

Artikelauszug aus

Simon Marius und seine Forschung

Hans Gaab und Pierre Leich (Hrsg.)

= *Acta Historica Astronomiae*, Band 57,
hrsg. v. Wolfgang Dick und Jürgen Hamel

Zugleich: Nr. 6 der *Schriftenreihe der
Nürnberger Astronomischen Gesellschaft*

Zugleich: Bd. 1 der *Edition Simon Marius*
Akademische Verlagsanstalt: Leipzig 2016

ISBN 978-3-944913-49-0, Preis: 34 €

Sammelband zur Tagung „Simon Marius und seine Zeit“,
Nicolaus-Copernicus-Planetarium Nürnberg, 20. September 2014

Marius-Portal

Simon Marius Gesellschaft e.V., Herausgeber: Pierre Leich

www.simon-marius.net, 01.01.2017

Im Zentrum des Weltsystemstreits – Simon Marius als Tychoniker

Pierre Leich, Nürnberg

Das frühe 17. Jahrhundert war im Hinblick auf die Vielfalt astronomischer Weltsysteme das fruchtbarste Zeitalter diskutabler Modelle und beteiligter Astronomen. Beim unweigerlichen Vergleich mit Galilei muss man aus heutiger Sicht feststellen, dass der markgräfliche Hofastronom Simon Marius ein falsches Modell vertrat. Dieser Beitrag will verdeutlichen, dass erstens ein wissenschaftlich korrekter Beweis für den Heliozentrismus noch nicht gelungen war und zweitens die Argumente von Marius durchaus an den empirischen Befunden orientiert waren. In manchen Bereichen wollte man ihm sogar zurufen, einzelne Beobachtungen nicht zu „wörtlich“ zu nehmen. Eine Untersuchung seiner Forschung dient nicht nur einer seriösen Einordnung des unterschätzten Astronomen, sondern fördert auch das Verständnis, wie die Weltsysteme verhandelt wurden und wie gesicherte Erkenntnis voranschreitet.

The early 17th century had a great diversity of astronomical world systems and involved astronomers discussing the models. Having nowadays the comparison with Galilei one cannot avoid noticing that the Margravian astronomer Simon Marius held the wrong position. This article will show firstly, that a reliable scientific proof for heliocentrism had not yet been accomplished and second, that the arguments of Marius were in good accordance to empirical observations. In some areas, one would even like to call on him, not to take individual observations too “literally”. An examination of his research is not only a serious classification of an underestimating astronomer, but also promotes an understanding of how the world systems were negotiated and how certain knowledge is making progress.

Nach der Vorstellung des Teleskops¹ Ende September 1608 am Hof von Prinz Moritz von Nassau (Prins Maurits van Oranje, 1567–1625) direkt vor einer Frie-

¹ Über die Vorstellung berichtet die Nachricht „Ambassades du Roy de Siam envoyé à l'Excellence du Prince Maurice, arrivé à La Haye le 10 Septemb. 1608“, vermutlich Paris 1608, nachgedruckt im November in Lyon, Bl. B1^r-B2^r (Faksimile-Reprint in Stillman Drake 1976 und Huib J. Zuider-

deniskonferenz in den Niederlanden breitete sich die Nachricht der neuen Erfindung über diplomatische Post, Nuntiatoren und Kaufleute rasch über ganz Europa aus und bis April 1609 dürften der französische König Henry IV., sein Premierminister Duke von Sully, Erzherzog Albert VII. von Österreich und Papst Paul V. ein Exemplar erhalten haben.²

Der 1573 in Gunzenhausen geborene Simon Mayr, der sich Marius nannte und seit 1606 in Ansbach Hofmathematicus war, dürfte der erste Berufsastronom außerhalb der Niederlande gewesen sein, der Kenntnis vom Teleskop erlangte. Schon kurz vor der Präsentation in Den Haag besuchte sein Förderer, Hans Philipp Fuchs von Bimbach (um 1567–1626), die Frankfurter Michaelismesse, deren Geschäftswoche, in der sich der Hauptverkehr abspielte, am Montag dem 12./22. September 1608 begann.³ Fuchs von Bimbach war der einflussreichste Beamte am Ansbacher Hof, bevor er 1616 in kaiserliche Dienste wechselte und 1626 als General-Oberst in der Armee des Dänenkönigs Christian IV. in der Schlacht bei Lutter am Barenberge fiel. Von den mathematischen Arbeiten von Marius versprach er sich Hilfestellung beim Militär, etwa für die Vermessungslehre, und war natürlich an Erfindungen solcher Art höchst interessiert. In Frankfurt wurde ihm durch Vermittlung eines ihm bekannten Kaufmanns ein Fernrohr angeboten. Eine Linse hatte jedoch einen Sprung, der geforderte Preis war hoch und ein Kauf kam nicht zustande. Die Nachricht erreichte aber dadurch Ansbach, wo Fuchs von Bimbach mit Marius einen Nachbau versuchte.

Diesen Bericht verdanken wir Marius selbst, der in seinem Hauptwerk *Mundus Iovialis* von 1614 im Vorwort von der Begegnung in Frankfurt und den anschließenden Anstrengungen in Franken berichtet.⁴ An der Wahrhaftigkeit braucht nicht gezweifelt werden, korrespondiert dieses Zeugnis doch mit dem mutmaßlichen Grund, weswegen die Niederländischen Generalstaaten den Brillenmachern Hans Lipperhey (um 1570–1619) und Jacob Adriaensz Metius (1571–um 1630) ein Patent verweigerten: Im Oktober 1608 konnte von einer Exklusivität nicht mehr die Rede sein und offensichtlich war das Wissen um die Herstellung bereits verbreitet. So beanspruchte noch eine dritte, nicht namentlich bekannte Person, Teleskope herstellen zu können.

Die Identität des Anbieters auf der Frankfurter Herbstmesse ist nicht überliefert, doch zu Jacob Metius besteht ein denkbarer Zusammenhang.⁵ Sein Bruder

vaart/Henk Zoomers 2008). Dort wurde bereits auf den Nutzen für die Astronomie hingewiesen, weil Sterne, die normalerweise nicht sichtbar sind, mit diesem Instrument gesehen werden können.

² Einen guten Überblick liefert Sluiter 1997.

³ Näheres zur Datierung sowie zu Fuchs von Bimbach siehe den Beitrag von Dick im vorliegenden Band.

⁴ [4.1], Bl.)(2^{r-v}; [4.2], S. 37, 39; angegeben wird zunächst die Originalpaginierung der Ausgabe Nürnberg 1614, dann die Neuaufgabe mit der Übersetzung von Joachim Schlör, Gunzenhausen 1988.

⁵ Ich verdanke diesen Hinweis wie auch die folgenden Bezüge zu Leiden, Delft und Franeker Huib J. Zuidervart. Zur Identität des Anbieters siehe Arjen F.B. Dijkstra 2012, S. 137.

Adriaan (1571–1635) hatte 1608 eine Ausgabe seines einige Jahre vorher erstellten Buches *Institutionum astronomicarum* für die internationale Verbreitung vorbereitet. Für den deutschen Markt war die Frankfurter Messe der wichtigste Umschlagsort und Adriaan ließ sich bei Publikationen von seinen Brüdern unterstützen. Es ist daher möglich, dass Jacob Metius auf der Herbstmesse war, um das Werk von Adriaan zu promoten. Diese Argumentation wird unterstützt von der Tatsache, dass Marius im *Mundus Iovialis* berichtet, der ‚Belgier‘ habe das Instrument nicht nur als Handelsgut angeboten, sondern „entwickelt“.⁶

Trotz seiner exzellenten europaweiten Kontakte behauptete Galilei (1564–1642), ihn habe das Gerücht dieses Augenglases erst etwa Mitte Mai 1609 erreicht. Das wäre über ein halbes Jahr nach Marius. Nachdem Ende Juli 1609 in Padua ein Händler mit einem Instrument auftauchte, gelang Galilei aber rasch ein Nachbau und er konnte Leonardo Donato, dem Dogen von Venedig, bereits am 24. August 1609 auf dem Campanile von San Marco ein Instrument mit achtfacher Vergrößerung vorführen.

Dagegen kamen die Bemühungen in Franken zunächst nicht voran. Marius berichtet, wie Fuchs von Bimbach mit Kreide eine konkave und eine konvexe Linse auf den Tisch zeichnete und beide mit gewöhnlichen Brillengläsern herausfanden, „daß es mit der Sache seine Richtigkeit habe“.⁷ Mit Hilfe eines Gipsabdrucks beauftragte Fuchs von Bimbach Nürnberger Linsenmacher, exakte Gläser zu fertigen, doch dort mangelte es laut Marius am geeigneten Werkzeug und der wahren Herstellungsmethode.⁸ So dauerte es bis zum Sommer 1609, bis Marius ein belgisches Fernrohr in den Händen halten konnte.

In der Zwischenzeit hatte nämlich der Leidener Mathematikprofessor Rudolph Snel (1546–1613) – der Vater von Willebrord van Roijen Snel, der 1621 das Brechungsgesetz fand – in einer seiner Vorlesungen ein Teleskop demonstriert und auch Studenten konnten Instrumente erhalten.⁹ Einer dieser Studenten könnte der in Frankfurt geborene Adam Valentin Fuchs von Bimbach gewesen sein, der sich am 20. Juni 1609 an der Universität Leiden immatrikulierte, bevor er am 2. November nach Franeker wechselte und dort bis 1610 nachweisbar ist.¹⁰ Damit eröffnet sich eine mögliche Verbindung, wie Hans Philipp Fuchs von Bimbach Zugriff auf ein Fernrohr erhalten haben kann und aus welcher Quelle es stammen könnte. Entsprechend den Erinnerungen von Snels Studenten Théodo-

⁶ „Qui excogitarit instrumentum quoddam“, Bl.)(2; S. 37. Demgegenüber argumentiert Dick in diesem Band, dass der ‚Belgier‘ wahrscheinlich bis gegen Ende der Messe in Frankfurt blieb und kaum bis zum Patentantrag Mitte Oktober in die Niederlande zurückgereist sein könnte. Da die letzte Messewoche in der Regel dem Restverkauf an die meist ländliche Kleinkundschaft diene, erscheint mir dieses Argument für Anbieter astronomischer Literatur jedoch nicht zwingend.

⁷ [4.1], Bl.)(2ⁿ; [4.2], S. 39.

⁸ „instrumentis idoneis & veram conficiendi ratione“, [4.1], Bl.)(2^v)

⁹ Vgl. Zuidervaart/Rijks 2015: S. 58–60.

