

bis Galilei, München 1977. – Dictionary of scientific biography, hg. von Charles Coulsten GILLISPIE, New York 1970ff. – DÖBLER, Eckehart: Amplonius, der Büchersammler, in: Der Schatz des Amplonius. Die große Bibliothek des Mittelalters in Erfurt. Begleitbuch zur gleichnamigen Ausstellung der Stadt- und Regionalbibliothek Erfurt und des Angermuseums Erfurt vom 2. September bis 4. November 2001, hg. von Kathrin PAASCH, Erfurt 2001, S. 26–37. – ENDERLE, Wilfried: Bibliotheken, in: Aufriß der Historischen Wissenschaften, hg. von Michael MAURER, Bd. 6: Institutionen, Stuttgart 2002, S. 214–315. – FOLKERTS, Menso: Conrad Landvogt, ein bisher unbekannter Algebraiker um 1500, in: Amphora. Festschrift für Hans Wussing zu seinem 65. Geburtstag, hg. von Sergej S. DEMIDOV u. a., Basel u. a. 1992, S. 229–259. – FOLKERTS, Menso: Wissenschaft an den Universitäten des Mittelalters, in: Wissenschaft, Gesellschaft und politische Macht, hg. von Erwin NEUENSCHWANDER, Basel u. a. 1993, S. 17–37. – FOLKERTS, Menso: Die mathematischen Handschriften in der Bibliotheca Amploniana, in: Der Schatz des Amplonius. Die große Bibliothek des Mittelalters in Erfurt. Begleitbuch zur gleichnamigen Ausstellung der Stadt- und Regionalbibliothek Erfurt und des Angermuseums Erfurt vom 2. September bis 4. November 2001, hg. von Kathrin PAASCH, Erfurt 2001, S. 94–105. – FOLKERTS, Menso: Beschreibung dreier Handschriften des Nikolaus von Kues, in: Circa 1500. Leonhard und Paola – »Ein ungleiches Paar«, De ludo globi – »Vom Spiel der Welt«. An der Grenze des Reiches: Landesausstellung 2000, hg. von Marco ABATE, Mailand 2000, S. 333–334. – GALL, Franz, Die Wiener Universität zur Zeit des Regiomontanus, in: Regiomontanus-Studien, hg. von Günther HAMANN, Wien 1980, S. 211–216. – HALLEUX, Robert/BERNÈS, Anne-Catherine: La cour savante d'Ernest de Bavière, in: Archives internationales d'histoire des sciences 45 (1995) S. 3–29. – HASKINS, Charles Homer: Studies in the history of mediaeval science, Cambridge 1924 (Harvard Historical Studies, 27). – IRISAY, Stephen d': Histoire des Universités françaises et étrangères des origines à nos jours, 2 Bde., Paris 1933. – Jesuiten in Ingolstadt, 1549–1773 (Ausstellungskatalog), Ingolstadt 1991. – LINDGREN, Uta: Die Artes liberales in Antike und Mittelalter. Bildungs- und wissenschaftsgeschichtliche Entwicklungslinien, München 1992, 2. Aufl. 2004 (Algorismus, 8). – MASON, Stephen F.: Geschichte der Naturwissenschaften in der Entwicklung ihrer Denkweisen, Stuttgart 1961. – NDB, 1953ff. – NITSCHKE, August: Naturerkenntnis im Zeitalter der Staufer, in: Die Zeit der Staufer. Geschichte –

