

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

War Marius als Astronom zu gut?

Simon Marius, das Teleskop und das Problem der Sterngrößen während der copernicanischen Revolution

Christopher M. Graney, Louisville, Kentucky

Simon Marius argumentierte in seinem 1614 erschienenen *Mundus Iovialis*, dass teleskopische Sternbeobachtungen das Weltbild Tycho Brahes gegenüber Copernicus unterstützten. Brahe war vor der Einführung des Teleskops eine einflussreiche Stimme gegen die copernicanische Theorie. Er benutzte Beobachtungen und Berechnungen von Sterngrößen, um eine für seine Zeit anspruchsvolle wissenschaftliche Begründung gegen Copernicus zu entwickeln. Das Aufkommen des Teleskops führte zu Fragen hinsichtlich der wahren Sterngrößen. Es scheint, dass Marius der erste Astronom war, der argumentierte, dass das Teleskop Tycho unterstützt. Heutzutage mutet Marius' Unterstützung für Tycho als Irrtum an. Dennoch zeigt diese Unterstützung seine Fähigkeit als Astronom. Dies setzt Marius darüber hinaus vorteilhaft von Galilei ab, der ebenfalls teleskopische Sternstudien vornahm, aber nicht alle seine Ergebnisse mitteilte. Schwerpunkt dieses Aufsatzes ist das knifflige Wesen der teleskopischen Sternbeobachtungen am Anfang des siebzehnten Jahrhunderts und die Frage, warum Marius Recht hatte, obwohl er falsch lag (während Galilei falsch lag, obwohl er Recht hatte).

Simon Marius argued in his 1614 *Mundus Iovialis* that telescopic observations of stars supported Tycho Brahe over Copernicus. Prior to the advent of the telescope, Brahe's was a powerful voice against the Copernican theory. Brahe used observations and calculations regarding the sizes of stars to produce what, at the time, appeared to be a formidable scientific case against Copernicus. The advent of the telescope raised questions about the true sizes of stars. Marius appears to have been the first astronomer to argue that the telescope supported Tycho. Today Marius's support for Tycho might seem to have been an error. Yet it in fact illustrates Marius's skill as an astronomer. It also contrasts Marius favorably with Galileo, who also made telescopic studies of stars but did not share all his results. The tricky nature of telescopic observations of stars in the early seventeenth century, and why Marius was right, even though he was wrong (while Galileo was wrong, even though he was right), will be the focus of this paper.

Obwohl Marius die wichtigsten astronomischen Entdeckungen des frühen 17. Jahrhunderts vorlagen, bezog er gegen die heliozentrische Lehre Position und favorisierte das tychonische Weltbild. Auf dieses sei er unabhängig von Brahe gestoßen als er im Winter zwischen den Jahren 1595 und 1596 zum ersten Mal Copernicus las.¹

In der Tat hätte Marius das tychonische Weltbild bevorzugen *sollen*. Allerdings war das tychonische Weltbild für Marius die konsequente Wahl, seine teleskopischen Sternbeobachtungen zu deuten. Diese Beobachtungen waren ausgezeichnet wegen seiner hervorragenden Fähigkeiten als Astronom.

In unserer Zeit beobachten Astronomen die Sterne am Himmel und denken dabei, dass sie bloß Lichtpunkte ohne Größe beobachten. Über viele Jahrhunderte benutzten Astronomen jedoch den Begriff der Größe für ihre Beschreibung von Sternen. Dies kam daher, dass das scharfe Auge die Sterne in der Tat als unterschiedlich große Punkte wahrnimmt. Zu diesem Zweck wurde das lateinische Wort ‚Magnitudo‘ benutzt, was Größe bedeutet. Sterne wurden in sechs Magnitudo-Klassen eingeteilt – sechs Größenklassen. Die größten sichtbaren Sterne waren der ersten Klasse zugeteilt, die kleinsten der sechsten Klasse. Diese Größenklassen entwickelten sich zum modernen Konzept der Helligkeit, mit dem moderne Astronomen dem recht hellen Stern Regulus die Magnitude 1,38 zuweisen und nicht die erste Magnitude eines sehr großen Sterns.

