores Basil. gebunden ut supra.
271. Guido Bonatus de Astrologia, Aug. 1491. Inn Breter unnd Leder.
272. R. Abrah. Zacuti Almanach. Venet. 1528.
273. Almanach perpetuum. Venet. 1498.
274. Algorithmus mercatorum per Ambrosium Lacher.
275. P. de Aliaco concordantia astron. cum Theol. Venet. 1490.
276. Regiomont. Tabulae directionum. Ibid.
277. Elisabeth regine Tabulae. Venet. 1503. Inn weis Pergament.
278. Blanchini tabulae per Gauricum castigatae. Venet. 1526.
279. Regiomontani Ephemerides ab anno 1475 ad 1506.
280. Stöfleri ab anno 1507 ad 1532. Venet.
281. Eiusdem ab anno 1531 ad 1551. Tubing.
281 a. Regiomontani Almanach.
282. Ein Calender auf Pergament schön geschrieben. Anno 1417.
283. Ephemerides Nicolai Simi ab anno 1554 ad 1564 Venet.
284. Pitati ab anno 1544 ad 1577. cum alijs eius tractatib. Tubing. 1544.
285. Bapt. Carelli ab anno 1558 ad 1577. Venet.
286. Joh. Stadij ab anno 1554 ad 1600. Zween theil Inn weis Pergament, cum alijs opusculis. Colon. 1570.

In octavo

287. Proclus, Cleomedes, Aratus, Dionysius graece et latine cum scholijs. Basil.
288. Nicephori Blemmidae Epitome physica graece. Augustae (durchstrichen) 1605.
289. Euclidis liber 7 cum explicationibus Joan. Stein. 1564. Inn weis Pergament.
290. Christoff Rudolphs Coss. 1525.
291. Calendarium Gregorianum perpetuum. Venet. 1582. Inn weis Perg.
292. Gem. Frisius de principiis Astron. et Cosm. de globo Cosmographico. Schönerus de usu globi astriferi. Ant. 1548. gebunden ut supra.
293. Isagoge Geometrica Arnoldj de Lens. Antverp. 1565.
294. De sphaera Dodonaei. Antverp. 1584. Inn weis Pergam.
295. Manuale Mathematicum Berneggeri. Strassburg 1619.

296. Nabodi Calculatoria. Colon. 1556. Inn weis Pergam.
297. Gemini Astronomia graece et latine Inn weis Perment.

In XII.

298. Laurembergij Instit. Arith.
299. Ptolomaei Quadripartitum. Pragae Inn weis Perg. mit grün seiten Bender.

Weiter liegen Im untersten fach etlich ungebundene alte Bücher.

In folio

300. Stöfleri Calendarium Romanum. Oppenh. 1518.
301. Alberti Pighij de aequinoctiorum solstitionum Inventione. De Pascha. De restitutione Calendarij. Paris 1520.
302. Albrechts Perspectif.

In quarto

303. Diarium metheor. et astrolog. Eliae Olai Cimbri Tychonidis. 1586.
304. Aequatorij Astronomici Canones Schöneri Norimb. 1522.
305. Annotationes in Astrolabium Dantis. Welsch. Florena 1570.
306. Von der Zeevaert. Amsterd. 1613.

In octavo

307. Ex Platone quaedam, de Universitate. Item Arati spaera graece et latine. Cum annot.
308. Spangenbergeri Computus. Item Virelli regulae de Calend. Basil 1579.
309. Honteri Cosmographia. Tiguri 1558.
310. Reinholdi Themata de Horizonte.

Item: Neue ungebundene Materies

In quarto

311. Vieta de aequationum recognitione et emendatione tractatus duo. Paris 1615.
312. Andersoni Theoremata ad Angularium sectionum analyticen Vietae. Paris 1615.
313. Eiusdem Aitiologia pro Zetetico Apolloniani problematis. Ibid.
314. Eiusdem Vindiciae Archimedis contra Lansbergium et Keplerum.
315. Eiusdem Supplementum Apollonij redivivi.
316. Selectae propositiones ex tota Mathem.
317. Heronis spiritalia in Italic. ling. translat. et annotationibus illustrata. Ab Alexandro Georgio. Urbini 1592.
318. Cluverij introductio in Geogr. Lugd.
319. Snellij Cyclometricus.
320. Galilei de proport. Instrument.
321. Christiani S. Long. Cyclometria. Haf
322. Moltferus. De cubi duplicatione.
323. Kepleri Ephemerides. ab anno 1617. ad 1620.

In Octavo

324. Euclides Clavij.

Instrumenta Im vierten fach Im Kalter

	Guld	
325. Ein kleine Sphaera armillaris	6	
326. Ein Sphaera von vilen messenen Circkeln Inneinander, dar Inn der motus trepidationis	9	
327. Ein alter quadrant de anno 1409	2	30
328. Ein klein quadrant	2	30
329. Ein schönes französich astrolabium	10	
330. Ein Kleineres Astrolabium de Anno 1480	5	
331. Ein messenes Lineal mit fünferley massstäben	3	
332. Ein triangel mit ein Compassten unnd scheiben Zum Sonnenuhres	4	
333. Ein großer messener Circkel vom Uhrmacher zugerichtet wie auch der Ander	1	12
334. Ein Circkel mit Bleyweiss und sonst Zum reisen	1	12
335. Drey kleine Circkel		30
336. Ein stehlene Reissfeder		40
337. Zwo Messene Reissfedern, sambt 2 Steffes		30
338. Ein Messen steff Zum Liniren		8
339. Ein Messen schreibfeder		18
340. Ein Messener Massstab helt 2 Nürnbergische Stadschuch Inn Zoll Abgetheilet	1	
341. Ein doppelter Messener Zirckel mit gebogenen schenkeln		45
342. Vier Bleyene stäblein mit grün taffet uberzogen Zum halten		30
343. Zween Eisen Inn Holz eingefaßt, Zum Reisen auf Holz und zum schrauben		12
344. Ein stehlener Circkel mit einer schrauben		18
345. Zwey messene winckelmass		12
346. Ein See Compass		30
347. Ein Instrument Zur declination der Sonnenuhren		24
348. Ein Instrument mit Redern Zum Copernico		20
349. Ein visierstab Ohne Cambien, Aber mit einer sonderlichen Neuen ausstheilung		20

(durchstrichen „Stecken Zum Feldmessen").

Anmerkungen.

Die Angaben des Verzeichnisses sind möglichst wortgetreu mitgeteilt, unter Weglassung der Zeichen + und der zusammenfassenden Klammern am Rande. Hinzugefügt sind die Nummern. Im Verzeichnis ist die Trennung der Titel nicht gleichmäßig, weshalb es möglich ist, daß ein Band mehrere unter verschiedenen Nummern aufgeführte Drucke enthält.

Die Anmerkungen dienen zur Ergänzung des Titels, sofern die Angaben des Verzeichnisses nicht ausreichen, und zu Berichtigungen, z. B. bei den Nr. 19, 37, 55, 91, 116, 124, 133, 236 und 330.

Wenn die Bände in der Stadtbibliothek Schweinfurt oder in der Universitätsbibliothek Erlangen vorhanden sind, so ist ihre Standortsnummer angegeben. Bezüglich der genauen Titel der in Deutschland erschienenen Bücher verweise ich auf meine Geschichte und Bibliographie der astronomischen Literatur in Deutschland zur Zeit der Renaissance, Leipzig 1941, und bezüglich des Inhaltes der in Erlangen befindlichen Handschriften auf H. Fischers Beschreibung der Erlanger Handschriften [264].

2. Schweinfurt 6500. Mit eigenhändiger Widmung des Dasypodius an Praetorius von 1579.
3. Die Epistola Praetorij ist anscheinend eine Handschrift.
6. Schweinfurt 6424.
7. Schweinfurt 208.
10. Schweinfurt 6487 mit zahlreichen Anmerkungen des Praetorius und mit seinem Auszug aus einem Briefe des Th. Erastus vom 31. 5. 1594.
11. Schweinfurt 6420.
12. Schweinfurt 6478.
13. Schweinfurt 6497 mit eigenhändiger Widmung des Dasypodius an Praetorius von 1579.
15. Schweinfurt 6496.
16. Schweinfurt 6490.
18. Schweinfurt 379.
19. Schweinfurt 6467. Die Jahreszahl ist 1576.
20. Schweinfurt 6452.
21. Schweinfurt 7007.
23. Schweinfurt 6435.
25. Schweinfurt 6476.
27. Schweinfurt 6463.
28. Schweinfurt 1125. Angebunden sind C. Peuceri Elementa doctrinae de circulis 1587 und Theodoricus, Novae quaestiones 1591.
29. Schweinfurt 6422.
30. Schweinfurt 6452.
31. Schweinfurt 6436.
32. Schweinfurt 6489.
35. Schweinfurt 6499.
36. Schweinfurt 6468.
37. Keplers Werk erschien in den Jahren 1618—21.
39. Die Jahreszahl muß wohl 1568 heißen.
40. Schweinfurt 6479. Mit Anmerkungen des Praetorius.
42. Schweinfurt 6438.
43. Schweinfurt 6484.
44. Schweinfurt 6488. Mit Anmerkungen des Praetorius. Erscheinungsjahr 1573.
46. Schweinfurt 6501.
48. Schweinfurt 6477 mit eigenhändiger Widmung Schönborns an Praetorius „Astronomiae et Mechanices peritissimo".
51. Schweinfurt H 67, z. T. in Warschau 1575 geschrieben. Über den Commensurator [775 S. 131]).

52. Schweinfurt H 254 von 1561.
53. Schweinfurt H 223. Vorlesung zu Altdorf 1596.
54. Schweinfurt H 253. Drei verschiedene Arbeiten des Praetorius.
55. Schweinfurt H 255. Vier verschiedene Arbeiten des Praetorius.
73. Schweinfurt 7010.
80. Schweinfurt 7013.
87. Erschienen 1616 Lugduni Batav.
91. Die Drucke erschienen, 1616 und 1612, nicht 1626.
94. Schweinfurt 7032 mit Anmerkung des Rheticus zum 2. Druck: „Georgius J. Rheticus in Georgium Hartmannum gratiam hunc librum exautleber (?)“ und zum 1. Druck sein Namenseintrag.
96. Schweinfurt 7039 I.
97. Schweinfurt 7039 II.
98. Schweinfurt 7038. Schöners Korrekturexemplar.
99. Basel 1546.
102. Nachweisbar nur der Druck: Marburg 1537.
103. Schweinfurt 6871.
104. Schweinfurt 6491.
105. Schweinfurt 6877.
107. Schweinfurt 7026 mit Anmerkungen des Praetorius.
108. Schweinfurt 7028.
109. Schweinfurt 7022 mit Anmerkungen des Praetorius.
110. Schweinfurt 7023.
116. Erscheinungsjahre 1608 und 1617. Die Anmerkungen zum 2. Druck können nicht von Praetorius stammen, da dieser 1616 starb.
117. Anscheinend 3 verschiedene Drucke von 1607.
118. Der 2. Druck lautet: Van den Circkel. Delft 1596.
124. Verfasser: Scaliger.
127. Schweinfurt 7033: Giov. Maria Memi. Tre libri della costanza et forma del Mondo.
131. Zwei verschiedene Drucke.
132. Zwei verschiedene Drucke.
133. Schweinfurt 7012. Verfasser: Blancanus.
135. Schweinfurt 7025.
137. Schweinfurt 7028.
138. Schweinfurt 7034.
139. Schweinfurt 7004.
145. Schweinfurt 7015.
146. Schweinfurt 7027.
147. Schweinfurt 7021.
149. Schweinfurt 7031 mit einer handschriftlichen Zusammenstellung der Finsiernisse von 1609—1630 auf 2 Blättern, nicht von Praetorius geschrieben.
152. Schweinfurt 7041. Zwei Drucke: Dell'anno 1576, Resolutioni 1583.
156. Schweinfurt H 81.
157. Erlangen 832. Geschrieben von Praetorius 1570.
158. Erlangen 831. Altdorfer Vorlesung 1582—83.

159. Schweinfurt H 85. Die Übersetzung des Ptolemaeus erhielt Praetorius 1595 vom bayer. Kanzler.
160. Schweinfurt H 87. Die 1. Abhandlung betrifft die Erweiterung des Briefes Regiomontans an Chr. Röder [775 S. 126]; die 2. Abhandlung, der Brief des Coppernicus, wurde vorher besprochen.
161. Erlangen 843.
162. Schweinfurt H 76. Wittenberger Vorlesung 1573.
163. Erlangen 812.
164. Schweinfurt H 77. Der Verfasser stammt aus Münnerstadt in Franken.
165. Erlangen 835. Altdorfer Vorlesung von 1615.
166. Erlangen 828.
167. Erlangen 829.
169. Erlangen 820.
170. Erlangen 830.
171. Erlangen 825.
172. Erlangen 841.
173. Erlangen 839, geschrieben 1612.
174. Erlangen 813. Altdorfer Vorlesung von 1584.
175. Erlangen 814. Altdorfer Vorlesungen von 1588—94.
177. Erlangen 816.
178. Erlangen 817. Altdorfer Vorlesungen.
180. Schweinfurt H 73. Altdorfer Vorlesung.
181. Erlangen 818. Altdorfer Vorlesungen mit der Anmerkung, daß Regiomontan schon die Erdbewegung in Betracht gezogen hat.
182. Erlangen 822.
184. Erlangen 823. Wittenberger Vorlesung des Praetorius von 1572.
185. Erlangen 815.
187. Erlangen 834. Altdorfer Vorlesung von 1608—09.
188. Erlangen 842.
189. Erlangen 837.
191. Erlangen 838. Tübinger Vorlesung von 1613. Schreiber: Gotf. Maestlin.
192. Erlangen 833.
193. Erlangen 826.
193. a. Schweinfurt H 88. Vorlesung von 1545.
194. Saxonius besuchte 1614 Scheiner in Ingolstadt (Doppelmayr 90).
198. Der 2. Druck ist eine Ausgabe der Perspectiva communis des Johannes Peckham.
200. Schweinfurt 6827. Basel 1537.
204. Schweinfurt 6792.
207. Schweinfurt 6782. Angebunden Haly de judiciis, 1551. Mit Anmerkungen des Praetorius.
208. Schweinfurt 6783. Mit Anmerkungen des Praetorius.
213. Schweinfurt 6785.
214. Schweinfurt 6786 mit Anmerkungen des Praetorius.
215. Schweinfurt 6787 enthält Regiomontanus 1560, Santbech 1561, A. Schöner 1562. Einband: alter Pergamentband mit Blindpressung.

219. Schweinfurt 6796 mit vielen Anmerkungen des Praetorius und mit dem innen liegenden Kupferstich, der Coppernicus mit dem Buch darstellt; siehe Abb. 35.
221. Schweinfurt 6781 mit Anmerkungen des Praetorius.
222. Schweinfurt 6780 mit vielen Anmerkungen des Praetorius.
226. a. b. Schweinfurt 6775—77.
228. Schweinfurt 6797.
229. Schweinfurt 6794.
233. Schweinfurt 6790. Der 1. Druck erschien in Basel 1537.
234. Schweinfurt 6790.
235. Schweinfurt 6795.
236. Schweinfurt 6793. Das Druckjahr muß 1499 heißen.
239. Schweinfurt 6778 mit wenigen Anmerkungen des Praetorius.
240. Schweinfurt 6788. Angebunden Theoria nova Purbachii, in Nürnberg vor 1474 gedruckt. Einige Initialen und Figuren sind nicht ausgemalt.
252. Schweinfurt H 178.
254. Schweinfurt H 177. Der Inhalt entspricht S. 1—20 von Joannis Verneri de triangulis sphaericis (herausgegeben v. A. A. Björnbo, Leipzig 1907). Abschrift des Praetorius in Krakau am 17. 6. 1569.
255. Schweinfurt H 180. Wohl Arbeiten des Hommel.
257. Schweinfurt H 182, bestehend aus den 3 Abhandlungen: 1. Hommel über den Kalender, 2. Hommel über die Sonnenuhren 1556 und 1561, 3. Rheticus über Dreieckslehre.
258. Schweinfurt H 179, z. T. von Praetorius in Krakau 1571 geschrieben.
261. Gemäß Doppelmayr 89 befand sich in Nürnberg die von Praetorius geschriebene Abhandlung „Joh. Kepleri Mathem. Caesar. judicium de methodo Euclidaea", offenbar gleich Nr. 261.
262. Staatsbibl. München Cod. lat. 29101.
263. Staatsbibl. München Cod. lat. 24102.
264. Schweinfurt H 140. Planetentafeln für 1460 und Leipzig geltend, mit beweglichen Scheiben zur Darstellung des Laufes der Planeten.
270. Schweinfurt 7032.
270 a. Wohl der Druck: De Cometis dissertationes ... S. Grynaeus, 1580.
273. Der Almanach des Zacuto.
281 a. Vermutlich Schweinfurt 1386 mit Regiomantans Kalender, Venet. 1476, mit J. Pflaums Kalender, Ulm 1477, mit handschriftlichem Aufsatz über das Aderlassen, mit handschriftlichen Leipziger Berechnungen (wohl Vorlesungen von 1567 oder 1569).
289. Schweinfurt 6469 mit alten Anmerkungen des Praetorius.
292. Schweinfurt 6466.
296. Schweinfurt 6886.
299. Schweinfurt 7435.
313. Paris 1615.
314. Paris 1616.
315. Paris 1612.
316. Unbestimmbar.
319. Lugduni 1621.

321. Longomontanus veröffentlichte sein Werk 1612 unter dem Namen Christiani Severini.
325. Im Stadtmuseum Schweinfurt. Ritz S. 13.
326. Armillarsphäre mit Tellurium und Trepidationsbewegung im Stadtmuseum Schweinfurt. Ritz S. 12 mit Abb. 46.
329. Im Stadtmuseum Schweinfurt. Ritz S. 13 mit Abb. 47—48.
330. Im Stadtmuseum Schweinfurt. Ritz S. 12 mit Abb. 47—48. Die Jahreszahl muß 1484 heißen.
348. Wohl ein Tellurium, worüber oben die Rede ist.

E. Das Hauptwerk des Coppernicus.

Wir müssen unterscheiden zwischen dem Entwurf und zwischen dem Druck von 1543. Der Druck entstand auf Grund einer Abschrift des Entwurfes und erhielt durch Andreas Osiander eine nicht vorgesehene Vorrede. Der 1543 in Nürnberg bei Joh. Petreius erschienene Druck besteht aus 203 Blättern, wovon 196 auf das Hauptwerk, 1 auf das Druckfehlerverzeichnis am Ende und 6 auf Titel, Osianders Vorrede, Schönbergs Brief, Widmung und Inhaltsverzeichnis entfallen. Dagegen enthält der Entwurf nur das Hauptwerk und eine Einleitung, die im Druck fehlt. Von diesem Druck von 1543 erfolgte 1566 in Basel ein Abdruck, der sich nur durch einen anderen Titel, neue Druckfehler und die Zufügung der Narratio prima des Rheticus unterscheidet. Im Jahre 1617 veröffentlichte Nikolaus Mulerius in Amsterdam eine verbesserte und mit Anmerkungen versehene Ausgabe des Hauptwerkes. Gemäß Curtze (Literaturzeitung d. Zeitschrift f. Mathematik u. Physik 19 (1874) S. 18) befindet sich eine Titelauflage von 1640 dieses Druckes von 1617 in der Landesbibliothek in Dresden. Tatsächlich ist sie dort nicht nachweisbar.

Die 4. Ausgabe, zugleich mit polnischer Übersetzung und mit dem Abdruck verschiedener anderer Schriften und Briefe, erfolgte 1854 in Warschau. Dem Abdruck des Hauptwerkes wurde die Amsterdamer Ausgabe zu Grunde gelegt.

Die 5. Ausgabe erfolgte 1873 in Thorn unter Benützung des inzwischen gefundenen Entwurfes. Dieser Entwurf wurde benützt, um zweifelhafte Stellen des Druckes von 1543 richtig zu stellen und die im Druck nicht enthaltenen Stellen des Entwurfes abzudrucken. Diese hauptsächlich von M. Curtze besorgte Ausgabe diente nunmehr als Grundlage für alle Untersuchungen. Gewiß ist sie nicht völlig fehlerfrei. Außer die von Menzzer in seinen Anmerkungen Nr. 406, 427, 457, 472, 480 und 493 erwähnten Fehler möchte ich noch anführen:

S. 281 Z. 16 lies „49“ statt „59“.
S. 298 Z. 7 weglassen „pars una“.
S. 369 Z. 19 lies „diei“ statt „anni“ (Copp. ließ das Wort „noni“ aus).
S. 381 Z. 12 lies „Sequi“ statt „praecedere“.
Z. 14 lies „bes“ statt „dodrans“.
S. 393 Z. 30 lies „praeficiendis“ statt „praefigendis“.
S. 431 Z. 23 lies „adf“ statt „adb“.

Auch sind manche von Coppernicus durchstrichene oder hinzugefügte Stellen nicht gekennzeichnet oder erwähnt. Aber das sind unbedeutende Mängel, die den großen Wert dieser Ausgabe nicht beeinträchtigen. Der von Coppernicus gewünschte oder beabsichtigte Wortlaut läßt sich in manchen Fällen überhaupt nicht mehr feststellen; denn sein Entwurf war nicht druckreif; er enthielt verschiedene Schreibfehler und andere Versehen.

Rheticus, der mit der Veröffentlichung des Hauptwerkes beauftragt war, stellte eine Abschrift des Entwurfes her. Diese Abschrift diente als Vorlage für den Druck in Nürnberg. Rheticus hielt sich dort nur einige Monate auf, um den Satz der ersten Bogen zu überwachen. Die weitere Aufsicht über den Druck überließ er Osiander. Da seine Abschrift verloren ging, so läßt sich nicht feststellen, ob die Unterschiede zwischen dem Druck von 1543 und dem Entwurf auf Rheticus oder auf die Setzer zurückzuführen sind. Die Verbesserungen des Entwurfes dürften Rheticus zu verdanken sein.

Im Jahre 1928 ließ Brachvogel [94] den in Prag in der Bibliothek Nostiz aufbewahrten Entwurf photographieren und davon 3 Abzüge herstellen, die in den Bibliotheken zu Braunsberg, Frauenburg und Königsberg aufbewahrt werden. Zwei Jahre später machte Q. Vetter [705] den Vorschlag, eine Faksimile-Ausgabe des Entwurfes zum Preise von 150 Mk. herzustellen. Dieser Vorschlag kam nicht zur Ausführung.

Eine Faksimile-Ausgabe des Druckes von 1543 wurde 1927 vom Verlag Hermann in Paris herausgegeben.

Aus der Zeit um 1600 stammt eine deutsche Übersetzung des Hauptwerkes, die früher der Jesuitenbibliothek und jetzt der Universitätsbibliothek in Graz als Nr. 560 angehört. Aus einem Hinweis auf S. 221 geht hervor, daß die Basler Ausgabe von 1566 als Vorlage diente. Die Vorreden sind nicht enthalten.

Im Jahre 1879 erschien die deutsche Übersetzung des Hauptwerkes von C. L. Menzzer, die 1939 durch Faksimiledruck eine neue Ausgabe in Leipzig erfuhr. Diese Übersetzung, die Menzzer durch wertvolle Anmerkungen und Hinweise auf Unstimmigkeiten in der Thorner Ausgabe bereicherte, entspricht nicht allen Anforderungen. Menzzer benützt manche nicht gebräuchliche Verdeutschungen wie „erscheinende Bewegung" statt „scheinbare Bewegung" und „unförmliche Sterne" statt „Sterne außerhalb des Sternbildes" und hat manche Stellen falsch übersetzt. Auf manche Fehler der Übersetzung machten Rosen [Isis 24 S. 439—442] und Brachvogel [Jomsburg 5 (1941) S. 233—239] aufmerksam. Einen Auszug aus dem Hauptwerk und aus anderen Arbeiten und Briefen in deutscher Übersetzung brachte Th. Schultheiß, mit einem Nachwort von H. Rauschning 1923 [170]. Dabei wurde Menzzers Übersetzung benützt. Dasselbe tat Koyré, der die ersten 11 Kapitel des 1. Buches des Hauptwerkes und einige kleinere Arbeiten in französischer Übersetzung 1934 in Paris erscheinen ließ [171]. Einige Kapitel des 1. Buches in englischer Übersetzung enthalten das Buch von Th. Digges von 1576 [223] und das Buch von H. Shapley and H. E. Howarth, A source book in astronomy, New York 1929.

Vom Druck des Hauptwerkes „De revolutionibus orbium coelestium libri VI" Nürnberg 1543 lassen sich folgende Exemplare nachweisen:

Breslau Stadtbibl. 2 D 64d. Auf dem Titelblatt alter Eigentümereintrag ausradiert, sonst Chr. God. Gallasch Vratisl. 1752 und Stempel der Posener Stadt Nauk. Einige Anmerkungen des 16. Jahrh. zu S. 5—9 und 69.

Dresden Landesbibl. Astronom 20 ohne Anmerkungen in glattem Pergamenteinband.

Dresden Landesbibl. Lib. Graec B 716h. Sammelband in Pergamenteinband mit Blindpressung. Eigentümer: Val. Engelhart Gothanus, der als Gesamtpreis auf das hintere Schmutzblatt „Constat 2 fl 10 g Anno 1545 Wittenbergae" schrieb und für jeden Druck den einzelnen Preis folgendermaßen angab:

1) Joannis de Monte Regio . . Epitome, Basel	1543	Const. 14 g
2) Nic. Copernicus. De Revolutionibus . . .	1543	1 fl
3) Jo. Verneri Ptol. geographiae instit.	1514	5 g
4) G. Purbachius. Tractatus de Sinubus	1541	3 g

Viele Anmerkungen Engelharts zur Arbeit Werners, die beim Binden sehr beschnitten wurde. Im Titel von Copernicus strich Engelhart die Worte „orbium coelestium" und die Vorrede „Ad lectorem" und schrieb darüber „Andreas Osiander hanc scripsit praefationem Quam petreius Rhetico nesciante impressit". Verschiedene Anmerkungen bis S. 80r.

Weimar Landesbibl. 4 XVI 27(bb) in glattem Pergamenteinband. Einige Anmerkungen und Unterstreichungen des 16. Jahrh. bis S. 9r.

Jena Univ. Bibl. 4 Math VII. 22 ohne Anmerkungen.

Zittau Stadtbibl. Ps fol. 30 ohne Anmerkungen zum Druck.

Krakau Czartorysk. Museum: 1 Exemplar gemäß Estreichers Bibliographie.

Lemberg Ossolinski-Institut: 1 Exemplar gemäß Estreichers Bibliographie.

Warschau Staatsbibl. Wil. Cim. 521 in Pergamenteinband mit Blindpressung. Auf Titelblatt Eintrag des 16. Jahrh.: „Sum Henrici Jungmanni", der auch die Vorrede „Ad lectorem" durchstrich. Von anderer Hand, um 1600, Anmerkungen zu S. 1—13, von denen beachtenswert zu S. 9r „Distantiam solis a terra respectu orbis stellarum fixarum nullam, est potius concedendum quam pene infinitos orbes".

Königsberg Univ. Bibl. Md 11.2°, früher herzogliche Bibliothek, ohne Anmerkungen.

Berlin Staatsbibl. 2° Om 1934. Auf Titelblatt: „Joh. Henricus Hoffmannus Henrici Nepos. Noribergae Ao 1698 die 29. Julii". Ohne Anmerkungen.

Frankfurt a. Main. Stadtbibl. „Ex libris Johannis Hartmanni Beyeri, Francofurtensis". Einige Anmerkungen und Unterstreichungen auf S. 1—7.

Münster Univ. Bibl. 1 Exemplar ohne Anmerkungen.

Tübingen Univ. Bibl. 1 Exemplar ohne Anmerkungen.

Gotha Landesbibl. Nur „1572 d. 26. Aug." auf dem Titelblatt.

Rostock Univ. Bibl. 1 Exemplar ohne Anmerkungen.

Heidelberg Univ. Bibl. 1 Exemplar ohne Anmerkungen.

Altenburg Landesbibl. Neben dem Titel „Hoc libro terra mobilis sol immobilis dicitur contra omnium quodammodo astronomicorum sententiam".

Kiel Univ. Bibl. 1 Exemplar ohne Anmerkungen.

Freiburg Univ. Bibl. 1 Exemplar ohne Anmerkungen.

Straßburg Univ. Bibl. 1 Exemplar ohne Anmerkungen.

Zwickau Stadtbibl. 1 Exemplar aus dem Besitz des 1546 gestorbenen Stadtschreibers Mag. Stephan Roth. Ohne Anmerkungen.

Olmütz Studienbibl. 1 Exemplar ohne Anmerkungen.

Bern Stadtbibl. 1 Exemplar ohne Anmerkungen.

Stralsund Stadtbibl. 1 Exemplar ohne Anmerkungen.

Karlsruhe Landesbibl. 1 Exemplar.

Liegnitz Stadtbibl. 1 Exemplar ohne Anmerkungen.

London Brit. Museum 2 Exemplare: 5 32. i. 10 und 59. i. 6.

Paris Bibl. Nat. 2 Exemplare: Dep des Imp Res V 718 (eines mit dem Wappen Heinrichs II.).

Brüssel Observatoire Royal 1 Exemplar.

Brüssel Bibl. R. 1 Exemplar.

Löwen Univ. Bibl. 1 Exemplar.

Lüttich Univ. Bibl. 1 Exemplar.

San Fernando Observatorio 1 Exemplar.

Pulkowo Sternwarte 1 Exemplar.

Edinburgh R. Observatory 1 Exemplar mit Tafeln von alter Hand geschrieben.

Krakau Univ.Bibl. 1 Exemplar gemäß Estreichers Bibliographie.

Rom Bibl. Vaticana Palat III, 103. Dieses Buch schenkte Rheticus seinem Freunde A. P. Gasser, der auf das Titelblatt schrieb [514 S. 4]: „Natus est hic Anno Domini 1473 die 19 Februarij, ho 4,48'. Idem usus est praeceptore Dominico Maria Astronomo celeberrimo Bononiae. Anno 1500,5 die Novembris ho 2 post medium noctis Luna obscuratur 10′ et hoc causam praebuit observationibus his, vide lib. 4, c. 14. Anno 1504 die Martii observavit Copernicus cursum ☿ (sic), et ab observatione hac 21 anno Ptolemaei Philadelphi Regis Aegyptiae (sic) usque ad praesentem elapsos esse scribit annos 1768 Aegyptiacos dies 200, 33′, quae efficiunt Julianiacos 1767 dies 123,33′. Cop. lib. 7 (sic), c. 30. Hic nonnulli annum unum abundare volunt ut est in reliquis observationibus. Vide Chronol. Gerardi Mercatoris. Idem Copernicus mortuus est Anno 1543 die 19. Februarii (sic), aetatis suae Anno LXX." und zur Widmung an Paul III „Datum Varmiae in Borussia mense Junio 1542".

Ad. Müller schreibt diesen Anmerkungen großes Gewicht zu, da Gasser Freund des Rheticus gewesen sei. Wie Müller selbst schon durch seine Anmerkungen (sic) auf Irrtümer aufmerksam macht, so muß darauf hingewiesen werden, daß die Angabe, daß Dominicus der Lehrer des C. gewesen sei, im Widerspruch zur Angabe des Rheticus steht.

Kopenhagen K. Bibl. 1 Exemplar mit Anmerkungen [60 S. 643—647] und Hinweisen auf Libelli quinque des Cardanus von 1547, auf die Practica des Val. Steinmetz für 1552, auf die Elementa doctrinae des C. Peucer von 1551, auf die Narratio prima des Rheticus und auf die Tabulae Bergenses des Stadius von 1560. Bemerkenswert sind die Anmerkungen auf dem Titelblatt „Eruditum in totum opus reuolutionum Nicolai Copernici commentarium scripsit Erasmus Reinholdus" und zu S. 67, wo Coppernicus eine geradlinige

Bewegung durch 2 kreisförmige darstellt, „Nouum inuentum Copernici“ und „Demonstratio egregiae, vtilis et inauditae rei, quam hic inuenit Copernicus, cuius occasione meditandi accepta ex attractione Candelabri brachialis mobilis, quemadmodum Archimedes mixturae auri et argenti modum ex lubro in balneo etc“. Anmerkungen zu S. 169 rv beziehen sich auf die Nürnberger Beobachtungen, wobei der Name Schöners in Walther geändert und auf eine von der Veröffentlichung [593 a] abweichende Ortsangabe hingewiesen wird. Am Schluß Hinweise auf antike und biblische Angaben.

Wolfenbüttel Bibl. 21. 1. Astron. mit vielen Anmerkungen [584; Bd. I, 2 S. 541] und dem Hinweis, daß die Wörter „orbium coelestium“ nicht von Coppernicus stammen.

Dillingen Studienbibl. 2 Exemplare ohne Anmerkungen.

Upsala Univ. Bibl. Exemplar, welches Rheticus dem Domherren G. Donner schenkte „Reuerendo D. Georgio Donder canonico Varmiensi amico suo Joachimus Rheticus d. d.“, später in die Jesuitenbibiliothek nach Braunsberg kam und von den Schweden entführt wurde. Durchstrichen sind von alter Hand die Wörter „orbium coelestium“, die Vorrede Osianders „Ad lectorem“ und der Brief Schönbergs. Abbildung des Titelblattes [721 S. 488].

Leipzig Univ. Bibl. Lib. sep. 577r [60 S. 647—652]. Auf dem Titelblatt „D. Hieronymo Schreiber petreius dd 1543“. H. Schreiber, der als Nachfolger des Rheticus in Wittenberg in Aussicht genommen war und im Februar 1543 Hausgenosse Melanchthons in Wittenberg war [68 S. 362, 364], schrieb über die Vorrede Ad lectorem „Andreas Osiander“, wie Kepler berichtete, der das Buch später besaß, einige Anmerkungen zu S. 96r, 110r, 122r, 141rv, 142r, 143r und zur Titelseite und auf einem Vorsatzblatt seine lateinische Übersetzung eines Zwiegespräches zwischen dem Gastgeber (Melanchthon?) und seinem Gastfreund (Schreiber?) über dieses Buch schrieb, die er anscheinend am 22. Dez. 1598 vollendete.

Braunsberg Akademiebibl. A.K.N. 2664 1 Exemplar [347 S. 365].

Berlin Univ. Sternwarte 1 Exemplar mit Angabe des Geburtstages auf dem Titel und mit Abschrift der Schrift des Calcagnini von alter Hand.

München Univ.Bibl. fol. Math. 53 zwei Exemplare mit dem Eigentumsvermerk „Collegij Societatis Jesu Ingolstadtij 1656 Ex Haeredit. Herwartiana“. Das eine Exemplar zeigt einige alte Anmerkungen und auf der Titelseite „Julius Gut JVD. CV Melchiori Mülhusero art. et med. D. 1550“. Das andere Exemplar zeigt Anmerkungen Herwarts. Zwischen Bl. 75 und 76 Zettel mit dem Hinweis „Graviter reprehenditur Copernicus a Vieta, quod in problemate quae proponitur lib. III Cap. IX non geometrice progressus est“ auf die Untersuchungen Vietas.

Die Ingolstädter Jesuitenuniversität besaß außer diesen beiden Drucken von 1543 den Druck von 1566 und zweimal den Druck von 1617, wovon ein Exemplar auch von Herwart stammte. In keinem dieser Bücher sind die kirchlich vorgeschriebenen Durchstreichungen und Änderungen zu sehen.

München Staatsbibl. 2^0 Astr. Un. 18 ohne Anmerkungen. Eingeklebt zwischen Bl. 66 und 67 ein Zettel mit einer Figur zur Darstellung der Präzession.

München Staatsbibl. 2° Astr. Un. 18a. Früherer Eigentümer: „Joh. Christopherus Oefele". Wenige Anmerkungen.

München Staatsbibl. 2° A. Gr. b. 1004. Auf der Titelseite „Pro Domino Joh. Jacobo Fugero" (Joh. Jakob Fugger in Augsburg lebte von 1516 bis 1575). Über der Vorrede Osianders „Ad lectorem" wurde im 16. Jahrh. geschrieben: „G. Joachimus reticus, ordinarius Lipsensis discipulus copernici ob hanc epistolam vixatus est cum typographo, affirmante eam sibi cum reliquo opere traditum, suspicatus tamen osiandrum eam praefixisse operi, quod certo scire affirmabat, Ita tracturum hominem, ut sue vocationi attentus, in futurum astronomos lacerare praesumeret. Appianus tamen mihi dixit osiandrum sibi aperte fassum esse, se hanc suo mente addidisse." Sonst keine Anmerkungen.

Schaffhausen Stadtbibl. 1 Exemplar. Auf der Titelseite „Ex libris M. Michaelis Maestlini Goeppingensis, Anno domini 1570". Maestlin schrieb neben die Vorrede Osianders und die Widmung an den Papst längere Anmerkungen mit z. T. winziger und kaum lesbarer Schrift, von denen die zur Vorrede Osianders besonders wichtig sind. Zuerst kannte er den Verfasser der Vorrede nicht, stellte aber fest, daß sie von Coppernicus nicht stammen könne, und schließt mit den Worten „Ideoque ego indistincte et simpliciter omnia huius epistolae capita non approbare, multo minus defendere possum". Dann schrieb er daneben: „NB. Hujus epistolae Autorem esse Andream Osiandrum certo comperi" und daneben „NB. De hac Epistola ego (Mich Maestlin) inter libros Philippi Apiani (quos a vidua ipsius emi) alicubi inveni scripta haec quae sequuntur verba, attamen sine authore addito, manu tamen esse D. Phil. Apiani, ex charactere literarum agnoscere facilime potui. Vnde conjicio, ea ab ipso alicunde, procul dubio memoriae causa, fuisse descripta. Georgius Joachimus Rheticus, Ordinarius Lipsensis, discipulus Copernici, ob hanc epistolam plurimum vixatus est cum Typographo, affirmante, eam sibi cum reliquo opere traditam fuisse. Suspicatus tamen est, Osiandrum eam praefixisse operi, quod scz. certo sciret, affirmabat, se ita tracturum hominem, vt suae vocationi attentus, in futurum Astronomos lacerare non amplius praesumeret. Apianus tamen mihi dixit, Osiandrum sibi aperte fassum esse, se hanc suo mente addidisse." Diese Angabe über die Einschiebung der Vorrede Osianders stimmt beinahe wörtlich mit dem älteren Eintrag in München Staatsbibl. 2° A. Gr. b. 1004 überein. Offenbar hatten dieser Schreiber und Philipp Apian einen Druck von 1543 vor Augen, in den ein Unbekannter dies hineingeschrieben hatte.

Basel Univ. Bibl. 1 Exemplar, das zuerst einem Studenten Wölpper gehörte, der seinen Namen auf den Titel schrieb, auf S. 29v eine lange Anmerkung machte und auf S. 197v am 14. Juni 1611 einen Abschnitt über die Berechnung der Sonnenhöhe aus einem Buche Witekinds abschrieb. Dann kam es in den Besitz des Wilhelm Schickard, der sein Exlibris auf den Titel stempelte und dort und neben Osianders Vorrede Hinweise auf Maestlins Exemplar machte. Auch wies er auf Keplers Angabe im Vorwort seiner Astronomia nova, Heidelberg 1609, hin.

Göttingen Univ. Bibl. 1 Exemplar mit einigen alten Anmerkungen, darunter „Osiander" zur Vorrede Osianders.

Gießen Univ. Bibl. 1 Exemplar mit einigen alten Anmerkungen.

Darmstadt Landesbibl. 1 Exemplar, das von A. Osiander dem „Friderico Abbati Aegidiano" gewidmet ist, und den Eigentümervermerk „Georgius Sella Norinbergae 23. Junij Anno 1550" zeigt. Siehe S. 253.

Mainz Stadtbibl. 1 Exemplar aus der Ottheinrich-Bibliothek zu Heidelberg, ohne alte Anmerkungen.

Bonn Univ. Bibl. 1 Exemplar mit den Angaben auf dem Titelblatt „Sum Johannis Balthasari Vogleri Argentinensis Anno 1639. Librum hunc rarissimum comp. Bodmann, J. V. D. et Prof. p. o. Mogunt. 1791. const. 6 f. 40 xr."

Prag-Strahov Stiftsbibl. 1 Exemplar mit den Eigentümervermerken „Isaacus Schallerus tenet sibi et suis" und „Ex libris M. Nicolaj Comerij" auf dem Titelblatt.

Würzburg Univ. Bibl. 1 Exemplar ohne alte Anmerkungen.

Ulm Stadtbibl. 1 Exemplar mit einigen Anmerkungen des 17. Jahrh.

Thorn Stadtbibl. 1 Exemplar in glattem Pergamenteinband mit eingepreßtem Wappen. Aus dem Besitz der Thorner Familie Gottstein stammend.

Schweinfurt Stadtbibl. N 6796. Das Buch gehörte dem Wittenberger Theologen Paul Eber, der verschiedene Anmerkungen zu S. 46v, 80r, 93r usw. machte. Vor 1560 kam es in den Besitz des Joh. Praetorius, der viele Anmerkungen eintrug und Stellen im Druck verbesserte. S. 15r „Abhorrer Copernicus a Vocabulo: Sinus (Rhetici relatione)". S. 28v Zur Bestimmung der Mittagslinie mit dem Indischen Kreise: „Ego potius stellam fixam aliquam adhiberem, in Meridiano versus Septentrionem sitam". S. 75v „Reprehendit hoc graviter Fr. Vieta" mit 3 eingelegten Zetteln, worauf die Gedankengänge Vietas in seiner 2. Appendicula ad Apollonium Gallum entwickelt werden. S. 120r Hinweis auf die Berechnung der Mondparallaxe durch Reinhold. Bei Osianders Vorrede steht „Andr. Osiandri, (ut aiunt)". Im Buche lag der Kupferstich, der Coppernicus mit dem Buch in der Hand zeigt. Später erfuhr Praetorius die näheren Umstände über die Vorrede, wie er an Herwart im Jahre 1609 schrieb (Clm 1607, Bl. 95r): „Sed de Reimaro ... nam ingenue fatetur, se Tychone esse doctiorem. Titulus multa pollicetur, quae in volumine non reperiuntur. De hypothesibus Astronomicis acerrime contendit, et fateor, me authores illos quos sub finem cum figuris adpositis citat non satis novisse ... fingi orbem Martis Solarem transcedere regionem .. ego hoc ex Ptolem. non didici .. orbium penetratio aeque Copernico absurdam quam Physicis .... (95v) Ait prefationem priorem in Copernicum, incerti esse autoris. Eam autem prefixit Andreas Osiander, quondam conciniator Norimbergensis. Nam ipso curante Copernici opus primum Norimbergae impressum est. Et primae aliquot paginae ad Copernicum missae sunt. Sed paulo post Copernicus diem suum obijt antequam totum opus videre potuit. Serio autem Rheticus affirmabat, Copernico plane displicuisse illam Osiandri praefationem, imo non mediocriter irritum fuisse. Et verisimile est. nam aliam eius mentem fuisse, ac quod se fert praefatio illa, ex dedicatoria Epistola et ipsius libro apparet. Titulus etiam citra mentem autoris ab eodem immutatus fuit. debuit enim esse: De revolutionibus orbium mundi. et fecit Osiander: orbium coelestium: etc."

Königsberg Univ. Sternwarte 1 Exemplar.

Fred. E. Brasch berichtet in seinem Aufsatz „The english translation of De revolutionibus orbium coelestium" (Science 64, 1926, S. 158—159), daß sich Exemplare der Ausgabe von 1543 in den amerikanischen öffentlichen Bibliotheken New York Public Library, Boston Athenaeum Library, Massachusetts Institute of Technology und Harvard University befinden. Demgemäß weist meine, keineswegs vollständige Zusammenstellung 69 Exemplare nach.

Nachrichten über verschollene Drucke von 1543:

Die Univ. Bibl. Leipzig besaß früher ein Exemplar mit dem Eintrag „Sub Decanatu Mgri Leonardi Wolff Carniolanj, hic liber ad facultatis artium Bibliothecam emptus est pro 27 flor. 6 ß. Anno domini 1. 5. 4. 3, L. W." [60 S. 647].

Die Bischöfliche Bibliothek in Heilsberg besaß vor dem Schwedeneinfall das von Rheticus dem Giese zugesandte Exemplar mit dem Eintrag „Reuerendissimo in Christo patri Tidemanno Gisio, episcopo Culmensi, Domino suo clementissimo, Joachimus Rheticus d. d." Osianders Vorrede war durchstrichen, wie im Exemplare Donners [60 S. 652].

Petrus Saxonius besaß 2 Exemplare [Anhang D]. Das eine Exemplar befindet sich in der Stadtbibl. Schweinfurt unter Nr. 6796; das andere Exemplar ist verschollen, Es war in glatten Pergament mit grünen Bändern eingebunden und enthielt Anmerkungen der Joh. Hommel und Joh. Praetorius. Die St.Bibl. Bamberg besitzt unter Nr. J. H. Msc. astr. 3 ein kleines Buch von 16 Bl. Darin hat Barthol. Scultetus die Anmerkungen seines Lehrers Hommel aus dessen Exemplar geschrieben. Am Schluß steht: „Haec colligebat B. S. Gorlizensis ex sui praeceptoris Joh. Homelij libro Copernici de Reuolut: Anno 1562. Septemb. 13."

Der Preis des Hauptwerkes und besonders des Nürnberger Druckes von 1543 hat im Laufe der Zeit sehr geschwankt. Val. Engelhart bezahlte 1545 dafür 1 Gulden in Wittenberg, während der Dekan L. Wolff 1543 in Leipzig 28 Gulden dafür zahlte. Im Jahre 1667 schätzten Breslauer Buchhändler den Druck von 1543 zu 15 Groschen und den Entwurf zu 1 Gulden [705]. Im Jahre 1941 betrug der Preis des Druckes 1950 Mark.

F. Die Bildnisse des Coppernicus.

Es ist immer reizvoll das Bildnis eines großen Mannes zu betrachten; man möchte sich die Frage beantworten, wie sah der Mann aus, der so viel geleistet hat? Besonders bei einem Gelehrten wie Coppernicus, der in seinen Briefen und Arbeiten so wenig aus sich herausging, möchte man gern mehr über sein Wesen erfahren und betrachtet deshalb seine Bildnisse mit größerer Spannung. Leider gehörte er zu den Gelehrten, die zu ihren Lebzeiten wenig bekannt waren, so daß ihr Bildnis nicht allgemein begehrt wurde und die Künstler sich nicht beeilten, das Aussehen des Gelehrten durch Bildnisse bekannt zu machen. Erst Jahrzehnte nach seinem Tode begann man sich nach

seinem Bildnis zu erkundigen und es durch Holzschnitt und Kupferstich zu verbreiten. Bildnisse, die zu seinen Lebzeiten entstanden und seinen Namen und die Zeit der Herstellung angaben, sind wohl nicht mehr vorhanden. Die vorhandenen Bildnisse sind zum Teil später entstanden und geben zu manchen Zweifeln Anlaß.

Seit Jahrzehnten hat man sich bemüht, sein wahres Bildnis festzustellen, um Vorlagen für Denkmäler, Schaumünzen und andere Ehrungen zu haben. Arbeiten über seine Bildnisse verdanken wir Curtze [203], Polkowski [562 u 564], Hipler [349], Batowski [33] und Brachvogel [88 u. 98]. Besonders sind wegen ihrer Abbildungen zu nennen das von Polkowski herausgegebene Album und das Buch von Batowski. Wenn hier der Versuch gemacht wird, eine neue Zusammenstellung der Coppernicus-Bildnisse zu bringen, so geschieht es aus folgenden Gründen: Seit dem Erscheinen von Batowskis Buch wurden mehrere bisher nicht beachtete Bildnisse bekannt, die Erwähnung verdienen. Dann ist es notwendig, die Zusammenhänge zwischen den Bildnissen klarzustellen, um Ordnung in dem Wirrwarr der Bildnisse zu schaffen, zumal die Seltenheit vieler Bildnisse ihre Vergleichung sehr erschwert. Selbstverständlich kann die folgende Zusammenstellung keinen Anspruch auf Vollständigkeit machen. Alle in den letzten 100 Jahren veröffentlichten und hergestellten Bildnisse festzustellen, ist unmöglich und auch nicht notwendig. Wichtig erscheint dagegen die Feststellung der vor 1800 geschaffenen Bildnisse. Es wird manche Bildnisse dieser Zeit geben, die mir entgangen sind. In manchen Fällen war es wegen des Krieges nicht möglich die Forschung soweit zu treiben, als es wünschenswert war.

Die folgende Zusammenstellung führt die Bildnisse geordnet nach ihrer Zusammengehörigkeit auf. Dabei wurde, wenn nötig, auf die früheren Arbeiten: Album [562], Polkowski [564], Hipler und Batowski hingewiesen. Die Größen sind gemäß Breite und Höhe angegeben.

I. Coppernicus mit dem Buch in der Hand. Kupferstich von 13,0 × 18,2 cm Größe. Brustbild. Beide Arme ruhen auf dem Tisch. Die linke Hand hält ein Buch. Links neben dem Kopf ein Ausblick durch ein Fenster auf eine Landschaft mit 2 Bäumen. Unterschrift „D. NICOLAVS COPERNICVS". Polkowski Nr. 19. Abbildung: Batowski 6, Zinner [773 S. 165] und Brachvogel [88 S. 597]. Dieses Bildnis gehört zu den ältesten und wichtigsten; denn es befindet sich in dem früher Rheticus gehörigen und jetzt in der Nostizschen Bibliothek zu Prag aufbewahrten Entwurf des Hauptwerkes und im Exemplar des 1543 erschienenen Hauptwerkes, das Joh. Praetorius besaß und mit vielen Anmerkungen versah (jetzt N 6796 der Stadtbibliothek Schweinfurt). Praetorius erhielt den Kupferstich vermutlich, als er mit Rheticus in Krakau von 1569—71 zusammen war. Es ist sehr wahrscheinlich, daß Rheticus, der Schüler des Coppernicus, diese beiden Kupferstiche besaß. Vielleicht ist das 3. bekannte Exemplar, Nr. 696,70 im Czartoryskischen Museum zu Krakau, auch durch ihn nach Polen gekommen. Das Exemplar im Entwurf trägt von alter Hand die Bemerkung „Ao Aetatis 70". Dies ist nicht von Rheticus geschrieben. Die Schriftzüge gleichen denen des Jakob Christmann, des späteren Besitzers des Entwurfes. Demgemäß kann die Bemerkung „Im Alter von 70 Jahren" nicht dazu dienen, die Herstellungszeit des Kupferstiches oder

seiner Vorlage zu bestimmen. Coppernicus war im Alter von 70 Jahren so krank, daß mit seinem baldigen Tode zu rechnen war. Dazu kommt, daß der Stich, gemäß Mitteilung von Prof. Winkler, nicht vor der 2. Hälfte des 16. Jahrhunderts möglich ist; „die Landschaft im Fenster und der Faltenstil belegen das eindeutig. Die Vorlage kann aber ein Bild um 1503 gewesen sein. Es sieht ganz so aus, als ob ein Gemälde als Vorlage für den Stich gedient hat. Die charakteristischen Eigenschaften eines Selbstbildnisses verrät das Werk in keiner Weise." Siehe Abb. 35.

I.A. Kupferstich von 19.4 × 30.9 cm Größe. Brustbild nach halb rechts in ovalem Rahmen mit der Umschrift „NICOLAVS COPERNICVS" und mit der Unterschrift „Naturae norus ... Barlaeus". Bezeichnet „J. Falck sculp." Gemäß Batowski hat der Danziger Künstler Falck dieses Bildnis um 1645 geschaffen. Es gleicht im Pelzbesatz und im Gesicht am meisten der Vorlage *I*, so daß die Benützung dieser Vorlage wahrscheinlich ist. Abbildung: Batowski Nr. 15.

I.A.α. Kopie von *I.A.* mit der Unterschrift „Il vero ritratto de Nicolo Copernico inciso circa il 1650 dal celebre artista Polacco Jeremia Falck di Danzica".

I.A.b. Brustbild nach halb links. Steindruck von 22 × 26 cm Größe. Kopie von *I.A.* Unterschrift „N. COPERNIC." Bezeichnet „Vigneron del. Engelmann lith.". Auf besonderem Blatt die Lebensbeschreibung „Nicolas Copernic .. aujourd'hui".

I.A.b.α. Brustbild nach halb rechts. Kopie von *I.A.b.* Titelbild zum Buch „Nicolaus Copernicus" [178].

I.A.d. Ölgemälde von Enrico Siemiradzki gemäß *I.A.* Wolynski [751 S. 10].

I.A.e. T. Rygier schuf 1877 in Florenz gemäß *I.A.* die Gipsbüste, die jetzt im Museum der Stadt Warschau steht, und die Marmorbüste für das Museo Copernicano in Rom.

I.A.e.α. Giov. Vagnetti schuf die Schaumünze, welche die Universitäten Bologna, Rom, Ferrara und Padua 1879 dem Museo Copernicano in Rom verehrten. Die Münze von 64 mm Durchmesser, ausgeführt in Gold, Silber oder Bronze, zeigt auf der Vorderseite das Brustbild in Profil, gemäß der Büste *I.A.e.* mit der Umschrift „NICOLAVS COPERNICVS ASTRONOMVS POLONVS" und auf der Rückseite „ARCHIGYMNASIA ... MDCCCLXXIX". Abbildung: Wolynski [751 Nr. 9] und Righini [614 S. 206].

I.B. Der Kupferstich wurde vom Bildhauer Kurt Lehmann 1938 als Vorlage für eine Bronzebüste benützt, die 1939 im Eingang des Coppernicus-Institutes in Berlin-Dahlem aufgestellt wurde. Abbildung der Büste in der Zeitschrift „Die Himmelswelt" 49, Bonn 1939, S. 163.

II. Tycho Brahe besaß im Musaeum seiner Sternwarte Uraniborg, erbaut von 1576—1580, ein Gemälde des Coppernicus, das dieser eigenhändig mit Hilfe eines Spiegels gemalt haben soll [108; VI S. 270—271], wie die Inschrift besagt „In D. NICOLAI COPERNICI TORONENSIS EFFIGIEM, QUAM IPSEMET SVA MANV E SPECULO DEPINXISSE DICITUR". Brahe widmete ihm am 2. Oktober 1584 zwei Gedichte (Aethere sublimi ... capit und

Si robusta ... fauet), die er später drucken ließ. Es ist möglich, daß er dieses von ihm hochgeschätzte Bildnis von seinem Schüler Elias Olsen mitgebracht erhielt, als dieser im Juli 1584 zurückkehrte und dabei den coppernicanischen Dreistab als Geschenk des Domherren Hanov brachte. Olsen hatte nicht nur Frauenburg, sondern auch Danzig und Königsberg besucht, und konnte dort das Bildnis erwerben.

In Brahes Musaeum hingen, gemäß der Beschreibung von 1591 [108; VI S. 262—295] außer diesem Bildnis auch die gemalten Bildnisse der Astronomen Hipparch, Ptolemaeus, Albategnius, Wilhelm von Hessen und Buchanan. Das Bildnis des Ptolemaeus wurde durch ein Gedicht am 1. Okt. 1584 ausgezeichnet. Das Bildnis des Coppernicus diente wohl als Vorlage für das Bildnis, das neben 7 anderen Bildnissen unterhalb des Braheschen Weltgebäudes gemalt wurde, das die Decke des Arbeitszimmers in der Stjerneborg ausfüllte. Da diese Sternwarte 1584 erbaut wurde, so ist die Benützung des Bildnisses als Vorlage sehr wahrscheinlich. Jedes der 8 Bildnisse im Arbeitsraum erhielt eine Unterschrift, die für Coppernicus und Brahe so lautete: NICOLAVS COPERNICVS TORONENSIS VIXIT CIRCA ANNUM 1520. POST CHRISTUM. Curriculis . . iter und TYCHO BRAHE DANVS DE KNVDSTRVP CIRCA ANNUM 1580. POST CHRISTUM. Quaesita . . erit.

Das Selbstbildnis des Coppernicus diente wohl auch als Vorlage für das Bildnis, das Brahe neben anderen Astronomen-Bildnissen 1599 auf ein Gestell malen ließ, als er seine Geräte in Prag aufstellte, und ebenso für das kleine Bildnis, das er auf das hölzerne Gestell seiner Armillae Aequatoriae malen ließ. Dieses hölzerne Gestell wurde geschmückt mit den Bildnissen der Ptolemaeus, Albategnius, Coppernicus und Brahe, also der 4 Astronomen, die auch auf dem Prager Gestell und an den Wänden im Arbeitsraum abgebildet waren. Brahe ließ von dieser Armillae einen Holzschnitt herstellen, der 1596 in der Beschreibung „Icones instrumentorum" und 1598 in der „Astronomiae instauratae mechanica" veröffentlicht wurde. Darauf sind nur die Bildnisse von Brahe und Coppernicus zu sehen. Die Bildnisse zeigen die Astronomen in voller Gestalt. Der Rahmen trägt die Überschrift „NCTG" und die Unterschrift „1520" für Coppernicus und die Überschrift „TBOD" und die Unterschrift „1580" für Brahe. Wenn wir die Abkürzungen der Überschrift auflösen, so lauten sie „Nicolaus Copernicus Toronensis Germanus" und „Tycho Brahe Ottonides Danus"; sie ähneln sehr den erwähnten Unterschriften in der Stjerneborg und stimmen in den Jahreszahlen überein, die wohl die Zeit ihrer größten Tätigkeit bezeichnen sollen.

Bevor wir auf die beiden Bildnisse eingehen, wollen wir versuchen ihre Entstehungszeit festzustellen. Brahe besaß 3 Armillae Aequatoriae. Von der letzten Armillae majores oder Armillae maximae, die in der Stjerneborg aufgestellt war, sagte er am 1. März 1586, daß er sie vor 2 Jahren habe bauen lassen und daß die beiden anderen früher entstanden seien. Demgemäß muß die erwähnte Armille mit dem hölzernen Gestell aus der Zeit vor 1584 stammen. Wenn für das daraufgemalte Coppernicus-Bildnis sein Selbstbildnis als Vorlage diente, muß es vor 1584 in Brahes Besitz gekommen sein. Die Annahme, daß Olsen es im Sommer 1584 mitbrachte, scheidet dann aus.

Der Holzschnitt der Armillae Aequatoriae zeigt Coppernicus in einem weiten, bis auf die Füße reichenden Gewand, ohne Hut. Das Haar steht links und wohl auch rechts von seinem Kopf weit ab, wie auf den meisten Bildnissen. Die Hände halten vor der Brust einen Gegenstand, wohl ein Buch, soweit das kleine Bild von 6,5 × 13,5 mm Größe das festzustellen gestattet. Der Einwand erscheint berechtigt: Gestattet das kleine Bild überhaupt einen Rückschluß auf das Aussehen des Gemäldes am Fußgestell und auf dessen Vorlage? Um diese Frage zu beantworten, wollen wir Brahes Bildnis auf dem Holzschnitt betrachten. Offenbar ähnelt es sehr seinem Bildnis im Kupferstich mit dem großen Mauerquadranten; nur daß Brahe im Kupferstich an einem Tisch sitzt, aber im Holzschnitt steht; aber sein Mantel und Mütze sind offenbar die gleichen. Ebenso ist die hinaufweisende Haltung seines rechten Armes die gleiche. Das Bildnis im Kupferstich kann nicht als Vorlage für das Bildnis am Gestell gedient haben, da es erst 1587 entstanden ist. Sehr wahrscheinlich ließ Brahe sich schon vorher als Beobachter malen, und zwar durch Tobias Gemperlin, den er 1575 von Augsburg mitnahm; Gemperlin hatte ihn als Beobachter am Quadranten 1587 gemalt, und zwar zu Brahes großer Zufriedenheit. Wir werden also ein früheres, jetzt verlorenes Gemälde Gemperlins annehmen müssen, das als Vorlage für die Bildnisse am Gestell und im Arbeitszimmer der Stjerneborg gedient hat. Bei der großen Sorgfalt, die Brahe auf die richtige Abbildung der Geräte in den Holzschnitten legte, dürfen wir annehmen, daß der Holzschnitt der Armillae Aequatoriae mit den beiden Bildnissen ein getreues Abbild des Gestelles mit seinen Bildnissen ist, so daß wir berechtigt sind, aus dem Bildnisse des Coppernicus Rückschlüsse auf die Vorlage zu machen. Das angebliche Selbstbildnis zeigte ihn in langem, weitem Gewand ohne Hut, einen Gegenstand, wohl ein Buch, in den Händen. Dieses Bildnis ist nicht nachweisbar.

II.A. Gemäß dem Selbstbildnis wurde wohl das Bildnis auf dem Gestell der Armillae Aequatoriae gemalt (Abb. 48). Das Gestell ist nicht nachweisbar.

II.A.a. Holzschnitt des Gestelles mit dem Bildnis (Abb. 48). Die Universitätsbibliothek München besitzt ein Exemplar der Astronomiae instauratae mechanica (2° L.rari 7), in Wandsbeck 1598 gedruckt, mit Brahes eigener Widmung an Herwart von Hohenburg. Die Holzschnitte sind farbig ausgemalt und dürften das Aussehen der Gegenstände so getreu wie möglich wiedergeben. Brahe trägt eine schwarze Mütze mit weißen Federn und ein rotes Gewand unter einem blaugrauen, innen rosa gefütterten Mantel. Coppernicus trägt ein rotes Gewand mit weißem Halskragen; seine Unterarme sind unbedeckt. In den Händen trägt er einen länglichen, blaugrauen Gegenstand. Sein Haupthaar ist braun. Von den beiden Exemplaren der Sächsischen Landesbibliothek zeigt das eine den Gegenstand blaugrau, dagegen das andere Buch den Gegenstand gelb mit breitem goldenen Rande, also wohl ein Buch.

II.B. Gemäß dem Selbstbildnis wurde wohl das Bildnis an der Wand des Arbeitszimmers gemalt. Es ist nicht nachweisbar.

II.C. Gemäß dem Selbstbildnis wurde wohl das Bildnis auf dem 1599 gebauten Gestell gemalt. Das Gestell ist nicht nachweisbar.

III. Ölgemälde von 31,5 × 43 cm Größe auf Holz in der Czartoryski-Sammlung zu Goldenau bei Pleschen. Brustbild eines nach rechts schauen-

den älteren Mannes in einem mit Pelz besetzten Gewand, aus dessen Öffnung am Hals ein Stück Hemdkragen herausschaut. Gesicht bartlos. Langes dunkles, aber wohl nicht welliges Haar. Überschrift „Rx. D. NICOLAO COPERNICO", wohl als Reverendus Dominus Nicolaus Copernicus zu lesen. Abb. 44.

Das Gemälde wurde wohl 1704 von den Schweden bei der Plünderung des Schlosses Heilsberg mit anderen Gegenständen geraubt und gelangte in die Herzogliche Sammlung nach Gotha, von wo es zusammen mit einem Bildnisse des Hosius 1744 nach Ermland durch Tausch zurückkehrte und in den Besitz des Bischofes Grabowski kam. Später erhielt es Alexius Husarzewski und 1783 dessen Sohn Karl, dann das Naturwissenschaftliche Kabinett in Danzig und 1834 der Danziger Ratsherr Pannenberg. Offenbar wurde es 1863 der Berliner Sternwarte von Danzig aus angeboten (s. *III. D*). Um 1880 befand es sich im Besitz des Grafen Dzialinski in Berlin und wurde von der Fürstin Ida Czartoryski angekauft. Abbildung Batowski Nr. 16.

III.A. Ölgemälde von 31 × 43 cm, Kopie von *III,* im Schloß zu Gotha.

III.B. Ölgemälde, Kopie von *III* durch den Maler Friedr. Anton Lohrmann, Geschenk des Dr. Wolf in Danzig an die Royal Society in London 1776. Abbildung: Album IX Mitte und Batowski Nr. 17.

III.B.α. Th. Patch stellte vor 1782 einen Kupferstich gemäß *IIIB.* her.

III.B.b. Parker stellte mit Valentine Green eine genaue Zeichnung von *III.B.* für Lord Buchan her [Gentleman's Magazine 67, London 1797].

III.B.b.α. Kupferstich gemäß der Zeichnung *III.B.b* in Gentleman's Magazine 67 (London 1797) Plate I. Größe mit Rahmen 7,5 × 9,1 cm, ohne Rahmen 7.0 × 8.7 cm. Brustbild nach rechts. Neben dem Kopf „Rx. D. Nicolao Copernico". Bezeichnet „T.delin."

III.B.b.β. Lord Buchan ließ vor 1797 nach der Zeichnung *III.B.b* eine Büste durch R. Cummins in Edinburgh herstellen. Ein Abguß davon 1797 im Kapitelhaus der Dryburgh-Abtei [Gentleman's Magazine 67, London 1797].

III.B.c. Gemälde von Durupt, Kopie von *III.B.*

III.B.c.α. Stahlstich von Durupt gemäß *III.B.c.* Bildgröße 12,2 × 16 cm. Veröffentlicht in „Société Montyon et Franklin. Portraits et histoire des hommes utiles" 1833—41, Vol. 2 S. 31.

III.B.d. Gemäß *III.B.* Stahlstich von E. Scriven mit Lebensbeschreibung in „The Gallery of portraits with memoirs". London, Charles Knight, 1833, Part I, S. 34—42. Bildgröße 10,2 × 12,5 cm.

III.B.d.α. Stahlstich mit dem Blick nach links, wohl Kopie von *III.B.d.* bezeichnet „Copernikus" und „No. 16". Bildgröße etwa 12 × 18 cm.

III.C. Ölgemälde, Kopie von *III,* mit gleicher Überschrift, im Besitz der Naturforschenden Gesellschaft zu Danzig. Hipler S. 149 Anmerkung.

III.D. Photographie, welche die Universitätssternwarte Berlin 1863 aus Danzig erhielt und von W. Förster im „Weltall und Menschheit", herausgegeben von Hans Kraemer um 1900, Bd. III S. 125 mit dem irreführenden Zusatz „Nach dem Original in der Kgl. Sternwarte zu Berlin" veröffentlicht wurde.

IV. In den Jahren 1571—74 wurde die astronomische Schauuhr im Straßburger Münster erbaut. Sie zeigt am Gewichtsgaden das Bildnis des Coppernicus. Konrad Dasypodius, der den Bau beaufsichtigte, ließ dafür aus

Danzig von Dr. Tiedemann Giese, Neffen des gleichnamigen Bischofs, ein Bildnis kommen, das sein Selbstbildnis gewesen sei. Tobias Stimmer, der mit der Herstellung der Gemälde an der Uhr beauftragt war, schuf darnach eine getreue Kopie. Dasypodius berichtet in seiner Beschreibung der Münsteruhr von 1580 S. 51 „auff den understen ist des herrlichen und Gelehrten Mathematici Nic. Copernici wahrhafftige abconderfehet Nr. 7, so mir ausz Danzig durch den Ehrenfesten und hochgelehrten herrn Doctor Tidemann Gyse zukomen, unnd ausz dem Original auff das allerfleysigst und scharppfest durch Tobiam Stimer abgemahlet worden."

IV.A. Stimmers Kopie an der Uhr, Gemälde auf Holz von 58 × 168 cm Größe, entstanden in den Jahren 1572—74. Coppernicus ist als bartloser Mann mit dichtem dunklen Haar von 40 Jahren dargestellt, bekleidet mit einem weiten dunklen Gewand und darüber mit einem roten Übergewand, dessen Ausschnitte am Hals und an den Armlöchern mit weißem Pelz besetzt sind. In der linken Hand hält er ein blühendes Maiglöckchen, während sich die rechte Hand auf die Tafel mit der Inschrift „NICOLAI COPERNICI VERA EFFIGIES EX IPSIUS AVTOGRAPHO DEPICTA" stützt. Im Vordergrund zu seinen Füßen Zirkel, Kegel, Tafel mit Figur und Kugel mit einigen Himmelskreisen. Polkowski Nr. 149. Siehe Abb. 75.

Abbildung: Batowski Nr. 1, Wasiutynski [721], L. Darmstäder, Naturforscher und Erfinder, Bielefeld u. Leipzig S. 8, Brachvogel [92].

