Nuncius Hamburgensis
Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften
Band 16

Gudrun Wolfschmidt (Hg.)

Simon Marius, der fränkische Galilei,

und die Entwicklung des astronomischen Weltbildes

Hamburg: tredition 2012

Abbildung 7.1:
Das Fernrohr von Simon Marius

Ein neuer Blick ins Weltall – Simon Marius, der fränkische Galilei, und das Fernrohr

Gudrun Wolfschmidt (Hamburg)

7.1 Einleitung

Galileo Galilei stand im Mittelpunkt des Jahres der Astronomie 2009; doch der fränkische Galilei, Simon Marius, blieb weitgehend unbeachtet. In diesem Vortrag sollen die Beiträge der fränkischen Astronomen und Instrumentenbauer beleuchtet werden, die auch zur Entwicklung des astronomischen Weltbildes beigetragen haben, zum Wandels des Weltbildes von der geozentrischen Vorstellung der Antike und des Mittelalters zur heliozentrischen Weltsicht des Copernicus in der Frühen Neuzeit.

Galilei ist in die Geschichte eingegangen, weil er ein Fernrohr baute und es zum Himmel richtete; seine revolutionären Entdeckungen hat er in seinem Werk *Sidereus Nuncius* festgehalten. Galilei versuchte, das neue Weltbild des Copernicus mit dem Einsatz des Fernrohrs zu beweisen; doch seine Bemühungen endeten mit dem berühmten Prozeß und der Abschwörung; Galileis astronomisches Werk kam auf den Index.

Das Fernrohr soll im Zentrum dieses Artikels stehen, es symbolisiert den technischen Fortschritt der Astronomie des 17. Jahrhunderts, wie das Mikroskop in der Biologie oder Mineralogie und die Luftpumpe in der Physik als High Tech Instrumente der damaligen Wissenschaft. Die Entwicklung des Fernrohrs im 17. Jahrhundert ist verbunden mit einer Reihe spektakulärer Entdeckungen, die unser Weltbild veränderten, wobei auch Simon Marius einen wesentlichen Beitrag leistete.

7.2 Instrumente, Sternwarten und Weltbild im Wandel

7.2.1 Astronomische Instrumente des Mittelalters und der Frühen Neuzeit

Bereits Ende des Mittelalters war Nürnberg ein bedeutendes Zentrum des Instrumentenbaus.[1] Davon zeugt unter anderem das Männleinlaufen, das 1356 gestiftet wurde in Andenken an Kaiser Karl IV. (1316–1378), der in der Goldenen Bulle Nürnberg wichtige Privilegien zugestand (erster Reichstag des neugewählten Kaisers in Nürnberg). Über dem Hauptportal der Frauenkirche umkreisen die Kurfürsten den Kaiser mittags dreimal. Das kunstvolle Werk der astronomischen Uhr mit der Anzeige der Mondphasen mit Hilfe einer blau-goldenen Mondkugel über dem Zifferblatt konstruierte und fertigte der Schlossermeister Jörg Heuss (1506/09), die kupfergetriebenen Figuren vom Kaiser mit Zepter und den sieben Kurfürsten mit den Reichskleinodien stammen von Sebastian Lindenast dem Älteren.

Nach dem Handwerkerverzeichnis von 1363 gab es in Nürnberg unter 1217 Meistern 353 Metallbearbeiter, darunter 16 Goldschmiede. Erst ab 1442 werden Zirkelschmiede (also Hersteller wissenschaftlicher Instrumente) gesondert aufgeführt. Ab 1484 werden zudem Kompaßmacher (Sonnenuhrhersteller) genannt. Nikolaus von Kues, genannt Cusanus, (1401–1464) kaufte während seiner Teilnahme am Reichstag in Nürnberg 1444 drei astronomische Instrumente, ein Astrolab (um 1240), ein Torquetum (um 1434) und einen hölzenen Himmelsglobus, zusammen mit 16 Büchern. Das Astrolab, ein äußerst vielseitiges Instrument, unter anderem zur Bestimmung der Höhe der Gestirne, aber auch zur Zeitbestimmung, war das wichtigste astronomische Instrument des Mittelalters.

Johannes Müller (1436–1476), genannt Regiomontanus nach seinem Geburtsort Königsberg in Franken, Schüler von Georg von Peurbach (1423–1461), war überzeugt, daß Fortschritte in der Astronomie nur durch verbesserte Beobachtungen und neuere Instrumente erreicht werden können. 1471 errichtete Regiomontan in Nürnberg, *„quasi centrum Europae“*, für seine geplante Neugestaltung der Himmelskunde neben einer Druckerei auch eine Werkstatt zur Herstellung astronomischer Instrumente. Er orientierte sich einerseits an den Instrumenten der Antike und des Mittelalters (Quadrant, Armillarsphäre und Triquetrum), erdachte aber auch Weiter- und Neuentwicklungen wie den Jakobsstab (1472), das Torquetum, das Geometrische Quadrat und das Allgemeine Uhrentäfelchen. Regiomontan war einer der bedeutendsten Astronomen und

1 Wolfschmidt: Astronomie in Nürnberg 2010, S. 19–143.

Mathematiker an der Schwelle vom Mittelalter zur Neuzeit. Er erkannte Mängel im ptolemäischen System und war somit Wegbereiter für das neue Weltbild des Nicolaus Copernicus (1473–1543). Wie Praetorius berichtet – äußerte Regiomontan in einem Brief: *„Es ist notwendig, die Bewegung der Sterne etwas zu ändern wegen der Erdbewegung."*

Georg Hartmann aus Eggolsheim (1489–1564), ein hervorragender Meister in der Fertigung von technisch komplizierten Instrumenten, besonders von Astrolabien, hatte Theologie und Mathematik in Köln und Rom studiert, dann wurde er Pfarrer in St. Sebald in Nürnberg 1518 bis 1544.[2] Sein Grab befindet sich neben dem von Albrecht Dürer auf dem Johannisfriedhof: Das Epithaphium trägt folgende Inschrift: *„An diesem Ort ist der Leichnam des ehrwürdigen Herrn Georg Hartmann aus Eggolsheim bestattet. Er genoss viele Jahre lang in Nürnberg höchstes Ansehen, da er sich mit der Herstellung und Verbreitung zahlreicher vortrefflicher und glänzender astronomischer Arbeiten beschäftigte. Im 76. Lebensjahr entschlief er sanft am 8. April 1564."* Kelch mit Hostie und darunter ein Globus deuten seine zwei Wirkungsgebiete an, Priester und Mathematiker bzw. Instrumentenbauer.

Als weiterer wichtiger Instrumentenbauer ist Johann Richter (1537–1616), genannt Prätorius, zu nennen.[3] Er war 1576 bis 1616 Professor für Mathematik und Astronomie in Wittenberg, später in Altdorf, er beobachtete den Kometen von 1572, seine Veröffentlichung von 1578 wurde von Tycho Brahe rezipiert. Praetorius ist auch bekannt bzgl. Vermessungstechnik; er entwickelte um 1590 einen Meßtisch, der von seinem Schüler Daniel Schwenter (1585–1636) bekannt gemacht wurde. Außerdem entwarf und konstruierte Praetorius wichtige astronomische Instrumente, hergestellt von Hans Epischofer (∼1530–1585), einem Nürnberger Instrumentenmacher und Goldschmied: eine Würfel-Sonnenuhr (1562), einen Sonnenquadranten (1571), ein Astrolab (1568), ein Torquetum (1568), einen Himmels- und Erdglobus (1566).[4]

7.2.2 Welt im Umbruch – Zeitalter der Entdeckungen

Die Wende vom Mittelalter zur Neuzeit steht nicht nur für die Copernicanische Revolution, sondern ist charakterisiert durch eine Vielzahl von Umbrüchen, Erfindungen in verschiedenen Gebieten der Wissenschaft, Kultur und Technik wie die Kunst der Renaissance, Einführung der Perspektive, Buchdruck, Humanismus und Reformation, Entwicklung der modernen Pharmazie und Medizin und besonders die Entdeckung der Neuen Welt.

2 Klemm 1987/88.
3 Folkerts 1996, S. 149–169.
4 Bott: Focus Behaim Globus. Teil 2. 1992, S. 638–645.

> *„Die Weltumseglung, die Entdeckung des größten Kontinents der Erde, die Erfindung des Kompasses, die Verbreitung des Wissens durch die Druckpresse, die Revolutionierung der Kriegskunst durch das Schießpulver, die Rettung antiker Handschriften, die Wiederbelebung der gelehrten Forschung, all das legt Zeugnis ab vom Triumph unseres Neuen Zeitalters.“*[5]

In Nürnberg wurde in dieser Zeit der erste Erdglobus seit der Antike hergestellt, der aber Amerika noch nicht enthielt: Der sog. „Erdapfel“, 1492/93 hergestellt von Martin Behaim (1459–1507) auf der Basis portugiesischer Seekarten, zeigt aber noch das alte Weltbild:[6] Amerika ist hier noch nicht zu finden. Amerigo Vespucci (1451–1512) erkannte die von Christopher Columbus (1451–1506) entdeckten Länder 1503 als neuen Kontinent. Auf der von Martin Waldseemüller (∼1470–1518/22) 1507 erstellten Weltkarte ist erstmals Amerika als Neuer Kontinent dargestellt. In seiner *Cosmographiae introductio* (Einführung in die Kosmographie) bezeichnete er Amerigo Vespucci als Entdecker der „Neuen Welt“. Die Erdgloben von Johannes Schöner (1477–1547) aus Bamberg, Schüler von Martin Waldseemüller, zeigen ab 1520 erstmals Amerika. Schöners Himmelsgloben gehören zu den ältesten Himmelsgloben der Frühen Neuzeit.[7]

7.2.3 Beobachtungsorte und Sternwarten der vor-teleskopischen Zeit

Schon im 16. Jahrhundert – vor dem Siegeszug des Fernrohrs – begann die Gründung von Sternwarten in Europa. Die ersten Observatorien im modernen Sinn, mit festen fundierten Instrumenten, gab es bereits im Mittelalter zum Beispiel in Beijing (1127, 1442) oder im islamischen Kulturkreis wie Marâgha (al-Dīn al-'Urḍī, 1259), Samarkand (Uluġ Beg, 1420) und Istanbul (Taqī ad-Dīn, 1575/80).[8]

Der fränkische Astronom Johannes Regiomontan[9] (1436–1476) besaß ein Haus in der Vorderen Kartäusergasse und eines am Hauptmarkt; die Beobachtungen machte er wohl vom Dachgeschoß aus (Hahnenkamm oder Dachhäuslein). In einem Brief von 1471 berichtete Regiomontan, daß er in Nürnberg seine astronomischen Instrumente aufgestellt habe: *Unsere Waffen sollen* [...] *sein*

5 Fernel, Jean: De abditis rerum causis (Paris 1548). In: Sherrington, Charles Sir: The Endeavour of John Fernel. Cambridge 1946, S. 136. Zitiert nach Boas 1988, S. 19.
6 Willers et al. 1992.
7 Wolfschmidt 1978.
8 Vgl. Sayili 1960.
9 Zinner: Leben und Wirken des Joh. Müller von Königsberg, 1938/1968. Zinner 1990.

Abbildung 7.2:
Königsberg in Franken: Regiomontans Wohnhaus und Wappen
Foto: Gudrun Wolfschmidt in Königsberg in Franken (2010)

[...] *die Geräte des Hipparch und des Ptolemäus, die ich schon aus getriebenen Erz anschaulich groß und zur Himmelsbeobachtung höchst geeignet konstruiert habe.*[10]

Nach dem Tod Regiomontans 1476 setzte Bernhard Walther (1430–1504) alleine dessen Beobachtungen fort:[11] zunächst in seinem Haus „Eislingerhof" am Hauptmarkt 11 vom Dacherker aus, dann in der Zistelgasse, heute Albrecht-Dürer-Straße: seit 1502 ergänzte er ein Dachfenster im Südgiebel mit einer kleinen „Beobachtungsplattform"; dieses (spätere) Dürerhaus kann damit als älteste erhaltene europäische „Sternwarte" bezeichnet werden; es handelt sich mindestens um einen dokumentierten Umbau für astronomische Zwecke. Bern-

10 Regiomontan: Brief an Christian Roder, Rektor der Universität Erfurt 1471. Zitiert nach Mett 1996, S. 113.

11 Zu Bernhard Walther siehe Kremer 2010.

hard Walthers Präzision der Beobachtungsreihen von Sternen ist unerreicht in der westlichen Astronomie bis zu Tycho Brahe. Regiomontans und Walthers Beobachtungen nutzten berühmte Astronomen. So zeigt auch ein Titelblattentwurf für die Rudolfinschen Tafeln (in der Albertina in Wien) den Tempel der Wissenschaften mit Regiomontan, Copernicus und Tycho Brahe – Astronomen, in deren Tradition sich Johannes Kepler sah.

Zur astronomischen Beobachtung wurden zunächst bestehende Gebäude verwendet, neben den Dacherkern auch Kirchen- oder Stadtmauertürme; zum Beispiel stellte Nicolaus Copernicus seine Instrumente auf dem Wehrgang der Wehrkirche in Frauenburg (Frombork, Polen) auf. Unter den Arkaden von Schloß Allenstein (Olsztyn, Polen) beobachtete Copernicus die Sonne. um Eine weitere frühe Sternwarte befand sich in Kassel, auf einer Altane am Schloß (1560).[12]

Das erste Gebäude in Europa, das wirklich zu astronomischen Zwecken erbaut wurde, ist die 1576 für Tycho Brahe (1546–1601) errichtete Sternwarte, genannt „Uraniborg“ (Himmelsburg), im Stil der flämischen Renaissance auf der damals dänischen Insel Hven (schwedisch „Ven“). Eine genaue Vorstellung von Tycho Brahes Sternwarten und ihrer neuzeitlichen instrumentellen Ausstattung – 8 Sextanten, 3 Triquetra (Dreistab), 8 Quadranten, 5 Armillarsphären, großer Himmelsglobus und Halbkreis (Semicirculus) – haben wir dank der mit zahlreichen Holzschnitten versehenen Beschreibung in seinem Werk *Astronomiae instauratae mechanica* (Wandsbek 1598, 2. Auflage, Nürnberg: Levinus Hulsius 1602). 1584 ließ Tycho sich ein zweites, kleineres Observatorium „Stellaeburgum“ (Stjerneborg, Sternenburg) für seine wertvollen Instrumente bauen, dessen Einfassung gleichen Grundriß wie Uraniborg aufweist, aber nur eine Seitenlänge von 30 Metern besitzt.

Tycho hatte danach drei Beobachtungsplätze in Prag: das Ferdinandeum, das Renaissance Sommerschloß Belvedere, ein Arkadenbau von Paolo della Stella 1538–1555, das Curtius Haus (Jacob Kurtz von Senftenau), Keplerova ul./Parlérova ul. 2 (heute steht an der Stelle das Tycho-Kepler-Denkmal), das Haus Goldener Greif, wo Tycho lebte (1600), Nový Svet 1, und schließlich Schloß Benatký, etwa 30 km außerhalb von Prag mit einem Tycho-Kepler-Museum und einem Modell des großen hölzernen Quadranten von 5.4 m Radius, hergestellt in Augsburg 1568.

12 Mackensen et al. 1979, (2. Aufl.) 1982.

7.2.4 Neues Weltbild des Copernicus

Wie im Zeitalter des Humanismus üblich, studierte Copernicus in Italien. Copernicus griff auf antike Vorbilder zurück und ersetzte das im Mittelalter verbreitete Weltbild des Aristoteles durch sein heliozentrisches System, wobei er besonderen Wert darauf legte, die antiken Voraussetzungen von Kreisbewegung und gleichförmiger Geschwindigkeit einzuhalten.

Georg Joachim Rheticus (1514–1574) übergab die Überwachung des Drucks an Andreas Osiander (1498–1552), aus Gunzenhausen stammend wie Simon Marius; dieser lutherische Theologe und Mathematiker an der Lorenzkirche in Nürnberg bezeichnete die neue Theorie als Hypothese – was mit großer Wahrscheinlichkeit der Intention des Copernicus widersprach.[13]

> *„Im Hinblick auf Hypothesen war ich von jeher der Ansicht, daß sie keine Glaubensartikel darstellen, sondern Berechnungsgrundlagen. Selbst wenn sie also falsch sind, bedarf es keiner Aufregung, solange sie genau die Phänomene der Bewegung wiedergeben. Denn wenn wir den Hypothesen des Ptolemäus folgen, wer kann uns da sagen, ob die ungleichmäßige Bewegung der Sonne durch einen Epizykel oder durch die Exzentrizität verursacht wird, vermag doch jedes von beiden das Phänomen zu erklären?“*[14]

Das Hauptwerk von Copernicus *De revolutionibus orbium coelestium* „Von den Umdrehungen der Himmelssphären“ entstand in 36 Jahren (4×9 Jahren) Arbeit. Es erschien 1543 in Nürnberg bei Johannes Petreius (1497–1550); dieser Drucker stammt aus Langendorf, L.Kr. Hammelburg, und studierte in Wittenberg, 1517 bekam er den Magister artium. Er druckte Werke von Johannes Schöner, Copernicus, Rheticus, Peter Apian, Hieronymus Cardano und Lucas Gauricus (Neapel).

Ein frühes heliozentrisches Modell unseres Sonnensystems, ein Planetarium mit Armillarsphäre, fertigte der Nürnberger Mechanicus und Zirkelschmied Johann Luthring (1628–1688) 1680 für Georg Christoph Eimmart (1638–1705) an. Dieses Instrument zur Darstellung der Planetenbewegung beschrieb Johann Christoph Sturm (1635–1703) in seiner Publikation *Sphaerae armillaris* ... (Altdorf 1695). Im hölzernen Sockel steckt ein Triebwerk aus Eisen; die Armillarsphäre ist aus vergoldetem Messing. Zwei Nürnberger Kaufleute (Andreas Ingolstädter und Jacob Grassel) hatten das Modell 1690 für die enorme Summe von 300 Gulden (200 Taler) für die Universität Altdorf erworben; 1711 wurde das Planetarium in der dortigen Sternwarte aufgestellt.