¹⁰ Dijkstra 2012, S. 138.

re Deschamps kam das Teleskop, das Snel in seiner Vorlesung gezeigt hatte, von einem „Lunetier de Delft“ und es liegt nahe, dass auch weitere Instrumente aus Delft kamen. Der einzige Optiker in Delft wiederum war zu dieser Zeit Evert Harmansz, der später den Familiennamen Steenwijck annahm.¹¹ Damit dürfte Harmansz auch der Hersteller der Instrumente von Johannes Fabricius gewesen sein, der sich im Dezember 1609 an der Universität Leiden immatrikulierte und bei Willebrord Snel studierte.¹²

Sollte Fuchs von Bimbachs Verwandter schon vor seinem Weggang von Leiden Kontakte nach Franeker gehabt haben, so wäre allerdings auch die Verbindung über Adriaen Metius denkbar. Dieser war Mathematikprofessor an der Universiteit van Franeker, der nach Leiden zweitältesten Universität der Niederlande. Mit seinem Bruder Jacob Metius aus Alkmaar sind wir wieder bei einem der Erfinder des Teleskops angelangt.

Im Herbst 1609 überließ Fuchs von Bimbach dem Ansbacher Hofastronomen sein Fernrohr: „Manchmal durfte ich es mit nach Hause nehmen, besonders um das Ende des November; dort betrachtete ich gewöhnlich in meiner Sternwarte die Sterne.“¹³ Da zu den Aufgaben des markgräflichen Hofmathematicus neben Astronomie und Astrologie auch die Tätigkeit als Arzt und das Erstellen von Kalendern gehörte, wusste Marius um die gute Beobachtbarkeit von Jupiter zur Jahreswende 1609/10 und hatte die Jupiteropposition in seinem *Schreibkalender auf 1609*¹⁴ angekündigt. Mit der größten Erdnähe am 6. und der Oppositionsstellung am 8. Dezember war der Planet besonders hell, um die Wintersonnwende war er besonders lange sichtbar und seit Beginn der Rückläufigkeit am 9. Oktober hob er sich besonders gut vom Fixsternhimmel ab, indem er scheinbar gegen die Richtung der Sterne lief.

Vermutlich hat Marius seine Beobachtungen des Jupitersystems tatsächlich einen Monat vor Galilei begonnen, doch dies lässt sich aus unabhängigen Quellen nicht belegen und ist ohnehin mühselig, insoweit Galilei seine Priorität durch die frühe Publikation im März 1610 zweifelsfrei gesichert hat.

Sensationelle Beobachtungen

Im *Sidereus Nuncius* beschreibt Galilei, wie er am 7. Januar 1610 um den Jupiter drei Pünktchen sah, die er zunächst für Fixsterne hielt. Sie setzten ihn „dennoch

¹¹ Zuidervaart 2012.

¹² Zuidervaart/Rijks 2015, S. 60.

¹³ [4.1], Bl.)(2^e; [4.2], S. 39.

¹⁴ Marius hatte sich nur um wenige Stunden verrechnet. ♀♂ unter 27.11/07.12.1609 in *Alter vnd Newer SchreibCalender*, Bl. B3^e; in *Newer vnd Alter SchreibCalender*, Bl. B4^e. Korrekt wäre 08.12.1609, greg., 01:35 UT.

in einiges Erstaunen, weil sie auf einer vollkommen geraden Linie parallel zur Ekliptik zu liegen und heller als die übrigen Sterne gleicher Größe zu glänzen schienen.“¹⁵ Als in der kommenden Nacht Jupiter östlich der Sternchen stand, hielt er es noch für möglich, dass es gewöhnliche Sterne waren und Jupiter rechtläufig war, obwohl die astronomischen Tafeln bereits die rückläufige Schleifenbewegung voraussagten. Doch bald wurde ihm klar, dass er eine Sensation entdeckt hatte, die ihn weltberühmt machen würde, wenn er sie nur als Erster veröffentlichen könnte. Sofort begann er noch in seinem Tagebuch Anweisungen an den Holzschneider zu notieren und sprang vom Italienischen ins Lateinische – die Sprache der internationalen Wissenschaft.¹⁶

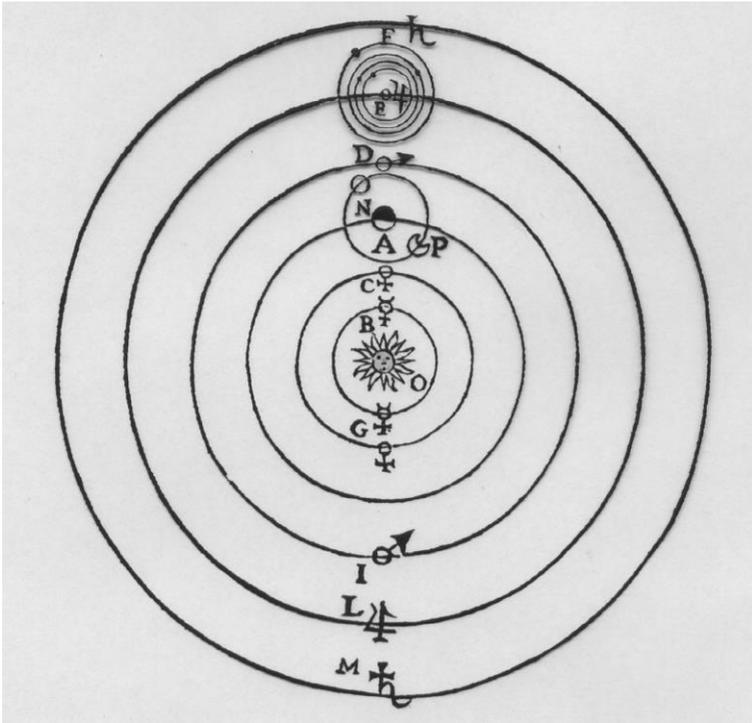


Bild 1. Das copernicanische Weltsystem mit Erdmond und vier Jupitermonden; aus Galileo Galilei, *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo, Tolemaico e Copernicano*, Firenze 1632, S. 320; Staats- und Stadtbibliothek Augsburg, Signatur 4 Math 207

¹⁵ Galilei 1980, S. 111 (nach der deutschen Übersetzung von Hans Blumenberg).

¹⁶ Eine Übersetzung der ersten Beobachtungen (I Pianeti Medicei, Osservazioni 7 Gennaio 1610–29 Maggio 1613) findet sich als Anhang von Leich 2012, S. 192f.

Marius begann seine Aufzeichnungen der Jupitermonde nach eigener Aussage am 29. Dezember 1609, julianischen Datums, also einen Tag nach Galilei, der seine Angaben bereits im neuen Stil vornahm, da Papst Gregor XIII. im Jahr 1582 eine Kalenderreform in Kraft gesetzt hatte, die in den protestantischen Ländern allerdings lange nicht anerkannt wurde. Die verschiedenen Datierungen haben in der modernen Literatur gelegentlich zu Verwirrung geführt, im 17. Jahrhundert waren sie geläufig und die Schreibkalender von Marius sind stets mit Spalten für den alten und den neuen Kalender ausgeführt.

Leider versäumte Marius eine frühzeitige Mitteilung und spricht im Druck erstmals im *Prognosticon auf 1612* (Widmung vom 1. März 1611) über seine teleskopischen Beobachtungen. Er teilt mit, dass er mit dem Fernrohr die Milchstraße und die Nebel als eine Ansammlung unzähliger Sterne erkannt hat. Beobachtungen am Mond und den Jupitermonden deutet er nur an. In der Widmung vom 30. Juni 1612 im *Prognosticon auf 1613* erwähnt Marius Sonnenflecken und teilt Distanzen und Umlaufzeiten der Jupitermonde mit. Im *Prognosticon auf 1614* (Widmung 16. Mai 1613) präzisiert er seine Beobachtungen, die er dann 1614 im *Mundus Iovialis* ausführlich vorstellt.

Marius beobachtete auch die Sonne mit Hilfe des Teleskops, wengleich er hier nicht zu den Ersten gehörte. Bereits im Dezember 1610 begann der Engländer Thomas Harriot (1560–1621) mit 199 Fleckenzeichnungen und auch Johann Fabricius (1587–1616) sah in Ostfriesland dunkle Flecken auf der Sonne, deren Rotationsdauer er ab März 1611 mit seinem Vater David Fabricius (1564–1617) ermittelte.¹⁷ Im gleichen Monat begannen Christoph Scheiner (1573–1650) und sein Schüler Johann Baptist Cysat (1586–1657) in Ingolstadt ihre Sonnenbeobachtungen. Simon Marius ließ sich nach eigener Aussage¹⁸ die Technik von Ahasver Schmidner zeigen, verbesserte diese und beobachtete seit August 1611 Sonnenflecken, die er für Schlacke hielt, die beim Sonnenbrand entstünden und von Zeit zu Zeit von der Sonnenoberfläche in Form von Kometen abfallen. Er fand im November 1611, dass die Bewegung der Sonnenflecken und damit die Äquatorialebene der Sonne zur Ekliptik geneigt ist, und stellte 1619 eine Periodizität von Sonnenflecken in den Raum.¹⁹

Die systematisch besonders wichtigen Venusphasen beobachtete Marius seit Winter 1610 auf 1611, also ein viertel Jahr nach Galilei, der kurz nach seiner Ankunft in Florenz im Oktober 1610 mit Venusbeobachtungen begann und diese Erscheinung am 11. Dezember 1610 seinem Freund und Korrespondenten Giuliano de Medici (1574–1636) in Prag durch ein Buchstabenrätsel zur Kenntnis brachte, für das er einige Wochen später die Entzifferung gab: *Cynthiae figuras*

¹⁷ Im Juni 1611 erschien von Johann Fabricius in Wittenberg *De Maculis in Sole observatis et apparente earum cum Sole conversione narratio* als erste Publikation zu Sonnenflecken.

¹⁸ *Prog. 1613*, Bl. A4^v.

¹⁹ Vgl. den Beitrag von Neuhäuser und Neuhäuser im vorliegenden Band.

aemulatur mater amorum²⁰ (Die Mutter der Liebe eifert den Gestalten der Cynthia nach). Die „Mutter der Liebe“ steht ersichtlich für Venus und Cynthia ist ein Beinamen der griechischen Mondgöttin Artemis, wodurch der Effekt klar angesprochen ist. In *Il Saggiatore* hat Galilei 1623 Illustrationen der Venusphasen veröffentlicht.

Marius berichtet in einem verlorenen Brief an Nikolaus von Vicke, über den dieser am 6. Juli 1611 (jul.) Johannes Kepler wortwörtlich in Kenntnis setzt:

„Drittens werde ich beweisen, daß Venus nicht anders [als der Mond] von der Sonne beleuchtet wird und daß sie gehörnt und halb wird, wie sie vom Ende des vorigen Jahres an bis in den April des jetzigen von mir mit Hilfe des belgischen Perspicills vielmals und aufs sorgfältigste beobachtet und gesehen worden ist.“²¹ (Bild 2)

Schon in der Widmung vom 1. März 1611 des *Prognosticon auf 1612* gibt sich Marius überzeugt:²²

Daß also gar kein zweiffel mehr ist / denn das Venus von der Sonnen erleuchtet wird / wie der Mond / Welcher Meinung wol etliche auß den Alten gewesen / aber nie von keinem mit Augen gesehen worden.