IV.A.a. Die Schauuhr wurde seit 1575 wiederholt abgebildet und beschrieben. Stimmer stellte eine Zeichnung her, die als Vorlage diente für einen 7,9 × 10,7 cm großen Holzschnitt zur Beschreibung des Nik. Frischlin von 1575 [Carmen de Astronomico Horologio Argentoratensi. Abbildung in 721 S. 528] und des Dasypodius von 1578 [Wahrhafftige Ausslegung des Astronomischen Uhrwercks zu Strasburg] und für den großen Holzschnitt mit dem Gedicht Fischarts [Abbildung in 37], der 1602 durch A. Bertram in Straßburg in anderer Anordnung wieder veröffentlicht wurde [Abb. Batowski Nr. 2].

IV.A.b. Im Jahre 1619 veröffentlichte Isaak Brunn in Straßburg das Gedicht Fischarts mit eigenem Kupferstich der Uhr. Dieser Stich zeigt das Bildnis des Coppernicus ähnlich dem jetzigen Aussehen des Bildnisses, während der Holzschnitt manches anders, besonders die Tafel mit der Inschrift auf der andern Seite stehen ließ (Abbildung Batowski Nr. 3). Dies ist um so beachtenswerter, da der Holzschnitt nach der Zeichnung Stimmers hergestellt wurde.

IV.A.c. In Öl gemalte Kopie des Bildnisses *IV.A.* durch Marg. Maier [287], jetzt im Coppernicus-Museum zu Frauenburg.

V. Bildnis des Coppernicus mit dem Maiglöckchen. Holzschnitt von 8,0 × 10,4 cm Größe. Brustbild: Coppernicus bartlos mit dichtem und vom Kopf abstehenden Haar, mit dem Blick nach rechts, hält in der linken Hand das Maiglöckchen. Er ist bekleidet mit einem westenartigen Obergewand mit offenem Kragen; das anliegende dunkle Untergewand ist an den Ärmeln und im Halsausschnitt sichtbar und wird zum Hals hin durch eine weiße Borte begrenzt. Dieser Holzschnitt erschien zuerst im Bildniswerk des Nik. Reusner „Icones sive Imagines virorum literis illustrium quorum fide et doctrina

religionis e bonarum literarum studia, nostrà patrumque memoriâ, in Germania praesertim, in integrum sunt restituta" Straßburg 1587 bei Bern. Jobin. Über die Entstehung des Buches sagt Reusner auf S.)(IIIIr, daß der Buchdrucker Jobin in den letzten Jahren das Buch mit großer Mühe geschmückt habe mit den überall gesammelten getreuen und lebenswahren Bildnissen der berühmtesten Gelehrten, besonders Deutschlands. Jobin ließ die Bildnisse auf die Holzstöcke durch T. Stimmer zeichnen. Soweit Reusner. Demnach ist es möglich, daß Stimmer auch die Zeichnung für den Holzschnitt des Coppernicus entworfen hat. Allerdings müssen wir diese Möglichkeit insofern einschränken, als Stimmer bis zu seinem Tode am 14. Jan. 1584 sicherlich nur einige Zeichnungen liefern konnte. Da die Holzschnitte viel schlechter sind als seine Holzschnitte im Bildniswerk Elogia virorum illustrium des P. Jovius, das 1575 in Basel erschien, so dürfte der Anteil Stimmers an Reusners Werk nur gering gewesen sein. Diese Vermutung wird zur Gewißheit, wenn wir Reusners Briefe an den Grafen Heinrich von Rantzau in der Wiener Handschrift Vin 9737[1] aus den Jahren 1586—90 heranziehen. Reusner hatte Rantzaus Bildnis für seine Icones erbeten. Als er es erhalten hatte, ließ er darnach eine Kopie herstellen, wie er am 31. Dezember 1586 schrieb, und durch seinen Drucker nach Zürich an den Maler senden, der alle anderen Bildnisse auf die Holzblöcke gezeichnet hatte. Das 1. Hundert der Icones erschien im Frühjahr 1587 und kam im Herbst 1590 zum 2. Mal heraus. Aus diesen Mitteilungen geht hervor, daß der Zeichner der Holzschnitte in Zürich wohnte, also auch vor 1584 T. Stimmer nicht gewesen sein kann, der die letzten Jahre seines Lebens in Baden-Baden und Straßburg zubrachte.

Für den Holzschnitt scheint nicht die gleiche Vorlage wie für das Ölgemälde benützt zu sein; denn das Gemälde zeigt eine andere Kopfform als der Holzschnitt. Falls nicht das Gemälde seit 1574 Übermalungen erfahren hat, worüber eine Untersuchung Näheres ergeben müßte, müssen 2 verschiedene Vorlagen verwendet worden sein. Die Vorlage für den Holzschnitt war wohl der Kupferstich *I*. Beide stimmen in der Körperform, abgesehen von der beim Holzschnitt notwendigen Vertauschung von rechts und links, überein. Der einzige Unterschied besteht darin, daß Coppernicus im Kupferstich ein Buch und im Holzschnitt das Maiglöckchen in der Hand hält. Das Maiglöckchen könnte mit Rücksicht auf Stimmers Gemälde gewählt worden sein.

Folgende Ausgaben des Holzschnittes lassen sich feststellen:

V.1. In der oben genannten 1. Auflage des Buches von 1587 befindet sich der Holzschnitt auf S.G VIv (die Vorderseite betrifft Alardus), umgeben von schwarzen Leisten. Ein äußerer Rahmen von 8,0 × 13,7 cm enthält die Überschrift „NICOLAVS COPERNICUS Mathematicus" und die Unterschrift „Quid tum? si mihi terra movetur Solque quiescit, Ac coelum: constat calculus inde meus. M.D.XLI." Auf S.G VIIr steht ein kurzer Lebenslauf „NICOLAVS COPERNICVS TORUNAEUS BORUSSUS... M.D.XLIII." und das Eteostichon des Jos. à Pinu „Ex hoc... potens" und auf S.G VIIv die Gedenkverse der Nik. Frischlin, N. Reusner und Bruno Seidel „Quem cernis... movent". Polkowski Nr. 1. Abbildung Batowski Nr. 4. Es gibt Exemplare mit dem richtigen Todesjahr „M.D.XLIII" auf S.G VI v.

Gemäß Hipler S. 101 und Polkowski Nr. 2 zeigt die 2. Auflage von 1587 als Überschrift „COPERNICVS NICOLAVS MATHEMATICVS" und auf der Rückseite die Lebensbeschreibung des J. Cochlaeus. Das ist wohl eine Verwechselung mit Nr. *V. 4,* zumal die 2. Auflage erst 1590 erschien. Gemäß Polkowski Nr. 3 erschien die 3. Auflage in Basel 1589. Das ist eine Verwechselung mit der von Reusner besorgten Auflage des Bildniswerkes des Jovius unter dem Titel „Icones sive Imagines vitae Literis Cl. Virorum", die 1589 in Basel erschien.

V. 2. In der 2. Auflage von 1590 wurde der Text geändert und der äußere Rahmen vergrößert. Auf S. 115 im äußeren Rahmen von 9,0 × 14,6 cm die Überschrift „NICOLAVS COPERNICVS MATHEMATICUS" und die Unterschrift „Quid ... meus. M.D.XLIII. H2". Auf der Rückseite 116 ist die Lebensbeschreibung gekürzt „Nicolaus .. constitueret" und gefolgt vom Eteostichon Pinus und von Gedenkversen Treutlers „Cedat Atlas ... vias". Die S. 117 enthält die Gedenkverse der Frischlin, Reusner und Seidel. Polkowski Nr. 4.

V. 3. Hipler erwähnt auf S. 101 eine Auflage von Straßburg 1619 mit der Anordnung des Holzschnittes wie 1587, aber mit richtigem Todesjahr. Diese Auflage ist nicht nachweisbar.

V. 4. Die Auflage von 1719, in Frankfurt a. Main bei B. Diehl erschienen, zeigt auf S. 35 die Lebensbeschreibung des Jo. Cochlaeus und auf S. 36 den Holzschnitt ohne die schwarzen Leisten, 7,7 × 10,3 cm groß, mit der Überschrift „Copernicus Nicolaus Mathematicus" und mit der Unterschrift „Quid tum ... meus" und auf S. 37 „Nicolaus Copernicus ... M.D.XLIII."

V. 5. Es gibt eine andere Ausgabe von *V. 4,* wobei der Holzschnitt mit den schwarzen Leisten, außer nach oben, umkleidet ist, so daß der Rahmen 7,7 × 11,6 cm mißt. Überschrift „Copernicus Nicolaus, Mathematicus". Die Unterschrift lautet anders als bei *V. 4.*

V. 6. Das Germanische Museum zu Nürnberg besitzt unter Nr. 14 507 einen Holzschnitt, 7,7 × 10,2 cm groß, ohne Leisten, Unterschrift und Überschrift. Die Rückseite ist unbedruckt.

V. 7. Gemäß Hipler S. 101 und Polkowski Nr. 7 gibt es einen Sonderdruck mit der Unterschrift

„Immotus mihi stat sol, sed telluris in orbem
Volvitur, et celeri tramite currit onus.
Sic coelo est requies nostra donata labore
Et faciles gyros quilibet orbis aget."

V. 8. Als Sonderdruck erschien der Holzschnitt mit schwarzen Leisten, 8,0 × 10,4 cm groß, im äußeren Rahmen von 9,1 × 14,7 cm Größe. Überschrift „23 Nicolaus Copernicus Mathematicus" und Unterschrift

Die Sonn mir steht, lauft um die Erd
Gott geb was immer daraus werd
Solchs kann beweisen meine kunst
die nicht bei alln drumb hat vil gunst
Starb im Jar 1541."

Polkowski Nr. 6. Dieser Sonderdruck gehört wohl zu N. Reusners deutschem Bildniswerk „Contrafacturbuch. Ware und lebendige Bildnisse etlicher hochgelehrter Männer in Teutschland" Straßburg 1587.

V.A. Gemäß Hipler S. 101 und Polkowski Nr. 8 hat Paul Jenisch um 1590 einen Kupferstich von 8,6 × 11,8 cm Größe mit der Unterschrift „NICOLAUS COPERNICUS" gemäß *V.8* hergestellt.

V.B. Gemäß *V* wurde hergestellt ein Kupferstich von 9,9 × 14,5 cm Größe mit der Unterschrift „NICOLAVS COPERNICVS". Sehr vergröberte Kopie. Brustbild nach rechts gewandt. Abbildung Batowski Nr. 8.

V.C. J. J. Boissardus brachte im 3. Teil seiner Icones Virorum Illustrium, Frankfurt a. Main 1597—99, auf S. 314 unter Nr. XLVIII das Bildnis als Kopie von *V.* Das Brustbild, nach halb links gewandt, sitzt in einem ovalen Rahmen mit der Inschrift „NICOLAUS COPERNICUS Tornaeus Borussus. Mathemat. Nat. A° 1473, ob. 1543". Darunter in einer Vignette „Non docet .. vices. Vu 2". Größe des Holzschnittes 10,8 × 14,3 cm. Neben dem Kopf das Zeichen B des Rob. Boissard. Auf S. 315—316 Lebensbeschreibung, erweitert aus Reusner, mit den Gedenkversen der Frischlin und Seidel. Polkowski Nr. 10.

Gemäß Polkowski Nr. 12 ein gleicher Kupferstich in der Auflage von 1650 Frankfurt.

V.C.a. Kupferstich von 13,6 × 18,5 cm Größe. Brustbild, nach halb rechts gewandt, Kopie von V. C, aber ohne Maiglöckchen. Coppernicus hält in seiner rechten Hand ein Heft mit Figuren; der rechte Arm liegt auf einem Tisch mit Armillarsphäre, Zirkel, Lineal und Papier. Im Hintergrund ein halb geöffneter Vorhang. Bezeichnet „E de Boulonois fecit".

Das Bildnis mit Lebensbeschreibung erschien in Is. Bullart, Academie des sciences et des arts. Brüssel 1682. Neue Auflage: Brüssel 1695.

V.C.b. Kupferstich von Daniel Chodowiecki in Berlin 1796, Polkowski Nr. 94—95. In W. Engelmanns Buch „D. Chodowieckis's sämtliche Kupferstiche, Leipzig 1857" mit Nachträgen und Berichtigungen, Leipzig 1906, nicht genannt.

V.C.c. Bildnis mit Erdkugel, Größe 10,5 × 13,0 cm. Unterschrift „Nicolas Copernicus. Engraved the select Portrait Gallery in the Guide to knowledge." Polkowski Nr. 42.

V.C.d. Holzschnitt von 7,6 × 12,5 cm Größe. Brustbild gemäß *V.C.* Mit der Unterschrift „Nicolaus Copernicus" und „G. M. Kraus del. J. E. N. sc.". Der Stecher war Joh. E. Nelson. Polkowski Nr. 36.

V.C.e. Kupferstich von 9,1 × 13,8 cm Größe, wie *V.C.d,* Titelbild zum Novemberheft des Teutschen Merkur von 1776 [733].

V.C.f. Gemäß Polkowski Nr. 173 ein aus Thorn stammendes Gemälde im Museum Czartoryski zu Pulawy.

V.D. Einblattdruck des Sabinus Kauffmann in Wittenberg mit einem Holzschnitt, der eine Kopie gemäß *V* ist, also die Figur nach halb links gewandt zeigt. Der Holzschnitt von 10,8 × 13,9 cm Größe steht in einem äußeren Rahmen von 13,6 × 26,0 cm Größe, der die Überschrift „NICOLAUS COPERNICUS TURENAEUS BORUSSUS MATHEMATICUS" und die Unterschrift „Quid tum? .. meus" mit dem Eteostichon Pinus und „Witebergae,

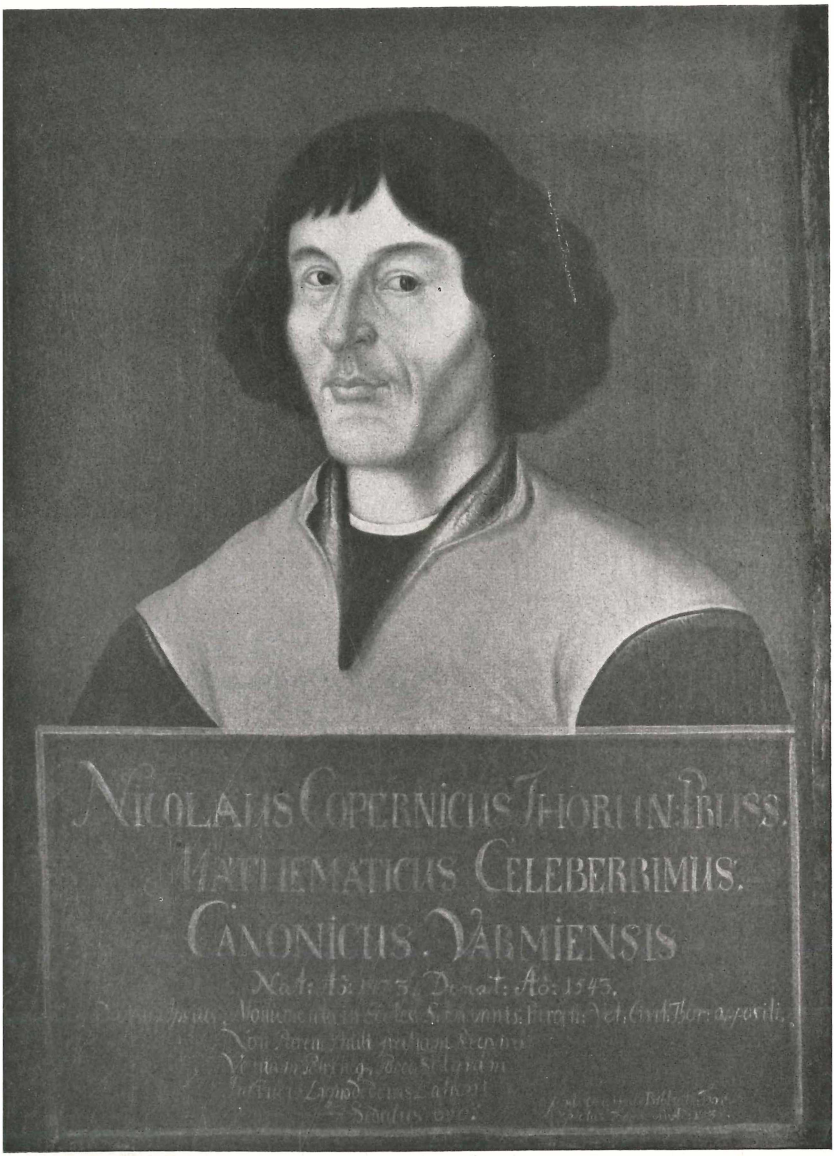


Abb. 76. Nik. Coppernicus. Gemälde in der Pariser Sternwarte.

apud Sabinum Kauffmannum" enthält. Dieser Einblattdruck befindet sich im Sammelband 2 W 18 der Breslauer Stadtbibliothek mit vielen Gelehrtenbildnissen, die in Wittenberg bei Gregor Braun und Sabinus Kauffmann erschienen. Die Jahreszahl steht nur bei wenigen Bildnissen. Immerhin läßt sich ersehen, daß Braun Bildnisse in den Jahren 1596 und 1597 und Kauffmann in den Jahren 1607 und 1609 herausbrachte. Demnach dürfte das Bildnis des Coppernicus um 1608 entstanden sein. Der Holzschnitt ist schöner als der Holzschnitt Reusners und wurde deshalb häufig nachgebildet.

Abbildung: Batowski Nr. 5 und Hipler.

V.D.a. Es gibt Abdrucke von *V.D.* auf grauem grobem Papier ohne den äußeren Rahmen und ohne Über- und Unterschrift. Das Berliner Kupferstichkabinett besitzt ein solches Exemplar mit den im 18. Jahrhundert darunter geschriebenen Versen:

„Copernicus als Arzt ziert ihn ein Mayen Strauß
Er rechnete der Welten Laufbahn aus
Sein Bücher-Schatz liegt aufbewahrt in Pohlen
Sein Leben hat Gassendus anempfohlen."

Abbildung mit den Versen: Allgemeines historisches Porträtwerk, nach Auswahl von W. von Seidlitz, mit biographischen Daten von H. A. Lier. Ser. X—XI. München 1887 Nr. 9. (Neue Auflage München 1894 Tafel 50) und bei Brunn [114].

Abbildung ohne Verse: Geschichte der Sternkunde [765], Menzzer [169], Schmauch [635].

V.D.b. Das 1909 errichtete Denkmal in Frauenburg trägt eine große metallene Tafel mit dem Bildnis gemäß *V.D.*

V.D.c. Am Vorschloß zu Heilsberg ist eine große Metalltafel mit dem Bildnis gemäß *V.D.* Nur hält Coppernicus in der linken Hand einen Zirkel statt des Maiglöckchens und in der rechten Hand einen Schreibstift. Hergestellt von der Firma Beck und Friede in Berlin um 1909 und zuerst an der Coppernicus-Brücke angebracht.

V.E. Gemäß Hipler S. 103 und Polkowski Nr. 13 brachte Valerius Andreas Desselius in seinem Bildniswerk „Imagines Doctorum virorum e variis gentibus", Antwerpen 1611 bei David Martinius, auf Seite A 11 einen Holzschnitt wie *V,* nämlich Brustbild nach links mit Maiglöckchen in der linken Hand in einem Medaillon von 4,1 cm Durchmesser. Umschrift „NICOLAVS COPERNICVS". Gemäß Hipler enthält die Auflage von 1606 auch den Holzschnitt.

V.F. Gemälde in der Stadtbibliothek Leipzig, wohl um 1680 wie die Bildnisse der Melanchthon, Gerh. Mercator und Guil. Budaeus entstanden. Brustbild, wohl gemäß *V,* aber ohne die Arme, mit der Überschrift „NICOL. COPERNIC". Coppernicus ist als alter Mann mit grauem Haar dargestellt

V.G. Paul Freher veröffentlichte 1688 in Nürnberg das Theatrum virorum eruditione clarorum mit vielen kleinen Kupferstichen. Auf Tafel N 68 ist das Bildnis des Coppernicus, gemäß *V,* nach halb rechts gewandt, aber ohne Arme. Bildgröße 4,3 × 7,4 cm einschließlich der Unterschrift „NICOLA' COPERNIC Mathematicus Borudssus". Künstler F. Kilian. Polkowski Nr. 18.

V.H. In Jo. Got. Zeidlers Theatri eruditorum Pictura, Carmine, Historia elaborandi compendium Centum Imagunculas doctissimorum Virorum exhibens, Wittenberg 1690, befindet sich als Nr. 25 ein Holzschnitt von 5,2 × 6,0 cm Größe mit der Inschrift „Nicolaus Copernicus Torunnaeus Borussus .. aet. 70" und „Immotus mihi stat Sol ... agit I.G.Z." Brustbild ohne Arme.

V.I. Brustbild nach halb links, ohne Arme, in Oval innerhalb eines viereckigen Rahmens, der unten die Inschrift „Nicolaus Copernicus" trägt. Wohl deutsche Arbeit des 18. Jahrhunderts.

V.K. Brustbild nach halbrechts, ohne Arme, in Oval mit der Unterschrift „Nivolas Copernic Célébre astronome ... ans" und „Copernic s'élevant ... le soleil". Der Künstler nicht genannt. Als Verkaufsstelle „Se vend à Paris chez E. Desrochers rue du foin". Polkowski Nr. 20.

Gemäß Polkowski Nr. 21 und Hipler S. 104 gibt es das gleiche Bildnis mit der Verkaufsstelle „Se vend à Paris chez Doumont".

V.L. Schaumünze in Kupfer von 3,2 cm Durchmesser von Christian Wermuth in Gotha († 1739). Vorderseite: Brustbild mit Umschrift „NICOLAUS COPERNICVS MATHEMATICUS" und unten „Natus 1473 D. 1543". Rückseite:

„DER HIMMEL NICHT DIE ERD UMGEHT
WIE DIE GELEHRTEN MEYNEN
EIN JEDER IST SEINES WURMS GEWISS
COPERNICVS DES SEINEN"

Abbildung: Album Tafel XVa und Wasiutynski [721 S. 537].

V.M. Brustbild nach links, ohne Arme, in Oval. Punktiermanier, 4,9 × 5,9 cm groß. Unterschrift „Nicolaus Kopernikus. Nicolas Copernic". Bezeichnet „Krethlow sc.". Veröffentlicht im Historisch Genealogischen Kalender auf das Schaltjahr 1796. Berlin. Polkowski Nr. 37.

V.N. Das gleiche Brustbild wie *V.M.,* aber ohne Künstler und ohne die Endschleife bei Copernic.

V.O. Kupferstich von J. Chapman von 9,2 × 14,3 cm Größe mit der Unterschrift „N. COPERNICUS. London Publish'd as the art directo April 10, 1802 by J. Wilkes". Polkowski Nr. 122.

V.P. Marcello Bacciareli, Hofmaler des polnischen Königs Stanislaus August Poniatowski, malte für dessen Sammlung ein Bildnis gemäß *V.* Polkowski Nr. 179.

V.P.a. Steindruck von J. Ligber in Warschau gemäß *V.P.,* um 1804. Coppernicus hält eine Schlüsselblume in der Hand. Polkowski Nr. 39.

V.Q. Jos. Eisner schuf 1812 ein Bildnis in der Größe 7,0 × 9,3 cm mit der Unterschrift „COPERNICUS". Polkowski Nr. 40.

V.R. Kopfbild nach links, bezeichnet „Copernicus", wohl von Riepenhausen gestochen.

V.Ra. Wie *V.R.,* aber anderes Format, sog. Stammbuchkupfer. Größe 5,5 × 8,3 cm. Bezeichnet „Copernicus".

V.S. Brustbild nach rechts im Kreis „Copernicus". Unten „H. Buttstedt 1850".

Das gleiche Brustbild nach links im Kreis „N. Copernicus" in Spiegelschrift. Unten „H. Buttstedt 1850 nach Stimmer". Im Kreis verschlungen TS.

V.T. Gemäß *V.2* wurde die Photogravure der Photographischen Gesellschaft in Berlin mit der Unterschrift „Stimmer sculp. 8281" hergestellt.

VI. Coppernicus mit dem Tellurium. Diese Bildnisart tauchte zuerst auf, als Galilei in seinem Dialog [283] den Unterschied zwischen dem ptolemäischen und coppernicanischen Weltgebäude schon im Titelbild zeigen wollte. Darin sind Aristoteles, Ptolemaeus und Coppernicus im Gespräch zu sehen. Ptolemaeus hält eine Armillarsphäre, während Coppernicus in seiner linken Hand ein Tellurium hat, d. h. eine strahlende Sonne, umgeben von der kreisförmigen Erdbahn mit der Andeutung der Mondbahn. Coppernicus hat einen Vollbart und trägt einen langen Mantel mit kleinem Kragen und Pelzkragen und Pelzbesatz an den Ärmeln. Der 14,5 × 20,2 cm große Kupferstich stammt von Stefan Della Bella. Polkowski Nr. 128. Siehe Abbildung 60.

VI.A. Als Bernegger 1635 die lateinische Übersetzung des Dialoges in Straßburg drucken ließ [284], behielt er wohl die Figuren des Titelbildes bei, ließ aber durch Jakob von der Heyden einen besseren Kupferstich anfertigen, der für Coppernicus eine größere Bildnistreue brachte. Vollbart und Mütze blieben weg. Das Gesicht wurde den bekannten Bildnissen angepaßt. Der Pelzkragen wurde durch einen breiten Kragen ersetzt. Das Tellurium wurde auch verbessert; die Erde ist deutlich zu sehen, umgeben vom Mondkreis mit einer kleinen Mondsichel.

Der Kupferstich von 13,5 × 18,3 cm Größe zeigt Coppernicus stehend, nach halb links gewandt, in langem, bis zum Erdboden reichendem Mantel mit breitem Pelzkragen, mit kurzen mit Pelz besetzten Ärmeln und mit Pelzbesatz am Mantelsaum. Wie Gassend 1654 in seiner Lebensbeschreibung [290] mitteilte, zeigte das Bildnis an der Straßburger Münsteruhr den gleichen pelzbesetzten Mantel; Bernegger habe das Bild vor ungefähr 30 Jahren aus Preußen kommen lassen, um es bei der Herausgabe des Dialoges zu verwenden. Gassends Mitteilung über das als Vorlage dienende Gemälde an der Münsteruhr ist offenbar falsch (s. Nr. *IV),* weshalb auch seine Angabe, daß der pelzbesetzte Mantel darnach gemalt sei, keinen Glauben verdient.

Auch die neue Auflage des Dialoges von 1663 zeigt denselben Kupferstich.

VI.A.a. Bildnis des Coppernicus mit dem Tellurium, zusammen mit Galilei und Kepler, als Titelbild von 8,3 × 14,5 cm Größe zum Buche von Wilkins [735]. Unterschrift „N. Copernicus". Stecher W. Marshall. Polkowski Nr. 132.

VI.A.b. Titelbild zu Varenius, Geographia generalis, 1650 [700] und 1671. Der Kupferstich von 6,2 × 11,2 cm Größe zeigt im Vordergrund sitzend rechts Ptolemaeus und Brahe und links Coppernicus mit pelzbesetztem Mantel und Tellurium. Polkowski Nr. 133—134.

VI.A.c. Titelbild zu Joh. Herbinius, Terrae motus, 1655 [341]. Der Kupferstich von 6,2 × 11,8 cm Größe zeigt stehend Ptolemaeus mit der Armillarsphäre und Coppernicus mit dem Tellurium (wie *VI.A.*) und dazwischen sitzend Eusebia. Bezeichnet „I. v. Meurs sc".

VI.A.d. Im Buch des A. Cellarius „Harmonia Macrocosmica", Amsterdam 1660 und 1708, ist auf der Tafel „Planisphaerium Copernicanum" rechts unten Coppernicus sitzend, im pelzbesetzten Mantel, und an einer Weltkugel mit dem Zirkel messend dargestellt. Offenbar diente *VI.A.* als Vorlage.

VI.A.e. Titelbild zu Galileis Dialog, Leiden 1699. Kupferstich von 14,7 × 19,0 cm gemäß *VI.*

VI.A.f. Eine vergröberte Kopie von *VI.* schuf J. Mulder 1700. Kupferstich von 13,1 × 18,0 cm Größe. „J. Mulder Fecit 1700".

VI.B. Titelbild zu Gassends Nicolai Copernici vita, Paris 1654. Der Kupferstich zeigt im ovalen Rahmen das halb nach rechts gewandte Brustbild des Coppernicus mit dem pelzbesetzten Mantel und mit dem Tellurium, wie bei *VI.A.* Der Kopf ist wie bei Boissard. Der ovale Rahmen sitzt in einem viereckigen mit der Inschrift „Non docet . . . vices". Der Künstler „I. v. Meurs scul" nennt sich erst bei der nächsten Auflage von 1655 Haag, wo das Bildnis mit kleinen Änderungen vor S. 289 gebracht wird. Größe 13,5 × 18,5 cm. Umschrift im ovalen Rahmen „NICOLAVS COPERNICVS TORNAEVS BORVSSVS MATHEMAT. NAT. ANNO 1473 ob 1543." Polkowski Nr. 15 + 16. Abbildungen: Album VI u. Batowski Nr. 12.

VI.B.a. Kopie von *VI. B.* Oval umgrenztes Brustbild nach links in viereckigem Rahmen von 14,5 × 16,5 cm Größe mit der Umschrift „NICOLAVS COPERNICVS . . . 1543" und der Unterschrift „Non docet . . . vices. Ex Officina Laureriana Thorunensis" und der Künstlername „I. A. Scharffen Fecit". Abbildung Batowski Nr. 13.

VI.B.b. Curtze machte [203] auf das Gemälde 2182 in den Uffizien zu Florenz aufmerksam. Es handele sich um ein Brustbild, das zwei Drittel des Gesichtes mit der Schläfe, dunkles Haar und dunkle Kleidung zeige. Es gleiche völlig einem Gemälde, das einige Jahre zuvor in Berlin verkauft wurde, wie eine Photographie beweise, und von Jakob Binck stamme. Das Florentiner Gemälde werde schon 1784 als Bestand der Uffizien aufgeführt. Der Hinweis auf Binck als Maler ist nicht richtig, da dieser, wie bei Nr. *IX.B.* ausgeführt, nicht in Betracht kommt, falls er nicht ein Bildnis des Coppernicus nach dessen Tode kopiert hätte, wofür kein Anlaß vorlag. Das Florentiner Gemälde mit der Überschrift „NICOL. COPERNICVS" zeigt ein nach halb rechts gewandtes Brustbild; das Tellurium ist angedeutet. Offenbar um 1700 gemalt, wie die im gleichen Museum befindlichen Bildnisse von Kepler, Castelli, Torricelli und Viviani. Abbildung Righini [614 S. 13].

VI.B.b.α. Prof. Capellini verfertigte eine Kopie von *VI.B.b,* die in Bologna ausgestellt wurde. Hipler S. 129.

VI.B.c. Ovales Ölgemälde des XVIII. Jahrhunderts in viereckigem Rahmen im Stadtmuseum zu Königgrätz. Brustbild nach halb rechts gewandt. Das Tellurium liegt in der unnatürlich gehaltenen linken Hand. Die Gesichtszüge eines älteren Mannes. Das Gewand mit dem Pelzbesatz am Hals und am Armausschnitt erinnert an Nr. *I.*

VI.B.d. Ölgemälde, 57 × 72 cm groß, in goldenem Rahmen in der Sternwarte Warschau, wohl eine Kopie von *VI.B.b,* wobei aber das Tellurium unnatürlich in der linken Hand gehalten wird. Brustbild nach halb rechts gewandt. Das Gemälde war ein Geschenk des Prof. Seb. Ciampi in Florenz und

gehörte vorher dem dortigen Astronomen Tom. Perelli (1704—83) und soll in Bologna gemalt sein. Hipler S. 113—114.

VI.B.d. α. Gemälde im Besitz des Drury Lowe zu Derby, wohl eine Kopie von *VI.B.d.* Brustbild nach rechts. Jugendliche Gesichtszüge. Gemäß Polkowski Nr. 150 soll es von Rud. Ghirlandajo in Rom 1505 gemalt sein. Abbildung: Album Tafel IV Mitte.

VI.B.d.αα. Gemälde im Kaiser-Friedrich-Museum zu Posen. Kopie von *VI.B.d.α*, auf Kosten des Grafen Sew. Mielzynski. Die rechte Hand hält eine Papierrolle.

VI.B.d.αβ. Steindruck von A. Regulskiego in Warschau, gemäß *VI.B.d.α*, im Jahre 1873 veröffentlicht (Polkowski Nr. 53) und als Beilage zu Polkowski verwendet. Brustbild in Oval, ohne Arme.

VI.B.d.αγ. Steindruck von Engelbach gemäß *VI.B.d.α.*

VI.B.d.αγα. Steindruck von T. Maleszewski, Druck von W. Korn & Co. in Berlin. Größe 49 × 65,6 cm, gemäß *VI.B.d.αγ* 1873 erschienen. „Pinxit R. Ghirlandajo. E. Engelbach lith." Das Jugendliche ist im Gesicht noch mehr betont. Das Gewand ist sehr geändert. Polkowski Nr. 267.

VI.B.dαδ. Der Bildhauer Viktor Brodzki schuf gemäß *VI.B.d.α* eine Büste und ein lebensgroßes Standbild in karrarischem Marmor (Hipler S. 125). In Posen stand ein von Brodzki geschaffenes Denkmal. Polkowski Nr. 335.

VI.B.d.αε. Die polnische Gesellschaft der Freunde der Wissenschaften in Posen ließ 1873 eine Münze von 6,5 cm Durchmesser in Britannia-Metall, Bronze und Silber gemäß *VI.B.d.α* prägen. Vorderseite: Bildnis mit der Umschrift „POLSKIE ... 1543" und „F. BELOW". Rückseite: Innerhalb des Tierkreises „MIKOLAJOWI ... RODACY". Abbildung: Wolynski [751 Nr. 8].

VI.B.d.β. Steindruck von Salucci nach einer Zeichnung von Giov. Colzi gemäß *VI.B.d* mit italienischer Unterschrift „Niccola Copernico Polacco. Da antico ritratto di Scuola Bolognese ... Firenze" oder mit polnischer Unterschrift „Z dawnego ... Florencyi 1825 roku", woraus hervorgeht, daß der Steindruck 1825 erschien. Polkowski Nr. 58 + 59. Abbildung: Album Tafel VII links unten.

VI.B.d.βα. Steindruck von J. G. in Warschau 1826 gemäß *VI.B.d.β* Polkowski Nr. 60.

*VI.B.d.*βα. Stich, verkleinerte Kopie von *VI.B.d.*β, als Titelbild zu Sniadecki, Di Niccolo Copernico, Florenz 1830. Unterschrift „Niccolo Copernico Astronomo Polacco". Stich in Punktmanier; größter Durchmesser 5,6 cm. Polkowski Nr. 62. Abbildung Righini [614] S. 63.

VI.B.e. Kopie von *VI.B.* Kupferstich, Brustbild nach halb rechts. Unterschrift „NICOLAS COPERNIC Né ... 1543", außerdem „A. C. Pinx", „C. B. Sculp" und „A Paris chés Odieuvre ... CPR.". AC bedeutet den Maler A. Caylus (1692—1765). Der Verleger Odieuvre lebte von 1687 bis 1756. Das Bildnis erschien in Dreux du Radiar, L'Europe illustré, vol. 5 (1777).

VI.B.f. Kopie von *VI.B.* Kupferstich, Brustbild nach halb links. Unterschrift „Nicolaus Copernicus ... 1543. Non docet ... vices" und „A Paris chez Jacq. Jollain rue S. Jacque a l'etoile".

VI.B.g. In der alten Universität Krakau befindet sich seit 1785 ein Ölgemälde, Kopie von *VI.B* mit der Unterschrift „NICOLAUS NICOLAI ...

XXIIII", das M. M. Przybylski herstellen ließ. Polkowski Nr. 159. Abbildung in der Zeitschrift „Die Burg", Krakau 1941, Heft 2.

VI.B.h. Ölgemälde, Kopie von *VI.B,* im Ossolinski-Insitut zu Lemberg. Hipler S. 96. Batowski S. 54.

VI.B.i. Kupferstich des 18. Jahrhunderts, Kopie von *VI.B,* aber beinahe Vollfigur, nach halb links, in pelzverbrämtem Mantel, in der rechten Hand ein Planetarium; die linke Hand auf einem Denkmal, dessen Basis die Inschrift „Nic. Copern" trägt. Rechts davon 2 kleine Engel. Unterschrift „Nicolaus Copernicus . . . 1543. Non docet . . . vices. Natus Thorun. A. MCCCCLXIII (!) m. Fraumborg MDXLIII aet. LXX." Im Berliner Kupferstichkabinett unter Krasicki C I 83.

VI.B.k. Kupferstich von 8,7 × 14,0 cm Größe mit dem ovalen Bildnis nach halb rechts (wie *VI.B)* von 6,7 × 8,7 cm Größe und mit der Unterschrift „NICOLAUS COPERNICUS Geb. zu . . . 1543". Bezeichnet „C. Westermayr f".

VI.B.l. Stich in Punktmanier von 11,1 × 18,5 cm Größe zeigt das Brustbild nach halb rechts (wie *VI.B)* in achteckiger Abgrenzung und die Unterschrift „NICOLAUS COPERNICUS", bezeichnet „Rosmaesler sc". Es gibt Drucke mit dem Zusatz „Verlag Zwickau, Gebr. Schumann". Polkowski Nr. 69.

VI.B.m. Kupferstich in Punktmanier von 10,1 × 15,9 cm Größe mit dem ovalen Brustbild nach halb links (wie *VI.B,* aber ohne Arme) mit der Unterschrift „Nic. Copernicus. geb. . . . 1543". Bezeichnet „Gest. von Ant. Karcher. Manh. 1796". Titelbild zu Lichtenbergs Lebensbeschreibung im Pantheon 1860 [450].

VI.B.n. Steindruck, wohl von Zimmermann, Brustbild wie *VI.B,* aber ohne Arme. Unterschrift „Nicolaus Copernicus". Bildgröße 9,0 × 9,6 cm.

VI.B.o. Kupferstich von 6,0 × 6,7 cm Größe mit ovalem Brustbild, ähnlich *VI.B.* Bezeichnet „H. Meyer fc". Titelbild zu Westphals Lebensbeschreibung von 1822 [726].

VI.B.p. Kupferstich ähnlich *VI.B.k,* Brustbild nach halb links. Anfang des 19. Jahrhunderts.

VI.B.q. Steindruck gemäß *VI.B* mit der Umschrift „Nicolas Kopernik né à Torn en Pologne . . . 1543". Größe des viereckigen Rahmens 9,0 × 12,4 cm. Bezeichnet „Lith Marcilly, r. St. Jacques 38". Titelbild zu Czynski, Kopernik . . . Paris 1847 [215].

VI.B.r. Hüftbild, das Coppernicus sitzend mit dem Tellurium in der linken Hand zeigt. Die rechte Hand hält einen Zirkel über einem Zeichenbrett, das auf einer sechsseitigen Säule mit seinem Namenszug liegt. Bezeichnet „J. F. Piwarski fecit 1852". Titelbild zur Warschauer Ausgabe des Hauptwerkes [167]. Polkowski Nr. 49 + 50.

VI.B.r.α. Kopie von *VI.B.r* als Titelbild zu Gigalski [298].

VI.B.r.β. Ölgemälde von Knier im Deutschen Museum zu München. Kopie von *VI.B.r,* nur mit dem Unterschiede, daß Coppernicus ein Maiglöckchen statt des Telluriums in der Hand hält.

VI.B.s. Brustbild nach halb rechts in Kreidemanier von J. Ch. François. Größe 8,0 × 13,0 cm. Unterschrift „N. Copernic né en 1473 mort en 1543". Erschien in A. Savérien, Histoire des philosophes modernes, Paris 1760, T.V.

Abbildung im Album Tafel IX links oben und im Aufsatz von Th. Stettner „J. Ch. François' Erfindung der Kreidemanier" [Zeitschrift für Bücherfreunde NF 11, Leipzig 1919, S. 50].

VI.B.t. Kupferstich von Simon und Moller mit der Unterschrift „Kopernik" von 10,8 × 17,0 cm Größe im Buch von L. Fugier, Vies des Savants illustres de la Renaissance, Paris 1868. Polkowski Nr. 52.

VI.B.u. Gemälde in der Greenwicher Sternwarte. Brustbild: Coppernicus ein Tellurium in der rechten Hand hochhaltend. Sehr freie Umgestaltung von *VI.B.* Abbildung: Album IV unten.

VII. Gemälde in der Johanneskirche zu Thorn. Der Thorner Arzt Pyrnesius sitftete zwischen 1582 und 1589 ein Denkmal für seinen berühmten Landsmann in der Johanneskirche. Das daran befindliche Ölgemälde ist frühestens 1616 bezeugt und 1667 als im Jahre 1543 gemalt genannt (Batowski S. 44). Es ist um 1773 und 1870 erneuert worden. Eine Prüfung des Gemäldes nach späteren Zutaten oder Übermalungen ist notwendig; denn verschiedene Kopien deuten ein anderes Aussehen des ursprünglichen Bildnisses an. Das Gemälde, ein Brustbild, zeigt Coppernicus mit gefalteten Händen vor dem Kruzifix, das vor einem Schädel und einem Fenster mit Ausblick in eine Landschaft steht. Die Figur erinnert im Aussehen und Gewand sehr an das Bildnis *I.* An der Wand hinter dem Kopf Zirkel und Armillarsphäre auf dem Wandgestell. Unter dem linken Arm Raum für die Inschrift „Non parem Paulo .... oro". Polkowski Nr. 63. Abbildung: Album Tafel X und Batowski Nr. 7.

Gemäß Hartknoch [333] ließen die Franzosen und andere dieses Gemälde oft abmalen. Von diesem Gemälde gibt es Kopien mit und ohne die Umgebung.

VII. A. Kopie von *VII* mit Umgebung durch J. J. Vogel. Kupferstich von 15,4 × 20,6 cm mit der Unterschrift „NICOLAUS COPERNICUS .. expressus" und „NICOLAO COPERNICO ... Anno 1543, die 4. aetatis LXXIII." in Hartknochs Werk [333].

VII.A.a. Ölgemälde von 79 × 95 cm Größe in der Universitätsbibliothek Leipzig, Kopie von *VII.A,* mit der Inschrift „Nicolaus Copernicus ... depictus". Abbildung in „Staatliche Museen. National-Galerie. Ausstellung. Große Deutsche in Bildnissen ihrer Zeit", Berlin 1936 S. 392 und in meiner Lebensbeschreibung [773].

VII.B. Ölgemälde, Kopie von *VII,* aber ohne die Umgebung, vom Domdechanten Thomas v. Rupniew-Ujeyski 1677 dem Domkapitel von Frauenburg geschenkt, jetzt in der Dombibliothek. Brustbildnis mit der Unterschrift „NICOLAUS COPERNICUS ... AETATIS 73 DIE JI IUNII THORUNI OBIIT". Beachtenswert ist das falsche Todesdatum und das falsche Todesalter.

VII.B.α. Gemäß Hipler S. 111 wurde 1690 eine Kopie von *VII.B,* unter Weglassung des falschen Datums, in der Dombibliothek zu Frauenburg aufgehängt.

VII.B.b. Ölgemälde in ovalem Rahmen im Dom zu Frauenburg, 1735 als Kopie von *VII.B* gemalt.

VII.B.c. Gemälde früher im Museum zu Pulawy, Kopie von *VII.B.* Hipler S. 112.

VII.C. Ölgemälde auf Leinwand von 41 × 51 cm Größe, Kopie von *VII.* Brustbild mit der Unterschrift „CLARISSIMVS ET DOCTISSIMVS DOCTOR NICOLAVS COPERNICVS THORVNENSIS CANONI. WARMIENSIS ASTRONOMVS INCOMPARABILIS ANNO 1593". Die Farben des Gewandes sind: Kragen und Ärmel graugrün, Überwurf in lebhaftem Rot, gemäß Brachvogel [98 S. 284]. Von der National-Galerie in Berlin aus Thorn erworben. Abbildung in „Die wichtigsten Erwerbungen in den Jahren 1933—37", Berlin 1938.

VII.C.a. Ovales Ölgemälde, Kopie von *VII.C* mit Änderung der Jahreszahl in 1595. Eigentum der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig.

VII.D. Ölgemälde im Gymnasium zu Thorn. Kopie von *VII.* Brustbild ohne Arme. Überschrift „NICOLAVS COPERNICVS". Abbildung Batowski Nr. 10.

VII.D.a. Ölgemälde in der Sternwarte zu Warschau, Brustbild nach halb links mit dem Maiglöckchen in der linken Hand. Kopie von *VII.D* mit den Inschriften „D. NICOLAVS COPERNICVS ... II JVNII" und „Non parem ... oro", wie bei *VII.* Abbildung Batowski Nr. 9.

VII.D.b. Ölgemälde von 64 × 80 cm Größe in der Pariser Sternwarte. Dieses Gemälde gehörte früher Lalande, der es zusammen mit dem Bildnisse Lacailles und seiner eigenen Büste der Sternwarte vermachte. Die Unterschrift lautet „Nicolaus Copernicus Thorun. Pruss. Mathematicus Celeberrimus. Canonicus. Varmiensis Nat: Aô: 1473 Denat Aô: 1543, Versus Ipsius Monumento in Eccles. S. Johannis: Paroch: Vet: Civit: Thor: appositi. Non parem Pauli Gratiam Requiro Veniam Petri necque Posco Sed quam In Crucis Ligno dederas Latroni Sedulus oro. Juxta Originale Biblioth. Thorun. depictus Torunii Ao. 1735." Das Gemälde ist offenbar eine Kopie des Gemäldes *VII.D,* das sich jetzt im Gymnasium zu Thorn befindet, gemäß obiger Inschrift aber 1735 in der Thorner Bibliothek hing und als Originalgemälde galt. Die bekannten Verse wurden dem Denkmal in der Johanneskirche entnommen. Abb. 76.

VII.D.b.α. Kupferstich von 21,7 × 28,5 cm Größe mit ovalem Brustbild nach halb rechts, ohne Arme und Umgebung. Mit der Unterschrift „NICOLAS COPERNIC Chanoine .. 1543 .. Gravé, d'après un tableau du Cabinet de Mr de la Lande ... 78" und „Désiné et Gravé par N. Dandeleau". Eine wenig getreue Kopie von *VII.D.b.*

VII.D.b.αα. Stahlstich von 10,0 × 12,3 cm Größe, Kopie von *VII.D.b.α,* aber mit Hinzufügung eines Tisches mit Armillarsphäre, Papieren mit Figuren, Zirkel und Lineal. Coppernicus nach halb rechts gewandt, lehnt seinen rechten Unterarm auf den Tisch. Ein mit Figuren bedecktes Blatt in seiner rechten Hand. Der Stich wurde von Hodgson & Co., London 1824, herausgegeben. Polkowski Nr. 43.

VII.D.b.ααα. Vereinfachte Kopie von *VII.D.b.αα* in R. S. Ball, Great Astronomers, London 1895, S. 33.

VII.D.b.αβ. Holzschnitt von 5,7 × 9,1 cm Größe mit Brustbild nach halb rechts, Kopie von *VII.D.b.α,* mit den Unterschriften „COPERNIC." und „Salck delt Landon dirext."

Abb. 77. Angebliches Bildnis des Nik. Coppernicus.
Gemälde in der Pariser Sternwarte.

VII.D.b.αγ. Brustbild nach halb rechts in viereckigem Rahmen von 8,7 × 11,1 cm Größe, Kopie von *VII.D.b.α.* Stahlplatte von 11 × 15 cm Größe. Bezeichnet „C. Barth sc.". Unterschrift „COPERNICUS" in 3 verschiedenen Ausführungen, die sich durch die Angaben oben unterscheiden: „Meyers Conv.Lex. N. 446", „Neues Convers.Lexic. N⁰ 122" und „Walhalla N⁰ 7".

VII.D.b.αδ. Gemälde im Museum von A. Cichowski in Paris, Kopie von *VII.D.b.α.* Abbildung: Album Tafel IV untere Reihe rechts.

VII.E. Ölgemälde in der Stadtbibliothek zu Königsberg, bereits vor 1732 aus Thorn an Barth. Goldbach in Königsberg gesandt. Kopie von *VII* mit der Unterschrift „NICOLAUS ... DIE XI. JUNII THORUNI OBIIT". Hipler S. 111.

VII.F. Brustbild nach halb links in Punktmanier, 7,0 × 8,6 cm groß, mit der Unterschrift „Nicolaus Copernicus. Geb.... 1543". Titelbild zu Lichtenbergs Vermischten Schriften, Bd. VI, Göttingen 1803 und ebenso in der Ausgabe von 1844. Der Herausgeber der Vermischten Schriften sagt in Bd. VI S. VI: „Das beygefügte Portrait des Copernicus ist keine Copie desjenigen, welches bey dem Pantheon befindlich ist [siehe Nr. *VI.B.m.*], sondern es ist nach einem alten Gemälde vom Jahre 1575 verfertigt, das aus der Vaterstadt desselben herrührt, und mit den beßten daselbst vorhandenen Portraits von ihm übereinstimmt."

VII.G. Steindruck, Kopie von *VII,* als Titelbild zu Hiplers Spicilegium 1873.

VII.H. Holzschnitt von 10,5 × 14,8 cm Größe; Kopfbild gemäß *VII,* von Otto Lawrenz. Titelbild zu [170].

VIII. Zweifelhaftes Bildnis in Paris. Die Pariser Sternwarte besitzt ein auf Holz gemaltes Bildnis von 38 × 53 cm Größe, angeblich ein Werk des Lukas Cranach. Es wurde der Sternwarte im Jahre 1824 vom Chirurgen F. P. de Percy geschenkt, der es im Feldzug in Polen erworben hatte [51 Seite F 58]. Es kann sich dabei nur um den Feldzug von 1807—08 handeln, den Percy in seinem Kriegstagebuch ausführlich beschrieben hat [Baron de Percy, Journal des campagnes, Paris 1904]. Darin berichtet er allerdings, daß er am 27. Juli 1807 durch Frauenburg kam, und erwähnt dabei 2 Bilder im Dom und das von Coppernicus errichtete Wasserwerk; aber vom Erwerb des Bildnisses ist keine Rede, auch dort nicht, wo er die anderen im damaligen Polen gelegenen Orte wie Posen, Warschau und Thorn beschreibt. Es ist möglich, daß Percy in seiner Notice biographique sur Copernic (8⁰ Paris 1824 gemäß Houzeau 6346) über den Erwerb des Bildes Auskunft gibt. Bisher war es nicht möglich, diese Abhandlung, die weder im Gesamtkatalog der Deutschen Bibliotheken, noch im Brit. Museum oder in der Bibl. Nat. zu Paris oder in der Pariser Sternwarte nachweisbar ist, einzusehen. Auch in den von Percy bevorzugten Pariser Zeitschriften des Formates 8⁰ ist die Abhandlung nicht enthalten. Vermutlich ist die Angabe Houzeaus [367] falsch. Infolgedessen läßt sich nicht angeben, ob das Gemälde identisch ist mit dem Bildnisse, das Broscius 1612 in Thorn erwarb und der Universität Krakau schenkte, das aber vor 1810 verschwand. Über dieses Bildnis siehe: Polkowski Nr. 158, Hipler S. 108, Birkenmajer [60 S. 677].

Das Pariser Gemälde, ein Brustbild, stellt einen nach halb rechts gewandten jungen Mann, etwa 30 Jahre alt, in einem mit Pelz verbrämten Mantel dar, der in der rechten ringgeschmückten Hand Maiglöckchen hält. Sein Kopf mit wallendem Haar ist mit einer Mütze bedeckt. Weder der Maler noch der Dargestellte ist genannt. Wie Prof. Winkler mitteilte, kommt als Maler nicht Lukas Cranach, sondern C. Amberger oder Joos von Cleve d. Ä. in Betracht. Das Bild zeige einwandfrei den Stil der 1520er und 1530er Jahre. Coppernicus war aber damals 50 Jahre alt, also kein junger Mann mehr. Unter diesen Umständen hat das Bildnis keine Beziehung zu Coppernicus, dessen Namen es übrigens nicht zeigt. Vermutlich gab das Maiglöckchen die Veranlassung, das Gemälde als Bildnis des Coppernicus auszugeben. Abb. 77.

IX. Zweifelhafte Bildnisse.

IX.A. Angebliches Gemälde des Basaiti von 1512, um 1819 von H Lubomirski in Wien erworben, jetzt in Lemberg. Das Brustbild zeigt Coppernicus vor einem Tisch sitzend, mit dem Zirkel in der rechten Hand die mit der linken Hand gehaltene Armillarsphäre abmessend. Auf dem Tisch liegen ein Astrolab und ein Buch. Bezeichnet „M. BASAITI FACIEBAT MDXII". Gemäß Batowski S. 67 ist das Gemälde eine Fälschung.

IX.A.a. Kopie von *IX.A.* Steindruck von Joh. Ev. Scheffer v. Leonhardshoff von 33½ × 41½ cm Größe. Polkowski Nr. 54.

IX.A.a.α. Ovales Bildnis in Punktmanier, Kopie von *IX.A.a.* Unterschrift „NICOLAUS COPERNICUS gebohren . . .". Bezeichnet mit „J. Langedelly" und „Lithogr. Institut in Wien".

IX.A.a.β. Hüftbild, Stahlstich von 12,9 × 15,9 cm Größe. Kopie von *IX.A.a.* Unterschrift „Nicolaus Copernicus". Bezeichnet „Nach einem gleichzeitigen Gemälde Basaiti's M. Deyerl sc." und „Verlag der Kunstanstalt des Öster. Lloyd in Triest". Polkowski Nr. 56 + 57.

IX.A.b. Steindruck des L. Letronne in Warschau 1823, gemäß *IX.A.* Größe 34,0 × 42,0 cm. Polkowski Nr. 55.

IX.A.c. Kopie von *IX.A* durch Anton Dietrich in Warschau. Hipler S. 114. Polkowski Nr. 81.

IX.A.d. Denkmal in der Universität zu Krakau gemäß *IX.A.*

IX.A.e. Thorwaldsen benützte für sein Denkmal in Warschau von 1830 *IX.A* als Vorlage. Abbildung: Album Tafel XII.

IX.A.e.α. Bronzene Schaumünze von 6,1 cm Durchmesser in Paris gegossen. Vorderseite: Das Denkmal mit der Umschrift „STA SOL" und „W. Oleszczynski F.". Rückseite: „NICOLAO . . . XXX". Abbildung: Album Tafel XV d.

IX.A.e.β. Silberne Schaumünze von 6,1 cm Durchmesser. Vorderseite: Das Denkmal mit der Umschrift „STA SOL" und der Unterschrift „THORWALDSEN INV. ROMAE. GREGOIR. FOR. VARS. MAINERT F. Vars.". Rückseite: „NICOLAO . . . XXX". Abbildung: Album Tafel XV e.

IX.A.e.γ. Kleine gemäß dem Denkmal gefertigte bronzene Schaumünze von Minhejmer 1839. Abbildung: Album Tafel XV f.

IX.A.e.δ. Silberne Schaumünze von 1,6 cm Durchmesser, angefertigt von Joseph Mainert in Warschau 1845. Abbildung: Album Tafel XV g.

IX.A.f. Fr. Tieck benützte für sein Denkmal in Thorn, enthüllt 1853, *IX.A* als Vorlage [342]. Gemälde von F. Gärtner, von Lambeck als Farbendruck vervielfältigt. Gipskopf zum Denkmal im Thorner Museum [342 S. 19].

IX.A.f.α. Zeichnung von IX.A.f durch Pietsch.

IX.A.f.β. Stahlstich des Denkmales in Thorn „Liebig phot, Ed. Wagner sculp." Abb. 78.

IX.A.g. Der Bildhauer Franz Wyspianski in Wien schuf 1862 für die Universität Krakau gemäß *IX.A.* eine Büste, deren Sockel zwei Bücher mit den Aufschriften Regiomontanus und Purbach bilden. Die Gipsbüste kostete 50 Gulden und verkleinert 6 Gulden, wie Heis in seinem Aufsatz „Gypsbüste von Nikolaus Kopernicus" [Wochenschrift für Astronomie 5, Halle 1862, S. 237—238] mitteilte.

IX.B. Angebliches Bildnis von der Hand des Jakob Binck. Im Schloß zu Königsberg gibt es ein geschnitztes Relief, wahrscheinlich von Binck hergestellt, mit der Halbfigur eines vierzigjährigen Mannes, dessen rechte Hand auf einem Schädel ruht. Der Tracht nach ist der Dargestellte nicht ein Domherr, sondern ein Bürger oder Künstler. Binck traf am 8. Oktober 1543, also nach dem Tode des Coppernicus, in Königsberg ein und blieb dort bis zum März 1548, worauf er nach Kopenhagen zurückkehrte. Wahrscheinlich hatte Binck sich selbst dargestellt [H. Ehrenberg, Die Kunst am Hofe der Herzöge von Preußen. Berlin u. Leipzig 1899, S. 45—46 mit Abbildung des Reliefs]. Es ist ausgeschlossen, daß Binck den alten Coppernicus darstellen wollte.

IX.C. Verwendung des Bildnisses des Joh. Stöffler, das in dessen Ephemeriden seit 1532 als Holzschnitt erschienen war. Anscheinend hat Miltandur Chamahista dieses Bildnis zuerst als das des Coppernicus ausgegeben, allerdings unter Berufung auf Er. Reinhold. Es ist aber keine Äußerung Reinholds bekannt, wonach er Stöfflers Bildnis als das des Coppernicus bezeichnet hat. Den Verlag hatte B. Moncornet († 1668). Kupferstich mit dem ovalen Bildnis in Profil nach links; oberhalb davon links das coppernicanische System und rechts ein Wappen. Die Unterschrift lautet: „DOMNVS NICOLAVS COPERNICVS, SACERDOS, CANONICVS REGVLARIS, ASTRONOMORVM KORYPHAEVS; Ex Authentico Prototypo Erasmi Reinholdi, COPERNIC, Trutinat Terrae, Lunae que Labores, Silertas Monstrat Pausas, Abstrusaque pandit. Faciebat I. Miltandur Chamahista Moncornet Excudit". Größe 11,2 × 13,1 cm. Polkowski Nr. 109. Batowski S. 65 bis 66.

IX.C.a. Kupferstich von 15,5 × 22,0 cm Größe, gemäß *IX.C,* Titelbild zu Ph. Lansbergii Opera Omnia, Middelburg 1663. Polkowski Nr. 135.

IX.C.b. Kupferstich von 8,7 × 10,8 cm Größe mit dem Brustbild nach rechts, 6,3 × 8,6 cm groß, und mit der Unterschrift „NICCOLO COPERNICO" in dem Buch des Lorenzo Crassi, Delgi Elogii delgi hvomini letterati, Venedig 1666, T. II S. 14.

IX.C.c. Kupferstich von 11,0 × 15,4 cm Größe mit dem ovalen Brustbild nach rechts und mit der Unterschrift „DOMNVS NICOLAVS COPERNICVS SACERDOS CANONICVS REGVLARIS ASTRONOMORVM KORYPHAEVS".

IX.C.d. Kupferstich von 10,2 × 14,1 cm Größe mit dem ovalen Brustbild wie *IX.C* und mit der Unterschrift „NICOLAVS. COPERNICVS. Thoruniensis Polonus, Mathematicus, Philosophus, Medicus, Canonicus Regularis, et Astronomorum Koryphaeus. Nat. A. 1473. d. 19. Febr. Den. A. 1543. d. 24. Maij. Ex collectione Friderici Roth-Scholtzii Norimbergae". Hipler S. 107.

IX.C.e. Oleszczynski entwarf ein Gruppenbild zu Ehren des Coppernicus, das Chardon 1855 in Paris druckte. Größe 27,2 × 37,5 cm. In der Mitte das Stöffler-Bildnis, unten 9 andere Coppernicus-Bildnisse. Abbildung: Album Tafel IV, aber mit dem „Ghirlandajo"-Bildnis in der Mitte. Polkowski Nr. 102—108.

IX.C.f. Holzschnitt von E. Sachse, Brustbild nach links, ohne Arme. Mit Lebensbeschreibung im Buch von Ludwig Bechstein „Zweihundert deutsche Männer in Bildnissen und Lebensbeschreibungen', Leipzig 1854. Spätere Auflagen erfolgten bis 1890.

IX.C.f.α. Kopie von *IX.C.f* im Buch von C. Sterne [678].

IX.C.g. Bild auf einem Buchumschlag: Coppernicus stehend, in Schiffermantel, mit Fernrohr und Armillarsphäre. Überschrift „NICOLAVS COPERNICVS"; Unterschrift „Sta sol, ne moveare". Polkowski Nr. 116.

IX.C.h. Kopie von *IX.C,* mit der Unterschrift „Nicolaus Copernicus. Geb. d.... Ein Deutscher". Polkowski Nr. 123.

IX.D. Der Maler J. Mitterling, gestorben 1871 in Frauenburg, malte in roher Weise verschiedene Bildnisse, die er mit Himmelskugeln, Armillarsphären und anderen Beigaben schmückte. Für die Figur des Coppernicus benützte er das Bildnis *VII.B* als Vorlage. Hipler S. 111.

IX.D.α. Ölgemälde im Prussia-Museum in Königsberg. Größe 64 × 84 cm. Kniestück in rotem Gewand, die linke Hand auf einer Himmelskugel. Auf dem Tisch Papierrolle und Zirkel. Inschrift „Nicolaus Copernicus Canon. Varm. ao. 1543 aetatis 73 obiit."

IX.D.b. Ölgemälde im Coppernicus-Museum zu Frauenburg. In der rechten Hand eine Armillarsphäre; neben der linken Hand eine Himmelskugel, darüber „Nicolaus . . 73 obiit".

IX.D.c. Ölgemälde im Coppernicus-Gasthof zu Frauenburg, ähnlich *IX.D.b.*

IX.D.d. Gemäß Hipler S. 111 befanden sich andere Gemälde Mitterlings, meistens mit der falschen Inschrift „anno 1543 aetatis 73 obiit", in den Amtsmühlen zu Frauenburg und Braunsberg, in Niederwiesen und in der Domherrenkurie S. Pauli zu Frauenburg und gemäß Polkowski Nr. 174 auch im Museum zu Pulawy.

IX.E. Das Titelblatt zu TABVLAE FRISICAE... NICOLAI MVLERI, Alkmar 1611, zeigt die Astronomen Hipparch, Ptolemaeus, Alfons, Brahe und Coppernicus. Für Brahe wurde das bekannte Bildnis mit dem Sextanten, veröffentlicht 1603, als Vorlage benützt. Coppernicus ist in langem, am Hals offenem Mantel mit Mütze, mit einem Buch in der rechten Hand und mit einer Scheibe in der linken Hand dargestellt. Die Scheibe zeigt sein Weltgebäude. Polkowski Nr. 127.

IX.E.a. Das Titelbild zu Keplers Tabulae Rudolphinae [419] zeigt Coppernicus sitzend, ähnlich *IX.E.*

IX.E.b. Das Titelbild zu Ph. Lansbergs Tabulae motuum coelestium perpetuae, Middelburg 1632, zeigt neben anderen Astronomen Coppernicus stehend, offenbar als Kopie von *IX.E.* Vor seinem rechten Fuß Tintenfaß und Feder auf einem Gestell. Bezeichnet „A. v. venne in" und „D. Bremden sc.". Größe 16,7 × 24,7 cm. Gleicher Stich in Lansbergs Opera, 1663.

IX.F. Kupferstich, darstellend das Brustbild eines Gelehrten in der Schaube mit Mütze, der hinter einem Tisch mit Büchern sitzt und in der linken Hand eine Himmelskugel und in der rechten Hand einen Zirkel hält. Von Wasiutynski [721 S. 441] als Bildnis des Coppernicus abgebildet, Diese Zuteilung offenbar nicht richtig. Der Dargestellte dürfte Or. Finaeus sein. Das Bildnis ist offenbar identisch mit Drugulin 3971: „Copernicus. Mit Mütze kl. 4°. Aus Aubry's Werk".

IX.G. Das Titelbild zu Joh. Hevelii Machina Coelestis, Danzig 1683, zeigt Coppernicus in langem Mantel neben 3 Gelehrten. Bezeichnet „A. Boy delineavit" und „J. Falck sculpsit". Abbildung: Album Tafel VIII.

IX.G.a. Das Titelbild zu Joh. Hevelii Firmamentum Sobiescianum, Danzig 1687, zeigt 10 Astronomen, darunter auch Coppernicus in ähnlicher Tracht wie in *IX.G.*

IX.G.b. Das Titelbild zu J. G. Doppelmayr, Atlas novus coelestis, Nürnberg 1742, zeigt Coppernicus in ähnlicher Gestalt wie in *IX.G.*

IX.H. Der Kupferstich „La fin dv monde" des P. Bertrand zeigt Coppernicus mit Brille gebückt über der Erdkugel. Abbildung: Wasiutynski [721 S. 537].

IX.I. In der Johanniskirche zu Thorn steht unterhalb des von Pyrnesius gestifteten Denkmales ein vom Fürsten J. A. Jablonowski 1766 gestifteter Denkstein, bestehend aus einer Büste von weißem Mamor auf schwarzem Sockel, geschaffen von Bildhauer W. Rojowski in Krakau. Abbildung: Album Tafel XII links.

IX.K. Denkmal mit einer Büste in der St. Annakirche zu Krakau, 1823 vom Grafen Seb. Sierakowski errichtet. Abbildung: Album Tafel XI.

IX.L. König Ludwig I. von Bayern ließ am 15. Juli 1842 in der Walhalla bei Regensburg die von Schadow 1807 angefertigte Marmorbüste aufstellen. Hipler S. 138. Abbildung: Album Tafel IV unten.

IX.M. Am Kepler-Denkmal in Weilderstadt befindet sich das Standbild des Coppernicus, verfertigt von Lenz und Herold 1868.

IX.N. Büste von Wissel, 1940 in der Universität Königsberg aufgestellt.

IX.O. Großes Gemälde von M. Andrioli. Hipler S. 120.

IX.P. Gemälde von Ludwig Kurelli. Hipler S. 120.

IX.Q. Gemälde von A. Lesser „Die letzte Stunde des Coppernicus" von 1870, im Museo Copernicano in Rom. Hipler S. 120. Polkowski Nr. 187 + 188. Abbildung: Album Tafel XIV.

IX.R. Gemälde von Jan Matejko „Coppernicus auf seiner Sternwarte". Abbildung: Album Tafel XIII.

IX.S. Gemälde von Albert Gerson in Warschau „Nicolo Copernico spiega il suo sistema dinanzi Alessandro VI e sua corti".

IX.T. Der Minister Th. v. Schön (1773—1856) ließ sich für sein Zimmer ein Bildnis des Coppernicus malen, worauf dieser mit der rechten Hand auf seinem Globus dargestellt ist.

IX.T.a. Abbildung von *IX.T* als Titelbild mit der Unterschrift „Sonne stehe stille!" zum Buch „Aus den Papieren des Ministers und Burggrafen Th. v. Schön" Bd. 5, Berlin 1882.

IX.U. Ölgemälde in der Sternwarte zu Warschau, Brustbild mit Armillarsphäre und Zirkel. Wohl 19. Jahrhundert.

IX.V. Jan Gladiss malte 1809 ein Bildnis, das Coppernicus in ganzer Figur sitzend darstellt. Die neben dem Gemälde aufgestellte Büchse lud mit einigen Versen zu milden Gaben für den Bau einer Sternwarte in Plock ein. Hipler S. 115. Polkowski Nr. 180.

IX.W. Kupferstich mit dem Grabmal des Coppernicus und mit der Inschrift „HIC POSITUS EST COPERNICUS. SATIS DIXI. TERRAM MOVERI STARE CREDIDIT SOLEM. NARRA HOC VIATOR CAETERIS ET IGNOSCE". Hipler S. 140—141. Polkowski S. 286.

IX.X. Durand in Paris schuf 1818 eine bronzene Schaumünze von 4,2 cm Durchmesser. Vorderseite: Bildnis in Profil mit der Umschrift „NICOLAUS COPERNICUS", Rückseite „NATUS TORUNII in PRUSSIA . . . M. DCCCXVIII. DURAND EDIDIT". Prof. A. Krzyzanowski kaufte die Matrize und übergab sie der Warschauer Universität, damit keine Münze mehr darnach geprägt werde, und ließ für 475 Franken eine neue Matrize mit den Worten „TORUNI IN POLONIA" statt „TORUNI IN PRUSSIA" prägen. Diese bronzene Schaumünze von 4,2 cm Durchmesser zeigt dieselbe Vorderseite. Die Namen der Formschneider sind verschieden, da sie vier- bis fünfmal in Paris und München nachgeprägt wurde. Polkowski Nr. 3—5. Abbildungen: Album Tafel XV b + c.