13 Wolfschmidt 1994. Pilz 1977, S. 197–207, 207–212.

14 Osiander: Brief an Copernicus vom 20.4.1541. Zitiert nach: Menzzer 1959, S. 1–2.

7.2.5 Kalenderreform – Christoph Clavius (1537/38–1612) aus Bamberg

Die Kalenderreform bildete ein wichtiges Anliegen sowohl für die Kirche als auch für die Wirtschaft. Der Ostertermin, von dem die meisten Festtage abhängen, bereits zehn Tage verspätet. Märkte und Messen an diesen Tagen waren dadurch betroffen. Mehrere Konzilien beschäftigten sich mit dieser Frage. Universitäten und Gelehrte, darunter auch Copernicus, sollten hierzu Vorschläge machen. Im Vordergrund stand das Problem der genauen Jahreslänge und die Frage, ob man den Ostertermin nach der bisherigen zyklischen Methode oder mit Hilfe von astronomischen Tabellen berechnen sollte. Die römische Kalenderkommission entschied sich – im Gegensatz zu der Ansicht mancher protestantischer Gelehrter – für die zyklische Methode, da man sich nicht von den damals noch unsicheren Tafelwerten abhängig machen wollte.

Als Copernicus von Leo X. 1514 um Mitwirkung bei der Kalenderreform gebeten wurde, lehnte er zunächst ab, weil die Jahreslänge noch nicht genau genug bekannt sei. Dann begann er aber mit Messungen von Fixsternen in der Nähe der Äquinoktialpunkte (Schnittpunkte von Ekliptik und Äquator) mit dem Ziel der Ermittlung der genauen Jahreslänge. Sein Interesse galt dabei besonders der Spica, dem „Stern Christi“: Dieser hellste Stern im Sternbild Jungfrau war schon von Hipparch beobachtet worden; damals stellte dieser fest, daß sich seit der Zeit von Timocharis der Abstand der Spica von 8° auf 6° westlich vom Herbstäquinoktium verkleinert hatte. Dieser Effekt vergrößerte sich bis zur Zeit des Copernicus. Zur Ermittlung der Jahreslänge führte er auch Messungen der Sonne in Allenstein in den Jahren 1516 bis 1519 durch. Für Copernicus war die Kalenderreform ein wichtiges religiöses Motiv für die Entwicklung seiner Theorie, wie sein Anhänger Rheticus berichtete, und was er selbst in der Widmung seines Hauptwerkes an den Papst Paul III. betonte.

Das V. Laterankonzil (1512 bis 1517) beschäftigte sich ausführlich mit der Kalenderfrage. Das Breve Leos X. (1475–1521) (*Breve super correctionem Kalendarii*, Rom 1515) veröffentlichte die Beschlüsse der X. Session dieses Konzils. Der Name Copernicus findet sich in einer Denkschrift der Kalenderkommission des V. Laterankonzils, die deren Vorsitzender Paul von Middelburg (1455–1534) 1516 verfaßt hat.

Eine wesentliche Rolle spielte bei der Kalenderreform der fränkische Jesuit Christoph Clavius [Klau] (1537/38–1612) aus Bamberg. Dieser bedeutende Mathematiker und Astronom hatte in Coimbra studiert und 20 Jahre lang in Rom Mathematik gelehrt. Seit 1552 wirkte er am Jesuitenkolleg *Collegium Romanum* in Rom. 1570 erschien in Rom sein Kommentar zur *Sphaera* des Sacrobosco, der fünfmal länger als das Original war und vielfach neu aufgelegt wurde. 1574

Abbildung 7.3:
Christoph Clavius (1537/38–1612),
Kalenderreform (Sonnen- und Mondkalender!), Bulle *Inter gravissimas* 1582
Gregor XIII. (Ugo Buoncompagni) (1502, Papst 1572 bis 1585)
Portrait Clavius, Stich von Francesco Villamena (1566-1624), Rom 1606,
Briefmarke Gregorianischer Kalender nach Johann Rasch (1586)

folgte die Herausgabe der 15 Bücher der *Elemente* des Euklid in lateinischer Übersetzung, ein Buch, das über 200 Jahre zum wichtigsten Lehrbuch der Mathematik an den Universitäten wurde.

Bekannt wurde Clavius als Vorsitzender der römischen Kommission, von der die Kalenderreform endgültig ausgearbeitet werden sollte, insbesondere engagierte sich Aloysius Lilius (∼1510–1576) an der Abfassung des *Compendium novæ rationis restituendi kalendarium*, 1577 gedruckt durch Clavius, Grundlage für die päpstlichen Bulle *Inter gravissimas* (1582).[15] Obwohl man die copernicanische Theorie nicht akzeptierte, verwendete man die Jahreslänge nach

15 Moyer 1983.

Copernicus. Jedoch distanzierte man sich von seiner Lehre einer mehrfachen Erdbewegung als einer kosmologischen Theorie.

Nach dem Scheitern des V. Laterankonzils und langen politischen Auseinandersetzungen eröffnete Papst Paul III. das Konzil von Trient 1545, was letztlich zur Reform führte. Das Tridentinum kam in drei Sitzungsperioden zusammen (1545–1547, Bologna 1551–1552 und 1562–1563). Die Kalenderreform vom 13. Februar 1582 setzte Papst Gregor XIII. (1502–1585) durch ein *Breve* in Kraft. Inzwischen war das Osterfest bereits um zehn Tage in den Sommer verschoben. Diese 10 Tage, die sich aufgrund der fehlerhaften Jahreslänge des Julianischen Kalenders angesammelt hatten, mußten zunächst ausgeglichen werden. Man ließ sie ausfallen, so daß auf den 4. Oktober 1582 der 15. Oktober folgte.

Die Einführung des neuen Kalenders stieß in vielen katholischen, besonders aber bei allen evangelischen Staaten auf Ablehnung. Um die Schwierigkeiten zu beheben, verfaßte Clavius den Traktat *Novi Calendarii Romani Apologia* (Rom 1588), dem im Auftrag von Papst Clemens VIII. (1536–1605) 1595 eine *Explicatio* folgte.

7.3 Simon Marius (1573–1624)

7.3.1 Gunzenhausen

Der Lebenslauf von Simon Marius wurde u. a. von Zinner und vielen anderen Autoren eingehend untersucht;[16] siehe insbesondere den Beitrag von Werner Mühlhäußer, Kapitel 2, S. 35. Simon Mayr wurde am 10. Januar 1573 (Jul. Kal.) in Gunzenhausen geboren (Prog. 1609) und am 11. Januar als 8. Kind des Büttners Reichart Mayr getauft.[17] Sein Vater Reichart Mayer [Mair] war 1576 Bürgermeister, vgl. den Stammbaum, S. 158. Sein Bruder Jakob studierte 1587 in Wittenberg; ihm wurde wegen Armut die Immatrikulationsgebühr erlassen; ein anderer Bruder Michael war Lehrer in Creglingen.

7.3.2 Fürstenschule Heilsbronn, 1586 bis 1601

Im 1578 geschlossenen fränkischen Zisterzienser-Kloster Heilsbronn (Fons Salutis, gegründet von Bischof Otto von Bamberg 1132, Gebäude erneuert 1476 bis

16 Zinner 1942. Bzgl. Literatur über Marius siehe die Zusammenstellung S. 366.

17 Lic. Clauss: Zum Lebensbild des Simon Marius. In: Gunzenhausener Heimat-Bote 5 (Febr. 1922), S. 18–19.

Abbildung 7.4:
Heilsbronn – Zisterzienser-Kloster und Fürstliche Akademie (1582)
Simon Marius 1586 bis 1601
http://www.heilsbronn.de/stadt-rathaus/stadt-geschichte/stadtgeschichte.html

1555, wurde die lutherische Fürstliche Akademie zu Heilsbronn (Fürstenschule) 1582 gegründet,[18] und zwar von Markgraf Georg Friedrich I., dem Älteren, (1539–1603), Markgraf der beiden Fürstentümer Brandenburg-Ansbach und

18 Die Fürstenschulen entstanden aus säkularisiertem Klosterbesitz zur Vorbereitung auf die neu gegründeten Universitäten. Die Fürstenschule Heilsbronn bestand bis 1736. Heilsbronn war die Grablege der Hohenzollern von 1297 bis 1625, u. a. drei Kurfürsten von Brandenburg sind hier bestattet. Geißendörfer/Nieden 2003. Burgdorf 2006. Die Bibliothek des Klosters Heilsbronn entstand zusammen mit dem Zisterzienserkloster im 12. Jahrhundert. Nach der Auflösung des Klosters (1578) ging die Bibliothek an die lutherische Fürstenschule im gleichen Gebäude. 1736 wurde auch die Fürstenschule aufgelöst. Zwei Kataloge sind erhalten: von Johann Ludwig Hocker (Hailsbronnischer Antiquitäten-Schatz, Ansbach 1731, Neudruck: Neustadt an der Aisch 2004) und von August Friedrich Pfeiffer (1805). Die Bibliothek gelangte schließlich ab 1748 aus dem Besitz von Bayreuth und Ansbach in die Universitätsbibliothek Erlangen-Nürnberg, vgl. http://www.vifabbi.de/fabian?Universitaetsbibliothek_Erlangen-Nuernberg.

Brandenburg-Kulmbach von 1543/1557 bis 1603, Administrator des Herzogtums Preußen von 1577 bis 1603.

Simon wurde 1586 in die Fürstliche Akademie zu Heilsbronn aufgenommen, verließ sie aber bald, weil er seiner schönen Stimme wegen in der fürstlichen Kapelle mitwirken mußte. Im Jahre 1589 kehrte er nach Heilsbronn zurück und blieb hier bis 1601. Mehrmals versuchte er, ein Stipendium zum Besuch der Universität in Königsberg zu bekommen; trotz Unterstützung durch die fürstlichen Räte 1597/98 war das Gesuch von Marius nicht erfolgreich.

Marius blieb in Heilsbronn, wie auch aus seinen Wetterbeobachtungen hervorgeht; seine astronomischen und meteorologischen Beobachtungen begannen 1594. Im Jahr 1596 beobachtete er den Kometen des Jahres und veröffentlichte seine Ergebnisse in einem Traktat, vgl. Abb.7.8, S. 210. In einer verschollenen Handschrift stellte er sein Weltbild dar, das dem Tychonischen entsprach; für eine detaillierte Diskussion siehe den Beitrag von Pierre Leich, S. 186. Aufgrund dieser Erfolge bekam er 1601 die Anstellung als Hof-Mathematiker und Astronom der Markgrafschaft Ansbach.

7.3.3 Studien in Prag und Padua

Wohl zur Entschädigung, weil er kein Stipendium zum Besuch einer Universität bekam, erhielt er 1601 die Möglichkeit, nach Prag zu Tycho Brahe (1546–1601), Kaiserlicher Hofastronom bei Rudolph II. (1552–1612), zu reisen, der sich bereit erklärt hatte, ihn bei sich zu beschäftigen (siehe die Beobachtungsplätze von Tycho in Prag, S. 198). Im Mai 1601 reiste er ab, kam aber mit Brahe, der erkrankt war, wohl nicht zusammen, auch nicht mit Johannes Kepler (1571–1630), der noch in Linz weilte, sondern mit David Fabricius (1564–1617).[19] Mit ihm beobachtete Marius mit Tychos präzisen Instrumenten. Bereits im September 1601 war er auf der Rückreise, die ihn über Znaim in Mähren und Wien führte.[20]

Nach kurzem Aufenthalt in der Heimat reiste er im Dezember 1601 nach Padua,[21] um dort Medizin zu studieren, und bekam dazu ein Stipendium von 100 Gulden. Das alte Anatomische Theater ist noch heute erhalten, ferner wurde dort der erste Botanische Garten Europas angelegt; dort gab es auch Heilpflanzen. In Padua gehörte Marius der *Natio Germanorum*, dem Ausschuss der

19 Das Vorhaben, auch Fabricius aus Resterhafe in Ostfriesland dauerhaft nach Prag zu holen, sollte sich allerdings nicht erfüllen.

20 1619 spricht Kepler in einem Brief an Johannes Remus Quietanus in Wien schlecht über Marius (Tychonisches Weltbild, Prognosticon).

21 Die Universität wurde 1222 gegründet. Sie ist somit eine der ältesten Universitäten Europas und nach Bologna und Modena die drittälteste Universität Italiens. Im Hof der Universität Padua sind die Wappen der Studenten.

Abbildung 7.5:
Simon Marius bei Tycho (1546–1601) in Prag 1601
und bei David Fabricius (1564–1617)
Schloß Benatký bei Neu-Benatek
Fotos: Gudrun Wolfschmidt in Benatký

Studenten der „deutschen Nation“, an.[22] Marius hatte in Padua Gelegenheit, sich mit der *Sphaera* des Sacrobosco und mit Galileis Schriften zu beschäftigen. Kurz nach Kepler entdeckte Marius am 10. Oktober 1604 im Sternblid Ophiuchus eine Nova (heute Supernova) – noch vor Galilei – und bestimmte ihre Helligkeit und genaue Position. Über die Natur der Neuen Sterne vertrat Marius eine moderne, anti-aristotelische Ansicht, sie müssen *aus einer viel subtileren und perfekten Materie durch Gottes Willen gemacht sein und ihren Stand in supremo aethere bei den Fixsternen haben.*.[23]

22 Die *Natio Germanorum* traf sich in einer Kirche im Osten der Stadt, vgl. Klug 1904, S. 398.

23 Klug 1904, S. 401.

Abbildung 7.6:
Universität Padua (1222), Marius Studium der Medizin, 1601–1605
Mitte: Theatrum Anatomicum und Botanischer Garten Padua
Fotos: Gudrun Wolfschmidt in Padua (2011)

Marius unterrichtete Studenten in der Astronomie wie Paul Böym 1603 und Baldessare Capra (1580–1626) aus Mailand 1604. 1607 hatte Capra ein Manuskript Galileis über den Proportionalzirkel unter seinem Namen drucken lassen. Capra wurde deshalb von der Universität verstoßen. Ob Marius von diesem Plagiat seines Schülers gewußt hat, wird kontrovers diskutiert, siehe dazu ausführlicher den Beitrag von Pierre Leich, S. 178. Im Juli 1605 kehrte Marius in seine fränkische Heimat Gunzenhausen zurück.

7.3.4 Marius in Ansbach

In dem berühmten Holzschnitt von 1614, vgl. Titelbild,[24] hält Simon Marius die Attribute seiner beruflichen Tätigkeiten in Händen: der Destillierkolben weist auf seine medizinische Ausbildung hin, der Zirkel kennzeichnet ihn als Mathematiker, das Fernrohr, beschriftet *Perspicillium*, und sein Werk *Mundus Iovialis* charakterisieren ihn als Astronomen (und Astrologen) – ebenso die Abbildungen oben, die die Entdeckung der Jupitermonde und die Beobachtung von Kometen zeigen.

Ab 1606 wurde er nach Ansbach als Hofastronom und Medicus (*„Fürstlich bestellter Mathematicum und Medicinae Studiosum“*) von Joachim Ernst von Brandenburg-Ansbach (1583–1625), Markgraf von 1603 bis 1625,[25] wo er mit einem Gehalt von 150 Talern jährlich angestellt war; durch den Tod des offiziellen Kalenderschreibers Ansbachs war diese Stelle gerade frei geworden. Zu den Pflichten von Marius als Hofmathematikus und Astrologe gehörten auch jährliche Prognostica und Schreibkalender. Allerdings gab es zur Beobachtung keine richtige Sternwarte; wahrscheinlich beobachtete er vom Turm des Schlosses, aber auch von zu Hause aus.

Er heiratete Felicitas Lauer, die Tochter seines Nürnberger Verlegers Johann Lauer, bei dem schon seit 1601 seine Kalender und Vorhersagen erschienen waren. Mit ihr hatte er 10 Kinder; 5 Söhne starben jung, während die 5 Töchter den Vater überlebten.[26]

7.3.5 Astronomische Beobachtungen

Planetentafeln und Elemente des Euklid

1599 veröffentlichte Simon Marius seine Planetentafeln *Tabulae directionum novae* (Norimberga 1599) unter dem Titel (Titelblatt siehe Abb. 13.2, S. 365):

24 Beschreibung vgl. `http://de.wikipedia.org/wiki/Simon_Marius`.
25 Spindler/Kraus 1997.
26 Siehe den Stammbaum von Simon Marius, S. 158.

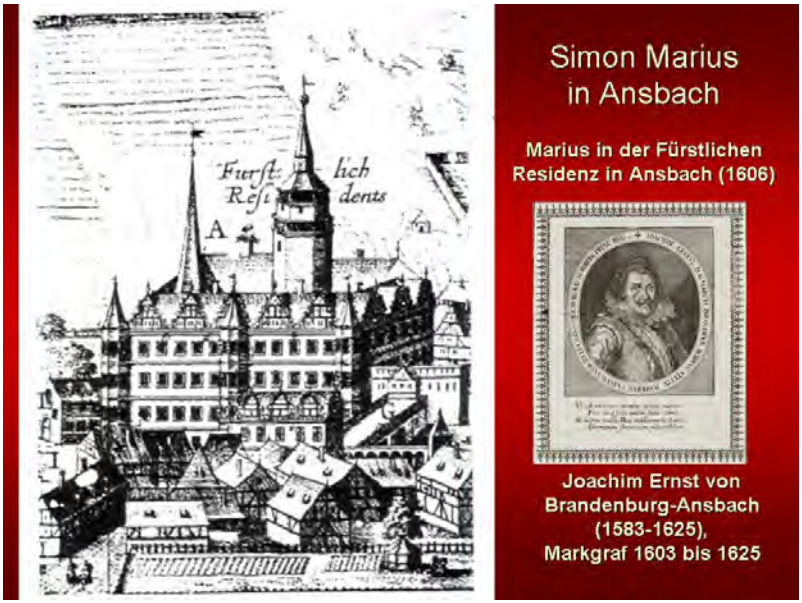

Abbildung 7.7:
Marius in Ansbach (Onoltzbach), um 1640 – Kupferstich von Joachim Ernst von Brandenburg-Ansbach (1583–1625), Markgraf 1603 bis 1625
Merian, Matthäus und Martin Zeiller: Topographia Franconiae: Onoltzbach. Frankfurt am Main 1648, S. 80. Kupferstich: *Theatrum Europaeum* 1662 (Wikipedia).