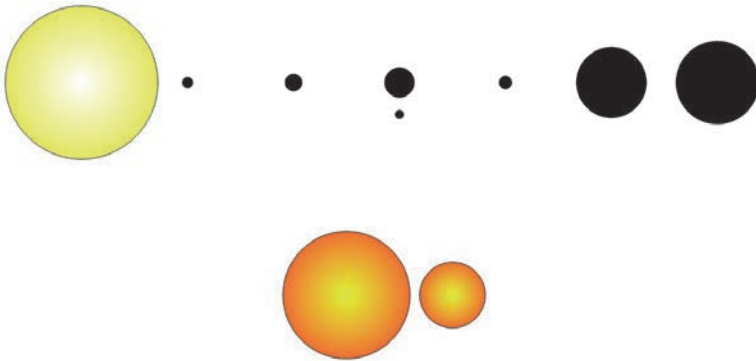


Bild 1. Relative Größe einiger Himmelskörper in einem geozentrischen Universum (in dem die Sterne gleich hinter Saturn liegen), ermittelt von Tycho Brahe auf der Grundlage seiner Beobachtungen und Berechnungen. Die Gestirne sind (von links nach rechts, 1. Reihe) Sonne, Merkur, Venus, Erde mit Mond, Mars, Jupiter, Saturn und (2. Reihe) Sterne erster und dritter Größe. Sonne, Sterne und Planeten liegen alle im gleichen Größenverhältnis. Entnommen: Graney 2013, S. 167.

¹ Marius-Portal: Leben und Forschung, 2014 (<http://www.simon-marius.net>).

Für Tycho Brahe bildete die Sternmagnitudo oder -größe ein starkes Argument gegen das copernicanische Weltsystem. Brahe versuchte, die scheinbaren Durchmesser der Sterne genau zu bestimmen und stellte fest, dass die scheinbaren Durchmesser eines durchschnittlichen Sterns der ersten Magnitudo ungefähr 2 Bogenminuten betragen. Die scheibenförmige Erscheinung eines solchen Sterns ist unecht – ein optisches Artefakt, aber das war Tycho unbekannt. Außerdem waren die von Brahe gemessenen Durchmesser vergleichbar mit denen früherer Astronomen wie z. B. Ptolemäus.² Brahe kombinierte seine gemessenen scheinbaren Durchmesser mit den Sternentfernungen unter geozentrischer und heliozentrischer Voraussetzung, um die wahren physikalischen Sterngrößen zu bestimmen.

In einem geozentrischen Weltbild waren die Sterne etwas weiter entfernt als Saturn. Folglich wäre ein Stern mit einer vergleichbaren Magnitudo zu Saturn vergleichbar zu dessen physikalischer Größe. Deshalb kalkulierte Brahe, dass die Sterne in einem geozentrischen Kosmos vergleichbare Größen mit den anderen Himmelskörpern haben (Bild 1).

Aber in der heliozentrischen Kosmologie waren die Sterne weit jenseits von Saturn – in der Tat mussten sie mindestens mehrere hundertmal weiter entfernt sein als Saturn, sonst wäre eine jährliche Parallaxe nachweisbar. Deshalb hätte ein Stern mit einer vergleichbaren Magnitudo wie Saturn eine physikalische Größe hunderte Mal größer als Saturn. Brahe kalkulierte, dass die Sterne in einem heliozentrischen Kosmos riesig wären – irrwitzig groß, die Sonne winzig im Vergleich dazu (Bild 2).



Bild 2. Die mit dem Pfeil markierten Punkte stammen von Bild 1, nun verglichen mit einem Stern dritter Größe, wie er sich nach den Berechnungen von Brahe in einem heliozentrischen Universum ergäbe (wo die Sterne in großen Abständen stehen und enorm groß sein müssen, um ihre von der Erde aus erscheinende Größe erklären zu können).