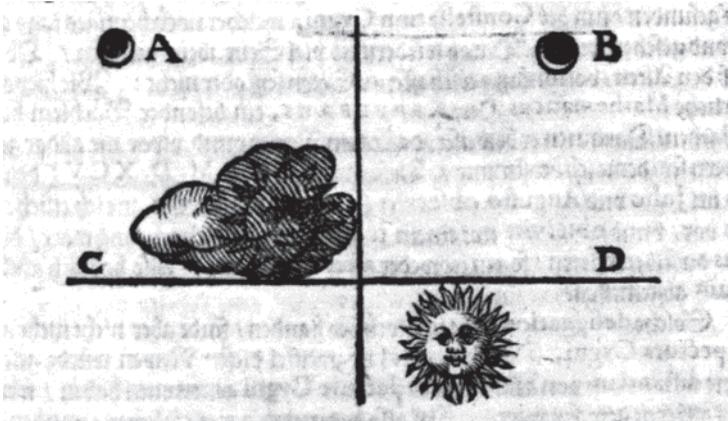


Bild 2. Im *Prognosticon auf 1612* (A3^r) erklärt Marius die Venusphasen: links 5. Februar 1611 abends, rechts 25., 26. und 27. Februar 1611 morgens, CD Horizont, C Occidentalem, D Orientalem; Staatsarchiv Nürnberg, Fürstentum Brandenburg-Ansbach, Staats- und Schreibkalender (129), Nr. 274

²⁰ Galilei 11 (1966), S. 12 (S. 11–12, Dokument 451).

²¹ Kepler 16 (1954), S. 383; zitiert ist die deutsche Übersetzung von Wohlwill 1926/1969, S. 380.

²² *Prog. 1612*, Bl. A3^r.

Die Venusbeobachtungen von Galilei und Marius macht im Druck erstmals Kepler im Vorwort zur *Dioptrice* (1611) bekannt, wobei er Galilei die Priorität zuerkennt.²³ Galilei publizierte seine Entdeckung in der Einleitung seines *Discorso al Serenissimo D. Cosimo II. Gran Duca di Toscana intorno alle cose, che stanno in sù l'aqua, ò che in quella si muovano*, Firenze von 1612. Die erste grafische Darstellung gibt Marius bereits im *Prognosticon auf 1612*.²⁴ Dort findet sich auch die erste grafische Darstellung der Jupitermonde mit ihren Bahnen.²⁵ Kepler veröffentlicht 1620 eine Illustration der Venusphasen in *Epitome Astronomiae Copernicanae*.²⁶

Im Januar 1611 zieht Galilei auch die Folgerung, „daß notwendigerweise Venus wie auch Merkur sich um die Sonne drehen.“²⁷ Während Galilei die Lichtgestalten des Merkur selbst nicht erwähnt, vermerkt Marius in der Widmung vom 30. Juni 1612 im *Prognosticon auf 1613*, „daß Mercurius gleicherweise von der Sonnen erleuchtet werde wie die Venus und der Mond“ und berichtet von seinen Beobachtungen der Helligkeit. Johannes Bosscha (1831–1911) nennt ihn daher den Entdecker der Merkurphasen.²⁸ Beide haben aber wohl nur aus der Helligkeit geschlussfolgert²⁹ und Merkurphasen sah in aller Deutlichkeit erst 1639 Giovanni Battista Zupi (Zupus, um 1590–1650) in Neapel.³⁰

Marius hat sich zeitlebens auch für Erscheinungen interessiert, die damals streng genommen noch in die Meteorologie fielen. Schon in der präteleskopischen Ära war er ein versierter Beobachter und führte seit 1594 meteorologische Aufzeichnungen. Er publizierte über die Kometen von 1596 sowie den großen Kometen von 1618 und bestimmte die Position der Supernova im Sternbild des Schlangenträgers von 1604. Im Jahr 1599 veröffentlichte er ein umfangreiches Tabellenwerk und für 1601 bis 1629 erschienen seine Jahreskalender.

Schon zu Lebzeiten war seine Fernrohrbeobachtung des Andromeda-Nebels im Dezember 1612 anerkannt. Als erster Europäer beschrieb er den blassen Glanz, der sich nicht in Einzelsterne auflösen ließ, und verglich ihn mit dem

²³ Kepler 1611, Vorrede S. 27f. Vgl. den Beitrag von Gaab im vorliegenden Band, Kapitel 8.

²⁴ *Prog. 1612*, Bl. A3^r.

²⁵ *Prog. 1612*, Bl. C3^r.

²⁶ Kepler 1620, S. 536.

²⁷ Galilei 11 (1966), S. 12 (S. 11–12, Dokument 451).

²⁸ Bosscha 1907, S. 518f.; Kepler würdigt die Argumentation von Marius in *Epitome astronomiae Copernicanae*, Linz 1620, S. 536.

²⁹ Im *Dialogo* lässt Galilei Salviati sagen: „Ebenso steht es auch mit seinen [Merkurs] Phasenänderungen, die unbedingt ebenso wie bei Venus stattfinden müssen“, vgl. Galilei 1982, S. 355.

³⁰ Über dessen Beobachtungen vom 23. Mai 1639 und 26. Januar 1646 berichtet Francesco Fontana (um 1580–1656) mit zwei Illustrationen von Zupi in *Novae coelestium terrestriumque rerum observationes, et fortasse hactenus non vulgatae*, Napoli 1646, S. 89f. Für diese Quelle danke ich Fabio Ferrario, der bestätigte, dass moderne Rückrechnungen mit der Phasendarstellung von Zupi übereinstimmen.

Schein einer brennenden Kerze durch ein durchscheinendes Horn.³¹ Die wahre Natur als Galaxie musste ihm freilich verborgen bleiben und er diskutierte einen weit entfernten Kometen als mögliche Erklärung. Die früheste Beschreibung findet sich in einer Pergamenthandschrift des persischen Astronomen Abd ar-Rahman as-Sufi (Al Sufi) über die Fixsterne von etwa 964.³²

Marius war nicht nur auf allen wichtigen Beobachtungsfeldern aktiv, er besaß auch erhebliche mathematische Expertise und gab 1610 als Übersetzung aus dem Griechischen *Die Ersten Sechs Bücher Elementorum Euclidis* in Ansbach heraus. Daher lohnt die Frage, für welches der gehandelten astronomischen Weltsysteme er sich entscheidet.

Argumente für den Heliozentrismus

Seit dem Erscheinen von Nicolaus Copernicus' *De revolutionibus orbium coelestium* 1543 in Nürnberg war der Heliozentrismus mathematisch formuliert. Mit dem Epizykelsystem blieben zwar auch die Kreisbewegungen erhalten, aber das zuerst von Aristarch bekannte System konnte nun von Fachastronomen diskutiert werden und drang in die öffentliche Aufmerksamkeit. Natürlich konnte Copernicus keine neue Physik mit Trägheitssatz und Bewegungsgesetz anbieten, doch eine Reihe von Argumenten erschienen klarer:

Seine Abneigung gegen den ptolemäischen Ausgleichspunkt hatte Copernicus zu einem Wechsel des Bezugspunktes geführt, der eine elegante Erklärung der scheinbaren Schleifenbewegung der Planeten erlaubte (Bild 3). Während sich die Bewegung von Mond, Sonne und des Fixsternhimmels mit sphärischer Geometrie schon seit der Antike in guter Näherung beschreiben ließ, bereiteten die periodischen Stillstände und Rückläufigkeiten der Planeten einen Erklärungsnotstand, als dessen beste Lösung sich in der Antike das auf Apollonius fußende Modell durchsetzte, das die Planeten auf Kreisen abrollen ließ, deren Mittelpunkte die Erde umkreisen.

Mit seinem Perspektivenwechsel kann Copernicus zeigen, dass sich die Planetenschleifen ebenso erklären lassen, indem wir annehmen, das Himmelsschauspiel von einer bewegten Erde aus zu betrachten. Immer wenn die Erde einen äußeren Planeten überholt oder ihrerseits von einem inneren Planeten überholt wird, treten die Schleifen auf, die sich somit als nicht real erweisen und nur perspektivisch zustande kommen. Damit wird ebenfalls klar, warum Sonne und Mond keine Schleifenbewegung aufweisen, was in einem durchgängig geozentrischen System ja zu erwarten wäre. Ebenso erschließt sich, warum von der Erde

³¹ [4.1], Bl.)(4'; [4.2], S. 45.

³² Vgl. Strohmaier 1984, Text S. 50, Abb. S. 52.

aus gesehen Merkur und Venus stets in der Nähe der Sonne stehen. Dies alles wird einsichtig, auch ohne Zusatzannahmen, die im ptolemäischen System nötig sind, um mit den beobachteten Phänomenen in Einklang zu bleiben. Bei den äußeren Planeten etwa müssen die Geraden Erde–(mittlere) Sonne und Epizykelmittelpunkt–wahrer Planet stets parallel sein und gleichen Drehsinn haben. Damit konnte ein Planet zwar beliebige Winkelabstände zur Sonne einnehmen, Rückläufigkeiten traten aber nur bei Opposition ein und die Planeten waren näher zur Erde bzw. heller – beides wie zu beobachten.

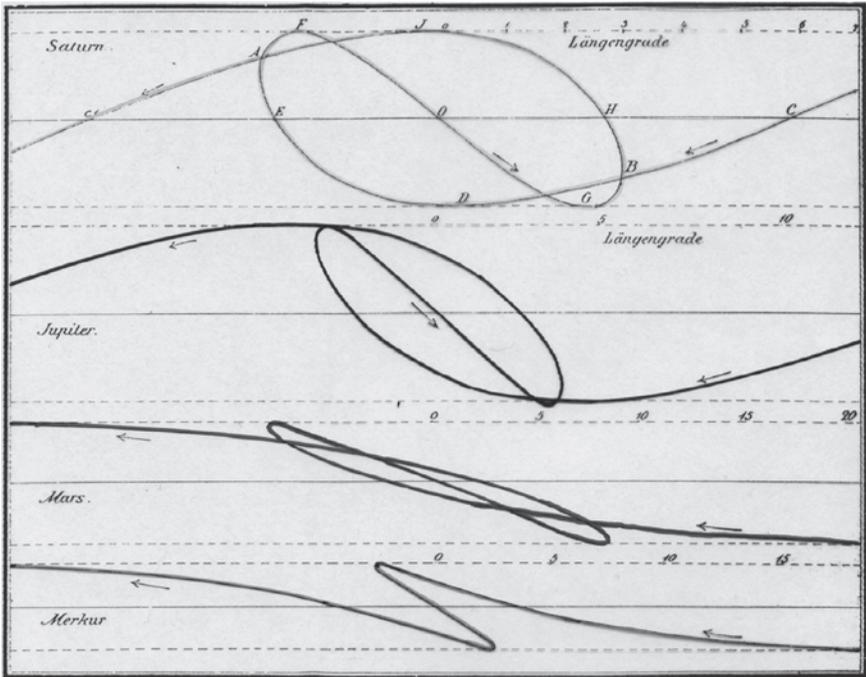


Bild 3. Die Planeten vollführen von der Erde aus betrachtet Schleifen mit Stillständen und Rückläufigkeiten.