„Neue Tabellen der Planetenpositionen, die für ganz Europa nützlich sind, in denen

- *I. Die wahre Vorgehensweise der alten Astrologen und des Ptolemaeus selbst bei der Einteilung der zwölf Häuser des Himmels nicht so sehr von neuem dargestellt als neu begründet wird;*
- *II. Die einfachere und genauere Vorgehensweise bei der Ptolemaeischen Positionsbestimmung, sowohl bei der wissenschaftlichen als auch bei der allgemein üblichen*
- *III. Die übliche, verbesserte Methode, den ASPECTUS herzustellen und zwar die neu ans Licht gebrachte Vorgehensweise der Alten, die von den modernen Astrologen bis heute unbeachtet oder wohl eher unverstanden geblieben ist.“*

1609 übersetzte Marius die ersten sechs Bücher der *Elemente* Euklids (Titelblatt siehe Abb. 13.3, S. 371), aus dem Griechischen ins Deutsche (*Die Ersten Sechs Bücher Elementorum Evclidis, In welchen die Anfänge vnd Gründe der Geometria ordentlich gelehret, vnd gründtlich erwiesen werden, Mit sonderm Fleiss vnd Mühe auss Griechischer in vnsere Hohe deutsche Sprach übersetzt*), auf Veranlassung von Freiherr Hans Philip Fuchs von Bimbach für Zwecke der Landesvermessung, des Festungsbaus und der Geschützkunde. Gewidmet war das 1610 in Ansbach veröffentlichte Werk in Dankbarkeit Fuchs von Bimbach für dessen Hilfe beim Teleskop.

Kometen-Schriften, Kalender und astrologische Prognostica von Marius

Große Konjunktionen, Kometenerscheinungen oder das Auftauchen eines neuen Sterns riefen eine große Flut von Publikationen mit astrologischen Interpretationen hervor. Die früheste Beobachtung eines Kometen in Nürnberg stammt von 1456.[27] *„Es sollen uns solche Zeychen auch darzu dienen, damit wir darauß lernen, daß Gottes zorn ein brennendes Fewr ist . . . “* Marius schrieb 1596 einen Traktat über den Kometen dieses Jahres im Sternbild Bär (Großer Wagen), veröffentlicht in Nürnberg 1596 (Titelblatt, siehe Abb. 7.8, S. 210). Auch den Kometen von 1618 beobachtete er,[28] veröffentlicht ein Jahr später unter dem Titel *Astronomische vnd Astrologische beschreibung deß Cometen so im November und December vorigen 1618. Jahrs ist gesehen worden / Genommen vnd Gestelt auß eygenen Observationibus dabey auch andere sachen kurtz eingemischet werden.* (Nürnberg: Lauer 1619), Titelblatt, siehe Abb. 13.4, S. 375. Bzgl. der Natur der Kometen schließt sich Marius nur teilweise den anti-aristotelischen Vorstellungen des Tycho an und meint, daß die Kometen nicht aus Äthermaterial bestehen und nicht zur Fixsternsphäre gehören. Im 16. Jahrhundert gab es Holzschnitte, die teils aquarelliert wurden; im 17. und 18. Jahrhundert gab es Kupferstiche und Radierungen.[29] Bekannt ist die Darstellung des Kometen von 1680/81 über der Eimmart-Sternwarte von Jochen Jacob von Sandrart (1630–1708). Schon kurz danach (1682) konnte der Der Halley'sche Komet über Nürnberg beobachtet werden, vgl. einen Einblattdruck unbekannter Herkunft *Eigentliche Vorstellung des Neu entstandenen Kometen-Liechts.*

Jährlich gaben Astronomen Kalender mit astrologischen Vorhersagen heraus und verdienten sich damit ihren Lebensunterhalt. Diese Traditionen beeinflussten noch Johannes Kepler, der durch seine Beobachtung des *Neuen Sterns* 1604 gleichzeitig mit einer Großen Konjunktion zu seinen Berechnungen zur Geburt

27 Pilz 1977, S. 100 f, 221.
28 Drake / O'Malley 1960.
29 Der Himmel über Nürnberg (1968). Pilz 1977, S. 262.

Abbildung 7.8:
Simon Marius: *Kurtze und eigentliche Beschreibung des Cometen oder Wundersterns / So sich in disem jetzt lauffenden Jar Christi unsers Heilands / 1596. in dem Monat Julio / bey den Füssen des grossen Beerens / im Mitnächtischen Himmel hat sehen lassen.* Nürnberg: Kauffmann 1596.

Jesu (Stern von Bethlehem) angeregt wurde. Die Große Konjunktion von 1584 war die erste in einem dem Feuer-Trigon zugeordneten Tierkreiszeichen und das Auftreten von Tychos und Keplers *Supernova* 1572 bzw. 1604 wurde als himmlische Bestätigung dieser astrologischen Vorstellungen aufgefasst.[30] Marius gab über zwei Jahrzehnte (1601 bis 1629) seinen SchreibCalender heraus, gedruckt bei Johann Lauer in Nürnberg (Titelblatt, siehe Abb. 7.9, S. 212).

In den Jahren von 1601 bis 1624 veröffentlichte Marius 23 Prognostica (ebenfalls gedruckt bei Johann Lauer; vier davon sind verschollen). Sein erstes Prognosticon[31] (1601) widmete Mayer der Freifrau Maria von Eyb, die weiteren Prognostica waren jeweils den Markgrafen Christian, Markgraf von Brandenburg-Bayreuth, und später Joachim Ernst, Markgraf von Brandenburg-Ansbach, gewidmet. Beim Prognosticon von 1620 ist auf dem Titelblatt zum ersten Mal Urania mit Fernrohr dargestellt. Das Portrait von Marius erscheint auf dem Prognosticon von 1621, aber mit einer anderen Beschriftung im Vergleich zu dem bekannten Portrait im *Mundus Jovialis*. Der Nürnberger Kaufmann Philipp Eckebrecht, der auch Kepler bei den Rudolphinischen Tafeln unterstützte, publizierte die letzten Werke von Marius, als dieser zu krank war.

Marius stand in Kontakt mit verschiedenen Gelehrten; in Ansbach wurde er besucht: 1615 von Petrus Saxonius (1591–1625), Professor für höhere Mathematik in Altdorf, und von Lukas Brunn (∼1572–1628), Professor für Mathematik in Wittenberg. Ferner korrespondierte Marius mit anderen Wissenschaftlern wie David Fabricius, Kepler, Michael Maestlin und Johann Caspar Odontius (1580–1626), Professor für niedere Mathematik in Altdorf. Allerdings sind nur wenige Briefe erhalten[32] und dadurch gingen auch wichtige Beobachtungen verloren.

7.3.6 Nachwirkung: Simon-Marius-Denkmal in Ansbach und Mondkrater

In seiner fränkischen Heimat genoß Simon Marius großes Ansehen. Die Schenkung eines kleinen Bechers zu $6\frac{1}{2}$ Gulden als Dank für seine Entdeckung der Jupitermonde von seiner Vaterstadt Gunzenhausen 1612 wurde schon erwähnt (vgl. den Beitrag von Joachim Schlör und die Abb. 2.8, S. 45). Das Staatsarchiv

30 Frühe astronomische Druckwerke: `http://dkcmzc.chemie.uni-mainz.de/~pfeiffer/aag/gut/astimpr.htm`.

31 Marius, Simon: *Prognosticon astrologicum, das ist außführliche Beschreibung deß Gewitters, Krieg, kranckheit, und andern Natürlichen zufällen, genom[m]en auß dem Lauff unnd Stand der Planeten Fixstern, Finsternussen, [et]c. Auff das Jar nach unsers Herrn unnd Seligmachers Geburt, MDCI.* Allen frommen Christen zur nachrichtung treulich und fleissig gestellet. Nürnberg [1601], siehe Abb. 14.2, S. 404.

32 Für die Briefe an Odontius, Vicke und David Fabricius siehe Klug 1904, S. 445 ff.

Abbildung 7.9:
Simon Marius: *Alter und Newer SchreibCalender / mit dem Stand / Lauff unnd Aspecten / Sonnen / Monds und der andern Planeten und Fixsternen / auch den gemeinen Astrologischen Erwehlungen / Auff das Jahr ... Calculiret und beschrieben.* (Nürnberg: Johann Lauer 1629).

Nürnberg besitzt verschiedene Sammelbände mit Kalendern und Vorhersagen, insbesondere das Prognosticon von Marius für 1612 (Schreibkalender Nr. 274) mit den ersten Nachrichten von seinen Entdeckungen.

1991 bekam Simon Marius als Entdecker der vier Jupitermonde ein Denkmal auf dem kleinen Schloßplatz in Ansbach (Karl-Burkhardt-Platz),[33] angeregt vom Lions-Club, ausgeführt vom Münchner Künstler Friedrich Schelle. Das Denkmal zeigt den Kopf von Simon Marius als birnenförmigen Stein bei der Himmelsbeobachtung, dazu ist ein Buch mit einem Fernrohr als Symbol seiner Tätigkeit dargestellt; Jupiter in der Mitte des Kreises wird von den vier Monden umkreist. Simon Marius wurde schließlich von der astronomischen Community geehrt durch die Benennung eines Mondkraters (1935).[34] 1979 wurde noch eine Region auf dem Jupitermond Ganymed *Marius Regio* benannt.[35]

7.4 Die Einführung des Fernrohrs im 17. Jahrhundert – ein neuer Blick ins Weltall

7.4.1 Vom Beryll zum Teleskop – Die „Erfindung“ des Fernrohrs in Italien und Holland

Johann Baptist Cysat (1587–1657) beschrieb den Gebrauch eines „Fernrohres“ in seiner Kometenschrift von 1619 und orientiert sich dabei an einem Buch in der Klosterbibliothek Scheyern, *„welches vor 400 Jahren geschrieben worden ist“* (*Historica scholastica*, vor 1241).[36] Hier ist ein Astronom abgebildet, der ein Fernrohr zum Himmel richtet, um die Sterne zu betrachten. *Neben einer Frauengestalt, der Astronomia, betrachtet ein Mann durch ein vierfach ausziehbares Sehrohr einen Stern. „Durch die Möglichkeit des Ausziehens des Sehrohres war man in der Lage, die für die Helligkeit eines bestimmten Sternes günstigste Länge durch hin- und herschieben zu ermitteln.“* Allerdings hatten diese Sehrohre, die gelegentlich in mittelalterlichen Handschriften dargestellt sind, keine Optik.

Lesesteine (*lapides ad legendum*) waren geschliffene Quarzkristalle, die bereits in Antike und im Mittelalter zur Vergrößerung der Schrift wie mit einer

33 `http://www.w-volk.de/museum/monum69.htm` und Virtueller Stadtrundgang, Simon-Marius-Denkmal bei `http://www.procity-ansbach.de/`.

34 Mondkrater Marius: 11,9° N, 50,8° W und 41 km Durchmesser.

35 *Marius Regio* auf dem Jupitermond Ganymed: 12.1° N, 199.3° W, 3572 km Durchmesser.

36 Dieser Absatz ist zitiert nach Goercke, Ernst: Anläßlich des Besuches des Historischen Vereins Ingolstadt im Kloster Scheyern am 23.10.1988: `http://www.ingolstadt.de/stadtmuseum/scheuerer/museum/fernrohr.htm`.

Abbildung 7.10:
Lesestein (Beryll) auf einer Handschrift
Foto: Gudrun Wolfschmidt im Optischen Museum in Jena (2011)

Lupe beim Lesen in Verwendung waren (Beryll, vgl. Abb. 7.10, S. 214).[37] Wie Willach 2007 ausführt, war bereits seit der Antike die Technik des Schleifens auf rotierenden Scheiben bekannt[38] und auch das Polieren mit Eisenoxid. Diese Technik wurde auch in den Klöstern des Mittelalters verwendet und hat im 12. Jahrhundert bereits eine hohe Perfektion erreicht. Im 14. und 15. Jahrhundert war das Handwerk des Linsenschleifens hoch entwickelt.[39] Besonders die Insel Murano bei Venedig wurde Ende des 13. Jahrhunderts Zentrum der Glasherstellung (*cristallo*, ein Soda-Kalk-Glas). Zum Schmelzen von Glas braucht man Quarzsand (SiO_2), ein Flußmittel zur Senkung des Schmelzpunktes des Quarzes – in der Antike wurde Soda (Natriumkarbonat, Na_2CO_3) bevorzugt, im Mittelalter Pottasche (Kaliumkarbonat, K_2CO_3) –, und schließlich Kalk (Kalziumkarbonat, $CaCO_3$) als Stabilisator, der einen lösenden Angriff des Wassers verhindert und die Härte des Glases verbessert.[40] Die Tradition des römischen Glases, das mit Hilfe des wichtigen Rohstoffs Soda („Natron“) aus Ägypten oder aus der Levante geschmolzen wurde, konnte in Venedig durch die Kontakte mit dem Orient, mit Konstantinopel, wiederbelebt werden.

Seit dem 13. Jahrhundert finden sich Gemälde, die Gelehrte, Mönche oder Nonnen mit Brillen („Beryll“) zeigen. Bekannt ist der Lesende mit einer Nietbrille, die auf der Nase festgeklemmt wird, auf dem Altarbild von Conrad von Soest (1403) oder auf einem Fresko im Kapitelsaal bei der Kirche San Nicolo in Teviso (1352). Ferner gibt es eine Darstellung mit Brille auf der Predella der St.-Jakobs-Kirche in Rothenburg ob der Tauber (1466).[41] Im Kloster Wienhausen wurden sogar Reste von Brillen im Nonnenchor gefunden.[42] In Städten wie Nürnberg und Regensburg mit guten Kontakten nach Italien entwickelte sich das Brillenmacher-Handwerk im 16. Jahrhundert;[43] das Kristallglas konnte aus Murano bezogen werden. Zunächst wurden Nietbrillen als Lese- und Schreibhilfe benutzt, zunächst im wesentlichen mit konvexen Brillengläsern zur Korrektur

37 Willach 2007, S. 38–45.

38 Willach 2007, S. 38 ff.

39 Willach 2007, S. 54–126, findet sich eine ausgezeichnete Übersicht über die Entwicklung von Glasschmelzen und Glasschleifen, die Artefakte wurden optisch vermessen, Schleifmittel, Klebemittel und Rotationsscheibe, wurden diskutiert, vgl. auch die Abbildung einer Schleifmaschine (1738) bei Willach 2007, S. 51.

40 Es gibt zwei Darstellungen eines Glasschmelzofens im Hochmittelalter: nach Hrabanus Maurus (um 780–856), Abt des Klosters Fulda und Erzbischof von Mainz, im Werk *De Universo, De rerum naturis* (1023) und von Theophilus Presbyter, Rogerus von Helmarshausen (um 1070–nach 1125), der in Köln und im Kloster Helmarshausen in Nordhessen wirkte, im Werk *De diversis artibus* (1100/20).

41 Rossi: Brillen 1989, S. 18–21.

42 Buck 2002, S. 46.

43 Brillenschleifer-Zunft in Nürnberg 1578 und Brillenmacherordnung in Regensburg um 1600. Siehe dazu: Rossi: Brillen, S. 40. Buck: Der geschärfte Blick 2002. Kuisle 1992.

Abbildung 7.11:
Glasschmelzofen nach Agricola *De re metallica libri XII* (Basel 1556)
Bügelbrille eines Gelehrten (Plotin) in der Schedelschen Weltchronik (1493)
Schedel, Hartmann: Weltchronik. Nürnberg: Anton Koberger 1493.

der Altersweitsichtigkeit, dann im 16. Jahrhundert auch mit konkaven Linsen zur Korrektur der Kurzsichtigkeit.[44]

Die Schrift von Girolamo Fracastoro aus Verona (∼1478–1553) *Homocentricorum sive de stellis liber unus* (1538) zeigt klar,[45] daß die Idee des Fernrohrs in der Luft lag – bereits in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts und daß man es nicht vollständig neu erfinden mußte. In Italien scheint schon im 16. Jahrhundert eine Art Fernrohr mit Linsen konstruiert worden zu sein. Es gibt beispielsweise auch eine Schilderung von Giambattista della Porta (1535–1615) aus Neapel, Gründer der *Academia Secretorum Naturae* (1560), bzgl. einer Kombi-

44 Vgl. Rossi: Brillen, S. 35. Kuisle 1985, S. 24.

45 *„Et per duo perspicilla ocularia, si quis perspiciat altero alteri superposito, majora multo et propinquiora videbit omnia.“*, vgl. `http://www.bo.astro.it/dip/Museum/english/index_12.html` (13.07.2011).

nation konvexer und konkaver Linsen (*Magia naturalis* (Neapel 1558), erweitert auf *libri XX* 1589,[46] um in der Ferne einen Mann viele Meilen entfernt sehen zu können; in einem Brief an Federico Cesi (1585–1630), vom 28. August 1609 findet sich vielleicht die früheste Illustration eines Teleskops.[47] In della Portas Werk *De refractione optices* (1593) wurde berichtet: *„Fiunt imagines ut in aere pendulae videantur, tam clare et perspicue ut nisi manibus tengas vix oculis credas“.*[48]

Der andere Entwicklungsstrang neben Italien war die Niederlande – und zwar im Jahr 1608; mit der Erfindung des Fernrohres sind hier drei Namen verbunden.[49] Zunächst versuchte der holländische Brillenmacher Hans Lippershey (um 1570–1619) aus Middelburg, Provinz Zeeland, am 25. September 1608, ein Linsenfernrohr für 30 Jahre zum Patent in Den Haag anzumelden. Das Objektiv war eine Sammel-, das Okular eine Zerstreuungslinse. Diese Anordnung wurde später holländisches oder auch Galileisches Fernrohr genannt. Das Patent wurde allerdings nicht gewährt, weil – wie gesagt wurde – andere Brillenmacher bereits ähnliche Ideen gehabt hätten.[50] Aber er bekam einen Auftrag für mehrere Binokularteleskope. Lippershey dachte zunächst an eine militärische Verwendung, zum Beispiel im Spanisch-Niederländischen Krieg von 1568 bis 1648. So präsentierte er seine Erfindung auch vor Prins Maurits van Oranje (1567–1625). Auch Jacob Adriaanszon, genannt Metius von Alkmaar (†1624/31), bekam das Patent nicht. Aber der holländische Brillenmacher Zacharias Janssen (1588–1631) aus Middelburg war erfolgreich mit seinem Patentantrag im Oktober 1608. Sein Sohn, Johannes Zachariassen, behauptete später unter Eid, dass Lippershey seinem Vater die Erfindung gestohlen hätte. Wahrscheinlich läßt sich dieser Prioritätsstreit nicht mehr klären, aber die Erfindung lag in der Luft und diese Brillenmacher konnten sie auch unabhängig voneinander gemacht haben.