Entnommen: Graney 2013, 167.

² Van Helden 1985, S. 27, 30, 32, 50.

Brahe schlug eine Mischform eines geozentrischen Kosmos vor, in dem die Sonne, Mond und Sterne um die Erde kreisen, währenddessen die Planeten um die Sonne kreisen (Bild 3). Dieses tychonische Weltssystem erwies sich in Übereinstimmung mit den teleskopischen Entdeckungen wie den Venusphasen (die zeigten, dass Venus die Sonne umkreist).³

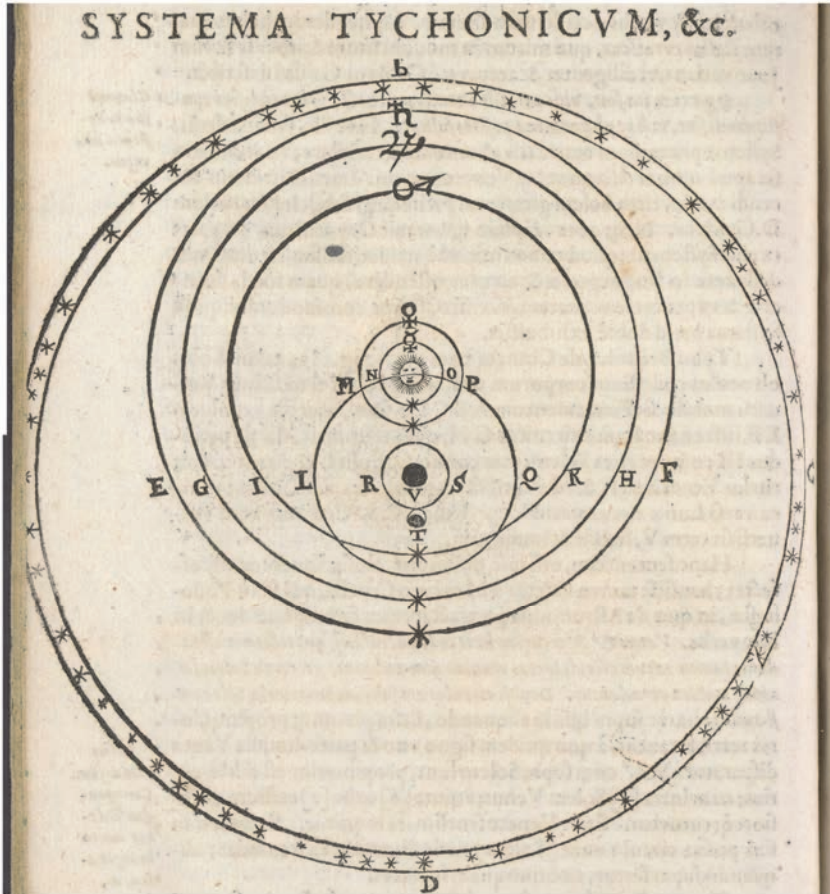


Bild 3. Das hybride geo-heliozentrische System von Tycho Brahe. Die Planeten umkreisen die Sonne wie im copernicanischen System, während die Sonne, Mond und die Sterne die Erde umkreisen. Entnommen Scheiner 1614, S. 52. ETH-Bibliothek Zürich, Alte und Seltene Drucke.

³ Für eine detaillierte Besprechung von Brahe und Sterngrößen siehe Graney 2015, Kapitel 3.

Christiaan Huygens nannte das Sterngrößen-Argument Brahes „Hauptargument“ gegen das heliozentrische Weltbild.⁴ Wie Albert van Helden bemerkte, waren sowohl Brahes Messungen als auch seine Berechnungen über jeden Zweifel erhaben und die Anhänger des Heliozentrismus mussten die Ergebnisse dieses Arguments schlicht akzeptieren.⁵ Dies taten sie auch. Ein Lösungsweg für die Anhänger des Heliozentrismus, um die Sonne als winzig im Vergleich zu den Sternen zu erklären, war an die Allmacht Gottes zu appellieren. Gott könnte irrwitzig riesige Sterne erschaffen, wenn er dazu gewillt wäre.