Aus: Giovanni V. Schiaparelli, *Die homocentrischen Sphären des Eudoxus, des Kallippus und des Aristoteles, Abhandlung zur Geschichte der Mathematik 1* (1877)

Copernicus konnte weiterhin darauf verweisen, dass den Fixsternen nicht mehr zugemutet werden müsse, innerhalb eines Tages einen riesigen Umfang zu umlaufen, so dass – anachronistisch ausgedrückt – gewaltige Zentrifugalkräfte entfallen. Doch während die stofflich unbestimmten Sterne nach damaliger Anschauung dem materielosen Äther angehörten, lässt sich das Argument ernst

genommen auch gegen die Copernicaner selbst wenden und entschieden nachfragen, warum die rotierende Erde nicht auseinanderfliegt.

Weitere Unstimmigkeiten mit dem ptolemäisch-aristotelischen Weltbild wurden sichtbar, als der dänische Astronom Tycho Brahe (1546–1601) im November 1572 einen neuen Stern nordwestlich des Sternbilds Cassiopeia beobachtete, der 18 Monate sichtbar blieb und an dem er keine Parallaxe feststellen konnte.³³ Wir wissen inzwischen, dass es eine Supernova vom Typ Ia eines Weißen Zwergsterns in etwa 10.500 Lichtjahren Entfernung war. Für das 16. Jahrhundert erschien es als große Irritation, dass in der unveränderlichen Sphäre plötzlich ein Stern auftaucht und wieder verschwindet. Noch problematischer war fünf Jahre später ein Komet, für den Tycho berechnen konnte, dass er mehrere Planetensphären kreuzte und damit mit dem antiken Konzept der konzentrischen Kristallsphären kollidierte.

Dies alles galt auch vor den neuen Fernrohrbeobachtungen. Mit dem Teleskop wurden weitere Argumente für das heliozentrische System gefunden.

So deutet die zerklüftete Oberfläche des Mondes mit Bergrücken und Talsenken, die eben „nicht glatt, regelmäßig und von vollkommener Rundung ist, wie es eine große Schar von Philosophen vom Mond selbst und von den übrigen Himmelskörpern geglaubt hat“,³⁴ auf eine Gleichartigkeit von Erde und Gestirnen hin und desavouiert den seit der Antike gültigen Dualismus, der für den Himmel andere Gesetze vorsah als für die irdischen Gefilde. Andererseits liegt der Mond an der Grenze sublunarer und translunarer Welt, so dass verständlich ist, wenn er Aspekte beider vorweist, was ja schon die Flecken auf seiner Oberfläche verdeutlichen, die auch mit bloßem Auge erkennbar sind. Doch die bislang nur kühn vermutete Materialität der Gestirne wird plausibel.

Bei vielen Phänomenen sind sich Marius und Galilei einig, wenngleich ihre Interpretation oft deutlich differierte: Beide betrachten es als erwiesen, dass die Fixsterne durch ihr eigenes Licht leuchten, während Planeten angestrahlt werden und Licht reflektieren. Zunehmend deutet sich an, dass die Sterne in unterschiedlichen Entfernungen stehen und nicht an ein Himmelszelt genagelt sind, wodurch die Frage nach dem Antrieb der Himmelskörper Brisanz erhält.

Auch existieren viel mehr Sterne, als mit bloßem Auge zu sehen sind. Manche Nebel lassen sich in Einzelsterne auflösen. Die Milchstraße erkennt Marius als eine Vielzahl einzelner Sterne und nennt beispielhaft die „Wolke des Krebses“. Galilei demonstriert die Vielzahl der Sterne an einer Konstellation von Gürtel und Schwert des Orion sowie an den Plejaden.

Die Sonnenflecken widersprachen der klassischen Anschauung, nach der die Sonne eine makellos (macula = Fleck!) reine, unveränderliche Kristallkugel war

³³ Vgl. Brahe 1573.

³⁴ Galilei 1980, S. 87f.

– eine Vorstellung, der sich unglücklicherweise die Kirche als Metapher für die „unbefleckte“ Jungfrau Maria bediente. Einem rechten Christen musste es schwerfallen, diese Lehrmeinung leichtfertig und möglicherweise voreilig aufzugeben, was sich an dem Ingolstädter Jesuiten Christoph Scheiner studieren lässt. Einmal von ihrer Realität überzeugt, kann jedoch auf eine Rotation der Sonne geschlossen werden, was für Johannes Kepler perfekt zu dessen Vorstellung einer Art Wirbelkraft passte, die die Planeten mitriss und den neuzeitlichen Kraft-Begriff erahnen ließ.

Das Auftreten von Supernovae und von Kometen waren starke Belege, dass am aristotelisch-ptolemäischen Weltbild, was die Anordnung und den ‚Mechanismus‘ anbelangt, etwas grundsätzlich im Argen lag.

Man kann aus diesem Unbehagen schwerlich einen Beweis des Heliozentrismus konstruieren, doch offenbar wies die traditionelle Astronomie erhebliche Erklärungslücken auf. Durch die Entdeckung der Jupitermonde wird es spannend, denn nun wird offensichtlich, dass es Gestirne gibt, die sich zumindest nicht nur um die Erde drehen: Die Monde des Jupiters kreisen auf keinem Epizykel vor oder hinter Jupiter, sondern direkt um Jupiter. Wie sich allerdings das Jupitersystem mit allen Monden bewegt, ist der Mondbewegung zunächst nicht zu entnehmen. Jupiter und seine Monde könnten die Sonne umkreisen oder die Erde oder gar einen anderen Punkt.

Der Copernicanismus gewinnt daher kein zwingendes Argument. Dennoch deutet sich ein neues Strukturmodell aus Zentralgestirn, Planeten und Monden an. Die Existenz von Jupitermonden beendet auch die Sonderstellung des Erdmondes, der sich ja auch in einem heliozentrischen System weiterhin um die Erde dreht. Man erkennt, Planeten können Monde haben, die Siebenzahl der Planeten ist unmaßgeblich und es existiert offenbar eine Art von ‚Gebundenheit‘ in einem vor-gravitativen Sinn. Dies erleichtert die Vorstellung, dass die Erde bei ihrem Umlauf um die Sonne vom Mond begleitet wird.

Widerlegung des ptolemäischen Systems

Den Todesstoß bereitete dem klassisch geozentrischen System schließlich die Entdeckung der Venusphasen. Dabei geht es nicht um die bloße Beobachtung, dass es Phasen gibt. Ptolemäus verlangte solche für die ‚unteren‘ – unsere inneren – Planeten sogar, diese blieben für antike Astronomen nur unbeobachtbar. Die Abfolge der Lichtgestalten, die sich im Teleskop offenbarte, bewies jedoch, dass sich Venus um die Sonne dreht. Gleichzeitig bestätigte sich, dass Venus und vermutlich alle Planeten keine selbstleuchtenden Himmelskörper sind.

Allerdings bleibt auch bei diesem starken Argument unbestimmt, ob sich das Sonne-Venus-System bewegt und wenn ja um wen. Damit gelingt zwar erneut

kein Beweis des Heliozentrismus, aber das ptolemäisch-aristotelische Weltsystem ist zumindest hinsichtlich seiner Aussagen über die inneren Planeten falsifiziert. Systematisch erfordert diese Einsicht wenigstens das sogenannte ‚Ägyptische System‘, bei dem sich um die Erde weiterhin Mond, Sonne, Mars, Jupiter und Saturn drehen, Merkur und Venus jedoch die Sonne umkreisen.

Dieser Sachstand, den wir mit Galilei im Dezember 1610 und mit Marius im Frühjahr 1611 als erreicht betrachten dürfen, lässt sich durch eine erneute und präzisere Beobachtung der Jupitertrabanten erweitern und hier rückt Simon Marius ins Zentrum.

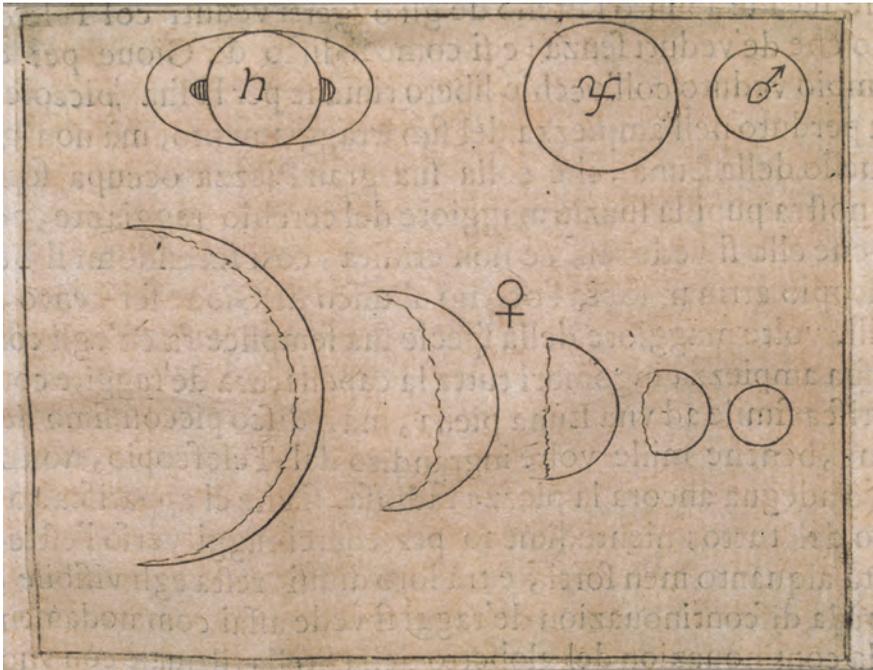


Bild 4. Die Venus hat Phasen und Saturn besitzt „Henkel“; Abb. aus: Galileo Galilei, *Il Saggiatore*, Rom 1623; Istituto e Museo di Storia della Scienza, Firenze

Bereits im *Prognosticon auf 1613* schildert er seine Schwierigkeiten, die Epoche insbesondere des vierten Mondes zu bemessen, bis er die Lösung fand³⁵:

³⁵ Bl. A4^r.

Nemlich/daß solche Neue Planeten mit jhrer *æqualitate*, sampt jhrem *Centro* ¶ nicht *terram*, sondern *solem respicirn* [...]