Die Verbreitung des Fernrohrs ging unglaublich schnell. Janssen stellte bereits 1608 sein Fernrohr auf der Frankfurter Messe vor. Der französische Botschafter in den Niederlanden erwarb ein Teleskop zum Vergnügen für König Heinrich IV. (1553–1610). Im April 1609 wurden Fernrohre in Läden in Paris verkauft, dann im Mai in Mailand, im Juli in Venedig und Neapel und dann in London und in Heidelberg – speziell für die Jagd und die Seefahrt. Bald

46 Kepler berichtete jedenfalls in seiner *Unterredung mit dem Sternenboten* (Prag 1610) darüber, schränkte aber ein, daß Giambattista della Porta etwas unklar formuliert habe.
47 Favaro: Le Opere di Galileo Galilei: Edizione Nazionale, 1890–1909, Vol. 10, S. 252.
48 Balbiani 2001.
49 Riekher: Fernrohre und ihre Meister, 1990, S. 19–21. The Galileo Project, The Telescope: `http://galileo.rice.edu/sci/instruments/telescope.html`.
50 Helden: The Invention of the Telescope, 1977, S. 40.

konnte man Teleskope neben Frankreich, Italien, Deutschland auch in England erwerben.

Das Wort „Teleskop“ kommt aus dem Griechischen (τέλε = fern, σκοπέιν = sehen). Das Wort Teleskop soll nach Giambattista della Porta, der sich in Italien als Erfinder präsentierte, von Federico Cesi (1585–1630), dem Präsidenten der *Accademia dei Lincei*, eingeführt worden sein.[51] Galilei benutzte dagegen *organum*, *instrumentum* oder *perspicillum*, letzteres verwendete auch Marius. Fernrohre erzeugen das Bild eines Gegenstandes, indem sie entweder das Licht mit Linsen brechen (Refraktion) oder mit Spiegeln zurückwerfen (Reflexion). Dementsprechend unterscheidet man zwischen Linsenfernrohren oder Refraktoren und Spiegelteleskopen oder Reflektoren.

7.4.2 Galileisches Fernrohr

Am 21. August 1609 zeigte Galilei acht Patriziern auf dem Turm von S. Marco in Venedig die Wirkung seines Fernrohrs (vgl. Abb. 7.12). Der Franzose Jean Tarde (1561/12–1636) berichtete von einem Besuch bei Galilei:

> *„Galilei erzählte mir, das Rohr eines Teleskops zum Betrachten der Sterne sei nicht mehr als zwei Fuß lang; wenn man aber sehr nahe, wegen ihrer Kleinheit dem bloßen Auge kaum erkennbare Objekte gut beobachten wolle, so müsse das Rohr zwei- oder dreimal länger sein. Er sagte mir, er habe mit diesem langen Rohr Fliegen betrachtet, die so groß wie Lämmer aussahen, ganz und gar mit Haaren bedeckt waren und mit sehr spitzen Nägeln versehen, mit denen sie sich festhalten, wenn sie mit dem Kopf nach unten über Glas spazieren.“*[52]

Merkwürdigerweise erfuhr Galileo Galilei (1564–1642) nichts von den frühen italienischen Instrumenten, sondern von den holländischen – und zwar im Juni oder Juli 1609. Aufgrund dieser Berichte – und mit Hilfe seiner physikalischen Kenntnisse über die Lichtbrechung – baute sich Galilei ein Fernrohr – aus einer Konvex- und Konkavlinse. Wie das genau von statten ging – weit über Galileis Informationen im *Sidereus Nuncius* (1610) hinaus –, berichtet Giorgio Strano (2012) in einem äußerst interessanten Artikel;[53] hier wird detailliert die „Einkaufsliste“ von Galilei für Venedig vorgestellt (Ende 1609), wie er zu den Glasmachern nach Murano gehen wollte und wie er plante, was er sonst noch für den Tubus oder zum Schleifen der Linsen brauchte. Mathematisch verstand

51 Rosen: The Naming of the Telescope, 1947.
52 Tarde, Jean, Manuskript, 1614, abgedruckt in *Edizione Nazionale* XIX, S. 590.
53 Strano: Galileo's Shopping List (2012), S. 1–19, hier besonders S. 8–10.

Abbildung 7.12:
Oben: Galilei führte 1609 sein Fernrohr dem Senat in Venedig vor, Gemälde von Luigi Sabatelli (1772–1850), Palazzo Torrigiani (Museo Zoologico della Specola);
Unten: Galileis Teleskope im Museo Galileo –
Istituto e Museo di Storia della Scienza in Florenz
Fotos: Gudrun Wolfschmidt in Florenz (2010)

Galilei allerdings dieses optische Problem nicht – im Gegensatz zu Kepler.[54] Doch Galilei erkannte sofort die neuen wissenschaftlichen Möglichkeiten, die darin steckten und begann mit der astronomischen Beobachtung.

> *„At the same time in Rome the president of the Lynxes, the most illustrious Frederick Cesi, having heard only a rumor from Belgium, constructed the very instrument and passed it around among very many noblemen in the city. He also thought up the name telescope and bestowed in on the instrument. Not many months later Galileo came to Rome. Cesi entertained him at dinner on the Janiculum, together with* [...] *Before dining, we viewed some sights in the heavens and on the earth, and held philosophical discussions. While the instrument was in use, Cesi repeated the name telescope many times. It pleased everybody so much and was so welcome that it subsequently spread throughout the city and the world.“*[55]

Das holländische oder Galileische Fernrohr besitzt eine Konvex- oder Sammellinse als Objektiv und eine Konkav- oder Zerstreuungslinse als Okular. Die Vergrößerung des Teleskops steigerte sich von 3fach über 8- bis 10fach (etwa 60 cm lang, 4 cm Durchmesser) bis zu 30fach.[56] Das erste kleine Teleskop entsprach dem holländischen Instrument, wovon Galilei nur gehört hatte; dies ließ sich mit käuflichen Linsen von einem Brillenmacher herstellen. Noch im August 2009 führte er sein 2. Teleskop in Venedig vor; Ende des Jahres war sein großes Teleskop fertig. Von Galilei sind zwei Teleskope im *Museo Galileo – Institute and Museum of the History of Science* in Florenz erhalten:[57]

- Inv.-No. 2428: kleineres Fernrohr:
  plan-konvexe Linse als Objektiv von 37 mm Durchmesser (Öffnung 15 mm), Brennweite 980 mm, Dicke in der Mitte 2,0 mm,
  bi-konkave Linse als Okular von 26 mm Durchmesser (19. Jahrhundert), Brennweite -47.5 mm, Dicke in der Mitte 1,8 mm, Vergrößerung 21fach, Bildfeld 15′.
- Inv.-No. 2427: größeres Fernrohr:
  bi-konvexe Linse als Objektiv von 51 mm Durchmesser, Brennweite 1330 mm, Dicke in der Mitte 2,5 mm,
  plan-konkave Linse als Okular von 26 mm Durchmesser, Brennweite -94 mm, Vergrößerung 14fach, Bildfeld 15′.

54 Dupré (2005), S. 145–180.
55 John Faber (1574–1629), zitiert nach Rosen: The Naming of the Telescope, 1947, S. 24.
56 Galilei, Galileo: *Sidereus Nuncius* Venedig 1610, S. 61.
57 Reeves: Galileo's Glassworks, 2008.

Das holländische oder Galileische Fernrohr liefert ein aufrechtes, seitenrichtiges Bild und ist etwa mit einem heutigen Opernglas zu vergleichen, allerdings mit einer viel schlechteren Bildqualität. Die Fernrohre von Galilei kamen in Besitz von Fürst Leopoldo de' Medici (1615–1675) und wurden Teil der Sammlung der Medici nach dem Tod von Leopoldo (1675).

Die in Galileis Zeit verwendeten Linsen Anfang des 17. Jahrhunderts hatten noch diverse Lufteinschlüsse und waren noch nicht optimal geschliffen. Diese Nachteile konnten mit der Zeit verbessert werden. Ein grundsätzliches Problem des holländischen Fernrohres bieb jedoch bestehen: Das Gesichtsfeld dieses Fernrohrtyps war relativ klein. Galileis Teleskope hatten ein kleines Gesichtsfeld von etwa 15 Bogenminuten, das bedeutet, daß beim Beobachten des Vollmondes nur etwa ein Viertel der vollen Scheibe sichtbar ist.

Wichtiges Hilfsmittel war für Galilei das Fernrohr, das er astronomisch nutzte: *„Die himmlische Region wird erforschbar, das Fernrohr durchdringt sie.“* Durch Beobachtung sollte neue naturwissenschaftliche Kenntnis erreicht werden. Als Beweis für die Richtigkeit des Copernicanischen Systems führte Galilei die Gezeiten als Folge einer doppelten Erdbewegung an, obwohl bei diesen bereits seit der Antike der Zusammenhang mit der Mondbewegung erkannt worden war. Beim Anblick des kraterüberzogenen Mondes oder der Sonne mit Flecken wurde Galilei in seinen Zweifeln an der aristotelischen Physik bestärkt. Offensichtlich war der Mond keine ideale Kugel und die Sonne nicht makellos. Damit ähnelt der Mond der Erde; die Trennung zwischen sub- und translunaren Raum mußte aufgegeben werden. Galilei konnte sogar die Höhe der Mondberge bestimmen. Beispielsweise beobachtete Thomas Harriot (1560–1621) schon 1609 den Mond und auch die Sonnenflecken – früher als Galilei; Harriot hat dies aber nur in seinem Notizbuch notiert, und nicht veröffentlicht.[58] Die erste Mondkarte in Deutschland wurde von Christoph Scheiner in der Dissertation *Disquisitiones mathematicae de controversalis ac novitatibus astronomicis* seines Schülers Johann Georg Locher (um 1592–1633) veröffentlicht (S. 58).[59] Gedruckt wurde sie bereits im Jahre 1614 in Ingolstadt, wobei nicht auszuschließen ist, daß sie bereits früher gezeichnet wurde. Sie entstand durch Beobachtung mittels eines „holländischen Fernrohres“.

Galilei konnte erstmals die Milchstraße in einzelne Sterne auflösen und stellte fest, daß die Milchstraße aus zahllosen Sternen besteht. Dies wirkte sich sogar auf die Malerei aus: Adam Elsheimers *Flucht nach Ägypten* (1609) bildet die erste Darstellung der Milchstraße in der Kunst.[60] Zudem entdeckte Galilei die Nebel *Praesepe* und die *Hyaden* (heute: Offene Sternhaufen).

58 1601 Harriot: Lichtbrechungsgesetz, unveröffentlicht. Shirley 1983.
59 Goercke (1988), S. 229–236. Goercke 1991, S. 152.
60 Hartl/Sicka 2005.

Abbildung 7.13:
Links: Galileo Galilei (1564–1642)
Rechts: Galilei weiht sein Fernrohr den Musen (1655)
Foto (links): Gudrun Wolfschmidt in Buenos Aires (2011)
Galileo, Galilei: *In questa nuoua editione insieme raccolte ...* (Bologna 1655).

Mit Hilfe des Fernrohrs versuchte Galilei, das Copernicanische System zu beweisen:

1. Die Jupitermonde waren für Galilei ein Zeichen dafür, daß Jupiter aus der gleichen Materie wie die Erde besteht.

2. Die Jupitermonde zeigten aber auch, daß es außer der Erde mindestens noch ein Zentrum im Kosmos gibt, das Mittelpunkt einer Bewegung ist. Sie bildeten somit ein Beispiel für die Forderung des Copernicus, daß die Himmelsbewegungen verschiedene Mittelpunkte haben.

3. Galilei glaubte außerdem, daß sie sich aufgrund der häufig auftretenden Verfinsterungen zur Längenbestimmung auf See gut eignen könnten – eine Idee, die schließlich zum Erfolg führte.[61]

Galilei führte ferner die von ihm entdeckten Venusphasen an, die eindeutig gegen das antike, geozentrische System sprachen, nach dem es eine Vollvenus nicht geben konnte.[62] Damit war zwar bewiesen, daß Venus um die Sonne kreist, aber dies war sowohl im heliozentrischen System des Copernicus erfüllt, als auch im Tychonischen System – doch diesen letzten Punkt diskutierte Galilei nicht.

Schließlich zeigten die regelmäßigen Beobachtungen von Sonnenflecken im frühen 17. Jahrhundert zudem, daß die Sonne rotiert. Der Analogieschluß auf eine Rotation der Erde lag deshalb nahe – wurde aber von Galilei nicht gezogen.

Galileis Veröffentlichung seiner ersten astronomischen Entdeckungen (beobachtet seit August 1609) geschah im *Sidereus Nuncius* (Sternenboten), 4. März 1610, gewidmet seinem Gönner Cosimo II. de' Medici.[63]

7.4.3 Das Fernrohr von Marius und der Streit um die Entdeckung der Jupitermonde

Im Herbst 1608 erfuhr Marius vom Artillerie-Offizier, Freiherr Hans Philip Fuchs von Bimbach, daß auf der Frankfurter Herbstmesse Fernrohre angeboten wurden, die aus den Niederlanden stammten. Aber diese Fernrohre waren viel zu teuer. Marius ließ sich daher in Nürnberg Linsen schleifen, (vgl. S. 215) aber die Optiker stellten zu stark konvexe Linsen her; schließlich mußten Bimbach und Marius doch die Unkosten für den Kauf eines Fernrohrs im Sommer 1609 auf sich nehmen. Folgendermaßen schilderte Simon Marius in seinem Werk *Mundus Jovialis* (1614) die Entdeckung der Jupitermonde mit Hilfe seines Fernrohres:[64]

> *„Dies geschah im Sommer 1609.* [kurz nachdem in den Niederlanden das Fernrohr entdeckt worden war]. *Seit diesem Zeitpunkt begann ich mit diesem Instrument zum Himmel und zu den Sternen zu sehen,* [...] *um das Ende des November* [...] *betrachtete ich gewöhnlich in meiner Sternwarte die Sterne.*
> *Damals sah ich den Jupiter zum ersten mal, der sich in Opposition*

61 Wolfschmidt: „Sterne weisen den Weg" – Geschichte der Navigation, 2009, S. 162–163.

62 Simon Marius berichtete, daß er im Februar 1611 die Venusphasen entdeckt habe, vgl. Abb. 6.11, S. 184, aber er hat sie erst im Prognosticon (1612) veröffentlicht.

63 Gingerich, van Helden (2003).

64 Marius, Simon: *Mundus Iovialis anno MDCIX Detectus Ope Perspicilli Belgici.* Nürnberg 1614.

> *zur Sonne befand, und ich entdeckte winzige Sternchen bald hinter, bald vor dem Jupiter, in gerader Linie mit dem Jupiter. Erst meinte ich, jene gehörten zur Zahl der Fixsterne, die man anders und ohne dieses Instrument nicht sehen kann, wie ich sie in der Milchstraße, in den Plejaden, den Hyaden, dem Orion und an anderen Orten gefunden habe. Als aber Jupiter retrograd* [rückläufig – entgegen der normalen Bewegungsrichtung der Planeten] *war und ich dennoch im Dezember die Sterne um ihn sah,* [...] *gelangte ich zu der Meinung, dass sich diese Sterne geradeso um den Jupiter bewegen, wie die fünf* [damals bekannten] *Sonnenplaneten Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn sich um die Sonne bewegen. Ich begann also meine Beobachtungen aufzuschreiben; die erste war am 29. Dezember, als drei derartige Sterne in gerader Linie vom Jupiter in Richtung Westen zu sehen waren.“*[65]

Marius gab als frühestes Beobachtungsdatum der Jupitermonde den 29. Dezember 1609 (jul.) an. Unabhängig von Galilei (7. Januar 1610 greg.) fand Marius am 8. Januar 1610 (greg.) – nur einen Tag nach Galilei – die vier Jupitermonde mit seinem Linsenfernrohr.

Bereits in seinem *Prognosticum für 1612*, beendet bereits 1611, berichtete Marius erstmals von seiner Entdeckung der Jupitermonde,[66] vgl. Zitat, S. 110, und daß er sich eifrig bemüht, die Umlaufzeiten der Monde zu ermitteln. Er lieferte auch 1612 die erste Beschreibung dieser sogenannten „holländischen Fernrohre“. Durch weitere sorgfältige Beobachtung ermittelte er die Umlaufzeiten der Monde um den Jupiter und entdeckte ihre unterschiedlichen Helligkeiten, so wie sie 1614 veröffentlicht wurden.

Stammt das Fernrohr im Deutschen Museum (Inv.-Nr.: 1910/21794) von Simon Marius (vgl. Abb. 7.1, S. 192) und wurde es bei den Jupiter-Beobachtungen 1609/1610 eingesetzt? Es stellt sich die Frage nach der Herkunft. Nach den Akten[67] berichtete der Regierungspräsident von Mittelfranken Dr. Julius von Blaul in einem Brief vom 3.12.1909 über ein Fernrohr, das sich bis in der Ansbacher Schlossbibliothek befand: *„Das Fernrohr nun, mit welchem Marius diese Entdeckung gemacht haben soll, befindet sich hier in Ansbach, und ich wäre in der Lage, dem Deutschen Museum dieses Stück zu überweisen.“* Das Deutsche Museum übernahm dieses Fernrohr am 13.1.1910 als Stiftung und bedankte sich am 17. Januar 1910 mit folgenden Worten *„Das Fernrohr ist ein wichtiges Dokument für die Konstruktion der ersten Fernrohre ...“*.

65 Zitiert nach Schlör 1988: *Mundus Jovialis*, S. 38–41.
66 Herbst 2009.
67 Vgl. Fuchs: Das Fernrohr von Simon Marius (1955), Heft 1, S. 16–17.

Folgendermaßen lassen sich das Fernrohr sowie die beiden Wechselfassungen (Objektiv und Okular) technisch beschreiben: Der Tubus (Länge etwa 7,8 m, Durchmesser 9,5 cm) besteht aus 30 einzelnen, ineinander steckbaren Eisenblechröhren. Ein verkürzter Tubus lässt sich durch Trennung nach der 17. Röhre herstellen. Für das lange und für das gekürzte Fernrohr sind aufsteckbare, hölzerne Objektiv- und Okularfassungen vorhanden (vgl. Abb. 7.1, S. 192):[68]

- „Objektiv 1: Linsendurchmesser 52 mm, handschriftliche Aufschrift auf der Holzfassung: *Focus = 14 Schuh, Amplificatio = 40 mahl.* 14 Schuh entsprechen 4,39 m Brennweite, die Vergrößerung 40mal ist auf die Fläche bezogen. Dies entspricht einer linearen Vergrößerung von 6,3fach."
- „Objektiv 2: Holzfassung ohne Linse, Aufschrift auf der Holzfassung: *Focus = 25 Schuh, Amplificatio = 100 mahl*, entsprechend 7,8 m Brennweite und 10fache lineare Vergrößerung."
- „Die beiden Okularfassungen sind ebenfalls ohne Linsen, d. h. vom gesamten Teleskop ist nur noch eine Linse vorhanden!"