Bild 4. Ausschnitt der Darstellung des copernicanischen Systems, das Thomas Digges unter dem Titel „Eine vollständige Beschreibung der Himmelsbahnen“ veröffentlichte. Bemerkenswert ist seine Beschreibung des Sternhimmels als „Palast der Glückseligkeit, geschmückt mit unzähligen, glorreichen Leuchten, unsere Sonne in Größe wie Anzahl weit übertreffend, der wahre Hof der Engel und die Wohnstätte der Auserwählten“. Eine solche Sprache findet sich auch in den Schriften wie Copernicanern wie Christoph Rothmann und Philips van Lansbergen. Vgl.: Graney 2013, Graney 2015, S. 77–79.

Mit freundlicher Genehmigung der History of Science Collections,
University of Oklahoma Libraries.

In der Tat haben Copernicaner wie Thomas Digges (Bild 4) und Christoph Rothmann das Konzept riesiger Sterne begrüßt. Sie haben diese als Bestandteile eines gewaltigen, himmlischen Palasts beschrieben, sozusagen für Gott oder die Ge-

⁴ Huygens 1722, S. 145.

⁵ Van Helden 1985, S. 51.

segneten. Der Copernicaner Philips van Lansbergen schlug sogar vor, dass die gigantischen copernicanischen Sterne die mächtigen Krieger Gottes waren, und zitierte die Heilige Schrift, um diese Idee zu unterstützen. Dieser Lösungsweg war natürlich keine wissenschaftliche Lösung des Sterngrößenproblems.

In Anlehnung an Galileis Beschreibung von Sternen durch ein Teleskop in seinem *Sidereus Nuncius* von 1610 dachte Simon Marius, dass das Teleskop eventuell in Betracht gezogen werden könnte, um eine wissenschaftliche Lösung zum Problem der Sterngröße zu liefern. In seinem *Mundus Iovialis* von 1614 schrieb Marius:⁶

Er [Galilei] schreibt nämlich in seinem *Sternenboten*, daß die Fixsterne von dem äußersten Bereich keinesfalls abgegrenzt erschienen; dies hielten manche später für ein wichtiges Argument dafür, daß nämlich dadurch das kopernikanische Weltbild gestützt werde; denn wegen der unermesslichen Entfernung der Fixsterne von der Erde könne ihre Kugelgestalt von der Erde aus überhaupt nicht wahrgenommen werden.

Aber Marius verwarf diese Idee als fehlerhaft, weil in der Tat die Kugelgestalt der Sterne beobachtet werden könne.

Marius war ein hervorragender Beobachter. Eine Veranschaulichung seiner Fähigkeiten ist seiner Beschreibung des Andromedanebels im *Mundus Iovialis* zu entnehmen:⁷

Die erste Beobachtung besteht darin, daß ich mit Hilfe des Fernrohres seit dem 15. Dezember 1612 einen Stern oder einen Fixstern⁸ von erstaunlicher Gestalt entdeckt und beobachtet habe, wie ich ihn am ganzen Himmel sonst nicht finden kann. Er befindet sich aber nahe dem dritten und nördlicheren Stern im Gürtel der Andromeda. Ohne Instrument sieht man dort etwas wie einen Nebel; aber mit dem Fernrohr erkennt man keine einzelnen Sterne, wie in der Wolke des Krebses oder anderen Sternwolken, sondern nur schimmernde Strahlen, die um so heller werden, je näher sie dem Zentrum sind. Im Zentrum ist ein schwacher und blasser Glanz, der einen Durchmesser von etwa einem viertel Grad hat. Ein recht ähnlicher Lichtglanz tritt auf, wenn man aus großer Entfernung eine brennende Kerze durch ein durchscheinendes Stück Horn betrachtet. Der Nebel scheint nicht unähnlich dem Kometen zu sein, den Tycho Brahe im Jahre 1586 beobachtet hat.