Kunst – Kultur (Ausstellungskatalog), Bd. 3, Stuttgart 1977. – Große Naturwissenschaftler: biographisches Lexikon, hg. von Fritz KRAFFT, Düsseldorf 1986. – SCHÖNER, Christoph: Mathematik und Astronomie an der Universität Ingolstadt im 15. und 16. Jahrhundert, Berlin 1994. – SPEER, Andreas: Art. »Wissen, Wissenschaft«, in: LexMA IX, 1999, Sp. 260–262. – STEHKÄMPER, Hugo: Albertus Magnus (Ausstellungskatalog), Köln 1981. – UIBLEIN, Paul: Die Wiener Universität, ihre Magister und Studenten zur Zeit Regiomontans, in: Regiomontanus-Studien, hg. von Günther HAMANN, Wien 1980. – Universitäten und Hochschulen in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Eine Universitätsgeschichte in Einzeldarstellungen, hg. von Laetitia BOEHM und Rainer A. MÜLLER, Düsseldorf u. a. 1983. – Les universités à la fin du Moyen Age, Actes du Congrès international de Louvain (26–30 mai 1978), hg. von Jacques PAQUET und Jozef IJSEWIJN, Leuven 1978 (Mediaevalia Lovaniensia, 1,6).

Uta LINDGREN

Astronomie

Der Höhepunkt der griech. Astronomie war das Lehrbuch von Claudius Ptolemaeus (2. Jh. n. Chr.), das unter dem arab. Titel als *Almagest* bekannt ist. Davon wurde in der Spätantike eine lat. Übersetzung geplant, aber wohl nicht durchgeführt, sie war jedenfalls schon im 10. Jh. nicht mehr erhalten. Astronomie konnte man ledigl. aus dem 1. Buch der *Historia naturalis* von Plinius und den von ihm abhängenden Autoren wie Solinus und Isidor von Sevilla und aus Martianus Capella lernen. Die Planeten, die neben dem Mond wg. ihres scheinbar unregelmäßigen Laufes am meisten interessierten und außerdem zentrale Bedeutung in der Astrologie besaßen, waren dort nur sehr summar. dargestellt. Im *Almagest* nimmt die Behandlung der Planeten in den Büchern IX und XIII dagegen ein Drittel des ganzen Werkes ein, zusätzl. zu den drei Kapiteln über den Mond. Im 10. Jh. kommt die Kenntnis des Astrolabs, eines astronom. Instruments zur Berechnung der Planetenbahnen, aus dem muslim. besetzten Spanien ins christl. Europa. Vom *Almagest* hatte man nur aus vereinzelt Zitierten Kenntnis. Das änderte sich erst im 12. Jh., als in Sizilien eine Übersetzung aus dem Griech. (1160) und in Spanien eine Übersetzung aus dem Arabischen (1175) angefertigt wurden. Dies markiert den Beginn der ma. Astronomie. Die

Planetentheorie gehörte zum Grundbestandteil des Studiums der Astronomie in den Artistenfakultäten der Universitäten.

Die griech. Astronomen vor Ptolemaeus waren davon ausgegangen, daß die Himmelsbewegungen vollkommen waren, d. h. sie sich gleichförmig auf Kreisbahnen um die Erde als Mittelpunkt vollzogen (pythagore. Gedanken- gut). Der sichtbare Lauf der Planeten läßt diese Vollkommenheit jedoch nicht erkennen: sie laufen mal schneller, mal langsamer, mal vorwärts, mal rückwärts und sind mal näher, mal ferner von der Erde, was an der Veränderung ihrer Größe und Helligkeit erkannt wurde. Es waren verschiedene Modelle der Planetenbahnen entworfen worden. Ptolemaeus, der nur auf die Berechenbarkeit der Bahnen abzielte, wahrte zwar die Prinzipien der Gleichförmigkeit und der Kreisbahnen, setzte die Erde jedoch neben den geometr. Mittelpunkt (Exzenter) der Kreise und nahm für die Planetenbahnen kleine Kreise (Epizykel) auf ihren Umlaufbahnen an. Seine Berechnungen benötigten auf diese Weise unzählige Hilfskreise.