Auch im *Mundus Iovialis* berichtet er bei den Messungen an den Jupitermonden von einer verblüffenden Entdeckung:³⁶

Nachdem ich sehr viele Beobachtungen angestellt und die periodischen Umlaufzeiten eines jeden Trabanten möglichst genau erhalten hatte, bemerkte ich noch ein anderes Phänomen: nämlich daß sie im Gleichmaß ihrer Bewegung auf den Jupiter als Zentrum ausgerichtet sind; zusammen mit dem Jupiter aber sind sie nicht auf die Erde, sondern auf die Sonne als Mittelpunkt gerichtet.

Bei der Formulierung seiner Theorie stellt er fest:³⁷

Aber meine Beobachtungen [...] beweisen, daß noch eine andere Ungleichheit übrigbleibt und daß Jupiter nicht die Erde, sondern die Sonne als Zentrum hat.

Gleichförmig laufen die Monde nur um, wenn der Bezugspunkt auf die Sonne ausgerichtet ist. Dieses bemerkenswerte Ergebnis lag in der Genauigkeit von Marius wie auch Galilei, doch weder Galilei noch Kepler machen Gebrauch davon. Warum dies? Die Vermutung liegt nahe, dass für einen überzeugten Copernicaner hier nicht viel zu gewinnen war, da bereits die bloße Existenz der Monde das heliozentrische System erhellte. Interessant ist diese Frage in erster Linie für Astronomen, die der geozentrischen Welt nachhängen. Diese werden durch die Venusphasen gezwungen, die inneren Planeten um die Sonne kreisen zu lassen. Die genaue Beobachtung des Jupitersystems zeigt nun, dass auch Jupiter die Sonne umkreist. Da Marius ebenso für Mars und Saturn auf eine Bewegung um die Sonne schließt, gelangt er zu dem Modell, das als ‚tychonisches Weltsystem‘ bekannt ist. Hier umlaufen alle anderen Planeten die Sonne, die ihrerseits wie auch der Mond die Erde umkreist. Es existieren auch Zwischenmodelle, in denen einzelne Planeten noch die Erde umkreisen, doch bedeutsam ist nur das vollständig tychonische Weltsystem, da allein dieses kinematisch äquivalent ist mit dem copernicanischen Weltmodell: Beide Systeme erlauben gleichermaßen die Reproduktion aller Beleuchtungs-, Größen- und Lageeffekte innerhalb des Sonnensystems.

³⁶ [4.1], Bl. B3^v; [4.2], S. 85.

³⁷ [4.1], Bl. E2^v; [4.2], S. 133.

Insbesondere können im tychonischen Weltsystem die scheinbaren „Planetschleifen“ durch die relative Bewegung der beteiligten Körper erklärt werden und es ist verständlich, warum Sonne und Mond keine Schleifen aufweisen. Die Venusphasen sowie die Größe und Helligkeit der Planetenscheiben ergeben sich ebenso und Jupiter bewegt sich in beiden Systemen zunächst um die Sonne. Das tychonische Weltsystem war Anfang des 17. Jahrhundert damit ein durchaus fortschrittliches Modell.

Wie Marius zu dieser Auffassung kam, beschreibt er im *Mundus Iovialis*:³⁸

Die Möglichkeit aber, dies zu finden [den Umstand, dass sich die Monde bezüglich der Sonne gleichförmig bewegen], bot mir meine Meinung über das Weltsystem, welche in ihrer Art mit der des Tycho übereinstimmt. Auf diese stieß ich im Winter zwischen den Jahren 1595 und 1596, als ich zum ersten Mal Copernicus las.

Das tychonische Weltmodell begegnete Marius im Herbst des folgenden Jahres als Skizze. Kurz davor soll er 1596 eine Handschrift über sein Weltsystem mit einer Erklärung dem Konsistorium in Ansbach überreicht haben. Diese wird als *Hypotheses de systemate mundi* erstmals in Vockes *Geburts- und Todten-Almanach Ansbachischer Gelehrten* von 1797³⁹ genannt und gelangte von dort in viele Nachschlagewerke. Die Schrift gilt als verschollen und erschien vermutlich nie im Druck. Marius teilt im *Mundus Iovialis* nur mit, dass diese Anschauung „von mir selbst herausgefunden worden ist“⁴⁰ und er nach dem Osterfest von 1596 dem Ansbacher Konsistorium⁴¹ seine „Vermutungen mit Erklärung darbot“. Als Zeugen kann Marius zwar nur Personen benennen, die 1614 zumeist bereits verstorben waren, doch er erwähnt auch Georg Friedrich I. von Brandenburg-Ansbach-Kulmbach, der sich ihm gegenüber deswegen günstig gezeigt habe. Dies ohne Berechtigung zu behaupten, wäre eine Ungeheuerlichkeit gewesen, die eine weitere Anstellung am markgräflichen Hof wohl kaum erlaubt hätte.

Mangels Quellen wird zu diesem Punkt nichts Weiteres zu sagen sein, doch darf man festhalten, dass sich Marius nicht nur hinsichtlich der Beobachtungspraxis auf internationalem Topniveau seiner Zeit bewegte, sondern auch seine theoretischen Kenntnisse ihn prädestinieren, eine Beantwortung der Weltbildfrage zu versuchen. Obwohl Marius die Befunde, die das ptolemäische System fal-

³⁸ [4.1], Bl. C3^r; [4.2], S. 99.

³⁹ „Marius, oder Mair, Simon“. In: Vocke 2 (1797/2001), S. 415. Von dort dürfte *Hypotheses de systemate mundi*, Norimbergae 1596 unter der Nummer 2832 gelangt sein in: Houzeau, Lancaster 1964, S. 611.

⁴⁰ [4.1], Bl. C3^v; [4.2], S. 101.

⁴¹ Für weitere Details zum Ansbacher Konsistorium siehe den Beitrag von Gaab im vorliegenden Band.

sifizieren, nicht nur bekannt waren, sondern er sie alle selbst festgestellt hat, blieb er Tychoniker. Warum entschloss er sich nicht, wie Galilei und Kepler ganz „die Seiten zu wechseln“?

Argumente gegen das copernicanische System

Um diese Frage beantworten zu können, müssen wir uns den Stand der Argumentation in Erinnerung rufen. Der Heliozentrismus hatte durch Copernicus viele gute Argumente gewonnen, doch etwas Zwingendes war nicht dabei. Die bisher genannten, neuen Fernrohrbeobachtungen waren teilweise in Widerspruch zum ptolemäischen Weltsystem und stützten alle den Heliozentrismus, aber gleichermaßen auch das tychonische Weltsystem. Ja schlimmer noch: Sieht man von dynamischen Argumenten ab – und das muss man ohne eine entsprechende neue Physik –, wird jede Beobachtung innerhalb des Sonnensystems, die für Copernicus spricht, zwingend auch für Tycho sprechen und umgekehrt.

Unterschiede oder gar ein ‚Experimentum crucis‘ sind nur bei zwei Phänomengruppen vorstellbar: bei quasiphysikalischen Phänomenen und bei optischen Beobachtungen von Objekten außerhalb des Planetensystems.

In der ersten Gruppe wird nach zu erwartenden Konsequenzen gesucht und deren Übereinstimmung oder Widerspruch – je nach Anschauung – mit der Wirklichkeit festgestellt. Geozentriker orientierten sich dabei an Aristoteles und Ptolemäus, was hier auf eine Hochrechnung des „gesunden Menschenverstands“ hinausläuft, der von einer doppelten Erdbewegung schlicht nichts bemerkt. Würde sich die Erde auf einer Bahn um die Sonne bewegen und währenddessen rotieren, wären insbesondere drei Phänomene zu erwarten oder es müsste erklärt werden, warum diese eben nicht zu erwarten sind:

Warum zeigt sich die Bewegung der Erde nicht an den Wolken? Sie müssten doch gegen die Flugrichtung weggeblasen werden. Fahrtwind spürt man auf der Erde und selbst Kometen und Sternschnuppen ziehen einen sichtbaren Schweif.

Warum bleiben fallende Körper nicht hinter der Erdrotation zurück? Seit Eratosthenes' Zeiten ist die Größe der Erde grob bekannt. Mit modernen Werten ergibt sich auf der Breite von Mitteleuropa eine Geschwindigkeit des Erdbodens nach Osten von 1000 km/h. Dies sollte zu beobachtbaren Effekten führen.⁴²

Müsste schließlich diese ansehnlich große Erde bei ihrer täglichen Drehung nicht auseinandergeschleudert werden wie eine Sahnetorte auf der Zentrifuge? Freilich lag keine Theorie der Zentrifugalkräfte vor, doch wie ein Eimer Wasser

⁴² Das Argument ist grundsätzlich richtig, allerdings ergibt sich ein entgegengerichteter ‚Vorlauf‘, indem höhere Körper ihren Impuls nach unten mitnehmen, so dass sie nun „zu schnell“ sind.

an einem kurzen Seil nach außen zieht, war kein Hightech-Experiment. Wie stark würde der Effekt werden, wenn das Seil über 6000 km lang ist?

Auf all diese Fragen konnten die Copernicaner keine befriedigenden Antworten geben. Erst die Newton'sche Physik wird die Argumente liefern, mit denen die Sache zu Gunsten des Heliozentrismus entschieden werden kann. Galilei – und das darf betont werden – hatte mit seiner verunglückten Gezeitentheorie⁴³, für die er viel gescholten wurde, durchaus die richtige Intuition, nach Auswirkung der Erdbewegung auf irdische Bewegungsvorgänge zu suchen (Coriolis-Gruppe). Allein mit den Mitteln seiner Zeit konnte dies nicht gelingen.

Anfang des 17. Jahrhunderts musste ein Fehlen von Erklärungen eher gegen die Copernicaner sprechen, denn in Beweispflicht wird man in der Regel die Proponenten der neuen Theorie sehen und nicht diejenigen, die sich auf eine eineinhalb Jahrtausend alte Theorie stützen können.

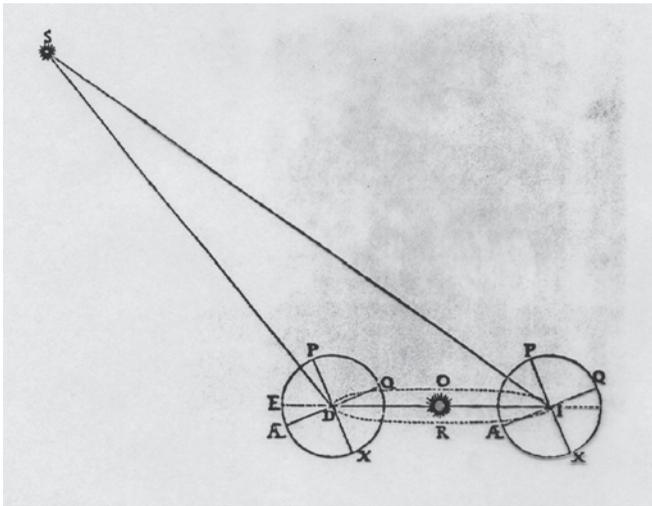


Bild 5. Beim Umlauf der Erde um die ruhende Sonne sollten nahe Sterne im Frühjahr unter einem anderen Winkel erscheinen als im Herbst.
Aus: John Wallis, *Opera mathematica*, Bd. 3, Oxford 1699, S. 706.