⁶ [4.2], S. 49.

⁷ [4.2], S. 45.

⁸ Im Original „fixam vel stellam“.

Menschen, die vertraut mit der Ansicht dieses Objekts durch ein Teleskop sind (die wissen, dass viele Beobachter den Andromedanebel nicht so deutlich beschreiben können, sogar mit einem modernen Teleskop, das dem von Marius weit überlegen ist), werden anerkennen, was Marius mit so einem kleinen Instrument geleistet hat. Eine weitere Veranschaulichung von Marius' Fähigkeiten als Astronom sind seine Beobachtungen der Jupitermonde – er liefert bessere Werte als Galilei für ihre Umlaufperioden und andere orbitale Elemente, wie Christoph Scheiner in seinen *Disquisitiones Mathematicae* von 1614⁹ sofort bemerkte (obwohl er abschätzig über Marius im Vergleich zu Galilei spricht).¹⁰ Und wie J.L.E. Dreyer notierte, hat Marius die Sternscheiben teleskopisch beobachtet.¹¹

Hinsichtlich der Sternscheiben schreibt Marius:¹²

Das dritte Thema liegt darin begründet, daß ich mir vor einiger Zeit, nämlich kurz nach der Rückkehr aus Regensburg, ein Instrument angeschafft habe, mit dem man nicht nur die Planeten sehen kann, sondern auch alle größeren, besondern, runden Fixsterne, besonders aber den Großen und Kleinen Hund, die helleren Sterne im Orion, im Löwen und im Großen Bären. Dies zu sehen ist mir zuvor nie gelungen. Ich wundere mich allerdings, daß Galilei mit seinem so hervorragenden Instrument dies nie gesehen hat.

Es soll aber noch einmal vermerkt werden, dass die Scheiben, die Marius beobachtete, nicht echt sind, sondern ein optisches Phänomen. Für einen fähigen Beobachter, der ein Teleskop mit sehr kleiner Öffnung benutzt, wie sie von frühen teleskopischen Astronomen verwendet wurden, sind sie jedoch klar zu sehen.¹³ Sie können mit modernen Teleskopen gesehen werden, wenn die Öffnung auf ungefähr 1 bis 2 cm abgeblendet wird (Bild 5). Marius meinte physikalische Sternkörper zu beobachten und dass dies bewies, dass sich die Sterne nicht in Entfernungen befinden können, wie sie ein copernicanischer Kosmos verlangt.¹⁴

Da nun aber sehr sicher feststeht, daß man auf der Erde durch dieses Fernrohr erkennt, daß auch die Fixsterne eine runde Gestalt haben, fällt freilich diese Argumentation [dass auf Grund der immensen copernicanischen Entfernung der Fixsterne von der Erde aus ihre Kugelform nicht wahrgenommen werden könne]; es wird ganz das Gegenteil bekräftigt, daß nämlich die Sphäre der

⁹ Den *Disquisitiones Mathematicae* saß Christoph Scheiner als Praeses vor, Georg Johann Locher war der zuständige Respondent.

¹⁰ Scheiner 1614, S. 78, 80.

¹¹ Dreyer 1909, S. 191.

¹² [4.2], S. 47, 49.

¹³ Grayson und Graney 2011.

¹⁴ [4.2], S. 49.

Fixsterne keinesfalls eine so sehr unglaubliche Strecke von der Erde entfernt ist, wie es die Annahme des Kopernikus besagt; vielmehr wird bestärkt, daß die Fixsternsphäre nur so weit von der Erde entfernt ist, daß doch durch dieses Instrument jene Körper deutlich als runde Gestalten zu sehen sind; dies stimmt überein mit der Anordnung der Himmelsphären – des Tycho und meiner eigenen [...].“

Marius' Beobachtungen der Sternscheiben (Scheiben von denen er nicht wusste, dass diese unecht waren) zeigten, dass das Teleskop keine Lösung des Sterngrößen-Problems lieferte. Deshalb pflichtete er dem tychonischen System und nicht dem copernicanischen bei.