Verwendete Marius wirklich dieses Fernrohr bei seiner Entdeckung? Allerdings deuten Indizien darauf hin, daß es sich nicht um das große 7 m lange Rohr gehandelt haben kann. Beim Portrait von Marius (1614) ist nämlich ein sehr kleines Fernrohr *Perspicillum* abgebildet, von etwa 40 cm Länge und 2 cm Öffnung. Auch beschrieb Marius, daß er manchmal das Fernrohr zum Beobachten mit nach Hause nahm. „Auch das Fernrohr selbst gibt Hinweise. Sowohl die Qualität des Glases (Blasen und Färbung) als auch die Art der Linsenfassungen und die Ausgestaltung des Tubus deuten auf eine Herstellung in der 2. Hälfte des 17. Jahrhunderts hin, ebenso die lange Brennweite der beiden Objektive. Bis Mitte des 17. Jahrhunderts waren Fernrohre mit relativ kurzen Objektivbrennweiten (maximal 2 bis 3 m) in Anwendung."

Zinner schlug eine andere plausiblere Provinienz für das Fernrohr des Simon Marius vor:[69] *„Simon Marius benutzte 3 Fernrohre: im Sommer 1609 ein belgisches Fernrohr, dann baute er sich Ende 1609 aus Venediger Linsen ein besseres Fernrohr und 1613 brachte er aus Regensburg ein Fernrohr mit."* *„Die Altdorfer Sternwarte erhielt 1713 ein Fernrohr mit 2 verschieden langen Rohren, deren Okulare und Objektive für 25 Gulden aus Danzig bezogen wurden; vielleicht stammen sie aus dem Nachlasse Hevelius* [...] *Dieses Fernrohr ist wohl identisch mit dem angeblichen Fernrohr des S. Marius im Deutschen Museum."* Auch wenn es kein Orginal von Marius ist, stellt es trotzdem ein

68 Die folgenden Informationen stammen aus dem Artikel von Hartl 2002.
69 Zitiert nach Hartl 2002. Vgl. Zinner: Zur Ehrenrettung des Simon Marius, 1942.

Abbildung 7.14:
Hevelius Werkstatt mit Linsen-Schleifmaschine zur Fernrohr-Herstellung in seiner Danziger Sternwarte, um 1660
Hevelius, Johannes: *Selenographia* (1647). (Hamburger Sternwarte)

wertvolles Zeugnis dieser seltenen frühen Teleskope aus der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts dar.

Der Streit um die Entdeckung der Jupitermonde

Simon Marius nahm die Entdeckung der Jupitermonde für sich in Anspruch. Die zugrunde liegenden Beobachtungen machte Marius nach eigenen Aussagen bekanntlich ab dem 29. Dezember 1609. Doch auch Galileo Galilei reklamierte, diese Entdeckung zuerst gemacht zu haben. Seine Veröffentlichung *Sidereus Nuncius* datiert vom März 1610, die zugrunde liegenden Beobachtungen fanden ab dem 7. Januar 1610 statt, vgl. Abb. 7.3, S. 201.

Simon Marius 29.12.1609 jul. → 08.01.1610 greg. – *Mundus Iovialis* (1614).
Galileo Galilei 07.01.1610 greg. → 28.12.1609 jul. – *Sidereus Nuncius* (1610)

Zweifellos hat Galilei die Priorität der Entdeckung, aber es handelt sich nur um einen Tag und Marius hat sicher unabhängig von Galilei die Jupitermonde entdeckt; innerhalb eines Tages konnte er sicher nicht von der Entdeckung in Italien erfahren und ein Fernrohr beschafft haben. Nach Marius' Veröffentlichung, die – abgesehen von der kurzen Nachricht im *Prognosticum* 1612 – erst 1614, aber in sehr ausführlicher Form geschah, entflammte zwischen Galilei und Marius ein heftiger Streit um die Entdeckung. Galilei beschuldigte in seiner Streitschrift *Il Saggiatore* (1623) den fränkischen Astronomen des Plagiats – doch zu Unrecht – das bestätigen auch die sehr detaillierte Untersuchungen von Oudemans und Bosscha;[70] diese haben außerdem nicht nur ergeben, dass Marius seine recht exakten Ergebnisse mit selbstständigen Beobachtungen erhalten hat, sondern dass diese sogar wesentlich genauer waren als die von Galilei bis 1614 veröffentlichten.[71] Marius ermittelte die genauen Umlaufzeiten der Monde und bemerkte, daß sie unterschiedliche Helligkeiten haben.

Die Entdeckung war für das 17. Jahrhundert deshalb so bedeutend, weil sie ein starkes Argument gegen das bis dahin gültige geozentrische Weltbild und indirekt auch für die Gültigkeit der heliozentrischen Lehre von Copernicus war: Es gab nun nachweislich Himmelskörper, die sich nicht an der Erde als Mittelpunkt des Universums orientierten. Allerdings war Marius trotz seiner Beobachtungen ein Anhänger des Tychonischen Weltbildes.

Aus Dankbarkeit gegenüber den Brandenburg-Ansbacher Fürsten schlug Simon Marius vor, die neu entdeckten Monde *Brandenburgische Gestirne* zu nennen, analog wie Galilei sie nach der Familie der Medici benennen wollte. Ihre heutigen Namen *Io, Europa, Ganymed und Kallisto* hatte Johannes Kepler im Oktober 1613 angeregt; Simon Marius propagierte bereits diese mythologische Benennung in seinem Hauptwerk Mundus Iovialis:

> *„Io, Europa, Ganymed atque Callisto*
> *lascivo nimium perplacuere Iovi.“*[72]

70 Oudemans / Bosscha 1903.
71 Wilder 1981.
72 *„Io, Europa, Ganymed und Callisto haben dem wollüstigen Jupiter allzu sehr gefallen.“* Marius: *Mundus Iovialis*, S. 78 f.

7.4.4 Kepler und die Theorie des Fernrohrs

Johannes Kepler (1571–1630) begründete die geometrische Optik mit seinen Schriften *Ad Vitellionem paralipomena*[73] (1604) und *Dioptrice* (Augsburg 1611), er entwickelte eine Theorie des Fernrohrs und das Sehen mit dem Auge.

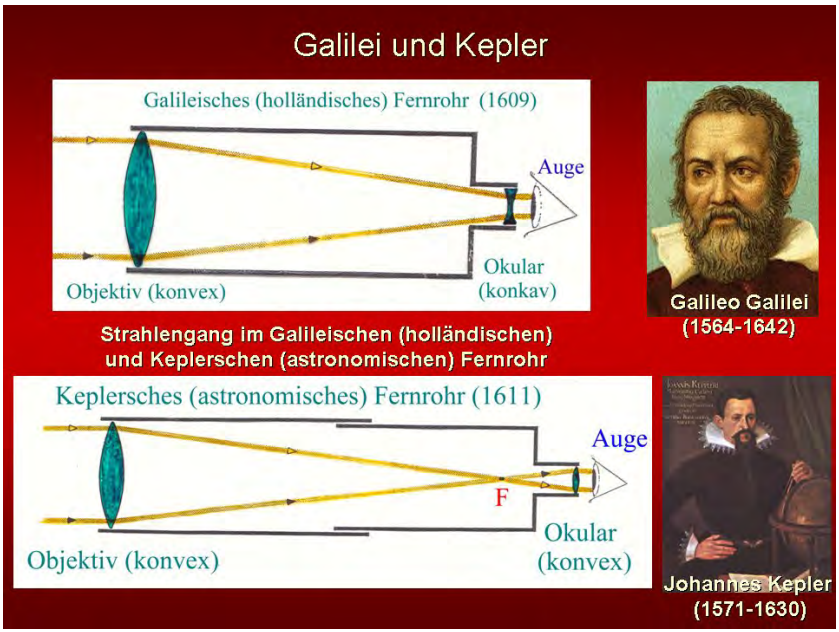

Abbildung 7.15:
Galilei und Johannes Kepler (1571–1630)
Strahlengang im Galileischen und Keplerschen (astronomischen) Fernrohr

Kepler verbesserte das Fernrohr und zwar schlug er eine Anordnung zweier Sammellinsen (Konvexlinsen) vor. Dieses Keplersche Fernrohr erlaubt eine stärkere Vergrößerung als das holländische, entwirft aber ein umgekehrtes Bild. In der *Dioptrice* erklärte er auch den Strahlengang in beiden Arten von Fernrohren.

73 Hier wird die Camera obscura, auch zur Sonnenbeobachtung, vorgestellt (Supplement zu Witelo (∼1230–1280/1314). Frankfurt 1604, S. 51). `http://www.precinemahistory.net/1600.htm`.

- Das astronomische oder Keplersche Fernrohr hat im Vergleich zum Galileischen Fernrohr zwei Konvexlinsen, ein langbrennweitiges Ojektiv und ein kurzbrennweitiges Okular; es liefert ein auf dem Kopf stehendes Bild, allerdings ist das Gesichtsfeld deutlich vergrößert und auch die Bildhelligkeit.
- Kepler selbst baute allerdings kein Fernrohr; ein erstes Beispiel konstruierte Christoph Scheiner im März 1611.
- Das Keplersche Fernrohr konnte durch Einführung einer dritten Sammellinse zu einem terrestrischen Fernrohr verwandelt werden, was zwar eine Verlängerung des Fernrohrs mit sich brachte, aber ein aufrechtes Bild lieferte.

7.4.5 Sonnenbeobachtung mit dem Fernrohr

Unabhängig von Galileo Galilei gelangen anderen Beobachtern etwa gleichzeitig auch bedeutende Entdeckungen – bei den Sonnenflecken war Galilei nicht der Erste.[74] Thomas Harriot (1560–1621) in England beobachtete schon 1609 den Mond und auch die Sonnenflecken – noch vor Galilei in Padua – allerdings hat Harriot dies nicht publiziert.[75] Auch Johannes Fabricius (1587–1616) aus Friesland gehört zu den frühen Sonnenfleckenbeobachtern (Dezember 1610). Hier eine Übersicht zur Entdeckung und Veröffentlichung:

- Thomas Harriot[76] (1560–1621) beobachtet seit Juli 1609 in Syon, England, etwa 200 Zeichnungen von Sonnenflecken ab 8. Dez. 1610 bis 19. Jan. 1611, nicht publiziert, nur Beobachtungsbücher.
- Galileo Galilei[77] (1564–1642), berichtet von Beobachtungen im Aug. oder Okt./Nov. 1610?, April 1611, publiziert in einem Brief im Mai 1612, als Buch *Istoria e Dimonstratione* (Rom 1613).
- Johannes Fabricius[78] (1587–1615), Beobachtung im Dez. 1610?, 9. März 1611 n. St., publiziert in Wittenberg im Juni 1611.
- Christoph Scheiner (1575–1650) beobachtet[79] im März 1611 bis 1627, bekanntgemacht in drei Briefen an Markus Welser (1558–1614) vom 12. November, 19. Dezember und 26. Dezember 1611, publiziert von Welser als

74 Mitchell (1916).
75 Bereits vor Erfindung des Fernrohrs hatten Chinesen, Inkas und Araber über einzelne (ziemlich große) Sonnenflecken berichtet.
76 Shirley 1983. Schemmel 2008.
77 Drake 1978. Biagioli 2006.
78 Berthold 1894.
79 Drake 1978; Shea 1972.

Tres epistolæ de maculis solaribus scriptae ad Marcum Welserum am 5. Jan. 1612.

- Johannes Kepler (1571–1630), Beobachtung 1611.
- Simon Marius [Mayr] (1573–1624) Beobachtung in Ansbach am 3. August 1611.

Johannes Fabricius hat wahrscheinlich ein Fernrohr von Leiden nach Ostfriesland gebracht und mit seinem Vater David Fabricius (1564–1617) beobachtet.

> *„Ich richtete das Fernrohr nach der Sonne. Sie schien mir allerlei Ungleichheiten und Rauhigkeiten zu haben* [...] *Indem ich nun das aufmerksam betrachte, zeigt sich mir unerwartet ein schwärzlicher Flecken von nicht geringer Größe in Vergleichung mit dem Sonnenkörper.* [...] *Ich glaubte vorbeiziehende Wolken stellen den Flecken dar. Ich wiederholte die Wahrnehmung wohl zehnmal, durch batavische Fernröhren von verschiedener Größe, versicherte mich endlich, Wolken verursachten diesen Flecken nicht.* [...] *Den folgenden Morgen erschien mir beim ersten Anblick der Flecken wiederum, zu meiner großen Freude* [...] *“*[80]

So erzählte Johannes Fabricius von seiner ersten Sonnenfleckenbeobachtung in Friesland im Dezember 1610, berichtet in *De Maculis in Sole Observatis, et Apparente earum cum Sole Conversione Narratio* (Wittenberg, 13. Juni 1611).

Kein Forscher des 17. Jahrhunderts untersuchte die Sonne so gründlich wie Jesuitenpater Christoph Scheiner (1573–1650) in Ingolstadt.[81] Flecken auf der Sonne! Welches Erstaunen mag wohl den Jesuitenpater Christoph Scheiner (1575–1650) in Ingolstadt 1611 befallen haben, als er zum ersten Mal die kleinen schwarzen Flecken wie Fliegendreck auf der Sonne sah. Scheiner beobachtete mit einem selbstgebauten Kepler-Fernrohr die Sonnenflecken. Der Ordensprovinzial erklärte 1611 seinem verunsicherten Kollegen:

> *„Ich habe meinen Aristoteles mehr als einmahl vom Anfange bis zum Ende durchgelesen, aber nichts dem Ähnliches* [über Flecken auf der Sonne] *gefunden. Also halten Sie diese Absurditäten lieber zurück und geben Sie sich nicht öffentlich bloß, sondern seyen Sie vielmehr überzeugt, daß es bloß ein Fehler Ihres Auges oder Ihres Fernglases ist, welches Sie sogar in der Sonne noch Flecken sehen läßt.“*[82]

80 Wolf 1877, S. 389.
81 Daxecker 2006. Roloff 2010.
82 Littrow 825, Band 2, Erste Abtheilung, S. 6–7.

Abbildung 7.16:
Christoph Scheiner in Ingolstadt bei der Beobachtung der Sonne mit Kepler-Fernrohr (dreilinsig 1614), Sonnenflecken in der *Rosa Ursina, sive Sol*, 1630
Scheiner, Chr.: *Rosa Ursina*. Bracciano 1630, S. 150.

Scheiner wagte es daraufhin nicht, seine Beobachtung zu publizieren, sondern nur in drei Briefen an Markus Welser (1558–1614) Ende 1611 bekanntzumachen. Er interpretierte allerdings die Sonnenflecken als Monde, die die Sonne umkreisen. Nach der Publikation durch Welser unter dem Titel *De Maculis Solaribus Et stellis circa Iouem errantibus accuratior Disquisitio* (Augsburg, Jan. 1612) entbrannte ein Prioritätsstreit bezüglich Entdeckung der Sonnenflecken mit Galilei.[83] Der Orden befahl Scheiner, für weitere Schreiben das Pseudonym *Apelles latens post tabulam* (13. September 1612) zu benutzen.

Scheiner versuchte, um die Frage des richtigen Weltsystems entscheiden zu können, die physikalische Beschaffenheit des Himmelsstoffes, des Äthers, zu ergründen und kam zur Lösung eines flüssigen Himmels im Gegensatz zu den

83 Helden (1996). Biagioli 2002. Reeves/Helden 2009.

aristotelischen festen Kristallsphären im geozentrischen Weltbild.[84] In seinem Werk *Disquisitiones mathematicae* (Ingolstadt 1614), zusammen mit seinem Schüler Johann Georg Locher (∼1592–1633) verfaßt, beschrieb er alle drei Weltsysteme, das antike geozentrische, gab aber dem Tychonischen und dem Copernicanischen auf der Basis eines flüssigen Himmels den Vorzug, was ihm eine weitere Ermahnung des Ordens einbrachte.

Nach fast zwanzigjähriger Arbeit veröffentlichte Scheiner in Rom 1630 seine *Rosa Ursina*;[85] gewidmet einem italienischen Fürsten, Paolo Giordano II. Orsini [Herzog von Bracciano] (1591–1646), der Bären („Ursus“) im Wappentier trug. In diesem Buch stellte er aufgrund der Fleckenbewegungen von Tag zu Tag fest, daß die Sonne – von der Erde aus betrachtet – in etwa 27 Tagen rotiert, ein Meßwert, der bis 1863 nicht verbessert werden konnte; zudem gab er die Neigung der Rotationsachse an. Schließlich beschrieb er sogar Fackeln auf der Sonnenoberfläche als Beweis für die feurige und flüssige Natur des Himmels. Offiziell bemühte er sich, das Copernicanische System zurückzuweisen,[86] aber interessanterweise schrieb René Descartes (1634) an Marin Mersenne in Paris:

> *„Ich habe mir sagen lassen, dass die Jesuiten zur Verurteilung des Galilei beigetragen haben und das Buch des Pater Scheiner zeigt zur Genüge, dass sie nicht zu seinen Freunden zählen. Im Übrigen bringen die Beobachtungen des Buches von Pater Scheiners „Rosa Ursina“ so viele Beweise, um der Sonne die ihr zugeschriebene Bewegung* [um die Erde] *abzusprechen, dass ich meine, dass Pater Scheiner selbst in seinem Herzen an die Meinung des Kopernikus glaubt.“*[87]

Aufgrund des sog. Maunder Minimums, etwa 1645 bis 1710, konnten im weiteren Verlauf des 17. Jahrhunderts die Sonnenflecken nicht mehr so intensiv beobachtet werden, wie auch manche Astronomen, zum Beispiel Hevelius oder Flamsteed, mit Bedauern feststellten.

84 Daxecker 2008.

85 Der gesamte Titel *ROSA VRSINA, sive SOL* lautet übersetzt ins Deutsche: *„Rosa Ursina, oder über die Sonne, die sich dank des wunderbaren Phänomens ihrer Fackeln und Flecken veränderlich zeigt, und dazu auch im Verlauf eines Jahres um eine feste Achse von Westen nach Osten um ihren eigenen Mittelpunkt rotiert sowie eine Umdrehung um eine durch ihre Pole bewegliche Achse von Osten nach Westen in knapp einem Monat absolviert.“*

86 Posthum wurde Scheiners Werk *Prodromus pro Sole Mobili et Terra Stabili contra Galilaeum a Galileis* 1650 veröffentlicht.