IX.Y. Standbild des Coppernicus in der Oberrealschule zu Altona.

IX.Z. Bildnis von Adolf Menzel, Stahlstich von J. Steifensand in Düsseldorf im Kupferstichkabinett zu Berlin unter D 1190 HDA. Größe 9,3 × 16,0 cm. Polkowski Nr. 72. In Elf. Bocks Werk „Adolf Menzel. Verzeichnis seiner graphischen Werke" Berlin 1923 nicht aufgeführt.

IX.Z.a. Steindruck des Jos. Kosminski in Warschau von 1829 gemäß *IX.Z.* Größe 11.0 × 12.0 cm. Polkowski Nr. 74.

IX.AA. Bildnis von 8,9 × 10,2 cm Größe, bezeichnet „Nicolaus Copernicus-From a sacre print. Published by Charles et Henry Balwyn Newgate Street R. Cooper sculpt." Polkowski Nr. 44.

IX.AB. Karl Minter schuf 1823 in Warschau einen Steindruck von 18,5 × 23,8 cm Größe, der Coppernicus als jungen Menschen darstellt. Unterschrift „NICOLAUS COPERNICUS". Polkowski Nr. 126. Abbildung: Album Tafel IX rechts oben.

IX.AC. Im Buch von L. Fugier „Vies des savants illustres" Paris 1868, gibt es 2 Bilder „Kopernik observant à Rome une éclipse de Lune" und „Kopernik mourant reçoit le premier exemplaire de son livre sur les monuments célestes". Polkowski Nr. 146 + 147.

IX.AD. Brustbild, großer Stich, bezeichnet „Agost. Comerio dis, Tomm. Todeschini inc." [Porträtkatalog 21 von J. Rosenthal um 1900, Nr. 546]. Comerio lebte von 1784 bis 1829.

IX.AE. Gipsmodell von Gustav Bläser 1848 für das Thorner Denkmal [342, S. 7 u. 18 mit Abb.].

Zusammenfassung.

In der vorhergehenden Untersuchung haben wir 9 Gruppen von Bildnissen besprochen. Wenn wir uns nun fragen, welche Bildnisse uns zu sagen vermögen, wie Coppernicus aussah, so müssen wir von vornherein die Gruppen *VIII* und *IX* ausscheiden. Es handelt sich dabei um Bildnisse, die mit ihm nichts zu tun haben, oder um Bildnisse, die wohl Coppernicus betreffen, aber auf Porträtähnlichkeit keinen Wert legen. Die übrigen 7 Gruppen betreffen den Kupferstich mit dem Buch, das Selbstbildnis in Brahes Besitz, das Gemälde in Goldenau, das Bildnis an der Straßburger Münsteruhr, den Holzschnitt mit dem Maiglöckchen, das Bildnis mit dem Tellurium und das Bildnis am Denkmal in der Thorner Johanneskirche. Von diesen Gruppen scheidet die Gruppe *VI* mit dem Tellurium aus, da es sich offenbar um die Weiterbildung des Bildnisses mit dem Maiglöckchen handelt. Ein Zusammenhang kann auch zwischen dem Straßburger Münsterbild und dem in Straßburg bald darauf entstandenen Reusnerschen Holzschnitte mit dem Maiglöckchen bestehen, da anzunehmen ist, daß ihnen dieselbe Vorlage zu Grunde lag. Jedoch ist das Münsterbild in seiner jetzigen Gestalt dem Holzschnitt wenig ähnlich. Man könnte an spätere Übermalungen denken oder die Ursache darin erblicken, daß das Gemälde an der Münsteruhr nicht von Stimmer selbst, sondern in seiner Werkstatt hergestellt wurde, wie Batowski annimmt. Hinsichtlich des ursprünglichen Aussehens des Gemäldes muß folgender Umstand erwähnt werden: die auf der Stimmerschen Zeichnung beruhenden Holzschnitte der Münsteruhr zeigen im Gegensatz zum jetzigen Aussehen des Gemäldes die Inschrifttafel links und nicht rechts vor Coppernicus; erst Brunns Kupferstich von 1619 zeigt die Tafel rechts und den Kopf sehr ähnlich dem Holzschnitt mit dem Maiglöckchen. Immer ist aber auf den Bildern der Münsteruhr Coppernicus mit dem Maiglöckchen zu sehen. Demgemäß ist das Maiglöckchen bezeichnend für die Straßburger Bildnisse. Gehört diese Blume zu den Abzeichen der Astronomen, wie Batowski meint? Sicherlich nicht, wenn wir die folgende Zusammenstellung betrachten. Darin sind die Abzeichen der Astronomen und Mathematiker auf ihren Bildnissen aus der Zeit vom Ende des 15. Jahrhunderts bis zum Jahr 1600 angegeben.

Abzeichen der Astronomen und Mathematiker.

Joh. Angelus 1488 mit Armillarsphäre, Zirkel, Sonnenquadrant und Tintenfaß

Peter Apian mit seinem Globus

T. Brahe 1586 mit seinem Sextanten, 1587 mit seinem Mauerquadranten.

Celio Calcagnini ohne Abzeichen

Oront. Finaeus 1542 mit seinem Buch und Astrolab, daneben andere Geräte

Hier. Fracastoro mit Armillarsphäre

R. Gemma Frisius in seiner Werkstätte mit Armillarsphäre und anderen Geräten
Georg Hartmann mit Himmelskugel
Joachim Heller mit Buch
Christ. Heyden mit Buch
Nik. Kratzer mit seinen Sonnenuhren und Geräten
G. Mercator mit seiner Erdkugel
B. Mithobius mit Buch
M. Maestlin 1578 mit Himmelskugel und Zirkel
W. Misocacus mit Buch und Armillarsphäre
Seb. Münster mit Buch
Fr. Maurolico ohne Abzeichen
Guil. Postellus mit Zirkel, Globus und Armillarsphäre
Joh. Praetorius ohne Abzeichen
G. Peuerbach 1515 mit Buch
Joh. Regiomontan 1492 mit Astrolab, 1496 mit Buch
Joh. Schöner 1528 mit seinem Globus, 1546 ohne Abzeichen
Joh. Stöffler mit seinem Buch und Astrolab
Joh. Stadius ohne Abzeichen
Barth. Scultetus 1573 mit seiner Sonnenuhr
Georg Tannstetter 1532 mit Buch, Zirkel und Himmelskugel.

Die Zusammenstellung lehrt, daß die Astronomen teils mit ihren Geräten und Büchern, teils als Gelehrte mit einem Buch, teils mit Geräten ohne Beziehung zu ihren Arbeiten, teils ohne Abzeichen dargestellt wurden. In H. Pantaleons Bildniswerk (Prosopographiae heroum atque illustrium virorum totius Germaniae, Basel 1565—66), das hierbei nicht benützt wurde, sind die Astronomen durch Geräte gekennzeichnet. Fügen wir noch hinzu, daß damals auch die früher lebenden Astronomen mit den gleichen Abzeichen, aber nie mit dem Maiglöckchen ausgezeichnet wurden, so dürfen wir behaupten, daß das Maiglöckchen nicht zu den Abzeichen der Astronomen gehörte. Kann es nicht als Abzeichen seiner ärztlichen Tätigkeit angesehen werden [98 S. 282]? Auch das ist nicht möglich, wie ein Blick in Pantaleons Buch lehrt. Darin wird der Arzt dargestellt 5 mal ohne Abzeichen, 14 mal mit dem Uringlas, 1 mal mit der Himmelskugel, 1 mal mit Armillarsphäre und Zirkel, 1 mal mit Sonnenquadrant, 1 mal mit Primel. Die zahlreichen Bildnisse des Paracelsus zeigen ihn ohne Blume. Offenbar wurde das Maiglöckchen erst später als Abzeichen des Arztes aufgefaßt.

Wenn das Straßburger Gemälde wirklich eine treue Kopie des Selbstbildnisses war, so hatte Coppernicus sich selbst mit dem Maiglöckchen in der Hand abgebildet. Dann war es eine Vorliebe für diese Blume, wie sie damals auch Nichtärzte zeigten [114 S. 36—40], nicht aber die Absicht sich als Arzt darzustellen. Vielleicht ist das Maiglöckchen erst eine Zutat der Stimmerschen Werkstatt? Dies müssen wir annehmen, wenn wir auch das andere Selbstbildnis in Betracht ziehen. Auch dieses ist uns nicht erhalten geblieben und kann daher selbst keine Auskunft geben. Vielmehr ist davon nur noch der kleine Holzschnitt übrig *(II.A.a)*. Wie früher ausgeführt wurde,

Abb. 78. Coppernicus-Denkmal in Thorn.

schätzte Brahe das Selbstbildnis sehr und legte großen Wert auf die genaue Abbildung seiner Geräte. Deshalb dürfen wir annehmen, daß der Holzschnitt trotz seiner Kleinheit eine Vorstellung vom Bildnisse des Coppernicus und damit von seinem Selbstbildnisse gibt. Demnach war er in langem, roten Mantel, ohne Kopfbedeckung dargestellt. Mit seinem bartlosen Gesicht und mit dem üppigen braunen Haar mochte es an das Gemälde in der Thorner Johanneskirche erinnern. Im Unterschied zum Straßburger Gemälde zeigte es wohl ein Buch in seinen Händen. Beide Bildnisse gehen auf Selbstbildnisse zurück. Also hatte er sich zweimal verschieden dargestellt? Oder gab es nur ein Selbstbildnis, das zweimal als Vorlage diente? Zeitlich sicherlich! In Straßburg wurde das Selbstbildnis in den Jahren 1572—74 kopiert. Daraufhin wurde es wohl zurückgesandt, da von seinem Verbleib in Straßburg nie die Rede ist. Brahe erhielt das Selbstbildnis vor 1584, und behielt es wohl bis zu seinem Tode. Es ist sehr wahrscheinlich, daß er die Beschreibungen der Straßburger Uhr kannte und daraus vom Selbstbildnisse und seiner Herkunft erfahren hatte. Unter diesen Umständen liegt die Annahme nahe, daß er sich das Selbstbildnis schenken ließ, wie bald darauf den Dreistab aus Frauenburg. Und wer war würdiger das Selbstbildnis zu besitzen als der Mann, der damals das Lebenswerk des Coppernicus durch neue Beobachtungen der Himmelsvorgänge zu sichern unternahm?

Wir dürfen also annehmen, daß ein und dasselbe Selbstbildnis den Bildnissen *II* und *IV* zu Grunde liegt. Wann hatte Coppernicus sich selbst gemalt und wo hatte er diese Kunst gelernt? Darüber ist nichts bekannt. In seinen Werken und Briefen und auch in den Erzählungen seiner Freunde Rheticus und Giese ist davon nicht die Rede. Nur Gassend brachte in seiner Lebensbeschreibung [290] die Nachricht, daß Coppernicus in Krakau auch das Malen gelernt habe, so daß er sich selbst mittels eines Spiegels malen konnte. Er übte sich in der Malkunst, um auf seinen künftigen Reisen beachtenswerte Gegenstände nicht nur zu entwerfen, sondern auch kunstvoll darzustellen. Dieser Nachricht Gassends dürften nicht bestimmte Angaben, sondern nur die Kunde vom Selbstbildnis zu Grunde liegen.

Zwischen dem Kupferstich *I* und dem Holzschnitt *V* von 1587 bestehen enge Beziehungen, gleichsam als ob der Kupferstich auch als Vorlage gedient hatte. Nur im Abzeichen unterscheiden sie sich. Der Kupferstich zeigt Coppernicus mit einem Buch in der Hand, worunter allerdings nicht sein Hauptwerk zu verstehen ist, da dieses viel größer war. Das Buch bedeutet hier wohl den Gelehrten und Geistlichen. Andererseits bestehen aber auch Ähnlichkeiten zwischen den Bildnissen mit dem Buch, mit dem Maiglöckchen und mit dem Kruzifix. Überall das hagere, bartlose Gesicht, umgeben von wallendem und natürlich gekräuseltem Haar; überall die gleiche Kleidung: eine rote, eng anliegende, ärmellose Weste, am Hals und an den Armlöchern mit Pelz verbrämt, darunter ein Gewand mit graugrünen anliegenden Ärmeln und am Hals mit weißer Borte. Nur die Beigaben sind verschieden: Maiglöckchen oder Buch oder Kruzifix. Die auf dem Wandbrett sichtbare Armillarsphäre mit Zirkel ist wohl eine spätere Zutat, um ihn als Astronomen zu bezeichnen. Coppernicus sieht wie ein Mann zwischen 30 und 40 Jahren aus, so daß die Vorlage um 1503 entstanden sein dürfte.

Vermutlich wird sie Coppernicus mit dem Buch in der Hand gezeigt haben, wie der spätere Kupferstich *I*.

Wann das Selbstbildnis *(II* und *IV)* anzusetzen ist, läßt sich nicht angeben. Das Fehlen der Kopfbedeckung und das wallende Haar erinnern an das schon besprochene Urbild. Daneben gibt es ein drittes Bildnis, das Gemälde in Goldenau *(III)*. Er sieht darauf älter und hagerer aus. Das immer noch dichte dunkle Haar ist gebändigt, ohne daß es dem Kopf eng anliegt. Die Gesichtszüge sind schärfer; das schon im Kupferstich angedeutete Kinn tritt noch mehr hervor. Groß ist die Ähnlichkeit nicht zwischen dem Gemälde *III* und dem Kupferstich mit dem Buche *(I);* immerhin ist sie viel größer als zwischen den Bildnissen Schöners von 1528 und 1546 und zwischen den Bildnissen Hartmanns.

Beachtung verdient der Umstand, daß Coppernicus auf keinem Bildnisse als Domherr dargestellt ist. Seine Tracht ist nicht die der preußischen Geistlichen.

Anscheinend besitzen wir kein künstlerisch wertvolles Bildnis des Coppernicus. Dies erklärt sich z. T. daraus, daß Ostpreußen damals keine Künstler hatte und erst Binck und andere zur Durchführung künstlerischer Aufträge ins Land rief.

Wie viele Bildnisse gab es zu seinen Lebzeiten? Anscheinend nur drei, nämlich das Selbstbildnis, die Vorlage zum Bildnis mit dem Buch und das Gemälde in Goldenau. Das Selbstbildnis kam an die Familie Giese und dann nach Straßburg und zuletzt zu Brahe. Es dürfte mit ihm nach Prag gekommen und dort im Dreißigjährigen Krieg zerstört worden sein. Die Schweden haben es anscheinend nicht entführt. Das Schicksal des 2. Bildnisses *(I)* ist unbekannt. Das Bildnis, das das Frauenburger Domkapitel 1580 besaß und darüber dem Bischof Kromer berichtete [349 S. 87], kann nach Heilsberg gekommen und um 1704 durch die Schweden geraubt worden sein, so daß wir es im Gemälde von Goldenau *(III)* wieder zu erkennen glauben. In Frauenburg gab es 1598 ein Bildnis nebst den Büchern des Coppernicus; vielleicht handelte es sich dabei um die Vorlage zum Kupferstich mit dem Buche. Es dürfte im Dreißigjährigen Kriege von den Schweden geraubt worden sein. Jetzt läßt es sich nicht in Schweden nachweisen, wie ich einer Mitteilung von Prof. N. V. E. Nordenmark in Stockholm entnehme; auch Kopenhagen besitzt kein altes Bildnis, wie mir Herr Mortensen schrieb.

Offenbar zählte Coppernicus nicht zu den berühmten Gelehrten, deren Bildnisse zur Ausstattung der berühmten Sammlungen des 16. Jahrhunderts gehörten. Es befand sich nicht in der Sammlung des Bischofes Paul Jovius [Vitae virorum illustrium. 1547] in Como, der Habsburger auf Schloß Amras bei Innsbruck [Jahrbuch d. kunsthistorischen Sammlung d. Allerh. Kaiserhauses VII Nr. 5556 u. XXIV Nr. 19325], der Wittelsbacher zu München [J. Stockbauer, Die Kunstbestrebungen am Bayer. Hofe unter Herzog Albert V. und seinem Nachfolger Wilhelm V., Wien 1874], der Wettiner in Dresden [V. Hantzsch, Beiträge zur älteren Geschichte der kurfürstlichen Kunstkammer in Dresden (Neues Archiv f. Sächsische Geschichte 28, 1902, S. 220—296)], der pommerschen Herzöge zu Barth [Die herzogliche Pommersche Bildnisgalerie (Baltische Studien XX, 1864, S. 108—126)], der preußi-

schen Herzöge zu Königsberg [Ehrenberg], der hessischen Landgrafen zu Kassel [M. Bernh. Valentini, Musei Museorum II] und des Kaisers Rudolf II. [B. Dudik, Die Rudolphinische Kunst- und Raritätenkammer in Prag (Mitt. d. K. K. Central-Kommission zur Erforschung u. Erhaltung der Baudenkmale XII, Wien 1867, S. XXXIII—XLIV)].

Coppernicus wurde erst durch den Holzschnitt im Bildniswerk des Reusner bekannt, worauf seine Bildnisse auch als Sonderdrucke erschienen. Das Maiglöckchen wurde bald von der Scheibe mit seinem Weltgebäude abgelöst, die zuerst 1611 auftrat und von Kepler und Lansberg übernommen wurde, der sein erstes Eintreten für die neue Lehre nur durch das Bild der Erdbahn um die Sonne auf dem Titel im Jahre 1619 [441] zur Kenntnis gebracht hatte.

Augenfälliger kommen die Eigenschaften der neuen Lehre auf dem Titelblatt zu Galileis Dialog *[VI]* von 1632 zum Ausdruck. Das Tellurium verdrängte nun das Maiglöckchen und blieb lange Zeit das Abzeichen des Coppernicus. Bei Galileis Titelbilde wie bei den Titelbildern der Mulerius, Kepler und Lansberg war auf Porträtähnlichkeit kein Wert gelegt. Das wurde nun anders, als Bernegger 1635 die lateinische Übersetzung des Dialoges veröffentlichte. Nunmehr versuchte man die Gesichtszüge zu geben, an die man seit Reusner gewöhnt war. Noch mehr kam dieses Bestreben in den Stichen des I. v. Meurs zum Ausdruck. Nur die großen Pelzstücke auf dem Mantel waren neu. Die Bildnisse mit dem Tellurium waren bis zum Ende des 18. Jahrhunderts sehr beliebt, wie die vielen Stiche und Gemälde beweisen. Daneben waren Kopien von Originalen begehrt. Viele Kopien des Gemäldes in der Thorner Johanneskirche wurden bis zum 19. Jahrhundert hergestellt, häufig unter Verzicht auf das Kruzifix und andere Beigaben. Im 19. Jahrhundert entstanden die häßlichen Kopien mit falschen Daten und verschiedenen Beigaben wie Armillarsphären, Globen und Zirkeln. Die Maler waren nicht fähig, die Gesichtszüge eines geistigen Bahnbrechers darzustellen und beschränkten sich auf die Beigabe der Abzeichen eines Astrologen. Auch das Tellurium blieb beliebt. Piwarski schuf für die Warschauer Ausgabe von 1854 ein Bildnis, worin Coppernicus das Tellurium in der linken Hand hält und sich mit dem Zirkel in der rechten Hand über eine Zeichnung beugt *(VI.B.r)*, woraufhin das Deutsche Museum in München ein Bildnis schaffen ließ *(VI.B.r.β)*, das uns Coppernicus in ähnlicher Stellung zeigt, nur mit dem Unterschiede, daß er ein Maiglöckchen statt des Telluriums in der Hand hält. Ein Astronom, der bei seinen Arbeiten eine Blume in der Hand hält, wie sinnig! Und dabei noch die merkwürdige Unterbringung des Gemäldes: Coppernicus und Kepler befinden sich im Raum hinter dem Ehrensaal, wo Gauss, Leibnitz, Reichenbach, Guericke, Kircher, Behaim u. a. geehrt werden. Tatsächlich gehören Coppernicus und Kepler an die beste Stelle des Ehrensaales; denn ihrer Arbeit verdankt die Menschheit die Befreiung von den Fesseln des antiken Denkens und damit die Entfaltung der Naturwissenschaften und Technik.

Auch andere Ausgeburten der künstlerischen Phantasie sind zu verzeichnen: J. Matejko schuf ein großes Gemälde: Coppernicus sitzt auf seiner Sternwarte, einem großen Balkon, in Betrachtung des Sternhimmels; sein

verzückter Blick verrät, daß sich ihm die wahre Planetenbewegung offenbart. Das ist Theater wie auch die Gemälde von Lesser *(IX.Q)* und von Gerson *(IX.S.)*. Theatralische Verbrämung der Tatsachen sind auch die Denkmäler in Warschau und Thorn. Noch zur Zeit Galileis konnten die Künstler zwischen antiken und modernen Weltsystemen unterscheiden; sie gaben deshalb dem Ptolemaeus die Armillarsphäre und dem Coppernicus das Tellurium in die Hand. Zweihundert Jahre später wußten die Künstler davon nichts mehr. Thorwaldsen und Tieck ließen den Schöpfer des modernen Weltsystems eine Armillarsphäre in der Hand halten und kleideten ihn in ein griechisches Gewand, gleichsam als ob er ein griechischer Astronom wie Ptolemaeus gewesen sei.

Auch die Leidenschaft der Völker spiegelt sich in den Bildnissen. Als der Franzose Durand 1818 eine Schaumünze mit der Inschrift „Natus Torunii in Prussia" *(IX.X)* herausbrachte, erregten sich die Polen über diese einwandfreie Angabe „Geboren in Thorn in Preußen". Krzyzanowski kaufte die Matrize und ließ 1820 eine neue mit der Inschrift „Toruni in Polonia" prägen. Ebenso erhielten die beiden großen Schaumünzen zur Einweihung des Denkmales in Warschau eine Inschrift, die Coppernicus als Polen bezeichnet. Solche Münzen wie auch manche Bildnisse trugen dazu bei, den irrigen Glauben zu erwecken, daß Coppernicus ein Pole gewesen sei.

G. Jesuitenbriefe von 1600 bis 1660 und Werke der Jesuiten Chr. Scheiner und Joh. Baptist Cysat.

Die folgende Zusammenstellung enthält den astronomischen Briefwechsel der deutschen Jesuiten von 1600 bis 1660, insofern er nicht im Briefwechsel der Galilei, Gassend, Kepler und Magini abgedruckt ist.

Abkürzungen der Bezeichnung der Handschriften: Ba = Bamberg Staatsarchiv. Di = Dillingen Studienbibl $2^0$247. Gr = Graz Univ.Bibl. Ms 159. Ber = Berlin Staatsbibl. lat. $2^0$640. Clm = München Staatsbibl. 1609.

1. Scheiner	24.	9. 1600	an Rader	Clm 1610, 146r
2. Carolus de le Nort, Löw.	30.	6. 1603	Franc. Aquilon	Gr 4 Physik
3. Joh. Lanz		12. 1604	P. Guldin	Di 248, 249 Beobacht.
4. Lanz, Ingolstadt	27.	7. 1605	Guldin	Di 244—247 Anm.
5. Lanz	Ende	1605	Guldin (?)	Di 172/3 = 174, 175, 180
6. Lanz, Ingolstadt	25.	9. 1606	Grienberger	Gr 17,3 [Anm.
7. Lanz, Ingolstadt	6.	6. 1607	Guldin, München	Di 242/3
8. Lanz, Ingolstadt	10.	7. 1607	Chr. Clavius, Rom	Gr 17 Anm.
9. Lanz, Ingolstadt	16.	1. 1608	Guldin, München	Di 236—239 Mathem.
10. Lanz, Ingolstadt	7.	3. 1608	Guldin, München	Di 232/3 Mathem.
11. Lanz, Ingolstadt	17.	2. 1610	Guldin, Rom	Gr 17,4 Anm.
12. Guldin, Rom	13.	2. 1611	Lanz, München	Di 220—222 Anm.
13. Lanz, München	1.	3. 1611	Tanner, Ingolstadt	Gr 17,2 Anm.
14. Guldin, Rom	13.	3. 1611	Lanz, München	Di 240/1 Anm.
15. Joh. R. Ziegler, Mainz	5.	4. 1611	Guldin, Rom	Gr 15 Anm.
16. Guldin, Rom	30.	4. 1611	Lanz, München	Di 208—209 Anm.

17. Lanz, München	3. 5. 1611	Guldin, Rom	Gr 17,5 Anm.
18. J. R. Ziegler, Mainz	14. 5. 1611	Guldin, Rom	Gr 15 Bitte um Fernrohr
19. Lanz, München	14. 5. 1611	Guldin, Rom	Gr 17,6 Anm.
20. Guldin, Rom	21. 5. 1611	Lanz, München	Di 234/5 Anm.
21. Lanz, München	21. 9. 1611	Guldin	Gr 17,7 u. 21,8 Anm.
22. Scheiner	1611	M. Hartel, München	Gr 21 Anm.
23. Graf Talbot	Ende 1611	Grienberger	Gr. 3 Zeitrechnung
24. Scheiner, Ingolstadt	17. 1. 1612	Guldin, Rom	Gr 1 Anm.
25. Scheiner, Ingolstadt	17. 9. 1612	Guldin, Rom	Gr 1 Anm.
26. W. Pant. Kirwitzer	1612 (?)	Guldin (?)	Gr 21 Anm.
27. Scheiner	7. 3. 1613	Rader	Duhr [240 Bd. 1 S. 534]
28. Grienberger, Rom	30. 3. 1613	Lanz, München	Di 258/9 Zeitrechn.
29. Scheiner, Ingolstadt	31. 3. 1613	Guldin, Rom	Gr 1 Anm.
30. Grienberger, Rom	13. 4. 1613	Lanz, München	Di 266/7
31. Grienberger, Rom	25. 5. 1613	Lanz, München	Di 262—265 Zeitrechn.
32. Guldin, Rom	8. 6. 1613	Lanz, München	Di 218/9, 224/5 Anm.
33. Grienberger, Rom	13. 7. 1613	Lanz, München	Di 260/1 Zeitrechn.
34. Guldin, Rom	13. 7. 1613	Lanz, München	Di 198—207 = Gr. 7 Zeit.
35. Lanz, München	28. 7. 1613	Cysat, Ingolstadt	Clm 1 Anm.
36. Guldin, Rom	17. 8. 1613	Lanz, München	Di 210—215 Zeitrechn.
37. Guldin	1613		Di 228—231 Anm.
38. Scheiner, Ingolstadt	22. 9. 1613	Guldin, Rom	Gr 1 Anm.
39. Scheiner, Ingolstadt	10. 11. 1613	Guldin, Rom	Gr 1 Anm.
40. Grienberger, Rom	29. 11. 1613	Lanz, München	Di 252/3 Zeitrechn.
41. Talbot	(1613)	Guldin (?)	Gr 21 Zeitrechnung
42. Guldin, Rom	1. 3. 1614	Lanz, München	Di 216/7 Zeitrechn.
43. Grienberger, Rom	7. 3. 1614	Lanz, München	Di 254—257 Zeitr.
44. Scheiner, Ingolstadt	22. 3. 1614	Guldin, Rom	Gr 1 Anm.
45. G. G. Staterius, Neapel	23. 4. 1614	Guldin	Gr 20
46. G. G. Staterius, Neapel	23. 5. 1614	Guldin	Gr 20
47. G. G. Staterius, Neapel	12. 6. 1614	Guldin	Gr 20
48. G. G. Staterius, Neapel	23. 1. 1615	Guldin	Gr 20
49. Guldin, Rom	24. 1. 1615		Di 226/7
50. Gios. Liancano, Passau	27. 1. 1615	Guldin	Gr 19
51. Gios. Liancano, Passau	17. 3. 1615	Guldin	Gr 19
52. Mar. Ghetaldus, Ragusa	10. 4. 1615		Gr 18
53. Liancano, Passau	28. 4. 1615	Guldin	Gr 19
54. P. Hildebrand, Dillingen	13. 6. 1615	Lanz, München	Di 142/3
55. Scheiner, Ingolstadt	4. 9. 1615	Guldin, Rom	Gr 1 Anm.
56. Scheiner, Ingolstadt	10. 9. 1615	Ferd. Alber, Rom	Gr 2 Anm.
57. Liancano, Passau	30. 9. 1615	Guldin	Gr 19
58. Staterius, Neapel	20. 11. 1615	Guldin	Gr 20
59. J. Terrentius, Ingolst.	29. 2. 1616	Guldin, Rom	Gr 12
60. Liancano, Passau	26. 3. 1616	Guldin, Rom	Gr 19
61. Scheiner, Innsbruck	26. 5. 1616	Guldin, Rom	Gr 1 Anm.
62. Lanz, Ingolstadt	16. 8. 1616	Hildebrand, Dilling.	Di 196/7
63. Staterius, Neapel	6. 10. 1616	Guldin	Gr 20

64. Staterius, Neapel	21. 10. 1616	Guldin	Gr 20
65. Hildebrand, Regensburg	18. 11. 1616	Lanz, München	Di 102/3 Zeitrechn.
66. Lanz, Ingolstadt	4. 12. 1616	Hildebrand, Dilling.	Di 138/9 Sonnenuhr
67. Terrentius	1616	Guldin (?)	Gr 21 Anm.
68. Scheiner, Prag	12. 2. 1617	Guldin, Rom	Gr 1 Anm.
69. Lanz, Ingolstadt	27. 2. 1617	Guldin, Rom	Gr 17,8 Anm.
70. Lanz	25. 4. 1617	A. Gaudinus, Dill.	Di 358/9 Mathematik
71. M. Ghetaldus, Ragusa	6. 1617	Guldin, Rom	Gr 18
72. Lanz, Ingolstadt	4. 6. 1617	Guldin, Rom	Gr. 17,9 Anm.
73. Staterius, Neapel	9. 6. 1617	Guldin, Rom	Gr 20
74. Staterius, Neapel	11. 8. 1617	Guldin, Rom	Gr 20
75. Lanz, Ingolstadt	13. 8. 1617	Guldin, Rom	Gr 17,10 Anm.
76. Staterius, Neapel	8. 10. 1617	Guldin, Rom	Gr 20
77. Staterius, Neapel	19. 1. 1618	Guldin	Gr 20
78. Grienberger, Rom	20. 1. 1618	Guldin, Graz	Gr 10 Anm.
79. Grienberger, Rom	24. 2. 1618	Guldin, Graz	Gr 10 Anm.
80. Lanz, Ingolstadt	4. 7. 1618	Guldin, Graz	Gr 17,11
81. Grienberger, Rom	10. 8. 1618	Guldin, Graz	Gr 10 Anm.
82. Lanz, München	27. 11. 1618	Hildebr., Regensbg.	Di 92/3 Zeitrechn.
83. Lanz, München	9. 12. 1618	Cysat, Ingolstadt	Clm 2 Komet 1618
84. Lanz, München	12. 12. 1618	Cysat, Ingolstadt	Clm 3 Komet 1618
85. H. Kinig, Dillingen	14. 12. 1618	Cysat, Ingolstadt	Clm 4—5 Anm.
86. Grienberger	22. 12. 1618	Guldin, Wien	Mü Mat 2^{0}203 Kom. 1618
87. Lanz, München	8. 1. 1619	Gall, Ingolstadt	Clm 6 Ptolem. Theorie
88. Cysat, Ingolstadt	8. 1. 1619	Lanz, München	Di 368/9, 374/5 Km. 1618
89. Cysat, Ingolstadt	12. 1. 1619	Lanz, München	Di 362—365 Kom. 1618
90. W. P. Kirwitzer, Goa	11. 2. 1619	J. Ziegler, Aschaff.	Ba Komet 1618
91. Cysat, Ingolstadt	21. 2. 1619	Lanz, München	Di 360/1 Komet 1618
92. Lanz, München	8. 3. 1619	Cysat, Ingolstadt	Clm 10 Komet 1618
93. Kinig, Dillingen	22. 3. 1619	Cysat, Ingolstadt	Clm 8—9a Anm.
94. Cysat, Ingolstadt	31. 3. 1619	Lanz, München	Di 370—373 Kom. 1618
95. Cysat, Ingolstadt	22. 4. 1619	Lanz, München	Di 376/7 Kom. 1618
96. Lanz, München	12. 5. 1619	Cysat, Ingolstadt	Clm 11 Anm.
97. Lanz, München	20. 5. 1619	Cysat, Ingolstadt	Clm 12 Komet 1618
98. Lanz, München	2. 6. 1619	Cysat, Ingolstadt	Ber 5 Komet 1618
99. Lanz, München	16. 6. 1619	Cysat, Ingolstadt	Clm 13—14 Anm.
100. Henr. Philippi, Wien	3. 8. 1619	Guldin, Graz	Gr 6
101. Lanz	1619	Cysat, Ingolstadt	Clm 9b Komet 1618
102. Kinig	23. 11. 1619	Lanz, München	Di 330—333 So.-Uhren
103. Am. Andonius Graz	24. 1. 1620	Cysat, Ingolstadt	Clm 16—17 Anm.
104. Feirabent, Mainz	3. 2. 1620	Cysat, Ingolstadt	Clm 15 Anm.
105. Feirabent, Mainz	1. 7. 1620	Lanz, München	Di 285
106. Car. Malaport, Douai	24. 8. 1620	Cysat, Ingolstadt	Clm 18 Anm.
107. Sim. Peronius	22. 9. 1620	Cysat, Ingolstadt	Clm 19 Anm.
108. Feirabent, Mainz	14. 2. 1621	Lanz, München	Di 276
109.. Georg Heffner, Mainz	21. 9. 1621	Lanz, München	Di 320—323 Mathem.
110. Grienberger, Rom	21. 10. 1621	Guldin, Wien	Gr 10 Anm.

111. Scheiner, Wien	4. 11. 1621	Seb. Tengnagel	Vin 9737[t] S. 349 Anm.
112. A. Tanner, Ingolstadt	16. 1. 1622	Lanz, München	Di 336/7
113. Barb. Metosius, Mailand	16. 2. 1622	Guldin (?)	Gr 5 Logarithmen
114. Cysat, Ingolstadt	21. 3. 1622	Rader, München	Clm 1611, S. 138r Anm.
115. Lanz	Anfang 1623	Hildebrand	Di 185
116. Lanz, München	10. 2. 1623	Hildebrand, Dilling.	Di 194/5
117. Staterius	27. 2. 1623	Guldin, Wien	Gr 20
118. Staterius	19. 5. 1623	Guldin	Gr 20
119. Grienberger, Rom	2. 6. 1623	Guldin, Wien	Gr 10. Schillers Coel. stel
120. Hildebrand, Dillingen	8. 10. 1623	Lanz, München	Di 132—135 Anm.
121. Staterius	13. 10. 1623	Guldin, Wien	Gr 20
122. Jo. Venetius, China	1623		Di 339
123. Lanz, München	3. 5. 1624	Hildebrand, Dilling.	Di 188—191 Anm.
124. Hildebrand, Dillingen	19. 11. 1624	Lanz, München	Di 144—147 Son.-Uhr
125. Lanz, München	17. 12. 1624	Hildebrand, Dilling.	Di 186/7 Mathem.
126. Hildebrand, Dillingen	8. 4. 1625	Lanz, München	Di 130/1, 136/7 Anm.
127. Hildebrand, Dillingen	11. 6. 1625	Lanz, München	Di 128/9 Keplers Log.
128. Theod. Mereli	17. 10. 1625	Greg. a. S. Vincentio	Gr 14
129. M. Ghetaldus, Ragusa	15. 11. 1625	Guldin, München	Gr 18
130. Pet. Udij, Ingolstadt	8. 1. 1626	Lanz, München	Di 338/9
131. Pet. Udij, Ingolstadt	19. 5. 1626		Di 334/5 Mathem.
132. Lanz, München	10. 7. 1626	Hildebrand, Ingolst.	Di 106/7 Sonnenuhr
133. Feirabent, Mainz	26. 7. 1627	Lanz, München	Di 334/5 Astronomie
134. Lanz, München	28. 11. 1627		Di 17 Anm.
135. Hildebrand, Ingolstadt	Ende 1627	Lanz, München	Di 140/1 Anm.
136. Lanz, München	5. 1. 1628	Hildebrand, Ingolst.	Di 176—179 Anm.
137. Staterius, Neapel	29. 9. 1628	Guldin	Gr 20
138. Grienberger, Rom	22. 12. 1628	Guldin	Mü 2[o] Math. 203
139. Schönberger, Freiburg	31. 7. 1629	Cysat, Wien	Ber Anm.
140. Schönberger, Freiburg	1. 8. 1629	Cysat, Wien	Ber Anm.
141. Schönberger, Freiburg	1. 8. 1629	Cysat, Wien	Ber Anm.
142. Grienberger, Rom	15. 10. 1629	Cysat, Wien	Clm 20
143. Jac. de Billy, Mussip.	28. 11. 1630		Di 318/9 Mathem.
144. Jac. de Billy, Edling	12. 1. 1631	Lanz, München	Di 316/7, 327/8
145. Lanz, München	28. 1. 1631	Cysat, Innsbruck	Clm 21 Son.-Durchm.
146. Jac. de Billy, Mussip.	5. 6. 1631	Lanz, München	Di 324/5 Mathem.
147. Jac. de Billy	8. 7. 1631	Lanz, München	Di 350/1 Mathem.
148. Lanz, München	15. 9. 1631	Werle, Augsburg	Di 292/3 Mathematik
149. Th. Werle, Augsburg	24. 9. 1631	Lanz, München	Di 300/1 Mathem.
150. Th. Werle, Augsburg	25. 10. 1631	Lanz, München	Di 272—275 Mathem.
151. Th. Werle, Augsburg	23. 11. 1631	Lanz, München	Di 294/5 Mathem.
152. Cysat, Innsbruck	15. 12. 1631	Lanz, München	Di 378—381 Anm.
153. Werle, Augsburg	30. 12. 1631	Lanz, München	Di 270/1
154. Lanz	Anfang 1632	Billy	Di 356/7 Mathem.
155. Werle, Augsburg	18. 1. 1632	Lanz, München	Di 282/3, 288/9 Mat.
156. Lanz, München	2. 2. 1632	Werle, Augsburg	Di 278/9 Mathem.
157. Werle, Augsburg	14. 2. 1632		Di 290/1 Mathem.

158. Werle, Augsburg	12. 3. 1632	Lanz, München	Di 296—299 Mathem.
159. Lanz, München	14. 3. 1632	Werle, Augsburg	Di 302/3 Mathem.
160. Werle, Augsburg	29. 3. 1632	Lanz, München	Di 280/1 Mathem.
161. Lanz, München	5. 1632	Werle, Augsburg	Di 268/9 Mathem.
162. Lanz, München	3. 6. 1632	W.Schensleder, Hugartae	Di 348/9
163. Scheiner, Rom	30. 10. 1632	Cysat, Innsbruck	Clm 22 Anm.
164. Lanz, München	1632	Werle, Augsburg	286 Mathematik
165. A. Arzet, Regensburg	1. 1. 1633	Cysat, Innsbruck	Ber 13 Anm.
166. A. Arzet, Regensburg	3. 6. 1633	Cysat, München	Clm 23 Anm.
167. J. Sigersreiter, Öttingen	14. 7. 1633	Guldin, Wien	Gr 9 Vier Sonnenringe
168. Lanz, Augsburg	10. 2. 1635	G. Stengel, Münch.	Di 192/3
169. Lanz	1635	G. Stengel	Di 340—343 Anm.
170. Hildebrand, Ingolstadt	11. 2. 1635	Lanz, München	Di 118/9 Mathem.
171. L. Luz, Augsburg	20. 7. 1635	Lanz, München	Di 94—101
172. Lanz, München	22. 11. 1635	Hildebrand, Ingolst.	Di 104—105 Anm.
173. Lanz, München	3. 1. 1636	Hildebrand, Ingolst.	Di 114/5
174. M. Staudacher, Innsbr.	9. 1. 1636	Lanz, München	Di 152/3, 162/3
175. Staudacher, Ebersberg	9. 2. 1636	Lanz, München	Di 156—159
176. Feirabent, Wien	30. 4. 1636	Lanz, München	Di 328/9
177. Hildebrand, Ingolstadt	10. 6. 1636	Lanz, München	Di 126/7
178. Lanz, München	28. 6. 1636	Hildebrand, Ingolst.	Di 120—123 Anm.
179. Hildebrand, Ingolstadt	4. 8. 1636	Lanz, München	Di 108—111 Anm.
180. Lanz, München	22. 8. 1636	Hildebrand, Ingolst.	Di 116/7 Anm.
181. Hildebrand, Ingolstadt	28. 11. 1636	Lanz, München	Di 166/7 Anm.
182. Lanz, München	4. 12. 1636	Hildebrand, Ingolst.	Di 168/9 Anm.
183. M. Staudacher, Innsbruck	1636	Lanz, München	Di 346/7
184. J. Bapt. Schwana	21. 3. 1637	Guldin, Graz	Gr 11
185. Lanz, München	3. 11. 1637	Hildebrand, Ingolst.	Di 150/1 Sonnenuhr
186. Hildebrand, Ingolstadt	31. 11. 1637	Lanz, München	Di 164/5 Zeitrechn.
187. Lanz, München	10. 12. 1637	Hildebrand, Ingolst.	Di 170/1
188. Hildebrand, Ingolstadt	19. 2. 1638	Lanz, München	Di 148/9 Sonnenuhr
189. Lanz, München	26. 2. 1638	Hildebrand, Ingolst.	Di 112/3 Sonnenuhr
190. A. Siuert	21. 2. 1639	Hildebrand, Landsb.	Di 304/5, 314/5 So.-Uhr
191. Arzet	19. 5. 1639	Cysat, Innsbruck	Ber 14
192. Staudacher, Ebersberg	16. 6. 1639	Hildebrand, Landsb.	Di 154/5, 160/1
193. A. Siuert	23. 6. 1639	Hildebrand, Landsb	Di 312/3
194. Georg Riholius, Landshut	1639	Hildebrand, Landsb.	Di 124/5 Fernrohr
195. Bern. Te Lo	1639	Hildebrand, Landsb.	Di 306/7
196. Guldin	14. 8. 1641	Pestalozzi, Wien	Gr 21
197. Bern. Te Lo	1. 11. 1642	Hildebrand, Augsb.	Di 308—311
198. Cysat	28. 6. 1643	Guldin	Gr 16 Anm.
199. Hildebrand, Mindelheim	21. 9. 1647	Storer, Ingolstadt	Clm 25 Anm.
200. Hildebrand, Mindelheim	7. 10. 1653	Vogler, Ingolstadt	Clm 27 Komet
201. Hildebrand, Mindelheim	21. 8. 1659	Vogler, Ingolstadt	Clm 29
202. Martin Szent-Jvani		Christoph, Dell	Gr 13 Anm.

Anmerkungen:

4. Scheiners Entwurf von Sonnenuhren.

5. Antwort auf Brief v. 3. Dez. und die mitgesandten lamina cuprea. Über Scheiners Entwurf von Sonnenuhren.

8. Zweifel an der Richtigkeit der aristotelischen Behauptungen.

11. Dank für Perspectiva Maurolyci und Elementa Portae.

12. Erzählung der Erfahrungen der römischen Jesuiten mit dem Fernrohr. Annus jamet eo amplius elapsus est, cum instrumentum hoc visorium in Italia perlatum est, ad eius imitationem seu potius conjecturam quidam ex nostri Clavij discipulis unum sibi formaverat. Mit diesem Fernrohr vermochten sie die galileischen Entdeckungen nicht zu bestätigen. Clavius erklärte sie eher für Einbildungen als für astronomische Beobachtungen und erklärte die Jupitermonde für Spiegelungen Jupiters in den Linsen. Erst das von Venedig an Clavius geschickte Fernrohr ließ sie die Jupitermonde, die Saturnausbuchtungen, Mond, Plejaden und Sterne um den Mars, die vermutlich zu den Fixsternen gehören, erkennen. P. Grienberger sei sehr mit den Fernrohren und Beobachtungen beschäftigt. P. Grienbergerus si ad manus artifices germanos haberet, mirabilia faceret, hic enim praeterquam quod omnia duplo, triplo et eo amplius quam nos in Germania solvere oportet (quod iis, quibus pecunia caret, satis esse potest) vix ea quae proscribuntur effingere possent, qua re quasi omnia manibus suis facere cogitur, quae res quantum temporis requirat, nemo non videt. Verum Planetas hos novos quo in loco collocabimus, quos et quotos orbes et epicyclos illis attribuemus? amplexandane Tychonis sententia? astra ut pisces in mare moveri libere pervatemus?

13. Auszug aus Guldins Brief Nr. 12.

14. Übersendung des Buches des Malcotius „Compendium Astrolabiorum omnium". Fragen über verschiedene Bücher. Erwähnung neuer Beobachtungen der Venus mit neuen Fernrohren, wobei am 23. Februar auch Merkur beobachtet wurde, der völlig rund erschien ..... de statu enim Germaniae etsi dulcissime patriae, cum ad nos talia non pertineant, multa interrogare non audeo.

15. Maestlin. Anschaffung eines Fernrohres.

16. Dank für den Brief vom 5. März, den er am 19. April nach halbjähriger Pause erhalten habe. Über verschiedene Bücher. Grienberger sei mit der Verbesserung der Fernrohre beschäftigt. Sed de specillis proxima vice; ad litteras eximii P. Scheineri quibus quamplurima circa hoc negocium sciscitatum respondere me oportet, quod responsum forte ad R. V. perveniet. Interim ad id quod quaerit, utrum scilicet instrumentum tale fieri possit, quo magna aliqua planities unico intuitu videri queat, respondeo hanc artem repertam adhuc non esse, tentatum licet ab ipso Galileo ut idem mihi fassus est: sed de his proxime... Galileus saepius ad Collegium nostrum et Mathematicos venit. Venerem hac figura conspicimus. Die Sonnenflecken werden nicht erwähnt.

17. Fund einer griechischen Handschrift in der Herzoglichen Bibliothek. Jupitermonde und Planetentheorie (mihi veterum Aristotelicorum sententia saepe magis et magis manifestissime argumentis apparet falsa). Scheiner.

19. Scheiner hatte durch Welser an Galilei eine Frage stellen lassen (s. 282 Vol. XI Nr. 452 Welser, Nr. 470 Galilei und Nr. 501 Welser). Scheiner und Cysat beobachten die Jupitermonde.

20. Guldin hatte in München zurückgelassen außer Büchern: circinum ex duobus laminis ex aurichalco factum, qui proportionalis futurus erat, cuius circa quem volvendus erat claviculum cylindrum sive centrum chartula separatim incluseram, illud in quem circulum vellem ut suo adjungaret. Außerdem Schraubzänglein (mit Figur) ... 13. Maji Nuncius sidereus secundus in magno antistium et nobilium coitu praesentibus 4 Cardinalib. et ipso Galileo Galilei in aula scholarum nuncium suum expleuit confirmando quae (?) se vidisse dixant, et addendo nova illa veneris et saturni Phenomena, figuris utrimque depictis id digito ostendens. Galilei ist noch in Rom und werde nach Pfingsten nach Florenz zurückkehren.

21. Galileis Jupitermonde. Vor 4 oder 5 Jahren beobachteten wir in Ingolstadt den Kometen mit einem Radius astronomicus und mit dem von Scheiner in einem Tage hergestellten Sextanten. Über die Rückgabe der Guldin gehörigen Bücher und Gegenstände.

22. Erwähnt die soeben in Neapel erschienene Perspectiva Maurolyci.

24. Welser hat Scheiners Briefe über die Sonnenflecken veröffentlicht. Scheiner hatte seinem früheren Brief den Anfang seiner Briefe an Welser, wohl die Druckfahnen, beigelegt; er hat noch mehr Sonnenbeobachtungen gemacht und nimmt an, daß um die Sonne eine vollständige Sphäre von Ost nach West um die Ekliptikachse kreise. Wünscht Näheres über die Konjunktion Merkurs mit der Sonne zu erfahren.

25. Über Galileis Entgegnung auf Scheiners Briefe an Welser. Scheiner ist im Zweifel, ob die Sonnenflecken entstehen oder unveränderlich sind. Über den Elenchus des Calvisius.

26. Kirwitzer hat die Sonne einigemale beobachtet und möchte andere Beobachtungen erhalten. In einer Handschrift des Collegiums Komotau mit Ephemeriden für 1400—1500 fand er die folgenden Finsternisse verzeichnet: 1469 für Leipzig, 1471—73 für Prag, 1478—94 für Nürnberg (tatsächlich Regiomontans Zahlen, also wohl alle nur berechnet). Aus Büchern entnahm er Finsternisse der Jahre 764—1347.

29. Erhielt Galileis Sidera Medicea, sah 4 Jupitermonde; seine Beobachtungen stimmen zu Galileis Angaben. Will nicht unvorsichtig sein, fand ein Phaenomenon novum. Galilei deshalb aushorchen. Speculum ustorium.

32. Über Galilei und Scheiner (Apelles).

35. Über Zieglers Kometenschrift. Erwähnt Brahe, Kepler und Scheiner.

37. Erwähnt Lanz, Scheiner, Hildebrand. Über die Kalenderverbesserung mit Auszügen aus einem Briefe des Provinzials vom 1. 9. 1613 und mit Bezugnahme auf seinen Brief (Nr. 34). Guldin erklärt Scheiners Gestaltenänderung der Sonne (Sol ellipticus) mit bloßem Auge nicht gesehen zu haben.

38. Sol ellipticus. Verteidigung gegen Galilei. Scheiner schreibt jetzt ein Buch über Faculae solares, Novum phaenomenon, worin die Bewegung der Flecken in Deklination beschrieben wird.

39. Sonnenflecken und Galilei. Doppelte Bewegung der Sonnenflecken. Grienbergers Pedanterie.

44. Herausgabe des „Sol ellipticus“. Will das Supplement dazu dem Lanz zur Zensur vorlegen .. roman vocatus sim ... Novitatum sectator ... cum mea omnia ad tribunal Romanam citata sunt. Jupitermonde. Saturni comites, Venusphase ... Rigidam Romanorum in me et mea censuram nec improbo nec aegre fero.

55. Bitte um Bologneser Leuchtsteine.

56. „Sol ellipticus“ zur Zensur gesandt.

61. Bologneser Leuchtsteine.

67. Über Bücherkäufe für die für China bestimmte Bibliothek. Die in Köln und Frankfurt gekauften Bücher sollen in Belgien gebunden werden. Er möchte vor seiner Abreise seine Studien beenden, wie Schall es machen darf.

68. Scheiner erhielt den Bologneser Stein. Ist sehr beschäftigt. Refutatio Elenchi Calvisii. Vidi hic Pragae Instrumenta Tychonis Brahe, mire squalent, mire distracta et diffracta iacent; vix tria aut quatuor integra reperias. Sunt ea in aedicula hortensi Imperatoria, ad speculandum coelum (ut apparet) percommode constructa. Sed Musae Mathematicae in oribus lugent; nullus est Pragae alicuius nominis Mathematicus, nullus in Bohemia.

69. Deutung der Sonnenflecken. Scheiners Reisen. Cysat beobachtet Sonnenflecken. Ego in observando sum infans.

72. Beobachtungen des Cysat. Faulhabers Arithmetik. Gemmas Astrolab. catholicum.

75. Keplers Ephemeriden. Faulhabers Arithmetik.

78. Uhr und Scheiner.

79. Uhr und Quadrant.

81. Keplers Ephemeriden. Sonnenflecken.

85. Komet 1618. Kinig hat Jupitermonde, Sonnenflecken und Venusphase beobachtet und will Merkur beobachten.

93. Kauf von Regensburger Konkavlinsen und Venediger Konvexlinsen. Hat 2 gute Fernrohre. Entfernung des Kometen.

96. Komet von 1618. Keplers Kometenschrift. Kometenbeobachtungen zu Rom, Dillingen und Ingolstadt.

99. Keplers Kometenschrift. Zur Beobachtung des Kometen von 1607 verfertigte Scheiner den hölzernen Sextanten. Die Sonnenflecken sind jetzt selten.

103. Über Instrumente und Beobachtungsgelegenheit zu Passau, Wien und Graz. Guldin in Wien instrumentis fere caret omnibus. Sperat tamen aliqua ad presentiam P. Scheineri. Sonnenfinsternis. Kometenbeobachtungen. Möchte Keplers Ephemeriden für sein Collegium beziehen.

104. Entfernung des Kometen. Kometenbeobachtungen des Pantaleon (Kirwitzer) zu Goa.

106. Über die Kometenschrift des Cysat.

107. Über die Kometenschrift des Cysat und seine Fernrohre. Ob Cysat die Saturnmonde beobachtete.

110. Zeitrechnung. Galilei. Fernrohr.

111. Über Brahes Beobachtungen, die Kepler besitzt. Spero et Globum una cum reliquis instrumentis me accepturum.

114. Almagest des Ptolemaeus.

120. Mathematik, Sonnenuhren und Finsternisse.

123. Sonnenuhr und Geometrie.

126. Mathematik und Sonnenuhr.

134. Zeitrechnung. Astronomia Danica des Longomontanus.

135. Sonnenuhr. Keplers Tabulae Rudolphinae.

136. Brahes Weltgebäude. Keplers Tabulae Rudolphinae.

139. Finsternisbeobachtungen. Annulus lunaris mit Hinweis auf Keplers Optik, die Messungen des Annulus durch Fabricius, worüber dieser im Prognosticon berichtete. Marius und Galilei. Horologium rotatum.

140. Beobachtung der Sonnenhöhe zu Freiburg und Berechnung der Polhöhe.

141. Konvex- und Konkavlinsen für Spicilla optima.

152. Merkurvorübergang vor der Sonne.

163. Sol Maculis nunc per 8 dies caret. Beobachtung der Mondfinsternis von 1632.

165. Beobachtung der Mondfinsternis von 1632 zu Regensburg und Vergleichung mit Scheiners Beobachtungen zu Rom. Er konnte Sonnenflecken nicht beobachten.

166. Beobachtung der Sonnenfinsternis am 8. 4. 1633 zu Regensburg.

169. Auszug aus Nr. 168. Zensur der Werke des Clavius.

172. Guldins Centrum gravitatis. Schönbergers Sonnenuhrlehre.

178. Brahes Weltgebäude.

179. Brahes Weltgebäude. Ptolemaeus, Coppernicus und Kepler.

180. Brahes Weltgebäude. Coppernicus.

181. Scheiner und Guldin. Bücher. Hortensius über Fehler Brahes.

182. Lansberg de motu terrae.

198. Dank für Guldins Centrum gravitatis und Scheiners Prodromus.

199. Mathematik und Physik. Erwähnt Cardanus und Porta.

202. Bestand an Büchern und Instrumenten, wohl der römischen Jesuitensternwarte, beim Weggang des Sz. Ein neuer Turm soll gebaut werden. An Geräten vorhanden: Quadrans ligneus, 1 Lineale areum, Instrumentum Clavij pro delineandis Horologiis, 1 ähnliches Gerät, 1 Sonnenuhr, 1 Rectangulum, 1 lignum Lineale, 1 Circinus, 1 Compassus magnus, cujus forma describitur in Catalogo Instrumentorum a Patre Guldino Nu 106, 1 Quadrans mediocris ex ligno pro observationibus, 1 perpendiculum, 1 Instrumentum Clavii pro delineando horologio quod quidem ipse fecit, sed donavit Mathesi. Mehrere Zirkel.

Die Werke des Christoph Scheiner.

Über Scheiner: Fr. Paula v. Schrank, Christoph Scheiner (Zeitschrift f. Baiern und die angränzenden Länder 2, 1817, S. 93—115).

Anton v. Braunmühl. Christoph Scheiner. Bamberg 1891.

Anton v. Braunmühl. Originalbeobachtungen etc. aus der Zeit der Entdeckung der Sonnenflecken (Jahrbuch f. Münchener Geschichte 5, Bamberg 1894, S. 53—60).

Joh. Schreiber. P. Christoph Scheiner S. J. und seine Sonnenbeobachtungen (Natur u. Offenbarung 48, Münster 1902).

1. De Maculis Solaribus tres epistolae ad Marcum Velserum. Augsburg 1612.
2. De Maculis Solaribus et stellis circa Jovem errantibus accuratior disquisitio ad M. Velserum. Augsburg 1612.
3. Disquisitiones mathematicae de controversiis et novitatibus mathematicis. Ingolstadt 1614.
4. Sol ellipticus. Augsburg 1615.
5. De sphaera. Vorlesung von 1615. Clm 11877, S. 181—260.
6. Breve Arithmeticae practice compendium. Vorlesung von 1615. Clm 11877, S. 260—281.
7. Tractatus de Gnomonica. Vorlesung von 1615. Clm 11877 S. 281—300.
8. Liber quintus Euclidis. Vorlesung von 1615. Clm 12425, S. 1—71 = Clm 9264 S. 4—28′ = Zürich Techn. Hochschule 1521.
9. Tractatus de horologiis. Vorlesung von 1615. Clm 12425 S. 72—136 = Clm 9264 S. 85—99′ = Zürich Techn. Hochschule 1521.
10. De Baculo qui Jacob dicitur. Vorlesung. Clm 12425 S. 136—138.
11. Tractatus de principiis utilibus et particularibus mathematicarum disciplinarum. Vorlesung. Clm 12425 S. 223—229.
12. Arithmeticae Practicae compendium. Vorlesung. Clm 12425 S. 266 bis 283.
13. Geometrica Practice. Clm 12425 S. 283—301.
14. Tractatus de tubo optico. Vorlesung vom Sommer 1616. Clm 12425 S. 138—223 = Clm 9264 S. 29—60 = Zürich Techn. Hochschule 1521.

    Das ist die erste Vorlesung über Beobachtungsgeräte und Beobachtungsverfahren. Darin sagt Sch., daß ein belgischer Kaufmann 2 Fernrohre nach Italien gebracht hatte, von denen das eine lange im Jesuitenkloster zu Rom hing, während das andere zuerst nach Venedig und dann nach Neapel kam, und schließt: das brauchbare Fernrohr wurde in Deutschland gemacht und in Italien vervollkommnet. Die Regensburgischen Fernrohre waren zu schwach und zeigten nur gelegentlich die Jupitermonde.
15. Principia astronomica. Vorlesung vom Winter 1616. Clm 12425 S. 229—266.

    Scheiner erklärt die Abweichung der jetzigen Größe mancher Sterne von der überlieferten Größe durch die Fehler der Griechen oder durch Änderungen der Sterne.
16. Refractiones coelestes sive Solis elliptici phaenomenon illustratum. Ingolstadt 1617.
17. Oculus. Hoc est Fundamentum opticum. Innsbruck 1619, Freiburg 1621 u. London 1652.
18. Rosa Ursina. Bracciani 1626—30.
19. Pantographice. Rom 1631.
20. Prodromus pro Sole mobili et Terra stabili contra Galilaeum a Galileis. Prag 1651.

Gemäß Schrank hinterließ Scheiner folgende handschriftliche Werke:

21. Oculus, seu Fundamentum opticum auctum.
22. Parelia.
23. Maculae solares aliquot reduces, scintillationes stellarum.

Im Bande 2^0 Math 203 der Univ.-Bibl. München gibt es einen Kupferstich „Parelia" mit Scheiners Beobachtung vom 24. 1. 1630 und neben vielen Probedrucken von Sonnenflecken-Kupferstichen aus der Rosa Ursina einige Kupferstiche über Scheiners Beobachtung der Sonnenfinsternis zu Rom am 8. 4. 1633.

24. Verschollen ist die Vorlesung Scheiners über Optik, die Saxonius 1614 niederschrieb [Anhang D Nr. 194].

Die Werke des Joh. Bapt. Cysat.

1. Mathematica astronomica de loco, motu, magnitudine et causis cometae. Ingolstadt 1619.
2. Mathematicae scientiae. Vorlesung von 1619—21. Mü 4^0 888 S. 136—244 = Mü 4^0 888a S. 64—86.
3. Duae Mathematicae partes, Astronomia et Optica. Vorlesung von 1620. Clm 4823.
4. Mathemata tria disciplinarum Mathematicarum. Vorlesung von 1622. Mü 4^0 722.
5. Zeichnungen von Sonnenflecken vom 21. 6. bis 16. 11. 1629 in 2^0 Math 203 der Univ.-Bibl. München.

Vermutlich stammen von Cysat noch folgende Vorlesungen und Arbeiten:

6. Horologiographia. Vorlesung von 1619—21. Mü 4^0 888 S. 251—305.
7. Dreieckslehre. Vorlesung von 1619—21. Mü 4^0 888 S. 307—332.
8. Optica. Mü 4^0 888a S. 1—63'.

H. Über die Entdeckung der Sonnenflecken durch Scheiner und Cysat.

Die Bayer. Akademie der Wissenschaften zu München besitzt unter dem Zeichen A 18 Nr. 1 einen Akt über die Entdeckung der Sonnenflecken in Ingolstadt 1611, der unter Anwendung der modernen Rechtschreibung folgendermaßen lautet:

„Nähere Aufklärungen über die Entdeckung der Sonnenflecken. Die Universitäts-Bibliothek zu Landshut besitzt zwei Quartbände von Handschriften des Johann Baptista Cysat, welche ich noch zu Ingolstadt durchzusehen Gelegenheit hatte. Sie sind eigentlich eine Art von Tagebuch, oder wie man das Ding nennen will, in welches er sowohl seine eigenen, als auch, wie es scheint, fremde astronomische Beobachtungen eintrug. Unter anderm ist der Vorgang mit der berühmten Entdeckung der Sonnenmakeln darin sehr umständlich, und, weil er dieses Tagebuch nur zu seinem eigenen Gebrauche schrieb, sehr zuverlässig erzählt. Ehe ich sie ihm nacherzähle, will ich mit zwei Worten sagen, wer Cysat war.

Er wurde im J. 1588 zu Luzern geboren, und war 16 Jahre alt, als er in den Orden der Jesuiten eintrat, in welchem er in der Folge verschiedene

Ämter, u. a. auch die Stelle eines Professors der Mathematik zu Ingolstadt bekleidete, und endlich in seiner Vaterstadt im J. 1657 starb. Er war noch Schüler der Rhetorik, als im J. 1604 der neue Stern im Schlangenmann erschien, und den astronomischen Fleiß des sechszehnjährigen Jünglings belohnte. Ohne noch irgend eine Andeutung bekommen zu haben, ohne irgend eine Vorrichtung, wie man sie damals zur Beobachtung der Himmelskörper hatte, zu kennen, beobachtete er alle Nächte. die heiter waren, den gestirnten Himmel, lediglich in der Absicht, Kometen zu entdecken. Es erschien gerade im selbigen Jahr keiner, aber dafür erschien zur Herbstzeit im Schlangenmann ein neuer Stern, welcher seine ganze Aufmerksamkeit an sich zog, da Jupiter und Mars in seiner Nähe standen, welche ihn anfänglich an Lichtstärke und Größe beträchtlich übertrafen, aber bald eben so sehr von ihm übertroffen wurden. Er führte die Beobachtungen bis gegen die Mitte des Oktober fort, zu welcher Zeit er in das Noviziat abreisen mußte, konnte die beiden Jahre der Prüfung hindurch nicht weiter beobachten, und, ehe diese Zeit vorüber war, war der Stern wieder verschwunden.

Auch war eigentlich er es, welcher die Sonnenflecken entdeckte. Er studierte eben zu Ingolstadt bei Scheiner die Mathematik, las Galileis Nuntius Sidereus und entbrannte nun vor Begierde ähnliche Entdeckungen zu machen, hoffte sogar in der Sonne so etwas zu sehen, das den Medicäischen Gestirnen ähnlich wäre. Bereits hatten sich Scheiner und er nach Galileis Vorgange ein astronomisches Fernrohr gefertigt, aber um die Sonne damit ohne Nachteil des Auges zu beobachten, dazu taugte es nicht. Zufällig war der Morgen des 6. März 1611 sehr neblich, und man konnte die Sonne durch diesen Nebel ungestraft ansehen. Diesen Umstand benützten die beiden Mathematiker und stiegen auf den Kirchturm (denn noch war keine Sternwarte gebaut): Scheiner, um den Durchmesser der Sonne zu messen, Cysat, um an ihr Stellvertreter der Medicäischen Sterne zu finden. Er richtete zuerst das Fernrohr nach der Sonne, und sieht nun in der Tat einige schwarze Tropfen (das ist sein Ausdruck) auf ihrer Scheibe. Voll Verwunderung und Freude ruft er nun aus: entweder weinet die Sonne oder sie hat Makeln. Scheiner sah jetzt ebenfalls darnach. So brachten sie die Morgenzeit abwechselnd an ihrem Fernrohre mit Betrachtung der merkwürdigen Erscheinung hin, bis endlich die Sonne so hoch stieg, daß ihr Glanz auch durch den Nebel nicht mehr erträglich war. Fest gaben sich die beiden Beobachter das Wort, beim nächsten günstigen Nebel ihre Beobachtungen fortzusetzen.

Dieser Nebel kam nicht eher, als bis zur Zeit der herbstlichen Nachtgleiche. Scheiner sah nun wieder nach den Sonnenflecken, fand sie sehr häufig und zeichnete sie. Von diesem Zeitpunkt an setzten Scheiner und Cysat ihre Beobachtungen täglich fort, einige Tage lang zwar noch mit Hilfe des Nebels, aber bald hatten sie sich ein Mittel ausgedacht, diese unsichere Hilfe nicht weiter nötig zu haben. Sie bohrten in das Turmdach ein Loch von Erbsengröße, setzten ihr Fernrohr daran und verwandelten dadurch ihren Aufenthalt in ein finsteres Zimmer, in welchem die Netzhaut ihres Auges die Stelle der ausgespannten weißen Ebene vertrat. Diese Vorrichtung verbesserte Scheiner in der Folge und machte sein Helioskop dar-

aus. Aber in ihrer ersten Beschaffenheit war sie mit Unbequemlichkeiten verknüpft, welcher jeder von ihnen gern enthoben zu sein wünschte. Cysat, welcher mutiger, oder vielmehr unvorsichtiger war, wagte es sogar einige Male bei niedrigem Stand der Sonne gerade in ihre Scheibe zu sehen. Weil aber dies nur kurze Zeit, und selbst in dieser nicht ohne einige Blendung der Augen möglich war, so verfiel er auf den Gedanken, durch gefärbte Gläser zu sehen, fand die dunklen Farben, besonders die schwarze, vortrefflich zu seinem Gebrauch, und setzte seit diesem Zeitpunkt seine Beobachtungen der Sonnenflecken bis zum J. 1623 fleißig fort, teilte sie auch Scheiner, welcher seinerseits eben so unverdrossen beobachtete und an seinem großen Werk über diesen Gegenstand, das hernach unter dem Namen Rosa Ursina herauskam, arbeitete, getreulich mit.

Aus dieser Erzählung erhellt nun wohl, daß nicht Scheiner, sondern Cysat der eigentliche Entdecker der Sonnenflecken sei. Sie ist aus einem Notatenbuch Cysats, einem alten Schreibkalender, ausgezogen, welches gar nicht bestimmt war, auf die Nachwelt zu kommen. Scheiner selbst erzählt die Sache ein wenig verschieden; aber das ist nur Schein: eigentlich unterdrückt er nur die ersten schwachen, ich möchte sagen, kindischen Einfälle seines jüngern Freundes und gibt dem Ganzen nach Schriftstellersitte ein gelehrteres Aussehen.

Unterdessen beweisen eben diese kindischen Einfälle, welche Cysat so naiv erzählt, daß er nicht so ganz zufällig zu seiner Entdeckung gekommen sei, sondern dieselbe gesucht habe, freilich nicht Sonnenflecken, sondern, seltsam genug, Satelliten. Dadurch entgeht aber Scheinern von der Ehre, welche ihm diese Entdeckung erworben hat, nichts. Es gilt hier, was Lalande bei Gelegenheit des Streites zwischen Scheiner, Galilei und Simon Marius sagt: Niemand hat von seinen Zeitgenossen diese Erscheinungen so gut beobachtet, niemand von ihnen eine so vollständige Theorie gegeben, niemand sie so vortrefflich benützt, als gerade Scheiner."