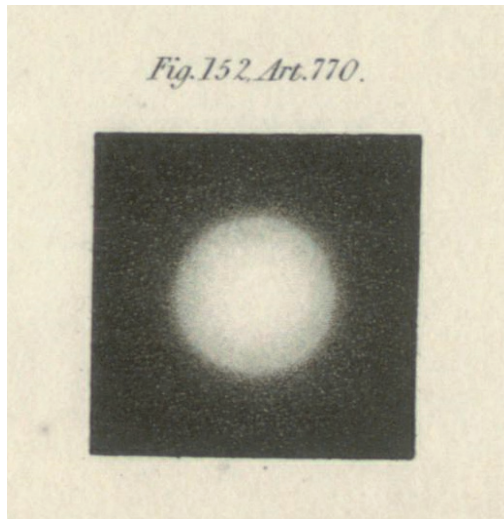


Bild 5. Ein Stern wie er durch ein Teleskop mit geringer Öffnung gesehen wird (Herschel 1828, S. 491 & Plate 9). Die Erscheinung einer Kugel messbarer Größe ist nicht real – sie ist ein Artefakt der Optik, bekannt als ‚Airy-Scheibe‘ (nach George Biddell Airy (1801–1892), der die mathematische Theorie dieser unechten Scheiben ausarbeitete). Jedoch nahmen frühe teleskopische Astronomen solche Bilder als den realen Sternkörper (vgl. Graney & Grayson 2011). ETH-Bibliothek Zürich, Alte und Seltene Drucke.

Es lohnt sich zu vermerken, dass auch ein anderer fähiger Beobachter die (unechten) teleskopischen Sternscheiben beobachtete, nämlich Galilei. In der Tat versuchte Galilei im Jahr 1612 in einem Brief an Markus Welser über die Sonnenflecken, den Vorschlag von Christoph Scheiner zu widerlegen, dass Sterne und Sonnenflecken vielleicht sich verändernde Formen gemeinsam haben. Dazu behauptete er, dass

beobachtbar ist, dass Sterne, ob fest oder wandernd, immer dieselbe Form behalten und diese Form kreisförmig ist¹⁵

– und weiterhin

diese Behauptung [dass Sterne sich verändernde Formen wie Sonnenflecken haben] nicht als offenkundige Unwahrheit verurteilt werden könne, wenn das Teleskop diese Ungewissheit nicht beseitigt hat, dass es uns alle Sterne – Fixsterne und wandernde gleicherweise – als absolut kreisförmig zeigt.¹⁶

In der Tat erwähnte Galilei die teleskopischen Sternscheiben sehr oft in seinen Schriften – Scheiben von denen er wie Marius annahm, dass sie reale Sternkörper zeigten. Er beobachtete sogar den Doppelstern Mizar und maß sowohl den Abstand zwischen den zwei Sternkomponenten als auch ihren scheinbaren Durchmesser (Bild 6). Dabei nahm er an, dass es zwei Sterne mit unterschiedlichen Entfernungen entlang der Sichtlinie waren. Folglich hätte Galilei ein ähnliches Fazit wie Marius ziehen müssen – besonders bezüglich Mizar, dessen zwei Komponenten eine deutlich unterschiedliche Parallaxe hätten zeigen müssen, wenn die Erde die Sonne umkreist. Jedoch erwähnte Galilei die anti-copernicanischen Schlussfolgerungen seiner teleskopischen Sternbeobachtungen nicht (und seine Mizar-Beobachtungen überhaupt nie).¹⁷

Damit stellt sich eine interessante Frage. Marius befürwortete den tychonischen Kosmos, basierend zum Teil auf seinen teleskopischen Sternbeobachtungen. Seine Befürwortung war konsequent auf Grundlage des Wissens seiner Zeit, obwohl sich das tychonische System letztendlich als falsch herausstellte. Auf der anderen Seite befürwortete Galilei den copernicanischen Kosmos trotz seiner Beobachtungen, die für das Gegenteil sprachen. Auf Grundlage des Wissens seiner Zeit war dies wohl nicht konsequent, aber letztendlich wurde das copernicanische System als gültig erwiesen. Ist der bessere Astronom der, der den Beobachtungen und Berechnungen logisch folgt? Oder derjenige, der das letztendlich gültige System befürwortet trotz der Beobachtungen und Berechnungen? War Marius als Astronom zu gut? Hätte ihn die Astronomiegeschichte in ein besseres Licht gestellt, wenn er gewisse Ergebnisse ignoriert hätte?