87 Daxecker (1999).

7.4.6 Nebelbeobachtung mit dem Fernrohre und das neue Bild vom Kosmos

Im 17. Jahrhundert gelangen mit dem Fernrohr wichtige Entdeckungen,[88] die das Bild vom Kosmos entscheidend veränderten und damit eine Revolution bewirkten; allein die Zahl der wahrnehmbaren Objekte zur Positionsbestimmung erhöhte sich um ein Vielfaches, aber auch qualitativ waren ganz neue Untersuchungen möglich; zum Beispiel erlaubte die Untersuchung der Oberflächen der Planeten und der Sonne eine Bestimmung ihrer Rotationszeit. Während die Präzisionsmessung wichtig im Bereich der Forschung war, hatte die Erfindung und Entwicklung des Fernrohrs eine große Wirkung auf die Öffentlichkeit.[89]

Abbildung 7.17:
Marius' Entdeckung des Andromedanebels (1612)
'Abd al-Raḥmân as-Sûfi (903–986), *Liber locis stellarum fixarum* (964)
Andromedanebel M 31, Charles Messier (1764)

88 Wolfschmidt (2003).
89 Bialas 1998, S. 292–293.

Die mechanische Natur des Universums konnte jedem, der durch ein kleines Fernrohr sah, vor Augen geführt werden (z. B. Beobachtung der Jupitermonde). Zunächst stand das Sammeln von Beobachtungen, von Fakten, im Vordergrund, die aber nicht unbedingt in Zusammenhang mit dem Copernicanischen Weltbild stehen mußten. Die ersten nebelartigen Objekte am Himmel wurden von Galilei mit dem Fernrohr entdeckt, *Praesepe* und die *Hyaden* (heute: Offene Sternhaufen). Auf Nicolas Fabri de Peiresc (1580–1637) in Aix-en-Provence ist die Entdeckung des Orionnebels 1610 zurückzuführen. 1618 entdeckte der Jesuitenpater Johann Baptist Cysat (1587–1657) in Ingolstadt den Orionnebel erneut.[90]

Simon Marius entdeckte als erster den Nebel im Gürtel der Andromeda am 15. Dezember 1612 mit seinem kleinen Teleskop. Er beschrieb, daß er aussah wie eine Flamme durch ein Horn gesehen, publiziert in Marius (1614). Er wußte allerdings nicht, daß der persische Astronom 'Abd al-Raḥmân as-Sûfi (903–986) bereits dieses Objekt beobachtet hatte, publiziert im seinem Sternkatalog *Liber locis stellarum fixarum* (964). Charles Messier (1730–1817) beobachtete in seinem Observatorium Hôtel de Cluny in Paris und führte 1764 den Andromedanebel als M 31 in seiner Nebelliste auf. Die ersten 45 nebelartigen Objekte wurden 1774 in der Französischen Akademie der Wissenschaften in Paris veröffentlicht. Schließlich wuchs der Katalog auf 103 Nebel an, veröffentlicht 1781.[91]

Mit der Nebelbeobachtung stieß man zu kosmologisch interessanten Objekten vor. Um 1700 waren nur knapp zwanzig Nebel bekannt. Um 1800 waren bereits über 2000 Nebel bekannt. Voraussetzung sind Spiegelteleskope, die bereits im 17. Jahrhundert von drei Astronomen vorgeschlagen wurden: Newton, Gregory und Cassegrain.[92] Aber diese konnten damals noch nicht mit den Linsenfernrohren konkurrieren. Die große Aufschwung in der Erforschung der Nebel begann erst in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts mit der Entwicklung der großen Metall-Spiegelteleskope durch Wilhelm (1738–1822) und John Herschel (1792–1871), Lord Rosse (1800–1867) und anderen.[93] Die Natur der Nebel verstand

90 1631 Cysat beobachtete in Innsbruck auch einen Merkurdurchgang vor der Sonne, entsprechend der Vorhersage durch Kepler.

91 Messier, Charles: Catalogue des Nébuleuses & des amas d'Étoiles. In: *Connoissance des Temps for 1784* (1781), S. 227–267.

92 Bzgl. der Entwicklung der Spiegelteleskope siehe Riekher 1990.

93 Als Hersteller großer Metall-Spiegelteleskope wären in Deutschland noch zu nennen: Johann Hieronymus Schroeter (1745–1816) in Lilienthal und Johann Gottlieb Schrader (1763–∼1833) in Kiel sowie in Großbritannien neben Lord Rosse [William Parsons] (1800–1867) aus Irland mit seinem 180 cm-Spiegelteleskop („Leviathan of Parsonstown") noch der Schotte James Nasmyth (1808–1890) und der Engländer William Lassell (1799–1880), der sein 120 cm-Teleskop auf Malta aufstellte.

man erst im 20. Jahrhundert, beginnend mit der *Großen Debatte* 1920 und den Forschungen von Edwin Hubble (1889–1953) in den 20er Jahren.[94]

7.4.7 Sternwarten im 17. und Anfang des 18. Jahrhunderts

Angeregt durch die eindrucksvolle Serie von astronomischen Entdeckungen steigerte sich die Aktivität bezüglich der Gründung von Sternwarten. So wurden im 17. Jahrhundert nicht nur die berühmten, in Europa führenden Sternwarten, das *Observatoire de Paris* (1667) und das *Royal Greenwich Observatory* bei London (1675/76), gegründet, sondern auch weitere, beispielsweise die Sternwarte von Johannes Hevelius [Hewelcke] (1611–1687) in Danzig (Gdańsk, 1650), und der „Runde Turm“ in Kopenhagen (1642). Hier hatte sich der frühere Assistent Brahes, Christian Severin, genannt Longomontanus (1562–1647), um den Bau eines neuen dänischen Observatoriums bemüht.[95]

Abbildung 7.18:
Die Sternwarte des Hevelius über den Dächern von Danzig
Hevelius, Johannes: *Machinae Coelestis* (1673).

94 Für die Nebelbeoachtung im 19./20. Jahrhundert und die kosmologischen Komsequenzen siehe Wolfschmidt 1994.

95 Erste Universitäts-und Akademie-Sternwarten wurden in Holland, Leiden 1633 und Utrecht 1642, ferner in Jena 1697 und Berlin (1700/11) gegründet. Im 18. Jahrhundert folgten viele weitere, z. B. Bologna 1725 oder Stockholm 1753.

Auch in Franken entstand im 17. Jahrhundert eine wichtige Sternwarte;[96] auffällig sind neben klassischen Winkelmeßinstrumenten die langen Fernrohre, die die Vestertorbastei überragen – zu sehen auf dem bekannten Kupferstich von Johann Adam Delsenbach (1687–1765) *Nürnbergische Prospecten, anderer Theil* (Nürnberg 1716). Die Sternwarte in Nürnberg errichtete Georg Christoph Eimmart[97] (1638–1705) 1677 und sie bestand mit einer kurzen Unterbrechung bis 1757. Eimmart führte Refraktionsbestimmungen durch und Pendelversuche zur Bestätigung der Lehre von der Erdrotation. 1678 beobachtete er das Zodiakallicht (publiziert 1694). Beobachtungen von Finsternissen, Mond und Kometen befinden sich in der Royal Society in London. Er erstellte eine Mondkarte und eine Himmelskarte *Planisphaerium caeleste*. Die meisten Instrumente für seine Sternwarte stellte Eimmart selbst her – Teleskope und Winkelmeßinstrumente:[98] großer hölzener Doppel-Quadrant, ein kleiner Hemyclus, ein Trient (Drittelkreis), Azimutalkreis, Quadrant, Sextant, ein Meridian-Plan, eine astronomische Uhr, eine Äquinoctial-Uhr, ferner diverse Fernrohre von 16, 12 und 10 Fuß Länge (486 cm, 365 cm und 304 cm), montiert an einem Pfeiler, ein Helioscopium zur Abschwächung des Sonnenlichtes bei der Beobachtung, zwei Cameras obscuras zur Beobachtung der Sonne. Die Instrumente wurden 1705 nach dem Tod Eimmarts vom Rat der Stadt für 1500 fl. erworben und als Nachfolger wurde Johann Heinrich Müller (1671–1731) bestimmt.

Peter Kolb[99] (Dörflas bei Marktredwitz 1675–1726 Neustadt an der Aisch) wurde 1696 Assistent von Eimmart auf seiner Sternwarte. Seit 1700 studierte er in Halle an der Saale. Dort erschien seine Dissertation *De Natura Cometarum* (1701). 1704/05 fuhr er mit dem Schiff nach Südafrika und errichtete am Kap der Guten Hoffnung auf der Buuren-Bastion der Festung eine Sternwarte nach Nürnberger Vorbild; er blieb bis 1713, vgl. den Beitrag von Karsten Markus, Kapitel 10, S. 293, sowie Abb. 10.3, S. 314. Seine ethnologischen Forschungen veröffentlichte er *Caput bonae spei hodiernum, das ist: Vollständige Beschreibung des afrikanischen Vorgebürges der Guten Hoffnung* (1719). 1718 wurde er Rektor der *Hochfürstlichen Stadt-Schule* (Lateinschule, Gelehrtenschule) in Neustadt an der Aisch.

96 Gaab 2010.

97 Eimmart hatte an der Universität Jena bei Erhard Weigel (1625–1699) Mathematik, Astronomie und Jura studiert. Seit 1660 war er in Nürnberg tätig als Grafiker, Maler und Mathematiker; er wurde Mitdirektor der Malerakademie 1674 und Direktor von 1699 bis 1704. Vgl. Gerstl 2000.

98 Zinner 1956, S. 301–303. Glaser, Christoph Jacob: *Epistola Eucharistica ad Virum ... M. Martinum Knorre*. [Brief an Martin Knorre in Wittenberg.] Nürnberg 1691. Pilz 1977, S. 292–298. Forbes 1970.

99 Wolfschmidt, August 1978.

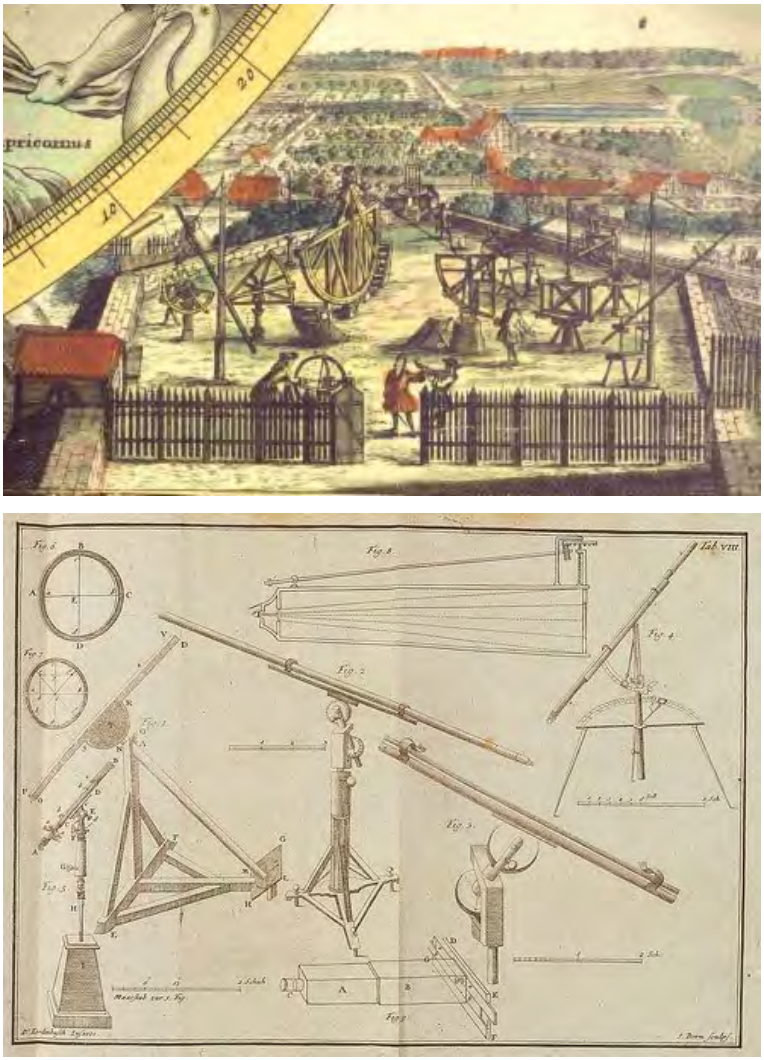

Abbildung 7.19:
Oben: Eimmartsche Sternwarte auf der Vestnertorbastei in Nürnberg (1742) nach Johann Gabriel Doppelmayr (1677–1750), Direktor von 1710 bis 1750;
Unten: Teleskope der Eimmartschen Sternwarte in Nürnberg nach Rost (1718)
Johann Gabriel Doppelmayr (1677–1750): *Atlas Novus Coelestis* (Nürnberg 1742)
Rost, Johann Leonhard: *Astronomisches Handbuch* (1718).

Das 1526 gegründete Gymnasium Aegidianum (das spätere Melanchthon-Gymnasium) in Nürnberg wurde 1575 nach Altdorf verlegt. Das Kollegiengebäude entstand 1575. Bereits nach drei Jahren 1578 erfolgte die Erhebung zur Akademie, 1622 zur Universität. 1711 wurde die Sternwarte in das Kollegiengebäude verlegt. Die instrumentelle Ausstattung umfaßte einen Azimutalquadranten, einen großen Sextanten, aber auch Fernrohre wie einen *Tubus opticus*, ein Kepler Fernrohr (1669) von der Länge 2,5 m und ein neues Fernrohr (1713), schließlich eine *Camera obscura* im Türmchen zur Sonnenbeobachtung. Gegen Ende des 18. Jahrhunderts entwickelte sich eine spezielle Sternwarten-Architektur, ein Gebäude mit Kuppel, nicht mehr ein Turm oder eine Plattform (Bastion).

Abbildung 7.20:
Auszugsfernrohre, 17. Jahrhundert
Foto: Gudrun Wolfschmidt im Optischen Museum in Jena (2011)

7.4.8 Fernrohre und die Entdeckungen im Planetensystem

Mitte des 17. Jahrhunderts entwickelten sich die Linsenfernrohre zu beachtlicher Größe. Anfangs hatten die Fernrohre 5 oder 6 Fuß Länge, dann stieg die Länge auf 15 bis 20 Fuß an.[100] Die Schleif- und Poliertechnik verbesserte sich, vgl. die Schleifmaschine von Hevelius, um 1660, Abb. 7.14, S. 226.[101]

100 Zur Entwicklung des Fernrohrs siehe zum Beispiel: Helden (1977/2007). Riekher 1990. Hamel in Gaulke/Hamel 2010, S. 9–34.

101 Willach 2007.

Höhepunkt der Entwicklung Mitte des 17. Jahrhunderts waren die Teleskope des Augsburger Instrumentenmachers (Perspektivmacher) Johann Wiesel (1583–1662) (vgl. den Beitrag von Inge Keil in diesem Band, S. 257 und die zugehörige Literaturliste).[102] Hevelius in Danzig, der Italiener Gian Domenico Cassini (1625–1712) und der Holländer Christiaan Huygens (1629–1695) – letztere beide in Paris tätig – versuchten, die Abbildungsfehler der Linsenfernrohre zu verkleinern. Sie verwendeten Linsen mit Brennweiten von rund 40 Metern. Bei diesen Luftfernrohren wurde allerdings die Apertur nur so weit verkleinert wie es zur Überwindung der chromatischen Aberration nötig war.[103]

Abbildung 7.21:
Eustachio Divini (1610–1685) am Hof von Federico II. de Medici
Mariano Piervittori (1815–1888), 1884 (engl. Wikipedia)

Die Beobachtungserfolge mit diesen Fernrohren in den verschiedenen europäischen Ländern Mitte des 17. Jahrhunderts waren beachtlich: die Entdeckung von Monden des Saturn und seines Ringes, die Rotation von Mars, Jupiter

102 Anton Maria Schirleus de Rheita (1604–1659/60) gab eine Empfehlung für die Wieselschen Fernrohre. Willach (1995).
103 Vgl. Willach 2007, S. 116.

und Saturn aufgrund ihrer Oberflächenstrukturen, erste Nebel (Orionnebel und Andromedanebel) und bald die ersten Veränderlichen Sterne. *„By taking our sense of sight far beyond the realm of our forebears' imagination, these wonderful instruments, the telescopes, open the way to a deeper and more perfect understanding of nature.“*[104]

- Francesco Fontana (um 1590–1656) in Neapel: *Novae Coelestium, Terrestriumque Rerum Observationes* (Neapel 1646): Erste Marszeichnungen mit Teleskop, 1636/38
- Giuseppe Campani (1635–1715), der Schwiegersohn Wiesels, und Eustachio Divini (1610–1685) bauten ab 1650 die besten Auszugsfernrohre in Rom. Nicht nur in Italien waren diese Fernrohre verbreitet.[105] Beispielsweise hat Campanis 1674 hergestelltes Fernrohr eine Objektivöffnung von 38 mm und etwa 20fache Vergrößerung; das 3 m lange Rohr läßt sich auf 61 cm zusammenschieben. Campanis 10,5 Fuß Luft-Teleskop wurde für Francesco Bianchini (1662–1729) in Rom in Rom aufgestellt, vgl. Abb. 7.23, S.243.
- Der Kapuzinerpater Anton Maria Schirleus de Rheita (1604–1659/60) aus Reutte in Tirol baute oder ließ sich um 1645 von Johann Wiesel (1583–1662) ein Fernrohr mit vier Linsen bauen, das ein aufrechtes Bild lieferte (terrestrisches Teleskop). Solche Auszugs-Fernrohre fanden besonders bei der englischen Marine Absatz.
- Der Danziger Ratsherr Johannes Hevelius (1611–1687) konstruierte verschiedene Fernrohre und andere Instrumente, beschrieben in seiner *Machina coelestis* (1673), vgl. den Beitrag von Irena Kampa in diesem Band, S. 271. Hevelius publizierte seine Kometenbeobachtungen in der *Cometographia* (1668). Am einfachsten war mit dem Fernrohr die Topographie des Mondes zu untersuchen: Schon Galilei entdeckte Krater und Mare; aus den Schattenlängen konnte er die Höhe von Mondbergen ermitteln. Er konstruierte um 1641 ein „Luftfernrohr“ von 45 m Länge (150 Fuß) und 8″ Objektivdurchmesser, vgl. Abb. 9.7, S. 285. Die Luftteleskope mit ihrer langen Brennweite milderten zwar die Bildfehler (sphärische und chromatische Aberration) beträchtlich, waren aber bei der Beobachtung relativ unhandlich. Mit diesem riesigen Luftfernrohr erstellte Hevelius eine detaillierte Mondkarte, publiziert in seiner *Selenographia* 1647. Die heute noch verwendeten Bezeichnungen der Krater gehen auf die Mond-

104 Descartes 1637.

105 Ein Campani-Fernrohr in Kassel, vgl. Hamel/Keil, S. 185.

Abbildung 7.22:
Hevelius bei der Beobachtung mit Fernrohr in seiner Danziger Sternwarte
Hevelius, Johannes: *Selenographia* (1647).

karte von Francesco Maria Grimaldi (1618–1663) zurück, die in Ricciolis *Almagestum novum* 1651 enthalten war.