Bereits vor Ptolemaeus war vorgeschlagen worden, die Sonne als Mittelpunkt anzunehmen (Heraklit) oder die inneren Planeten Venus und Merkur um die Sonne kreisend zu verstehen und diese um die Erde (sog. ägypt. Theorie). Von der Kreisbahn abzuweichen und statt dessen für Merkur eine eiförmige Bahn anzunehmen, findet man sogar bei Ptolemaeus. Diese Theorien sind im 15. Jh. in Oberitalien erneut diskutiert worden und zwar in Kreisen, in denen auch Kopernikus (1473–1543) verkehrte. Seine Leistung besteht darin, neue mathemat. Grundlagen (Trigonometrie) erarbeitet und für die damit durchgeführten Bahnrechnungen die Sonne für Erde, Mond und alle Planeten als Mittelpunkt ihrer Umläufe angenommen zu haben. Er wich dahingegen nicht ab vom Postulat der Gleichförmigkeit und der Kreisbahnen. Seine Berechnungen benötigten daher weiterhin eine große Zahl von Hilfskreisen und vereinfachten sich gegenüber Ptolemaeus nur unwesentl.

Der dän. Astronom Tycho Brahe (1546–1601) legte mit seinem geoheliozent. System einen Kompromiß zwischen dem geozentr. und dem kopernikan. System vor. Der ital. Mathemati-

ker, Physiker und Astronom Galileo Galilei (1564–1642) bekannte sich zwar zum kopernikan. Modell und bemühte sich, es zu verbreiten, blieb aber bei der alten Grundannahme der Gleichförmigkeit der Bewegungen auf Kreisbahnen.

Die Wende begann erst mit Kepler (1571–1630), dem es gelang, zuerst aus den Marsbeobachtungen von Tycho Brahe die elipt. Bahn des Planeten mit der Sonne in einem der Brennpunkte zu berechnen (1. Keplersches Gesetz 1604), später folgten die anderen Planeten. Bereits 1601 war ihm der Nachweis gelungen, daß die Geschwindigkeit vom Abstand zur Sonne abhängt (Flächensatz, d. h. der Radiusvektor des Planeten, die Verbindungslinie Planet-Sonne, überstreicht in gleichen Zeiten gleiche Flächen; 2. Keplersches Gesetz). 1618 fand Kepler die Möglichkeit, diese Geschwindigkeit auch zu berechnen (die Quadrate der Umlaufzeiten verhalten sich wie die Kuben der mittleren Abstände von der Sonne; 3. Keplersches Gesetz).

Die physikal. Ursachen, d. h. das Zusammenspiel von Schwerkraft (Gravitationskraft) und Fliehkraft (Zentrifugalkraft), hat Newton in den Jahren nach 1668 (Erlebnis des vom Baum fallenden Apfels) berechnet und 1687 in den *Principia mathematica* veröffentlicht. Nach den Gründen, die die Welt zusammenhalten, hatten auch zahlreiche andere Forscher gesucht: Descartes sah die Lösung in Wirbeln, Gilbert u. a. im Magnetismus.

Die Problematik der Planetenbahnen war die entscheidende Triebfeder für astronom. Beobachtungen. Im MA hatte ein weiteres Motiv in der Kalenderberechnung gelegen, d. h. aus der Mondbahn mußte das zentrale Datum des christl. Festkalenders, das Osterdatum berechnet werden. Ein weiteres Motiv war die erkennbare Verschiebung der Solstitien und der Äquinoktien durch den Julianischen Kalender. Es schmerzte die ma. Christen, daß sie ihre Feste nicht mehr an den in den Evangelien und im Heiligenkalender festgelegten Daten feiern konnten. Im 13. Jh. (Roger Bacon) betrug die Abweichung schon mehr als eine Woche, aber Sonnen- und Mondbahnen waren noch nicht genügend genau beobachtet, um eine Kalenderverbesserung berechnen zu können.