¹⁵ Reeves und Van Helden 2010, S. 101.

¹⁶ Reeves und Van Helden 2010, S. 286f.

¹⁷ Ondra 2004, Graney 2007, Graney 2008. Galileis Mizar-Beobachtungen blieben in seinen Notizen übersehen bis sie vor einigen Jahren von Ondra entdeckt wurden.

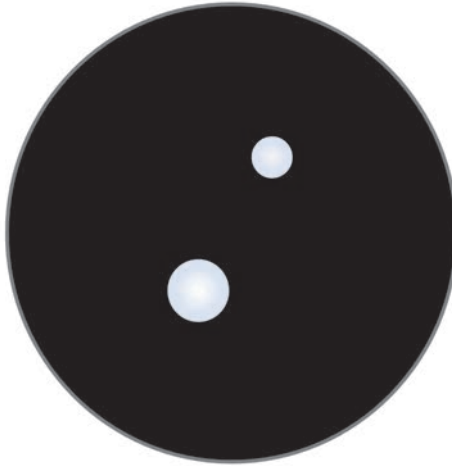


Bild 6 zeigt die teleskopische Erscheinung des Doppelsterns Mizar, entsprechend der Beobachtungsaufzeichnungen von Galilei aus dem Jahr 1617. Galilei notierte die Komponenten von Mizar mit Durchmessern von 6 und 4 Bogensekunden und einem Abstand von 15 Bogensekunden. Er nahm an, die zwei Sterne wären in verschiedenem Abstand entlang der Sichtlinie. Unter der Annahme, die Sterne wären von der selben Größe wie die Sonne, berechnete er, dass die größere Komponente, die den 300sten Teil des Durchmessers von 1800 Bogensekunden der Sonne hatte, 300 Mal weiter als die Sonne entfernt sein müsste.

Bei solch einer Entfernung müssten die beiden Sterne eine deutlich unterschiedliche Parallaxe aufweisen, wenn die Erde in Bewegung ist. Sie taten es nicht, was Galilei hätte nahelegen müssen, dass sich die Erde entweder nicht bewegt oder die Sterne weit entfernt sind – und riesig sein müssten, wegen ihrer 6 und 4 Bogensekunden großen scheinbaren

Durchmesser (dies ist das Sterngrößenproblem von Tycho Brahe).

Vgl.: Ondra 2004, Graney 2007, Graney 2008, Graney, Sipes 2009.

Es gibt viel Spielraum für die weitere Marius-Forschung besonders hinsichtlich des Einflusses seines 1614 veröffentlichten *Mundus Iovialis*. Zum Beispiel: Welchen Einfluss hatte sein Hauptwerk für die Durchsetzung des tychonischen Systems? Scheiner und sein Respondent Locher erwähnten den *Mundus Iovialis* in ihren *Disquisitiones*, die ebenfalls 1614 erschienen. Obwohl die *Disquisitiones* eine positive Einstellung gegenüber Galilei und eine negative gegenüber Marius einnehmen, notierte Scheiner sowohl die teleskopische Erscheinung der Sterne als auch das Sterngrößenproblem als ein Hauptargument gegen Copernicus.¹⁸ Außerdem erwähnte Francesco Ingoli das Sterngrößenproblem in einem Aufsatz, den er an Galilei kurz vor der Verurteilung der copernicanischen Theorie im Jahr

¹⁸ Siehe Scheiner 1614, S. 25–28, 53–54, 78, 80. Siehe Graney 2015, S. 64–67 über Scheiner und das Sterngrößenproblem.