Es kommt noch schlimmer, denn es lässt sich ein schwerwiegender optischer Einwand entwickeln: Wenn die Erde eine Bahn um die Sonne zieht, müssten nahe Fixsterne im jährlichen Verlauf unter einem unterschiedlichen Winkel zu betrachten sein. Diese Fixsternparallaxe sollte sich bei diesen Sternen durch eine

⁴³ Erstmals am 8. Januar 1616 als „Discorso sopra il flusso e refluxo del mare“ an Alessandro Orsini gerichtet; Galilei 2 (1843), S. 387–406.

Verschiebung vor dem Himmelshintergrund bemerkbar machen, was aber bis ins 19. Jahrhundert niemand beobachtet hatte (Bild 5).⁴⁴

Die korrekte Antwort auf dieses schon bei Aristoteles⁴⁵ und Ptolemäus⁴⁶ vorgebrachte Argument gab bereits Aristarch, der auf die enormen Abstände verwies, was sich im Vorwort an König Gelon in Archimedes' *Sandreechner* durch die metaphorisch zu verstehende Behauptung findet, die Umlaufbahn der Erde verhalte sich zur Fixsternsphäre wie der Mittelpunkt einer Kugel zu deren Umkreis. Auch Copernicus, dem Aristarch bekannt war, schreibt am Ende des 10. Kapitels des 1. Buches seines Hauptwerks: „Daß ja vom obersten der Wandersterne, Saturn, bis zur Fixsternschale noch eine riesige Entfernung dazwischenliegt“.⁴⁷ Dadurch wurde der Effekt der Fixsternparallaxe anerkannt, ihr Ausmaß würde jedoch nicht im Messbereich der vorhandenen Instrumente liegen.

Mit Tycho Brahe hatte sich dieses Problem verschärft, denn Brahe beschrieb trotz seiner deutlich verbesserten Instrumentierung die helleren Fixsterne als Scheiben. Gesteht man den Copernicanern nun gewaltige Distanzen des Weltalls zu – damit die Fixsternparallaxe unter die Beobachtungsgenauigkeit fällt –, so muss man auch gewaltige Sterngrößen annehmen. Die Sterne sind damit nicht nur unermesslich weit entfernt, sondern auch ungeheuerlich groß. Brahe errechnete Durchmesser, die bis zur Marsbahn reichten, und sah sich außerstande, die heliozentrische Sichtweise zu akzeptieren.

Wie wirkte sich bei dieser Frage die Erfindung des Teleskops aus? Zunächst bestätigte sich die Vermutung, dass die Planeten reflektierende Objekte gewisser Ausdehnung sind und die Sterne selbst leuchten. Während jedoch moderne Observatorien auch helle Sterne nicht als Scheiben auflösen können, zeigten die Fernrohre des frühen 17. Jahrhunderts nicht nur Planeten, sondern auch Fixsterne in flächiger Erscheinung.

Natürlich ist die Scheibchenform der Sterne eine optische Täuschung, doch unsere moderne Sicht basiert auf einem Verständnis der sogenannten Airy-Scheibchen – Ringe, die bei der Beugung eines Lichtstrahls an einer kreisförmigen Blende entstehen. Leuchtende, punktförmige Quellen auf dunklem Hintergrund erscheinen größer, als sie tatsächlich sind. Wird mit der Erkenntnis der

⁴⁴ Friedrich Wilhelm Bessel, Bestimmung der Entfernung des 61sten Sterns des Schwans, *Astronomische Nachrichten* 16 (1838), Altona 1839, Sp. 65–96, an der Königsberger Sternwarte; weitere frühe Beobachtungen finden sich bei dem Schotten Thomas Henderson, der 1831–1833 von Südafrika aus den Südhimmel beobachtete, und Friedrich Georg Wilhelm von Struve 1835–1837 mit einem Refraktor der Dorpater Sternwarte; vgl. Hans Strassl, Die erste Bestimmung einer Fixsternentfernung, *Die Naturwissenschaften* 33 (1946), Heft 3 (15. August), S. 65–71.

⁴⁵ Aristoteles 1857/1978, 2. Buch 296 b 3ff., deutscher Text S. 173.

⁴⁶ Ptolemäus: *Almagest* 1. Buch, Kapitel 6; 7. Buch, Kapitel 1; deutsche Ausgabe: Ptolemäus 1 (1964), S. 15f.; 2 (1964), S. 3–12.

⁴⁷ Copernicus 1990, S. 139, Übersetzung von Hans Günter Zekl.

Wellennatur des Lichtes diese Begrenzung des Auflösungsvermögens – besonders bei kleinen Öffnungen – einsichtig, so musste der Effekt Anfang des 17. Jahrhunderts als real angesehen werden.

Im *Mundus Iovialis* teilt Marius gegen Galilei, aber auch gegen die Tradition, seine Beobachtung mit, dass „alle Sterne am Himmel funkeln [...], manche mehr, manche weniger“,⁴⁸ außer dem Mond. Er spricht von einem „Blitzen oder Überquellen der Sternenmaterie“ und ist sich seiner Außenseiterrolle bewusst:⁴⁹

Hier wird es wieder viele Besserwisser geben, die lauthals losschreien werden und mich des Wahnsinns und des allergößten Irrtums bezichtigen. Sollen sie tun, was sie wollen: Ich werde trotzdem alles, was ich mit eigenen Augen gesehen und mit größter Sorgfalt beobachtet habe, dem verständigen Leser mitteilen.

Mit dem Instrument, das Marius seit November 1613 besaß, konzentrierte er sich auf die Erscheinung der größeren Sterne und stellte fest, dass „auch die Fixsterne eine runde Gestalt haben“, was ihn „bekräftigt, dass nämlich die Sphäre der Fixsterne keinesfalls eine so sehr ungläubliche Strecke von der Erde entfernt ist, wie es die Annahme des Copernicus besagt“,⁵⁰

Entsprechend ist Marius bestrebt, die Himmelskörper klein und nah zu halten, wodurch auch ihre (geozentrisch) hohen Geschwindigkeiten plausibel erscheinen.⁵¹ Bezogen auf den Erddurchmesser ist für Marius Saturn nur 3 Mal so groß, in den Erddurchmesser passe Jupiter 5, Mars 145, Venus 91 und Merkur 506 Mal. Besonders gravierend verschätzt sich Marius bei Jupiter. Für Regulus (Cor Leonis) nimmt er an, dieser habe kaum einen viertel Jupiterdurchmesser, sei also „ungefähr viermal kleiner als der Erdboden“.⁵²

Trotz der ungeeigneten Größenangaben, die verdeutlichen sollen, dass die Sterne von der Erde nicht wesentlich weiter entfernt sind als die Planeten, an denen sich das Parallaxenphänomen in Form der „Schleifen“ ja deutlich zeigt, muss man anerkennen, dass die flächige Wahrnehmung der Sterne eine empirische und damit zunächst legitime Grundlage war, warum Marius sich nicht zum Copernicanismus durchringen mochte, während Galilei sich darüber hinwegsetzte und annahm, man würde die scheibenförmige Erscheinung der Sterne schon

⁴⁸ [4.1], Bl.)(4^r; [4.2], S. 45f.

⁴⁹ [4.1], Bl.)(4^r; [4.2], S. 47.

⁵⁰ [4.1], Bl.)(1^r; [4.2], S. 49.

⁵¹ Schon ab der Neptunbahn würde sich der Himmel mit Überlichtgeschwindigkeit drehen. Eine Modellrechnung von Kepler liefert für den Umfang der Fixsternsphäre 12.566.370 Sonnendurchmesser, was mit modernem Wert am Himmelsäquator mehr als 300-fache Lichtgeschwindigkeit ergäbe, vgl. Kepler 1620, S. 500.

⁵² *Prog. 1613*. Hier ist Marius mit seinen Werten offenbar durcheinandergelassen, was Klug (1906, S. 477) freilich moniert; einen Auszug dieser Prognostik gibt Klug auf S. 521–524 wieder.

irgendwie wegerklären können. Für den Umstand, dass Galilei keine Begründung hatte, aber letztlich Recht behielt, hat der amerikanische Astronomiehistoriker Christopher M. Graney die schöne Formulierung gefunden: Warum Marius Recht hatte, obwohl er falsch lag, während Galilei falsch lag, obwohl er Recht hatte.⁵³

Galileis Strategie war folgerichtig diametral zu Marius und er begegnete dem Parallaxenargument mit der riesigen Entfernung der Sterne. Im Stillen bemühte sich Galilei freilich, Parallaxen nachzuweisen, denn die argumentative Situation ist asymmetrisch: Die Copernicaner verlieren durch das Nichtauffinden der Fixsternparallaxe nicht mehr als ohnehin verloren ist, können aber mit einem Schlag den Sieg davontragen. Demgegenüber müssten die Tychoniker zeigen, dass eine Fixsternparallaxe nicht vorkommen kann und alle Sterne so nahe stehen, dass die Parallaxe längst aufgefunden wäre.

Die Chance auf diese epochale Beobachtung war Galilei sicherlich bewusst, als Lodovico Ramponi ihn im Juli 1611 mit einem Brief samt einer Skizze und unter Formulierung einer Methode aufrief, an nah stehenden Sternen die Parallaxenverschiebung zu ermitteln.⁵⁴ Besonders aussichtsreich sind für dieses Unterfangen visuelle Doppelsterne – also Sternpaare, die in deutlich unterschiedlicher Distanz von der Erde stehen, so dass ihre verschiedenen Parallaxen als Differenzbewegung sichtbar werden sollten. Im November 1616 erhielt Galilei von seinem Freund und Schüler Benedetto Castelli (1578–1643) einen Brief mit dieser Anregung und bereits im Januar 1617 bedrängte Castelli ihn, sein Teleskop auf Mizar zu richten, wo sich im Teleskop ein Doppelstern offenbarte.⁵⁵ Unter der Annahme, alle Sterne sind gleich, wertete auch Galilei die scheinbare Größe der Sternscheiben als Indiz für deren Abstand und suchte nach dem Parallaxeneffekt. Leider handelt es sich bei dem Mizar-System ausgerechnet um einen echten Doppelstern⁵⁶ mit einer Umlaufzeit von geschätzten 2000 Jahren, so dass eine Bewegung unmöglich zu beobachten war. So blieb das ‚Experimentum crucis‘ aus, aber die erste Beobachtung eines Doppelsterns gelang.