Ein anderes Beobachtungsmotiv waren seit dem 16. Jh. verstärkt Kometen. Peter Apian (1495–1552) hatte die Erscheinung des (später nach Halley benannten) Kometen im Jahr 1531 und die der Kometen von 1532, 1533, 1538 und 1539 im *Astronomicum Caesareum* beschrieben. Er widmete diesen Prachtband Karl V., der sich mit 3000 Goldgulden, der Ernennung Apians zum Hofmathematiker und der Erhebung in den Reichsritterstand bedankte. In der Folgezeit zogen insb. auffallendere Kometen eine regelrechte Flut an Veröffentlichungen nach sich. Bes. Eindruck machte die Entstehung einer Supernova i. J. 1572, die von zahlreichen Beobachtern gesehen worden war. Beide Phänomene, die Kometen und die Supernova, waren handfeste Argumente gegen das aristotel.-ptolemae. Weltbild, das die Unveränderlichkeit des Himmels und den Umlauf der Planeten auf festen Bahnen (soma) angenommen hatte. Da die Kometenbahnen die Bahnen der Planeten kreuzte, mußte man von der Soma-Theorie Abschied nehmen, und das Entstehen eines neuen Sterns widersprach der postulierten Unveränderlichkeit des Himmels.

Bes. Antrieb erhielten die Beobachter mit dem Aufkommen der Fernrohre. Zur Entdeckung der Jupitermonde und Saturnringe traten u. a. Beobachtungen der Mondoberfläche, der Venusphasen und der Sonnenflecken. Letztere hatte nicht nur Galilei observiert, sondern unabhängig von ihm auch Johann Fabricius (1587–1615) in Ostfriesland, die Jesuiten Christoph Scheiner (1575–1650) und Johann Baptist Cysat (1586–1657) in Ingolstadt, Simon Marius (1573–1624) in Ansbach, Claude de Peiresc (1580–1637) in Aix-en-Provence und in Northumberland/Großbritannien Thomas Harriot (1560–1621).

→ Abb. 129, 130

→ vgl. auch Farbtafel 90

→ B. Herr allen Wissens: Künstler und Fachleute

→ B. Sammlungen; Bibliothek → B. Sammlungen; Scientifica

Q. Peter Apian, *Cosmographicus Liber*, Landshut 1524 (Microfiche-Ausg. München u. a. 1990). – Peter Apian, *Astronomicum Caesareum*, Ingolstadt 1540 (Faks.-Ausg. Leipzig 1967) – Nicolaus Copernicus, Über

die Kreisbewegungen der Weltkörper [est: De revolutionibus orbium caelestium 1543], übers. und mit Anm. vers. von Carl Ludwig MENZZER, Leipzig 1939. – Peter Apian/Rainer Gemma Frisius, *Cosmographia, sive descriptio universi orbis*, Antwerpen 1584. – Tycho Brahe, *De mundi aetherei recentioribus phaenomenis liber secundus*, Uranienborg 1588. – Johannes Kepler, *Epitome astronomiae Copernicanae*, Linz/Frankfurt a. M. 1618–1622. – Johannes Kepler, *Gesammelte Werke*, hg. von der Kepler-Kommission der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, München 1937ff. – MARIUS, Simon: *Mundus iovialis. Die Welt des Jupiter. Die Entdeckung der Jupitermonde durch den fränkischen Hofmathematiker und Astronomen Simon Marius im Jahr 1609*, hg. von Joachim SCHLÖR, Gunzenhausen 1988. – Ptolemy's *Almagest*, übers. und komm. von Gerald James TOOMER, Princeton 1984 (ND 1998).