Im Aktenverzeichnis der Akademie ist der Akt bezeichnet mit „Über Sonnenflecken von Schrank". Unter Schrank ist der bekannte Naturforscher Franz v. Paula von Schrank (1747—1835) gemeint. Die beiden von ihm erwähnten Quartbände Cysats sind jetzt verschollen; sie befinden sich weder in der Universitätsbibilothek noch in der Staatsbibliothek München. Offenbar handelte es sich um 2 Sammelbände mit Schreibkalendern, worin die Beobachtungen eingetragen wurden, wie es früher üblich war. Die Sammelbände enthielten wohl die Jahre 1604—1623; sie sind entweder in Landshut oder bei der Übersiedelung der Universität Landshut nach München im Jahre 1826 verloren gegangen. Schrank selbst sah die beiden Bände noch vor der 1800 erfolgten Übersiedelung der Universität von Ingolstadt nach Landshut durch und veröffentlichte seinen Bericht beinahe wörtlich in seinem Nürnberger Magazin zu Nutzen und Vergnügen, Nürnberg 1816, S. 19—22.

Schrank teilt in seiner Lebensbeschreibung Scheiners S. 96 mit, daß Cysat in seinem Tagebuch bemerkte, daß Scheiner, der sehr offenherzig war, sich etwas von seinem Geheimnis über die Sonnenflecken habe entfallen lassen.

Anmerkungen.

Anm. 1 zu S. 8. E. Frank [273 S. 212—216] erklärt die von Chalcidius überlieferte Nachricht [554 Kap. 110] in dem Sinne, daß Herakleides die sich täglich drehende Erde nicht in die Weltmitte, sondern auf einen Kreis setzte, den sie in weniger als einem Jahre durchwandert, während Sonne und Venus ihre größeren Kreise in einem Jahre durchmessen. Dadurch erscheine die Venus gelegentlich westlich, gelegentlich östlich der Sonne. Und somit hätte Herakleides die scheinbar unregelmäßige Wanderung der Venus erklärt. Seine Figur 10 läßt aber ersehen, daß Herakleides kein Glück mit solcher Erklärung gehabt hätte; denn unter den günstigsten Umständen wäre Venus höchstens 7^0 westlich oder östlich von der Sonne erschienen. Man müßte die Erdbahn sehr zur Sonne hin vergrößern, um die den Griechen bekannten Erscheinungen der Sichtbarkeit der Venus darzustellen. Dazu kommt noch folgende Schwierigkeit: die Größe der Sonne müßte sich ständig für die Erdbewohner ändern. Bereits Franks Figur läßt ersehen, daß der Sonnendurchmesser innerhalb eines Jahres auf das dreifache wachsen und dann wieder abnehmen müßte. Und wenn, wie erwähnt, die Erdbahn zur Sonne hin vergrößert werden müßte, so würde sich die Größe der Sonne noch mehr ändern. Überdies sprechen die Figuren des Chalcidius gegen Franks Annahme.

Überdies verdient ein wichtiger Umstand im Bericht des Chalcidius besondere Beachtung: Die Erklärung des Herakleides bezieht sich nur auf die Venus, nicht aber auf die anderen Planeten.

Anm. 2 zu S. 18. Fr. X. Kugler hat diese Mondrechnung II und die Mondrechnung I des Kidinnu in einer Arbeit [435] beschrieben, die ich meiner Darstellung in meiner Geschichte der Sternkunde S. 49—52 zu Grunde gelegt habe. O. Neugebauer [530] hat Kuglers Untersuchung berichtigt.

Anm. 3 zu S. 59. Joh. Scotus Erigena kann als Vertreter der ägyptischen Lehre nicht angesehen werden. Dies ist im Gegensatz zu Duhem [240 Bd. III S. 62] das Ergebnis einer Untersuchung von E. v. Erhardt-Siebold u. Rudolf v. Erhardt in ihrer Arbeit [Cosmology in the „Annotationes in Marcianum". Baltimore 1940].

Anm. 4 zu S. 61. Kaiser Konstantin ließ im Jahre 335 die Feier der Geburt Christi vom 6. Januar auf den 25. Dezember, als den Geburtstag des Sonnengottes (Natalis Solis invicti), legen. Siehe K. Hönn, Konstantin der Große, Leipzig 1940, S. 145.

Anm. 5 zu S. 63. Dr. Rud. Klug in Linz verdanke ich die Abschrift des Kalenders und die Angabe für die Zeit der Handschrift CIII M.

Anm. 6 zu S. 65. Die Wanderung des Sonnenstrahles an der gegenüber liegenden Wand hatte vorher Abbo von Fleury um die Jahrtausendwende beobachtet, um die Zeit der Sonnenwenden zu bestimmen. Da er aber diese Zeiten zum XII. Cal, also zum 20. Juni und 21. Dezember, ansetzte, was um 4 bis 5 Tage falsch war, so darf wohl angenommen werden, daß er nur wenig brauchbare Beobachtungen besaß und deshalb den Ansatz des Theophilos übernahm.

Anm. 7 zu S. 67. Über den Sonnenquadranten mit dem Schieber gibt es 4 verschiedene Arbeiten aus dem 11. Jahrhundert. Die älteste (I) enthält in 5 Abschnitten eine Beschreibung und die Anweisungen zur Bestimmung der Polhöhe, Sonnenhöhe und Tagesstunde [699 S. 229, 236—239]; sie ist enthalten in der Handschrift Barcelona Rivepull 225 (XI. Jahrh.) 35v—37v. Dann folgen die Anweisungen (II) zur Bestimmung der Tagesstunde in den Handschriften Salzburg Peter a V 7 (um 1150) 99v—100v und London Brit. Mus. 15 B IX (XII. Jahrh.) 70v—71r mit völlig gleichen Figuren [699 S. 225—226 mit Figur II] und eine Arbeit (III) mit den Anweisungen zur Bestimmung der Polhöhe von 53° und der Höhe eines Gegenstandes in 3 Abschnitten [699 S. 227, 236, 237, 243 mit Figur III], enthalten in den Handschriften Rom. Vat. lat. 3101 (XI. Jahrh.) 7rv, Rom. Vat. Reg. 598 (XI. Jahrh.) 119r, Rom. Vat. Reg. 1661 (XI. Jahrh.) 86rv, Barcelona Rivepull 225 (XI. Jahrh.) 21rv, Leiden Scal. 38 (XI. Jahrh.) 45v, Zürich Car C 172 (XII. Jahrh.) 81r—82v, Clm 14763 (XII. Jahrh.) 203, Avranches 235 (XII. Jahrh.) 67v—68r, Oxford Corpus Christ. Coll. 283 (XII. Jahrh.) 105v, Erfurt Amp. 4° 351 (XIII. Jahrh.) 31r—33v. Vallicrosa veröffentlichte auf S. 238 einen Abschnitt „De altitudine clymatis percipienda", der wohl in einigen Handschriften zusammen mit Arbeit III vorkommt, aber die Verwendung des Astrolabs und nicht des Sonnenquadranten behandelt.

Die jüngste Arbeit (IV) dürfte die aus 5 Abschnitten [699 S. 232, 233, 240] bestehende Abhandlung sein, welche das 5. Kapitel in der Hermann dem Lahmen zugeschriebenen Arbeit über die Säulchensonnenuhr [Migne Patrologia latina 145 S. 405—412) bildet. Diese Arbeit Hermanns [715] besteht aus 8 Kapiteln, wovon das 1. der Säulchensonnenuhr und das 5. dem Sonnenquadranten und die anderen Kapitel teils der Messung des Erdumfanges, teils der Geometrie gewidmet sind. Verschiedene Handschriften, und zwar die ältesten wie Clm 14836 und 14763 enthalten nur die Arbeit über die Säulchensonnenuhr. Die um 1100 geschriebene Handschrift Karlsruhe Karl 504 enthält die Säulchensonnenuhr und vom Sonnenquadranten nur die Figur auf Bl. 88v. Dagegen enthalten die Kap. 1 bis 5 und mehr die Handschriften Clm 13021 (XII. Jahrh.), 79v—81v, London Brit. Mus. Reg. 15 B IX (XII. Jahrh.) 58v—61r, London Brit. Mus. Egerton 823 (XII. Jahrh.), Paris Bibl. Nat. lat 16201 (XII. Jahrh.), Göttingen Un Bibl. Phil. 42 (XII. Jahrh.), Salzburg Peter a V 7 (um 1150) 30r—39r, Avranches 235 (XII. Jahr.), Leiden BPL 191 E (XIII. Jahrh.), Paris Mazar 3642 (XIII. Jahrh.), Paris Bibl. Nat. lat. 16652 (XIII Jahrh.), Erfurt Amp 4° 369 (XIV. Jahrh.) 239—240.

Bemerkenswert ist auch die Verwendung der Fachwörter: In Arbeit I heißt der Quadrant quarta pars astrolabii, der Schieber curriculum, das Senkel perpendiculare und der Schieber oder die Perle am Senkel parvissimum curriculum, in Arbeit II entsprechend quarta pars astrolabii, medium curriculum, perpendiculum und parvum medicurriculum, in Arbeit III quarta pars astrolabii und quadra astrolabii, cursor, perpendiculum und parvissimum curriculum. In der Arbeit IV heißt der Quadrant quadra, der Schieber cursor, das Senkel perpendiculum und der Schieber am Senkel parvulus cursor. Offenbar wurden die von Hermann verwendeten Fachwörter cursor und quadra in die Arbeit III übernommen, deren erste Abschnitte noch von

quarta pars astrolabii sprechen, während zuletzt erst quadra astrolabii genannt wird.

Anm. 8 zu S. 69. Die in Migne 90 S. 1147 abgebildete Figur entspricht nicht dem Wortlaut des Textes, dagegen die von Duhem [240 Bd. III S. 157] mitgeteilte Zeichnung aus einer Handschrift, worin die Namen der Planeten vertauscht und die 3 Kreisbahnen als exzentrisch zur Erde aufgefaßt sind, was allerdings der Ansicht des Conches [157 S. 1148] und des Macrobius [461 Buch I, 19] widerspricht. Doch dies ist bereits die Weiterbildung im 14. Jahrhundert.

Anm. 9 zu S. 71. Duhem [240 Bd. II S. 178] dürfte nicht im Recht sein, wenn er Dschābir eines Plagiates beschuldigte und als Grund die Benützung der ersten Buchstaben des griechischen Alphabetes anführte. Aus der Benützung dieser Buchstaben darf nicht immer auf die Vorlage einer griechischen Abhandlung geschlossen werden. So hat Chalcidius seine Figuren zu seiner Erläuterung des Timaios [554] mit den ersten Buchstaben des griechischen Alphabetes bezeichnet; eine Entnahme dieser Figuren aus griechischen Quellen läßt sich nicht nachweisen.

Anm. 10 zu S. 76. Die Zeitrechnung mit Kalender des Magister Konrad von Straßburg befindet sich in den Handschriften Brügge, Stadtbibl. 528 (XIII.—XIV. Jahrh.) und Trier Stadtbibl. 1077 (XIII. Jahrh.) 1r—5v, 9r—10v, 42r—47v und eine Erklärung von 1396 (?) zur Zeitrechnung in Vin 3816 (XV. Jahrh.) 51v—109v.

Liber theoreumaciae, beginnend mit „Cum Ptolemaeus in almagesti ediscerat', enthält die 5 Teile: Arithmetik, Geometrie, Musik, Astronomie und Physik und ist vorhanden in den Handschriften Clm 14684 (XIV. Jahrh.) 52v—70v, St. Florian Stiftsbibl. XI 619 (XV. Jahrh.) 118r—132r, Vin 5418 (von 1434) 209r—211v, Clm 56 (von 1436) 123r—153v, Clm 14908 (von 1457) 186r—201r. Die letzte Handschrift enthält nur den 1. Teil; der 5. Teil fehlt überall. Der 4. Teil über Astronomie enthält zuerst 8 Abschnitte über einen Horologium achab genannten Quadranten und dann 25 Abschnitte über die Berechnung der Planetenbewegung für 1245.

Anm. 11 zu S. 78. Vin 5311 (XIV. Jahrh.) 137 r.

Anm. 12 zu S. 79. Jean de Lignières [240 Bd. IV S. 61—69] veröffentlichte zuerst, um 1320, ein größeres Werk [764 Nr. 6594—6605, 6608—16, 6626, 6631—32] über ein allgemeines Astrolab, auch Safea genannt, und über Planetentafeln mit Erklärungen, worin er zuerst über die Sechzigerteilung berichtet. Diese Tafeln, die mit dem Jahre 1320 beginnen, zeigen aber noch die übliche Teilung der Zeichen in 30^0. Dasselbe ist der Fall mit seinen 1322 veröffentlichten Tafeln des ersten Umschwunges (Tabulae primi mobilis), worin der Sinussatz des sphärischen Dreiecks angewandt wird, und der Finsternisse mit den Erklärungen [764 Nr. 6497—6557, 6571—93]. Erst die Alfonsischen Tafeln [764 Nr. 458—534] enthalten die Neuerung der Sechzigerrechnung, worauf Lignières in einer auch 1322 veröffentlichten, kurzen Erklärung [764 Nr. 557—58] aufmerksam machte. Später, um 1335, machte er eine Planetenlehre bekannt, worin er die Lehre Thābits über die

Präzession verwarf. Viel bekannter wurde sein Schüler Johann Dank. Er hatte 1323 die Erklärungen seines Lehrers in Paris abgeschrieben und veröffentlichte wohl zuerst eine Auslegung der 1322 erschienenen Erklärungen seines Lehrers [764 Nr. 6568—69, 2163—98] und 1327 eine eigene Erklärung der Alfonsischen Tafeln [764 Nr. 2086—2160], die alle anderen Erklärungen verdrängte, ferner eine Tafel des Eintrittes der Sonne in die Zeichen für Paris und 1330 geltend [764 Nr. 2204—10], im folgenden Jahre die vielgelesene Erklärung der Sterndeutung des Alcabitius und 1336 ein für Paris geltendes Jahrbuch der Planetenbewegungen für die Jahre 1336—80 mit einer Erklärung [764 Nr. 2216—32]. Dann scheint er nach Magdeburg gezogen zu sein, wo er eine Tafel des Sonneneintrittes für Magdeburg und 1339 geltend berechnete und 1349 einen Brief nach Lübeck schrieb; noch 1357 wurde er als Bürger Magdeburgs erwähnt. Vorher verfaßte er eine Auslegung zu seiner Erklärung der Alfonsischen Tafeln, worin er Beispiele für 1356 [764 Nr. 2201] gab, und wohl auch die Arbeit über das Astrolab. Er übte einen großen Einfluß aus und dürfte durch seine Schüler zur Belebung der Sternkunde in Deutschland und besonders zur Bestimmung der Länge und Breite der Orte und zur Verbesserung der Sonnenuhren beigetragen haben. Es ist nicht ausgeschlossen, daß Dank in die Erklärungen seines Lehrers über dessen Tabulae primi mobilis 3 Abschnitte eingeschoben hat. Diese 3 Abschnitte handeln von Beobachtungsgeräten [214 S. 393—399] und stehen ohne Zusammenhang in der Reihe der übrigen Abschnitte, worin sphärische Astronomie gelehrt wurde. Diese 3 Abschnitte, die gelegentlich in den Abschriften fehlen, behandeln ein Gerät zum Entwurf der Meridianlinie, nach Art des Indischen Kreises, einen Quadranten und einen Dreistab zu Höhenmessungen. Die 3 Geräte erwähnte Lignières in seiner Aufzählung der Beobachtungsgeräte von 1320 nicht, weshalb es sehr wahrscheinlich ist, daß diese Abschnitte nicht von ihm herrühren. Wie dem auch sei, seit der 1. Hälfte des 14. Jahrhunderts machte sich das Bestreben bemerkbar, die Lage wichtiger Orte zu bestimmen, und das war ein großer Fortschritt.

Zu Danks Schülern zählt Joh. Eligerus de Gondersleue [776 S. 89], der aber in einer 1357 und 1359 geschriebenen lateinischen Handschrift der Berliner Staatsbibl. Johann Algeri de Guntersleve, früher Student in Erfurt, genannt wird.

Anm. 13 zu S. 81. Die Werke des Heinrich von Langenstein: Über den Kometen von 1368 und Wider die Sterndeuter [585 S. 9—22]. Über die Sternkunde in Mü 4^0 738 Bl. 93—94. Pruckner [585 S. 5] will diese Schrift gestrichen wissen, aber mit Unrecht; denn sie enthält ähnliche Gedankengänge wie die Schrift des N. Oresme gegen die Sterndeuter [585 S. 236 ff.]. Die Geburtsdeutung der Mutter Gottes in Clm 25004 (von 1480) 184v—185v.

Die Schrift über die Planetenbewegung (De improbatione concentricorum et epicyclorum) in Prag Metropolitankapitel Ms 1272 (1374—76) 45r—54r = Melk Stiftsbibl. 51 (1393) 210r—218v = Vin 5203 (Abschrift Regiomontans) 100r—117r. Ferner beschreibt Duhem [240 Bd. IV S. 142—151] eine Pergamenthandschrift von 14 Blättern, die er vom Antiquariat J. Rosenthal in München vor 1915 erhalten hatte.

Dazu gehört wohl auch die deutsche Abhandlung über das Astrolab mit Erwähnung von Beobachtungen und der Längenbestimmung Paris — Wien im Jahre 1384 in Vin 3055 (XV. Jahrh.) 2r—15v.

Über andere Werke Langensteins berichtete Thorndike [694 Bd. III S. 743—759].

Anm. 14 zu S. 83. Von der Schrift „Tractatus de reprobatione epicyclorum et eccentricorum" des Magister Julmann liegen 2 Abschriften vor: Clm 26667 (XIV. Jahrh.) 109—116 = Vin 5292 (XV. Jahrh.) 180r—197r. Offenbar stammt von Julmann auch die unter dem Namen Mag. Rulmann angeführte Berechnung der Präzession [764 Nr. 485, 525; s. auch Nr. 11259].

Anm. 15 zu S. 86. Krak 577 (XV. Jahrh.) 57v—60r. Diese in Italien geschriebene und in einem schönen Lederband mit Goldpressung gebundene Handschrift mit sorgfältigen Figuren dürfte von Regiomontan für König Mathias Corvinus angekauft und von Martin Ilkusch an die Krakauer Bibliothek geschenkt worden sein. Darnach wurde 1494 von Henr. Ragnetensis in Krakau eine Abschrift (Krak 589 S. 445—496) ohne Figuren angefertigt.

Anm. 16 zu S. 105. Krak 558, ohne Titel und Ende, offenbar von Bianchini selbst geschrieben. Die Handschrift ist in einem italienischen Lederband mit der späteren Aufschrift „Liber florum almagesti per Joh. Blanchinum in novem tractatibus editum" und wurde von L. A. Birkenmajer [63] beschrieben, dem der Umstand entging, daß die Anmerkungen (14v, 21v, 22v, 23r, 27rv, 33v, 34v, 47v, 58v) von Regiomontan geschrieben wurden. Das Buch wurde vermutlich von Martin Ilkusch der Universität geschenkt.

Anm. 17 zu S. 107. Nikolaus Germanus hielt sich lange in Italien auf; er arbeitete von 1465—70 in Florenz und stellte hier seine Erdkarten zur Geographie des Ptolemaeus her, worin zuerst die trapezförmige Projektion verwendet wurde und eine gute Karte von Grönland und Skandinavien in Verbesserung der Karte des Claudius Clausson Swart von 1425 [28 Bd. II S. 33 bis 37] vorkommt. Im Jahre 1466 legte er dem Herzog Borso von Ferrara seine Erdkarten vor, die der Herzog durch Giov. Bianchini und P. B. Avogaro prüfen ließ, worauf der Herzog 100 Goldgulden für die Geographie und bald darauf noch 30 Goldgulden für ein Jahrbuch der nächsten Jahre schenkte. Auch widmete Nikolaus dem Herzog seine Tafeln zur Berechnung der Häusergrenzen mit einem Beispiel für den 1. April 1466 [Vin 2522 Bl. 1r—6r = Clm 18912 Bl. 114r—117r]. Im Jahre 1477 überreichte er dem Papst seine Karten und erhielt dafür 200 Golddukaten [E. Müntz et Paul Fabre. La bibliothèque du vatican au XV^{e} siècle d'après des documents inédits. Paris 1887, S. 268]. Seine Erdkarten wurden zusammen mit der Erdkunde des Ptolemaeus 1482 in Ulm gedruckt. H. Ruprich und ihm folgend H. Schmauch haben die Mitteilung des V. Lang über Nikolaus Germanus irrtümlich auf N. Coppernicus bezogen [635 S. 175 u. 189 mit Abb. der Stelle].

Anm. 18 zu S. 107. Die Auseinandersetzung über die Vorhersage für 1468 zwischen Johann Stercze und Martin Ilkusch ist beschrieben im Ms. Warschau Bibl. Krasińskich 36 (XV. Jahrh.) S. 309—329. Die Vorhersage des Stercze für 1467 befindet sich in Krak 1839 S. 309—314. Die Geburtsdeutung

des Mathias, wohl von Michael von Breslau berechnet, befindet sich in Krak 1840 S. 593—604.

Anm. 19 zu S. 113. P. Prisciano übersandte 1508 eine Schrift über die Kalenderverbesserung an Papst Julius II. und zählte dabei für die Jahre 1508—31 zwölf Abweichungen der kirchlichen Osterrechnung von der richtigen Osterrechnung auf [481 S. 23, 24, 27]. Diese Zahlen stimmen, ausgenommen den Druckfehler 1513 statt 1512, mit den Angaben im lateinischen Kalender Regiomontans überein. Prisciano gab im 4. Abschnitt an: „Et, an diffinitionem hanc et veram primi mensis opportune deduxerit, Johannes Monteregiensis, quondam illustris mihi praeceptor sed semper honorandus, diligentius exanimatur."

Anm. 20 zu S. 113. Im Buch „Marci Antonii Rozoni Compendium de leuitate Vaticinantium futuros rerum eventus, et vanitate pronosticantium diluuium" (Nürnberg 1524) steht auf S. C III r: „Quia Johannes de monte regio, vir in omni Mathematica undequaque doctissimus, nusquam se intromisit in iudicialia, vt a fide dignis accepi, nec introductiones in Ephemerides sunt suae, sed addite a duobus viris Germanis. Testis est Picus, qui allocutus est hominem vocatum a Pontifice ad emendandum Kalendarium Romanum, quem Florentiae applicuisset, vbi postmodum brevi mortuus est." Dies wird als Beweis dafür angeführt, daß Regiomontan an Stöfflers Vorhersage der Sintflut für 1524 nicht beteiligt war und sich mit Vorhersagen nicht abgab. Auf Bl. A IIIv heißt es „Sed glosa illa nequaquam fuit Joannis de monte regio viri in Mathematicis eruditissimi, et qui in judiciali Astrologia non se intromisit", wozu Joh. Schöner, der Besitzer des Bandes 71 J 28 der Wiener Nationalbibliothek, hinzufügte: „apud me sunt varia judicia quae Jo de monteregio suis manibus conscripsit et fecit." Schöner hat sich allerdings gelegentlich in der Zuteilung von Handschriften an Regiomontan geirrt. In diesem Fall dürfte er die Geburtsdeutungen Leonores und Maximilians gemeint haben, die er in seinem Buch „De judiciis nativitatum" verwertet hat. Vielleicht hatte er auch die Geburtsdeutung des böhmischen Königs Ladislaus im Sinne, worüber er an Melanchthon berichtete [Leipzig Stadtbibl. Rep. IV n. 87]. Demnach hätte Regiomontan außer diesen Horoskopen auch sein eigenes berechnet. Immerhin fielen sie alle in seine Jugendzeit.

Anm. 21 zu S. 120. Die Richtigkeit seiner Konstruktion wurde von Cl. Fr. M. Dechales 1690 und J. Fr. Schumann 1716 bewiesen [775 S. 165]. P. Luckey [459 S. 54] machte darauf aufmerksam, worauf M. D'Ocagne [538] darüber urteilte: „On peut admirer, en passant, l'ingéniosité de l'inventeur du XVe siècle qui, avec les moyens mathématiques rudimentaires dont il disposait, a réussi à constituer ce mode particulier de représentation réposant en fait sur des transformations analytiques qui, ainsi qu'on vient de le voir, ne laissent pas d'être délicates."

Anm. 22 zu S. 142. Über die Geburtszeit des Coppernicus liegen Angaben weder von ihm selbst, noch von seinen Angehörigen vor. Dagegen tauchten bald nach seinem Tode Horoskope mit seiner Geburtszeit auf. Die älteste Angabe findet sich wohl in Clm 27003 auf Bl. 33v [Abb. in 721 neben S. 496]. Es handelt sich um eine Zusammenstellung vieler Horoskope, die gemäß den

Schriftzügen von Erasmus Reinhold geschrieben wurde und später in den Besitz des Lucas Gauricus kam. Reinhold, der sich viel mit Horoskopen abgab und bereits 1540 in seiner Vorlesung die Herstellung von Horoskopen ankündigte [653 S. 17r] und im Dezember 1545 dem Herzog Albrecht von Preußen ein Verzeichnis seiner Horoskope zusandte, hat seine Arbeit spätestens Anfang 1545 abgeschlossen, da darin ein Horoskop Luthers für das Jahr 1545 vorkommt. Im Horoskop wird als Geburtszeit des Coppernicus der 19. Februar 1473 4 Uhr 48 Min. angegeben. Diese Geburtszeit auf Stunde und Minute beruht natürlich nicht auf alten Angaben, sondern auf Umrechnung der meistens rohen Zeitangaben [775 S.1]; sie wurde aber vielfach abgeschrieben und gelangte durch Peucers Elementa doctrinae zur allgemeinen Kenntnis. Daneben gab es andere Angaben. So enthält der Handschriftenband Rep. IV. n. 87 der Leipziger Stadtbibliothek auf Bl. 127r das Horoskop mit der Geburtsangabe „1473. die veneris ante Cathedram Petri, paulo post occasum". Cathedra Petri fiel auf den 22. Februar. Der Freitag zuvor war der 19. Februar. Die Handschrift, die im Sommer 1551 ihren Abschluß fand, wurde anscheinend von Georg Joachim Rheticus verfaßt, wie aus den Schriftzügen hervorgeht. Deshalb ist die Zeitangabe „bald nach Sonnenuntergang" wichtig, weil sie vermuten läßt, daß Rheticus sie von Coppernicus oder von dessen Freunden erhielt; sie wurde dann von Reinhold in 4 Uhr 48 Min. umgerechnet. Rheticus beschäftigte sich auch sehr mit Horoskopen und lieferte solche dem Cardano, als er sich 1547 in Italien aufhielt. Gegenüber den Angaben der Rheticus und Reinhold kommen andere Angaben nicht in Betracht wie 10. Febr. 1473 4 Uhr 38 Min. in Clm 10667 Bl. 63 oder 19. Januar und 19. Febr. 1472 4 Uhr 48 Min. im Speculum astrologicum des Fr. Junctinus oder 10. Febr. 1473 4 Uhr 30 Min. in Astrologiae Methodus des Joh. Garcaeus, Basel 1576, S. 138.

Wie wurde sein Name geschrieben? Der Name seiner Verwandten wurde Coppernic, Koppernieck, Koppernik, Koppernigk geschrieben und so begegnet sein Name in den Akten des Ermlandes und in den Mitteilungen seiner Freunde. Er selbst schrieb sich Copernic, Coppernig, Coppernik und besonders zuletzt Copernicus, wobei er den Ton auf die 1. Silbe legte. Durch den 1. Bericht des Rheticus wurde die Schreibweise „Copernicus" allgemein verbreitet. Wenn C. nicht als Gelehrter seinem Namen die Silbe „us" angehängt hätte, so würde sein Name als Koppernick und seine Lehre als kopperniksche oder koppernische Lehre fortleben, woran wohl das oberfränkische Wort „köpperneksch" für selten und schwierig erinnert. In Preußen war die deutsche Namensform noch bis zum 18. Jahrhundert üblich; so schrieb Chr. Hanow 1749 Kopernick und Joh. Bernoulli 1779 Copernik. Neben der gelehrten Form Copernicus traten 1776 Kopernikus, 1800 Kopernicus, 1843 Copernikus, 1881 Coppernicus und 1887 Koppernikus auf. Seit dem 21. Okt. 1941 wurde die Schreibweise „Coppernicus" vorgeschrieben. Die Franzosen schrieben schon im 18. Jahrhundert Copernic und die Polen seit 1802 Kopernik.

Anm. 23 zu S. 144. Peter Reyne und die Tabulae resolutae. P. Reyne, auch Reyn oder Teyn geschrieben und Crucifer genannt, Komtur der Johanniterkommende zu Zittau, war Pfarrer an der dortigen Johanneskirche von 1439 bis

zu seinem Tode vor 1449. Außer kleineren Arbeiten wie der Berechnung des Eintrittes der Sonne in die Zeichen in den Jahren 1434—37 für Prag und eines Aufsatzes über die Berücksichtigung der Gestirnstellungen beim Aderlassen [764 Nr. 8932—33] berechnete er 2 Tafelwerke der Planetenbewegungen. Das 1. Tafelwerk gilt für Breslau mit den Ausgangswinkeln für die vollendeten Jahre 1424, 1444 usw. und mit der Erklärung „Mirabilis in altis dominus .. alia signa", worin Beispiele für 1430 vorkommen [764 Nr. 8934 bis 37 und Clm 367 Bl. 20—31]. Das 2. Tafelwerk „Tabulae resolutae", ähnlich dem ersten, gilt für Prag mit den Ausgangswinkeln für die vollendeten Jahre 1428, 1448 ... 1888 und mit der Erklärung „Girum recensendo zodiaci ... tabularum resolutarum" [764 Nr. 8938—43, 8545, 8547—48 und Breslau Un IV F 29 Bl. 1—11v, 47—75, wo auf Bl. 249v—269 sich eine Auslegung dieser Erklärung befindet]. Diese Tabulae resolutae (Aufgelöste Tafeln) dienten zur raschen Berechnung der Planetenbewegung und wurden sehr beliebt, besonders an der Krakauer Universität, wie die zahlreichen noch vorhandenen Abschriften [Krak 553, 560, 605, 611, 614, 616, 617, 1846, 1852, 1858, 1864, 1917, 1920, 1966, 2252, 2478, 2480, 2650, 2664] beweisen, von denen die meisten schon auf Krakau umgerechnet sind, während zwei [Krak 553 und 560] nur für Prag und zwei [Krak 1852 und 2252] für Prag und Krakau gelten. Bald entstanden in Krakau Erklärungen dazu: so 1448 die Erklärung „Circa initium canonum" [Krak 1917], bald darauf, vor 1454, die Erklärung des Magister Grzimala (Andreas von Posen) [764 Nr. 8541—44, 8546 und Krak. 2252] beginnend mit „Girum recensendo zodiaci" und an Reynes Erklärung erinnernd. Dann folgte eine für Prag geltende Erklärung „Nemo integre sapit nisi" [Krak 614 von 1461 S. 133—146] und die Erklärung „Medium motum solis" [Krak 1852 S. 361—379]. Im Jahre 1482 verfaßte Albert Blarer von Brudzewo eine Erklärung in 38 Abschnitten „Astrorum sapientes ingentes coeli", die sehr beliebt war, wie aus den vielen Abschriften [764 Nr. 1816 bis 26] hervorgeht. Einige Jahre später wurde eine Erklärung „Pro generali tabularum", geltend für die Jahre 1486—87, verfaßt, die später Zusätze erhielt [764 Nr. 10842—48]. Die letzte Erklärung wurde anscheinend im Jahre 1542 verfaßt, beginnend mit „De discrimine astronomiae et astrologiae" und bringt Beispiele für 1501 [Krak 3222 S. 367—456].

Anm. 24 zu S. 144. Johannes Schindel [Nr. 770 S. 98. Nr. 776 S. 76], der sich oft nach seinem Vater Johannes Andreae nannte, wurde um 1370 in Königgrätz in Böhmen geboren, studierte in Prag, wo er 1395 unter dem Dekan Johann von Münsterberg Baccalaureus und 1399 Magister artium und später Dr. med. wurde; er war 1406 Direktor der St. Niklasschule zu Prag und hielt von 1407—09 Vorlesungen in Wien. Dann kehrte er nach Prag zurück, wo er 1410 Rektor der Universität war und von 1412—18 seine Vorlesung über das Handbuch der Sternkunde des Ptolemaeus hielt; im Anschluß daran verfaßte er 1420 eine Abhandlung über die Größe von Erde, Mond und Sonne. Die Hussitenunruhen vertrieben ihn aus Böhmen; er war von 1423—38 in Nürnberg als Stadtarzt angestellt, wo er Nürnbergs Länge und Breite bestimmte, Sternverzeichnisse für 1423, 1428 und 1437 und eine Tafel der Monatsanfänge für 1427 berechnete und Abhandlungen über ein Gerät der Finsternisse und über eine Säulchensonnenuhr verfaßte. Später

kehrte er nach Prag zurück, wo er nach 1445 starb und 200 mathematische und medizinische Bücher der Universität vermachte.

Anm. 25 zu S. 144. Krak 823 mit dem Kalender für Riddagshausen bei Braunschweig; Krak 1849 mit Danks Jahrbuch, abgeschrieben in Erfurt 1361; Krak 1970, wohl auch in Erfurt geschrieben und mit späterer Anmerkung über Thorn; Krak 715 ähnlich Krak 1970; Krak 604 mit Danks Jahrbuch ab 1367 und mit den Alfonsischen Tafeln. Auch Krak 618 gehört zu diesen Handschriften; aus den deutschen Vornamen und den Anmerkungen betreffend Magdeburg und Erfurt und die Jahre 1351—67 geht hervor, daß der Hauptteil der Handschrift, welcher die Alfonsischen Tafeln mit Danks Erklärung und die Tafeln des Jean de Lignières mit den Erklärungen enthält, in Erfurt von Gogelmann abgeschrieben und bis 1367 benützt worden ist, dann nach Prag gelangte, wo 1402 die Umrechnung der Alfonsischen Tafeln auf Prag und Buda hinzugefügt wurde, worauf sie um 1407 nach Krakau kam, wo eine Umrechnung 1407 erfolgte und 1421 Danks Erklärung ergänzt wurde. Ähnlich ist es mit Krak 602, deren Hauptteil, enthaltend die Alfonsischen Tafeln mit Danks Erklärung, vor 1372 in Erfurt geschrieben wurde, später die Umrechnung auf Paris, Prag, Magdeburg und Breslau und viel später, um 1420, auf Krakau erhielt, während Ergänzungen 1387 und 1429 erfolgten. Noch vor 1400 kam nach Prag der Sammelband Krak 613 mit den Abschriften der in Erfurt beliebten Arbeiten der Dank und Lignières und der Alfonsischen Tafeln und mit den Abschriften Wiener Arbeiten und wurde auf Prag umgerechnet. In Prag selbst entstanden wohl in den Jahren 1383—88 die Bände Krak 551, 562, 564 und 566, die einerseits die schon von Erfurt überlieferten Arbeiten der Erfurter Hochschule mit der Umrechnung für Prag, aber auch für Brandenburg [Krak 564 S. 115—146], andererseits aber auch Arbeiten über Zeitrechnung, deutsche Merkverse [Krak 551 und 562], Sternverzeichnisse und Arbeiten über Astrolabe, Quadranten, Sonnenuhr (Horologium Achab in Krak 551 S. 251) und eine Räderuhr mit Planisphär und Glöckchen [Krak 551] enthalten und späteren Gebrauch in Krakau zeigen. Auch Krak 612 fand seinen Weg von Prag nach Krakau, nachdem die Alfonsischen Tafeln in Prag 1403 abgeschrieben und um 1430 nach Krakau gebracht worden waren.

Anm. 25a zu S. 150. E. Brachvogel in d. Zeitschrift f. d. Geschichte u. Altertumskunde Ermlands 23 S. 192.

Anm. 26 zu S. 152. Die Armillarsphäre wurde offenbar eher hergestellt, wie die Zahlen beweisen, die noch gotisch sind, während die Zahlen auf der Erdkugel schon den Übergang zu den modernen Zahlen andeuten. Die Armillarsphäre aus vergoldetem Messing hat einen Durchmesser von 13 cm und die Erdkugel im Innern von 6,5 cm; sie besteht aus vergoldetem Kupfer. Innerhalb des äußeren mit dem Gestell fest verbundenen Netzes von Himmelskreisen dreht sich um die Weltachse ein anderes Netz, an dessen Tierkreis entlang die Sonne als strahlender Stern auf einer Zahnleiste bewegt wird. Offenbar befand sich in der Mitte eine kleine Erdkugel, umkreist von Mond und Sonne, deren Bewegung mit Zahnrädern erfolgte, wovon jetzt nur noch Spuren zu sehen sind. Im Jahre 1515 erfolgten Reinigungen (mundificationes)

durch einen Goldschmied. Dabei setzte er wohl in die Mitte der Armillarsphäre die apfelgroße Erdkugel, deren Anschrift „America noviter reperta" andeutet, daß sie nach 1507 entstanden ist. Vermutlich hatte die Universität die Erdkugel von einem Nürnberger Händler gekauft [775 S. 121] und ließ sie in die Armillarsphäre einsetzen, wobei die frühere kleine Erdkugel und die Mondbahn entfernt und die Zahnradbewegung zerstört wurde. Im 17. oder 18. Jahrhundert wurde die äußere Armillarspäre auf das Gestell gesetzt und versucht, im Erdapfel ein Triebwerk mit Kammrad und Schlüssel zum Aufziehen einzubauen. Viel später wurde der äußere Meridianring auseinandergenommen und seine beiden Hälften durch 6 moderne Schrauben mit abgefeilten Enden zusammengefügt. Abb. in Nr. 681 Fig. 36 + 37.

Anm. 27 zu S. 158. Hartmann soll in Rom mit Andreas Coppernicus zusammengekommen sein, wie Rheticus in seiner Widmung der Dreieckslehre seines Meisters 1542 [584 Bd. II S. 380] berichtete. Wann war das möglich? Andreas hielt sich offenbar seit 1500 mehrmals in Rom auf, wo er vor November 1518 gestorben ist [636 S. 265]. Demnach müßte Hartmann vor 1519 in Rom gewesen sein. Er berichtete in seinem Briefe vom 5. März 1544 an Herzog Albrecht von Preußen [713 S. 288], daß er in Rom die Mißweisung beobachtete, als Markgraf Gumbrecht mit seinem Bruder in Rom war. Die Markgrafen Joh. Albrecht, geb. 1499, und Gumbrecht, geb. 1503, hielten sich im Herbst 1519 in Rom auf [Schmauch in d. Zeitschrift f. d. Geschichte u. Altertumskunde Ermlands 1937 S. 102]. Demnach muß ihr dortiger Aufenthalt schon 1518 begonnen haben oder sie waren schon früher nach Rom gekommen, wobei Hartmann seine Messungen dort machte und Andreas traf.

Anm. 28 zu S. 165. In Italien scheint es Arbeiten des Dominicus Maria Novara, außer seinen gedruckten Judicien, nicht zu geben [Nr. 202 S. 735 bis 743. Nr. 60 S. 424—448]. Dagegen hatte Joh. Schöner sich Arbeiten Novaras abgeschrieben; diese befinden sich jetzt unter Schöners Büchern in der Wiener Nationalbibilothek:

Vin 10534, Bl. 188r—190v = Vin 10534 Bl. 293. Judicium nativitatis Mgr. Domini Jo. Bad: secundum Mag. dominicum Maria de Noueria ferrariensem.

Vin 5503 Bl. 32v—56v Tractatus natiuitatum dominici Maria.

Vin 5503 Bl. 196—199. Dominicus Maria de mora nati, wobei Schöner am Schluß mitteilte, daß er diese Abhandlung von Joh. Michael Budorensis im Mai 1519 erhalten habe.

Anm. 29 zu S. 170. Thomas Willing Balch behandelt in seiner Abhandlung „The Law of Oresme, Copernicus and Gresham" (Proceedings of the American Philos. Society 47, Philadelphia 1908 S. 18—29) die Vorschläge der N. Oresme, N. Copernicus und Gresham zur Verbesserung des Geldes.

Anm. 30 zu S. 171. Gemäß Prowe [584 Bd. I S. 383—400 u. Bd. II S. 45 bis 127]. Th. Nissen urteilt über die lateinische Übersetzung durch Nikolaus Coppernicus [533a]: Die Fehler und Mißverständnisse des Coppernicus sind weit zahlreicher, als Prowe sie bemerkt hatte. Coppernicus benützte außer dem gedruckten Text noch mindestens eine griechische Handschrift und das Lexikon des Crastonus. Viele Mißverständnisse entstanden durch die kleinen

Anfangsbuchstaben des Druckes bei Personennamen. Gelegentlich ließ Coppernicus ihm unverständliche Stellen fort. Prowes Beanstandungen sind gelegentlich nicht gerechtfertigt. Coppernicus beging selten Fehler in der Verkennung der Verbalformen; häufiger kam es vor, daß er Wörter falsch bezog. Die Bedeutung mancher Wörter, die im Wörterbuch nicht vorkamen, mußte er erschließen. „Der Hauptvorwurf, den man Coppernicus machen könnte, dürfte der einer gewissen Flüchtigkeit sein, die aber einem so hoch fliegenden Geiste leicht verziehen wird, wenn er überhaupt der Verzeihung bedürfte. Was positiv von ihm geleistet ist, kann nur durch Vergleichung mit ähnlichen Leistungen, die unter ähnlichen Bedingungen entstanden, beurteilt werden; mit Recht erinnert Prowe an das Wort Scaligers, heutigen Tages sei es leicht, ein guter Grieche oder Hebräer zu sein."

Anm. 31 zu S. 172. Die Schriften des Paul von Middelburg über die Kalenderverbesserung sind aufgeführt von D. J. Struik in seiner Lebensbeschreibung „Paulus van Middelburg (1445—1533)" (Mededeelingen van het Nederlandsch Historisch Instituut te Rome 4, 's-Gravenhage 1925 S. 78—118). Paul wurde 1481 Nachfolger des Jakob von Speyer als Astrologe des Federico di Montefeltro und 1494 Bischof von Fossombrone.

Anm. 32 zu S. 173. Auch die Angabe „Germanus" bei Brahe [Anhang F Bild II] und „Germain" bei Du Bartas 1578 (S. 281) beweist, daß Coppernicus den Ausländern als Deutscher und nicht als Pole galt.

Anm. 33 zu S. 173. Bernhard Wapowski wurde erst 1493 in Krakau immatrikuliert, so daß es wahrscheinlich ist, daß er nicht zu den Studiengenossen des Coppernicus gehörte. L. A. Birkenmajer vertrat in seiner Schrift „Marco Beneventano, Copernicus, Wapowski und die älteste Karte von Polen" (Anzeiger d. Akademie d. Wissenschaften zu Krakau, Mathem.-naturwiss. Cl. Krakau 1901 S. 63—71) die Meinung, daß Coppernicus mit Wapowski und Beneventano bei Novara in Bologna zusammengekommen sei. Dafür gibt es aber keine Beweise. Die von Birkenmajer erwähnte gedruckte Arbeit des Beneventano „Tractatus de motu octavae sphaerae" erschien nicht in Bologna vor 1500, sondern 1520 in Paris und Rom. Beneventano fügte seiner Ausgabe der Geographie des Ptolemaeus von 1507 eine Deutschlandkarte [Albert Herrmann, Die ältesten Karten von Deutschland bis Gerhard Mercator, Leipzig 1940, S. 14] bei, worin Wapowski verschiedene Verbesserungen in den östlichen Grenzländern hinzufügte. Von einer Mitarbeit des Coppernicus kann keine Rede sein. Wapowski stand wegen der Landkarten im brieflichen Verkehr mit Joh. Eck und Dantiscus, aber nicht mit Coppernicus, und beschäftigte sich mit Horoskopen [60 S. 458]. Er hielt sich 1511 in Rom auf und wurde später Sekretär des polnischen Königs. Er starb am 11. Nov. 1535.

Anm. 34 zu S. 174. Das Datum der Beobachtung des Regulus ergibt sich gemäß Werner zum 22. Febr. 150 n. Chr., aber gemäß Coppernicus zum 22. Febr. 139 und gemäß Manitius [586 Bd. II S. 14] zum 23. Febr. 139 n. Chr. Günther aber errechnete den 25. Sept. 138 n. Chr. [317 S. 6].

Anm. 35 zu S. 181. Tiedemann Giese wurde am 31. Mai 1480 zu Danzig geboren. Mit 12 Jahren suchte er die Universität zu Leipzig auf, wurde Magister und 1504 Domherr zu Frauenburg, 1523 Prälat, 1538 Bischof zu Kulm

und 1548 zu Frauenburg, wo er 1549 starb [584 Bd. II S. 26, 171]. Auch möge Hildebrand Ferber, der Bruder des ermländer Bischofs Moritz Ferber, erwähnt werden, der Regiomontans Jahrbücher für 1492—1506 und Stöfflers Jahrbücher für 1519—1531 besaß und darin Anmerkungen bis 1528 eintrug [60 S. 513—524]. Wenn er auch die Himmelsvorgänge hauptsächlich als Gegenstand der Deutung ansah und seine Aufzeichnungen der Stunde der Abreise seiner Verwandten oder der Wasserbehandlung wegen der Franzosenkrankheit im Jahre 1492 zur Berechnung von Horoskopen erfolgten, so zeigen doch seine Beobachtungen, daß er die Himmelsvorgänge beachtete. Dazu gehört die Beobachtung, die er auf dem Titelblatt des Jahrbuches für 1493 mit folgenden Worten, in deutscher Übersetzung, eintrug: „Im Jahre 14 am 2. März, Donnerstag, um 6 Uhr nachmittag, sah ich bei sehr klarem Himmel den hellen Mond und daneben einen klaren und etwas rötlichen Stern, der in dieser Stunde dieselbe Länge wie der Mond, nämlich 13° der Zwillinge, hatte. Und da sich kein Planet dort befand, so meine ich, daß es ein Fixstern, nämlich Aldebaran, gewesen sei, der die Farbe von Mars und Venus zeigt und gemäß dem 1. Buche des hic. (Hali?) im 1° der Zwillinge sein soll." Es handelt sich um den Stand des Mondes neben Aldebaran am 2. März 1514 nachmittags 6 Uhr, welche Beobachtung Birkenmajer [60 S. 514] in die Jahre 1490—99 versetzte.

Anm. 36 zu S. 181. Tatsächlich müßte orbis mit Scheibe übersetzt werden; denn Coppernicus dachte sich wie die mittelalterlichen Astronomen die Planeten angeheftet an Scheiben (orbis) oder Kugelschalen (sphaera). Bei dieser Gelegenheit darf darauf aufmerksam gemacht werden, daß Coppernicus die Erde gelegentlich mit terra und gelegentlich mit tellus bezeichnete. Revolutio bedeutete Umlauf.

Anm. 37 zu S. 187. Die Helligkeitsschätzungen des Coppernicus. Welcher Stern war mit dem helleren Stern im Kopf der Zwillinge gemeint? Diese Frage ist jetzt nicht leicht zu beantworten, weil die Angaben über die gegenseitige Helligkeit von Kastor und Pollux im Laufe der Zeit verschieden lauteten. Jetzt ist der rötliche Pollux deutlich heller als Kastor und so lauten auch die Vergleiche bis 1779 zurück [Zinner, Helligkeitsverzeichnis von 2373 Sternen bis zur Größe 5,50, Bamberg 1926 S. 137 Nr. 755 und 776]. Jedoch sahen Tobias Mayer um 1750 und Olaf Römer 1705 Kastor als den helleren Stern an, während W. Schickard 1635 Pollux als den helleren angab. Frühere Beobachter wie Brahe, Ptolemaeus und al-Ṣūfī gaben beiden Sternen dieselbe Größe 2, ebenso auch Coppernicus in seinem Sternverzeichnis im Hauptwerk. Demnach war der von Coppernicus bemerkte Helligkeitsunterschied nicht groß. Welchen Stern hielt er für den helleren? Im Vorbericht nannte er die beiden Sterne im Kopf der Zwillinge mehrmals: zweimal den östlichen Stern [584 Bd II S. 197] und einmal den helleren Stern [584 Bd. II S. 190]. Daraus darf man wohl schließen, daß im 1. Fall Pollux und im 2. Fall Kastor gemeint war. Demnach wurde Kastor um 1513 von Coppernicus für heller als Pollux gehalten. Der Veränderliche dürfte in diesem Fall Pollux sein; da er rötlich gefärbt ist und deshalb gegenüber dem weißen Kastor einen Farbeneinfluß zeigen mußte, so würde es völlig genügt haben, wenn er damals wie auch zur Zeit Römers und Mayers um ½ Größenklasse schwächer als ge-

wöhnlich gewesen war, um Kastor als den helleren erscheinen zu lassen. Für die Wahl von Kastor als den helleren Stern spricht auch folgender Umstand: Die Sonnenferne der Erde betrug, bezogen auf das Widderhorn, $58^0 50'$ für Ptolemaeus und $69^0 19'$ für Coppernicus 1515. Dazu paßt $66^0 40'$ des Vorberichtes, der nicht auf coppernicanischen Beobachtungen, sondern auf den Beobachtungen früherer Astronomen beruhte, besser als $70^0 0'$, wenn Pollux statt Kastor verwendet wird.

Bemerkenswert ist auch die Angabe des Coppernicus über den Helligkeitswechsel des Mars: Mars scheint dem Jupiter an Helligkeit gleichzukommen, wenn er die ganze Nacht hindurch leuchtet, während er bald darauf bis zur 2. Größe abnimmt und dann nur durch sorgfältige Nachforschung gefunden wird [168 S. 30]. Diese Angaben passen gut zu den modernen Messungen, wonach die Helligkeit des Mars zwischen $-1{,}8^m$ (wenig schwächer als Jupiter) und $+2{,}7^m$ schwankt. Geht schon aus diesen Angaben hervor, daß Coppernicus die Helligkeit der Himmelskörper beachtete, so ist ein weiterer Beweis seine Anmerkung „Maxima" (der hellste Stern) zum Sirius im Sternverzeichnis. In diesem Verzeichnis hat er manche Angaben des Ptolemaeus geändert. Vermutlich handelt es sich um die Angaben, die verfälscht sind oder sich anders verhalten, wie er im 14. Kap. des II. Buches schrieb. Darunter befinden sich verschiedene Angaben der Helligkeit. In manchen Fällen wie bei Nr. 1 und 2 Cassiop, 18 und 20 Virg, 9 und 10 Sagittar, 1 und 2 Pisc, 30 und 32 Orion, 21, 22, 31 und 32 Argus hatte Coppernicus bei seiner Abschrift die Anmerkungen maior und minor um 1 bzw. 2 Zeilen versetzt. Gelegentlich ereignete es sich, daß er die ptolemäischen Angaben maior und minor wegließ, wie bei 7, 12 u. 17 Herc, 8, 10 u. 11 Libr, 24 Sagittar, 22 Cet, 2 Orion, 24 u. 25 Argus, 19 Hyd, 12 bis 15 u. 18 Cent, 13 bis 15, 18 u. 19 Lup, 3 u. 5 Ara, offenbar nur aus Versehen, da er z. B. bei den Sternen des Zentaur und des Wolfes nicht in der Lage war, die Größenangaben zu prüfen. Somit bleiben nur noch wenige Fälle übrig, wo eine absichtliche Aenderung in Betracht kommt: die Größe von 26 (u) Vir in der ptolemäischen Ausgabe von 1515 als 4^m, aber von Coppernicus als 3^m bezeichnet. Ferner schrieb er bei 1 Lib (α) neben die Größe 2 Maior, wohl um dadurch den Stern von dem als 2^m bezeichneten Stern β zu unterscheiden. Ebenso bekamen die Angabe Maior die Sterne 1 (β) und 8 (α) im Skorpion, die in der Ptolemaeus-Ausgabe von 1515 nur als 3 bzw. 2 bezeichnet sind. Es wäre voreilig, diese Änderungen als Ergebnis einer Prüfung am Himmel anzusehen. Coppernicus benützte nämlich außer der Ausgabe von 1515 noch ein anderes Sternverzeichnis des Ptolemaeus, wie aus seinen Angaben bei 44 u. 45 Argus hervorgeht. Nun gibt es die Größe 3 für 26 Vir in manchen Handschriften, so daß ihre Übernahme wahrscheinlich ist. Dagegen läßt sich die Angabe Maior bei den 3 anderen Sternen nicht nachweisen, so daß darin ein bewußter Hinweis des Coppernicus zu erblicken ist.

Anm. 38 zu S. 196. Eine solche Beobachtung dürfte nie gemacht worden sein; denn sie war nicht möglich, da es am Anfang des Krebses und des Steinbockes geeignete Sterne nicht gab. Übrigens geht aus dieser Angabe hervor, daß Coppernicus die scheinbare Hebung der Gestirne durch die Strahlenbrechung, die am Horizont $35'$ beträgt, nicht kannte. Auch seine

Höhenmessungen des Mondes und der Spika beweisen, daß er die Strahlenbrechung nicht berücksichtigte.

Anm. 39 zu S. 219. Die Hast offenbart sich in den Schriftzügen, wo die Formen für einzelne Zahlen und Buchstaben unaufhörlich wechseln, wo auf derselben Seite zwei verschiedene Formen der 2, 3, d und g und sogar drei verschiedene Formen der Zahl 5 zu sehen sind. Ebenso ist es mit den Überschriften der Kapitel, wo z. B. die Überschrift „Die Ermittelung der Ausgangswinkel" bei jedem Planeten anders lautet [Buch V, Kap. 8, 13, 18, 24, 31]. Auch das Fehlen der großen Anfangsbuchstaben (Initialen) beweist, daß der Entwurf nicht fertig war. Auch Mängel im Aufbau machen sich bemerkbar; so wurde die wichtige Annahme, daß ¾ des ptolemäischen Abstandes des Leitpunktes der Planetenbahn von der Erde gleich dem coppernicanischen Abstand des Mittelpunktes der Planetenbahn vom Mittelpunkt der Erdbahn und das letzte ¼ gleich dem Halbmesser des Epizykels zu setzen ist, nicht schon beim Saturn, sondern erst beim Mars [168 S. 354] mitgeteilt. Lästig ist der Wechsel der Buchstaben bei aufeinanderfolgenden gleichen Figuren, wobei der Leser oft nicht weiß, auf welche Figur sich die Untersuchung bezieht.

Nicht selten sind Rechenfehler. So führte das Abziehen von $6^0 40'$, um die Örter auf das Widderhorn als Anfang der Zählung umzurechnen, zu manchen Versehen, sowohl im Sternverzeichnis als auch bei der Umrechnung der ptolemäischen Erdfernen; beim Saturn rechnete er mit $6^0 33'$ und zweimal mit $6^0 37'$, beim Jupiter mit $6^0 38'$ und erst bei den übrigen 3 Planeten mit $6^0 40'$. Ferner berechnete er die 1. ptolemäische Merkurbeobachtung mit $6^0 35'$ und die 2. mit $6^0 41'$ [168 S. 381]. Seine geringe Übung im Rechnen ließ ihn immer wieder Fehler machen; siehe S. 127, S. 164, Anhang B. Auf Versehen in der Berechnung der Zwischenzeit zwischen seinen und den antiken Beobachtungen machte Gerh. Mercator [492a S. 160, 161] aufmerksam. Auch Menzzer [169] machte in seinen Anmerkungen 132, 144, 172, 207, 258, 274, 289, 346, 348, 349 und 476 auf Rechenfehler aufmerksam.

Auch Abschreibfehler kommen vor [169 Anm. 281, 282, 345, 347, 356, 357, 358, 378, 410, 428, 441, 494 und 498]. Dazu gehört auch das Weglassen eines Winkels oder eines Satzes und das Umändern der berechneten Mondparallaxe von $51'$ in $1^0 51'$, wodurch ein sinnstörender Fehler entstand, wie es auch mit den Angaben über die Nachtgleichen geschah. Zu erwähnen sind auch die Versehen in den Zitaten aus älteren Schriften. So schrieb er dem Averroes [Nr. 168 S. 26; Nr. 60 S. 89—98] die Beobachtung eines dunklen Flecken auf der Sonne zu. Maestlin suchte vergeblich sämtliche Erklärungen des Averroes durch, ohne die Stelle zu finden. Tatsächlich handelte es sich um Aven Rodan; Coppernicus hatte die Stelle wohl dem Werke des Pico della Mirandola wider die Sterndeutung entnommen und den Namen Aven Rodan in Averroes verschrieben. Auch in der Zuteilung verschiedener Ortsbestimmungen von Sternen mit Hilfe des Mondes an Menelaos ging er zu weit [Nr. 168 S. 110. Nr. 60 S. 68]. Ebenso ist die von ihm angeführte Angabe des Prophatius Judaeus (Jakob ben Machir), daß die Schiefe $23^0 32'$ um 1300 betragen habe, zweifelhaft. Jedenfalls findet sie sich in den

Jahrbüchern und Schriften Machirs nicht. Curtze [210 Mit. I S. 53] glaubte die Schiefe von 23°32′ in der Handschrift Qq 97 der Univ. Bibl. Upsala, die aus dem Franziskanerkloster Braunsberg stammt und die Jahrbücher Machirs mit dessen Erklärung von 1302 enthält, gefunden zu haben. Die Durchsicht der mir zugesandten Photographien dieser Erklärung zeigt die Zahl 23°32′ weder im Text noch in den wenigen Anmerkungen. Menzzer [169 Anm. S. 20] vermochte auch keine Bestätigung zu erhalten. Zu erwähnen ist auch der Umstand, daß die von Albategnius beobachtete Schiefe 23°35′ und nicht 23°34′, wie Coppernicus angab [168 Buch III, 4], ist. Auch die unberechtigte Zuteilung zweier Merkurbeobachtungen an Schöner verdient Beachtung. Überhaupt legte Coppernicus auf Zitate wenig Wert; dadurch wird die Feststellung des Zusammenhanges seiner Arbeit mit der Vergangenheit sehr erschwert.

Merkwürdig ist seine Änderung seiner Beobachtungen: Anhang B; S. 138—141, 143. Bedeutsam ist Keplers Urteil [408 S. 113].

Anm. 40 zu S. 233. Vergeblich wurde versucht nachzuweisen, daß Coppernicus eine Vorliebe für die Sterndeutung hatte. Bisher waren alle Versuche ohne Erfolg. Curtze [209 S. 37] machte auf die Tabula diversitatis aspectuum solis et lunae aufmerksam; tatsächlich diente sie zur Finsternisrechnung. Ferner wies er auf eine Zahlengruppe hin, die er für ein Horoskop hielt; tatsächlich sind es die Planetenörter für den 14. Mai 1517, entnommen Stöfflers Almanach; sie dienten für eine von Apian gegebene Berechnung [60 S. 211—214]. Auch die von Curtze [209 S. 57—58] gefundenen Anmerkungen zum Buch des Albohazen bedeuten nicht mehr als das sorgfältige Durchlesen des Buches und Hinweise auf das Vierbuch der Sterndeutung des Ptolemaeus. Jedoch besagen sie nicht, daß Coppernicus auf dem Gebiete der Sterndeutung tätig war. Es bleibt noch übrig die astrologische Handschrift [Anhang A Nr. 8c], die gemäß Birkenmajer von Coppernicus, vielleicht in Krakau, geschrieben ist; tatsächlich ist sie nicht von Coppernicus geschrieben, wie Aufnahmen der Handschrift beweisen. Wichtig ist der Umstand, daß er sich nicht durch die Abfassung von Geburtsdeutungen, Vorhersagen (Praktiken), Deutungen der Kometen oder der Planetenkonjunktion bekannt machte. Darin stand er im Gegensatz zu seinen Zeitgenossen, wie früher Regiomontan.

Bei dieser Gelegenheit möge die angebliche Coppernicus-Handschrift der Pulkowoer Sternwarte besprochen werden. M. Curtze [205, 206, 339] berichtete darüber auf Grund eines Briefes von Otto Struve, dem Direktor der Sternwarte. Darnach zeigt Stöfflers Almanach für die Jahre 1532—1551 lateinische Anmerkungen für die Jahre 1532—38 eines Mannes, der um 1535 in Frauenburg lebte, früher in Krakau astronomisch-astrologische Studien machte, Beobachtungen aus Krakau erhielt und mit Giese befreundet war. Dann folgen z. T. deutsche Anmerkungen zu den folgenden Jahren. Curtze erhielt das Buch zur Durchsicht und stellte fest, daß die Anmerkungen nicht von Coppernicus stammen. Mir war es nicht möglich, das Buch einzusehen. Dafür stellte Prof. Przybyllok mir einige Aufnahmen zur Verfügung, die früher in Pulkowo davon gemacht worden sind. Die Aufnahmen zeigen lateinische Anmerkungen zu den Jahren 1532, 1537, 1538, 1543 und 1544 des

Almanachs. Die Schriftzüge sind nicht die des Coppernicus. Was den Inhalt anlangt, so sind es Auszüge aus astrologischen Werken und geschichtliche Aufzeichnungen, z. B. recepi munera a D. Stanislao (wohl Stanislaus Hosius), die deutlich zeigen, daß der Anmerker ein Anhänger der ketzerfeindlichen Richtung des St. Hosius war. Sicherlich gehörte er nicht zu den Freunden des Coppernicus. Zum 24. Juli 1544 schrieb er am Rand „Eclipsis solis 24". Astronomische Beobachtungen sind auf den Aufnahmen nicht vorhanden. Man könnte an einen Sekretär des Dantiscus denken, der sorgfältig die ihm gemachten Geschenke von Hosius, a domino fratre de Frauenburgo 1542, ein Mittagessen 1538 aufschrieb. Zum 7. Mai 1538 bemerkte er „hoc die recepit sa (sua) D (Dominatio) T. Gize ad Carnicias. More (?) post ce in Labow".

Anm. 41 zu S. 239. Von fremder Hand, wohl des Rheticus, sind wohl die Anmerkungen „sumitur" auf S. 71r, die Anmerkungen links und rechts auf S. 72r, vielleicht auf S. 188r. Schriftzüge Reinholds oder anderer Gelehrten sind nicht festzustellen. Von Rheticus rühren folgende in seiner Abschrift, aber nicht im Entwurf gemachte Verbesserungen her: Thorner Ausgabe S. 199 Anmerkungen, Menzzers Anmerkungen 211, 281 und 282. Es kommen auch Versehen des Rheticus vor; so verbesserte er im 21. Kap. des 3. Buches (Menzzer Anm. 210) das richtige 23′ in 13′ und ebenso XXIII in XIII.

Anm. 42 zu S. 252. Getäuscht wurden durch Osianders Vorrede Reimers und Keckermann. Sogar noch Delambre (Histoire de l'Astronomie moderne I, Paris 1821 S. 139—140) und Ideler [387] hielten Coppernicus für den Verfasser der Vorrede und nahmen an, daß er dies aus Angst getan habe.

Anm. 43 zu S. 254. Ehrungen des Coppernicus.

I. Der Krater Copernicus auf dem Monde. Langrenus benannte 1645 einige Mondgegenden nach Mitgliedern der spanischen Königsfamilie oder nach Gelehrten seiner Zeit. Hevelius wollte die Mondgegenden nach Astronomen nennen, z. B. Oceanum Coperniceum, Oceanum Tychonicum, Mare Kepplerianum, Lacum Galilaei, stieß dabei aber in der Bewertung der Astronomen auf Schwierigkeiten und entschied sich daher, in seiner 1647 erschienenen Selenographia die Mondgegenden nach irdischen Bergen usw. zu benennen. Erst Riccioli gab in seinem 1651 erschienenen Almagestum novum den Kratern die Namen bedeutender Astronomen. Seiner Vorliebe für Brahes Weltgebäude entsprechend benannte er den beherrschenden Krater in der Kratergegend Tycho; Coppernicus und Aristarch erhielten je einen auffälligen Krater zugeteilt.

II. Die Palme Coperniciana. Der Botaniker C. Fr. Ph. von Martius fand in Brasilien mehrere unbekannte Palmen und benannte in seinem 1823 in München erschienenen Werk „Historia naturalis palmarum" auf S. 242—243 eine Palmenart mit 2 Unterarten nach Coppernicus; er bildete sie auf den Tafeln 49 und 50 ab. Eine andere Palmenart nannte er „Brahea".

III. Gedenkmünzen und Standbilder siehe Anhang F.

IV. Coppernicus-Museum im Coppernicus-Turm zu Frauenburg 1912 von E. Brachvogel eingerichtet und in einem kleinen Führer beschrieben. Im Jahre 1873 wurde die Errichtung eines der Geschichte der Astronomie gewidmeten Museo Copernicano in Verbindung mit dem Osservatorio astronomico

am Collegio Romano zu Rom beschlossen. Mit diesem Museum wurde 1879 die Sammlung Wolynski vereinigt [753].

V. Die Zeitschrift „Copernicus", herausgegeben von R. Copeland und J. L. Dreyer, erschien in Dublin 1881—84 [184].

Anm. 44 zu S. 266. In der lateinischen Handschrift 2^0 391 der Berliner Staatsbibliothek befinden sich Auszüge aus Vorlesungen über sphärische Dreieckslehre vom 4. Juni 1543, über ebene Dreieckslehre, über das Handbuch des Ptolemaeus vom 1. Januar 1549, über Tafeln zum 2. Buch des Plinius und Erklärungen zum Hauptwerk des Coppernicus (Commentarius in opus revolutionum Copernici). Reinhold kommt als Verfasser dieser Erklärungen in Betracht, weil er solche Erklärungen geschrieben hatte, die später verschollen sind, und auf seine Erklärungen zu Peuerbachs Planetenlehre hinwies [60 S. 624—629], aber auch weil er im Jahre 1549 eine Vorlesung über das Handbuch des Ptolemaeus hielt. Die Erklärungen sind nicht vollständig, sondern umfassen nur einige Kapitel der Bücher III bis V und bestehen in einzelnen Rechnungen, die anscheinend bis 1551 fortgeführt wurden, weil das Apogäum für 1551 berechnet wurde. Erwähnt werden M. Joh. Aurifaber und Joachim (Rheticus) mit seinem 1. Bericht.

Anm. 45 zu S. 269. Reinhold hatte bekanntlich in seiner 1542 erschienenen Erklärung der Planetenlehre Peuerbachs auf Coppernicus, wenn auch ohne Namensnennung, hingewiesen. In der neuen Auflage von 1553 nannte er einige Male Coppernicus, allerdings ohne seine Lehre zu erwähnen, und versprach in der Mondtheorie die coppernicanische zu bringen. Da er aber starb, bevor er seine Erklärung der Sonnentheorie vervollständigt hatte, so konnte er sein Versprechen nicht erfüllen und Coppernicus wurde nach S. 50r nicht mehr genannt.

Anm. 46 zu S. 273. Mit Unrecht läßt Friedensburg [274 S. 292] Peucer von seinen Zuhörern verlangen, daß sie sich für seine Vorlesung mit einem Buch über das coppernicanische Weltsystem versähen. In Peucers Anzeige der Vorlesung steht nur, daß die Zuhörer Peucers Buch „De dimensione terrae" zur Hand haben sollten. Im Anschluß an diese Vorlesung wolle er über das Handbuch des Ptolemaeus vortragen. Die Zuhörer möchten sich inzwischen über dieses Buch und über verschiedene Tafeln, darunter die Tafel Canon subtensarum Copernici, die sich in den Tabulae directionum Reinholds befände, unterrichten. Der Canon subtensarum Copernici ist aber nicht dessen Hauptwerk, sondern die große Sinustafel, die Rheticus der Dreieckslehre seines Meisters angehängt hatte und die wohl eine Arbeit Regiomontans war.

Anm. 47 zu S. 279. Cyprian Leovitius teilte Brahe, als dieser ihn 1569 in Lauingen besuchte, mit, daß seine Beobachtungen mit Uhren, aber ohne Geräte, ergeben hätten, daß die Sonnenfinsternisse und die Bewegung der 3 oberen Planeten besser zu den coppernicanischen Tafeln, aber die Mondfinsternisse und die Bewegungen der unteren Planeten besser zu den Alfonsischen Tafeln paßten [108 B. III S. 221].

Anm. 48 zu S. 335. Alte holländische Fernrohre, die von Lipperhey oder Zach. Janssen hergestellt sein sollen, befinden sich in der Zeeuwsch Genotschap der Wetenschappen zu Middelburg und im Stadtmuseum zu Lüneburg.