Offenbar waren bis 1632 alle Bemühungen erfolglos, doch am dritten Tag des *Dialogo* befasst sich Galilei ausführlich mit der Problematik. Er gibt dabei im Druck erstmals de facto die flächige Erscheinung von Sternen zu und macht Irradiation⁵⁷ dafür verantwortlich:

⁵³ Graney 2009 sowie die Einleitung des Beitrags von Chris Graney im vorliegenden Band.

⁵⁴ Vgl. Siebert 2006, S. 171ff.

⁵⁵ Vgl. Ondra 2004.

⁵⁶ Tatsächlich ist Zeta Ursae Maioris im Sternbild Großer Bär sogar ein Doppelsystem aus zwei Doppelsternen.

⁵⁷ Im 1623 erschienenen *Il Saggiatore*, wo Galilei gleich im zweiten Absatz der Prefazione Marius des Plagiats beschuldigt, diskutiert er die Irradiation bei Planeten.

Glänzende und weit entfernte Objekte werden nämlich von ihm [dem Auge] nicht einfach und scharfbegrenzt wiedergegeben, sondern es liefert uns Bilder, die mit einem Kranz von Strahlen umrahmt sind. Diese hinzukommenden fremdartigen Strahlen sind so lang und dicht, dass der eigentliche Kern uns zeh-, zwanzig-, hundert- und tausendmal größer vorkommt, als er sich zeigen würde, wenn man die ihm nicht angehörige Strahlenkrone entfernte.⁵⁸

Dies könne man mit einer vor den Stern gespannten Schnur überprüfen.⁵⁹

Ob Galilei, der kaum die optischen Arbeiten Keplers würdigte, die Mittel von Hermann von Helmholtz⁶⁰ (1821–1894) besaß, der sphärische und chromatische Aberration verantwortlich machte, mag dahingestellt bleiben, aus seiner Sicht hatte Galilei die im Heliozentrismus vermeintlich riesigen Sterne ausgeräumt und kam auf die Möglichkeit zu sprechen, eine Fixsternparallaxe nachzuweisen.⁶¹

Wenn sich also mittels des Fernrohrs herausstellte, daß ein sehr kleiner Stern ganz dicht bei einem der größeren steht, daß mithin ersterer sehr hoch stände, so könnte es wohl geschehen, daß eine merkliche Änderung ihrer gegenseitigen Lage einträte, analog den Erscheinungen an den oberen Planeten.

Ein Ergebnis konnte Galilei jedoch nicht liefern und lässt stattdessen Salviati den Bau eines vortrefflichen Instruments ankündigen. Er habe „im stillen schon einen Ort ausersehen, der sich für eine solche Beobachtung trefflich eignet“.⁶² Das bisherige Ausbleiben der erwarteten Verschiebungen führt er auf deren „unmerkliches“ Ausmaß und die mangelnde Präzision der Instrumente zurück.

So zutreffend diese Begründung war, zu Lebzeiten von Marius mussten die fehlenden Sternparallaxen eher gegen das heliozentrische System sprechen. Unterlässt man einmal die unbegründete Unterstellung, ein wissenschaftlich korrekter Beweis für den Heliozentrismus wäre bereits gelungen, vermögen die teleskopischen Beobachtungen noch keine Entscheidung zwischen dem copernicanischen Weltsystem und dem vom Brahe und Marius herbeizuführen. Das geheliozentrische Modell vermeidet allerdings den Widerspruch zum aristotelisch-ptolemäischen Weltbild, zum gesunden Menschenverstand und natürlich auch zur literalen Lesart der Bibel.

Das Beste, was der Heliozentrismus in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts für sich reklamieren konnte, waren die Kepler'schen Gesetze, auch wenn ihnen

⁵⁸ Galilei, *Dialogo*, S. 350.

⁵⁹ Galilei, *Dialogo*, S. 378.

⁶⁰ Helmholtz 1867, S. 90–103; als Vermutung bei Plateau 1838.

⁶¹ Galilei 1982, S. 400.

⁶² Galilei 1982, S. 406.

noch die für eine Dynamik notwendigen Begriffe ‚Masse‘ und ‚Kraft‘ fehlten. Insbesondere das 3. Gesetz, das den Zusammenhang von Abstand und Umlaufzeit von Körpern eines Gravitationszentrums beschreibt, wäre geeignet gewesen, zu zeigen, dass der elaborierte Copernicanismus – also der von Kepler – über eine enorme Erklärungsleistung verfügt.

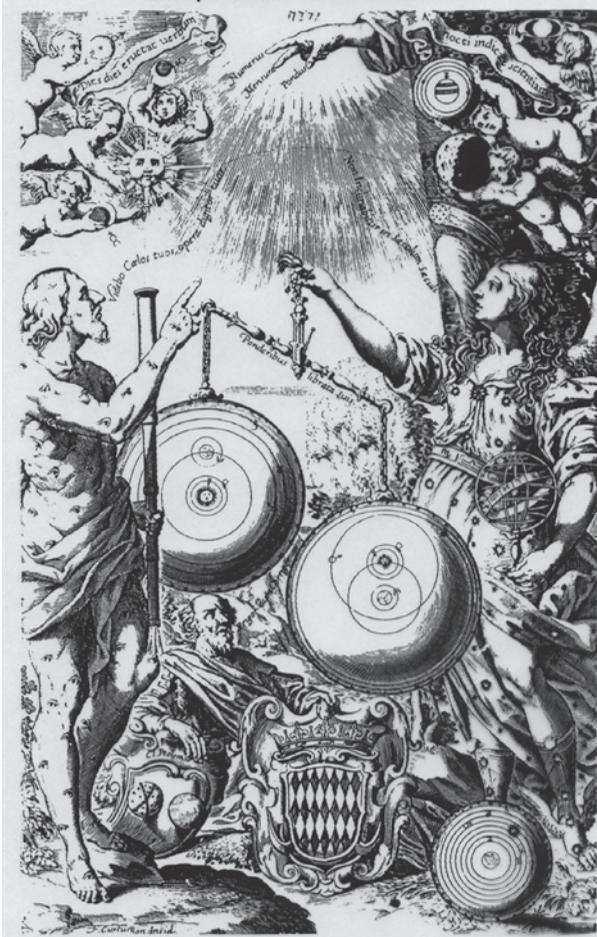


Bild 6. Beim Auswiegen der Weltsysteme erschienen Riccioli noch Mitte des 17. Jahrhunderts die Argumente für das copernicanische System als zu leicht. Schwerer wog sein semi-tychonisches System. Aus: Giovanni Battista Riccioli, *Almagestum novum*, Bologna 1651; hier Ausgabe 1653 der Staats- und Stadtbibliothek Augsburg, Signatur 2 Math 81-1, Titelkupfer

Dabei erkennt Marius im *Mundus Iovialis* durchaus die differentielle Bewegung der Jupiterertrabanten und berichtet als 4. Phänomen: „Die periodischen Umläufe sind, wie ich festgestellt habe, ungleich: Die eines näheren Trabanten sind schneller, die eines entfernteren Trabanten sind langsamer.“⁶³ „Ob aber dieses Ansteigen oder Nachlassen der Geschwindigkeit von der Kreisbewegung des Jupiter selbst und allein abhängt oder nicht, gleichwie Herr Kepler [...] über die Sonne und ihre Planeten Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn schlüssig vermutet hat, ist mir bis jetzt ungewiß und von mir nicht beobachtet.“ Obwohl er deswegen keine Meinung über die Sache äußern will, fügt er an: „Um aber die Wahrheit zu sagen, ich missbillige völlig diese Methode“.⁶⁴

Was Rheticus und William Gilbert aufgrund der wachsenden Umlaufzeiten der Planeten im heliozentrischen System nur geahnt hatten, hatte Kepler rechnerisch bestätigen können: Die Umlaufzeiten wachsen „doppelt“ – einmal entsprechend des Umfangs der Kreisbahnen, für die bei gleicher Bahngeschwindigkeit proportional zum Radius linear wachsende Zeiten benötigt würden, und zusätzlich gemäß der größeren Entfernung des Planeten von der Sonne im Zentrum, so dass auf eine Bewegungsursache durch die Sonne geschlossen werden könne, deren Wirkung mit der Entfernung abnehme.

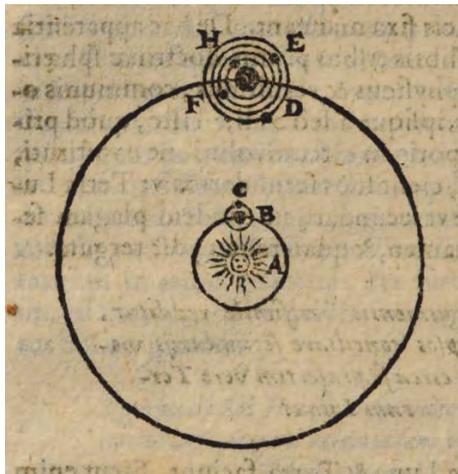


Bild 7. Auch in der Bewegung der Jupitermonde findet Johannes Kepler sein 3. Gesetz; *Epitome Astronomiae Copernicanae*, [gedruckt] Linz [Lentiis ad Danubium] 1620, Liber IV, Pars II, Abschnitt 6, S. 554, Staatliche Bibliothek Regensburg, 990/Philos. 1655. Die Abbildung wird auch auf Seite 450 benutzt.

⁶³ [4.1], Bl. B3^v; [4.2], S. 85.

⁶⁴ [4.1], Bl. A3^r; [4.2], S. 65.

Das dritte Planetengesetz findet sich 1619 erstmals im 5. Buch der *Weltharmonik* in Kapitel 3 unter 13 Hauptsätzen an 8. Stelle:⁶⁵

Allein es ist ganz sicher und stimmt vollkommen, daß die Proportion, die zwischen den Umlaufzeiten zweier Planeten besteht, genau das Anderthalbfache der Proportion der mittleren Abstände, d.h. der Bahnen selber ist, wobei man jedoch beachten muß, daß das arithmetische Mittel zwischen den beiden Durchmessern der Bahnellipse etwas kleiner ist als der längere Durchmesser.

Im Sommer 1620 ging das vierte Buch von Keplers *Epitome Astronomiae Copernicanae* in Druck,⁶⁶ deren sieben Bücher zwischen 1617 und 1621 erschienen und die erste systematische Darstellung des modernen Heliozentrismus lieferten. In den ersten drei Bänden entkräftet Kepler die einschlägigen Einwände gegen die Erdbewegung, was in populären Darstellungen erst mit Galileis *Dialogo* verbunden wird. Im vierten Buch versuchte er sein 3. Gesetz kausal zu begründen⁶⁷ und bemerkt bezugnehmend auf die Werte von Marius, dass es sich näherungsweise auch an den Jupitermonden bewährt.⁶⁸

Galilei und Marius kam leider nie eine Beziehung von Umlaufzeit und Bahnhalbmesser in den Sinn und sie ignorieren zeitlebens alle drei Kepler'schen Gesetze. Während Galilei dafür bis 1642 Zeit gehabt hätte, ist es bei Marius überaus erstaunlich, dass dieser 1614 im Zusammenhang der differentiellen Bewegung der Jupitermonde von einer Vermutung Keplers spricht, die laut Kepler erstmals am 8. März 1618 in seinem Kopf auftauchte.