L. BORST, Arno: *Die karolingische Kalenderreform*, Hannover 1998. – CHRISTIANSON, John Robert: *On Tycho's island. Tycho Brahe and his assistants, 1570–1601*, Cambridge u. a. 2000. – DREYER, John L.E.: *A history of astronomy from Thales to Kepler*, rev. with a foreword by W.H. STAHL, New York 1953 – GERLACH, Walther/LIST, Martha: *Johannes Kepler: der Begründer der modernen Astronomie*, München u. a. 1987. – GRENET, Micheline: *La passion des astres au XVII siècle: de l'astrologie à l'astronomie*, Paris 1994. – GRANT, Edward, *Planets, stars, and orbs. The medieval cosmos, 1200–1687*, Cambridge 1994. – HEMLEBEN, Johannes: *Johannes Kepler: mit Selbstzeugnissen und Bilddokumenten*, Reinbek bei Hamburg 1971. – KIRCHHOFF, Jochen: *Nikolaus Kopernikus: mit Selbstzeugnissen und Bilddokumenten*, Reinbek bei Hamburg 1985. – KOKOTT, Wolfgang: *Die Kometen der Jahre 1531 bis 1539 und ihre Bedeutung für die spätere Entwicklung der Kometenforschung*, Stuttgart 1994. – KRAFFT, Fritz: *Astronomie als Gottesdienst. Die Erneuerung der Astronomie durch Johannes Kepler*, in: *Der Weg der Naturwissenschaft von Johannes von Gmunden zu Johannes Kepler*, hg. von Günther HAMANN und Helmuth GRÖSSING, Wien 1988, 182–196. – POULLE, Emmanuel: *Astronomie planétaire au Moyen Âge latin*, Aldershot u. a. 1996. – *Sonne entdecken: Christoph Scheiner 1575–1650, eine Ausstellung des Stadtmuseums Ingolstadt*, Ingolstadt 2000. – THOREN, Victor E., *The Lord of Uraniborg: a biography of Tycho Brahe*, Cambridge 1990. – ZINNER, Ernst: *Entstehung und Ausbreitung der Copernikanischen Lehre*, 2. Aufl., München 1988.

Uta LINDGREN



Abb. 128: Bischofssiegel des Albertus Magnus als Bischof von Regensburg, nach: Albertus Magnus. Ausstellung zum 700. Todestag, hg. vom Historischen Archiv der Stadt Köln, Köln 1980, S. 225, Abb. 8.

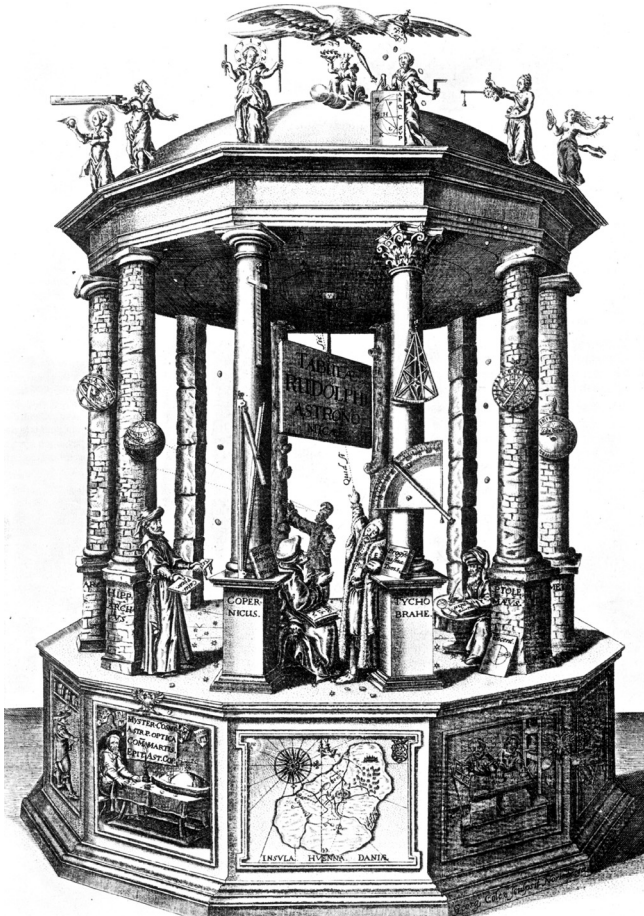


Abb. 129: Allegorische Darstellung der Geschichte der Astronomie von der Antike bis Kepler. Titelpuffer der Rudolphinischen Tafeln, die Kepler 1630 herausgegeben hat, nach: Wandel des Weltbildes: Astronomie, Physik und Meßtechnik in der Kulturgeschichte, hg. von Jürgen TEICHMANN, 2., erw. Aufl., Darmstadt 1983, S. 76.