- Christian Huygens' (1629–1695) Entdeckungen mit dem Luftteleskop von 37 Fuß: Mars, Syrtis Major (1659) und Saturnring (1656/59), Saturnmond Titan (1655, 1675).
- Georg Christoph Eimmarts Tochter Maria Clara Eimmart (1676–1707) wirkte als Assistentin ihres Vaters bei den Beobachtungen und kartographischen Projekten mit und wurde so in die Astronomie eingeführt; sie bekam dann auch alleine Zugang zu den Instrumenten. Maria Clara Eimmart beobachtete und zeichnete Mond, Kometen und alle Planeten.[106] Mit großer Sorgfalt und Geduld fertigte sie Zeichnungen aller Mondphasen an – sehr realistisch und detailliert dargestellt, die sich in einigen Exemplaren im Observatorium in Bologna erhalten haben.[107] Die 250 Zeichnungen, entstanden zwischen 1693 und 1698, dienten als Basis für eine neue Mondkarte. Maria Clara Eimmart heiratete 1706 den Nürnberger Mathematikprofessor Johann Heinrich Müller (1671–1731), der 1705 bis 1709 Direktor der Eimmartschen Sternwarte war. So hatte sie weiterhin die Möglichkeit, astronomische Beobachtungen mit dem Fernrohr zu machen.
- Giovanni Domenico Cassini (1625–1712) auf der Pariser Sternwarte: Cassinis astronomische Beobachtungen: Cassinische Teilung im Saturnring, 1675, vier Saturnmonde: Japetus, Rhea, Tethys, Dione, 1671/72, 1684. Den Höhepunkt der Mondtopographie stellt die große Mondkarte von Cassini in der Pariser Sternwarte dar.
- Christiaan Huygens und sein Bruder Constantijn konstruierten ein Teleskop von 23 Fuß Länge; es vergrößerte 100fach und hatte ein ziemlich großes Gesichtsfeld. Damit beobachteten sie z. B. den Orionnebel (1656).[108]
- Francesco Bianchini (1662–1729) beobachtete auf dem Palatinhügel in Rom mit zwei Teleskopen langer Brennweite (37,5 m und 23,5 m), angefertigt von Campani; die Ergebnisse veröffentlichte er im Buch *Hesperi et*

106 Pilz 1977, S. 298.

107 Wolfschmidt 1990, hier 138–140.

108 *„In the sword of Orion are three stars quite close together. In 1656 I chanced to be viewing the middle of one of these with a telescope, instead of a single star twelve showed themselves (a not uncommon occurrence). Three of these almost touched each other, and with four others shone through the nebula, so that the space around them seemed far brighter than the rest of the heavens, which was entirely clear and appeared quite black, the effect being that of an opening in the sky through which a brighter region was visible.“* (Huygens, 1659).

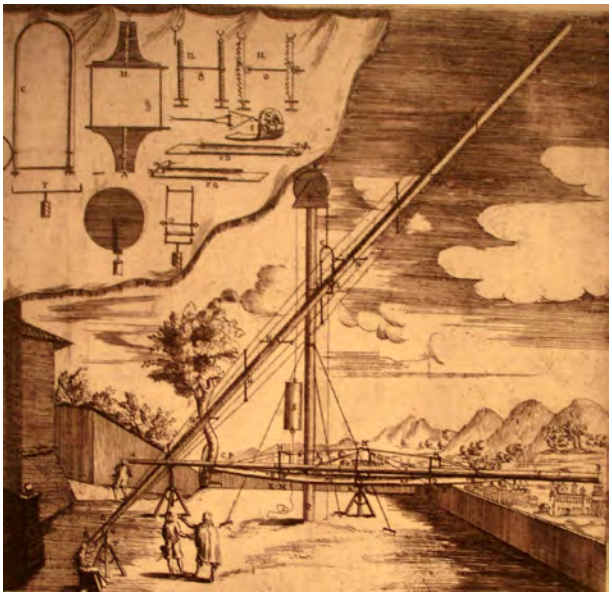

Abbildung 7.23:
Luftfernrohre, Teleskope langer Brennweite (37,5 m und 23,5 m),
Giuseppe Campani (1635–1715) für Francesco Bianchini (1662–1729) in Rom
Foto: Gudrun Wolfschmidt in Venedig (2009)

Phosphori (1728). In Kassel befindet sich die Optik eines solchen Luft-Teleskops (Objektivdurchmesser 11 cm, Brennweite 30 m) von Campani, 1684 (vgl. Trier / Gaulke 2007).

Objekte des Planetensystems erweckten besonders großes Interesse

- Die Venus- (Galilei) und Merkurphasen (Joannes Zupo, S.J., 1639) wurden erkannt.
- Abgesehen von der Entdeckung der Jupitermonde durch Galilei und Marius erstellte J. Domenico Cassini als praktische Anwendung 1693 Tafeln zur geographischen Längenbestimmung; die Monde sind genauer als eine Zeitminute, das heißt in Längenkoordinaten genauer als 15 Bogenminuten. Die Rotationsdauer von Jupiter bestimmte Cassini (1625–1712) in Bologna 1665/66.

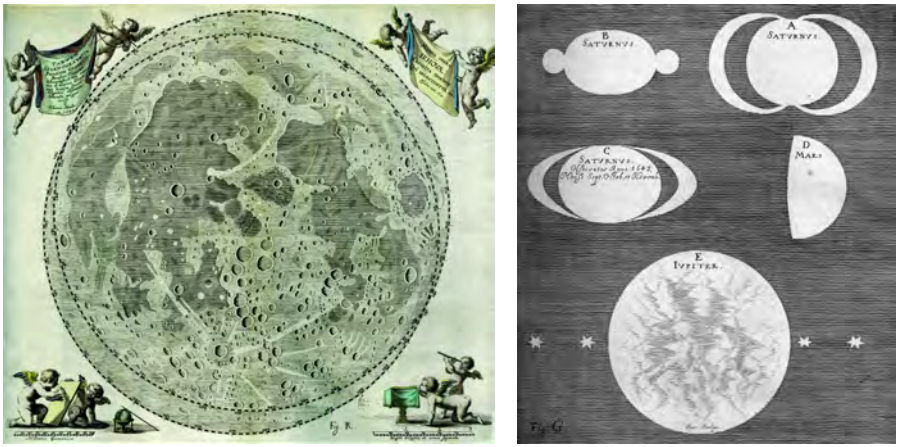

Abbildung 7.24:
Mond- und Planeten-Beobachtung von Hevelius in Danzig
Hevelius, Johannes: *Selenographia* (1647).

- Den Saturnring beschrieb Christian Huygens (1629–1695) 1659 wie folgt:[109] „ein dünner flacher Ring, der den Planeten umgibt und nicht berührt“. Den ersten Saturnmond „Titan“ entdeckte Huygens schon 1655 mit seinem 3,5 m langen Teleskop. 1675 fiel ihm die Lücke im Saturnring, die sog. Cassinische Teilung, auf.
- Vier weitere Saturnmonde entdeckte Cassini in Paris: 1671/72 Rhea und Japetus, 1684 Thetys und Dione.
- Bzgl. Kometenbeobachtung sind zu nennen: (Regiomontan 1572, Marius 1596), Johann Baptist Cysat, S.J., (1586–1657) in Ingolstadt, Samuel Dörffel (1643–1688) in Plauen, der 1681 auf die parabolische Bahn hinwies,[110] und Edmond Halley in London, der 1705 die Periodizität erkannte.

7.4.9 Beginn der Stellarastronomie

Außerhalb des Planetensystems interessierte man sich für spezielle Sterne unserer Milchstraße. Dazu gehören die „Neuen Sterne“ (Novae) im Sternbild Cassio-

109 Vgl. auch Hamel/ Keil 2007, S. 164.
110 Armitage (1951).

Abbildung 7.25:
Dame mit Fernrohr, Personifizierung der astronomischen Wissenschaft
(Fresko in der Aula Leopoldina in Breslau, 1730)
Foto: Gudrun Wolfschmidt in Breslau / Wrocław (2011)

peia (Tycho 1572) und im Sternbild Schlangenträger bzw. Ophiuchus (Kepler 1604).[111] Auch die ersten Veränderlichen Sterne wurden entdeckt: David Fabricius (1564–1617) bemerkte 1596 einen ungewöhnlichen, roten Stern im Sternbild Walfisch, der in den bisherigen Sternkarten fehlte. Er nannte ihn Mira, den Wunderbaren. Nach wenigen Monaten war der Stern wieder verschwunden. Im Gegensatz zu den beiden Novae tauchte Mira aber 1603 wieder auf und wurde als *Omicron Ceti* in Johann Bayers Sternkatalog *Uranometria* von 1604 festgehalten. Erst 1639 erkannte man, daß Mira relativ regelmäßig seine Helligkeit ändert und etwa alle elf Monate ein Helligkeitsmaximum erreicht. Geminiani Montanari (1633–1687) in Bologna fand 1667 Algol (ß Persei); 1782 erkannte John Goodricke (1764–1786) die Periode der Lichtschwankung. Bei einer Suche nach Kometen entdeckte der Direktor der Berliner Sternwarte Gottfried Kirch 1686/96 einen dritten Veränderlichen im Sternbild Schwan (Chi Cygni).

Doch erst Ende des 18. Jahrhunderts häuften sich die Entdeckungen Veränderlicher Sterne. Edward Pigott (1753–1825) erstellte 1786 einen Katalog, der 12 Veränderliche Sterne enthielt. Allmählich waren die Astronomen davon überzeugt, daß nicht alle Sterne mit konstanter Helligkeit strahlen.

Abbildung 7.26:
Weltsysteme, Planeten und Mond
auf der Eimmartschen Sternwarte auf der Nürnberger Burg
Meyer, Johannes: *Astronomia – Die Gestirn Kunst* (Zürich 1707).

111 Duerbeck 2009.

7.5 Zusammenfassung und Ausblick

Nürnberg entwickelte sich (neben Augsburg) in der Frühen Neuzeit zu einem Zentrum der Herstellung wissenschaftlicher Instrumente in Deutschland. Astronomische Instrumente bilden eine wichtige Grundlage für die Aufstellung des Weltbildes. Die Instrumente des Copernicus – Quadrant, Armille und Triquetrum – beruhten auf antiken Vorbildern. Tychos Instrumente führten schließlich zum Tychonischen Weltbild; auf der anderen Seite gelang Johannes Kepler aufgrund der exakten Vermessung des Himmels durch Tycho Brahe die Aufstellung seiner drei Gesetze der Planetenbewegung.

Mit der Entwicklung des Fernrohrs Anfang des 17. Jahrhunderts ist eine Reihe spektakulärer Entdeckungen verbunden. Astronomische Instrumente trugen wesentlich zum Wandel des Weltbildes bei, – und hierbei haben fränkische Astronomen wie beispielsweise Regiomontan (bereits vor der Erfindung des Fernrohrs) und Simon Marius einen bedeutenden Beitrag geleistet.

Während die Präzisionsmessung wichtig im Bereich der Forschung war, hatte die Erfindung und Entwicklung des Fernrohrs eine große Wirkung auf die Öffentlichkeit. Im 17. Jahrhundert gelangen damit wichtige Entdeckungen, die das Bild vom Kosmos entscheidend veränderten und damit eine Revolution bewirkten; allein die Zahl der wahrnehmbaren Objekte zur Positionsbestimmung erhöhte sich um ein Vielfaches, aber auch qualitativ waren ganz neue Untersuchungen möglich; zum Beispiel erlaubte die Untersuchung der Oberflächen der Planeten und der Sonne eine Bestimmung ihrer Rotationszeit. Die mechanische Natur des Universums konnte jedem, der durch ein kleines Fernrohr sah, vor Augen geführt werden (z. B. Beobachtung des Mondes, der Sternflecke, der Jupitermonde).

Am einfachsten war die Topographie des Mondes zu untersuchen. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang die Serie von 250 Mondphasen, die sehr realistisch von Clara Eimmart (1676–1707) an der Nürnberger Sternwarte 1693/98 gemalt wurden. Die Entdeckung der Sonnenflecken gelang verschiedenen Forschern praktisch gleichzeitig. Ferner erweckten Objekte des Planetensystems großes Interesse wie die Venus- und Merkurphasen (Joannes Zupo, S.J., 1639), die vier Jupitermonde, die Rotationsdauer von Jupiter, der Saturnring und die fünf Saturnmonde.

Während der Schwerpunkt der Beobachtung im 17. Jahrhundert im Planetensystem lag (Sonne, Mond, Planeten, Kometen), begann man ab dem 18. Jahrhundert auch mit der Stellarastronomie und mit der Erforschung des Aufbaus des Kosmos. Außerhalb des Planetensystems interessierte man sich für spezielle Sterne unserer Milchstraße; dazu gehören die „Neuen Sterne“ (Novae) und die Veränderlichen Sterne.

Abbildung 7.27:
Ptolemaios, Copernicus, Tycho und Kepler
Johann Gabriel Doppelmayr (1677–1750): *Atlas Novus Coelestis* (Nürnberg 1742)

Mit der Nebelbeobachtung stieß man zu kosmologisch interessanten Objekten vor: Als Entdecker des Andromedanebels gilt Simon Marius 1612; Johann Baptist Cysat, S. J., entdeckte den Orionnebel 1618 in Ingolstadt. Um 1700 waren knapp zwanzig Nebel bekannt. Voraussetzung für die erfolgreiche Beobachtung waren hier größere Fernrohre, insbesondere der Aufschwung der Spiegelteleskope, die in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts einen Höhepunkt erlebten. Mitte des 19. Jahrhunderts wurden die Grundlagen für die astrophysikalische Forschung gelegt.

Die Erfindung des Fernrohrs eröffnete einen ganz neuen Himmel, der nicht nur eine größere Anzahl von Sternen bot, sondern der Forschung auch neuartige Objekte präsentierte. Nicht nur die Planetenastronomie wurde völlig verändert, sondern neue Typen von Sternen wurden gefunden: Novae und Veränderliche Sterne; aus diesen Anfängen entwickelte sich ab 1800 die Stellarastronomie. Erste Nebel wurden als interessante astronomische Objekte wahrgenommen; dies verstärkte sich ab Ende des 18. Jahrhunderts als Wilhelm Herschel seine Nebelbeobachtung und Forschung begann. Große Bedeutung bekamen die Nebel erst im 20. Jahrhundert, als man sich der Kosmologie zuwandte. Die Klärung der Natur der Nebel und des Aufbaus des Kosmos gelang ab den 20er Jahren, entschlüsselt durch Hubble und Einstein. Was zunächst als reine Faktensammlung nach der Einführung des Fernrohrs begann, entwickelte sich zu einer ganz veränderten Astronomie und reifte zu einem ganz neuen Bild vom Kosmos.

7.6 Bibliographie

Originaldokumente und Literatur zu Marius siehe am Ende des Bandes, S. 366 ff.

Armitage, Angus: Master Georg Doerffel and the Rise of Cometary Astronomy. In: *Annals of Science* **7** (1951), S. 303–315.

Balbiani, Laura: *La magia naturalis di Giovan Battista della Porta: lingua, cultura e scienza in Europa all'inizio dell'età moderna.* Bern, Wien, Hamburg, New York, Oxford: Peter Lang (IRIS; Bd. 17) 2001.

Bialas, Volker: *Vom Himmelsmythos zum Weltgesetz. Eine Kulturgeschichte der Astronomie.* Wien: Ibers Verlag 1998.

Biagioli, Mario: Picturing Objects in the Making: Scheiner, Galileo and the Discovery of Sunspots. In: Detel, Wolfgang und Claus Zittel (Hg.): *Wissensideale und Wissenskulturen in der frühen Neuzeit.* Berlin: Akademie Verlag 2002, S. 39–96.

Biagioli, Mario: *Galileo's Instruments of Credit: Telescopes, Images, Secrecy.* Chicago: University of Chicago Press 2006.

BOAS, MARIE: *The Scientific Renaissance 1450–1630.* London: Collins (The Rise of Modern Science; 2) 1962. Deutsche Übersetzung: *Die Renaissance der Naturwissenschaften 1450–1630. Das Zeitalter des Kopernikus.* Gütersloh: Sigbert Mohn 1962. Nördlingen: Franz Greno 1988.

BOTT, GERHARD (Hg.): *Focus Behaim Globus.* Teil 1: Aufsätze, Teil 2: Katalog. Bearbeiter: JOHANNES WILLERS; PETER J. BRÄUNLEIN; RENATE HILSENBECK; GRZEGORZ LESZCYNSKI. Nürnberg: Germanisches Nationalmuseum 1992.

BUCK, SUSANNE: *Der geschärfte Blick. Zur Geschichte der Brille und ihrer Verwendung in Deutschland seit 1850.* Dissertation, Philipps-Universität Marburg 2002.

BURGDORF, WOLFGANG: *Ein Weltbild verliert seine Welt: Der Untergang des Alten Reichs und die Generation 1806.* München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag 2006.

DAXECKER, FRANZ: P. Christoph Scheiner und der Galilei-Prozeß. In: *Sammelblatt des Historischen Vereins Ingolstadt* **108** (1999), S. 111–112.

DAXECKER, FRANZ; FRIESS, PETER; HAUB, RITA UND JULIUS OSWALD SJ: *Sonne entdecken. Christoph Scheiner 1575–1650.* Katalog zur Ausstellung. Ingolstadt 2000.

DAXECKER, FRANZ: *Der Physiker und Astronom Christoph Scheiner.* Innsbruck: Universitätsverlag Wagner, 2006.

DAXECKER, FRANZ: Christoph Scheiner und der flüssige Himmel. In: *Acta Historica Astronomiae* **36**, Beiträge zur Astronomiegeschichte 9 (2008), S. 26–36.