Anm. 49 zu S. 339. Wie beim Fernrohr, so sind auch bei anderen Erfindungen Galileis deutsche Werkmeister zu nennen, denen ein Anteil zukommt. Galilei gehörte vor Huygens zu den wenigen, welche das freischwingende Pendel zur Zeitteilung in Verbindung mit einer Uhr verwendeten. R. Wolf hat [Nr. 744 Bd. 4 S. 102—105. Nr. 746 S. 369—372] gezeigt, daß J. Bürgi (1552 bis 1632), der geschickte Uhrmacher Wilhelms IV. von Hessen und Kaiser Rudolfs II., schon vor Galilei die Bedeutung des Pendels erkannte und es für die Uhren verwendete. Wolf [744 Bd. 7 S. 345—348] wies auch auf den Brief Carvays an Chr. Huygens vom 12. Sept. 1659 hin, wonach ein deutscher Uhrmacher in Angoulême eine Pendeluhr, gleich der des Huygens, um das Jahr 1615 hergestellt habe. Dieser Uhrmacher war offenbar Gorg Kloß [Astronom. Jahresbericht 10 S. 99], da es damals nur diesen deutschen Uhrmacher in Angoulême gab. Er stellte die Uhr für die Königin-Mutter Maria von Medici her, die sich zwischen 1614 und 1617 dort aufhielt und bei ihrem Wegzug die Uhr nicht mitnahm. Nach dem Tode des deutschen Uhrmachers erwarb Boismorand [375a Bd. II S. 533, 535] sie von den Erben. Im Jahre 1638 erhielt der Augsburger Kleinuhrmacher Hans Langenbucher 18 Gulden in München, weil er seinem Bruder Christoph „bei machung des künstlich hängenden Pendels geholfen" [Bassermann-Jordan, in Kultur des Handwerks, München 1927 S. 240]. Über die Arbeiten des Hans war nichts zu ermitteln. Sein Bruder Christoph wurde 1638 in den Münchener Hofrechnungen (gemäß den Auszügen von Dr. Hartig) als Augsburgischer Künstler bezeichnet und erhielt 320 Gulden für ein Brunnenwerk in einer Grotte in München. Es ist daher möglich, daß das Pendel den Wasserlauf zu regeln hatte. Galilei selbst verwendete 1635 das Pendel zu einem Zählwerk und entwarf 1641 den Plan zu einem Uhrwerk mit freischwingendem Pendel, das sein Sohn 1649 bauen ließ, ohne es zu vollenden [E. Gerland, Geschichte d. Physik, München u. Berlin 1913, S. 394—397].

Auch bei der Erfindung des Proportionalzirkels waren deutsche Werkmeister beteiligt. Bereits der Augsburger Christoph Schißler brachte auf seinen Zirkeln die Linien einer waagrechten Sonnenuhr und verschiedene Maße an, und zwar schon 1555; auch andere wie Erasmus Habermel und Heinrich Stolle in Prag und Chr. Trechsel in Dresden stellten solche Zirkel her. Joh. Eitel Zugmesser, der sich am 13. Dez. 1600 als Zieckmesser in das Album der deutschen Landsmannschaft zu Padua eintrug und 1610 als geschickter Mechaniker des Kurfürsten Ernst von Köln von Kepler gelobt wurde [404 Bd. II S. 518, 572, 573], zeigte um 1603 in Padua Proportionszirkel, wie Galilei mitteilte [282 Bd. II S. 546, 547, Bd. XX S. 357, 561], der aber hinzufügte, daß die Linien mit seinen nicht übereinstimmten. Galilei hatte seit 1597 solche Zirkel, aber mit einem Quadratbogen, herstellen lassen und verkauft und dabei eine italienische Gebrauchsanweisung herausgegeben, die er 1606 veröffentlichte [282 Bd. II S. 344—424]. Im Jahre 1607 ließ B. Capra eine lateinische Gebrauchsanweisung [282 Bd. II S. 425—511] erscheinen, die Galilei [282 Bd. II S. 513—601] für ein Plagiat und zwar für die lateinische Übersetzung seiner italienischen Gebrauchsanweisung erklärte. Ein Vergleich der beiden Arbeiten läßt ersehen, daß von einem Plagiat in gewöhnlichem Sinn, nämlich der wörtlichen Wiedergabe, keine Rede sein kann. Sogar die Figuren

sind verschieden. Überdies enthält Capras Arbeit einen Abschnitt über die Herstellung des Zirkels, der bei Galilei fehlt. Allerdings hat Capra von Galilei ein Meßverfahren übernommen [282 Bd. II S. 419, 492, 543], um zu zeigen, daß es falsch sei, da man solche Messungen ohne Lochabsehen auf den Zirkelarmen nicht machen könne. Dieser Hinweis dürfte Galileis Zorn erregt haben. Immerhin wäre er auf Capra noch zorniger geworden, wenn dieser Galilei als Urheber dieses falschen Verfahrens genannt hätte; doch begnügte sich Capra mit der Angabe, daß andere Gelehrte so verführen. Eine andere Frage ist, ob Capra die Idee des Proportionalzirkels nicht von Galilei übernommen hatte. Allerdings stimmt sein Zirkel, soweit seine Figur und seine Beschreibung ersehen lassen, nicht mit Galileis Zirkel überein, sondern erinnert an die deutschen Proportionalzirkel. Aber hatte Galilei seinen Zirkel erfunden oder nur eine fremde Erfindung abgeändert? Diese Frage läßt sich zur Zeit nicht beantworten, da die erhaltenen älteren Stücke keine Jahreszahl und fast nie den Hersteller zeigen. Damals gab es verschiedene Arten von Proportionalzirkel; Bürgi hatte einen Zirkel mit beweglichem Kopf erfunden, dessen lateinische Beschreibung 1605 veröffentlicht wurde.

Übrigens möge erwähnt werden, daß Galileis Proportionalzirkel gar nicht dem als „Galileischer Proportionszirkel" bezeichneten entspricht, der nur aus den beiden mit einem Gelenk verbundenen Zirkelarmen besteht, wie verschiedene deutsche um 1600 hergestellte Zirkel, und den Quadratbogen des Zirkels Galileis nicht enthält. In dieser Beziehung verdient Beachtung die Angabe Guldins in seinem Brief vom 21. Mai 1611 an Lanz [Anhang G]. Guldin hatte in München seinen Zirkel aus 2 messingenen Lamellen mit zylindrischem Kopf zurückgelassen und bezeichnete den Zirkel als den künftigen Proportionalzirkel. Wichtig ist, daß Guldin dabei als Erfinder nicht Galilei nannte. Vermutlich hatte er seinen Zirkel von einem deutschen Zirkelmacher erworben, wie auch früher, als er 1605 einen Zirkel an Lanz schickte.

Anm. 50 zu S. 351. Anton v. Braunmühl, Christoph Scheiner, Bamberg 1891, S. 22.

Anm. 51 zu S. 361. Im Brief des Père Simon an Dr. Dallo von 1682, veröffentlicht von Mr. de Sainjore in Bibliothèque critique ou Recueil de diverses pièces critiques, Amsterdam 1710, Tome IV S. 97, wo Cl. Hardy (+ 1678) als Gewährsmann angegeben wird.

Anm. 52 zu S. 366. Ad. Müller zeigte 1897 [513], daß Galileis Versuch, die scheinbare Bewegung der Sonnenflecken im Sinne der coppernicanischen Erdbewegung zu deuten, irrig war, daß aber die Sonnenflecken bei einer Sonnenbewegung um die Erde um die Sonnenscheibe wandern müßten, was Galilei übersah.

Anm. 53 zu S. 386. Gemäß Bruchnalskis Zusammenstellung ist es, abgesehen von den Lobreden des Broscius und von der unbedeutenden Lebensbeschreibung des Radyminski, die erste polnische Schrift über die neue Lehre. Andere polnische von 1686 bis 1745 verfaßte Schriften lassen ersehen, daß in Polen nach wie vor die ptolemäische Lehre hochgehalten wurde [Nr. 367, Bd. I Nr. 11852, 11859, 11865, 11869 und Nr. 764, Nr. 6234].

Schrifttum.

Die folgende Zusammenstellung des Schrifttums enthält nicht alle Schriften über Coppernicus oder seine Lehre. Da von 1850 an die Flut der ihn betreffenden Aufsätze in den Zeitungen und Zeitschriften anwuchs, so wurden von da an nur noch wichtige Aufsätze in Zeitschriften mitgenommen. Was die Schriften zu den Jubiläumsfeiern 1873 und 1923 anlangt, so wurden die deutschen selbständigen Schriften mitgenommen, da es darüber eine Zusammenstellung nicht gibt, während alle polnischen Schriften, auch Zeitungsaufsätze, in den Büchern Nr. 186 und Nr. 564 aufgeführt sind. Die Schriften für und wider die coppernicanische Lehre wurden nur bis 1750 aufgeführt, spätere nur ausnahmsweise. Nicht berücksichtigt wurden die Aufsätze über Coppernicus in Biographien, Handbüchern und Lexiken.

Wenn möglich, wurden auch die späteren Auflagen der Bücher angegeben; jedoch ist dabei Vollständigkeit nicht erstrebt worden. Die Übersetzungen sind im Anschluß an die ursprüngliche Ausgabe mitgeteilt.

Die Namen der Verfasser wurden gemäß allgemeiner Gewohnheit so wiedergegeben, wie sie jetzt in ihrem Vaterland genannt werden. Die Buchtitel wurden, wie üblich, verkürzt und vereinfacht wiedergegeben. Ein wortgetreuer Abdruck der Titel kam wegen der Kosten nicht in Betracht.

1. Jac. Accarisi. Terrae quies Solisque motus demonstratur primum theologicis, tum plurimis philosophicis rationibus. Disputatio. Rom 1637.
2. Habes accuratissime lector Alexandri Achillini Bononiensis philosophorum nostrae etatis decoris opera lima eiusce actoris repollita et extersa ac denuo maxima cura ac diligentia impressa. De intelligentijs. De orbibus. De vniversalibus. De elementis. De principiis. Venedig 1508.
3. Ch. Adam. Vie et oeuvre de Descartes. Paris 1910.
4. Fr. Adelung. Siegmund Freiherr von Herberstein. S. Petersburg 1818.
5. Herm. Adolph. Das Geburtshaus des Nikolaus Coppernicus. (Mitteil. d. Coppernicus-Vereins Heft IV S. 11—47). Thorn 1882.
6. Aetius. De placitis. (Diels, Doxographi graeci. Berlin 1879).
7. Albohazen. De judiciis astrorum libri octo. per Anton. Stupam. Accessit compendium duodecim domorum coelestium ... autore Petro Lichtenstein. Basel 1571.
8. Continentur in hoc libro. Rudimenta Astronomica Alfragani. Item Albategnius astronomus peritissimus de motu stellarum. Nürnberg 1537.
9. G. Allix. Pascal et le système de Copernic. (Bulletin de l'Académie delphinale 1904 S. 267—295).
10. Eusebius Amort. Nova philosophiae planetarum et artis criticae systemata. Nürnberg 1723.
11. Eusebius Amort. Philosophia Pollingana ad normam Burgundicae. Augsburg 1730.
12. Stefan. Angeli. Considerationi ... contro il moto diurno. Venedig u. Padua 1667—1669. Die beiden ersten Considerationi richten sich gegen Riccioli, die 3. gegen Borelli und die 4. gegen Zerilli.

13. Anonymi cuiusdam Epistola de Terrae motu, qua mathematice demonstratur, ad perpetuam rationem phaenomenorum corporum coelestium obtinendam terrae mobilitatem esse assumendam: item, quid hac de re secundum sacram Scripturam statuendum sit. Utrecht 1651. Abdruck in D. Gorlaeus, Idea physica. Utrecht 1651.
14. E. F. Apelt. Die Reformation der Sternkunde. Jena 1852.
15. Gregorius Arakielowicz. S. J. De Mundi Systemate Dissertatio cosmologica. In qua Copernici Systematis cum Philosophia Sacrisque praesertim litteris congruentia. Praemisliae 1768. 4°.
16. Archimedis opera. I—III. Ed. Heiberg. Leipzig 1910—1915.
17. Andrea Argoli. Pandosion sphaericum. In quo singula in Elementaribus regionibus, atque Aetherea, mathematice pertractantur. Padua 1644 und 1653.
18. Aristoteles. De caelo libri IV.
19. G. Armellini. Il R. Osservatorio e Museo astronomico di Monte Mario. (Quaderni di studi romani. Gli istituti scientifici in Roma VIII) Rom 1939.
20. A. Armitage. Copernicus, the founder of Modern Astronomy. London 1938.
21. Christoph. Frid. Ayrmann. Specimen physicae rationalis de corporum coelestium natura et motu. Wittenberg 1720.
22. Georg Bachman. Epitome doctrinae de primo motu. Druck: Wittenberg 1591.
23. Francis Bacon. Advancement of Learning. 1604.
24. Francis Bacon. Instauratio magna. 1620 (Darin: Novum Organum).
25. Francis Bacon. Opera ... Tomus primus: qui continet De dignitate et augmentis scientiarum libros IX. 1623.
26. Francis Bacon. Descriptio Globi Intellectualis. 1653.
27. K. L. Baer. Kopernikus. Moskau 1936. 216 S. Eine russische allgemeinverständliche Broschüre.
28. L. Bagrow. A. Ortelii Catalogus Cartographorum. (Petermanns Mitteil. Ergänzungsheft 199 u. 210). Gotha 1928—30.
29. Giov. Ant. Baranzani. Uranoscopia, seu de Coelo, in qua Universa Coelorum Doctrina clare, dilucide et breviter traditur. Mit dem Anhang „Nova de Motu Terrae Copernicaeo juxta Summi Pontificis Mentem Disputatio." Genf 1617.
30. Giov. Barenghi. Considerazioni sopra il Dialogo dei due Massimi Sistemi Tolemaico e Copernicano. Pisa 1638.
31. Petrus Bartholinus. Apologia pro Observationibus et Hypothesibus Tychonis Brahe contra vanas Martini Hortensii criminationes et calumnias. Kopenhagen 1632.
32. Ernst v. Bassermann-Jordan. Alte Uhren und ihre Meister. Leipzig 1926.
33. Zygmunt Batowski. Wizerunki Kopernika. Thorn 1933. (Eingehende Besprechung von E. Brachvogel in Zeitschrift f. d. Geschichte und Altertumskunde Ermlands 25 (1935) S. 819—823 und von E. Zinner in Vierteljahrsschrift d. Astronomischen Gesellschaft 72, Leipzig 1937, S. 50—54).

34. Joh. Georg Bausse. Beschreibung der ... das System Copernicanum vorstellenden Maschine, 1784.
35. Franz Beckmann. Zur Geschichte des Kopernikanischen Systems. (Zeitschrift f. d. Geschichte u. Altertumskunde Ermlands 2 S. 227—267, 320—358, 659—669; 3 S. 398—434, 644—661). Braunsberg 1861—66.
36. Venerabilis Bedae anglo-saxonis presbyteri, opera omnia I, Paris 1862. (J. P. Migne, Patrologiae cursus completus. Patrologiae latinae T. 90)
37. Max Bendel, Tobias Stimmer. Berlin 1940.
38. G. Bender. Archivalische Beiträge zur Familiengeschichte des Nikolaus Coppernicus (Mitteil. d. Coppernicus-Vereins Heft III u. IV) Thorn 1881—82.
39. Georg Bender. Heimat und Volkstum der Familie Koppernigk (Coppernicus). Darstellungen und Quellen zur schlesischen Geschichte. 27 (Breslau 1920).
40. H. Berger. Geschichte der wissenschaftlichen Erdkunde der Griechen. Leipzig 1903.
41. Ludwig Berger. Copernicus. Hymnen und Mythen. München 1921.
42. Sev. Cyrano de Bergerac. Histoire comique contenant les états et empires de la Lune. Paris 1657.
43. Bernd. Scriptura sacra Copernici systemati non contradicens. Magdeburg 1740.
44. D. Berti. Copernico e le vicende del sistema Copernicano in Italia nella seconda metà del secolo XVI e nella prima del XVII con documen. ined. intorno a G. Bruno e G. Galilei. Rom 1876.
45. Hans Beschorner. Zur ältesten Geschichte der sächsischen Kartographie (Neues Archiv f. Sächsische Geschichte 28, 1902, S. 298—299).
46. Bessel. Bestimmung der Entfernung des 61. Sterns des Schwans. Astronom. Nachrichten 365—366 (1838) und 401—402 (1840).
47. Tob. Beutel, Mathemat. Schönheiten. Mathematische Haupt-Zierde oder Beschreibg. d. Schönheit u. d. herrlichen Nutzens mathemat. Künste ... Mathemat. Beweiss de immobilitate terrae od. von d. Unbeweglichkeit der Erden. Leipzig 1665—66.
48. Hartmann Beyer. Quaestiones novae in libellum de sphaera Joannis de Sacro Bvsto. Frankfurt 1549. Ferner noch 6 Auflagen bis 1573.
49. Joh. Beyer. Beschreibung eines neu inventierten Modells vom Systemate Copernico. Hamburg 1724.
50. G. Biancani, S. J. Sphaera mundi seu cosmographia demonstrativa, in qua totius mundi fabrica, una cum Tychonis, Kepleri, Galilaei, aliorumque astronomorum, adventis continetur. Bologna 1620. Ferner noch 3 Auflagen bis 1653.
51. M. G. Bigourdan. Inventaire général et sommaire des manuscrits de la bibliothèque de l'Observatoire de Paris. (Annales de l'Observatoire de Paris. Mémoires XXI, Paris 1895, F. 1—60).
52. J. Bilberg praes. Nils Celsius resp. Calculus astronomicus super Theoria solis. Upsala 1685.
53. A. Bilharz. Der heliocentrische Standpunkt der Weltbetrachtung. Stuttgart 1879. Mit 4 Tafeln. u. Abb.

54. Jacob. de Billy. Opus astronomicum, in quo siderum omnium hypotheses, et eorum motus, et quaecunque ad astronomiae theoremata et praxes pertinent, declarantur. Paris 1660 und Dijon 1661.
55. Aleksandre Birkenmajer. Le premier système héliocentrique imaginé par Nicolas Copernic. (La Pologne au VII-e Congrès Intern d. Sciences Historiques. Warschau 1933).
56. Alex. Birkenmajer et Samuel Dickstein. Coup d'oeil sur l'histoire des sciences exactes en Pologne (Extrait de l'Histoire sommaire des sciences en Pologne publiée a l'occasion du VIIe Congrès International des Sciences Historiques). Krakau 1933.
57. Aleksandre Birkenmajer. Comment Copernic a-t-il conçu et réalisé son oeuvre?. Organon 1 (1936 Warschau) 111—134.
58. Al. Birkenmajer. Astronomowie i astrologowie ślascy w wiekach śkrednich (Wydawnictwa Instytutu slaskiego. Polski slask 33). Kattowitz 1937.
59. L. Birkenmajer. Marcin Bylica z Olkusza. Krakau 1892.
60. L. A. Birkenmajer. Mikolaj Kopernik. Krakau 1900. 4^0 15 + 711 S. mit 10 Tafeln.
61. L. A. Birkenmajer. Nicolaus Copernicus. Études sur ses travaux (Anzeiger der Akademie der Wissenschaften zu Krakau. Mathem. Naturwiss. Classe Krakau 1902 S. 200—219) Bericht über sein Buch von 1900 mit Wiedergabe der 76 Ergebnisse in franz. Sprache.
62. L. A. Birkenmajer. Nova Copernicana. Vorläufige Mitteilung über jüngst in schwedischen Archiven und Bibliotheken aufgefundene, bisher unbekannte Autographen des Kopernikus. (Krakau Bull. Math-Nat. Kl. 1909 Nr. 6 S. 20—36.)
63. L. A. Birkenmajer. Flores Almagesti. Ein angeblich verloren gegangener Traktat Giovanni Bianchini's, Mathematikers und Astronomen von Ferrara aus dem XV. Jahrhundert (Extrait du Bulletin de l'Acad. d. sciences de Cracovie, Classe d. sc. math. et nat. Ser. A: Sc. Math. Avril 1911). Krakau 1911.
64. L. A. Birkenmajer. Bibliotheca Copernicana (Sprawozdanie z poszukiwań w Szwecji, dokonanych z ramienia Akademji Umiejetności przez E. Barwinskiego, L. Birkenmajera i J. Losia. Krakau 1914 S. 94 bis 119 Nr. 142—186).
65. Lud. Anton Birkenmajer. Mikołaj Kopernik. Wybór pism. (Biblioteka narodowa Nr. 15, seria I). Krakau 1920.
66. L. A. Birkenmajer. Niccolò Copernico e L'Università di Padova (Omaggio dell'Accademia Polacca di Scienze e Lettere all'Università di Padova nel settimo centenario della sua fondazione. Krakau 1922 S. 177 bis 274).
67. L. Anton Birkenmajer. Mikołaj Kopernik jako uczony. twórca i obywatel. Krakau 1923. (Besprechung von E. Brachvogel in Zeitschrift f. d. Gesch. u. Altertumskunde Ermlands 25 (1934) S. 548—555).
68. L. A. Birkenmajer. Stromata Copernicana. Krakau 1924.

69. L. A. Birkenmajer. Mikolaj Wodka z Kwidzynia, lekarz i astronom polski XV—go stulecia.—Mikolaj Wodka de Kwidzyn, médecin et astronome polonais du XVe siècle. (Bulletin de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres. Cl. d. Sc. Mathém. et Natur. Série A: Sciences Math. 1924, S. 783—786).
70. L. A. Birkenmajer. Mikolaj Wodka z Kwidzyna zwany Abstemius lekarz i astronom polski XV—go stulecia. Thorn 1926.
71. L. v. Blaczko. Nicolaus Copernicus. (Preußisches Archiv 7 S. 576 bis 596) 1796.
72. Willem J. Blaeu. Tweevoudigh onderwiis van de hemelsche en aerdsche Globen, het een na de meyning van Ptolomeus met een vasten aerdkloot; het ander na de natuerlijke stelling van N. Copernicus met een loopenden aerdkloot. Amsterdam 1620, ferner 6 Auflagen bis 1669.
73. Willem Blaeu. Institutio astronomica de usu globorum et sphaerarum caelestium ac terrestrium, duabus partibus adornata, una secundum hypotheses Ptolemaei ... altera juxta mentem N. Copernici ... latine reddita a M. Hortensio. Amsterdam 1634. Ferner noch 7 Auflagen bis 1692. Außerdem eine englische Übersetzung des Jos. Moxon 1654 und 3 französische Übersetzungen 1642—69.
74. Th. Blebel. De sphaera. Druck: Wittenberg 1576. Ferner noch 7 Auflagen bis 1629.
75. M. Blücher. Astronomen (Kopernikus). Leipzig 1924.
76. J. Bodin. Universae Naturae Theatrum in quo rerum omnium effectrices causa et fines contemplantur et continuae series quinque libris discutiuntur. Frankfurt a. M. 1597. Französische Übersetzung 1597 Lyon.
77. R. Boeszoermeny. Drei auf Kopernikus bezügliche Dokumente. (Altpreußische Monatsschrift XIII, Königsberg 1876, S. 50—54).
78. K. Boethke. Coppernicus und das Siebengestirn. (Himmel und Erde 17, 1905, S. 168—180).
79. G. Boffito. Gli strumenti della scienza e la scienza degli strumenti. Florenz 1929. (Darin auf Tav. 16 u. 17 Wiedergabe des Briefes des Angelus Politianus an Franciscus Casa mit der Beschreibung des Planetariums. 1. Id. Aug. 1484 in Faesula).
79 a. Fr. Bonamici. De motu libri X. Florenz 1591.
80. H. M. Bonfioli. De immobilitate terrae tractatus. Bologna 1667.
81. Or. Borgondio (Burgundius). De situ Telluris Exercitatio geographica. Rom 1725.
82. (Or. Borgondio) Motus telluris in orbe annuo ex novis observationibus impugnatus. Rom 1714.
83. Crist. Borro. Doctrina de tribus coelis, aereo, sydereo et empireo. Opus astronomis, philosophis et theologis favens. Lissabon 1641.
84. J. Bosscha, Simon Marius. Réhabilitation d'un astronome calomnié. (Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles Sér. II. T. XII S. 258—307, 490—528).
85. (Ismael Boulliau.) Philolai sive dissertationum de vero systemate mundi libri IV. Amsterdam 1639.

86. Ismael Boulliau (Bullialdus) Astronomia philolaica, in quo motus planetarum per novam ac veram hypothesim, demonstrantur. Paris 1645.
87. Ism. Boulliau. Astronomiae Philolaicae Fundamenta clarius asserta contra S. Wardum. Paris 1657.
88. E. Brachvogel. Die Bildnisse der ermländischen Bischöfe (Zeitschrift f. d. Geschichte u. Altertumskunde Ermlands 20, Braunsberg 1919, S. 516 bis 600).
S. 594—597 Anhang 1. Zwei Bildnisse des Nikolaus Koppernikus.
89. E. Brachvogel. Nikolaus Koppernikus im neueren Schrifttum (Altpreußische Forschungen II (1925) S. 5—46).
90. E. Brachvogel. Die Grabdenkmäler im Dom zu Frauenburg (Zeitschrift f. d. Geschichte u. Altertumskunde Ermlands 23, Braunsberg 1929, S. 733—770).
91. E. Brachvogel. Zur Koppernikusforschung (Zeitschrift f. d. Geschichte u. Altertumskunde Ermlands 23, Braunsberg 1929, S. 795—803).
92. E. Brachvogel. Frauenburg die Stadt des Koppernikus. Elbing 1933.
93. E. Brachvogel. Zur Koppernikusforschung. 1. Nachricht von einem von Koppernikus im Jahre 1535 verfaßten Almanach. 2. Des Koppernikus Priesterweihe, Übernahme des ermländischen Canonicats, Magistertitel, deutsches Volkstum (Zeitschrift f. d. Geschichte u. Altertumskunde Ermlands 25, S, 237—245). Der Brief Wapowskis ist daraus abgedruckt in E. Zinner, Arbeiten zur Geschichte der Astronomie, Vierteljahrsschrift d. Astronomischen Gesellschaft 72, 1937, S. 57.
93 a. E. Brachvogel. Koppernikus in der Sage. (Ermländ. Hauskalender 1933, S. 31—40).
94. E. Brachvogel. Nikolaus Koppernikus (1473—1543) und Aristarch von Samos (ca. 310—230 v. Chr.). Zeitschrift f. d. Geschichte und Altertumskunde Ermlands 25 (1935).
94 a. E. Brachvogel. Warum sollen wir Koppernikus mit Doppel-p schreiben? (Muttersprache. Zeitschrift d. Deutschen Sprachvereins 51, 1936, S. 204).
95. E. Brachvogel. Koppernikus als Arzt. XII. Tagung der Vereinigung Nordostdeutscher Chirurgen im Koppernikushaus zu Frauenburg am 13. Juni 1936 (Offizieller Bericht).
96. E. Brachvogel. Coppernicus und die neuplatonische Lichtmetaphysik. (Zeitschrift f. d. Geschichte u. Altertumskunde Ermlands 26, Braunsberg 1937, S. 451—457).
96a. E. Brachvogel. Das kirchliche Verbot des coppernicanischen Hauptwerks im Ermlande (Zeitschrift f. d. Geschichte u. Altertumskunde Ermlands 26. Braunsberg 1939, S. 653—657).
97. E. Brachvogel. Das Coppernicus-Grab im Dom zu Frauenburg (Zeitschrift f. d. Geschichte u. Altertumskunde Ermlands 27, Braunsberg 1939, S. 273—281).
98. E. Brachvogel. Zur Kunde der Coppernicus-Bildnisse. (Zeitschrift f. d. Geschichte u. Altertumskunde Ermlands 27, Braunsberg 1939, S. 281 bis 286).

99. E. Brachvogel. Zur Schreibweise „Coppernicus". (Zeitschrift f. d. Geschichte u. Altertumskunde Ermlands 27, Braunsberg 1939, S. 260—261).
100. E. Brachvogel. Die Sternwarte des Coppernicus in Frauenburg. (Zeitschrift f. d. Geschichte u. Altertumskunde Ermlands 27, Braunsberg 1940, S. 338—366.).
101. E. Brachvogel. Des Coppernicus Dienst im Dom zu Frauenburg. (Zeitschrift f. d. Geschichte u. Altertumskunde Ermlands 27, 1941, S. 568 bis 591).
102. James Bradley. A letter to Dr. Ed. Halley, giving an account of a new discovered motion of the fixed stars. (Philosophical Transactions 1728 S. 637).
103. Tychonis Brahe, Dani, De Nova et Nullius Aevi Memoria Prius Visa Stella, iam pridem Anno a nato Christo 1572 mense Novembri primum Conspecta, Contemplatio Mathematica. Druck: Kopenhagen 1573.
104. T. Brahe. Epistolarum astronomicarum libri, quorum primus hic.. Literas complectitur. Druck: Uraniborg 1596. Titelauflagen: Nürnberg 1601 und Frankfurt 1610.
105. T. Brahe. Astronomiae Instauratae Mechanica. Druck: Wandsbeck 1598. Nachdruck Nürnberg 1602.
106. T. Brahe. Astronomiae instauratae progymnasmata, quorum prima pars de restitutione motuum solis et lunae stellarumque inerrantium tractat. Gedruckt in Uraniborg und vollendet in Prag 1602. Titelauflage: Frankfurt 1610.
107. T. Brahe. De mundi aetherei recentioribus phaenomenis liber secundus. De cometa anni 1577. Gedruckt in Uraniborg und vollendet in Prag 1603. Titelauflage: Frankfurt 1610.
108. Tychonis Brahe Dani Opera omnia. Kopenhagen 1913—1929.
109. Chr. A. Brandis. Scholia in Aristotelem. 1831.
110. A. von Braunmühl. Nicolaus Coppernicus. (Biographische Blätter, Bd. II, Heft 4. Herausgeber A. Bettelheim. Verleger E. Hofmann & Co. Berlin) 8° 14 S.
111. Heinrich Brucaeus. De motu primo libri tres. Druck: Rostock 1573. Ferner noch 4 Auflagen bis 1604.
112. Commentariolum super theoricas novas planetarum Georgii Purbachii in studio generali Cracoviensi per Mag. Albertum de Brudzewo diligenter corrogatum A. D. MCCCCLXXXII. Post editionem principem mediolanensem A. MCCCCXCV ad fidem codicum praestantissimorum denuo edendum curavit Lud. Antonius Birkenmajer. Krakau 1900.
113. B. Bruhns. Die Weltanschauungen des Coppernikus und Giordano Bruno (Weltall 4, 1903, = Vorträge und Abhandlungen, herausgegeben v. d. Zeitschrift „Das Weltall" unter Leitung von F. S. Archenhold Heft 7).
114. Prof. Dr. v. Brunn. Geschichtliches vom Maiglöckchen. Düren 1937.
115. Giordano Bruno. La cena de la ceneri. 1584 (Die Angabe Venedigs als Druckort ist falsch; das Buch wurde in London gedruckt).
116. Giordano Bruno. De monade, numero et figura, seu de Universo et Mundis. Frankfurt 1591.

117. Nic. Bubnov. Gerberti postea Silvestris II papae Opera Mathematica (972—1003). Berlin 1899.
118. Is. Bullart. Academie des sciences et des arts. Paris 1682. Mit Lebensbeschreibungen und Bildnissen.
119. S. Buszczynski. Oświata w Polsce i u Niemców za czasów Kopernika. Posen 1873.
120. Abraham Calovius. Systema locorum theologicorum e Sacra potissimum Scriptura, et Antiquitate, nec non Adversariorum Confessione doctrinam, praxin, et Controversiarum fidei Cum Veterum, tum imprimis recentiorum pertractationem luculentam exhibens. T. III. Wittenberg 1659. (S. 1036—1049, Quaestio VII: Utrum terra moveatur et in orbem vertatur, an vero immobilis sit?)
121. Th. Campanella. Apologia pro Galileo, mathematico Florentino, Ubi disquiritur, utrum ratio philosophandi, quam Galileus celebrat, faueat sacris scripturis, an aduersetur. Frankfurt 1622.
122. Moritz Cantor. Nicolaus Koppernikus. (Neue Heidelberger Jahrbücher 9, 1899, S. 90—106).
123. M. Cantor. Vorlesungen über Geschichte der Mathematik. I—IV. Leipzig 1907—1908.
124. Martiani Minnei Felicis Capellae De nuptiis philologiae et Mercurii libri VIII. (Franc. Eyssenhardt. Martianus Capella. Leipzig 1866).
125. Angelo Capelli. Astrosophia Numerica, sive Astronomica Supputandi Ratio ... juxta Hypotheses ac Mensuras Isaacci Newtoni. Venedig 1733 bis 1737.
126. Giov. Ant. Caprini, S. J. Prolusio academica de motu trepidationis terrae mutato in illa centro gravitatis. Rom 1653.
127. S. H. Cardinael. Mathematische ofte Wisconstighe bewysredenen ... teghens Het ghevoelen van N. Copernicus. Amsterdam u. Haarlem 1635.
128. Paolo Casati, S. J. Terra Machinis mota. Rom 1655 und 1658.
129. G. H. Casembrot. Disputatio Philosophica de mundi systemate. Leiden 1694.
130. J. Cassini. Elemens d'Astronomie. Paris 1740.
131. J. D. Cassini. Les Elémens de l'Astronomie vérifiez. Paris 1684.
132. Exposition d'un nouveau Sisteme du monde plus surprenant et mieux prouvé que celuy de Copernic, contenu dans une lettre de M. de Castelet à Mr. de Saint-Yon (Journal des Scavans 1678 T. 6, S. 96—97, wo nur die Inhaltsangabe des 1678 bei E. Michallet in Paris gedruckten, aber nicht nachweisbaren Briefes).
133. Lettre de M. de Castelet à M. Mallement de Messange, sur les deux nouveaux systhèmes qu'ils sont inventez. Paris (ohne Jahr).
134. Andreas Cellarius. Harmonia macrocosmica seu atlas universalis et novus, totius universi cosmographiam generalem et novam exhibens. Amsterdam 1661 und 1708.
135. A. Celsius. Vortices Cartesiani, ut non-entia. Stockholm 1743.
136. Nils Celsius praes. O. Lidberg resp. De globo solari. Upsala 1722.
137. Censorini de die natali liber. Rec. Fr. Hultsch. Leipzig 1867.

138. Martin Chemnitius. Bericht vom newen Bäbstischen Gregoriano Calendario. 1584.
139. Scip. Chiaramonti. Antitycho ... in quo contra Tychonem Brahe .. demonstratur Cometas esse sublunares non coelestes. Venedig 1621.
140. Scip. Chiaramonti. Apologia ... pro antitychone suo adversus hyperaspistem Joannis Kepleri. Venedig 1626.
141. Scip. Chiaramonti (Claramontius). De Tribus Novis Stellis quae Annis 1572, 1600, 1604, comparuere libri tres. Caesena 1628.
142. Difesa di Scipione Chiaramonti da Cesena al suo Antiticone, e libro delle tre nuove stelle dall'oppositioni dell'autore de'Due massimi Sistemi Tolemaico, e Copernicano. Florenz 1633.
143. Scip. Chiaramonti. De sede sublunari cometarum, opuscula tria, in supplementum Anti-Tichonis cedentia. Amsterdam 1636.
144. Antiphilolaus Scipionis Claramontiis Caesenatis in quo Philolao redivivo de motu terrae, et Solis, ac fixarum quiete repugnantur. Cesena 1643.
145. Scip. Chiaramonti. Anticopernicus catholicus. Venedig 1644.
146. David Christiani. Disputatio de triplici mundi systemate, Ptolemaico, Copernicano et Tychonico. Marburg 1645.
147. David Christiani. Systema geographiae universalis. Marburg 1645.
148. David Christiani. Astronomia hassiaca, sive descriptio triplicis mundi systematis. Gießen 1651.
149. David Chytraeus. De tribus nostrae aetatis Caesaribus Augustis Carolo V, Ferdinando I, Maximiliano II. Orationes. Wittenberg 1583.
150. M. Tullius Cicero. Academici priores. (Academicorum reliquiae, Leipzig 1922).
151. Cicero M. Tullius Cicero. De re publica. Leipzig 1929.
152. Al. Cl. Clairaut. Théorie de la Figure de la Terre. Paris 1743.
153. Christoph. Clavius. Opera mathematica V tomis distributa. Druck: Mainz 1612.
154. Christoph Cnoll. Dialogus de Motu Terrae. Ein Gespräch eines Astronomi vnd Theologi von der Bewegung oder vmbwendung des Erdbodens. Brieg 1624.
154a. Jacobus Coccaeus. Epistola de mundi, quae circumferentur, systematis et novo alio certiore dialogismum paradoxa complexa. Amsterdam 1660.
155. Is. Collijn. Katalog der Inkunabeln der K. Universitätsbibliothek zu Upsala. Upsala und Leipzig 1907.
156. Universitati Lipsiensi saecularia quinta ... celebranti gratulantur Upsaliensis rector et senatus. Upsala 1909 (Insunt I. Collijn, Libri Thomae Werneri Lipsiensis quondam professoris, qui nunc Upsaliae in Bibliotheca Universitatis adservantur).
157. Guillaume de Conches. Philosophia (veröffentlicht als zweifelhaftes Werk des Beda von Migne in seiner Patrologia latina Vol. 90 S. 1127 bis 1178).
158. Conclusiones astronomicae restauratae. Coimbra 1627 (Disputationsanzeige im Sammelband 2° Math 203 der Univ. Bibl. München).

159. N. Copernicus. De hypothesibus motuum coelestium a se constitutis commentariolus, ed A. Lindhagen. Stockholm 1881.
160. Adolf Müller. „Nicolai Copernici de hypothesibus motuum coelestium a se constitutis commentariolus" übersetzt und durch Anmerkungen erläutert (Zeitschrift f. d. Geschichte u. Altertumskunde Ermlands 12 (1899) S. 359—382).
161. Edward Rosen. The Commentariolus of Copernicus. Osiris III (1937) S. 123—141. Englische Übersetzung.
161a. Three Copernican Treatises: The „Commentariolus" of Copernicus; The „Letter against Werner"; The „Narratio prima" of Rheticus. Translated with Introduction and Notes by Edward Rosen. (Record of Civilization No. 30). New York 1939.
162. Nikolaus Copernicus. De Lateribus et Angulis Triangulorum, tum planorum rectilineorum, tum Sphaericorum libellus. Druck: Wittenberg 1542.
163. Die Trigonometrie von Copernicus, übersetzt vom Oberlehrer Dr. Menzzer. Jahresbericht d. höheren Bürgerschule zu Halberstadt. 1857.
164. Nicolai Copernici Torinensis de revolutionibus orbium coelestium libri VI. Habes in hoc opere iam recens nato, et aedito, studiose lector, Motus stellarum, tam fixarum, quàm erraticarum, cum et ueteribus, tum etiam ex recentibus observationibus restitutos: et nouis insuper ac admirabilibus hypothesibus ornatos. Habes etiam Tabulas expeditissimas, ex quibus eosdem ad quoduis tempus quàm facillime calculare poteris. Igitur eme, lege, fruere. Klein-2° 203 Bl. Das Druckfehlerverzeichnis wurde nachträglich versandt. Nürnberg, Joh. Petreius 1543.
165. Nic. Copernicus. De Revolvtionibus Orbium Coelestium, Libri VI, in qvibvs stellarvm et fixarvm et erraticarvm motvs, ex veteribus atque recentibus observationibus, restituit hic autor. Praeterea tabulas expeditas luculentasque addidit, ex quibus eosdem motus ad quoduis tempus Mathematum studiosus facillime calculare poterit. Item, De libris Revolutionvm Nic. Copernici Narratio prima, per M. Georgium Joachimum Rheticum ad D. Joan. Schonerum scripta. 2° 6+213 Bl. Basel, Henr. Petri 1566.
166. Nic. Copernicus. Astronomia instaurata. 4° 487 S. Amsterdam 1617. Mit Erklärungen des Nic. Mulerius.
167. N. Copernici de Revolutionibus orbium coelestium libri VI, accedit G. Joachimi Rhetici Narratio prima, cum Copernici nonnnullis Scriptis minoribus nunc primum collectis, ejusque Vita (a Juliano Bartosziewicz), edidit latine et polonice J. Baranowski. 4°. Warschau 1854.
168. Nicolai Copernici Thorunensis De revolutionibus orbium caelestium libri VI. Ex auctoris autographo recudi curavit societas copernicana thorunensis. Accedit Georgii Joachimi Rhetici De libris revolutionum narratio prima. 30 S. + 1 Bl. + 294 S. 2°. Thorn 1873.
169. Nicolaus Coppernicus aus Thorn über die Kreisbewegungen der Weltkörper. Übersetzt und mit Anmerkungen von C. L. Menzzer. Herausgegeben von dem Coppernicus-Verein für Wissenschaft und Kunst zu Thorn 1879. Faksimiledruck. Leipzig 1939.

170. Nicolaus Coppernicus aus Thorn. Über die Umdrehungen der Himmelskörper. Aus seinen Schriften und Briefen. (Posener Drucke, herausgegeben von H. Rauschning, Nr. 1). Im Verlag der Deutschen Bücherei. Posen 1923.
Deutsche Uebersetzung von T. Schultheiß. Auswahl und Nachwort von Rauschning.

171. A. Koyré. Nicolas Copernic. Des Révolutions des orbes célestes. Paris 1934. 124 S.

172. A concise review of the Copernican system of Astronomy By Muoluwee Ubool Khuer Under the superintendance of W. Hunter, M. D. Kalkutta printed by P. Hubbard, At the Hindooslane Press 1807.

173. The Mejmua Shemsi. A summary of the Copernican system of Astronomy. Translated into the Persian, under the Superintendence of W. Hunter, M. Dr. A new edition. Kalkutta 1826. 8°.

174. Concerning the Writings and Discoveries of Copernicus (The Gentleman's Magazine and Historical Chronicle for the year 1797. Vol. 67, London 1797, S. 97—100).

175. Denkschrift zur Enthüllung des Copernicus-Denkmals zu Thorn. Herausgegeben vom Copernicus-Verein. Thorn 1853. Mit 2 Tafeln.

176. Copernicus. Sein Leben und seine Lehren. Berlin 1856. (Die Fortschritte der Naturwissenschaft in biographischen Bildern. 1. Heft. 8° 2 Bl. + 68 S.).

177. Kopernikus in Frauenburg. Volkssage. Gumbinnen. Gedruckt bei Wilhelm Krauseneck. 1868. 8° 16 S.

177a. Nicolaus Copernicus. (Läsning för Folket. Bd. 5. 1873).

178. Nicolaus Copernicus. Skizze seines Lebens und Wirkens sowie Nachrichten über die Erinnerungszeichen an ihn. Thorn 1873. Mit Porträt u. Abb.

179. Die 4. Säcularfeier der Geburt von Nicolaus Copernicus. Thorn 18. u. 19. Febr. 1873. 8° 206 S. Thorn 1874. Commiss. d. Weidnerschen Buchhandl. in Berlin.

180. Il quarto centenario di Niccolo Copernico nell'Università di Padova. 8°. Padua 1873.

181. Astronom. Unterredung über die Untrüglichkeit d. Kopern. Sonnensystems. St. Louis 1873.

182. Natalem Nicolai Copernici olim Universitatis Cracoviensis alumni, post elapsa quatuor saecula die 19 Februarii 1873 ... Insunt: pie celebrandum indicit Rector c. r. Universitatis Cracoviensis. N. Copernicus. Septem sidera, acc. de vita et scriptis N. Copernici commentatio a M. Radyminscio a. 1658 concinnata. Krakau 1873.

183. Discursos pronunciados en la sesion solemne que la Sociedad Mexicana de geografia y estadistica celebró nach noche del 5 de Julio de 1873, en commemoracion del eminente astronomo polaco Nicolás Copérnico. (Boletin del Instituto de geografia, serie IIIa. Mexico 1873, S. 335).

184. Copernicus: an International Journal of Astronomy, edited by Ralph Copeland and J. L. E. Dreyer. 3 vol. Dublin 1881—84.

185. Die Festfeier des Copernicus-Vereins anläßlich des 450. Geburtstages des Nicolaus Coppernicus. Am 19. Februar 1923. (Mitteil. d. Coppernicus-Vereins zu Thorn 31, 1923, S. 43—47).
186. Lwowski Komitet obchodu 450 rocznicy urodzin M. Kopernika. Mikolaj Kopernik. Marcin Ernst: Mikolaj Kopernik jako astronom — Lucjan Grabowski: Poprzednicy Kopernika w starożytności — Eustachy Zyliński: Kopernik jako matematyk — Ryszard Ganszyniec: Mikolaj Kopernik jako lekarz — Franciszek Bujak: Traktat Kopernika o monecie — Jan Kasprowicz: Mikolaj Kopernik: Siedm gwiazd — Wilhelm Bruchnalski: Mikolaj Kopernik jako universalista i autor poematu „Septem sidera" — Jerzy Kowalski: Kopernik jako filolog i pisarz laciński — Wiktor Hahn: Kopernik w poezji polskiej — Wilhelm Bruchnalski: Bibljografja Kopernikowska. Lwow-Warzawa 1924. 8° 247 S. mit Bildnis.
187. Feier zu Ehren von Kopernikus in Bologna 1936 Nov. 15 (Suppl. Band von Wiad. Matem. 43, 1937. Polnisch und ital. mit Beiträgen von Pio Emanuelli und G. Horn d' Arturo).
188. Heroen des Geistes im Deutschen Osten: Coppernicus-Kant. Heft 1. (Königsberg 1939). Inhalt u. a.: E. Przybyllok, Das Weltbild des Coppernicus. H. J. Schoenborn. Coppernicus der Deutsche. Besprechung in Zeitschrift f. Gesch... Ermlands 27 S. 298.
189. Handwörterbuch des Grenz- und Auslandsdeutschtums III, Lieferung 3, Breslau 1939, S. 313—315: Der Artikel „Nikolaus Koppernick" stammt aus meiner Feder, soweit es sich um die wissenschaftlichen Arbeiten des K. handelt.
190. Vinc. Coronelli. Ragione di Copernico sopra il secondo moto della terra chè l' annuale sotto l' Eclittica. Venedig 1693.
191. Corpus agrimensorum romanorum rec. C. Thulin. Leipzig 1913.
192. Costanzi. La chiesa e le dottrine copernicano. Rom 1893.
193. Peter Crüger. (Jacob Gerhard resp). De hypothetica systemate coeli disputatio publica... in Gymnasio Dantiscano. (Danzig) 1615.
194. Peter Crüger. De quotidiano Telluris in orbem revolutione, vulgo de primo mobili. 1616. (Nicht nachweisbar, wohl identisch mit dem vorhergehenden Druck.).
195. Peter Crüger. Astronomiae Liber Tertius s. Theoria Planetarum. Handschrift im Sammelband Cu 7225 der Techn. Hochschule Danzig (Bibl. d. Naturforsch. Gesellschaft Danzig).
196. Melch. Crugeri Disp. de immobilitate terrae. Wittenberg 1659.
197. Paul Crusius. Doctrina revolutionum solis, tam aequalium quam apparentium, methodica ratione fideliter conscripta. Druck: Jena 1567. Titelauflage Jena 1568.
198. Franz Cumont. La théologie solaire du paganisme romain. Mémoires de l'Académie des inscriptions et belles-lettres T. XII, P. II. Paris 1909.
199. O. Cuntz. Die Geographie des Ptolemaeus. Berlin 1923.
200. M. Curtze. Über die Handschrift R 4° 2, Problematum Euclidis explicatio, der Königl. Gymnasialbibliothek zu Thorn (Zeitschrift f. Math. u. Physik 13, Leipzig 1868, Suppl. S. 79—80).

201. Max. Curtze. Über einige Copernicus betreffende Handschriften der Vaticana. (Altpreußische Monatsschrift 6, Königsberg 1869, S. 88—89).
202. M. Curtze. Domenico Maria Novara da Ferrara. (Altpreußische Monatsschrift 6, Königsberg 1869, S. 735—743).
203. M. Curtze. Das Porträt des Copernicus in den Uffizien. (Altpreußische Monatsschrift 6, Königsberg 1869, S. 761—762).
204. M. Curtze. Über die Originalhandschrift des Copernicanischen Hauptwerkes De revolutionibus orbium coelestium libri VI. (Altpreußische Monatsschrift 9 (1872) S. 187—189).
205. M. Curtze. Über eine neue Copernicus-Handschrift. Nach einem Briefe des Direktors O. Struve in Polkowa. (Altpreußische Monatsschrift 10, Königsberg 1873, S. 155—162).
206. M. Curtze. Über das Exemplar der Ephemeriden des Joannes Stöfler von 1531 mit angeblichen Noten von des Copernicus Hand. (Altpreußische Monatsschrift 11, 1874, S. 278—279).
207. M. Curtze. Zur Entstehungsgeschichte der Revolutiones des Copernicus. (Archiv für Mathematik und Physik 56 (1874) S. 313—325 = Altpreußische Monatsschrift 11 (Königsberg 1874) S. 179—180).
208. M. Curtze. Hat Copernicus die Einleitung in sein Werk de Revolutionibus selbst gestrichen oder nicht? (Zeitschrift f. Mathematik und Physik, historisch-literarische Abt. 20 (1875) S. 60—62).
209. M. Curtze. Reliquiae Copernicanae. Mit 1 Tafel. Nach den Originalen zu Upsala herausgegeben. Leipzig 1875. (Zeitschrift f. Mathematik und Physik 19, Leipzig 1874, S. 76—82, 432—458; 20, Leipzig 1875, S. 221—248).
210. M. Curtze. Inedita Coppernicana (Mitteil. d. Coppernicus-Vereins Heft I und IV S. 1—9). Thorn 1876 u. 1882.
211. M. Curtze. Neue Copernicana aus Upsala. (Altpreußische Monatshefte 14 (Königsberg 1877) S. 476—482). Ital. Übersetzung durch A. Sparagna 1878).
212. M. Curtze. Zur Biographie des Rheticus. (Altpreuß. Monatsschrift 31, 1894, S. 491—496).
213. M. Curtze. Nicolaus Copernicus. Eine biograph. Skizze. Berlin 1899. 84 S. (Sammlung populärer Schriften, herausgegeben von der Gesellschaft Urania zu Berlin = Sonderdruck aus Himmel und Erde, Jahrgang 1899).
214. M. Curtze. Die „Canones Tabularum primi mobilis" des Joh. de Lineriis (Bibliotheca Mathematica III. F. 1, Leipzig 1900, S. 390—403).
Joh. Bapt. Cysat siehe Anhang G.
215. J. Czynski. Kopernik et ses travaux. Paris 1847.
216. H. Dathe. De immobilitate terrae. Gießen 1689.
217. Claudius Franciscus Milliet Dechales. S. J. Cursus seu mundus mathematicus. Leiden 1674 in 3 Büchern. Leiden 1690 in 4 Büchern.
217a. Giov. Ant. Delfino. Tractatus de globis coelestibus et motibus contra philosophorum et astrologorum sententiam pro veritate christiana. Bologna 1559.
218. Descartes (Cartesius). Principia philosophiae. Amsterdam 1644. Französische Übersetzung erschien in Paris 1701.

219. D e s i n g. Cosmographia 1724. Mü Un 2^0 Msc 511.
220. A. D e u s i n g. De vero systemate mundi dissertatio mathematica. Qua Copernici systema mundi reformatur: sublatis interim infinitis pene orbibus, quibus in systemate Ptolemaico humana mens distrahitur. Amsterdam 1643.
221. Georg Christoph D i b v a d, Dozent an der Universität Wittenberg. Commentarius in librum II Copernici. Druck: Wittenberg 1569. Nicht nachweisbar.
222. Herm. D i e l s. Die Fragmente der Vorsokratiker. Berlin 1922.
223. Leonhard D i g g e s. A Prognostication euerlastinge ... Lately corrected and augmented by Thomas Digges. A Perfit Description of the Caelestiall Orbes according to the most aunciente doctrine of the Pythagoreans, lately reuiued by Copernicus and by Geometricall Demonstrations approued. 1576. Ferner noch 6 Auflagen bis 1605.
224. Thomas D i g g e s. Alae seu Scalae Mathematicae. 1573.
225. A. L. D i s p e k. Mathemat.-begründetes Bedenken gegen das kopernikanische Weltsystem und Ehrenrettung des Tycho Brahe, wie auch des wörtlichen Sinnes der Bibel. Frankfurt 1822.
226. D i t t r i c h. Das Koppernikusdenkmal in Frauenburg. (Zeitschrift f. d. Geschichte u. Altertumskunde Ermlands 17, Braunsberg 1910, S. 483 bis 500. Mit Abbildungen des Denkmals).
227. Paolo D o n a t i. Theoriche overo Speculationi intorno alli Moti Celesti, nelle quali senza Eccentrici, Epicicli, Spire, Circitori, Revolventi o Deferenti, con novo Modo si solvano le Celesti Apparentie. Venedig 1575.
228. J. G. D o p p e l m a y r. Ausführliche Erklärung Über Zwey neue Homännische Charten, Als über das Systema Solare et Planetarium Copernico-Hugenianum, Und Europam Eclipsatam. Nürnberg, Joh. Bapt. Homann 1707.
229. Joh. Gabriel D o p p e l m a y r. Historische Nachricht Von den Nürnbergischen Mathematicis und Künstlern. Nürnberg 1730.
230. J. G. D o p p e l m a y r. Atlas novus coelestis. Nürnberg 1742.
231. Gabriel de D o u l l e n s (Dullendius). Tabulae Ambianenses seu Theoriae planetarum, tam in forma Tychonica quam Copernicana. Paris 1658.
232. J. D r e c k e r. Hermannus Contractus. Über das Astrolab (Isis 16, Bruges 1931, S. 200—219).
233. J. L. E. D r e y e r. Tycho Brahe (deutsche Übersetzung von M. Bruhns), Karlsruhe 1894.
234. J. L. E. D r e y e r. History of the planetary systems from Thales to Kepler. Cambridge 1906.
235. Guilleaume Saluste D u B a r t a s. Semaine. Paris 1578.
236. Jacques D u B o i s. Dialogus theologico-astronomicus in quo ventilatur quaestio astronomica, an terra in centro universi quiescat et sol aliaque luminaria coelestia circa eam moveantur, an vero sole quiescente, terra circa eam feratur, et ex sacris litteris terrae quietem, soli vero motum competere probatur. Leiden 1653.
237. Jacques D u B o i s. Liber de veritate et auctoritate S. Scripturae in naturalibus et astronomicis contra Christoph. Wittichium. Utrecht 1654.

238. Demonstratio mathematica ineptiarum et ignorantiae Jacobi du Bois in oppugnanda hypothesi Copernicana et philosophia Cartesiana. Rotterdam 1656.
239. J. B. Duhamel. Astronomia physica, seu de Luce, Natura, et Motibus Corporum Coelestium ... de Nova Systemate Mundi, quod Anonymus dudum proposuit. Paris 1660.
240. P. Duhem. Le système du monde. Paris 1913—1917.
240a. Bernhard Duhr S. J. Geschichte der Jesuiten in den Ländern deutscher Zunge. II. Freiburg 1913.
241. Jeanne de Dumée. Entretiens sur l'opinion, touchant la mobilité de la Terre. 4° Paris 1680. (Besprechung in Journal des Scavans 1680, S. 269).
242. N. Duret. Nouvelle théorie des planètes. Conforme aux observations de Ptolémée, Copernic, Tycho, Lansberge, tant anciens que modernes. Paris 1635.
243. Johann Eck. De vera Paschae ratione. Augsburg 1515.
244. Georg Christoph Eimmart. Breuis elucidatio sphaerae armillaris, ex aurichalco constructae, interius systema planetarum ex mente Copernici repraesentantis, edita cum praef. J. C. Sturmii. 4°. Altdorf 1695.
245. Elvius praes., Nic. Colliander resp. De praecessione aequinoctiorum copernicana. Upsala 1710.
246. Petrus Elvius praes, J. Wallander resp. De causis motuum caelestium. Upsala 1716.
247. Erläuterung von Verfassung und Gebrauch des in Kupfer vorgestellten künstlerischen Modelles eines systematischen Copernicani, so ao. 1744, in Elbing von Johann Fridrich Endersch erfunden worden. Nebst einer Anleitung, wegen eines 16 Zolligen Gregori-Newtonianischen Telescopii eben desselben Autoris, von Jacob Woit. Elbing 1745.
248. Dan. Erasmi Disputatio secunda de terrae motu et situ, continens curiosam et illustrem controversiam de paradoxa Copernici Hypothesi, et non modo probabiliter, sed et apodictice quoddammodo asserens non solem et coelum stellatum sed terram moveri. (Königsberg) 1680. Nächste Auflage: Dan. Erasmi ab Huldeberg. Opusculum iuventutis mathematica curiosa. Jena 1710 (Abdruck seiner 4 Schriften, darunter als II: De terrae rotunditate atque magnitudine, Praes. Barthol. Goldbach 1678 und III: De terrae motu et situ dissertatio .. praes. B. Goldbach).
249. Ad. Erman und H. Ranke. Ägypten und ägyptisches Leben im Altertum. Tübingen 1923.
250. Leonhard Euler. Theoria motuum planetarum et cometarum. Berlin 1744.
251. Faber. Ein Beitrag zur Lebens-Geschichte des Nicolaus Kopernikus. Mit 1 Faksimile. (Beiträge zur Kunde Preußens 2, 1819, S. 263—267).
252. S. I. H. Fabri. Dialogi physici, in quibus de motu terrae disputatur. Leiden 1665.
253. Giov. Fantuzzi (Elephantutius). Universi orbis structura, et partium eius principum motus et quies peripateticis principiis constabilita. Contra pravam quorundam astronomorum opinionem. Bologna 1638.

254. Ed. Fasbender. Die Kopernikanischen Sehnen- und Dreiecksberechnungen. Mit Taf. 1872 Prog. des Thorner Gymnasiums.
255. Ed. Fasbender. Festvortrag bei der 400jährigen Feier des Geburtstages des Nicol. Copernicus. Thorn 1873. Prog. des Thorner Gymnasiums.
256. A. Favaro: Die Hochschule Padua zur Zeit des Copernicus, deutsch von Curtze. Thorn 1881. (Mitt. des Coppernicus-Vereins zu Thorn III, Thorn 1881).
257. John. Feild. Ephemeris Anni. 1557. Currentis Iuxta Copernici et Reinhaldi Canones Supputatae.
258. (Giulio Ferrari?) Copernico. Poemetto astronomico. Lugano 1766.
259. G. Ferroni praes, Franc. Bianchini u. Ig. Rocca resp. Dialogo fisico astronomico contro il sistema Copernicano. Bologna 1683.
260. Marsilius Ficinus. De Sole. (Opera et quae hactenus extitere. Basel 1561).
261. Joh. Carl Fiedler. Mathemati. Demonstration des sogen. Systematis Copernicani mit seiner Central- und Circular-Bewegung nebst einer Kurtzen Erläuterung dieser Hypothese. Berlin 1744.
262. Thomae Fieni Epistolica Quaestio: An verum sit, coelum moveri et terram quiescere? London 1655.
263. Firmici Materni matheseos libri VIII. Leipzig 1897—1913.
264. Katalog der Handschriften der Universitätsbibliothek Erlangen (II. Band. Hans Fischer. Die lateinischen Papierhandschriften. Erlangen 1936).
265. C. Flammarion. Vie de Copernic et histoire de la découverte du système du monde. 12° 248 S. Paris, Didier 1872. (Polnische Übersetzung von F. Sulimierski, Warschau, Unger 1873).
266. C. Flammarion. L'Astronomie et ses fondateurs. Copernic et la découverte du système du monde. Paris (1898) 8° 253 S.
267. Erasmus Flock. Von dem jüngsten vnnd achten Cometen, deren, so von dem Jar M. D. XXXI an, biss auff das yetzig lauffend M. D. LVIII. Jar erschinen sein. Nürnberg, V. Neuber 1558.
268. W. Förster. Nicolaus Copernicus. Eine Festrede, gehalten zur vierhundertjährigen Feier des Geburtstages von Copernicus in der Aula der Universität zu Berlin am 17. Februar 1873. (Sammlung wissenschaftlicher Vorträge, Berlin 1876, S. 134—160).
269. Bernard Le Bovier de Fontenelle. Entretiens sur la pluralité des mondes. Paris 1686. Ferner noch 7 Auflagen bis 1800. Deutsche Übersetzung erschien in Leipzig 1698 mit 8 neuen Auflagen bis 1894, z. T. mit Anmerkungen Gottscheds und Bodes. Dänische Übersetzung erschien in Kopenhagen 1764. Holländische Übersetzung erschien in Amsterdam 1765.
270. Lettera del R. P. M. Paolo Antonio Foscarini Carmelitano sopra l'opinione de'Pittagorici e del Copernico della mobilità della terra e stabilità del sole, e del nuovo Pittagorico sistema del mondo. Neapel 1615.
271. Fotheringham. The Secular Acceleration of the Sun as determined from Hipparchus' Equinox Observations; with a note on Ptolemy's fale

equinox. (Monthly Notices of the R. Astronom. Society 78, London 1918, S. 406—423).
272. Erasmus Francisci. Das eröffnete Lust-Haus der Ober- und Nider-Welt. Nürnberg 1676.
273. Erich Frank. Plato und die sogenannten Pythagoreer. Halle 1923.
274. Walter Friedensburg. Geschichte der Universität Wittenberg. Halle 1917.
275. Nikodemus Frischlin. De astronomiae artis cum doctrina coelesti et naturali philosophia, congruentia ex optimisque scriptoribus collecta libri V. Frankfurt 1586. Ferner Frankfurt 1601.
276. Libert Froidmont. Anti-Aristarchus, sive Orbis terrae immobilis, liber unicus, in quo decretum S. congregationis S. R. E. Cardinal. an. 1616. adversus Pythagorisco-Copernicanos defenditur. Antwerpen 1631.
277. Libert Froidmont. Vesta, sive Ant. Aristarchi vindex adversus Jac. Lansbergium ..., in quo decretum S. Congregationis S. R. E. cardinalium anno 1616 et alterum anno 1633 adversus Copernicanos terrae motores editum uterum defenditur. Antwerpen 1634.
278. Nic. Fuller. Miscellanea Sacra. Leyden 1622.
279. H. Gray Funkhouser. A note on a tenth century graph (Osiris 1, Brügge 1936, S. 260—262).
280. Claude Gadroys. Le systeme du monde, selon les trois Hypotheses. Paris 1675.
281. Bartol. Galesi. De parallelo motu terrae et microcosmi. Bologna 1733.
282. Le Opere di Galileo Galilei. Edizione Nazionale. Florenz 1890—1909.
283. Gal. Galilei. Dialogo ... sopra i due massimi sistemi del mondo. Florenz 1632. Neue Auflage Florenz 1710.
284. Gal. Galilei. Systema cosmicum .. in quo quatuor dialogis, de duobus maximis mundi systematibus, Ptolemaico et Copernicano, utriusque rationibus philosophicis ac naturalibus indefinite propositis, disseritur. Ex italica lingua latine conversum, Accessit appendix gemina, qua SS. Scripturae dicta cum terrae mobilitate conciliantur. (Straßburg) 1635. Ferner noch 3 Auflagen in Leyden bis 1699, eine in London 1663 und eine in Florenz 1710.
285. Galileo Galilei. Dialog über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme, das ptolemäische und das kopernikanische. Übersetzt von E. Strauß. Leipzig 1891.
286. De Gamaches. Astronomie physique, ou principes généraux de la nature, appliqués au mécanisme astronomique, et comparés aux principes de la philosophie de M. Newton. Paris 1740.
287. J. Gass. Le portrait de Copernic à Strasbourg (Revue catholique d'Alsace 41 (1926) S. 75—78).
288. P. Gassend. Institutio astronomica juxta Hypotheses tam veterum quam Copernici et Tychonis. Paris 1647. Ferner noch 4 Auflagen bis 1683.
289. P. Gassend. Apologia in Jo. Bap. Morini Librum, cui Titulus, Alae Telluris fractae: Epistola IV. de Motu impresso a Motore translato, una cum III Galilaei epistolis de Conciliatione Scripturae S. cum Systemate Telluris Mobilis. Lyon 1649.

290. P. Gassend. Tychonis Brahei, Equitis Dani, astronomorum coryphaei, vita ... Accessit Nicolai Copernici, Georgii Peurbachii, et Joannis Regiomontani Astronomorum celebrium vita. Paris und Haag 1654 und 1655. Das Buch besteht aus 2 Teilen mit besonderer Seitenzählung.
291. Hareneus Geierbrand (Andreas Ehrenberg) Curiöse und Wohlgegründete Gedancken Von mehr als einer Bewohnten Welt Vernünfft — und deutlich vorgestellet. Jena 1714.
292. Gemmae Frisii medici et mathematici De radio astronomico. Antverpiae 1545.
293. Cosmographia, siue Descriptio vniuersi Orbis, Petri Apiani et Gemmae Frisii. Antverpiae 1584 (S. 354—388 De Astrolabio Catholico).
294. B. Gerasimowicz. Die kopernikanische Revolution (ukrainisch). Charkow 1923.
295. Melchior Gerlach. Oratio de sole. Druck: Wittenberg 1589.
296. Konrad Gesner. Pandectarum sive Partitionum universalium libri XXI. Zürich 1548.
297. Konrad Gesner. Bibliotheca instituta et collecta. Zürich 1583.
298. Nic. Gigalski. Nicolaus Copernicus und Allenstein. VIII + 91 S. Allenstein 1907.
299. W. Gilbert. De Magnete, Magneticisque Corporibus, et de Magno magnete tellure; Physiologia nova 1600.
300. B. Ginzburg. The scientific value of the Copernican induction. (Osiris 1, Bruges 1936, S. 303—313).
301. F. K. Ginzel. Handbuch d. mathematischen u. technischen Chronologie. I—III. Leipzig 1906—14.
302. Franc. Giuntini (Junctinus). Commentaria in tertium et quartum capitulum Sphaerae Jo. de Sacro Bosco. Lyon 1577.
302a. Franc. Giuntini. La Sfera del Mondo. Lyon 1582.
302b. Ernst Goldbeck. Der Mensch und sein Weltbild. Leipzig 1925.
303. J. Chr. Gottsched. Gedächtnisrede auf den unsterblichen verdienten Domherrn in Frauenberg Nicolaus Copernicus, als den Erfinder des wahren Weltbaues. Leipzig 1743. Auch in Gottscheds 1749 in Leipzig erschienenen Gesammelten Werken abgedruckt.
304. G. A. Gourev. L'hérésie de Copernik autrefois et aujourd'hui. Moskau 1938. 3. Auflage. 292 S.
305. J. Grandami. S. J. Nova demonstratio immobilitatis terrae petita ex virtute magnetica. La Flèche 1645.
306. Abbé Grandidier. Essais historiques et topographiques sur l'église cathédrale de Strasbourg. Straßburg 1782.
307. G. J. s'Gravesande. Philosophiae Newtonianae institutiones, in usus academicos. Leiden u. Amsterdam 1728. 8°.
308. G. J. s'Gravesande. Oeuvres philosophiques et mathématiques. Amsterdam 1774. Darin II S. 298—310: Lettre à M. Saurin sur le mouvement de la Terre, welche Abhandlung 1774 in Leipzig unter dem Titel „Biblisch-astronomische Abhandlung, dass die Copernicanische Meynung vom Weltbau der heiligen Schrift nicht entgegen sei" erschien. Jacque Saurin hatte die Abhandlung für seine Dissert. sur la bible erbeten.

Diese Dissert. sind nicht erschienen, aber die Sermons sur divers textes de l'Écriture sainte, Haag 1708—25, wo aber die Abhandlung fehlt.

309. David Gregory. Exercitatio geometrica de Dimensione Figurarum. Edinburgh 1684.

310. David Gregory. Astronomiae physicae et geometricae elementa. Oxford 1702 und Genf 1726. Eine englische Übersetzung erschien 1715 und 1726.

311. James Gregory. An Account of a controversy betwixt Stephan de Angelis and Giov. Bapt. Riccioli concerning the motion oft the earth. (Philosoph. Transactions 1668, S. 693).

312. D. Ritter v. Grün. Über das ptolomäische und copernicanische Weltsystem. Mit 7 Tafeln. Wien 1875.

313. Medauro Grulla. Arte de gobernar la relojes por la equacion del tiempo. Segunda edicion, con la explicacion de los circulos de la esfera y una descripcion historial del sistema copernicano, Madrid 1792.

314. Christ. Gruneb ergii Dissert. de systemate mundi Copernicaeo. Witteb. 1665. 4°.

315. S. Gschwander. Ptolemäus, Copernicus, Keppler, Newton. Laplace, Kant. Entwicklungsgang der Astronomie. Wien 1859. 4°.

316. S. Günther. Die Anfänge und Entwickelung des Coordinatenprincipes. Abhandl. d. Naturhistor. Gesellschaft zu Nürnberg VI, 1877, S. 1—50.

317. Siegmund Günther. Der Wapowski-Brief des Coppernicus und Werners Tractat über die Praezession. (Mitt. d. Coppernicus-Vereins II. Thorn 1880).