Für die weitere Forschung erscheint es eine interessante Frage, diesem Rätsel nachzugehen, ob es briefliche Hinweise gibt oder nur die Begegnung im Oktober des Jahres 1613 in Regensburg bleibt, wo Kepler anregte, die Monde nach den Liebschaften des mythologischen Jupiter zu benennen.⁶⁹

Wie dem auch sei, zeigt sich erneut, dass Marius an vorderster Forschungsfront stand, er aber seinen Befunden, was die Erscheinung der Gestirne angeht, aus moderner Sicht zu viel Glauben schenkte. Obwohl er sich bereits Ende des 16. Jahrhunderts gegen den ptolemäischen Weltaufbau aussprach, wollte er sich gerade wegen seines beeindruckenden Datenmaterials nicht in den Dienst des Heliozentrismus stellen. Ihn daher in der Astronomiegeschichte zu vernach-

⁶⁵ Kepler 1619, S. 189f.; deutsche Übersetzung von Max Caspar: Kepler 1939, S. 291.

⁶⁶ Caspar 1948, S. 348.

⁶⁷ Kepler 1620, Liber IV, Pars II, Abschnitt VI, S. 549–569.

⁶⁸ Kepler 1620, S. 554. 1643 notierte Godefroy Wendelin diese Vermutung in einem Brief an Giovanni Battista Riccioli, der in seinem *Almagestum novum* von 1651 in einem Scholium darauf zurückkommt, Liber VII, Sectio I, Caput III, S. 492, re. Sp.

⁶⁹ [4.1], Bl. B2^{r-v}; [4.2], S. 77, 79.

lässigen, erkennt die argumentative Situation zu Beginn des 17. Jahrhunderts und wird den Forschungsbeiträgen von Simon Marius nicht gerecht.

Literatur

- Aristoteles: Vier Bücher über das Himmelsgebäude. In: Aristoteles: Werke, Band 2. Griechisch und Deutsch mit sacherklärenden Anmerkungen von Karl Prantl. Leipzig: Wilhelm Engelmann 1857. Reprint Aalen: Scientia Verlag 1978, S. 3–338
- Bessel, Friedrich Wilhelm: Bestimmung der Entfernung des 61^{sten} Sterns des Schwans. *Astronomische Nachrichten* Nr. 365/366 (13. Dezember 1838); zusammengebunden im Jahresband 16 (Altona 1839), Sp. 65–96
- Bosscha, Johannes: Simon Marius. *Réhabilitation d'un astronome calomnié*. *Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles*, Bd. 12 (1907), serie 2a, La Haye, 1907, S. 258–307, 490–528
- Brahe, Tycho: *De nova et nullius aevi memoria prius visa stella*. Kopenhagen: Laurentius Benedictus 1573
- Caspar, Max: Johannes Kepler. Stuttgart/Zürich/Salzburg: Kohlhammer 1948
- Copernicus, Nicolaus: *Das neue Weltbild*. Lateinisch-Deutsch. Drei Texte: *Commentariolus*, Brief gegen Werner, *De revolutionibus I*. Im Anhang eine Auswahl aus der *Narratio prima* des G. J. Rheticus. Übersetzt, herausgegeben und mit einer Einleitung und Anmerkungen versehen von Hans Günter Zekl. Hamburg: Felix Meiner 1990
- Dijkstra, Arjen F.B.: *Between Academics and Idiots. A Cultural History of Mathematics in the Dutch Province of Friesland (1600–1700)*, Dissertation Universiteit van Twente, Leeuwarden 2012
- Drake, Stillman: *The Unsung Journalist and the Origin of the Telescope*. Los Angeles: Zeitlin & Verbrugge 1976
- Fontana, Francesco: *Novae coelestium terrestrium[ue] rerum observationes, et fortasse hactenus non vulgatae*. Napoli: Apud Gaffarum 1646
- Galilei, Galileo: *Discorso al Serenissimo D. Cosimo II. Gran Duca di Toscana intorno alle cose, che stanno in sù l'acqua, ò che in quella si muovano*. Florenz: Cosimo Giunta 1612
- *Le Opere di Galileo Galilei*. Edizione Nazionale, herausgegeben von Antonio Favaro, 20 Bände. Florenz: Barbera 1890–1909. Reprint 1929–1939, 1964–1966
 - *Sidereus Nuncius*. Nachricht von neuen Sternen. Herausgegeben und eingeleitet von Hans Blumenberg. Frankfurt a.M.: Suhrkamp 1980
 - *Dialog über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme, das ptolemäische und das kopernikanische*. Aus dem Italienischen übersetzt und erläutert von Emil Strauss. Stuttgart: Teubner 1982
- Graney, Christopher M.: *How Marius Was Right and Galileo Was Wrong Even Though Galileo Was Right and Marius Was Wrong*. eprint arXiv:0903.3429, 03/2009
- Helmholtz, Hermann Ludwig Ferdinand von: *Handbuch der physiologischen Optik*. Leipzig: Leopold Voss 1867
- Hozeau, Jean-Charles; Lancaster, Albert: *Bibliographie générale de l'Astronomie jusqu'en 1880*. Bruxelles: Académie Royale de Belgique 1887–1889, 2 vols. Reprint:

- General Bibliography of Astronomy to the Year 1880. Hg. v. David Dewhirst. London: The Holland Press 1964
- Kepler, Johannes: *Dioptrice* sev *Demonstratio eorum quae visui & visibilibus propter conspicilla non ita pridem inventa accidunt*. Augsburg: Francus 1611
- *Harmonice mundi Libri V*. Linz: Godofred Tampachius 1619
 - *Epitome Astronomiae Copernicanae*, Buch 4. Linz: Johannes Plancus 1620
 - *Weltharmonik*. Übersetzt und eingeleitet von Max Caspar. München: Oldenbourg 1939
 - *Gesammelte Werke*, Bd. 16: *Briefe 1607–1611*, herausgegeben von Max Caspar. München: Beck 1954
- Klug, Josef: Simon Marius aus Gunzenhausen und Galileo Galilei: ein Versuch zur Entscheidung der Frage über den wahren Entdecker der Jupitertrabanten und ihrer Perioden. *Abhandlungen der Mathematisch-Physikalischen Klasse der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften* 22 (1904), S. 385–526
- Leich, Pierre: Die Copernicanische Wende bei Galilei und Kepler und welche Rolle Simon Marius dazu einnimmt. In: Wolfschmidt, Gudrun (Hrsg.): *Simon Marius, der fränkische Galilei, und die Entwicklung des astronomischen Weltbildes (= Nuncius Hamburgensis – Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften, Band 16)*, Hamburg: tredition 2012, S. 163–193
- Leich, Pierre: Sensationen am Himmel – Galilei und Marius entdecken die Jupitermonde – und der Streit ums richtige Weltsystem. In: *Astronomie + Raumfahrt im Unterricht* 52 (2015) 3–4, S. 15–20
- Ondra, Leon: A New View of Mizar. *Sky & Telescope* 108 (July 2004), S. 72–75
- Plateau, Joseph Antoine Ferdinand: *Mémoire sur l'irradiation*. Brüssel 1838
- Ptolemäus: *Handbuch der Astronomie*. Deutsche Übersetzung und erläuternde Anmerkungen von Karl Manitius, 2 Bände. Leipzig: Teubner 1963
- Riccioli, Giovanni Battista: *Almagestum novum astronomiam veterem novamque complectens observationibus aliorum et propriis novisque theorematibus, problematibus ac tabulis promotam in tres tomos distributam*. Bologna: Victor Benatius 1651
- Siebert, Harald: Die große kosmologische Kontroverse. Rekonstruktionsversuche anhand des *Itinerarium exstaticum* von Athanasius Kircher SJ (1602–1680) (= *Texte und Abhandlungen zur Geschichte der Mathematik und der Naturwissenschaften*, Bd. 55). Stuttgart: Franz Steiner 2006
- Sluiter, Engel: The Telescope Before Galileo. *Journal for the History of Astronomy* 28 (1997), Part 3, S. 223–234
- Strohmaier, Gotthard: *Die Sterne des Abd ar-Rahman as-Sufi*. Hanau/Main: Müller & Kiepenheuer 1984
- Vocke, Johann August: *Geburts- und Todten-Almanach Ansbachischer Gelehrten, Schriftsteller, und Künstler; oder: Anzeige jeden Jahrs, Monats und Tags, an welchem Jeder derselben gebohren wurde, und starb, nebst ihrer kurz zusammengedrückten Lebens-Geschichte und dem Verzeichnis ihrer Schriften und Kunstwerke*. Augsburg: Georg Wilhelm Friedrich Späth. Theil 1 1796, 2. Theil 1797. Reprint Neustadt a.d. Aisch: Verlag für Kunstreproduktionen 2001
- Wohlwill, Emil: Der Betrug des Simon Marius von Gunzenhausen; In: Wohlwill, Emil: *Galilei und sein Kampf für die Copernicanische Lehre*, 2. Band, Anhang III. Leipzig: Leopold Voss 1926; Reprint Wiesbaden. Sändig 1669, S. 343–426
- Zuidervaart, Huib J.: The 'invisible technician' made visible. Telescope making in the seventeenth and early eighteenth-century Dutch Republic, in: Alison D. Morrison-

Low, Sven Dupré, Stephen Johnston, Giorgio Strano (eds.), *From Earth-Bound to Satellite. Telescopes, Skills and Networks*, Leiden/Boston: Brill 2012, 41–102.

Zuidervaart, Huib J. (Hg.), *Zoomers*, Henk (transkribiert, übersetzt und eingeführt), *Embassies of the King of Siam sent to His Excellency Prince Maurits, arrived in The Hague on 10 September 1608*. An early 17th century newsletter, reporting both the visit of the first Siamese diplomatic mission to Europe and the first documented demonstration of a telescope worldwide. Wassenaar: Louwman Collection of Historic Telescopes 2008

Zuidervaart, Huib J.; Rijks, Marlise: *Most rare workmen: optical practitioners in early seventeenth-century Delft*, *The British Journal for the History of Science*, Vol. 48/01 (March 2015), S. 53–85.

Anshr. d. Verf.: Pierre Leich, Hastverstraße 21, 90408 Nürnberg;
E-Mail: leich@pl-visit.net