DESCARTES, RENÉ: *Discours de la Méthode, Les Météores, La Dioptrique, La Géometrie.* Leiden 1637.

DELSENBACH, JOHANN ADAM: *Nürnbergische Prospecten – Vues de Nuremberg. Nürnberg 1785.* Reprint: Leipzig: Zentralantiquariat der DDR, München: Hugendubel 1986.

DUERBECK, HILMAR W.: New Stars and telescopes: Nova research in the last four centuries. In: *Astronomische Nachrichten* **330** (2009), No. 6, S. 568–573.

FUCHS, FRANZ: Der Aufbau der Astronomie im Deutschen Museum. In: *Deutsches Museum, Abhandlungen und Berichte* **23** (1955), Heft 1.

Der Himmel über Nürnberg. Astronomische Instrumente, Karten, Handschriften, Bücher und grafische Darstellungen, 15.–18. Jahrhundert. Ausstellung im Germanischen Nationalmuseum Nürnberg vom 20.9.–15.10.1968. Nürnberg 1968.

DOPPELMAYR, JOHANN GEORG: *Historische Nachricht Von den Nürnbergischen Mathematicis und Künstlern.* Nürnberg: Peter Conrad Monath 1730. Reprint: Hildesheim: Olms 1972.

DOPPELMAYR, JOHANN GEORG: *Grosser ATLAS Uber die Gantze Welt. ...* Charten ... in Kupfer gebracht und ausgefertigt von Johann Baptist Homann. Nürnberg: Johann Ernst Adelbulner 1731.

Doppelmayr, Johann Georg: *Atlas Coelestis in qvo mvndvs spectabilis et in eodem stellarvm omnium Phoenomena notabilia, circa ipsarum Lumen, Figuram, Faciem, Motum, Eclipses, Occultationes, Transitus, Magnitudines, Distantias, aliaque secvndvm Nic. Copernici et ex parte Tychonis de Brahe Hypothesin. Nostri intuitu, specialiter, respectu vero ad apparentias planetarum indagatu possibiles e planetis primariis, et e luna habito, generaliter e celeberrimorum astronomorum observationibus graphice descripta exhibentur, cum tabulis majoribus XXX.* Nürnberg: Homanns Erben 1742.

Drake, Stillman and C. D. O'Malley: *The Controversy on the Comets of 1618.* Philadelphia: University of Pennsylvania Press 1960.

Dürer, Albrecht: *Vnderweysung der messung / mit dem zirckel vn richtscheyt / in Linien ebnen unnd gantzen corporen.* Nürnberg 1525. Reprint: Nördlingen: Verlag Dr. Alfons Uhl 1983.

Dupré, Sven: Ausonio's Mirrors and Galilei's Lenses: the Telescope and Sixteenth-Century Practical Optical Knowledge. In: *Galilaeana* **2** (2005), S. 145–180.

Favaro, Antonio (ed.): *Le Opere di Galileo Galilei: Edizione Nazionale sotto gli auspici di Sua Maestà il Re d'Italia.* 21 Vols. Florenz: Barbera 1890–1909.

Folkerts, Menso: Johannes Praetorius (1537–1616) – ein bedeutender Mathematiker und Astronom des 16. Jahrhunderts. In: Dauben, J. W. et al. (ed.): *History of Mathematics: States of the Art. Flores quadrivii – Studies in Honor of Christoph J. Scriba.* San Diego: Academic Press 1996, S. 149–169.

Forbes, Eric Gray: Das Eimmartsche Observatorium zu Nürnberg (1691–1757). In: *Sterne und Weltraum* **12** (1970), S. 311–315.

Gaab, Hans: Johann Gabriel Doppelmayr (1677–1750). In: Dick, Wolfgang R. und Jürgen Hamel (Hg.): *Beiträge zur Astronomiegeschichte* **4**. Frankfurt am Main: Harri Deutsch 2001, S. 46–99.

Gaab, Hans: Die Eimmart-Sternwarte in Nürnberg. In: Wolfschmidt 2010, S. 212 / 213–233.

Geissendörfer, Paul und Daniela Nieden (Hg.): *Münster Heilsbronn. Ein Zisterzienserkloster in Franken.* Heilsbronn: Schulist Verlag 2000, Lindenberg: Kunstverlag Josef Fink (2. Auflage) 2003.

Gerstl, Doris: *Drucke des höfischen Barock in Schweden. Der Stockholmer Hofmaler David Klöcker von Ehrenstrahl und die Nürnberger Stecher Georg Christoph Eimmart und Jacob von Sandrart.* Berlin: Gebr. Mann 2000.

Gingerich, Owen und Albert van Helden: From Occhiale to Printed Page: The Making of Galileo's Sidereus Nuncius. In: *Journal for the History of Astronomy* **34** (2003), S. 251–267.

Goercke, Ernst: Christoph Scheiners Mondkarte und die frühe Selenographie. In: *Die Sterne* **64** (1988), Heft 4, S. 229–236.

Goercke, Ernst: *Die Jesuiten in Ingolstadt.* Katalog zur Ausstellung. Ingolstadt 1991.

HAMEL, JÜRGEN UND INGE KEIL (Hg.): *Der Meister und die Fernrohre: Das Wechselspiel zwischen Astronomie und Optik in der Geschichte: Festschrift zum 85. Geburtstag von Rolf Riekher.* Frankfurt am Main: Verlag Harri Deutsch (Acta Historica Astronomiae; Vol. 33) 2007.

HARTL, GERHARD: Ein astronomisches Fernrohr, zugeschrieben Simon Marius. In: *Meisterwerke aus dem Deutschen Museum*, Band IV. München 2002, S. 52–55.

HARTL, GERHARD UND CHRISTIAN SICKA: Komposition oder Abbild? Die Darstellung des Nachthimmels in Adam Elsheimers Flucht nach Ägypten – eine naturwissenschaftlich-kritische Betrachtung. In: BAUMSTARK, REINHOLD (Hg.): *Von Neuen Sternen, Adam Elsheimers Flucht nach Ägypten.* München, Köln: DuMont 2005, S. 106–126.

HARTMANN, JOHANNES: Die ältesten deutschen astronomischen Instrumente. In: *Zeitschrift für Instrumentenkunde* **40** (1920), S. 221–235.

HELDEN, ALBERT VAN: Galileo and Scheiner on Sunspots: A Case Study in the Visual Language of Astronomy. In: *Proceedings of the American Philosophical Society* **140** (1996), S. 358–396.

HELDEN, ALBERT VAN: The Invention of the Telescope. In: *Transactions of the American Philosophical Society* **67** (1977), Pt. 4. Nachdruck: The American Philosophical Society Philadelphia (2008).

HERBST, KLAUS-DIETER: Galilei's astronomical discoveries using the telescope and their evaluation found in a writing-calendar from 1611. In: *Astronomische Nachrichten* **330** (2009), No. 6, S. 536–539.

HOCKER, JOHANN LUDWIG: *Hailsbronnischer Antiquitäten-Schatz, derer uralten Burggrafen von Nürnberg, der Chur-Fürsten und Markgrafen von Brandenburg Grabstätte, Wappen und Gedächtniß-Schriften[...] in der vormaligen Closterkirche zu Hailbronn, ...* Ansbach: Lüders und Nürnberg: P. C. Monath 1731–1739. Neudruck: Neustadt an der Aisch 2004.

KLEMM, HANS G.: *Georg Hartmann – Aspekte seiner Lebens- und Schaffensgeschichte.* Forchheim: Jahresbericht Ehrenbürg-Gymnasium 1987/88.

KOLB, PETER: *Caput bonae spei hodiernum, das ist: Vollständige Beschreibung des afrikanischen Vorgebürges der Guten Hoffnung.* Nürnberg 1719.

KNORRE, MARTIN: *Lectori Benevolo S. & O.D. Martinus Knorre, Mathematum inferiorem Professor Publicus.* Wittenberg: Matthäus Henckel 1689 [Sächsische Landes- und Universitätsbibliothek Dresden: Biogr. Erud. C. 306, 24]. Online: `http://www.vd17.de`.

KREMER, RICHARD: War Bernhard Walther, Nürnberger astronomischer Beobachter des 15. Jahrhunderts, auch ein Theoretiker? In: WOLFSCHMIDT 2010, S. 156/157–183.

KUISLE, ANITA: *Brillen – Gläser, Fassungen, Herstellung.* München: Deutsches Museum 1985.

KUISLE, ANITA: Von Lesesteinen, Nasenquetschern und Scherenbrillen. Ein kurzer Gang durch die Geschichte der Augengläser. In: *Gefaßten Blicks, Brillentragen*

und Brillendesign in der Nachkriegszeit. Katalog zur gleichnamigen Wanderausstellung des Westfälischen Museumsamtes. Münster 1992, S. 4.

Learner, Richard: *Astronomy through the Telescope.* London: Harrow House 1981. Deutsche Übersetzung: *Das Teleskop. Die Geschichte der Astronomie seit Galilei.* München: Christian Verlag 1982.

Littrow, Joseph Johann: *Populäre Astronomie, Band 1 und 2.* Wien: J. G. Heubner 1825.

Lübke, Anton: Nikolaus von Kues. In: *Sterne und Weltraum* (1964), S. 100–104.

Mackensen, Ludolf von; Bertele, Hans von und John H. Leopold: *Die erste Sternwarte Europas mit ihren Instrumenten und Uhren. 400 Jahre Jost Bürgi in Kassel.* München 1979, 2. Aufl. 1982.

Mett, Rudolf: *Regiomontanus – Wegbereiter des neuen Weltbildes.* Leipzig: Teubner (Einblicke in die Wissenschaft) 1996.

Mitchell, W. M.: The History of the Discovery of the Solar Spots. In: *Popular Astronomy* **24** (1916), S. 149–162, Plate V, S. 151.

Moyer, G.: Aloisius Lilius and the 'Compendium novae rationis restituendi kalendarium'. In: Coyne, G. V. (ed.): *The Gregorian Reform of the Calendar: Proceedings of the Vatican conference to commemorate its 400th anniversary.* Vatican City: Specola Vaticana 1983, S. 171–188.

Pilz, Kurt: *600 Jahre Astronomie in Nürnberg.* Nürnberg: Verlag Hans Carl 1977.

Reeves, Eileen Adair: *Galileo's Glassworks: The Telescope and the Mirror.* Cambridge, Mass.: Harvard University Press 2008.

Reeves, Eileen Adair und Albert van Helden: *Galileo and Scheiner on Sunspots, 1611–1613.* Chicago: Chicago University Press 2009.

Riekher, Rolf: *Fernrohre und ihre Meister.* Berlin: Verlag Technik (2. stark bearbeitete Auflage) 1990.

Röttel, Karl (Hg.): *Peter Apian – Astronomie, Kosmographie und Mathematik am Beginn der Neuzeit mit Ausstellungskatalog.* Buxheim bei Ingolstadt / Eichstätt: Polygon-Verlag 1995.

Roloff, Eckart: Christoph Scheiner: Galileis Gegner im Bann der Sonne und ihrer unmöglichen Flecken. In: Roloff, Eckart: *Göttliche Geistesblitze. Pfarrer und Priester als Erfinder und Entdecker.* Weinheim: Verlag Wiley-VCH 2010.

Rosen, Edward: *The Naming of the Telescope.* New York: Henry Schuman 1947. `http://homepages.tscnet.com/omard1/jportat3b.html`.

Rossi, Frank: *Brillen. Vom Leseglas zum modischen Accessoire.* München: Callwey 1989.

Samhaber, Friedrich: *Höhepunkte mittelalterlicher Astronomie. Georg von Peuerbach und die Folgen.* Peuerbach 2000.

Schedel, Hartmann: *Registrum huius operis Libri cronicarum cu[m] figuris et ymagibus ab initio mu[n]di.* Nürnberg: Anton Koberger 1493. Nachdruck: Ostfildern: Quantum Books 2002.

SCHEDEL, HARTMANN: *Register des Buchs der Croniken und geschichten mit figuren und pildnussen von anbeginn der welt bis auf dise unnsere Zeit.* Durch Georgium Alten ... in diss Teutsch gebracht. Nürnberg: Anton Koberger 1493. Nachdruck: *Buch der Chroniken.* Meersburg: F. W. Hendel Verlag 1933. Nachdruck: München: Reprint-Verlag Kölbl 1991.

SCHEMMEL, MATTHIAS: *The English Galileo: Thomas Harriot's Work on Motion as an Example of Preclassical Mechanics.* Dordrecht, New York, NY: Springer 2008.

SCHÖNER, JOHANN: *Scripta clarissimi mathematici M. Joannis Regiomontani, de Torqueto, Astrolabii armillari, Regula magna Ptolemaica, Baculoque Astronomico, et Observationibus Cometarum, aucta necessariis Joannis Schoneri Carolostadij additionibus. Item Libellus M. Georgij Purbachij de Quadrato Geometrico.* Nürnberg: Joh. Montanus & U. Neuber 1544.

SHIRLEY, J. W.: *Thomas Harriot: a biography.* Oxford: Oxford University Press 1983.

SPINDLER, M. UND A. KRAUS: *Geschichte Frankens bis zum Ausgang des 18. Jahrhunderts.* München 1997.

STRANO, GIORGIO: Galileo's Shopping List: An Overlooked Document about Early Telescope Making. In: *From Earth-Bound to Satellite: Telescopes, Skills and Networks.* Edited by ALISON D. MORRISON-LOW, SVEN DUPRÉ, STEPHEN JOHNSTON AND GIORGIO STRANO. Second Volume of the Series *Scientific Instruments and Collections: Studies Published under the Auspices of the Scientific Instrument Commission.* Leiden, Boston: Brill 2012, p. 1–19.

TRIER, FRIEDRICH H. UND KARSTEN GAULKE: Das Luftfernrohr von Guiseppe Campani im Astronomisch-Physikalischen Kabinett der Museumslandschaft Hessen Kassel. In: HAMEL / KEIL 2007, S. 185–202.

WATTENBERG, DIEDRICH: Astronomische Instrumente. In: *Regiomontanus-Studien.* Wien 1980.

WILLACH, ROLF: Schyrl de Rheita und die Verbesserung des Linsenfernrohres Mitte des 17. Jahrhunderts. In: *Sterne und Weltraum* **34** (1995) S. 102–110 und S. 186–192.

WILLACH, ROLF: Der lange Weg zur Erfindung des Fernrohrs. In: HAMEL/KEIL 2007, S. 34–126.

WILLERS, JOHANNES; HOLZAMER, KARIN: *Schätze der Astronomie. Arabische und deutsche Instrumente aus dem Germanischen Nationalmuseum.* Nürnberg: Germanisches Nationalmuseum 1983.

WILLERS, JOHANNES; BRÄUNLEIN, PETER J.; HILSENBECK, RENATE; LESZCYNSKI, GRZEGORZ: *Focus Behaim Globus. Teil 1: Aufsätze, Teil 2: Katalog.* Hrsg. von GERHARD BOTT. Ausstellung im Germanischen Nationalmuseum, 2. Dezember 1992 bis 28. Februar 1993. Nürnberg: Germanisches Nationalmuseum 1992.

WOLFSCHMIDT, AUGUST: *Magister Peter Kolb. Ein Forscher und Lehrer aus Franken.* Neustadt an der Aisch 1978.

Wolfschmidt, Gudrun: *Astronomie im frühen Buchdruck. (Katalog zur Ausstellung der Staatsbibliothek in Bamberg vom 1. Sept. bis 1. Okt. 1977).* Veröffentlichung der Dr. Remeis-Sternwarte Bamberg, Band XII, Nr. 128, Bamberg 1977, S. 1–96.

Wolfschmidt, Gudrun: Johann Schöner – ein fränkischer Geograph und Astronom. In: *Sterne und Weltraum* **17** (1978), S. 86–90.

Wolfschmidt, Gudrun: *Die Bedeutung der Mädlerschen Mondkarten in der Entwicklung der Mondtopographie.* München: Oldenbourg Verlag (Deutsches Museum – Wissenschaftliches Jahrbuch 1990, Abhandlungen und Berichte; Neue Folge, Band 7) 1990, S. 132–154.

Wolfschmidt, Gudrun (Hg.): *Nicolaus Copernicus (1473–1543) – Revolutionär wider Willen.* Begleitbuch und Katalog zur Ausstellung im Zeiss Großplanetarium in Berlin, Juli bis Oktober 1994. Stuttgart: GNT-Verlag 1994.

Wolfschmidt, Gudrun: *Milchstraße Nebel Galaxien – Strukturen im Kosmos von Herschel bis Hubble.* München: Deutsches Museum (Abhandlungen und Berichte; Neue Folge, Band 11) München: Oldenbourg-Verlag 1995.

Wolfschmidt, Gudrun: Die Entwicklung des Teleskops. In: *Europas neue Teleskope. Vorstoß in die Tiefe der Zeit.* In: *Sterne und Weltraum Special* **3** (2003), S. 14–27.

Wolfschmidt, Gudrun: *„Sterne weisen den Weg" – Geschichte der Navigation.* Katalog zur Ausstellung 2008–2011 in Hamburg und Nürnberg. Norderstedt bei Hamburg: Books on Demand (Nuncius Hamburgensis; Bd. 15 (2009).

Wolfschmidt, Gudrun (Hg.): *Astronomie in Nürnberg – anläßlich des 500. Todestages von Bernhard Walther (1430–1504) im Juni 2004 und des 300. Todestages von Georg Christoph Eimmart (1638–1705) am 5. Januar 2005.* Hamburg: tredition science (Nuncius Hamburgensis; Bd. 3) 2010.

Zinner, Ernst: *Geschichte und Bibliographie der astronomischen Literatur in Deutschland zur Zeit der Renaissance.* Leipzig 1941, Stuttgart: Anton Hiersemann 2. Auflage 1964.

Zinner, Ernst: *Leben und Wirken des Joh. Müller von Königsberg, genannt Regiomontanus.* München: C. H. Beck 1938 (Schriften zur bayerischen Landesgeschichte Bd. 31). Nachdruck: Osnabrück: O. Zeller (Milliaria Bd. 10,1) 2. Aufl. 1968.

Zinner, Ernst: *Regiomontanus: His life and work.* Translated by Ezra Brown. Amsterdam, New York, Oxford, Tokio (Studies in the history and philosophy of mathematics; 1) 1990.

Zinner, Ernst: *Deutsche und niederländische Instrumente des 11.–18. Jahrhunderts.* München: C. H. Beck 1956, 2. Aufl. 1967, Nachdruck 1979.