318. S. Günther. Peter und Philipp Apian, zwei deutsche Mathematiker u. Kartographen. (Abhandl. d. K. Böhm. Gesellschaft d. Wissenschaften VI. F. 11. Band) Prag 1882.

319. S. Günther. Der bayerische Staatskanzler Herwart von Hohenburg. (Jahrbücher für Münchner Geschichte 3 (Bamberg 1889) S. 183 ff.).

320. Otto de Guericke. Experimenta Nova Magdeburgica. Amsterdam 1672.

321. Guldin. Dissertatio physico-mathematica de motu terrae ex mutatione centri gravitatis ipsius proveniente. Wien 1622.

322. R. T. Gunther. Early science in Oxford. Vol. II. Oxford 1923.

323. Ch. G. Guttmann. Vernünfftige Gedancken über die neue Cometenlehre des Rector Johann Heyns zu Altbrandenburg so er in seinem Versuch einer Betrachtung über die Cometen vorgetragen nebst einem Beweis von dem Umschwunge der Erde und der andern Planeten wider dem Whistonischen Schöpfungstage. Leipzig 1744.

324. T. Haebler. Über 2 Stellen in Platons Timaeus und im Hauptwerk von Coppernicus. Grimma 1898. 4° 26 S. (Abhandlung zum Jahresberichte der Fürsten- und Landesschule zu Grimma 1898).

325. G. K. Theodosius Haesel. Perspectiva, darinnen der verborgene verstand, nebenst einem Tabell aller mathematischen wissenschaften ... nach Copernici und Kepleri meinung zu finden. Leipzig 1652. 4°.

326. Joh. Georg Hagelganss. Vorstellung des Welt-Gebäudes. Frankfurt 1736.

327. Joh. Georg Hagelganss. Architectura cosmica eclectica et enucleata. Oder: Vorstellung des Welt-Gebäudes. Frankfurt 1736.
328. Joh. Georg Hagelganss. Architecturae cosmicae eclecticae et enucleatae complementum Oder Des .. Welt-Gebäudes Fernere Bestättigung. Frankfurt 1744.
329. J. G. Hagen. La rotation de la terre. Ses preuves méchaniques anciennes et nouvelles. (Specola Astronomica Vaticana I) Rom 1911.
329a. K. R. Hagenbach. Leonhard Euler, als Apologet des Christenthums. Basel 1851. (Einladung. Die Promotionsfeier des Pädagogiums).
330. J. J. Hainlin. Synopsis Mathematica Universalis. Tübingen 1653. Eine englische Übersetzung erschien 1709 in London.
331. M. Chr. Hanow. Preußische Sammlung allerley bisher ungedruckten Urkunden, Nachrichten und Abhandlungen. III, Danzig 1749—50.
332. J. Harris Description and Use of the Globes and the Orrery. London 1719. Ferner noch 9 Auflagen bis 1768.
333. Christoph Hartknoch. Alt- und Neues Preußen. Frankfurt u. Leipzig 1684, S. 370: kurze Angaben mit Abb. des Grabmals.
334. Michaelis Hauemanni Astrea, siue epitome sideralis scientiae, in qua de hypothesibus astronomorum concise disseritur, globus coelestis probe exponitur, apparentiae aethereae famosiores iucunde demonstrantur. 4°. Stade 1684.
335. Thomas Heath. Aristarchos of Samos. Oxford 1913.
336. J. A. Heddewigen. De Terra ejusque immobilitate, dissertatio in qua Copernici, Gilberti, Cartesiique placita excutiuntur. Leipzig 1683.
337. Isak Heilbronner. Die mathematisch-naturwissenschaftliche Anschauung des Josef Salomo Medigo. Diss. Erlangen 1913.
338. H. R. Hein. Einige Denkmäler von Nicolaus Copernicus auf dem Schloß zu Allenstein. (Preußisches Archiv 7, 1796, S. 706—727).
339. Heis. Unbekanntes Manuskript des Nic. Copernicus. (Wochenschrift f. Astronomie, Meteorologie und Geographie 16, 1873, S. 168).
340. Robert Henseling. Nikolaus Kopernikus. (Die Großen Deutschen. Neue Deutsche Biographie. Berlin 1935. S. 503—519.)
341. Joh. Herbinius. De solis vel telluris motu controversiae examen theolog.-philos. ad Sanctam Normam institutum. Utrecht 1655.
342. R. Heuer. Das Thorner Coppernicus-Denkmal und sein Schöpfer Friedrich Tieck. (Mitteilungen des Copernicus-Vereins zu Thorn 28, Thorn 1920.) Mit Abb. des Denkmals, der Statue allein und der Coppernicus-Statue des G. Bläser.
343. Joh. Hevelius. Selenographia sive Lunae Descriptio. Danzig 1647.
344. Fr. Hipler. Des ermländischen Bischofs Johannes Dantiscus und seines Freundes Nikolaus Kopernikus Geistliche Gedichte. Münster 1857.
345. Fr. Hipler. Nikolaus Kopernikus und Martin Luther. (Zeitschrift f. d. Geschichte u. Altertumskunde Ermlands 5, Braunsberg 1868, S. 475 bis 549).
346. Fr. Hipler. Analecta Warmiensia. (Zeitschrift f. d. Geschichte u. Altertumskunde Ermlands 5, Braunsberg 1870—74, S. 316—488).

347. Franz Hipler. Spicilegium Copernicanum: Festschrift des historischen Vereins für Ermland zum vierhundertsten Geburtstag des ermländischen Domherrn Nikolaus Kopernikus. Braunsberg 1873.
348. F. Hipler. Die Biographen des Nikolaus Kopernikus. (Altpreußische Monatsschrift 10, Königsberg 1873, S. 193—218).
349. Fr. Hipler. Die Portraits des Nikolaus Kopernikus. (Mitteil. des Ermländischen Kunstvereins 3 (Leipzig 1875) S. 73—161). Auszug daraus: Bildnisse des N. Kopernikus (Der Katholik 55 (1875) I, S. 423—429).
350. Fr. Hipler. Kopernikus in Bologna. (Altpreußische Monatsschrift XIII, Königsberg 1876, S. 262—270).
351. F. Hipler. Die Chorographie des J. Rheticus. (Zeitschrift f. Math. und Physik 21, Leipzig 1876, Historisch-literarische Abt. S. 125—150.) Mit Abdruck der Chorographie und des Begleitbriefes v. 28. 8. 1541.
352. Franz Hipler. Die Vorläufer des Nikolaus Coppernicus, insbesondere Celio Calcagnini. (Mitteilungen d. Coppernicus-Vereins f. Wissenschaft u. Kunst zu Thorn, Heft 4, S. 49—80), Thorn 1882.
353. F. Hipler. Eine Tabelle zur Bestimmung des Anfanges der kirchlichen Vesperzeit im Ermland von Nicolaus Coppernicus. (Pastoralblatt f. d. Diöcese Ermland 26 (1894), S. 10—11).
354. Fr. Hipler. Coppernicanische Miscellen. (Ermländisches Pastoralblatt 26 (1894) S. 62).
355. M. Joh. Hoeckelshoven, Siles. Vratislav. Lateinische Vorlesung über Himmel und Erde. Geschrieben von Mich. Just 1601 (Zittau Stadtbibl. Msc. B. 106).
356. E. Hoffmann. Das Weltsystem des Nicolaus Kopernikus nachgewiesen. (Kathol. Broschürenverein IV, 6 u. 7), Frankfurt 1868.
357. Ernst Hoffmann. Das Universum des Nikolaus von Cues. (Sitz. Ber. Heidelberger Akad. d. Wiss. Philos. histor. Kl. 1929/30. 3. Abh.), Heidelberg 1930.
358. Samuel Christ. Hollmann, Praes. J. Ph. Groß resp. Dissertatio philosophica prior De obligatione astronomi christiani erga scripturam S. in academia Wittebergensi. Wittenberg 1725. 4° 1 Bl. + 92 S. (Dissertatio posterior Respondente Alberto Elers S. 39—92).
359. Max Holz. Pro cassia fistula doctori Nicolao Koppernic. (Zeitschrift f. d. Geschichte Ermlands XXV, 1933, Heft I, S. 233—237).
360. R. Hooke. An attempt to prove the motion of the earth from observations. London 1674.
361. Christ. Casp. Hoppenstedt. De machina planetaria sive de hypothesi copernicana singulari machina illustrata editum cum annexis quibusdam epistolis. Helmstedt 1714.
362. Christianus Horrebow. De parallaxi fixarum annua, et rectascensionibus, quam post Roemerum et Parentem demonstrat... 4° Kopenhagen 1747.
363. P. Horrebow. Clavis Astronomiae sive astronomiae pars physica. Kopenhagen 1725. Mit Tafeln. Neue Auflage 1730.
364. P. Horrebow. Copernicus triumphans, siue de parallaxi orbis annui tractatus epistolaris. 4° Kopenhagen 1727.

365. P. Horrebow. Basis astronomiae. Kopenhagen 1735.
366. J. Horrocks. Astronomia Kepleriana defensa et promota, London 1672. Ferner noch 2 Auflagen 1673 und 1678 unter dem Titel: Opera posthuma.
367. J. C. Houzeau et A. Lancaster, Bibliographie générale de l'astronomie. Brüssel 1882—87.
368. E. Howard. Copernicans of all sorts, convicted. London 1705.
369. Dr. Hermann Hüssener. Des Copernicus Gründe für die Bewegung der Erde. (K. Wilhelms-Gymnasium in Berlin XIV. Jahresbericht. Berlin 1874).
370. Fr. Hultsch. Hipparchos über die Größe und Entfernung der Sonne. (Sitz.Ber. Akad. d. Wiss. Leipzig Philol. hist. Cl. 52, Leipzig 1900, S. 169 bis 200).
371. James Hume. Spheres de Copernic et Ptolomee avec l'usage des Tables Spheriques de Regiomontanus. Paris 1637. Neue Auflage 1639.
372. Bonde Humerus praes, J. Fornell resp. De situ et officiis circuli aequinoctialis. Lund 1706.
373. Karl Hunrath. Des Rheticus Canon doctrinale triangulorum und Vieta's Canon mathematicus. (Abhandl. z. Geschichte d. Mathematik 9, Leipzig 1899, S. 211—241).
374. Chr. Huygens. Descriptio horologii planetarii. 1703.
375. Christian Huygens. Cosmotheoros, sive de Terris Coelestibus, earumque ornatu, conjecturae. Haag 1698.
375a. Chr. Huygens. Oeuvres complètes. Haag 1888—1937.
376. Hygini Gromatici constitutio limitum (C. Thulin. Corpus agrimensorum romanorum. Leipzig 1913, S. 131—171).
377. Hypothesis physica nova, qua phoenomenorum natura plerorumque causae ab unico quodam universali motu, in globo nostro supposito neque Tychonicis neque Copernicanis aspernendo repetuntur. Mainz 1671.
378. Hypotyposes orbium coelestium, congruentes cum tabulis Alfonsinis et Copernici, seu etiam tabulis Prutenicis. Druck: Straßburg (1568). Ein Nachdruck mit geändertem Titel erschien 1573 in Köln bei P. Horst.
379. J. Al. Jablonowski. De astronomiae ortu atque progressu et de coelesti systemate opus astronomico-historicum. Romae (1763).
380. J. Al. Jablonowski. De astronomiae ortu atque progressu et de telluris motu, opus astronomico-historicum. Gedani excusum ex originali Romano. (1763).
381. W. H. s'Jacob. Examen celebratissimi hodie Systematis Cosmici Copernicani. Utrecht 1750.
382. W. H. s'Jacob. Verh. over het hedendaags zeer beroemde Wereltgestel van Copernicus. Utrecht 1750.
383. Oligerus Jacobaeus. Museum Regium seu Catalogus... Christiani Quinti. Kopenhagen 1696.
384. Max Jacobi. Nicolaus von Cusa und Leonardo da Vinci, zwei Vorläufer des Nicolaus Coppernicus. (Altpreußische Monatsschrift 39, 1903, 153—167).

385. Max Jacobi. Cyrano de Bergerac als Vertreter des coppernicanischen Weltsystems. (Weltall 13, 1903, S. 198—200).

386. Max Jacobi. Otto von Guericke als Astronom und Meteorologe. Eine Studie für Geschichte der coppernikanischen Weltanschauung. (Altpreußische Monatsschrift 39, 1903, S. 597—606).

387. L. Ideler. Das Verhältnis des Copernicus zum Alterthum. (Vortrag in der öffentlichen Versammlung der philomathischen Gesellschaft zu Berlin am 4. April 1810 und abgedruckt im Museum der Alterthums-Wissenschaft 2 S. 391—454 und im Archiv für Geographie, Historie, Staats- und Kriegskunst 2 (1811) S. 193—195. Auszug in Zachs Monatlicher Correspondenz zur Beförderung der Erd- und Himmelskunde 23, Gotha 1811, S. 79—89).

388. Melchior Inchofer. S. J. Tractatus syllepticus, in quo, quid de terrae solisque motu vel statione, secundum S. Scripturam et sanctos patres sentiendum, quave certitudine alterutra sententia tenenda sit, breviter ostenditur. Rom 1633.

389. Index librorum prohibitorum Sanctiss. Domini Nostri Pii Septimi pontificis maximi jussu editus. Rom 1819. Letzte Index-Ausgabe mit Verbot der Bücher des Coppernicus, Kepler und derjenigen, welche die Erdbewegung lehren.

390. Melchior Jöstel. Lunae deliquium ad hunc Christi annum 1599 Januarij D. 31. Wittenberg 1599.

391. Francis R. Johnson. Astronomical Thought in Renaissance England. Baltimore 1937.

392. Grante d'Iverk. Nouvelle Théorie des Mouvemens de la Terre et de la Lune. 1740.

393. Engelbert Kaempfer. Am Hofe des Großkönigs von Isfahan, herausgegeben von W. Hinz. Leipzig 1941.

394. F. Kaltenbrunner. Die Vorgeschichte der Gregorianischen Kalenderreform. (Sitz. Berichte d. phil.-hist. Cl. d. Akad. d. Wiss. LXXXII, Wien 1876, S. 289—414).

395. F. Kaltenbrunner. Die Polemik über die gregorianische Kalenderreform. (Sitz.Berichte d. phil.-hist. Cl. d. Akad. d. Wiss. 87, Wien 1877, S. 485—586).

396. F. Kaltenbrunner. Beiträge zur Geschichte der Gregorianischen Kalenderreform. (Sitz.Ber. Akad. d. Wiss. Wien 97, 1880).

397. Im. Kant. Untersuchung der Frage, ob die Erde in ihrer Umdrehung um die Achse, wodurch sie die Abwechselung des Tages und der Nacht hervorbringt, einige Veränderung seit den ersten Zeiten ihres Ursprunges erlitten habe und woraus man sich ihrer versichern könne, welche von der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin zum Preise für das jetzt laufende Jahr aufgegeben worden. (Kant's gesammelte Schriften. Herausgegeben von der K. Pr. Akad. d. Wiss. I, Berlin 1910, S. 183 bis 191; zuerst erschienen in Wöchentl. Königsbergischen Frag- und Anzeigungs-Nachrichten 1754 Nr. 23 u. 24).

398. Im. Kant. Die Frage, ob die Erde physikalisch veralte, physikalisch erwogen.. (Kant's Gesammelte Schriften... S. 193—213; zuerst erschienen in Wöchentl.... Nr. 32—37).
399. Immanuel Kant. Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels... 8°. Königsberg 1755.
400. Karlinski. Zywot Kopernika i jego naukowe zasługi. Krakau 1873.
401. Barth. Keckermann. Systema astronomiae compendiosum. Hanau 1611. Ferner 3 Auflagen bis 1621.
402. John Keill. Introductio ad veram astronomiam sive lectiones astronomicae habitae Oxoniae. London 1718.
403. P. Kempf. Untersuchungen über die Ptolemäische Theorie der Mondbewegung. Diss. Berlin 1878.
404. Joannis Kepleri astronomi opera omnia. Ed. Ch. Frisch. 8 Bde. Druck: Frankfurt u. Erlangen 1858—1871.
405. Bibliographia Keplerіana. Ein Führer durch das gedruckte Schrifttum von Johannes Kepler... herausgegeben von Max Caspar. München 1936.
406. Johannes Kepler. Gesammelte Werke. Herausgegeben... unter der Leitung von Walther von Dyck u. Max Caspar. Bd. 1—3 u. 6. München 1937—1940.
407. Joh. Kepler. Prodromus Dissertationum cosmographicarum continens Mysterium cosmographicum. Druck: Tübingen 1596. Die erweiterte Ausgabe erschien 1621 in Frankfurt.
408. Joh. Kepler. Mysterium cosmographicum. Das Weltgeheimnis. Übersetzt und eingeleitet von Max Caspar. Augsburg 1923.
409. Joh. Kepler. Ad Vitellionem Paralipomena, quibus astronomiae pars optica traditur. Frankfurt 1604.
410. Joh. Kepler. De stella nova. Prag und Frankfurt 1606.
411. Joh. Kepler. Astronomia nova. (Heidelberg) 1609.
412. Joh. Kepler. Neue Astronomie. Übersetzt und eingeleitet von Max Caspar. München-Berlin 1929.
413. Joh. Kepler. Dissertatio cum nuncio sidereo. Prag 1610. Ferner 4 Nachdrucke bis 1665.
414. Joh. Kepler. Dioptrice seu Demonstratio eorum quae visui et visilibus propter Conspicilla non ita pridem inventa accidunt. Augsburg 1611.
415. Joh. Kepler. Ephemerides novae motuum coelestium (für die Jahre 1617—1636). Linz und Sagan 1617—1630.
416. Joh. Kepler. Epitome astronomiae copernicanae. Linz u. Frankfurt 1618—1621.
417. Joh. Kepler. Harmonices mundi libri V. Linz 1619.
418. Joh. Kepler. Weltharmonik. Übersetzt und eingeleitet von Max Caspar. München-Berlin 1939.
419. Joh. Kepler. Tabulae Rudolphinae. Ulm 1627.
420. Athan. Kircher, S. J. Iter extaticum. Rom 1656—57.
420a. Georg Kaspar Kirchmair praes, Jo Mart. Miller resp. Pro hypothesi Tychonica, contra Copernicum, terram moveri, sidera quiescere. Wittenberg 1658.

421. Adolf Kistner. Im Kampf um das Weltsystem (Kopernikus und Galilei) Voigtländers Quellenbücher Band 39 (1912) mit auszugsweiser Übersetzung der Revolutiones.
422. Melchior Klayber. Praecepta de nova supputandorum motuum coelestium ratione. Wien 1569.
423. Friedrich Klee. Die Geschichte der Physik an der Universität Altdorf bis zum Jahre 1650. Diss. Erlangen 1908.
424. M. Knapp. Antiskia. Basel 1927.
424a. Otto Knopf. Die Astronomie an der Universität Jena von der Gründung der Universität im Jahre 1558 bis zur Entpflichtung des Verfassers im Jahre 1927. (Beiträge zur Geschichte der Universität Jena Heft 7) Jena 1937.
425. F. Köhler. Nikolaus Kopernikus. Ein Beitrag zum Problem des Genies. (Geisteskultur. Monatshefte der Comeniusgesellschaft 37, 1928, S. 255 bis 260).
426. Karl Kohl. Über den Aufbau der Welt nach Ibn al Haitam. (Sitz.Ber. d. Physikal. medizin. Sozietät in Erlangen 54 + 55, Erlangen 1925, 140 bis 179).
427. Gottf. Kohlreif Chronologia Sacra, a mundo condito usque ad ipsius interitum. 8°. Hamburg 1724.
428. J. Kolberg. Ermland im Kriege des Jahres 1520. (Zeitschrift f. d. Geschichte u. Altertumskunde Ermlands 15, Braunsberg 1904—05, S. 209 bis 390, 481—578).
429. J. Kolberg. Eine Koppernikus-Reliquie. (Wissenschaftliche Beilage zur Germania. Jahrgang 1906 Nr. 11).
430. D. Kotsakis. Die Astronomie in Griechenland am 18. Jahrhundert. (Meddelande från Lunds Astronomiska Observatorium II, 101). Lund 1939.
431. J. Kowalczyk. Mikolaj Kopernik i jego uklad swiata. (Warschau 1873.
432. Warschau St. Bibl. Lat. Q. IX. 10 Gottlob Krantz Rector Elisabethan. Wratislav. Collegium Sphaericum 1713 VII 10—X 22 habitum. Anhänger des Coppernicus. Sehr ähnlich seine Vorlesung von 1715. (Lat. Q. IX. 8).
433. Georg. Krókowski. De Septem Sideribus quae Nicolao Copernico vulgo tribuuntur. Krakau 1926.
434. Ad. Krzyzanowski. Akademja Krakowska od r. 1400. Mikolaj Kopernik ... jubileuszowe 1545—1843. Warschau 1844.
435. F. X. Kugler. Die Babylonische Mondrechnung. Freiburg 1900.
436. F. X. Kugler. Sternkunde und Sterndienst in Babel. 1907—1913.
437. Otto Kuttner. Kants Copernicanismus auf die Begriffe Notwendigkeit und Freiheit angewandt. (Altpreußische Monatsschrift. N. F. XXII, Königsberg 1885, S. 618—636).
438. V. E. L. Inquisitio nova in sententiam Copernicanam de motu terrae ac quiete Solis, lemmatibus quibusdam comprehensa, cum melioris hypotheseos Astronomicae indicio. Analecta ex omni meliorum literarum genere .. evulgat Societas caritatis et scientiarum. 4° (Leipzig) 1725. I Nr. 5, S. 129—158. (Inhaltsangabe in Neue Zeitungen 1725, S. 397—400).

439. Francis Lamb. Copernican sphere of twenty inches diameters, comprehending the general and particulars spheres in one: being a new invention. London um 1670.

439a. Francis Lamb. Astroscopium, or two hemispheres containing all the northern and southern constellations, projected upon the poles of the world. London 1673.

440. J. H. Lambert. Cosmologische Briefe über die Einrichtung des Weltbaues. Augsburg 1761.

441. Ph. Lansberg. Progymnasmatum astronomiae restitutae Liber I de motu solis. Middelburg 1619.

442. Ph. Lansberg. Bedenckningen op den Dagelyckschen, ende Jaerlyckschen loop van den Aerdt-Cloot, Mitsgaders Op de ware af-beeldinghe des sienslijcken Hemels. Middleburg 1629 und 1650.

443. Ph. Lansberg. Commentationes in motum terrae Diurnum, et Annuum et in verum Adspectabilis Coeli typum, in quibus ostenditur, Diurnum Annuumque Motum, qui apparet in Sole et Caelo, non deberi Soli aut Coelo, sed soli Terrae ... ex Belgico Sermone in Latinum versae a M. Hortensio, cum Praefatione, in qua Brahaeana fundamenta examinantur, et cum Lansbergiana Astronomiae Restitutione conferentur. Middelburg 1630 und 1651.

444. Ph. Lansberg. Uranometriae libri tres. In quibus lunae, solis, et reliquorum planetarum et inerrantium stellarum distantiae a terra, et magnitudines, hactenus ignoratae perspicue demonstrantur. Middelburg 1631.

445. Apologia pro Commentationibus Ph. Lansbergii in motum Terrae diurnum et Annuum. Adversus Lib. Fromondum .. et Jo. Bapt. Morinum. Middelburg 1633.

446. P. S. Laplace. Exposition du Système du Monde. Paris 1796. Ferner noch 4 Auflagen bis 1824. Englische Übersetzungen erschienen 1809 und 1830.

447. J. Leclerc (Clericus). Opera philosophica. Amsterdam 1698.

447a. Sébast. Leclerc (Clericus). Nouveau système du monde, conforme à l'écriture sainte. Paris 1706.

448. Albert Leoninus (van Leeuwen). Theoria motuum coelestium referens doctrinam Copernici ad mobilitatem solis eamque sequentes Hypotheses cum nova de motu ipsius terrae sententia et Hypothesi. Druck: Köln 1583.

448a. Libros del saber de astronomia del rey D. Alfonso X de Castilla. T. III. Madrid 1864.

449. Fort. Liceti. De terra unico centro motus singularum Coeli partium Disputationes. Utini 1640.

450. G. C. Lichtenberg. Nicolaus Kopernicus. (Pantheon der Deutschen III. T., Leipzig 1800, mit Titelbild des A. Karcher; Abdruck in Lichtenbergs Physikalischen und mathematischen Schriften, Göttingen 1803, und in Lichtenbergs Vermischten Schriften Bd. VI, Göttingen. Auszug daraus: Kries, Über das Denkmal des Copernicus. (Zachs Monatliche Correspondenz 2, 1800, S. 284—289)).

451. Jo. Georg Liebknecht praes. Frid. Wilhelm Marquard resp. Dissertatio cosmographica de Harmonia corporum mundi totalium nova ratione in numeris perfectis generatim definita. Gießen (1718).
452. F. Lindemann und P. Schwenke. Coppernicana. (Altpreußische Monatsschrift, 30, 1893, S. 495—500,673).
452a. Albrecht Linemann. Disputatio mathematica theorematica adstruens motum diurnum telluri vindicandum esse. Königsberg 1635.
453. A. Linsmeier und C. Th. Isenkrahe. Die Coppernicanische Hypothese und die Sinnestäuschungen. (Philosophisches Jahrbuch 4 (1891) S. 1—8; 7 (1894) S. 408—423).
454. Dan Lipstorpius praes, Balth. Jawert, Lubecens., resp. De Copernicano mundi systemate et terrae motu triplici exercit. II. Rostock 1652.
455. D. Lipstorpius. Copernicus redivivus seu de vero Mundi systemate, Liber singularis. Leiden 1653.
456. Georg Lösche. Joh. Mathesius. Ein Lebens- und Sitten-Bild aus der Reformationszeit. Gotha 1895.
456a. Karl Lohmeyer. Nikolaus Koppernikus (Historische Zeitschrift 57, München 1887, S. 1—29).
457. Christian Severin Longomontanus. Astronomia Danica. Amsterdam 1622 und 1640.
458. Lothar. Einleitung In Weitere Untersuchung Einiger Bisher vor richtig gehaltener nun aber vor unrichtig befundener, und dagegen gesetzter Neuer Meinungen aus der Philosophie. Leipzig 1733.
459. P. Luckey. Zur älteren Geschichte der Nomographie (Unterrichtsblätter für Mathematik und Naturwissenschaften 29 (1923) S. 54).
460. J. Lulofs. De Zegepraalende Copernicus. Zutphen 1741.
461. Lud. Janus. Macrobii Ambrosi Theodosii Opera, Vol. I. Prolegomena: Ciceronis somnium Scipionis cum commentario Macrobii. Quedlinburg u. Leipzig 1848.
462. Michael Maestlin. Ephemeris nova anni 1577. Tübingen 1576.
463. Michael Maestlin. Ephemerides Novae, ab Anno ... 1577. ad Annum 1590. supputatae ex Tabulis Prutenicis, ad Horizontem Tubingensem. Tübingen 1580.
464. Mich. Maestlin. De astronomiae principalibus et primis fundamentis Disputatio. Resp. H. Jacob. Heidelberg 1582.
465. Michael Maestlin. Epitome astronomiae. Heidelberg 1582. Ferner noch 6 Auflagen bis 1624.
466. J. A. Maginus. Ephemerides coelestium motuum .. ad annos XL. Ab anno Domini 1581. usque ad annum 1620. secundum Copernici hypotheses, Prutenicosque canones, atque iuxta Gregorianum Anni correctionem accuratissime supputatae. Venedig 1582.
467. J. A. Maginus. Tabulae secundorum mobilium coelestium ec. congruentes cum observationibus Copernici, et canonibus Prutenicis. Venedig 1585.
468. J. A. Magnius. Novae coelestium orbium theoricae congruentes cum observationibus Nicolai Copernici. Venedig 1589. Neue Auflage: Mainz 1608.

469. J. A. Maginus. Ephemerides coelestium motuum .. Ab Anno Domini 1598. usque ad Annum 1610. secundum Copernici observationes accuratissime supputatae et correctae. Venedig 1599.
470. J. A. Maginus. Continuatio Ephemeridum coelestium motuum ... Ab anno Domini 1611. usque ad annum 1630. juxta Copernici observationes accuratissime supputatarum .... Reductio facilis motus Solis harum Ephemeridum ad Tychonicam rationem, ac praeterea de revolutionibus annuis .... Venedig 1607. Ferner noch 5 Auflagen bis 1616.
471. J. A. Magini. Supplementum Ephemeridum, ac Tabularum Secundorum Mobilium, ec. In quo habentur Ratio, et methodus perfacilis promptissime supputandi verum motum Solis, Lunae, et Martis ex novis Tabulis secundum Tychonicas observationes, nunc primum accurate constructis. Correctio aliqua motuum singulorum Planetarum, qui ex Ephemeridibus hactenus impressis colliguntur. Venedig 1614.
472. J. A. Maginus. Tabulae novae juxta Tychonis rationes elaboratae quibus Directionum conficiendarum .. ars traditur. Bologna 1619.
473. J. Majer. Szujski. Dunajewski, Kuczynski. Cinq mémoires sur Kopernicus, lus à la séance de l'Académie de Krakowie du 18 juillet 1873 (polnisch). Krakau 1873.
474. C. Malagola. Della Vita e delle Opere di Antonio Urceo detto Codro. Bologna 1878.
475. Karl Malagola. Der Aufenthalt des Coppernicus in Bologna. (Mitt. d. Coppernicus-Vereins II. Thorn 1880).
476. P. Mangard. De systemate Copernicano. Leiden 1744.
477. Des Marcus Manilius Himmelskugel. Lateinisch und Deutsch von Joseph Merkel. Aschaffenburg 1844.
478. Simon Marius. Mundus Jovialis Anno M. DC. IX. Detectus ope Perspicilli Belgici, Hoc est, Quatuor Jovialium Planetarum, cum Theoria, tum Tabulae, propriis observationibus maxime fundatae, ex quibus situs illorum ad Jovem, ad quodvis tempus datum promptissime et facillime supputari postest. Nürnberg 1614.
479. Karl Marquart. Copernicus-Denkmal in Thorn. Thorn 1853 mit Geburtshaus mit dem Brunnen davor.
480. Konrad Theophil. Marquart Praes, Ch. B. v. Sanden resp. De systemate mundi vero, numquam determinando Copernico et Seb. Clerico opposito. 4° Königsberg 1730.
481. Demetrio Marzi. La questione della Riforma del Calendario del Quinto Concilio Lateranense (1512—1517). Pubblicaz. del R. Istituto di Studi Superiori Pratici e di Perfezionamente 27. Florenz 1896.
482. Gios. Matteini. Istoria dell'Astronomia, e sistema planetario di Copernico. Poemetto in versi sciolti. Pisa 1785.
483. Georg Mau. Die Religionsphilosophie Kaiser Julians. Leipzig u. Berlin 1908.
483a. P. L. M. de Maupertuis. Discours sur les différentes Figures des Astres. Paris 1732.
483b. P. L. M. de Maupertuis. La Figure de la Terre. Paris 1738.

484. I. Maurice. Introduction familière en la science d'astronomie contre Copernic, en laquelle on voit les principes et les choses plus essencielles, qui concernent cette science, où est ajoûté un suplement touchant une nouvelle et extraordinaire méthode, de mesurer la hauteur du soleil par-dessus la terre. Le tout avec les autres parties accommodé à la portée de ceux qui n'ont qu'une connoissance superficielle des mathématiques et de la Sphère. Paris 1672.
484a. I. Maurice. Les merveilles, qui ont esté nouvellement découvertes aux astres du ciel au moyen de la lunette d'approche. Paris 1674.
485. Fr. Maurolicus. Opuscula Mathematica. Druck: Venedig 1575.
486. Andreas May. Das kopernikanische System. Kurzer Überblick der wichtigsten astronomischen Leistungen von Copernicus. (Jahresbericht des K. K. Staats-Gymnasiums in Rzeszow für das Schuljahr 1858. 4° 34 S. Druck: Rzeszow, J. A. Pellar).
487. G. McColley. Nicolas Copernicus and an infinite universe (Popular Astronomy 44, 1936, S. 525—533).
488. G. McColley. Francesco Giuntini and the Copernican hypothesis (Popular Astronomy 45, 1937, S. 70—73).
489. Grant McColley. The Universe of De revolutionibus. (Isis 30, 1939, S. 452—472).
490. Petri Megerlini Systema mundi Copernicanum argumentis inuictis demonstratum, et conciliatum Theologiae. 8°. Amsterdam 1682.
491. Philipp Melanchthon. Initia doctrinae physicae. Wittenberg 1549. Ferner noch 16 Auflagen bis 1589.
491a. Ph. Melanchthon. Opera quae supersunt omnia. (Corpus Reformatorum I—XXVIII, Braunschweig 1834—60).
492. C. Mennink. Over het lopen der son en draeyen der Aarde. Amsterdam 1714.
492a. Gerh. Mercator. Chronologia. Köln 1569.
493. Nicolaus Mercator. Hypothesis astronomica nova ejusque cum observationibus consensus. London 1664.
494. L. S. Mercier. De l'impossibilité du système astronomique de Copernic et de Newton. Paris 1806.
495. Pierre de Mesme. Les institutions astronomiques contenans les principaux fondemens et premieres causes des cours et mouvemens célestes avec la totale révolution du ciel et de ses parties, les causes et raisons des éclipses, tant de la Lune que du Soleil. Paris 1567.
496. Adr. Metius. De Theoria et motu solis liber singularis. Amsterdam 1633 und 1635.
497. Adriaan Metius. Primum mobile. Amsterdam 1633 und 1635.
498. Christoph. Meurer. Mathematicarum disciplinarvm . . pars prior et posterior. Leipzig 1586—87.
500. (Prof. Dr. Michelis). Gedanken am Grabe des Kopernikus. (Natur und Offenbarung 11, Münster 1865, S. 1—12). Mit Holzschnitt des Kopernikus-Turmes.
501. Paulus von Middelburg. Paulina de recta paschae celebratione. Fossembrone 1513.

502. Paul v. Middelburg. Secundum compendium correctionis Calendarii. 1516.
503. P. Minerva. De praecognoscendis temporum mutationibus juxta triplicem viam Coelestem, Metheorologicam, et Terrestrem Libri Tres .. Ubi in tertio, egregie confutator opinio de mobilitate terrae. Neapel 1616.
504. Möller. De indubio Solis motu immotaque telluris quiete. Greifswald 1743.
505. Gerh. W. Molanus praes. Ger. Meier resp. Disputatio mathematica de hypothesibus astronomicis. Rinteln 1667.
506. Jos. Moletius. Ephemerides ... Annis viginti inservientes, incipientesque ab anno 1564, et desinentes ad annum 1584. Venedig 1564.
507. Jos. Moletius. Tabulae Gregorianae Motuum Octavae Sphaerae ac Luminarium ad usum Calendarii Ecclesiastici. Venedig 1580.
508. A. Montanari. Nicolò Copernico ed suo libro „de monetae cudendae ratione". 8°. Padua 1877 (polnisch Warschau 1876).
509. de Morgan. On the opinion of Copernicus with respect to the light of the planets. (Monthly Notices of the R. Astron Soc. VII (1847) S. 290).
510. J. Bapt. Morin. Famosi et antiqui problematis de telluris motu vel quiete, hactenus optata solutio. Paris 1631.
511. J. Bapt. Morin. Responsio pro Telluris quiete ad J. Lansbergii D. M. Apologiam pro Telluris motu. Paris 1634.
512. J. Bapt. Morin. Corona astronomiae. Paris 1641.
513. Adolf Müller. Die Sonnenflecken im Zusammenhang mit dem Copernicanischen Weltsystem. Ein Beitrag zur Galilei-Literatur. (Stimmen aus Maria-Laach 52 (1897), S. 361—372).
514. Adolf Müller. Nikolaus Copernicus, der Altmeister der neueren Astronomie. Freiburg 1898. (Ergänzungsheft zu den Stimmen aus Maria-Laach 72). Ital. Übersetzung erschien in Rom 1902.
515. Adolf Müller. Galileo Galilei und das kopernikanische Weltsystem. Freiburg 1909.
516. Adolf Müller. Der Galilei-Prozeß (1632—1633) nach Ursprung, Verlauf und Folgen. Freiburg 1909.
517. Max Müller. Johann Albrecht v. Widmanstetter. 1506—1557. Sein Leben und Wirken. Bamberg (1908).
518. Ph. Müller. De orbibus problema physicum. Leipzig 1609. Nicht nachweisbar.
519. Phil. Müller. Epitome astronomica secundum placita Tychonis adornata. Leipziger Vorlesung von 1626, geschrieben von Ch. F. Frankenstein. (Ms. Lat. Q IX 26 Warschau Staatsbibl.)
520. Nic. Mulerius. Tabulae Frisicae Lunae-Solares quadruplices. Alkmar 1611.
521. De mundi coelestis terrestrisque constitutione liber. (Migne, Patrologia lat. 90, S. 881—910).
522. Mut, Gerhard, Beschreibung einer astronomisch-geographischen Kunst-Bewegung, welche durch Umbtreibung der Erden und zweyen Himmels-Liechtern der Sonnen und dess Mondes die ... erst und andere Bewe-

gung der Länge und Breite nach deutlich zeiget .... Nürnberg, Paul Fürstens Erben. 1673.
523. Hans v. Mžik. Neues zur Frühgeschichte der Erdmessung. (Forschungen u. Fortschritte 10, Berlin 1934, S. 35—36).
524. Valentin Naibod. Enarratio elementorum astrologiae. Köln 1560.
525. Natorp. Die kosmologische Reform des Kopernikus in ihrer Bedeutung für die Philosophie. (Preußische Jahrbücher 49 (Berlin 1882) S. 355—375).
526. Michael Neander. Elementa Sphaericae doctrinae, seu De primo motu: In vsvm stvdiosae iuventutis Methodicè et perspicue. Druck: Basel 1561.
527. Carl Neisser. Ptolemäus oder Kopernikus? Eine Studie über die Bewegung der Erde und über den Begriff der Bewegung. Leipzig, J. A. Barth 1907. IV S. + 1 Bl. +153 S. (Natur- und kulturphilosophische Bibliothek 7).
528. P. V. Neugebauer. Astronomische Chronologie. Berlin u. Leipzig 1929.
529. P. V. Neugebauer. Der julianische Kalender und seine Entstehung. (Astronomische Nachrichten 257, Kiel 1935, S. 65—74).
530. O. Neugebauer. Untersuchungen zur antiken Astronomie. (Quellen u. Studien zur Geschichte d. Mathematik, Astronomie u. Physik 4, Berlin 1938, S. 192—346).
530a. W. Neuß. Ein Meisterwerk der karolingischen Buchkunst aus der Abtei Prüm in der Biblioteca Nacional zu Madrid. (Spanische Forschungen 1. Reihe, 8, Münster 1940, S. 37—64).
530b. W. Neuß. Eine karolingische Kopie antiker Sternzeichen-Bilder im Codex 3307 der Biblioteca Nacional zu Madrid. (Zeitschrift d. Deutschen Vereins f. Kunstwissenschaft 8, Berlin 1941, S. 113—140).
530c. John Newton, Astronomia Britannica, exhibiting the doctrine of the Sphere, and Theory of the Planets, according to the Copernican System. London 1657.
531. Isaac Newton. Philosophiae Naturalis Principia Mathematica. London 1687. Noch 3 Auflagen bis 1739.
532. Henricus Nicolai, Theol. et Phil. Professor. De quotidiana telluris revolutione exercitatio peculiaris. Elbing 1653. 4°.
533. D. R. van Nierop. Des aertrycks beweging, ende sonne stilstant bewijsende dat dit geensins met de Christelijke religie is strijdende. Amsterdam 1661.
533a. Th. Nissen. Die Briefe des Theophylaktos Simokattes und ihre lateinische Übersetzung durch Nikolaus Coppernicus (Byzantinistisch-neugriechische Jahrbücher 13, 1937, S. 17—56).
534. Incipit liber de divinis nominibus. (Migne, Patrologia latina 122, S. 1113—1172).
535. N. V. E. Nordenmark. Anders Spole. (K. Svenska Vetenskapsakad. Årsbok f. 1931 S. 401—504) Stockholm 1931.
536. N. V. E. Nordenmark. Svensk astronomi och svenska astronomer 1700—1730. (Arkiv f. matematik, astronomi och fysik B. 24 A No. 2) Stockholm 1933.

537. N. V. E. Nordenmark. Swedenborg som astronom. (Arkiv f. matematik, astronomi och fysik Bd. 23 A No. 13) Stockholm 1933.
538. M. D'Ocagne. Le calcul nomographique avant la nomographie (Annales de la Société scientifique de Bruxelles 46 (Löwen-Paris 1926) S. 55—66).
539. M. B. Olivieri. Di Copernico e di Galilei. Scritto postumo. Bologna 1872. Verfaßt 1840.
540. I. A. C. Oudemans et J. Bosscha. Galilée et Marius (Archives Néerlandaises des Sciences exactes et naturelles Ser. II. T. IV S. 115—189).
541. Blaise Fr. de Pagan. La Théorie des Planetes ... ou tous les orbes célestes sont geométriquent ordonnez contre le sentiment des astronomes. Paris 1657.
542. Johannes Pappritz. Die Nachfahrentafel des Lukas Watzenrode. (Jomsburg 1, 1937, S. 192—197).
543. Parasin. Systema mundi, in quo terrae immobilitas asseritur. Stockholm 1648. (689 S. 324).
544. J. Pelseneer. Gilbert, Bacon, Galilée, Kepler, Harvey et Descartes: leurs relations. (Isis 17, Brügge 1932, S. 171—208).
545. (G. Personne de Roberval) Aristarchus Samus de mundi systemate. Paris 1644. Die 2. Auflage erschien in F. Mar. Mersenne, Novarum Observationum physico-matematicarum. T. III, Paris 1647, S. 1—64.
546. Caspar Peucer. Elementa doctrinae de circulis coelestibus et primo motu. Druck: Wittenberg 1551. Ferner noch 6 Auflagen bis 1587.
547. Caspar Peucer. De dimensione terrae et geometrice numerandis locorum particularium interuallis .... Denuo editus. Wittenberg 1554.
548. Caspar Peucer. Hypotheses astronomicae, seu Theoriae Planetarum, ex Ptolemaei et aliorum Veterum Doctrina ad Observationes Nicolai Copernici, et Canones Motuum ab eo conditos accommodatae. Wittenberg 1571.
549. (G. Peuerbach) Theoricae novae planetarum Georgii Purbachii germani ab Erasmo Reinholdo Salueldensi pluribus figuris auctae et illustratae scholiis, quibus studiosi praeparentur, ac invitentur ad lectionem ipsius Ptolemaei. (Wittenberg) 1542.
550. G. Piccioli. La scienzia dei Cieli. Verona 1741.
551. Jean Pigeon. Description d'une sphère mouvante par le moyen d'une pendule, d'un globe monté d'une facon particulière et d'un nouveau planisphere pour les distances et grosseurs des planetes, selon l'Hypothése de Copernic. Paris 1714.
552. G. Chr. Pisanski. Entwurf einer preußischen Litterärgeschichte. Königsberg 1853. Die dort erwähnte Vorhersage des J. Strauß für 1627 ist nicht auffindbar.
553. J. N. F. Plahn. De causa gravitatis ac motus planetarum in systemate nostro solari. Rostock 1744.
554. Platonis Timaeus interprete Chalcidio cum eiusdem commentario. Leipzig Teubner 1876.
555. Platons Dialoge Timaios und Kritias übersetzt und erläutert von Otto Apelt. 2. Aufl. Leipzig 1922.

556. Jean Plattard. Le système de Copernic dans la litterature française au XVIe siècle (Revue du seizième siècle 1 (1913) S. 220—237).
556a. Cajus Secundus Plinius. Naturalis historiae libri XXXVII. Leipzig 1892—1933.
557. Plutarchus. De facie in orbe lunae (J. Kepleri astronomi opera omnia, Frankfurt 1870, 8 S. 76—103). Deutsche Übersetzung in C. N. v. Osiander und G. Schwab. Griechische Prosaiker, Plutarch's Werke, Stuttgart 1860.
558. Plutarchus. Platonicae quaestiones. (Plutarchi moralia Vol. VI, Leipzig 1895).
559. G. Fr. Pohl. Eine zur Gedächtnisfeier der 300jährigen Begründungszeit des Copernikanischen Systems den 11. Juni 1843 zu Breslau gehaltene öffentliche Vorlesung. Breslau 1843. 8° 4 + 60 S.
560. Giov. Poleni Considerazioni intorno alle varie Accelerazioni, o Ritardazioni, che i corpi gravi nelle loro cadute patirebbero se la Terra girasse per l'Orbe Annuo. Giorn. dé let. di Venezia VIII (1711).
561. Giov. Poleni. De vorticibus coelestibus dialogus. Padua 1712.
562. (Ig. Polkowski). Album wydane staraniem towarzystwa przyjaciol nauk w Poznaniu w czterechsetna rocznice urodzin Mikolaja Kopernika. Gnesen 1873.
563. Ign. Polkowski. Zywot Mikołaja Kopernika. Drugie wydanie. Gnesen 1873. V + 356 S.
564. Ign. Polkowski. Koperikijana czyli materyaly do pism i życia. Mikolaja Kopernika. 3 Bände Gnesen 1873—75.
565. G. Pollacus. Anticopernicus catholicus seu de terrae statione, et de solis motu, contra systhema Copernicanum, Catholice assertiones. Venedig 1644.
566. Poselger. Ansicht des Copernikus von der Praecession der Nachtgleichen. (Berichte über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 1837 S. 93).
567. Prints. N. Copernico fra gli astronomi del mondo, ricordo dell' inaugurazione del Museo copernicano a Roma. 8°. Roma 1874 mit Porträt.
568. Procli Diadochi in Timaeum commentarii. Leipzig 1903—06.
569. Adolf Prowe. Copernicus und sein Jugendfreund. Thorn 1865. 8° 2 + 248 S. Mit Titelbild, das Copernicus-Haus in Thorn darstellend.
570. A. Prowe. Copernicus. Ein dramatisches Gedicht. Festspiel zur vierten Säcularfeier der Geburt des Nicolaus Copernicus, aufgeführt im Stadttheater zu Thorn. Berlin 1874.
571. L. Prowe. Mittheilungen aus schwedischen Archiven und Bibliotheken. Berlin 1853.
572. L. Prowe. Zur Biographie des Nic. Copernicus. Festschrift d. Kgl. Gymnasiums zu Thorn zur Feier der Enthüllung des Copernicus-Denkmals. 4° 48 S. Thorn 1853. Inhalt: I. Über die Thorner Familien Koppernigk und Watzelrode. II. Über die Zeit der Geburt und des Todes von Nicolaus Copernicus.

573. Leopold Prowe und K. Marquart. Nicolaus Copernicus und die Aufstellung seiner Statue in Thorn. (Neue Preußische Provinzialblätter II, 4 (1853) S. 443—456).
574. L. Prowe. Nic. Copernicus in seinen Beziehungen zum Herzog Albrecht von Preußen. Thorn 1855.
575. L. Prowe. De Nic. Copernici patria. (Kgl. evangel. Gymnasium zu Thorn, Einladung zur Prüfung. Thorn 1860).
576. L. Prowe. Über die Abhängigkeit des Copernicus von den Gedanken griechischer Philosophen und Astronomen. (Neue Preußische Provinzialblätter 3. F. 10, 1865, S. 50—93).
577. L. Prowe. Hat Copernicus Wasserleitungen angelegt? (Neue Preußische Provinzialblätter 3. F. 10, 1865, S. 320—341).
578. Leopold Prowe. Über den Sterbeort und die Grabstätte des Copernicus. (Neue Preußische Provinzialblätter 3. F. 11 (1866) S. 213—245).
579. Leopold Prowe. Das Andenken des Copernicus bei der dankbaren Nachwelt. (Neue Preußische Provinzialblätter 3. F. 11, Königsberg 1866, S. 353—402).
580. L. Prowe. Festrede zur 4. Säcular-Feier des Geburtstages von Nicolaus Copernicus, gehalten im Saale des Rathauses zu Thorn am 19. Februar 1873. Berlin 1873, Weidmannsche Buchhandlung.
581. L. Prowe. Monumenta Copernicana. Festgabe zum 19. II. 1873. Berlin 1873. (Abgedruckt in seiner Coppernicus-Biographie II S. 1—160).
582. L. Prowe. Nicolaus Copernicus auf der Universität zu Krakau. (Gymnasium mit Realschule I. Ordnung zu Thorn. Einladungsschrift. Thorn 1874).
583. L. Prowe. Coppernicus als Arzt. (Leopoldina. Amtliches Organ der Kaiserlichen Leopoldino-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher 17, Halle 1881, S. 29, 42, 69, 85, 94, 141, 148).
584. L. Prowe. Nicolaus Coppernicus. 2 Bände. 8^0 413 + 576 + VI + 551 S. Berlin 1883—84. (Hiplers Besprechung in Literar. Rundschau 1884 S. 174). Der vorgesehene Band III nicht erschienen.
585. Hubert Pruckner. Studien zu den astrologischen Schriften des Heinrich von Langenstein (Studien der Bibliothek Warburg). Leipzig 1933.
586. Des Claudius Ptolemäus Handbuch der Astronomie. Aus dem Griechischen übersetzt und mit erklärenden Anmerkungen versehen von Karl Manitius. Leipzig 1912—13.
587. Claud. Ptolemaeus. Opera astronomica minora. Ed. J. L. Heiberg. Leipzig 1907.
588. Claud. Ptolemaeus. Apotelesmatika (Quadripartitum). Leipzig 1940.
589. Conrad Quensel. Veritatis defensiuncula contra Veritatis studiosum de motu solis et terrae. Lund 1720.
590. B. E. Raikov. Ein Abriß der Geschichte des heliozentrischen Weltsystems in Rußland. Ausgabe der Akademie der Wissenschaften der UdSSR. Moskau-Leningrad 1937 (russisch) 8 + 264 S.
590a. R. Ramsauer. Neue Ergebnisse zur Coppernicusforschung aus schwedischen Archiven (Forschungen u. Fortschritte 18, 1942, S. 316—318).

591. J. Ravensberger. Disputatio Astronomica de Mundi Systemate. Utrecht 1640.

592. Robert Recorde. The Castle of Knowledge. London 1556.

593. (Regiomontan) Epytoma Joanis De monte regio In almagestum ptolomei. Venedig, Joh. Hamman von Landau, genannt Herzog. 1496. Neue Auflagen Basel 1543 und Nürnberg 1550.

593a. Scripta clarissimi mathematici M. Johannis Regiomontani, de Torqueto, Astrolabio armillari, Regula magna Ptolemaica, Baculoque Astronomico, et Observationibus Cometarum, aucta necessariis Joannis Schoneri Carolostadij additionibus. Item Obseruationes Solis, ac Stellarum tam fixarum, quam erraticarum. Item. Libellus M. Georgij Purbachij de Quadrato Geometrico. Nürnberg 1544.

594. A. Rehm. Parapegmastudien. (Abhandl. d. Bayer. Akad. d. Wiss. Philos. hist. Abt. N. F. 19, München 1941).

595. Nikolaus Reimarus (Reimers) Ursus. Fundamentum astronomicum id est nova doctrina sinuum et triangulorum eaque absolutissima et perfectissima eiusque usus in astronomica calculatione et observatione. Straßburg 1588.

596. Nik. Reimarus (Reimers) Ursus. Tractatus astronomicus de hypothesibus astronomicis s. de systemate mundano. Prag 1597.

597. Ephemerides duorum annorum 50. et 51. supputatae ex novis tabulis astronomicis per Erasmum Reinholdum Salveldensem ad meridianum Wittebergensem. Tübingen, U. Morhard 1550.

598. Erasmus Reinhold. Prutenicae Tabulae coelestium motuum. Tübingen 1551. Ferner noch 3 Auflagen bis 1585.

599. F. H. Reusch. Der Proceß Galilei's und die Jesuiten. Bonn 1879.

600. F. H. Reusch. Der Index der verbotenen Bücher. Bonn 1883—85.

601. Charles Réné Reyneau. Analyse demontrée ou Manière de resoudre les problèmes de mathématiques. Paris 1708.

602. (Georg Joachim Rheticus.) Ad clarissimum virum D. Joannem Schonerum eruditissimi viri et mathematici excellentissimi, reverendi D. Doctoris Nicolai Copernici Torunnaei Canonici Varmiensis per quendam iuvenem, mathematicae studiosum, Narratio prima. 4° 38 Bl. Danzig, Fr. Rhode 1540. Nachdruck: Prowe, N. Coppernicus II S. 295—377.

603. De Libris Revolutionum eruditissimi viri, et Mathematici excellentissimi reverendi D. Doctoris Nicolai Copernici Torunnaei Canonici Vuarmaciensis, Narratio Prima ad clariss. Virum D. Joan. Schonerum per M. Georgium Joachimum Rheticum, unà cum Encomio Borussiae scripta. 8° 64 Bl. Basel, R. Winter 1541.
Nachdruck der Ausgabe von 1540 mit einer Einleitung des Ach. P. Gasser, abgedruckt in Prowe, N. Coppernicus II S. 288—290.

604. Ephemerides novae seu expositio positus diurni siderum et *συσχηματισμῶν* praecipuorum ad annum redemtoris nostri Jesu Christi filii Dei MDLI. Qui est primus annus Olympiados DLXXXII exquisita ratione et accurato studio elaborata a Georgio Joachimo Rhetico, secundum doctrinam *περί τῶν ἀνελιττουσῶν*. D. Nicolai Coppernici Toronensis praeceptoris sui. 20 Bl. Leipzig, W. Gunter 1550.

605. Canon doctrinae triangvlorvm. Nvnc primvm a Georgio Joachimo Rhetico, in lvcem editvs, cvm privilegio imperiali. Leipzig, W. Günther 1551.
606. G. J. Rheticus u. Val. Otho. Opus palatinum. 1596.
607. P. Riccardi. Biblioteca matematica italiana. Modena 1870—1880.
608. Giov. Bat. Riccioli. Almagestum novum astronomiam veterem novamque complectens. Bologna 1551. Frankfurt 1553.
609. Giov. Bat. Riccioli. Astronomiae reformatae Tomi duo. Bologna 1665.
610. Giov. Bat. Riccioli. Apologia ... pro argumento physico-mathematico contra systema Copernicanum. Venedig 1669.
611. Andreas W. Riddermarck praes. O. Plantin resp. De systematibus corporum mundanorum. Lund 1698.
612. Andreas W. Riddermarck praes. J. Alander resp. De stellis in genre Lund 1698.
613. A. W. Riddermarck praes. Christ. Blausius resp. Demonstratio mathematica ostendens lucem inocciduam sub poli boreali dari. Lund 1701.
614. Giulio Righini. La Laurea di Copernico alla Studio di Ferrara. Ferrara 1932.
615. Joseph Maria Ritz. Das Stadtmuseum in Schweinfurt (Bayerischer Heimatschutz 31, München 1935).
616. (F. Römer). Beiträge zur Beantwortung der Frage nach der Nationalität des Nicolaus Copernicus. Breslau 1872.
617. Hel. Röslin. De opere dei Creatoris seu de Mundo. Hypotheses Orthodoxae quantumvis Paradoxae: continentes Summarum Artium principia Physices, Chymiae, Medicinae, Astronomiae, Astrologiae, Metaphysices: nec non praecipua fundamenta Philosophiae et veteris et novae. Frankfurt 1597.
618. Joh. Leonhard Rost. Atlas portatilis coelestis oder Compendiöse Vorstellung des gantzen Welt-Gebäudes. Nürnberg 1723.
619. Karl Rück. Auszüge aus der Naturgeschichte des C. Plinius Secundus in einem astronomisch. komputistischen Sammelwerke des achten Jahrhunderts. Programm d. kgl. Ludwigs-Gymnasiums für 1887—88. München 1888.
620. I. S. De vermakelyke Boere-praat over het lopen van de son en het stilstaan van de aarde tegen C. Mennink verdedigt. Amsterdam 1714.
621. I. S. Vermakelyke Boere-Praat over het lopen of niet lopen van de Son, en het draeyen en nietdraeyen van de aarde tuschen Jaap, Kees en Piet. Amsterdam 1714.
622. Cunradus Salacus Bergensis. De natura coeli triplici libri tres e sacrarum litterarum et praestantium philosophorum thesauris concinnati. Siegen 1597.
623. Henrik Sandblad. Olof Luth. Nogre stycker aff thenn Frije Konst Astronomia (Cod. Holm. D 77). Uppsala u. Leipzig 1935.
623a. W. Sartorius v. Waltershausen. Gauß zum Gedächtnis. Leipzig 1856.
623b. Jacques Saurin. Discours historiques critiques theologiques et moraux. Bd. I mit Bild des coppernicanischen Weltgebäudes. Amsterdam 1720.

624. Leopold de Saussure. Les Origines de l'astronomie chinoise. T'oung Pao 10—21 (1909—1922), — Neudruck in Les Origines de l'astronomie chinoise, Paris 1930, S. 91—594.

625. Josef Schaff. Geschichte der Physik an der Universität Ingolstadt. Diss. Erlangen 1912.

626. J. G. Schaffner. De theoria Solis homocentr-epicyclica Disquisitio Astronomica. Wittenberg 1673.

Christoph. Scheiner siehe Anhang G.

627. J. G. Schelhorn. Amoenitates literariae. 14, Frankfurt und Leipzig 1731, S. 403—467: De vita et meritis Joannis Homelii Eximii quondam perindutae Academiae Lipsiensis Mathematici.

627a. Joh. Jakob Scheuchzer. Jobi Physica sacra, oder Hiobs Naturwissenschaft, vergliechen mit der Heutigen. Zürich 1721.

627b. Joh. Jakob Scheuchzer. Physica sacra oder geheiligte Naturwissenschaft. Augsburg u. Ulm 1731—35.

628. G. Schiaparelli. I precursori di Copernico nell'antichità. 1873. (Abdruck in Scritti sulla storia della astronomia antica I, Bologna 1930, S. 361—458). Deutsche Übersetzung in Altpreußische Monatsschrift 13, Königsberg 1876, S. 1—46, 97—128, 193—221.

628a. A. Schlachter. Der Globus, seine Entstehung und Verwendung in der Antike. Leipzig 1927.

629. C. Schlüter. Des Celio Calcagnini Abhandlung von der immerwährenden Bewegung der Erde (Natur und Offenbarung 25, Münster 1879, S. 587).

630. Hans Schmauch. Zur Koppernikusforschung. 1. Das Vorleben des ermländischen Bischofs Lukas Watzenrode. 2. Der Eintritt des Nikolaus Koppernikus ins ermländische Domkapiel. 3. Nikolaus Koppernikus und Johannes Dantiscus (Zeitschrift f. d. Geschichte u. Altertumskunde Ermlands 24, Braunsberg 1931, S. 439—460).

631. Hans Schmauch. Die Rückkehr des Koppernikus aus Italien im Jahre 1503 (Zeitschrift f. d. Geschichte u. Altertumskunde Ermlands 25, 1933, S. 225—233).

632. Hans Schmauch. Das staatsrechtliche Verhältnis des Ermlandes zu Polen. (Altpreußische Forschungen 11, 1934, S. 153—167).

633. Hans Schmauch. Das Präsentationsrecht des Polenkönigs für die Frauenburger Dompropstei. (Zeitschrift f. d. Geschichte u. Altertumskunde Ermlands 26, 1936, S. 95—104).

634. Hans Schmauch. Die kirchenpolitischen Beziehungen des Fürstbistums Ermland zu Polen. (Zeitschrift f. d. Geschichte u. Altertumskunde Ermlands 26, 1937, S. 271—337).

635. Hans Schmauch. Nikolaus Coppernicus — ein Deutscher. (Jomsburg 1, 1937, S. 164—192).

635a. H. Schmauch. Neues zur Coppernicus-Forschung. (Zeitschrift f. d. Geschichte u. Altertumskunde Ermlands 26, Braunsberg 1939, S. 638 bis 653).

636. H. Schmauch. Die Gebrüder Coppernicus bestimmen ihre Nachfolger. (Zeitschrift f. d. Geschichte u. Altertumskunde Ermlands 27, Braunsberg 1939, S. 261—273).
637. H. Schmauch. Nikolaus Coppernicus und die preußische Münzreform. Braunsberg 1940.
638. H. Schmauch. Der Altar des Nicolaus Coppernicus in der Frauenburger Domkirche. (Zeitschrift f. d. Geschichte u. Altertumskunde Ermlands 27, Braunsberg 1941, S. 424—430).
639. Hans Schmauch. Nicolaus Coppernicus und der deutsche Ritterorden. (Jomsburg 5, Leipzig 1941, S. 69—80).
640. Jo. Schmidl. Historiae Societatis Jesu Provinciae Bohemiae. Pars III. Prag 1754.
641. A. M. Schmidt. Tentamen astronomico-physicum, quo noua inuentio de uero planetarico-solari systemate palpabili modo demonstrando proponitur .... demonstrationes existentiae Dei, ac creationis et conseruationis uniuersi exhibentur. 4° Lüneburg 1714.
642. A. M. Schmidt. Deductio ulterior inuentionis de uero planetico solari systemate demonstrando, per globos uerticaliter explosos, ad longissimam distantiam uersus occidentalem plagam relapsuros. 4° Lüneburg 1715.
643. A. M. Schmidt. Tentamen III. inuentionis nouae, de uero planetico solari systemate demonstrando. 4° Lüneburg 1716.
644. R. Schmidt. Nikolaus Kopernikus und die Sichtbarkeit des Merkur. (Sirius 36, 1903, 233).
645. Paul Schnabel. Berossos und die babylonisch-hellenistische Literatur. Leipzig. Berlin 1923.
646. Daniel Schneider. Allgemeines Biblisches Lexicon. II. T. Frankfurt 1730.
647. J. Schnitzler praes., P. A. Coeler resp. Discussio physico-astronomica inter Ptolemaicos, Tychonicos et Copernicaeos agitata, an Stellae in Coelo subsistant immotae et Terra jugi circumvolatur Motu eoque triplici, diurno, annuo et Inclinationis seu Reflexionis? (Wittenberg) 1660.
648. Vikt. Schönfeld. Verzeychnus vnnd erklerung des vngewönlichenn fewrigen Cometsterns. (1558).
648a. Karl Schottenloher. Jakob Ziegler. (Reformationsgeschichtliche Studien u. Texte, Heft 8—10). Münster 1910.
649. Joh. Schreiber. P. Christoph Scheiner S. J. und seine Sonnenbeobachtungen. (Natur und Offenbarung 48. Band). Münster 1902.
650. O. Th. Schulz. Entwicklung und Untergang des kopernikanischen Weltsystems bei den Alten. Stuttgart 1909. Fritz Lehmann.
650a. C. J. Schumacher. Untersuchungen über die ptolemäische Theorie der unteren Planeten. Münster 1917.
651. Dan. Schwenter. Deliciae Physico-Mathematicae, Oder Mathemat: vnd Philosophische Erquickstunden. I. Teil Nürnberg 1636. II. Teil. Nürnberg 1651. Herausgegeben von G. Ph. Harsdörffer.
652. Anton Maria Schyrl v. Rheita. Oculus Enoch atque Eliae sive Radius Sidereomysticus .... quo omnium Planetarum veri Motus, Stationes, et

Retrocessiones . . . tam in Theoria Tychonica, quam Copernicana . . . demonstrantur. Antwerpen 1645.
653. Scriptorvm pvblice propositorvm a professoribvs in Academia Witebergensi, T. I—IV. Wittenberg 1560—1561. Für die Jahre 1540—1561.
654. Chr. G. Semler. Dissertatio mathematica inauguralis, qua Systema Terrae Motae defenditur et reliqua systemata confutantur. Halle 1740.
655. Seneca. Naturalium quaestionum libri septem. Göttingen 1819.
656. Sextus Empiricus. Adversus mathematicos. (Opera II, Adversus dogmaticos libri V, Leipzig 1914).
657. O. Seydl. Vydání Koperníkova díla „De Revolutionibus orbium coelestium libri sex". (Říše hvězd 12, 1931, S. 80—82).
657a. Joh. Georg Siegesbeck. Uranosophie oder astronomisch-philosophische besondere Betrachtung und Untersuchung des Weltgebäudes, sammt einer gründlichen Meteorologie. Hamburg 1730.
658. Joh. Georg Siegesbeck. Tractatus de Systematis Copernicani, ob uacillantia nimis fundamenta mox imminente ruina. Helmstedt 1731.
659. Joh. Georg Siegesbeck. Schediasma philosophico-astronomicum de uero systemate cosmico ad hunc diem nondum perspecto et cognito. Helmstedt 1732.
660. Lino Sighinolfi. Domenico Maria Novara e Nicolò Copernico (Studi e memorie per la storia dell'università di Bologna, vol. V, Bologna 1920, S. 205—231).
661. Jos. Simler. De principiis astronomiae libri II. Druck: Zürich 1559.
662. Simplicii in Aristotelis de coelo commentaria. Ed. Heiberg. Berlin 1894.
663. Charles and Dorothea Singer. A Restoration: Byrhtferd of Ramsey's Diagramm of the Physical and Physiological Fours. Bodleian Quaterly Record II (Oxford 1920, S. 47—51).
664. Jos. Slowikowski. La signification des figures de Copernic et de Keppler dans la nature, la science et la technique. Warschau 1903.
665. C. Snell. Nicol. Copernicus. Rede zum 400jährigen Geburtstag. Jena 1873.
666. J. Sniadecki. O Koperniku. Warschau 1802, 1814 und 1818. Französische Übersetzungen erschienen 1803, 1818 und 1820. Italienische Übersetzungen erschienen 1822 und 1830. Englische Übersetzung 1823, russische 1821, persische 1826.
666a. Otto Sommer. Mathematisch-geographische und kosmophysikalische Ansichten von Keplers Freund Joh. Brengger. Dissert. München 1914.
667. Anders Spole praes, Nils Celsius resp. De principiis astronomicis propriis. Upsala 1679.
668. Anders Spole praes, Gabriel Sjöberg resp. De Sole. Upsala 1685.
669. Anders Spole praes. Andreas Ljungman resp. Succincta contemplatio planetarum. Upsala (1691).
670. Anders Spole praes. Andreas Ersberg resp. Disput. de Solis contemplatione. Upsala (1692).
671. Anders Spole. praes. Lars Spole resp. Exercitatio accademica, priorem partem elementarem Sphaericae et Usus globorum ex collectionibus mathematicis comprehendens. Upsala 1694.

672. Anders Spole. praes. Nicolaus Wänman resp. Disputatio Astronomica, posteriorem partem Theoricam ex collectionibus Mathematicis Comprehendens. 8° 32 S. Uppsala 1695.
673. Joh. Stadius. Ephemerides novae et exactae ab Anno 1554 ad Annum 1570. Köln 1556. Ferner noch 5 Auflagen bis 1591 mit Fortsetzung der Jahrbücher bis 1606.
674. L. Stahl. Kopernikus und das neue Weltsystem. Berlin u. Leipzig (1910). Ferner noch 2 Auflagen.
675. H. Staigmüller. Herakleides Pontikos und das heliokentrische System. (Archiv für Geschichte der Philosophie 15 (1902), S. 141—164).
676. E. Stamm. La géométrie de Nicolas Copernic. (La Pologne au VII-e Congrès International des Sciences Historiques 155—174). Warschau 1933.
676a. Ild. Stegmann. Anselm Desing (Studien u. Mitteil. z. Geschichte d. Benediktiner-Ordens, 4. Ergänzungsheft) München 1929.
677. Steinschneider. Copernicus, nach dem Urtheile des David Gans, eines jüdischen Astronomen, der mit Tycho Brahe in Verbindung stand. (Zeitschrift für Mathematik und Physik XVI (Leipzig 1871), 252—253).
678. Carus Sterne. Die Allgemeine Weltanschauung in ihrer Entwickelung. Charakterbilder aus der Geschichte der Naturwissenschaften. Stuttgart 1889, S. 46—49 Kopernikus, Tycho Brahe und Kepler.
679. Armand Stévart. Procès de Martin Étienne van Velden Professeur à l'Université de Louvain. Brüssel 1871.
680. (Armand) Stévart. Copernic et Galilée devant l'Université de Louvain: Procès de Martin-Étienne van Velden. Lüttich 1891.
681. Ed. Luther Stevenson. Terrestrial and celestial globes. New Haven 1921.
682. Simon Stevin. Hypomnemata mathematica. Leiden 1608.
683. Andreae Stiborii... et Georgii Tannstetter.. super requisitione... de Romani Calendarii correctione Consilium. (Wien 1515).
684. Dorothy Stimson. The gradual acceptance of the Copernican Theory of the Universe. Hanover, New Hampshire 1917.
685. Strabonis geographica. Ed. Meineke. Leipzig 1921—25.
686. Thomas Streete. Astronomia Carolina. A new theory of the celestial motions. London 1661 und 1710. Lateinische Übersetzung durch Doppelmayr: Astronomia Carolina, nova Theoria motuum coelestium. Nürnberg 1705.
687. Victor Strigel. Epitome doctrinae de primo motu aliquot demonstrationibus illvstrata. Leipzig (1564). Neue Auflage 1565.
688. Joh. Fred. Strom. Systema Copernici s. Discursus astronomicus, quo tria mundi systemata ab Ptolemaeo, Copernico, Tychone commend. 1662.
689. Otto Struve. Librorum in Bibliotheca Speculae Pulcovensis anno 1858 exeunte contentorum catalogus systematicus. Petersburg 1860—80.
690. Joh. Christoph. Sturm. Scientia cosmica sive Astronomia tam theorica quam sphaerica. Norimbergae 1684.
691. Swedenborg. Principia rerum naturalium sive novorum tentaminium phenomena mundi elementaris philosophice explicandi. Dresden u. Leipzig 1734.