Sonderdruck aus: Höfe und Residenzen im spätmittelalterlichen Reich.

Bilder und Begriffe (= Residenzenforschungen, Bd. 15. II).

ISBN 3-7995-4519-0

© Jan Thorbecke Verlag, Ostfildern 2005

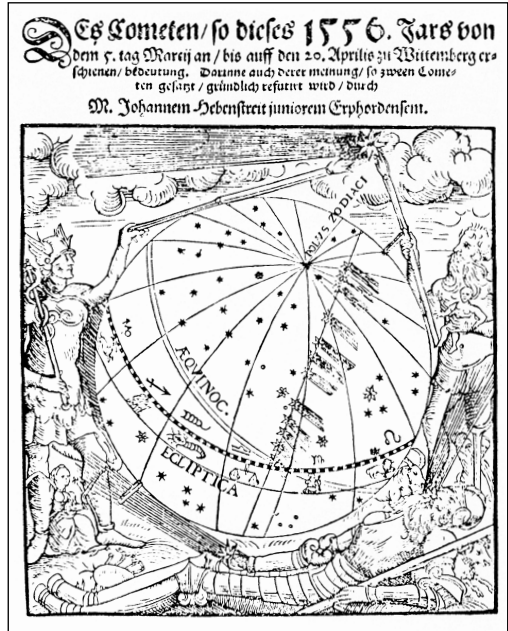


Abb. 130: Der Komet von 1556, Frontispiz, nach: Erkenntnis, Erfindung, Konstruktion. Studien zur Bildgeschichte von Naturwissenschaften und Technik vom 16. bis zum 19. Jahrhundert, hg. von Hans HOLLÄNDER, Berlin 2000, S. 451.

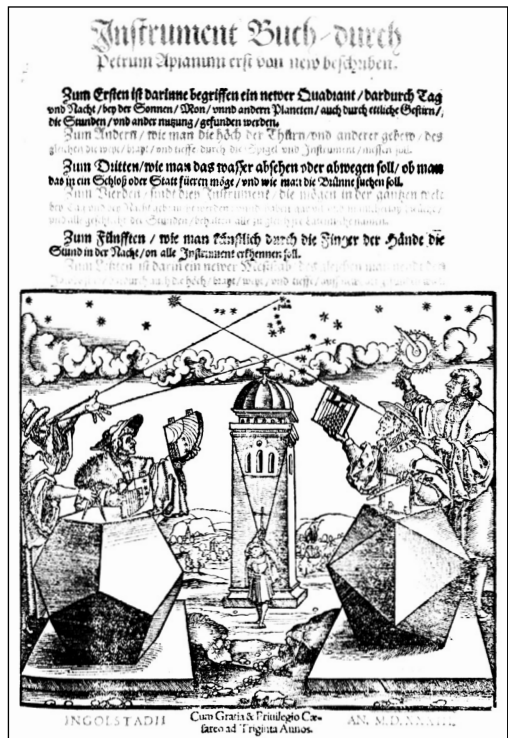


Abb. 131: Astronomische und geodätische Messungen bzw. Instrumente: Entfernungsschätzung mit gespreizten Fingern, Quadrant, Jakobsstab, Geometrisches Quadrat, Zeichentisch, Nachtuhr. Titelholzschnitt des Instrumentenbuches von Peter Apian, 1533, nach: Philipp Apian, 1989, S. 44.