692. Sebastian Theodoricus, Winsh. Novae quaestiones sphaerae, h. e. de circulis coelestibus, primo mobili, in gratiam iuventutis scriptae. Wittenberg 1564. Ferner noch 6 Auflagen bis 1605.
693. Théon de Smyrne. Exposition des connaissances mathématiques utiles pour la lecture de Platon ... Par J. Dupuis. Paris 1892.
693a. Georg Thiele. Antike Himmelsbilder. Berlin 1898.
694. Lynn Thorndike. A history of magic and experimental science. Vol I—IV. Washington 1929—34.
695. N. Torporlaeus. Diclides cyclometriae, seu valvae astronomicae universales. London 1602.
696. Joannes de Ulloa. Dissertatio philosophica de coelis, planetis, et fixis. Viennae (1722).
697. G. Uzielli. La vita e i tempi di Paolo dal Pozzo Toscanelli (Raccolti di documenti e studi pubblicati dalla R. Comissione Colombiana P. V. vol. I.) Rom 1894.
698. Alfons Väth. Johann Adam Schall von Bell. Köln 1933.
699. J. Millàs Vallicrosa. La introducción del cuadrante con cursor en Europa. (Isis 17, Bruges 1932, S. 218—258).
699a. Antonio Vallisneri. Informazione et usi del nouissimo Planisferologio, posseduto dalla Serenissima Dorotea Sofia Comit. Palat. del Reno, Ducchessa di Parma. (Ang. Calogera, Raccolta di opusculi scientifici 1, Venedig 1728, S. 101—126).
700. Bernh. Varenius. Geographia generalis. Amsterdam 1650.
701. R. de Vaugondy. Description et usages de la sphère armillaire suivante le systeme de Copernic. Paris 1771.
702. Petri Vernantis Vnvorgreifliche Erweisung, daß des Copernici Lehr-Sätze der heiligen Schrift nicht zuwider seyn, verteutscht von I. G. S. 4^0 Frankfurt 1684.
703. In hoc opere haec continentur: Libellus Joannis Verneri Nurembergen super vigintiduobus elementis conicis. — Eiusdem Commentarius seu paraphrastica enarratio in undecim modos conficiendi eius Problematis, quod Cubi duplicatio dicitur. — Eiusdem Commentatio in Dionysidori problema, quo data sphaera plano sub data secatur ratione. — Alius modus idem problema conficiendi ab eodem Joanne Vernero novissime compertus demonstratusque. — Eiusdem Joannis, de motu octavae Sphaerae, Tractatus duo. — Eiusdem Summaria enarratio Theoricae motus octavae Sphaerae. Nürnberg 1522.
704. Joannis Verneri de triangulis sphaericis libri quatuor, de meteoroscopiis libri sex cum prooemio Georgii Joachimi Rhetici. I. De triangulis sphaericis herausgegeben von Axel Anthon Björnbo. Leipzig 1907. (Abhandl. z. Geschichte d. Mathemat. Wissenschaften mit Einschluß ihrer Anwendungen, begründet von M. Cantor, XXIV. Heft).
705. Quido Vetter. Sur les destins du manuscript pragois du Kopernik De revolutionibus orbium caelestium libri sex (Mém. Soc. Royale de Bohême Cl. des Sciences, Prag 1931).
706. Q. Vetter. Nikolas Kopernik et la Bohême (Bulletin scientifique de l'Ecole Politechnique de Timişoara 4 (1932).

707. Franc. Vieta. Apollonius Gallus. Paris 1600.
708. Phil. Villemot. Nouveau systeme, ou nouvelle Explication du Mouvement des Planetes. 20 Bl. + 252 S. mit 12 Tafeln. Lyon 1707. Erklärung der Bewegungen im Sonnensystem auf Grund der Wirbel des Descartes.
709. Leonardo da Vinci. Tagebücher und Aufzeichnungen. Erste umfassende Gesamtausgabe. Paul List Verlag Leipzig 1940.
710. Leonardo da Vinci. Wessobrunner Verlag Dr. G. Lüttke. Berlin 1940.
711. Vitruvii de architectura libri X. Leipzig 1912.
712. Gisbert Voetius. Selectae disputationes theologicae. Utrecht 1648—56.
713. Joh. Voigt. Briefwechsel der berühmtesten Gelehrten des Zeitalters der Reformation mit Herzog Albrecht von Preußen. Königsberg 1841.
714. W. Voß. Handschriftliche Bemerkungen in alten Büchern. (Die Sterne 1931, S. 182—183).
715. A. van de Vyver. Les Premières Traductions latines (Xe—XIe siècles) de Traités arabes sur l'Astrolabe (1er Congrès International de Géographie Historique, T. II, Mémoires, Bruxelles, S. 266—290).
716. B. v. d. Waerden. Die Voraussage von Finsternissen bei den Babyloniern. (Sitz.Ber. Akad. d. Wiss. Leipzig, Math. Phys. Kl. 92 (1940) S. 107—114, 93 (1941) S. 19—20).
717. Warschau St. Bibl. Lat. Q. IX. 58. Michael Walther, Mathem. Super. Prof. P. Acad. Wittebergensi 1671. Vorlesungen über Mathematik, Astronomie und Geographie.
718. Waltherus. P. P. Sup. Mathem. Privatvorlesung zu Wittenberg 1684. (Zittau Stadtbibl. Mscr B 108). Offenbar wie Peuerbachs Planetentheorie.
719. Seth Ward, Idea trigonometriae demonstratae; item Praelectio de Cometis, et Inquisitio in Bullialdi Astronomiae Philolaicae Fundamenta. Oxford 1653—54.
720. Seth Ward. Astronomia geometrica. London 1656.
721. Jeremi Wasiutynski. Kopernik. 8° XIX + 666 S. Warschau 1938.
722. J. Watterich. De Lucae Watzelrode episcopi Warmiensis in Copernicum meritis. Königsberg 1856.
723. J. M. Watterich. Nikolaus Kopernikus ein Deutscher. (Zeitschrift f. d. Geschichte und Alterthumskunde Ermlands I, Mainz 1860, S. 400—405).
724. Alfred Wegener. Die Alfonsischen Tafeln für den Gebrauch des modernen Rechners. Diss. Berlin 1905.
Joh. Werner siehe Joh. Verner.
726. J. H. Westphal. Nikolaus Kopernikus. Konstanz 1822.
727. L. Weyl. Copernikus. Frankfurt a. O. 1873.
728. G. Whiston. Praelectiones astronomicae Cantabrigiae in Scholis Publicis Habitae. Cantabrij 1707.
729. Heinrich Wideburg. Disputationes astronomicae. Gießen 1614—15.
730. Bas. Bernh. Wiedeburg. Commentatio de parallaxi orbis annui.. Jena 1747.
731. Joh. Bernhard Wiedeburg praes., Joh. Chr. Haynisch resp. Systema Copernicanum scripturae sacrae non esse oppositum. Jena 1724.
732. Eines Anonymi klahre..... Erörterung der Frage: ob des Cartesii Meynung... daß die Sonne still stehe.. der hl. Schrift zuwiderlauffe... aus

dem Lat. übersetzt mit Vorwort von Gottl. Stollen, herausgegeben von Joh. Bernhard Wiedeburg. Jena 1726. Vermehrte Auflage 1731.
733. (Chr. M. Wieland). Etwas von Nikolaus Kopernikus Leben, zu seinem Bilde (Der Teutsche Merkur 1776, S. 169—179).
734. John Wilkins. A Discovery of a new world, or a discourse, tending to prove that it is probable that there may be another habitable world in the Moon. 1638. Die deutsche Übersetzung des J. G. Doppelmayr erschien 1713 in Leipzig. Französische Übersetzung von J. de la Montagne.
735. John Wilkins. A Discourse concerning a New world and Another Planet. In 2 Bookes. The second book: A Discourse concerning a New Planet. Tending to prove, That ('tis probable) our Earth is one of the Planets. London 1640. Die 5. Auflage erfolgte in The Mathematical and Philosophical Works. London 1708.
736. Nik. Winterberg. Dissertatio de figura, positu, magnitudine et quiete terrae. Praes Sturm. Lüneburg 1597.
737. Christoph. Wittich. Misbruyck van de Heilighe Schrift in natuerliche dingen. 1652.
738. John Witty. Treatise of the Sphere, showing how it is deriv'd from the Theory which justly asserts the motion of the Earth. London 1714 und 1734.
739. Robert Witty. *Οὐρανοσκοπια*. Or a survey of the Heavens ... The verifying of the Copernican Hypotheses. London 1681.
740. E. Wohlwill. Melanchthon und Copernicus. (Mitteil. z. Geschichte d. Medizin u. d. Naturwissenschaften III (1904), S. 260—267).
741. E. Wohlwill. Zur Geschichte der Entdeckung der Sonnenflecken. (Archiv f. d. Gesch. d. Naturwissenschaften u. d. Technik 1, 1908—1909, S. 443—454).
742. E. Wohlwill. Galilei und sein Kampf für die copernicanische Lehre. Leipzig 1909—1926.
743. N. M. von Wolf. An account of a portrait de Copernicus, presented to the Royal Society. (Philosophical Transactions 1777).
744. R. Wolf. Astronomische Mittheilungen. Zürich 1856—93.
745. R. Wolf. Biographien zur Kulturgeschichte der Schweiz. I—IV. Zürich 1858—1862.
746. R. Wolf. Geschichte der Astronomie. München 1877.
747. Chr. Wolff. Mathematisches Lexicon. Leipzig, Gleditsch 1716.
748. L. Wolowski. Traité de la première invention des monnaies, de Nicole Oresme ... et Traité de la monnaie de Copernic ... publiés et annotés. Paris 1864.
749. A. Wolynski. Cenni biografici di Niccolò Copernico. 8° Florenz 1873.
750. A. Wolynski. Kopernik w Italii czyli dokumenta Italskie de monografii Kopernika. Posen 1873.
751. A. Wolynski. Medaglie di Niccolò Copernico. Florenz 1879.
752. A. Wolynski. Autografi di Niccolò Copernico. Florenz 1879, mit Porträt und Faksimile.
753. (A. Wolynski). Brevi notizie sull'impianto del Museo Copernicano ed astronomico a Roma. Bologna 1887.

754. Thomas Wright. An original Theory or a new hypothesis of the Universe, founded on the laws of nature. London 1750.
755. C. Wünsch. Die Bau- und Kunstdenkmäler der Stadt Allenstein. Königsberg 1933.
755a. Andreas Würfel. Diptycha ecclesiae Egydianae. Nürnberg 1757.
756. Christian Wursteisen (Vvrstisius). Quaestiones novae in theoricas novas planetarum, doctissimi mathematici Georgii Pvrbachii. Basel 1568. Ferner noch 3 Auflagen bis 1596.
757. F. X. von Zach. Etwas von Hevelius und Harriot's Handschriften. (Zach, Monatliche Correspondenz zur Beförderung der Erd- und Himmels-Kunde 8, Gotha 1803, S. 30—60. Auch in I. E. Bode's Astronomischem Jahrbuch für das Jahr 1788, Berlin 1785, S. 152—156).
758. F. X. Zach. De quelle nation est Copernic? (Zach, Correspondance astronomique 5 S. 460). Genua 1821.
759. H. Zeißberg, Zu Albert von Brudzewo, dem Lehrer des Copernicus. (Altpreußische Monatsschrift N. F. IX, Königsberg 1872, S. 377).
760. Heinrich A. v. Ziegler. Täglicher Schau-Platz der Zeit. Leipzig 1728.
761. Joh. Jakob Zimmermann. Prodromus biceps cono ellipticae ... planetarum theorices .. in quo Kepleriana commissa confutantur. Stuttgart 1679.
762. (Joh. J. Zimmermann). Exercitatio theoricorum Copernico-coelestium mathematico-physico-theologica ... a Philaletha, Matheseos secretioris Cultore. Philadelphiae Anno 1689.
763. J. Jac. Zimmermann.Scriptura sacra Copernizana, seu potius Astronomia Copernico-Scripturaria bipartita. Das ist: Ein gantz neu- u. sehr curioser astronomischer Beweissthum Des Copernicanischen Welt-Gebäudes aus Heil. Schrifft. Frankfurt 1690, ferner Auflagen 1706 u. 1708.
764. Ernst Zinner. Die astronomischen Handschriften des deutschen Kulturgebietes. München 1925.
765. Ernst Zinner. Die Geschichte der Sternkunde. Berlin 1931.
766. Ernst Zinner. Die Sternbilder der alten Ägypter. (Isis 16, Brügge 1931, S. 92—101).
767. Ernst Zinner. Die astrologische Treffsicherheit. (Gesundheitslehrer 35, Berlin 1932, S. 170—173).
767a. Ernst Zinner. Untersuchungen zur Geschichte der Sternkunde (XXVI. Bericht d. Naturforschenden Gesellschaft, Bamberg 1932, S. 3—62).
768. Ernst Zinner. Nikolaus Koppernick und die Sonnenuhr zu Wloclawek. (Mitteil. z. Geschichte d. Medizin, d. Naturwiss. u. d. Technik 32, Leipzig 1933, S. 304—306).
769. Ernst Zinner. Johannes Kepler (Colemans kleine Biographien 41). Lübeck 1934.
770. Ernst Zinner. Die fränkische Sternkunde im 11. bis 16. Jahrhundert. (XXVII. Bericht d. Naturforschenden Gesellschaft). Bamberg 1934.
771. Ernst Zinner. Die Tafeln von Toledo. (Osiris 1, Brügge 1936, S. 747—774).
772. Ernst Zinner. Petrus de Dacia, ein mittelalterlicher Astronom. (Archeion 18, 1936, S. 318—329).

773. Ernst Zinner. Das Leben und Wirken des Nikolaus Koppernick, genannt Coppernicus. (Deutsches Museum, Abhandlungen u. Berichte, 9. Jahrg. Heft 6). Berlin 1937.
774. Ernst Zinner. Neue Ergebnisse der Koppernick-Forschung. (Forschungen und Fortschritte 13, Berlin 1937, S. 369—371). Englische Übersetzung in Research and Progress IV, Berlin 1938, S. 135—140.
775. Ernst Zinner. Leben und Wirken des Johannes Müller von Königsberg, genannt Regiomontanus. (Schriftenreihe z. bayer. Landesgeschichte Bd. 31). München 1938.
776. Ernst Zinner. Die ältesten Räderuhren und modernen Sonnenuhren. (XXVIII. Bericht der Naturforschenden Gesellschaft). Bamberg 1939.
777. Ernst Zinner. Der Sternenmantel Kaiser Heinrichs. Himmelskunde und Rechenkunst im alten Bamberg. Bamberg 1939.
778. Ernst Zinner. Nikolaus Koppernick als Schöpfer der modernen Sternforschung. (Deutsche Monatshefte in Polen 6, Posen 1939, S. 15—26).
779. Ernst Zinner. Die Remeis-Sternwarte zu Bamberg 1889—1939 (Veröffentlichungen d. Remeis-Sternwarte zu Bamberg IV). Bamberg 1939.
780. Ernst Zinner. Geschichte und Bibliographie der astronomischen Literatur in Deutschland zur Zeit der Renaissance. Leipzig 1941.
781. Ernst Zinner. Zur Ehrenrettung des Simon Marius. (Vierteljahrsschrift d. Astronomischen Gesellschaft 76, Leipzig 1941, S. 23—75).
782. Ernst Zinner. Die Sonnenuhr des Nikolaus Coppernicus. (Forschungen u. Fortschritte 18, Berlin 1942, S. 183).
783. Lothar Zumbach. Paradoxum novum mechanico-astronomicum, hoc est Planetolabium. Leiden 1691. Neue Auflage Amsterdam 1700.
784. Lothar Zumbach. Jovilabium, i. e. Instrumentum astronomicum, quo in systemate Joviali positiones Jovis. Amsterdam 1716.
785. Lothar Zumbach. Saturnilabium, i. e. Instrumentum astronomicum. Amsterdam 1726.

Register.

Abano, Petrus de 80, 116
Abbo von Fleury 497
Abbreviatio Almagesti 151
ʿAbd al-ʿAzīz = Alcabitius
Aberration 398
Abraham ben Aia 117
— Avenare 117
— ben Esra 77, 81
— ben Hiyya (Judaeus) 433
Absehe (Visier, Lochabsehe, Schlitzabsehe) 122, 298, 413, 414, 515
Abside = Erdferne
Abstemius 520
Absurd (widersinnig) 272-277, 280, 281, 317, 354, 360, 376 bis 381, 454
Abubacer = Ibn Tofeil
Abū-l-Ḥasan ʿAli ibn abī-l-Rijāl 117, 130
Abū Maʿschar 116
Abū Naṣr Manṣūr 116
Accademia dei Lincei 358
Accarisi, I. 371, 516
Achillini, Alex. 159, 160, 516
Achsendrehung 96, 135, 182 usw.
—, gebundene 2
Achtflächer 312
Adam, Ch. 516
Adams, G. 393
Adelhardus 435
Adelung, Fr. 516
Adolph, H. 516
Adriaanszoon = Metius
Aegypter 1, 15, 20, 21, 54, 60, 530, 559
Aegyptische Lehre 12-14, 16, 24, 50, 58, 59, 79, 81, 136, 178, 401. 403, 447
Aequatorialarmille 298, 299
Aequatorium 85
Äther 43, 51
Aethicus 431
Aetius 516
Agrippa 31
Aḥmed ibn Jūssuf 116
Ailly, Pierre de 117, 124, 186, 406, 441
Alander, J. 551
Alardus 462
Albategnius = al-Battānī
Alber, Ferd. 485
Alberti 421
—, L. B. 105
Albertus Magnus 117, 151,
Albion 84, 86
Albohali 433
Albohazen 117, 130, 160, 405, 438, 511, 516
Albrecht V., Herzog v. Bayern 227, 482
— Herzog v. Preußen 125, 167, 226,229, 237, 238, 243, 267, 282, 406, 418, 419, 503, 506, 549, 557
Album s. Polkowski
Albumasar 116, 146
Alcabitius 116, 146, 148, 149, 161, 162, 433, 500
Aldebaran 162, 163, 179, 180, 188, 206, 409, 508
Alembert, J. le R. de 395
Alexander VI., Papst 477
— der Große 216
— v. Aphrodosias (um 200 n. Chr.) 6
Alexandria 15, 24, 25, 34, 42, 47, 62
Alexius v. Polen 144
Alfons X. v. Kastilien 78, 79, 86, 268, 476, 541
Alfonsische Tafeln 75, 79, 94, 117, 141, 143, 144, 146, 151, 161, 184, 187, 216, 227, 265 bis 269, 270, 277, 279, 280, 286, 287, 290, 301, 303, 308, 405, 408, 409, 435, 499, 500, 505, 513, 537, 557
Alfraganus = al-Farghānī
Alfredus 435
Algeri, Joh. 500
Algorismus 94, 146, 147, 408
Alhazen = Ibn al-Haitham
Alī ibn Ridwān 117
Alkuin 63
Allen, Tiedemann v. 142
Allenstein 168-170, 176, 410, 417 bis 423, 533, 535, 559
Alliacus = Ailly
Allix, G. 516
Almagest = Handbuch d. Sternkunde d. Ptolemaeus 32-42, 81, 100, 101, 104, 108, 131, 132, 195, 283

Almagest, Der kleine 117
Almagestum Novum 371
Almanach = Jahrbuch
— perpetuum 184, 185, 441, 447
Almansor 116
Alpetragius = Nur al-Dīn al Biṭrūjī
Altdorf 135, 317, 391, 423-425, 429, 445, 446, 540
Altenburg 450
Altona 478
Altpreußische Forschungen 521
— Monatsschrift 520, 528 536 bis 538, 540, 542, 552, 559
Alypius 432
Amberger, C. 474
Amenophis IV., König von Aegypten von 1375-1350 v. Chr. 21
Amico, G. 230
Amort, Eus. 379, 516
Amras 482
Amsterdam 372, 376, 382, 386, 448
Analemma 32
Anaxagoras 3, 4, 54
Ancona 106
Anderson, Alex. 425, 442
— Rob. 395
Andonius, A. 486
Andreae, Joh. = Schindel
Andrioli, M. 477
Andromedanebel 346
Angeli, St. 371, 516, 534
Angelus 112
— = Angiolo = Engel
Angiolo, J. di 117
Angoulême 514
Anhaltsstern 34, 38, 46, 123, 138, 209, 302, 303
Animodar 110
Anklage wegen Gottlosigkeit 3, 10, 54
Anomalie (Unregelmäßigkeit der Planetenbewegung) 28
Ansbach 336, 345, 347, 424
Anthoniß, Adr. 390
Antikythera 48
Antiskia 20, 540
Antonini, A. 351
Antwerpen 465
Anziehung 69, 372, 396
Apelles 349, 351, 362
Apelt, E. F. 517
— 0.547
Aphel = Sonnenferne
Apian, Peter 86, 175, 176, 198, 229, 232, 240, 256, 263, 283, 406, 408, 433, 435, 438, 439, 453, 479, 511, 533, 534
— Ph. 291, 310, 453, 534
Apogaeum = Erdferne
Apollonios von Myndos 31
Apollonios von Perga (geb. um 262 v. Chr.) 14, 116, 166, 425, 431, 438, 439
Apollonius Gallus 283, 434, 557
Apothecarius 141
Appenzeller, Joh. 278
Aquilon, Fr. 484
Aquino, Thomas von 244
Araber 63, 70-75, 137, 286
Aragon, Peter von 79
Arakielowicz, Greg. 386, 517
Aratos 29, 405, 432, 441, 442
Arboräus, Heinrich 277
Arcetri 369
Archenhold, F. S. 522
Archimedes 9, 10, 25, 48, 116, 121, 132, 136, 178, 271, 425, 428, 431, 434, 438, 452, 517
Argoli, And. 371, 517
Arim 141
Aristarch von Samos (300?-230? v. Chr.), 8-13, 24, 25, 27, 132, 135, 136, 178, 201, 219, 271 bis 275, 281, 283, 372, 373, 431, 521, 535, 547
Aristoteles 5, 6, 8, 51, 70, 71, 80, 116, 117, 136, 149, 151, 160, 196, 197, 230, 233, 240, 271, 288, 297, 339, 348, 362-365, 380, 401, 425, 428, 431, 467, 489, 512, 517, 522, 554
Aristoxenus 432
Aristyll 15, 34, 46
Armellini, G. 517
Armillae Aequatoriae 458, 459
Armillarsphäre 16, 30, 65, 70, 78, 87, 89, 152, 390, 391, 393, 426, 427, 443, 448, 467, 471 bis 484, 505, 506
Armille (Astrolabon) 30, 34, 40, 82, 122, 123, 138, 190, 200, 202, 206, 214, 215, 261, 296, 298, 302, 413-418, 458
Armitage, A. 517
Arnold, Heinrich 86
Arzachel = al-Zarkālī
Arzet, A. 488
— R. 85
Arzt (Medizin) 165, 167, 258, 261, 480
Ashenton, John 117
Aspekt 218, 219, 316, 324, 325, 328, 329

Astrampsychos 117
Astrolab 65, 66, 70, 76, 82, 84, 91, 94, 114, 119, 121, 122, 139, 144, 152, 161, 186, 261, 263, 269, 293, 410-415, 426, 443, 474, 479, 480, 489, 498 bis 501, 505, 533, 557
Astrolabon = Armille
Astrologie = Sterndeutung
Astronomia Anathomiae 155, 408
Astronomia nova 321, 323, 328, 356, 385, 425, 453, 539,
— Teutsch 279
Astronomiae Instauratae mechanica 292, 295, 299, 522
— — Progymnasmata 294, 304, 522
Astronomicum Caesareum 229, 240, 263
Athanasius 380
Athen 46
Aubry 477
Aufkreis s. Epizykel
Augsburg 85, 87, 166, 292-294, 296, 334, 349, 353, 405, 453, 459
Augustus, Kaiser 59, 60
— Antonius 431
Aunpekh, Georg 92
— Ulrich 92
Auria, Jos. 432
Aurifaber, And. 237, 406
— Joh. 513
— Peter 294
Außermittenkreis s. exzentrische Bahn
Auszug (Epitoma) aus dem Handbuch des Ptolemaeus 100 bis 104, 115, 118, 131, 132, 135, 156, 163, 178, 192, 205
Autolykos 177, 435
Aven Rodan 510
Averroes = Muhammed ben Roschd
Avogaro, P. B. 501
Avranches 498
Ayrmann, Chr. Fr. 374, 517
Azimutalquadrant 297

B., C. 469
Babylonier 1, 15-31, 52, 54, 557,
Bacciareli, Marc. 466
Bachmann, Georg 275, 517
Bacon, Fr. 331, 517, 547
— Rog. 116, 433
Baden 462
Baer, K. L. 517
Bagdedin, Mahomet 432
Bagrow, L. 517
Bahnelemente 5, 27, 40, 183, 184, 191, 201, 208, 325, 345, 371, 394, 395
Balch, Th. W. 506
Baldus, Bern. 431, 432
Balforeus, Rob. 432
Balga 140
Balkenunruhe 88
Ball, R. S. 472
Ballistik 121
Balwyn, Ch. e. H. 478
Bamberg 65-67, 212, 393, 455, 480, 560
Bammann, Ioh. 426
Banū Mūsā 116
Baranowski, J. 525
Baranzani, G. A. 371, 517
Barbarini, Maf. 362
Barbarius, Dan. 438
Barcelona 78, 79, 498
Barenghi, G. 371, 517
Barlaam 117
Barlaeus 457
Barocius, Fr. 438
Barth 482
—, C. 473
Bartholinus, P. 376, 517
Bartholomaeus von England (Anglicus) 79
Bartoszewicz, J. 422, 525
Barwinski, E. 519
Basaiti, M. 474
Basel 95, 198, 227-230, 232, 245, 258, 263, 276, 278, 290, 292, 294, 406, 425, 429, 448, 453, 462, 463
Bassermann-Jordan, E. v. 514, 517
Bastgert, Peter 141
Bate, H. 77
Bathodius, L. 273
Batowski, Z. 456, 479, 517
al-Battānī (um 879 n. Chr.) 70, 74, 75, 78, 84, 97, 117, 178, 183, 188, 201, 202, 220, 239, 260, 265, 433, 458, 511, 516
Battus, L. 291
Bausch, Joh. Lor. 423, 424
— Leonh. 423
Bausse, Joh. G. 393, 518
Bautzen 391, 427
Bayer, Joh. 354
Bebenhausen 87
Bechstein, L. 476
Beck u. Friede 465
Beckmann, Fr. 518

Beda († 735 n. Chr.) 54, 59, 62, 63, 117, 518, 524
Bedermann, Th. 173
Behaim, M. 483
Beheim, Lor. 166
Bellarmin, R. 343, 357, 360-362
Bellavalle, Firminus de 80
Belvedere 307
Benatky 307
Bendel, M. 518
Bender, G. 518
Benediktbeuren 68
Beneventanus, M. 437, 507
Benzenberg, I. Fr. 399
Beobachtung 10, 15, 25, 26, 29, 35, 38, 40, 42, 46, 47, 59, 64, 65, 75-79, 82-84, 90-94, 104, 105, 109, 112, 113, 116, 121 bis 123, 126, 128, 134, 138, 153, 156, 162-166, 179, 180, 185-194, 200-209, 212, 213, 217, 218, 241, 257, 258, 260, 261, 264, 265, 269, 274, 275, 288-294, 298-304, 307, 308, 318, 329, 333, 339-353, 361, 362, 366, 367, 397-403, 408 bis 418, 484, 489-496, 501, 508, 511-513
— Fehler 204, 209, 213, 241, 242, 298, 299, 309, 310, 413
— Genauigkeit 15, 30, 35, 45, 47, 174
— Geräte (Instrumente) 15, 16, 25, 30, 34, 35, 38, 47, 76, 78, 82, 84, 91, 110, 116, 117, 122, 140, 147, 152, 153, 261, 263, 275, 290, 296, 302, 320, 349, 366, 413-418, 491, 493, 500
— Stube 419, 420
Bergau 422
Berger, H. 518
— L. 518
Bergerac, S. Cyrano de 373, 518, 538
Bergius, M. 439
Berlin 166, 174, 395, 450, 452, 457, 460, 465, 468, 470-472, 478, 484, 500, 513, 531, 538
Bern 451
Bernd 384, 518
Bernegger 441, 467, 483
Bernhard, J. 418
Bernold (um 1093 n. Chr.) 66
Bernoulli, Dan. 396
— Jakob 396
— Joh. 396, 416, 417, 503
Berossos (um 300 v. Chr.) 20, 21, 432, 553
Berti, D. 518
Bertram, A. 461
Bertrand, P. 477
Beschorner, H. 518
Bessarion 100, 104-108, 124, 127, 171, 180, 405
Bessel, Fr. W. 397, 398, 412, 518
Bettelheim, A. 522
Beutel, T. 380, 518
Beyer, H. 274, 285, 450, 518
Beza 282
Bezugsort 267
Biancani, G. 371, 445, 518
Bianchini, Fr. 531
Bianchini, G. (Joh. Blanchinus) 103, 105, 106, 113, 116, 117, 133, 138, 145, 147, 160, 161, 186, 231, 439, 441, 501, 519
Biem, Mart. v. Ilkusch 152, 153, 157, 173, 185, 192, 411, 413
Bigourdan, M. G. 518
Bilberg, J. 377, 518
Bild, Veit 176
Bilfinger, G. 396
Bilharz, A. 518
Bille, Steen 293
Billy, Jac. de 487, 519
Binck, J. 468, 475, 482
Björnbo, A. A. 447, 556
Birkenmajer, Alex. 519
— L. Ant. 287, 404, 407, 408, 410, 501, 507, 508, 511, 519, 520, 522
al-Biṭrūjī, Nur al-Dīn 71, 117, 128, 129
Blaczko, L. v. 520
Bläser, G. 479, 535
Blaeu, Will. J. 376, 383, 390, 391, 427, 520
Blancanus = Biancani
Blarer von Brudzewo, Albert (1446-1495) 99, 107, 145, 147, 150, 151, 153, 156, 157, 180 504, 522, 559
Blausius, Chr. 551
Blebel, Th. 274, 520
Blondus, Ang. 435
Blücher, M. 520
Bock, Elf. 478
Bode, J. E. 531, 559
Bodin, J. 282, 520
Bodmann 454
Boeszoermeny, R. 520
Boethke, R. 520
Boetius 116
Boffito, G. 520

Boismorand 514
Boissard, J. J. 254, 464, 468
— R. 464
Bologna 78, 142, 158-165, 171, 179, 280, 320, 341, 407-409, 418, 457, 468, 469, 527, 536, 543, 554
Bologneser Leuchtstein 491, 507
Bonamici, Fr. 281, 520
Bonatus, Guido 186, 441
Boner, Joh. 261
Bonfioli, H. M. 371, 520
Bonn 454
Borelli, G. A. 516
Borgondio (Burgundius), Or. 371, 520
Borro, Chr. 371, 520
Borso, Herzog v. Ferrara 501
Boscovich, R. G. 396
Bosscha, J. 520, 547
Boston 455
Botriganus, Herc. 432
Bouguer 397
Boulliau, Ism. 372, 375, 394, 520, 521, 557
Boulonois, E. de 464
Bourne, W. 285
Bovillus, Car. 406
Boy, A. 477
Brachvogel, Gg. 418, 449, 456, 505, 512, 517, 519-521
Bradley, J. 398, 522
Bradwardinus, Th. 116, 406
Brahe, Jörg. 290
— Otto 290
— Tycho 123, 124, 189, 190, 236, 240, 281, 287-309, 317 bis 325, 329, 331-334, 339, 354, 356, 361-363, 366, 372, 376, 380, 383, 390, 394, 400, 402, 412, 413, 417, 425, 427, 434, 437, 439, 454, 457-459, 467, 476, 479, 481, 482, 490 bis 492, 507, 508, 512, 517, 518, 522, 524, 529, 530, 532, 533, 542, 545, 555
Brahesches Weltgebäude 304 b. 309, 318, 332-334, 335, 361, 371-387, 392, 458, 489, 492, 524, 537, 539, 541, 553-555
Brandenburg 140, 505
Brandis, Chr. A. 522
Brasch, Fr. E. 455
Braun, Gr. 465
Braunmühl, A. v. 492, 515, 522
Braunsberg 141, 154, 222, 406, 407, 449, 452, 476, 511
Braunschweig 78, 140, 141, 505
Bremden, D. 477
Brengger, Joh. 333, 554
Brennpunkt 121, 322, 394, 396
Brennspiegel 121
Breslau 141, 143, 147, 159, 165, 166, 171, 450, 455, 465, 504, 505
—, Michael (Falkner) von 107, 148, 150, 502
Bretnor, Th. 385
Briggs, H. 385
Brocardus 430
Brodzki, V. 469
Broscius, Joh. 386, 417, 473, 515
Brotbeyhel, M. 175
Brucaeus, H. 275, 290, 303, 430, 522
Bruchnalski, W. 515, 527
Brudzewo s. Blarer
Brügge 499
Brüssel 375, 451, 464
Bruhns, B. 522
Brunn, Is. 461, 479
— Luk. 436
— W. v. 465, 522
Bruno, G. 334, 335, 399, 518, 522
Bubnov, N. 523
Buchan 460
Buchanan 458
Buchner, H. 114,
Buda 108, 114, 152, 505
Budaeus, G. 465
Budorensis, Joh. Michael 185, 506
Bücheranzeige 121, 125, 316, 347
Büchermesse 316, 347
Bünting, H. 270
Bürgi, J. 514, 515
Bujak, Fr. 527
Bullart, Is. 464, 523
Bullialdus = Boulliau
Burg, Die 470
Burman, Erik 377
Busch, Andreas 391
Buszczynski, S. 523
Buteon, Joh. 429
Butrio, Ant. de 404
Buttstedt, H. 466, 467
Byrhtferd 554
Byskupye, B. 148

Cabasilos, Nik. 117
Caesar, Julius 59-63, 78, 216
Caesareus, Nik. 270

Calcagnini, Celio (1479-1541) 228-231, 452, 479, 536, 552
Calculatio Copernicana 269
Calculus Copernicus 269
Calendarium Romanum magnum 173
Calogera, A. 556
Calovius, Abr. 380, 523
Calvin 282
Calvisius 490, 491
Camerarius, Joachim I. 244, 289, 432, 433
— — II. 261, 296
Campanella, Th. .523
Campano da Novara, Giov. 84, 117, 130, 437
Candelabrum 452
Canon semissium subtensarum (Copernici) 242, 243, 513
Cantor, M. 523, 556
Capella, Martianus M. 54, 67, 68, 79, 136, 137, 178, 197, 523
Capelli, Ang. 371, 523
Capellini 468
Capra, B. 514, 515
Caprini, G. A. 523
Caprinus, A. 245
Capuani de Manfredonia, Fr. 406
Cardano, G. 175, 258, 435, 438, 451, 492, 503
Cardinael, S. H. 375, 523
Carellus, B. 441
Carpenter, Nath. 385
Cartesius = Descartes
Carvay 514
Casa, Fr. 520
Casati, P. 523
Casembrot, G. H. 523
Caspar, M. 539
Cassini, J. 123, 374, 395, 398, 523
— J. D. 395, 398, 523
Castelet 374, 523
Castelli 356, 357 468
Caylus, A. 469
Cellarius, A. 376, 468, 523
Celsius, A. 374, 523
— M. 376
— Nils 376, 377, 518, 523, 554
Celtis, K. 157, 162
Censorinus 52, 523
Centiloquium 32
Centrum aequantis circuli = Leitpunkt
Cesi, Fürst 353
Ceti = Cetus (Walfisch) 30, 354
Ceulen, Joh. van 393
— Lud. a 431, 434, 436
Chalcidius 7, 51, 54, 58, 67, 68, 79, 130, 136, 137, 178, 497, 499
Chamahista, Miltandur 475
Chapman, J. 466
Chemnitius, M. 125, 524
Chiaramonti, Scipio (Claramontius) 371, 524
China 487, 491
Chinesen 1, 20, 137, 386, 552
Chodowiecki, Dan. 464
Chodynski 422
Christian IV, König von Dänemark 306
Christiani, David 380, 524
Christmann, J. 333, 429, 430, 456
Christus 61, 216, 330, 375, 497
Chytraeus, Dav. 524
Ciampi, Seb. 468
Cicero (106-43 v. Chr.) 3, 48 bis 50, 130, 249, 524, 542
Cichowski, A. 473
Clairaut, A. Cl. 395, 396, 398, 524
Clarke, E. 385
Clavasio, Dominicus de 80, 116
Clavius, Chr. 277, 342, 343, 355, 356, 359, 371, 425, 435, 439, 443, 484, 489, 492, 524
Clemens VII. Papst 227
Cleomedes 432, 441
Cleparz, St. de 149
Clericus = Leclerc
Cleve, Joos von d. Ä. 474
Clm (Latein. Handschrift der Staatsbibl. München) 51 S. 147; 56 S. 499; 125 S. 147, 210 S. 58; 367 S. 504; 1609 S. 484; 4563 S. 68; 6362 S. 67; 6364 S. 67; 9264 S. 493; 10667 S. 503; 11865 S. 379; 11877 S. 493; 12425 S. 493; 13021 S. 498; 14436 S. 67; 14684 S. 499; 14689 S. 65; 14729 S. 67-69; 14763 S. 65, 498; 14836 S. 498; 14908 S. 499; 18912 S. 501; 24102 S. 447; 25004 S. 500; 25017 S. 379; 26667 S. 501; 27003 S. 365, 502; 29101 S. 447
Cloese, B. v. d. 393
Cluverius 442
Cnoll, Chr. 332, 524
Coccaeus, J. 524
Cochlaeus, J. 463

Coeler, P. A. 553
Coelum empyreum 278
Coimbra 333, 524
Cole, B. 393
Colliander, N. 530
Collijn, Is. 404, 405, 407, 524
Colombe, Lud. delle 356
Colzi, Giov. 469
Comenius = Komensky
Comerio, Ag. 479
Comerius, Nik. 454
Comitibus, Nic. de 95
Commandinus, Fed. 431, 432, 437-439
Commensurator 120, 444
Commentariolus = Vorbericht
Como 482
Computus (ecclesiasticus) = Zeitrechnung
Conches, Guill. de 1080?-1154?) 69, 80, 137, 499, 524
Conclusiones astronomicae 524
Cooper, R. 478
Copeland, R. 513 526
Coppernicus, Andreas s. Koppernigk
Coppernicus, Nikolaus 34, 59, 113, 124, 132, 136 usw.
— Aussehen 254, 481, 482
— Bildnis 276, 365, 381, 428, 447, 454-484
— Brücke 465
— Denkmal 277, 465, 471, 474, 475, 477, 479, 526, 529, 535, 543, 548, 549
— Ehrung 512
— Fehler 188, 203, 204, 208-210, 213, 220, 239, 265-267, 270, 277, 283, 309, 314, 317, 507, 509-511
— Gasthof 476
— Geburt 502, 516, 548
— Gedächtnisfeiern s. Schrifttum
— Grab 254, 521, 549
— Helligkeitsschätzungen 508 bis 509
— Institut 457
— Krater 512
— Museo 457, 477, 512, 558
— Museum 369, 416, 461, 476, 512
— Name 503, 521, 522
— Palme 512
— Schaumünze 466, 474, 478
— Selbstbildnis 457-459, 480, 481
Coppernicus Sonnenuhr 176, 418 bis 423, 559, 560
— Sternwarte 416-418, 522
— Turm 169, 416, 417
— Turris Copernicana 416
— Verein 516, 525-527
— Volkstum 142, 158, 171, 172, 281, 457, 458, 484, 507, 518, 527, 551, 552, 557, 559
— Wasserwerk 417, 473, 549
— Zeitschrift „Copernicus' 513, 526
Coppernicus Entwurf seines Hauptwerkes 194, 203, 204, 215, 219-221, 234, 238, 239, 244, 448, 449, 455, 456, 528
Coppernicus Änderung des Entwurfes 204, 234, 235, 239
Coppernicus Hauptwerk 177, 187 bis 225, 232, 233, 236-238, 253, 255, 256, 258, 269, 275, 276, 278, 280, 283, 285, 287, 313, 332, 360, 361, 387, 390, 402, 410, 411, 414, 428
Coppernicus Verbot des Hauptwerkes 360, 361, 448-455, 481, 508, 513, 534
Coppernicus Vorbericht (Commentariolus) 177, 181-188, 192, 195, 215-217, 225, 237, 242, 296, 508, 509, 525
Corduba, Alfonsus de = Hispalensis
Coronelli, V. 371, 527
Corpus agrimensorum 527
Corvinus, Laur. 171, 185
— Mathias 107-109, 112, 113, 119, 127, 145, 152, 180, 501, 502
Costanzi 527
Courtenay. Baudoin de 79
Cranach, L. 86, 473, 474
Crassi, Lor. 475
Crastonus, Joh. 159, 407, 506
Cremona, Gherardo da (1114 b. 1178) 75, 79, 101
Cremonensis = Sabbionetta
Crobya, J. de 151
Crol, H. 296
Crüger, Peter 333, 381, 527
Cruger, Melchior 380, 527
Crusius, Paul 275, 440, 527
Cuba, Joh. de 165, 407
Cues, Nikolaus von 95-99, 105, 106, 116, 118, 124, 136-138, 158, 178, 179, 230, 231, 283, 288, 334, 402, 409, 438, 536, 537

Cummins, R. 460
Cumont, Fr. 527
Cuno, J. 270
Cuntz, O. 527
Curriculum 67, 498
Cursor 67, 498
Curtius, M. 227
Curtze, M. 404, 448, 456, 468, 511, 527, 528, 531
Cusa = Cues
Cyg, P. 335, 354
— Fl. 61 S. 398
Cylindrum = Säulchensonnenuhr
Cysat, J. Bapt. 343, 346, 347, 352, 353, 356, 361, 378, 396, 484-491, 494-496
Czartoryski 450, 456, 459, 460, 464
Czynski, J. 470, 528

MED 426
Dacia, Petrus de 78, 559
Dallo 515
Dandeleau, N. 472
Dank, Joh. 79, 143, 146, 433, 500, 505
Danti 442
Danticus, Joh. (Flachsbinder) 169, 221-224, 228, 232, 239, 507, 512, 535, 552
Danzig 157, 166-170, 221, 223, 236, 245, 276, 381, 457-461, 472, 507, 527
Darmstadt 253, 454
Darmstädter, L. 461
Dasypodius, K. 273, 276, 424, 428, 429, 431, 444, 460, 461
Dathe, H. 380, 528
De divinis nominibus 51, 546
De improbatione concentricorum et epicylorum 81
De mundi coelestis terrestrisque constitutione (Über den Zustand des Himmels und der Erde) 59, 545
Dechales, Cl. Fr. M. 375, 502, 528
Dee, John 283, 432
Deferent 301
Delambre 512
Delfino, G. Ant. 230, 528
Dell, Chr. 488
Della Bella, Stef. 467
Denos 373
Dercyllides 11
Descartes (Cartesius), R. 371, 373, 375, 379, 399, 516, 528, 530, 535, 547, 557
Descriptio regionum 408
Desing, Ans. 380, 529, 555
Desrochers, E. 466
Dessel, Val. A. 465
Deusing, A. 375, 529
Deventer 95
Deyerl, M. 474
Dialogo 364-369, 467, 483, 517, 524, 532
Dibvad, G. Chr. 529
Dickstein, S. 519
Didacus v. Lissabon 172
Diehl, B. 463
Diels, H. 516, 529
Dietrich, A. 474
— Veit 243
Digges, Leonh. 283, 529
— Th. 283, 284, 449, 529
Dillingen 452, 484, 491
Dini 356
Dionysidorus 433, 556
Dionysius 15
— Afra 116, 441
Diophant 105, 106, 116, 429, 438, 440
Dioskuren 422
Direktio 126
Dispek, Abr. L. 386, 529
Dittrich 529
Dodonaeus 441
Dörffel, G. S. 396
Donati, P. 279, 529
Dondi, Giov. de 86, 97, 105, 117, 145
Donner, Georg 244, 255, 452
Doppelmayr, J. G. 383, 446, 477, 529, 555, 558
Dopschitze, L. v. 156
Dorn, H. 107, 113, 152
Dornach 78
Dorotea Sofia, Herzogin v. Parma 556
Douai 374
Doullens (Dullendius), Gab. de 372, 529
Doumont 466
Dove 385
Dra = Draco (Drache)
Drachenmonat s. Monat
Drecker, J. 529
Dreieckslehre 118, 153, 155, 192, 193, 198, 238, 242, 243, 260, 261, 268, 288, 294, 513

Dreistab (Triquetrum) 38, 108, 122, 138, 145, 153, 189, 258, 261, 296, 298, 413-418, 458, 481, 500
Dresden 147, 448, 450, 459, 482, 514
Dreyer, J. L. E. 513, 526, 529
Druckerei 111, 114, 127, 259, 263, 297, 319
Drugulin 477
Dryburgh 460
Dschābir ibn Aflaḥ (Geber) 71 79, 81-83, 117, 131, 151, 406, 499
Du Bartas, G. Saluste 281, 285, 507, 529
Du Bois, J. 375, 529, 530
Dudik, B. 483
Dudith, A. 437
Dürer, A. 166, 329, 425, 435, 439, 442
Düsseldorf 478
Duhamel, J. B. 374, 530
Duhem, P. 80, 83, 497, 499, 500, 530
Duhr, B. 530
Dumée, Jeanne de 373, 530
Dunajewski 543
Dupuis, J. 556
Durand 478, 484
Duret, N. 372, 530
Durupt 460
Dyck, W. v. 539
Dzialinski 460

Ebbe und Flut s. Gezeiten
Eber, P. 293, 259, 261, 454
Eberbach, G. 270
Eck, Joh. 125, 173, 507, 530
Edinburgh 451, 460
Ehrenberg, A. 384, 533
— H. 475, 483
Eichstätt 409
Eiförmige Bahn 39, 48, 97, 151, 321, 322, 379
Eimmart, G. C. 391, 530
Eisner, Jos. 466
Ekphantos 8, 196, 250
Elbing 140, 157, 167-171, 225, 226, 383
Elektra 197
Elemente der Bahn s. Bahnelemente
Elers, A. 536
Elias, R. 433
Eligerus, Joh. 500
Elisabeth 441
Elle 411, 414
Elliptische Bewegung 199, 322, 327, 331, 368, 375, 394-396, 400
Elongation 40
Elvius, P. 377, 530
Elzevier 370
Emanuelli, P. 527
Emerich, F. 154, 407
Emm, G. 270
Emmeram s. Regensburg
Endersch, Joh. Fr. 393, 530
Engel, Joh. 134, 187, 479
Engelbach 469
Engelhard, Abt. v. Reichenbach 86
Engelhart, Val. 255, 435, 450, 455
Engelmann 457
England, Wilhelm v. 161
Enno 117
Ephemeride = Jahrbuch
Epitoma = Auszug
Epitome astronomiae 310, 430, 542
— — copernicanae 327, 331, 361, 363, 394, 430, 539
Epizykel (Aufkreis) 13, 14, 28, 35, 37, 38, 40, 42, 43, 58, 59, 68, 71, 72, 80-86, 97, 123, 129, 136, 151, 183, 202, 205, 207, 210, 216, 217, 240, 248, 253, 301, 305, 306, 312, 313, 317, 322, 367, 400
Epoche (Ausgangszeit) 42, 46
Erasmi v. Huldeberg, Dan. 381, 530
Erastus, Th. 444
Eratosthenes (273?-192? v. Chr.) 15, 24-26, 51
Erde, Atmosphäre 12, 95
— Bahn 188, 201, 203, 322
— Beben 151
— Bewegung (Drehung) 2, 3, 8-12, 32, 53, 95, 96, 99, 100, 135-139, 151, 182, 184-186, 196, 198-201, 214, 216-219, 225-234, 245-252, 271, 274 bis 283, 297, 303, 327, 329, 332-399, 428, 446, 497
— Durchmesser 8, 9, 40, 73
— Ferne 27, 29, 47, 48, 56, 74, 201, 202, 267, 302, 513
— Gestalt (Kugel) 1, 4, 251, 334, 388, 397, 480, 505, 506
— Karte 26, 65, 110, 170, 238, 501, 507

Erde, Messung 24, 25, 53, 54, 397, 546
— Ruhe 5
Erfurt 85, 88, 120, 143, 166, 498, 500, 505
—, Joh. v. 143
Erhardt, E. v. 497
— R. v. 497
Erigena, Joh. Scotus 54, 497
Erlangen 423, 427, 444-446, 531
Erman, Ad. 530
Ernst, Kurfürst v. Köln 514
— Martin 527
Ersberg, And. 554
Esculani, Cicchi 406, 439
Esculo, Fr. de 117
Esler, Joh. 430
d'Este, Kardinal 359
— Borso 107
Estreicher 450, 451
Eteostichon 463
Etzlaub, Joh. 166
Eudoxos von Knidos (408-355 v. Chr.) 4-7, 14, 24, 29, 51, 59, 71, 96, 136, 178, 230
Eugen, Prinz von Savoyen 393
Euklid 32, 80, 116, 136, 141, 146, 149, 151, 161, 162, 186, 194, 260, 286, 324, 329, 337, 405, 406, 408, 425, 428 bis 431, 433, 435-443
Euktemon 6
Euler, L. 389, 395, 530, 535
Eutokios 116, 438
Evektion 40, 301
Evreux 78
Exzentrische Bahn 14, 27, 28, 31, 35-43, 56, 58, 68, 71, 72, 80-86, 97, 136, 183, 201, 202, 205, 207, 211, 240, 306, 308, 312, 313 332 400
Exzentrizität 38, 45, 123, 183, 233-236, 248, 249, 253, 314, 373, 395
Eyssenhardt, Fr. 523

Faber 530
Fabio 374
Fabre, P. 501
Fabri, S. I. H. 530
Fabri Stapulensis, Jac. 406, 439
Fabricius, Dav. 327, 331, 335, 346, 354, 492
— Joh. 346, 347, 350
— Paul 282
Facini, Bern. 394
Falck, J. 379, 457, 477
Falco 436
Fallbewegung 366, 384, 395
Fantuzzi, Giov. 371, 530
al-Farghānī 72, 79, 82, 84, 97, 105, 117, 151, 237, 429, 433, 435, 516
Fasbender, E. 531
Faulhaber 424, 491
Favaro, A. 531
Feild, J. 283, 531
Feirabent 486-488
Feldkirch 232, 237, 243, 245, 258
Feldmessung 108, 140, 425, 426
Fellwöck, Joh. G. 393
Femel 435
Ferber, Hildebrand 405, 407 b. 409, 508
— Mauritius (Moritz) 170, 221, 407, 508
Ferdinand I., Kaiser 229, 524
— II., Kaiser 319
Fernrohr 285, 310, 334-347, 352, 366, 367, 397, 400, 427, 485, 489, 491 493, 513, 514, 530
Ferrara 105, 111, 113, 161, 165, 166, 172, 230, 457, 551
Ferrari, G. 531
Ferroni, G. 371, 531
Festungsbau 425, 427, 440
Feuerkugel 3, 4
Feyens 374
Ficinus, Mars. 159, 179, 531
Fiedler, J. C. 384, 531
Fieni, Th. 531
Filiis, Angelo de 351
Finaeus, Or. 436, 477, 479
Finck, Th. 270
Finsternis 17, 18, 25, 79, 83, 90, 100, 122, 123, 140, 158, 163, 164, 190, 192, 257, 258, 290, 291, 301, 410, 411, 415, 416, 490, 491, 504, 511
Firmicus Maternus, Jul. 50, 117, 130, 145, 405, 531
Fischart, J. 461
Fischer, H. 444, 531
Flammarion, C. 531
Flamsteed, J. 398
Flebeq, J. de 78
Fleischer 430
Flock, Er. 254, 263, 531
Florenz 105, 159, 341, 342, 353, 357, 358, 365, 369, 457, 468, 490, 501, 502
Focaria 223, 234
Förster, W. 460, 531
Fontani, Val. 287
Fontenelle, B. L. B. de 374, 399 531

Fornell, J. 537
Forschungen und Fortschritte 549, 560
Forsther, T. 243
Foscarini, A. 357, 360, 531
Fossombrone 507
Fotheringham 48, 531
Foucault, J. B. L. 399
Fouchy, Grandjean de 395
Fracastorius (Fracastoro), H. 227, 230, 437, 479
Francisci, E. 381, 532
François, J. Ch. 470, 471
Frank, E. 497, 532
Frankenstein, Ch. F. 545
Frankfurt a. M. 274, 294, 450, 463, 464, 491
Franz 422
Franz I., Kaiser 393
Frauenburg 142, 156, 165, 168 bis 170, 174, 176, 189-192, 194, 216, 221, 223, 224, 231, 232, 238, 241-244, 254, 255, 261, 270, 277, 298, 369, 410, 412, 413, 416-418, 422, 458, 461, 465, 473, 476, 482, 507, 508, 511, 512, 521
— Dombibliothek 154, 155, 404, 407, 408, 471
Frederiksborg 391
Freher, P. 465
Freiburg i. Br. 172, 291, 349, 451, 492
Freigeister 389
Freigius 440
Freind 396
Freising 66, 67
Freund, A. 167
Friedensburg, W. 513, 532
Friedrich II, König v. Dänemark 296
Friedrich III, Kaiser 90-93, 101, 103
Frisch, Ch. 539
Frischlin, N. 275, 461-464, 532
Froben, G. L. 333
Frölich, D. 381
Frömmigkeit 108, 245, 311, 312, 388-390
Froidmont, L. 374, 532, 541
Frontinus 432
Frost, W. 385
Frühlingsgleiche = Frühlingsnachtgleiche s. Nachtgleiche
Frühlingspunkt 19, 200-202
Fuchs v. Bimbach, Ph. 336, 345
Fuentes, Graf v. 337
Fugger, Georg 341
— Joh. Jakob 453
— Markus 293
Fugier, L. 471, 478
Fulda 66
Fuller, N. 332, 532
Funkhouser, H. G. 57, 532

G., J. 469
Gadroys, Cl. 373, 532
Gärtner, B. 142
— F. 475
Galatea 323
Galesi, B. 371, 532
Galilei, G. 132, 276, 310, 316, 317, 320, 337-346, 350-371, 375, 377, 378, 385-387, 389, 395, 442, 467, 468, 483, 484, 489, 490, 492, 493, 495, 496, 512, 514, 515, 518, 523, 532, 540, 545, 547, 550
— Vinc. 337
Gall 486
Gallasch, Chr. G. 450
Gallery of portraits 460
Gallus, H. 437
Gamaches 373, 532
Gans, D. 555
Ganszyniec, R. 527
Garcaeus, Joh. 430, 503
Gaß, J. 532
Gassend, P. 372, 465, 467, 468, 481, 484, 532, 533
Gasser, Ach. P. 175, 237, 245, 255, 451, 550
Gaudinus, A. 486
Gauricus, L. 259, 438, 503
Gauß, K. Fr. 389, 397, 412, 483
Gazulus, Joh. 117
Geber = Dschābir
Gebetsrichtung 70
Gebetszeit 70
Geburtsdeutung 103, 126, 127, 306, 339, 405, 502 511
Gegenerde 2
Geierbrand = Ehrenberg
Geminus 14, 429, 442
Gemma Frisius 175, 221, 245, 263, 269, 277, 429, 435, 441, 480, 491, 533
Gemperlin, Tob. 296, 459
Gensfelder, Reinhard 92
Gentleman's Magazine 460, 526
Geometria culmensis 140
Geometrisches Quadrat 94, 121
Georgius, Alex. 442
Gephirandus, Th. 434, 436

Gerät 263, 281, 294, 423-427, 443, 479, 480. Siehe Beobachtungsgerät
— der Planetenbewegung 84-87, 264, 291. Siehe Planetarium
Gerasimowicz, E. 533
Gerbert 65, 523
Gerhard, J. 527
Gerlach, M. 275, 533
Gerland, E. 514
Germanen 1, 54, 63, 87, 90, 137, 288, 401, 403
Gernardus 116
Gersbach 269
Gerson, Albert 477, 484
— Levi ben 80, 117, 122
Gesner, K. 258, 276, 533
Gesselen, K. 141
Gestirnung (Horoskop) 119
Gezeiten (Ebbe und Flut) 10, 359, 360, 363, 364, 396
Ghetaldus, Mar. 434, 485-487
Ghirlandajo, Rud. 469, 476
Giese, Tiedemann 169, 181, 223, 224, 232, 236-238, 241, 244-bis 247, 254-257, 418, 455, 461, 481, 482, 507, 511
Giessen 333, 380, 454
Gigalski, N. 470, 533
Gilbert, W. 324, 333, 533, 535, 547
Gilebert, Petrus 79
Ginzburg, B. 533
Ginzel, F. K. 533
Gise 15
Giuntini (Junctinus), Fr. 280, 430, 503, 533, 544
Gladiss, J. 478
Glareanus 435
Gleichmittige (homozentrische) Bahnen 6, 28, 83, 129, 132, 133, 136, 178, 230, 248, 279, 317
Globus 478-480, 483, 552, siehe Erdkugel und Himmelskugel
Glogau, Joh. v. († 1507) 107, 148, 150, 153, 156, 164, 413
Gmunden, Joh. v. 84, 85, 91, 92, 101, 103, 116, 143, 147, 267
Gnapheus, W. 226
Gnesen 142
Gnomon geometricus 92, 94, s. Geometr. Quadrat
Goa 486, 491
Godin 395
Göggingen 293
Görlitz 141
Göttingen 453, 498
Götz, N. 112
Gogavinus 432
Gogelmann 505
Goldbach, B. 473, 530
Goldbeck, E. 533
Goldenau 459, 479, 482
Goldene Zahl 77
Goluchow = Goldenau
Gorlaeus 517
Gosselin, G. 429
Gotha 85, 381, 450, 460
Gott 126, 195, 197, 310-312, 324-326, 333
Gottsched, J. Chr. 531, 533
Gottstein 454
Gourev, G. A. 533
Grabowski, 460
— L. 527
Graham, G. 393
Grammatici, N. 379
Grandami, J. 372, 533
Grandidier 533
Grantham 395
Grassi 351, 362
Graudenz 170
s'Gravesande, G. J. 376, 533
Graz 307, 309, 311, 318, 388, 449, 484, 491
Green, V. 460
Greenwich 471
Gregorianisch. Kalender 280
— Kalenderverbesserung 310
— Tafeln 280
Gregory, D. 385, 395, 534
— J. 534
Greifswald 285, 381
Gresham, E. 385, 506
Grevenstein, A. 270
Griechen 1-15, 24-54
Grienberger 342, 343, 358, 484 bis 490
Gromaczki, Joh. 148
Groningen 425
Gross, J. Ph. 536
Grosseteste (Lincolniensis), Robert 77, 116
Grothausen, Joh. 379
Grotius, H. 380
Grün, D. v. 534
Grünpeck, J. 175
Grulla, Med. 386 534
Gruneberg, Chr. 380, 534
Grynaeus, S. 447
Grzimala 504
Gschwander, S. 534
Guarimbertus, M. 117
Günther, S. 507, 534
— W. 259

Guericke, O. v. 381, 382, 483, 534, 538
Guglielmini, G. B. 399
Guicciardini 358
Guiducci 362
Guldin, P. 343, 348, 352, 353, 355, 484-492, 515, 534
Gumbrecht, Markgraf 506
Gunther, R. T. 534
Gut, Jul. 452
Gutenberg 101, 103
Gutstedt, J. v. 77, 78
Guttmann, Ch. G. 384, 534
Guttstadt 423

Habermel, Er. 319, 514
Habsburger 482
Haebler, T. 534
Haesel, G. K. Th. 381, 534
Hafenreffer 315
Hagecius ab Hayck, Th. 261, 296
Hagelganß, Joh. G. 384, 534, 535
Hagen, J. G. 393, 535
Hagenbach, K. R. 535
Hahn, W. 527
Hain (Repertorium bibliographicum) 405-407
Hainlin, J. J. 380, 535
Hainzel, Joh. B. 292
— Paul 292
Hali Abenragel 117, 508
Hall, As. 393
— (Tirol) 349
Halle 384
Haller, Joh. 171
Halley, Ed. 395, 396, 398, 522
Halleyscher Komet 94, 122, 175
Hallstadt 212
Halsuhr 186, 221, 263
Haly 446
Hametus =Aḥmed ibn Jūssuf
Hamman, Joh. 163
Handbuch der Sternkunde = Almagest
Handwörterbuch d. Grenz- und Auslandsdeutschtum 527
Hanov, Joh. 413, 458
Hanow, M. Chr. 381, 503, 535
Hantzsch, V. 482
Hardy, Cl. 373, 515
Harmonice mundi 327, 426, 539
Harmonie 324-329, 333, 370, 388, 542
— der Abstände u. Bewegungen d. Planeten 3, 22, 23, 50, 52, 97, 129, 197, 325
Harriot, Th. 337, 343, 344, 346, 385, 559
Harris, J. 385, 535
Harsdörffer, G. Ph. 380, 553
Hartel, M. 485
Hartig, O. 514
Hartknoch, Chr. 471, 535
Hartmann, G. 135, 176, 193, 243, 263, 418, 433, 445, 480, 482, 506
Hartmut, Joh. 85
Hartsoeker 396
Harvey 547
Havemann, M. 381, 535
Haynisch 384
Heath, Th. 535
— u. Wing 393
Heddewigen, J. A. 380, 535
Heffner, Georg 486
Heiberg, J. L. 517, 549, 554
Heidelberg 172, 227, 275, 450, 453, 454
Heilbronner, Is. 535
Heilige Schrift 225, 241, 251, 256, 257, 272, 279, 286, 289, 315, 332, 333, 356-360, 370, 377, 379, 383, 386, 517, 518, 523, 529, 532, 534, 536, 538, 546, 556-558
Heilsberg 142, 157, 180, 221, 408, 410, 418, 423, 455, 460, 465, 482
Hein, H. R. 417, 419-421, 535
Heinfogel, K. 93, 166
Heinrich II, Kaiser 560
Heis, E. 475, 535
Heller, J. 480
Helligkeitsänderung d. Kometen 31
— d. Planeten 6, 17, 82, 83, 131, 133, 150
— d. Sterne siehe Sterne
Heliodor 433
Helmstedt 381
Henderson, Th. 398
Henisch 429, 434
Henricus de Hassia = Heinrich v. Langenstein
Henseling, R. 535
Hephaistion 117
Herakleides v. Herakleia (390? bis 310? v. Chr.) 8, 27, 54, 58, 196, 250, 497, 555
Heraklit 50
Herberstein, Sigismund v. 218, 219, 516
Herbinius, J. 375, 467, 535,

Herbstgleiche = Herbstnachtgleiche s. Nachtgleiche
Herd des Weltalls 2, 10
Hermann, J. 395, 396
— Verlag in Paris 449
— der Lahme (Contractus) (1013-1054 n. Chr.) 63-66, 76, 498, 529
Hermes 117
Herold 477
Heron 116, 425, 429, 432, 435, 440, 442
Herrmann, A. 507
Herschel, Wilh. 397
Herwagius, J. G. 437
Herwart v. Hohenburg 317, 327, 436, 452, 454, 459, 534
Hesiod 117
Hestia 2
Heuer, R. 535
Hevelius (Hev), Joh. 396, 477, 512, 535, 559
Heybeck, Nik. v. 92
Heyden, Chr. 480
— Jakob v. d. 467
Heyn, Joh. 534
Hicetas von Syrakus 3, 196, 249, 281
Hildebrand, P. 378, 485-490
Hildericus, E. 429
Himmel 13, 17, 277, 388
— und Erde 520
— Beschreibung 29
— Gerüst = Armillarsphäre
— Kugel 16, 34, 65, 121, 152, 276, 277, 293, 294, 296, 411, 476, 477, 480
— Scheibe 119
Himmelswelt 457
Himmlische Gewässer 17, 59, 60
Hinz, W. 538
Hiob 286, 360, 361, 384, 386
Hipler, Fr. 404, 456, 473, 535, 536, 549
Hipparch von Nikaia 3, 15, 24 bis 35, 37-39, 45-48, 53, 54, 60, 171, 183, 188, 200, 202, 205-207, 213, 215, 219, 241, 242, 247, 266, 267, 458, 476, 531, 537
Hippokrates von Chios 116
Hippokrates von Kos 117
Hirsau 69
Hispalensis (Alfonsus de Corduba) 178, 183-185, 188
Hodgson 472
Hoeckelshoven, Joh. 331, 536
Hoenn, K. 497
Hoffmann, Baron 320
— E. 536
— Ernst 536
— Henr. 450
— Joh. Henr. 450
Hohlsonnenuhr 89
Hollmann, S. Chr. 380, 536
Holz, M. 536
Homann, J. B. 383, 529
Hommel, J. 229, 259, 263, 269, 275, 290, 291, 424-428, 431, 437-440- 447, 455, 552,
Homozentrisch = gleichmittig
Honter 442
Hooke, R. 381, 398, 536
Hoppenstedt, C. C. 393, 536
Horarium 89
Horn d'Arturo, G. 527
Horologium achab 89, 499, 505
— cursile = Halsuhr
Horoskop (Gestirnung) 144, 259, 319, 502, 503, 507, 508, 511
Horrebow, Chr. 536
— P. 392, 398, 536, 537
Horrocks, Jer. 385, 395, 536
Hortensius, M. 492, 517, 520, 541
Hosius, St. 222, 460, 512
Hottinger, S. 384
Houzeau, J. C. 473, 537
Howard, E. 385, 537
Howarth, H. 449
Hues, R. 434
Hüssener, H. 537
Hultsch, F. 523, 537
Human, N. 175
Hume, J. 372, 537
Humerus, B. 376, 537
Hunrath, K. 537
Hunter, W. 526
Husarzewski, A. 460
— K. 460
Husum 424
Hutzler 436
Huygens, Chr. 393, 397, 398, 514, 537
Hven 296, 298, 302
Hyginus, Jul. (um 103 n. Chr.) 52, 111, 117
Hyginus 537
Hypothenuse 194
Hypothese 195, 237, 238, 240, 246, 249, 252, 253, 262, 270, 274, 276-281, 297, 363, 373, 379
Hypothesis physica 537
Hypotyposes 280, 287, 537
Hypsikles 117

Jablonowski, J. A. 386, 477, 537
Jacob, H. 542
— S. 434
s'Jacob, W. H. 376, 537
Jacobaeus, O. 537
Jacobeus, St. 286
Jacobi, M. 537, 538
Jagellonische Erdkugel 152
Jahr, Grosses 10
Jahrbuch (Ephemeride, Almanach) 18, 100, 103, 104, 111, 112, 126, 128, 134, 138, 145, 146, 148, 150, 163, 187, 209, 210, 218, 219, 227, 241, 242, 259, 260, 262, 269, 270, 275, 279-281, 283, 286, 290, 325, 330, 405, 407, 408, 415, 425, 490, 491, 500, 501, 505, 508, 511, 512
Jahreslänge (Dauer) 26, 45-47, 60, 64, 78, 123, 124, 182-185, 188, 195, 200, 202, 233, 248, 259, 269, 280, 300
Jahrespunkt (Nachtgleichen, Sonnenwenden) 18, 19, 24, 26, 27, 37, 60-65, 76-78, 123, 182, 183, 200, 301, 302
Jakob ibn al-Carsono 79
Jakobstab 122, 138, 263, 269, 290, 291, 298, 493
Janssen, Zach. 513
Janus, L. 542
Jawert, B. 542
Ibn al-Haitham 42, 72, 73, 116, 433, 540
— Jūnis (um 1003) 75
— Tofeil (Abubacer) 71
Ideler, L. 512, 538
Jena 86, 274, 275, 381, 384, 450, 540
Jenisch, P. 464
Jenson, N. 111
Jesuiten 277, 309, 337, 342, 343, 348, 349, 351-355, 358, 361, 371, 378, 379, 386, 392, 393, 484-494, 553
Ilkusch 411
—, Joh. v. 147
—, Martin v. 94, 106-108, 145, 148, 150, 152, 153, 157, 164, 411, 501, 519 s. Biem
—, St. 148
Ilmmünster 65, 66
Imsser, Ph. 232
Inchofer, M. 371, 538
Index 370, 538, 550
Indexkongregation 357
Indischer Kreis 454, 500
Ingoli 363
Ingolstadt 157, 173, 229, 232, 277, 278, 290, 310, 346-349, 353, 378, 379, 424, 446, 452, 490, 491, 491, 496, 552
Inklination 263
Innsbruck 166, 349, 482
Inquisition 360, 368, 369,
Instrumentlein 238
Instrumentum solemne 84
— amussis 122
Integralrechnung 327
Integration 329
Jobin, B. 462
Jocundus, Jo. 438
Jöstel, M. 333, 538
Johann d. Täufer 61
Joh. Albrecht Markgraf 506
Joh. Friedrich Kurfürst v. Sachsen 226
Johnson, Fr. R. 538
Jollain, J. 469
Jomsburg 449, 552, 553
Jordanus 80, 116, 117, 432, 433
Josua 225
Journal des Scavans 392, 523, 530
Jovilabium 376, 392, 560
Jovius, P. 462, 463, 482
Isenkrahe, C. Th. 542
Isidor von Sevilla 54
Isis 449, 529, 547, 556, 559
Ispahan 392, 538
Iszla, I. de 149
Judicium 162
Jungmann, H. 450
Julian d. Abtrünnige (Apostata) 50, 543
Julius II. Papst 502
Julmann 83, 131, 133, 136, 205, 288, 402, 501
Junctinus = Giuntini
Jungingen, Konrad v. 140
Jupitermonde 326, 340-345, 349 bis 351, 354, 356, 392, 489 bis 491, 493
— Helligkeitsänderung 340, 345
Just, M. 536
Iverk, Grante de 373, 538

Kaempfer, E. 392, 538
Kalender 60-62, 76-78, 100, 111, 112, 120, 122, 124-128, 139, 140, 143-145, 148, 149, 155, 156, 319, 331, 405, 408, 426, 524

Kalenderverbesserung 60, 63, 76, 77, 95, 112, 124, 125, 139, 164, 166, 171-173, 185-188, 231, 251, 280-282, 310, 330, 354, 388, 411, 490, 502, 538
Kalkutta 386
Kallippos von Kyzikos (geb. um 370 v. Chr.) 5, 10, 178
Kaltenbrunner, F. 538
Kanobos 42
Kant, Im. 399, 534, 538-540
Karcher, Ant. 470, 541
Karl d. Große 350
— V. Kaiser 175, 227, 229, 524
— Erzherzog 349
— Maximilian Prinz v. Österreich 379
Karlinski, Fr. 539
Karlsruhe (Karl, Karls) 65, 451, 498
Kaschau 262
Kaschorek 423
Kasprowicz, J. 527
Kassel 294, 483
Kastor 508, 509
Kathete 194
Kaufbeuren 333
Kauffmann, Sab. 254, 464, 465,
Keckermann, B. 333, 512, 539
Kegelschnitt 14, 396
Keill, J. 395, 396, 539
Kempen, Ecard v. 417
Kempf, P. 539
Kepler, Heinrich 309
— Johann 14, 121, 235, 236, 238, 259, 290, 301, 304-334, 339, 341, 342, 347, 350, 354 bis 356, 359, 361, 363, 364, 367-373, 378, 379, 383, 385, 388, 390, 394, 396, 397, 402, 403, 425, 427, 430, 440, 442, 444, 447, 452, 453, 467, 468, 477, 483, 484, 487, 490-492, 511-514, 518, 524, 529, 534, 537-539, 547, 548, 554, 555, 559
— Katharina 309, 327
Keplersche Gesetze 306, 321, 322, 325-328, 370, 374, 395
Keplersches Problem 395
Ketham, Joh. de 165, 407
Khuer, Muoluwee Ubool 526
al-Khwārizmi 75
Kidinnu 18-20, 26, 497
Kiel 451
Kies 395
Kilian, F. 465
Kinig 486, 491
Kircher, Ath. 371, 483, 539
Kirchmaier, G. K. 381, 539
Kirwitzer, W. Pant. 485, 486, 490, 491
Kistner, A. 540
Klayber, M. 277, 540
Kleanthes 10, 281
Klee, Fr. 540
Klieber, U. 293
Kloß, Georg 514
Klosterneuburg 90, 92
Klug, R. 497
Klusa, Nik. von 91
Knapp, M. 540
Knczynski 543
Knier 470
Knight, Ch. 460
Knoblauch, E. 169
Knopf, O. 540
Knoten 183, 215
Knudstrup 290
Köhler, F. 540
Köln 141, 142, 274, 278, 280, 379, 428, 491
Königgrätz 468, 504
Königsberg 101, 125, 140, 164, 167, 173, 223, 244, 267, 347, 380, 381, 406, 419, 422, 449, 450, 455, 458, 473, 475 bis 477, 483
Königsberger (Künigsberger), Joh. 125, 128, 408
Köpperneksch 279, 503
Köppernig 141
Körper, regelmäßige 312, 317, 318, 325, 329
Kohl, K. 42, 72, 540
Kohlreif, G. 380, 540
Kolberg, J. 540
Kolumbus 93
Komensky, J. A. 380
Komet 22, 31, 53, 59, 81, 94, 95, 105, 122, 123, 146, 175, 239, 240, 263, 269, 289, 291, 305, 310, 329-331, 334, 346, 347, 361, 362, 373, 378, 396, 400, 411, 486, 490, 491, 494, 500, 511, 534, 553
Kommensurabilität 81, 82
Komotau 490
Kompaß 89, 93, 108, 122, 152, 156, 263
Konjunktion = Zusammenkunft
Konrad s. Straßburg
Konstantin d. Große 497
Konstantinopel 137
Konstanz 114, 245
Koordinaten 57

Kopenhagen 290, 291, 294, 297, 308, 392, 451, 475, 482
Koppernigk, Andreas 142, 158, 165, 168, 169, 506
— Barbara 142
— Joh. 141
— Katharina 142
— Niklas 141, 142, 548
Korn, W. 469
Kosminski, Jos. 478
Kotsakis, D. 540
Kowalczyk 540
Kowalski, J. 527
Koyré, A. 449, 526
Kraemer, H. 460
Kraftfeld 324
Krak (Handschrift d. Univ.-Bibl. Krakau) 459 S. 146; 546 S. 146; 547 S.146; 548 S. 140; 549 S. 146; 551 S. 147, 505; 553 S.504; 555 S.145; 558 S.145, 501; 560 S. 504; 562 S. 505; 564 S. 505; 566 S. 505; 568 S.145; 574 S.145; 575 S.146; 577 S. 145, 501; 580 S.145; 589 S. 501; 594 S. 145; 596 S. 145; 597 S. 145; 598 S. 145; 599 S. 145; 600 S. 145; 602 S. 505; 603 S. 145; 604 S. 505; 605 S. 504; 606 S. 145; 607 S. 145; 608 S. 286; 609 S. 145; 611 S. 145, 409, 504; 612 S. 505; 613 S. 505; 614 S. 504; 615 S. 145; 616 S. 145, 504; 617 S. 145, 504; 618 S. 505; 619 S. 144; 715 S. 505; 823 S. 505; 1839 S. 501; 1840 S. 502; 1841 S. 145; 1846 S. 504; 1849 S. 505; 1852 S. 504; 1858 S. 504; 1864 S. 504; 1917 S. 147, 504; 1920 S. 504; 1924 S. 156, 404; 1926 S. 145; 1927 S. 147; 1966 S. 504; 1970 S. 140, 505; 2252 S. 504; 2478 S. 504; 2480 S. 504; 2650 S. 504; 2664 S. 145; 504; 3222 S. 504
Krakau 99, 106-108, 115, 122, 140-158, 164, 171, 173, 180, 186, 188, 191, 192, 216, 218, 219, 245, 255, 261, 269, 286, 287, 410, 411, 413, 424, 428, 447, 451, 456, 469, 473--477, 481, 501, 504, 505, 507, 511, 549
— Museum Czartorysk 450, 456
Krantz, G. 384, 540
Kratzer, Nik. 176, 283, 418, 480
Kraus, G. M. 464
Krautwadel, M. 175
Krebs 95
Krethlow 466
Kries 541
Kröger, J. 259
Krókowski, G. 540
Krol (Rex), M. 146
Kromer, M. 226, 277, 282, 482
Krüger 422
Krzyzanowski, Ad. 478, 484, 540
Kugelgebilde 4-6
Kugelschale (Sphaere) 2-6, 42 bis 44, 71-73, 312
Kugler, F. X. 497, 540
Kulm 142, 221, 247, 423, 507
Kulmination (Durchgang durch die Mittagslinie) 367
Kulmsee 142, 423
Kunheim, G. v. 167, 419
Kunhofer A. 176
Kunstuhr s. Planetenuhr
Kurelli, L. 477
Kuttner, O. 540

L., V. E. 381, 540
Labyschyn, N. de 148
Lacaille 472
Lacher, A. 441
Lacondomine 397
Lactantius 251
Ladislaus, König v. Böhmen 92, 502
Längenbestimmung 84, 90, 141, 192, 269, 501
La Hire, P. de 395
Lalande 472, 496
Lamb, Fr. 386, 541
Lambach 63, 64
Lambeck 475
Lambert, J. H. 541
— Kardinal 380
Lamelle 515
Landkarte s. Erdkarte
Landon 472
Landshut i. Bayern 176, 418, 494, 496
Lang, V. 162, 501
Langedelly, J. 474
Langenbucher, Chr. 514
— H. 514
Langenfeld 430
Langenstein, Heinrich v. 79-84, 90, 94, 95, 101, 103, 116, 129, 131, 133, 136, 139, 205, 288, 402, 500, 501, 549
Langrenus 512

Lansberg, Ph. 317, 332, 378, 429, 442, 475, 477, 483, 492, 530, 532, 541, 545
Lanz, Joh. 352, 355, 484-491, 515
Laplace, P. S. 397, 399, 534, 541
Laski 173
Lateranisches Konzil 172, 251, 543
Lathosius, J. 286
Laubenwolf, G. 296
Lauffigur 99
Lauingen 291, 513
Lauremberg 442
Laurentinus, Ant. 431
Laurer 468
Lauterbach, Matth. 257, 258, 265, 266, 270
Lawrenz, O. 473
Leclerc (Clerieus), J. 373, 374, 541
— — S. 373, 541, 543
Le Clerc de Buffon 396
Leeuwen (Leoninus), Albert van 278, 541
Lehmann, K. 457
Leibnitz 483
Leiden 58, 332, 376, 393, 425, 498
Leipzig 85, 91, 101, 103, 107, 144, 166, 167, 244, 257-260, 269, 275, 290, 291, 297, 380, 381, 384, 424, 447, 449, 452, 455, 464, 465, 471, 490, 502, 503, 507
Leitomischl 380
Leitpunkt (centrum aequantis circuli) 38, 48, 72, 83, 178, 205, 207, 208, 220, 308, 312, 321, 322, 394
Leitung 126
Lemberg 450, 470, 474
Lembo 343
Lemniskate 395
Lenck, Joh. B. 336
Lencker, H. 439
Lens, A. de 441
Lenz 477
Leo X. Papst 172, 251
Leonhardshoff, J. E. Scheffer v. 474
Leonicenus, N. 428
Leoninus = Leeuwen
Leonore von Portugal, Gemahlin Kaiser Friedrichs III. 103, 126, 502
Leontius 432
Leopoldina 549
Leovitius, Cyp. 251, 279, 441, 513
Leslau 142, 176, 422, 423
Lesser, A. 477, 484
Letronne, L. 474
Leupoldus de Austria 117, 433
Liancano, G. 485
Liber florum almagesti 145
— theoreumaciae 76, 499
Libratio 199, 280
Libros del Saber 541
Liceti, F. 371, 541
Lichtenberg, G. Chr. 470, 473, 541
Lichtenstein, P. 516
Lidberg, O. 523
Liebig 475
Liebknecht, J. G. 380, 542
Liechtenstein, Joh. 192
Liegnitz 451
Lier, H. A. 465
Ligber, J. 466
Lignières, Jean de 79, 80, 116, 147, 151, 161, 499, 500, 505, 528
Limnaeus, G. 275, 316
Lindemann, F. 542
Lindenbrog, Fr. 433
Lindhagen, A. 525
Linemann, A. 380, 542
Lineriis = Lignières
Linköping 407
Linsen 285, 330, 335, 336, 342, 491, 492
Linsmeier, A. 542
Linz 321
Lipperhey, Joh. 335, 337, 513
Lipstorp, Dan. 375, 381, 542
Lissabon 93, 359
Ljungman, And. 554
Lochabsehe = Absehe
Löbau 222, 224, 232, 255
Lösche, G. 542
Löwen 245, 269, 374, 451, 555
Logarithmen 327, 487
Lohmeyer, K. 542
Lohrmann, Fr. A. 460
Loitz, M. 244
London 451, 460, 498
Longomontanus, Chr. Sev. 307, 376, 442, 448, 492, 542
Lorini, N. 357
Lossainen, F. v. 158, 168
Lothar 381, 542
Lowe, Drury 469
Lower, W. 337
Lubomirski, H. 474
Luckey, P. 502, 542

Ludolph, Chr. = Rudolff
Ludtring, Joh. 391
Ludwig I. König v. Bayern 477
— XIV. König v. Frankreich 391
Lübeck 91, 288, 500
Lüneburg 90, 91, 275, 375, 384, 513
Lüttich 375, 451
Lullus, R. 116
Lulofs, J. 542
Luna, Antonius de 144
Lunalabium 376
Lund 376
Luth, Oluf 285, 551
Luther, Martin 221, 225, 227, 265, 282, 387, 503, 535
Luz, L. 488
Luzern 494
Lwowski Komitet 527
Lyon 280, 374, 407
Lysis 171, 219, 247

Machin 395
Machir, Jakob ben (Prophatius) 117, 178, 201, 510, 511
Machometus 220, 239
Macrobius (um 400 n. Chr.) 13, 16, 50, 54, 67, 79, 80, 111, 117, 130, 136, 160, 178, 499, 542
Madrid 23, 33, 55-57, 386, 546
Maelcote (Malcotius) 337, 342, 343, 489
Maestlin, Mich. 235, 270, 275, 310, 313-316, 318, 321, 327, 331, 335, 341, 388, 424, 425, 428, 430, 434-437, 440, 453, 480, 489, 510, 542
— Got. 436, 446
Magdeburg 77, 78, 90, 141, 500, 505, 534
Magini, G. A. 280, 306, 317, 320, 434, 484, 542, 543
Magnet 69, 81, 137, 182, 533
siehe Mißweisung
Magnetismus 324, 333
Majer, J. 543
Maier, Marg. 461
Maiglöckchen 461, 462, 464, 465, 470, 472, 474, 479-483
Mailand 88, 99, 105, 151, 258, 337
Mainert, J. 474
Mainz 86, 355, 454
Malagola, C. 543
Malaport, C. 486
Malcotius = Maelcote
Maleszewski, T. 469
Mallement 372, 523
Mangard, P. 543
Manilius 111, 117, 434, 543
Manitius, C. 14, 507, 549
Manutius, Aldus 171
Maraldi, J. P. 395
Marburg 380
Marcellus, M. 48
Marcilly 470
Maria v. Medici 514
Mariae Verkündigung 61
Marienburg 140, 141, 167, 170
Mariensüß 128
Marinos von Tyros 25
Marius, Simon 301, 331, 336, 343-347, 351-354, 356, 362, 424, 492, 496, 520, 543, 547, 560
Marquard, Fr. W. 541
Marquart, K. 543, 549
— K. Th. 380, 543
Mars Helligkeit 509
— Theorie 133, 195, 236, 259, 274, 303-307, 318, 321-323, 368, 454
Marshall, W. 467
Martinius, D. 465
Martius, C. Fr. Ph. v. 512
Marzi, D. 543
Māshāllah = Messahalah
Matejko, J. 477, 483
Mathematik 32, 65, 70, 94, 106, 116-120, 131, 132, 138, 149, 192, 328, 329, 402, 426, 484 bis 488, 492
Mathemat. Lexicon 383
Mathesius, Joh. 279, 542
Matteini, G. 543
Mau, G. 543
Mauerquadrant 292, 296, 298, 459, 479
Maupertuis, P. L. M. de 373, 396-398, 543
Maurice, I. 372, 544
Maurolico, Fr. 120, 279, 435, 437, 480, 489, 490, 544
Maximal- und Minimalaufgaben 110, 120, 329
Maximilian I. Kaiser 103, 114, 125, 126, 502
Maximilian II. Kaiser 524
Maximos Planudes 435
May, And. 543
Mayer, Tob. 508
McColley, G. 544
Medici, Cosmo 340, 341
— Julian 340, 341
— Rudolf 85

Mediceische Gestirne 340, 346
Medigo, J. S. 386, 535
Megenberg, K. v. 139
Megerlin, P. 376, 544
Mehlsack 169
Meier, Ger. 545
Meimonides = Moses ben Meimun
The Mejmua Shemsi 526
Meineke, E. 555
Meißner, B. 17
— Tafeln 143
Mekka 70
Melanchton, Ph. 221, 227, 229, 232, 237, 239, 241, 243, 244, 246, 257, 264, 267, 269, 289, 271-278, 387, 429, 452, 465, 502, 544, 558
Meletius 432
Melk 83, 500
Memi, G. M. 434, 445
Menelaos 31, 32, 48, 116, 241, 435, 510
Mennink, C. 375, 544, 551
Menzel, Ad. 478
Menzzer, C. L. 448, 449, 510-512, 525
Meran 87,
Mercator, Ger. 229, 428, 451, 465, 480, 507, 510, 544
— Nik. 395, 544
Mercier, L. S. 544
Mereli, Th. 487
Meridianlinie 93, 412, 454, 500
Merkel, J. 543
Merkur 86, 97-99, 129-133, 136, 137, 166, 183, 197, 200, 207, 208, 211, 212, 214-218, 234, 239, 303, 306, 307, 311, 312, 315, 316, 322, 334
— Beobachtungen 42, 59, 91, 123, 128, 137, 191, 212, 213, 220, 241, 242, 264, 265, 269, 288, 302, 489-492, 511, 553,
— Gestaltenwechsel 340, 343, 354
Meroe 24
Mersenne, F. M. 547
Messahalah 117, 149, 151, 161, 186, 433
Mesme, P. de 281, 544
Mesue, J. 165, 407
Meteor 3
Meteoroskop 107, 115
Metius, Adr. 375, 390, 425, 430, 434, 544
— Jakob 336
Metochitas, Th. 435
Meton 6, 24
Metosius, B. 487
Metz 55, 58
Meurcius, Joh. 432
Meurer, Chr. 275, 544
Meurs, . v. 467, 468, 483
Meyer 473
— H. 470
Meysener, N. 141
Michaelis, A. 434
Michelis 544
Middelburg 335, 513
— Paul v. 125, 136, 156, 172, 173, 185, 188, 246, 251, 507, 544, 545
Miechow, M. v. 186, 225, 286
Mielzynski, Sew. 469
Migne 498, 499, 518, 545, 546
Mikrometerschraube 427
Milchstraße 351, 399, 400
Mileus 435
Milich 434
Miller, Joh. M. 539
Minerva, P. 371, 545
Minhejmer 474
Minter, K. 478
Mirandola, Giov. Pico della 113, 502, 510
Misocacus, W. 480
Mißweisung 90, 93, 104, 108, 122, 152, 156, 167, 263, 506
Mithobius, B. 246, 480
Mittagslinie siehe Meridianlinie
Mitterling, J. 476
Miverus 430
Modena 407
Möller 381, 545
Molanus, G. W. 380, 545
Moleti (Moletius), G. (1531-1588) 279, 280, 545
Molières 396
Moller 471
Moltferus 442
Molyneux, S. 398
Monachus, Is. 438
Monantholius, H. 431
Monat, anomalist. 18, 26, 39
— Drachen- 18, 26, 40
Moncornet, B. 475
Mond Abstand 8, 9, 16, 25, 38, 40, 53, 54, 206
— Aussehen (Berge) 3, 52, 310, 339-343, 351
— Bahnneigung 18, 26, 38, 206, 301
— Beleuchtung (Licht) 3, 8, 20, 22, 50
— Bewohnbarkeit 385

Mond Durchmesser 8, 9, 18, 24, 25, 40, 53, 54, 72, 82, 83, 131, 150, 163, 184, 206, 269, 301, 349
— Karte 352, 356
— Krater 512
— Libration 351
— Aschgraues Licht 310
— Parallaxe 38, 40, 180, 189, 206, 220, 265, 268, 274, 281, 410, 412, 413, 418, 454
— Theorie 18, 20, 27, 39, 131, 151, 163, 205-207, 234, 301, 302, 307, 395, 497, 513, 539, 540
— Wechsel 18, 26, 39, 40, 62, 66
Monochord 121
Montagne, . de la 558
Montaigne, M. E. de 281
Montanari, A. 545
del Monte, Kardinal 358
Montefeltro, Federico di 107, 125, 507
de Monte Regio = Regiomontan
Montpellier 78
Montulmo, A. de 117
Montyon 460
More, H. 385
Morgan 545
Morin, J. B. 372, 395, 532, 541, 545
Moritz von Oranien 335, 337
Morosophus 226
Mortensen 482
Moses ben Meimum 71
Motus accessus et recessus 73
— circularis 135
— diurnus 135
— planetarum 135
— rectus 135
— stellarum erraticarum 135
— — fixarum 135
— terrae 151
Moxon, Jos. 520
Mülhuserus, M. 452
Müller, Ad. 451, 515, 525, 545
— Joh. = Regiomontan
— Max 545
— Phil. 333, 545
München 176, 227, 324, 348, 352, 355, 393, 470, 478, 482, 483, 490, 514
— Akad. d. Wiss. 494
— Staatsbibl. 277, 452, 453, 496 siehe Clm
— Univ.-Bibl. (Mü) 452, 459, 487, 494, 500, 524, 529
Münnerstadt 446
Münster 450
—, Seb. 86, 176, 433, 439, 480
Münsterberg, Joh. v. 504
— Martin v. 140, 146
Müntz, E. 501
Münze 170, 171
Münzer, Th. 158
Müstinger, G. 92
Muhammed ben Roschd 71, 151, 160, 510
Mulder, J. 468
Mulerius, Nik. 332, 390, 427, 448, 476, 483, 525, 545
Mundus Jovialis 344, 345, 543
Murano 339
Murs, Jean de 78, 80, 116, 124
Muscenius, J. 286
Musik 3, 44, 121, 149, 324, 326, 328, 329
Mut, Gerh. 391, 545
Mysterium cosmographicum = Weltgeheimnis
Mžik, Hans v. 546

Nabonassar 42
Naburi'annu 18-20
Nachdruck 112, 342
Nachtgleiche 19, 26, 45-47, 61 bis 64, 66, 182, 183, 189, 200, 202-204, 231, 412, 548
Naibod, Val. 278, 430, 433, 442, 546
Narratio prima 232, 550
Natorp, P. 546
Nausea, Fr. 175
Neander, M. 274, 441, 546
Neapel 227, 337, 493
Neisse 147, 349
Neißer, C. 546
Nelson, Joh. E. 464
Nemorarius 433
Neptun 397
Nesstfell, J. G. 393
Nestler, B. 117
Neu-Benatek 307
Neue Heidelberger Jahrbücher 523
Neue Zeitungen 380, 540
Neues Archiv 482, 518
Neugebauer, O. 497, 546,
— P. V. 61, 413, 546
Neuhaus, M. v. 86
Neuß, W. 23, 33, 55, 56, 546
Newton, John 394, 546
— Is. 374, 376, 378, 379, 385, 389, 395-399, 523, 532, 546
Newtonsche Lehre 371, 373, 377, 533, 544

New York 455
Nicetas = Hicetas
Nicolai 395
Nicolai, H. 383, 546
Nicomachus 432
Nideroff 223
Niederwiesen 476
Nierop, D. R. v. 375, 546
Nikephoros Blemmides 441
Nikolaus Germanus 107, 158, 501
Nikomedes 194
Nissen, Th. 506, 546
Nola 334
Nomographie 66, 119, 542, 547
Nonius, P. 430, 433, 436, 438
Nordenmark, N. V. E. 482, 546, 547
Normalstern 19
Nort, Car. de le 484
Nostiz 449, 456
Novara, Dom. Maria 113, 161, 162, 164, 165, 179, 192, 219, 451, 506, 507, 554
Noviomagus 428
Nürnberg 85, 92, 95, 109-115, 120, 123, 134, 135, 141, 144, 154, 155, 158, 166, 171, 173, 176, 179, 187, 191-194, 212 bis 214, 217, 220, 226, 232, 238, 243, 252, 253, 256, 263, 266, 268, 269, 294, 296, 298, 300, 301, 336, 344, 383, 390 b. 394, 404-406, 412, 413, 418, 425-428, 447-452, 454, 465, 490, 504, 506
Nürnberg, Martin v. 143

Obelisk 261, 262
D'Ocagne, M. 502, 547
Odieuvre 469
Öfele, Joh. Chr. 452
Öhrsonnenuhr 105
Ölschläger, Ad. 391
Offizium 360, 368
Olearius = Ölschläger
Olesnicki, Sbigneus 142
Oleszczynski, W. 474, 476
Olivieri, M. B. 547
Olmütz 451
Olsen Cimber, Elias 298, 412, 442, 458
Olympiade 216
ʿOmar ibn al-Farruchān 117
Oporinus 439
Oppau 141
Oppenheim 405
Optik 109, 116, 330, 493, 494
Opus palatinum 193, 194, 261
Orbes 83, 148-151, 199, 284, 305, 508
Orden, Deutscher 140
Oresme, Nic. 80, 82, 116, 117, 500, 506, 558
Orionnebel 339, 343
Orsini 360
Ortelius, A. 517
Ortsbestimmung 500
Ortsverzeichnis 267
Osiander, A. 238, 240, 244, 246, 252, 255-257, 264, 270, 315, 448-455, 512
— C. N. v. 548
Osiris 57, 525, 532, 533, 559
Osteel 346
Osterrechnung 62, 63, 124, 171 bis 173, 282, 388, 502
Otho, Val. 193, 194, 261, 551
Otochus 64
Otto, Joh. 99
Oudemans, I. A. C. 547
Oxford 283, 285, 334, 346, 418, 498, 534, 539
Oxforder Tafeln 117

Pachymerius 428
Paciolus, L. 437, 438
Padua 95, 105, 119, 121, 125, 158, 165, 166, 276, 279, 337, 339, 341, 457, 514, 519, 526, 531
Paduanus, Joh. 435
Pagan, Bl. F. de 394, 547
Pannartz 111
Pannenberg 460
Pantaleon, H. 480
Pantheon 470, 473
Papin 396
Pappritz, Joh. 547
Pappus 431
Paracelsus 232, 261, 480
Paradox (widersinnig) 277, 278, 285 siehe absurd
Parasin 376, 547
Parent 396
Paris 76, 78-81, 84, 90, 140, 141, 146, 174, 230, 261, 281, 282, 337, 372, 373, 391, 395 bis 398, 406, 425, 451, 472 bis 476, 478, 498, 500, 501, 505, 518
Parker 460
Pascal 516
Passah 62
Passatwind 359, 364

Passau 380, 491
Patch, Th. 460
Paul II. Papst 124
— III. Papst 224, 246, 255, 451
— V. Papst 358
Pavia 105, 407
Peckham, Joh. 406, 437, 446
Pediasmus 425, 440
Peiresce 343, 344
Peletarius, J. 429, 439
Peloponnes 3
Pelseneer, J. 547
Pena 432
Pendel 399, 427, 514
Pendeluhr 514
Percy, F. P. de 473
Peregrinus 140
— de Maricourt, Petrus 80
Perelli, T. 469
Perikles 3
Perlach, A. 175
Peronius, S. 486
Perpendiculare 498
Perpendiculum 498
Personne de Roberval, G. 372, 547
Perspectiva statuaria 155, 408
Perspektive 149, 425, 427
Perugia 145
Pestalozzi 488
Petreius, Joh. 238, 241, 243, 253, 255-257, 268, 448, 450, 452
Petrus, Joh. Bischof v. Viterbo 227
Peucer, Kaspar 264, 273, 274, 278, 283, 289, 291, 303, 306, 429, 430, 444, 451, 503, 513, 547
Peuerbach (Purbachius), Georg 39, 41, 74, 85, 90-101, 104 bis 107, 111, 112, 116, 121, 122, 129-132, 136, 137, 145, 146, 149-151, 156, 158, 178 bis 180, 186, 192, 201, 205, 245, 257, 263, 264, 268, 276, 278, 283, 372, 409, 430, 438, 439, 447, 450, 475, 480, 513, 522, 533, 547, 550, 557, 559
Pflaum, J. 407, 447
Philander 432
Philippi, H. 486
Philolaos 2, 3, 196, 250, 372, 520, 521, 524
Philoscphiae naturalis principia mathematica 396, 546
Philos. Transactions 522, 534, 558
Photographische Gesellschaft 467
Piasius, Bapt. 117
Piazzi 397
Picard, J. 395, 397
Piccoli, G. 371, 547
Piccolomini, A. 369, 434
Pieroni, G. 352, 353
Pietsch 475
Pigeon, J. 373, 394, 547
Pighius, A. 442
Pinu, Jos. à 462, 464
Piquet, Fr. 392
Pirkheimer, Hans 158
— Joh. 158
— Thomas 158
— Willibald 114, 115, 158, 166, 426
Pisa 337, 342
Pisanski, G. Chr. 547
Pistoris, Joh. 85
Pistorius, Fr. 253, 454
Pitatus 434, 441
Pitiscus 430, 431, 434
Pitot 395
Pius II. Papst 106
— VII. Papst 538
Piwarski, J. F. 470, 483
Plagiat (Plagiator) 346, 351, 353, 362, 514
Plahn, J. N. F. 384, 547
Planes, Dalm. 79
Planetarium 48, 373, 376, 380, 383, 385, 386, 390-394, 399, 427, 470, 520. Siehe Gerät der Planetenbewegung
Planeten Anordnung (Reihenfolge) 2, 6, 7, 33, 44, 51, 52, 250
— Bewegung, siehe eiförmige, elliptische, epizyklische, exzentrische und gleichmittige Bahnen
— Bewohnbarkeit 374
— Breitenbewegung 57, 129, 183, 214, 215, 306
— Götter 33, 56
— Kinder 85
Planetenbuch 289
— Großes 128
Planetenspiegel 84
Planetenstunde 87, 122, 176
Planetentafel 75-79, 85, 91, 92, 105, 117, 130, 134, 143, 164, 179, 180, 221, 238, 504
Planetenuhr (Kunstuhr) 86, 110, 145, 229, 277, 402
Planetolabium 376

Planisphaerium 32, 86, 505
Plantanus, Jos. 434
Plantin, O. 551
Plato 7, 8, 10, 12, 13, 49, 51, 58, 159, 405, 442, 534, 547, 548, 555
Plattard, J. 548
Plauen, Joh. v. 143
Plejaden 310, 335, 339, 341, 343
Plinius Secundus d. Ä. (23-79 n. Chr.) 29, 49, 52, 54-57, 67, 130, 230, 231, 407, 434, 437, 513, 548, 551
Plock 478
Plotowski 222-224, 231
Plutarch 10, 52, 249, 548
Pluto 397
Pnyevy, Albertus de 148
Pohl, G. Fr. 548
Polemarch von Kyzikos 6
Polen 141, 142, 147, 158, 168, 169, 172, 173, 221, 222, 286, 386, 484, 515, 552
Poleni, G. 371, 374, 548
Polhem, Chr. 377
Polhöhe 47, 48, 65, 76-78, 110, 140, 146, 150, 152, 158, 160, 162, 189, 408, 412, 413, 418, 492 498
Politianus, Aug. 520
Polkowski, Ig. 456, 548
Poll 172
Pollacus, G. 371, 548
Pollingen 379
Pollux 508, 509
Poniatowski, St. Aug. 466
Pontanus, J. J. 405, 434
Porphyrios 329
Porta, Joh. B. 341, 432, 433, 489, 492
Portrait Gallery 464
Poseidonios von Apameia (135? bis 51? v. Chr.) 23, 25, 48, 49
Poselger 548
Posen 159, 166, 232, 450, 469, 473
—, Andreas v. 147, 504
Posener Drucke 526
Postellus, G. 480
Prachatitz, Chr. v. 144, 147
Praesepe 339, 343
Praetorius 421
— Joh. 135, 193, 275, 296, 317, 424-440, 444-447, 454-456, 480
Praezession 19, 20, 27, 29, 34, 35, 45-48, 72-74, 79, 83, 87, 131, 135, 173-175, 186-188, 191, 200-203, 233, 234, 269, 274, 277-281, 303, 308, 394 bis 397, 413, 428, 452, 500, 501
Prag 83, 90-92, 143, 144, 146, 307, 308, 320, 454, 458, 482, 490, 491, 500, 504, 505, 514
Pragis, Herm. de 408
Praktik = Vorhersage
Prange, G. 159
Pratensis 297
Premislia, Joh. 148
Preßburg 104, 108
Preuß. Tafeln (Tabulae Prutenicae) 259, 261, 267-270, 273, 275, 278, 283, 286, 290, 294, 297, 302, 303, 308, 312, 316, 333, 542, 550
Preußisches Archiv 520, 535
Prints 548
Prisciano, Pel. 113, 125, 161, 172, 173, 502
Proboszowicze, P. 286, 287
Proklus 117, 260, 406, 429, 432, 434, 437-441, 548
Prophatius = Machir
Proportionszirkel (lamina cuprea) 427, 489, 490, 514
Prostaphärese 193
Prowe, A. 548
— L. 404, 506, 507, 548, 549
Pruckner, H. 500, 549
— N. 175, 439
Prunner, G. 91
Prybylski, M. M. 470
Przybyllok, E. 511, 527
Psellus 429, 431
Ptolemaeus († nach 161 n. Chr.) 11, 15, 16, 24-29, 31-49, 51, 53-55, 71-82, 84, 86, 98-100, 102, 108, 109, 113, 115-118, 123, 131, 133, 134, 136-139, 144, 146, 149-151, 155, 156, 161, 162, 174, 175, 178, 179, 183, 184, 186, 188-192, 195, 196, 200-216, 219, 220, 227 bis 235, 237, 240-242, 260, 262, 265-267, 272-281, 285 bis 290, 294, 297, 302-304, 312, 314, 317, 322, 324, 329, 331, 333, 334, 337, 339, 354 357, 361, 364-371, 373, 376 bis 380, 383-386, 390, 391, 394, 401, 402, 404-408, 412 bis 414, 425, 428, 429, 432, 435-442, 446, 458, 467, 484, 486, 492, 501, 504, 507-513, 515, 520, 524, 530-534, 537, 539, 546, 547, 549, 553, 555

Pühler, Chr. 434
Pulawy 464, 472, 476
Pulkowo 451, 511, 528, 555
Purbachius = Peuerbach
Puschner, J. G. 393
Pyramide 312
Pyrnesius 471, 477
Pythagoräer 1-3, 8, 51, 52, 178, 196, 247, 250, 360, 531
Pythagoras 171, 372

Quadra 67, 498
Quadrant 47, 67, 70, 78, 91, 94, 119, 121, 161, 186, 189, 261, 263, 293, 298, 367, 411 bis 418, 426, 443, 491, 492, 498 bis 500
Quadratum horarum generale 119
Quadratur 22, 97, 106, 118
Quadripartitum 32
Quaglio 422
Quast 421
Quensel, C. 549
Quercu, Sim. de 436
Querenga 359

Rader 484-487
Radiar, Dreux du 469
Radunruhe 88
Radyminski, M. 515, 526
Räderuhr 49, 87, 88, 109, 138, 176, 192, 288, 402, 411, 414, 422, 491, 492, 505, 560, siehe Halsuhr
Ragnetensis, H. 501
Raikov, B. E. 549
Ramsauer, R. 549
Ramus, P. (Ramée) 261, 262, 281, 429, 433
Rantzau, H. v. 462
Ratdolt, E. 112, 128
Rauschning, H. 449, 526
Ravensberger, J. 375, 550
Recorde, R. 283, 550
Regensburg 65-69, 331, 477, 491 493
Regensburger Lehrgerät 401
Regiomontan 41, 84, 90-94, 100 bis 139, 143, 145, 148-158, 160-165, 173, 178-180, 184, 186, 187, 190-194, 201, 205, 211, 212, 214, 226, 227, 231, 232, 243, 260, 263, 266, 283, 288, 289, 293, 294, 296, 298, 300, 301, 310, 328-330, 372, 388, 402, 404-410, 413, 414, 424, 425, 428, 430, 433, 435, 438-441, 446, 447, 450, 475, 480, 490, 500-502, 508, 511, 513, 533, 537, 550, 560
Regulus 73, 75, 91, 296, 507
Regulskiego, A. 469
Rehm, A. 48, 550
Reich, Felix 169, 221, 222, 224
— Ferd. 399
Reichenau 65, 66
Reichenbach 483
Reimers Ursus, Nik. 317, 454, 512, 550
Reinhold, Er. 39, 99, 107, 232, 245, 246, 258, 259, 263, 264, 267-270, 272, 273, 289, 296, 428, 430, 442, 451, 454, 475, 503, 512, 513, 531, 547, 550
Reisch, Greg. 172
Reisesonnenuhr 89-93, 107, 418
Remus, J. 394
Reusch, F. H. 550
Reusner, N. 254, 461-465, 479, 483
Reutlingen 243
Revolutio 508
Reyne, Peter von 143, 146, 147, 149, 503, 504
Reyneau, Ch. R. 395, 550
Rheden, D. v. 228, 229
Rheticus, Georg Joachim (von Lauchen) 155, 156, 163, 189 bis 194, 213, 220, 224, 231 bis 246, 252, 254-267, 269 bis 271, 274, 276, 281, 286, 289,291, 313, 316, 390, 406, 418, 424, 428, 430, 431, 440, 445, 447-456, 481, 502, 506, 512, 513, 525, 528, 536, 537, 550, 551, 556
Rhodus 25
Riccardi, P. 551
Riccati 396
Riccioli, G. B. 371, 377-379, 512, 516, 534, 551
Richelieu 372
Richer, J. 398
Richtscheit 122, 413, 414
Riddagshausen 140, 505
Riddermarck, A. W. 376, 551
Riepenhausen 466
Riese, A. 408
Righini, G. 457, 468, 469, 551
Rigius, L. 117
Rihel, Th. 273
Riholius, G. 488
Ringelberg, J. St. 294
Ringsonnenuhr 89

Rinteln 380
Ritz, J. M. 448, 551
Roberts, F. 398
Rocca, Ig. 531
Roder, Chr. 109, 110, 120, 121, 127, 134, 166, 446
Rödelheim 386
Römer, F. 551
— O. 373, 386, 391, 392, 398, 508, 536
Röslin, Hel. 317, 551
Rojowski, W. 477
Rom 48, 60, 61, 63, 77, 104, 106, 107, 111-113, 123, 125, 134, 153, 154, 158, 159, 163-165, 168, 169, 172, 173, 179, 227, 228, 277, 286, 334, 337, 338, 342, 343, 348, 351, 352, 357, 359, 360, 362, 363, 368, 371, 386, 406, 408-410, 418, 457, 469, 477, 478, 490-494, 506, 507, 513, 528
— Vat = Rom Biblioteca Vaticana 65, 86, 451, 498
Romanus, Adr. 436
Rosa Ursina 351, 493, 494
Rosen, E. 449, 525
Rosenthal, J. 479, 500
Roskilde 78
Rosmaesler 470
Roß, A. 385
Rost, J. L. 383, 551
Rostock 141, 275, 276, 285, 291, 297, 384, 450
Rota, J. M. 428
Roth, St. 451
Rothmann, Chr. 303, 304
Roth-Scholtz, F. 476
Rotterdam, Erasmus von 246
Rowley, J. 393
Royal Society 460
Rozonus, M. A. 502
Rudolf II. Kaiser 290, 294, 307, 341, 343, 483, 514
Rudolfische Tafeln 307, 308, 320, 325, 394, 492, 539
Rudolff, Chr. (Ludolph) 434, 441
Rudolfus Brugensis 432
Rück, K. 551
Rückert, Th. 293
Rulmann 501
Rupniew-Ujeyski, Th v. 471
Ruprich, H. 501
Rustellus 432
Rygier, T. 457
S., J. 376, 551
S., J. G. 556
S., T. 467
Saalfeld 268, 296
Sabbionetta, Gher. da 84, 97, 106, 107, 111, 117, 146, 148, 186, 406
Sachse, E. 476
Sacrobosco, Joh. de 76, 77, 111, 139, 149, 161, 186, 227, 228, 237, 257, 274, 277, 278, 285, 406, 430, 437, 439, 518, 533
Säulchensonnenuhr 65, 66, 94, 498, 501
Safea 119, 120, 499
Sagan 319
Sagredo 364
Sahl ben Bischr 117
Sainjore 515
Saint-Cloud, G. de 75, 77, 78
— Yon 523
Salacus, K. 275, 551
Salamanca 285, 386
Salck 472
Salignacus 434
Salomo 272
Salucci 469
Salviati 364, 366
Salviatus, Joh. 227
— Jos. 279
Salzburg 58, 65, 66, 176, 380, 498
Salzburg Peter = Salzburg S. Peter Stiftsbibliothek
Salzfaß 85
Sandblad, H. 551
Sanden, Ch. B. v. 543
Sandomir, St. v. 150
Sandritter 192
San Fernando 451
Sankt Florian 499
Santbech, Dan. 438, 446
Santoppen 418
Saros 18
Sarpi, P. 337
Sarsi 362
Sartorius, Bal. 261
— v. Waltershausen, W. 551
Saturnilabium 376, 560
Saturnmond 340, 342, 343, 349, 351, 354, 389, 392, 490, 491
Saturnring 392, 397
Saurin, Jac. 376, 533
— Jos. 374, 551
Saussure, L. de 552
Savonarola, M. 165, 407
Savérien, A. 470

Saxonius, Joh. = Joh. Dank
— Peter 390, 423-428, 437, 439, 440, 446, 455, 494
Scala, H. 175
Scaliger, J. 425, 429, 432, 434, 436, 439, 445, 507
Scato 437
Schadeck, N. v. 175, 185, 286, 287, 411
Schadow 477
Schaff, J. 552
Schaffhausen 66, 453
Schaffner, J. G. 380, 552
Schall, Ad. 349, 386, 491, 556
Schaller, Is. 454
Scharffen, I. A. 468
Schauenburg, Gul. Zenocarus v. 175
Scheckius 428
Schedel, Hartmann 158, 166, 404
— Hermann 158
Scheiner, Chr. 337, 346-356, 362, 366, 378, 424, 425, 437, 446, 484-496, 515, 553
Schelhorn, J. G. 552
Schelling, P. 148
Schensleder, W. 488
Schepper, Corn. 221
Scherpp, K. 112-114
Scheubel, 441
Scheuchzer, J. J. 384, 552
Scheyern 66
Schiaparelli, G. 5, 552
Schickard, W. 381, 391, 453, 508
Schieber 498
Schiefe des Tierkreises (Ekliptik) zum Äquator 26, 73, 74, 94, 105, 110, 162, 183, 189, 201-203, 219, 233, 234, 269, 300, 301, 303, 308, 323, 409, 412, 413, 510, 511
Schiller, Jul. 487
Schillings, Anna 222-224
Schindel, Joh. 92, 144, 504
Schinzeler, U. 99
Schißler, Chr. 293, 514
Schlachter, A. 552
Schleswig 391
Schleusinger, E. 94
Schlitzabsehen s. Absehen
Schlüter, C. 552
Schmalkalden 426
Schmauch, H. 465, 501, 506, 552, 553
Schmidl, J. 553
Schmidner, A. 347
Schmidt, A. M. 384, 553
— R. 553
Schnabel, P. 553
Schneider, D. 383, 553
Schnitzler, J. 380, 553
Schön, Th. v. 478
Schönberg, Nik. v. († 1537) 227, 228, 246, 247, 255, 264, 452
Schönberger, G. 487, 492
Schoenborn, B. 425, 430, 434, 444, 448
— H. J. 527
Schöner, A. 115, 438, 446
— Joh. 100, 115, 175, 212-214, 226, 231-233, 238 243, 252, 263, 269, 289, 300, 405, 426, 441, 442, 445, 480, 482, 502, 506, 511, 525, 550
— Laz. 429
Schönfeld V. 270, 553
Scholier, P. 337
Schottenloher, K. 553
Schrad, J. 243
Schrägteilung 70, 258, 291, 298
Schrank, Fr. Paula v. 492, 496
Schraubzänglein 490
Schreckenfuchs, E. O. 290, 291, 294, 390, 433, 438, 439
Schreiber, Hier. 452
— Joh. 493, 553
Schreier, Jos. 379
Schröter 430
Schubert Fr. 136
Schuler, W. 296, 436
Schultheiß, T. 449, 526
Schultz, O. Th. 553
Schumacher, C. J. 39, 553
Schumann, J. Fr. 502
— Gebrüder 470
Schwab, G. 548
Schwan = Cygnus
Schwana, J. B. 488
Schwangerschaftsdauer 164, 165
Schweinfurt 87, 174, 269, 423, 424, 426, 444-448, 451, 454, 455, 456
Schwenke P. 542
Schwenter, D. 380, 423, 427, 553
Schwere 197
Schwerkraft 314, 315, 323, 324, 327, 395
Schyrl, A. M. 374, 553
Science 455
Scientia motus orbis 148, 149, 151
Scotus, Mich. 406
Scriptorum 554

Scriven, E. 460
Sculteti Al. 170, 222, 223, 228
— B. 159, 172
Scultetus, Ab. 430
— B. 290, 291, 439, 455, 480
Sechzigerrechnung 499
Seekompaß 426, 443
Sehnen 193
Seidel, Br. 462-464
Seidlitz, W. v. 465
Seigerturm 422
Seiler 383
Seleukos von Seleukia 10, 20
Sella, G. 454
Semler, Chr. G. 384 554
Seneca (4 v. Chr. bis 65 n. Chr.) 11, 31, 554
Senensis, H. 165, 407
Senis, Fred. de 404
Senkel 498
Senlisien, S. G. 281
Serenos 116, 438, 439
Sesswycssonicz, St. de 144
Severtius 441
Sextant 293, 296, 298, 302, 347, 412, 476, 479, 490
Sextus Empiricus 554
Seydl, O. 554
Shapley H. 449
Sidereus Nuncius 340, 341, 346, 349, 356, 359, 385, 490, 495
Siderisch 5
Siderokrates 435
Siebenhaar 391
Siegesbeck, J. G. 380, 554
Siemiradzki, E. 457
Siena 369
Sierakowski Seb. 477
Sigersreiter, J. 488
Sighinolfi, L. 554
Sigismund Herzog v. Tirol 92
— König v. Polen 169
— August König v. Polen 262
Sigorgne, P. 374
Silvius, Aeneas 245
Simler, Jos. 276, 431, 554
Simokattes, Theophylaktos 159, 171, 185 546
Simon, F. 348
— Joh. von Seeland 84, 117
— 471, 515
Simplicius 364, 366, 368, 554
Simus, N. 269, 275, 430 441
Singer, Ch. u. D. 554
Sinus 70, 94, 103, 109, 118, 119, 131 138, 145, 153, 192, 193, 243, 259-261, 499
Sjöberg, G. 554
Sirius 383, 398, 509
Sirturus, H. 337
Siuert, A. 488
Sixtus IV. Papst 112
Slowikowski, J. 554
Smalkaldensis 426
Smith, Th. 283
Snell, C. 554
— W. 433, 434 436, 442
Sniadecki, J. 469, 554
Société Montyon et Franklin 469
Sokrates 10
Solarium 418
Solpha, B. 167
Solstitium grecorum 63
— modernorum 64
Sommer, O. 554
Sonnenabstand 8, 9, 16, 25, 40, 53, 54, 206, 394, 397
— bahn 188, 233, 234, 300, 301, 306 308, 309, 497
— bedeutung (Verehrung) 21-24, 49-53, 81, 129, 130, 136, 159, 160, 179, 197-199, 234, 245, 315, 329, 401 497
— drehung 327, 350, 351, 354, 359, 373, 383
— durchmesser 8, 9, 18, 24, 25, 40, 53, 54, 72, 206, 301, 383 495, 497
— fackel 348, 490
— ferne 183, 184, 187, 202, 208, 210-212, 219, 234, 235, 300, 309, 313
— fleck 59, 346-356, 360, 362, 364, 366, 373 378, 383, 489 bis 496, 510, 515, 545, 558
— parallaxe 301, 394, 398
— quadrant 60, 70, 119, 479, 480, 498
— ring 107, 114, 294
— ring (Ring um die Sonne) 488
— uhr 16, 24, 32, 65 66, 76, 87-90, 92-94, 104, 108, 109, 122, 135, 138, 139, 147, 152, 156, 176, 181, 263, 283 288, 294, 402, 411, 417-423, 426, 443, 447, 480, 486-489, 492 bis 494, 500, 505, 514, 559, 560, siehe Reise-, Ring-, Säulchen- und Tischsonnenuhr, Sonnenring
— umkreisung durch Venus und Merkur (Begleiter) 7, 8, 12-14, 49, 58, 59, 67-69, 79, 80, 178, 331, 356, 379, 401

Sonnenwende (Sommerwende, Winterwende) 19, 26, 27, 34, 46, 47, 61, 63, 64, 138, 497
— wirbel 378
Sophokles 197
Sorbonne 282, 372
Sosigenes (1. Jahrh. v. Chr.) 60, 61
— (2. Jahrh. n. Chr.) 6
Spangenberger 442
Sparagna, A. 528
Speculum planetarum 84, 97
Sperrholz 189
Speyer, Jakob v. 107, 121, 125, 127, 507
Sphaera 76, 130, 139, 148, 149, 161, 162, 337, 443, 508
Sphaere s. Kugelschale
Sphaerenmusik 3
Spika 26, 34, 78, 183, 189, 203, 269, 300, 409, 410, 413, 415, 418, 510
Spole, A. 376, 377, 546, 554, 555
— L. 377, 554
Sporer, H. 112
Sprache 65, 67, 127, 138, 139, 142, 171, 270, 279, 283-285, 498, 508
Sprottau 332
Stab, Joh. 166, 176
Stade 66
Stadien 24, 25, 51, 52
Stadius, J. 269, 270, 275, 277, 290, 441, 451, 480, 555
Stahl, L. 369, 555
Staigmüller, H. 555
Stamm, E. 555
Stampioen, N. 393
Stams 85
Staterius, G. G. 485-487
Statica geometrica 155, 408
Staudacher, M. 488
Stegmann, J. 555
Steifensand, J. 478
Stein, Joh. 429, 441
Steinmetz, V. 270, 451
Steinschneider, M. 555
Steinseiger 418
Stengel, G. 488
Stenwinkel, H. van 296
Stercze, Joh. 107, 501
Sternbotschaft = Sidereus Nuncius
— deutung 32, 44, 54, 81, 95, 103, 110, 112, 125-128, 139, 146, 149, 151, 161, 229, 289, 294, 315, 316, 325, 329, 370, 400, 405, 500, 511
Sterngröße (helligkeit) 29-31, 34, 53, 192, 285, 493, 508, 509
— jahr 183, 188, 200, 207
— karte (Atlas) 264, 354
— ort 26, 29
— parallaxe 284, 293, 303, 320, 366, 367, 381, 383, 384, 398
— schnuppe 4
— verbindung (Alignement) 33
— verzeichnis 29, 30, 33-35, 45, 192, 200, 277, 302, 504, 505, 509
— vieleck 325, 330
— warte 282, 306, 408, 416-418, 457, 458, 460, 471-473, 478, 483, 492, 495
Sterne Neue 275, 283, 289, 291, 296, 302, 329, 330, 334, 335, 339, 346, 494
—, C. 476, 555
Stettin 166
Stettner, Th. 471
Stévart, A. 555
Stevenson, E. L. 555
Stevin, S. 332, 425, 429, 439, 555
Stiborius, A. 125, 166, 172, 173, 555
Stjerneborg 296, 297, 304, 458, 459
Stifel, M. 434
Stimmer, T. 461, 462, 467, 479, 480, 518
Stimson, D. 555
Stobner 146
Stockbauer, J. 482
Stockholm 406, 482, 551
Stöberl, A. 125
Stöffler, J. 126, 172, 173, 176, 186, 209, 210, 219, 283, 405, 407-414, 430, 435, 439, 441, 442, 475, 476, 480, 502, 508, 511, 528
Stolle, G. 384, 557
— H. 514
Storchschnabel 347
Storer 488
Stoß, Veit 143
Stoxcyn, N. de 144
Strabo 111, 116, 408, 555
Strahlenbrechung (Refraktion) 123, 300, 330, 412, 413, 509, 510
Stralsund 451
Straßburg 76, 254, 273, 276, 370, 424, 451, 460-467, 479, 480, 482, 533
—, Konrad v. 76, 499

Strauß, E. 502
— Joh. 333, 547
Streete, Th. 385, 555
Strengnäs 406, 407
Strigel, V. 274, 429, 430, 555
Strof, W. 385
Strokirch, M. 376, 377
Strom, J. Fr. 380, 555
Struik, D. J. 507
Struve, O. 519, 528, 555
— W. 398
Stunde gleichlange 88, 122
— ungleichlange 87
Stundenangabe, moderne 88, 140
Stunica, Didacus a 286, 360, 361 386
Stupa, A. 516
Sturm, J Chr. 383, 530, 555
— 558
al-Sufī 508
Sulimierski, F. 531
Swan, J. 385
Swart, Cl. Cl. 501
Swedenborg, E. 377, 547, 555
Sweynheim, K. 110
Syberg 78
Syene 24
Syeprcz, Simon de 148
Synkope 326
Synodisch 5, 29
Syrakus 48
Szamotuli (Schamotuli), A. de 148, 149
Szembek, T. 254, 460
Szent-Ivani, M. 488
Szujski 543

Tabulae Alphonsinae = Alfonsische Tafeln
— directionum 108, 115, 119, 127, 145, 150, 152, 153, 194, 211, 227, 329, 513
— Gregorianae 280
— primi mobilis 108, 109, 115, 119, 134, 145, 499, 500
— Prutenicae = Preußische Tafeln
— resolutae 143, 146-150, 267, 503, 504
— Rudolphinae = Rudolfische Tafeln
— waradienses 92, 100
Tafelwerk (Buch mit astronom. u. mathem. Tafeln) 115, 119, 264
Talbot 485
Tangententafeln 94, 119, 194, 259, 260
Tanner, A. 347, 349, 352, 484, 487
Tannstetter , G. 125, 166, 172, 173, 480, 555
Tarenta (Tharenta) 165, 407
Tartalea, N. 431-435
Tauchan, N. 147
Te Lo, B. 488
Tellurium 391, 427, 448, 467, 468, 479, 483, 484
Tellus 508
Temporal 108
Tengnagel, Seb. 320, 487
Terra 508
Terrentius, P. 485, 486
Teutscher Merkur 464
Teyn, P. 503
Thābit ben Korrah (836-901) 72-75, 83, 96, 97, 116, 117, 178, 200, 201, 499
Thales 529
Tharenta = Tarenta
Theodoricus, Seb. 274, 430, 444, 556
Theodosios 116, 117, 406, 432, 435
Theon v. Alexandria 73, 108, 116, 117, 406, 440
— v. Smyrna (um 130 n. Chr.) 11, 48, 50, 556
Theophilos, Bischof v. Alexandria 61, 62, 497
Theoricae Campani 84, 85
— novellae et rectilineae 85
Thideus 116
Thiele, G. 556
Thorn 140-142, 148, 157, 166, 168, 170, 171, 176, 245, 254, 257, 277, 421-423, 448, 454, 464, 471-475, 477, 479, 481, 483, 484, 505, 526, 527, 531, 535, 543, 549
Thorndike, L. 501, 556
Thorwaldsen 474, 484
Thulin, C. 527, 537
Thuret, D. 391
Thussinus, A. 175
Tieck, Fr. 475, 484, 535
Tierkreis (Ekliptik) 19
Timaios 8, 499, 534, 547
Timocharis 15, 26, 34, 46, 174, 220, 241
Tischsonnenuhr 176
Titius, S. 270
Todeschini, T. 479
Todi 95

Toledertafeln (Toledische Tafeln) 75, 78, 79, 117, 559
Toledo 75, 140, 146, 286
Tolhopf, J. 107, 113, 158
Ton 121, 324-326
Tonstallus 429
Torporley, N. 333, 556
Torriano, Giov. († 1585) 229
— Giov. B. († vor 1535) 230
Torricelli 468
Toscanelli, Paolo dal Pozzo 95, 105, 106, 113, 138, 556
Tracy, St. 393
Transversalteilung = Schrägteilung
Trapezunt, Georg v. 105, 108, 117
Trausnitz 418
Trechsel, Chr. 514
Treiling, J. J. 379
Trenck, Ach. v. d. 223, 224
Trepidatio 73, 426, 427, 443, 448
Tresler 167
Treutler 463
Triangel 22
Tridentiner Konzil 357
Trier 499
Triest 474
Trismegistus 197
Troost, C. 376
Tschertte 166
Tübingen 173, 227, 232, 275, 310 313, 315, 316, 380, 391, 424, 446, 450
Türkengerät 108, 122, 152
Tufanus 434
Turin 227

Ubaldus, G. 434
Udij, P. 487
Uhr s. Planetenuhr, Räderuhr
Uhrtäfelchen, Allgemeines 119, 120
Ulloa, J. de 379, 556
Ulm 407, 424, 447, 454, 501
Ulmer 439
Ulmer Kalender 143
Ulrich Herzog v. Mecklenburg 307
U Mi = Ursa Minor (Kleiner Bär
Umschwung (täglicher) des Sternhimmels 2, 4, 7, 8, 10, 27, 37, 48, 60, 71, 73, 75, 84, 126, 135, 202, 277
Upsala 174, 285, 374, 376, 377, 404-408, 452, 511, 524, 528
Uraniborg 292, 295, 296, 308, 413, 417, 457
Uranometria nova 354
Uranus 397
Urban VIII. Papst 362, 363, 368
Urbino 107, 125
Urceo (Codrus), Antonio 159, 543
Urharmonie 325
Ursinus, Fr. 227
Uruk 19
Uzielli, G. 556

Väth, A. 556
Vagnetti, G. 457
Valdanius, J. 429
Valentini, B. 483
Valla, G. 436, 438
Vallicrosa, J. M. 498, 556
Vallisneri, A. 556
Varenius, B. 375, 467, 556
Variation 47, 301
Varignon 395, 396
Vaugondy, R. de 394, 556
Velden, M. E. van 374, 375, 555
Venedig 105-107, 111, 113, 119, 124, 163, 166, 192, 227, 228, 230, 279, 294, 336, 337, 339, 341, 342, 405-407, 425, 489, 491, 493
Venetius, Jo. 487
Venne, A. v. 477
Venus Mond 383
— Gestaltenwechsel (Phase) 309, 340, 342, 343, 349, 351, 352, 354, 356, 359, 489-491
— Vorübergang 398
Vernantis, P. 556
Verona 166
Vetter, Q. 449, 556
Vieleck 118, 325, 328
Viète (Vieta), Fr. 283, 425, 436, 442, 452, 454, 537, 557
Vigneron 457
Villa Nova, A. 165, 407
Villemot, Ph. 374, 557
Vin (Handschrift d. Nationalbibl. Wien) 58, 147, 390, 423, 428, 462, 499-501, 506
S. Vincentio, G. a 487
Vinci, Leonardo da 231, 537, 557
Vinetus, E. 429-431
Virdung, J. 172, 175, 435
Virellus 442
Virgil 323
Visier = Absehe
Visierstab 427, 443

Vitelleschi 349
Vitellio 406, 426, 539
Viterbo 105
Vitez, Joh. 92, 100, 104, 108, 119, 122, 127, 152, 181
Vitruvius 155, 231, 408, 429, 432, 438, 457
Vitry, Ph. de 80
Viviani, V. 399, 468
Vögelin, J. 175
Voetius, Gisbert 375, 557
Vogel, J. J. 471
Vogelius, G. 245
Vogler, Joh. 488
— Joh. Bal. 454
Voigt, J. 557
Volkskalender 139, 147
Vollkommene Zahl 118, 330
Volmar, Joh. 232
Volpaia, Lor. della 87
Vorhersage (Praktik, Prognosticum) 109, 127, 139, 146, 147, 161, 162, 218, 286, 289, 297, 306, 333, 345, 381, 501, 502, 511
Voß, W. 557
Vratislavia = Breslau
Vulgaris, E. 386
Vvrstisius, Chr. 74, 98, 99, 276, 281, 430, 559
Vyver, A. v. d. 557

Wänman, N. 555
Waerden, B. v. d. 557
Wagner, Ed. 475
— G. 396
— Joh. 390
Waitzen 152
Walfisch = Cetus
Walhalla 473, 477
Walingford, R. of 84, 117, 151
Wallander, J. 530
Wallenstein 319
Wallis, J. 398
Walther, B. 88, 113, 114, 122 bis 124, 155, 157, 166, 176, 191, 214, 234, 242, 266, 294, 298-301, 308, 314, 413, 452
— M. 381, 557
Wandsbeck 292, 295, 299, 307, 308, 459
Wapowski, B. 153, 154, 173, 177, 185, 218, 219, 225, 286, 330, 410, 428, 507, 521, 534
Ward, S. 394, 521, 557
Warschau 108, 148, 444, 448, 450, 457, 468-470, 472-474, 478, 484, 501, 540, 545, 557
Wartenberg, Joh. v. 162
Wasen, Hans am 128
Wasiutynski, Jer. 477, 557
Wasserleitung (-werk) 121, 417, 473, 549
Wasserwaage 412
Wasseruhr 15, 66, 87
Watterich, J. 557
Watzenrode, Barbara 141, 142
— Christina 142
— Lukas I. 141, 142, 547, 548
— Lukas II. Bischof 142, 143, 150, 157-159, 167, 168, 171, 222, 552, 557
Wechel 432
Wega 383, 398
Wegener, A. 557
Weida, Chr. 297
Weigel, Erh. 381, 391
Weilderstadt 309, 477
Weimar 450
Weitmühl, Chr. v. 162
Welser, M. 349-351, 490, 493
Weltanfang 316
— ende 316
— geheimnis 235, 313, 315, 318, 320, 324, 327, 330, 356, 539
— harmonik (Harmonice mundi) 320, 325
— ordnung (Weltharmonie) 310, siehe Harmonie
Wendelin 394
Werden, J. v. 236
Werle, Th. 487,488
Wermuth, Chr. 381, 466
Werner, Joh. 93, 115, 156, 158, 166, 173, 174, 192, 193, 203, 212, 220, 231, 243, 261, 272, 289, 296, 330, 423, 424, 427, 428, 431, 433, 435, 437, 440, 447, 450, 507, 525, 534, 556
— Thomas 141, 149, 524
Wernicke 421
Wesel 335
— P. v. 130
Westermayr, C. 470
Westphal, J. H. 470, 557
Wettiner 482
Weyl, L. 557
Whiston, G. 377, 379, 385, 396, 534, 557
Widderhorn 183, 200, 267, 509
Widder α 409
Wideburg, H. 333, 557
Widmannstetter, J. A. v. (1506 bis 1557) 227, 281, 545
Wiedeburg, Bas. B. 398, 557
— Joh. Berh. 384, 557, 558

Wieland, Chr. M. 558
Wien 81, 83, 84, 90-93, 99-101, 103, 121-124, 126, 128, 131, 137, 139-141, 144-147, 152, 166, 172, 174, 187, 218, 219, 226, 277, 282, 352, 379, 386, 393, 474, 475, 491, 501, 502, 504, 506, siehe Vin
Wilhelm IV. Landgraf v. Hessen 273, 294, 306, 458, 514
— V. Herzog v. Bayern 482
Wilhelm v. Hirsau († 1091) 63 bis 69, 76, 138, 401
Wilkes, J. 466
Wilkins, J. 385, 467, 558
Wille 167
Winkler, F. 457, 474
Winter, R. 245
Winterberg, N. 275, 558
Wirbel 373, 378, 379, 383
Wislicza, Hil. v. 270, 286
— Mich. v. 175
Wissel 477
Witekind, H. 430, 453
Witelo 116
Wittelsbacher 482
Wittenberg 99, 194, 225, 226, 232, 237, 238, 241-244, 257, 258, 264, 268, 269, 270-275, 278, 285, 289, 291, 296, 297, 301, 333, 347, 374, 380, 381, 423, 428, 446, 450, 452, 455, 464, 465, 532, 536, 554, 557
Wittich, Chr. 375, 529, 558
Witty, J. 385, 558
— R. 385, 558
Wölpper 453
Wohlwill, E. 558
Wolf, G. 408
— N. M. v. 460, 558
— R. 514, 558
Wolfenbüttel 391, 452
Wolff, Chr. 383, 558
— L. 255, 455
Wolgemut, M. 111
Wolowsky, L. 558
Wolynski, A. 457, 469, 513, 558
Worms 141
Wosegin, H. 99
Wright, Th. 393, 399, 559
Wünsch, C. 559
Würfel 312
— A. 559
Würzburg 157, 454
Wurmprecht 139
Wursteisen = Vvrstisius
Wurzelbaur 412
Wyspianski, Fr. 475

Xenophon 10
Xylander 429, 438

Zach, F. X. v. 412, 538, 541, 558
Zacuto, Abr. 184, 227, 441, 447
Zael 117
Zahnrad 49, 88
— eiförmiges 86
Zambertus 437
Zanau, Joh. 157
Zapp, E. 389
al-Zarkālī (Arzachel) 74, 75, 80, 119, 201, 202, 440
Zeburg, M. de 149
Zeidler, J. G. 466
Zeißberg, H. 559
Zeitrechnung 65, 76, 94, 141, 143, 144, 148, 149, 279, 485, 486, 488, 491, 492, 499, 505
Zeitschrift f. d. Geschichte und Altertumskunde Ermlands 418, 422, 505, 506, 517-522, 525, 529, 535, 536, 540, 552, 553
— f. Mathematik u. Physik 448, 527, 528, 555
Zelandinus, G. 229
Zensur (Bücherverbot) 348, 349, 361, 452, 491, 492
Zerilli 516
Zieckmesser = Zugmesser
Ziegler, H. A. v. 381, 559
— Jakob 230, 231, 432, 553
— Joh. R. 484-486, 490
Zimmermann 470
—, J. J. 383, 395, 559
Zinner, E. 497, 508, 517, 521, 527, 559, 560
Zirkel 290, 425, 427, 443, 468, 470, 471, 474, 476-481, 483, 492, 514, 515
Zittau 143, 270, 450, 503, 536, 557
Zodiakalarmille 298
Zoest, H. 124
Zür Car = Handschrift d. Landesbibl. Zürich
Zürich 65, 66, 128, 232, 258, 276, 384, 462, 493, 498
Zugmesser, J. E. 514
Zumbach von Koesfeld, Lothar 376, 379, 560
Zwanzigflächer 312
Zwickau 451
Zwiegespräch = Dialogo
Zwölfflächer 312
Zyliński, E. 527

Druckfehler-Berichtigung.

S. 117 Z. 12 v. oben lies „Angiolo“ statt „Angiole“.
S. 140 Z. 32 v. oben lies „Riddagshausen“ statt „Riddershausen“.
S. 270 Z. 17 v. oben lies „Wittenberg“ statt „Königsberg“.
S. 373 Z. 18 v. oben lies „Desnos“ statt „Denos“.
S. 551 Nr. 612 lies „genere“ statt „genre“.
S. 568 lies „Desnos, L. C.“ statt „Denos“.
Abb. 67 lies „Schabblatt“ statt „Schachblatt“.