1616 durch die römische Inquisition schrieb¹⁹ (Galilei nahm an, Ingoli hätte Einfluss auf diese Verurteilung).²⁰ Wie bedeutend war Marius' *Mundus Iovialis* – vielleicht die erste Arbeit, die teleskopische Beobachtungen zur Unterstützung eines geozentrischen Kosmos anführte – für all die Ereignisse, die zwei Jahre nach dessen Veröffentlichung folgten? War der *Mundus Iovialis* in der Tat die erste Arbeit, die solche teleskopischen Beobachtungen erwähnte oder hat Marius diese woanders früher erwähnt? Oder war ein anderer Astronom Marius diesbezüglich voraus? Es gibt noch viel zu erforschen über diesen ausgezeichneten Astronomen Simon Marius.

Literatur

- Dreyer, John Louis Emil: The Tercentenary of the Telescope. *Nature* 82 (16. Dezember 1909), S. 190f.
- Finocchiaro, Maurice A.: *The Galileo Affair: A Documentary History*. Berkeley, California: University of California Press 1989
- Gaab, Hans; Leich, Pierre, Simon Marius: Leben und Forschung, 2014, entnommen 25. November 2014 von *Simon Marius: Mathematiker – Arzt – Astronom (1573–1624)*, <<http://www.simon-marius.net/index.php?lang=de&menu=2>>
- Graney, Christopher M.: On the accuracy of Galileo's observations. *Baltic Astronomy* 15 (2007), S. 443–449
- But Still, It Moves: Tides, Stellar Parallax, and Galileo's Commitment to the Copernican Theory. *Physics in Perspective* 10 (2008), S. 258–268
 - Stars as the Armies of God: Lansbergen's Incorporation of Tycho Brahe's Star-size Argument into the Copernican Theory. *Journal for the History of Astronomy* 44 (2013), S. 165–172
 - *Setting Aside All Authority: Giovanni Battista Riccioli and the Science against Copernicus in the Age of Galileo*. Notre Dame, Indiana: University of Notre Dame Press 2015
- Graney, Christopher M.; Sipes, Henry: Regarding the Potential Impact of Double Star Observations on Conceptions of the Universe of Stars in the Early 17th Century. *Baltic Astronomy* 18 (2009), S. 93–108
- Grayson, Timothy P.; Graney, Christopher M.: On the telescopic disks of stars – a review and analysis of stellar observations from the early 17th through the middle 19th centuries. *Annals of Science* 68 (2011), S. 351–373
- Herschel, John F. W.: *Treatises on Physical Astronomy, Light and Sound Contributed to the Encyclopædia Metropolitana*. London; Glasgow: Griffin and Co. 1828

¹⁹ Graney 2015, S. 66f. Interessanterweise schlägt Ingoli Galilei vor, dass die Lösung zum Sterngrößenproblem die ist, dass die Sterne sich anders als andere Himmelskörper verhalten – was in der Tat wahr war, da die durch das Teleskop enthüllten Sternenscheiben nicht echt sind, während die teleskopischen Planetenscheiben echt sind. Der Anhang A von Graney 2015 enthält eine vollständige Übersetzung von Ingolis Aufsatz ins Englische.

²⁰ Finocchiaro 1989, S. 155.

- Huygens, Christiaan: *The Celestial Worlds Discover'd: or, Conjectures Concerning the Inhabitants, Plants and Productions of the Worlds in the Planets*. 2nd Ed. London: James Knapton 1722
- Ondra, Leos: A New View of Mizar. *Sky & Telescope* 108 (July 2004), S. 72–75.
- Reeves, Eileen; Van Helden, Albert: *On Sunspots: Galileo Galilei and Christoph Scheiner*. Chicago: University of Chicago Press 2010
- Scheiner, Christoph; Locher, Johann Georg (Respondent): *Disquisitiones Mathematicae, De Controversiis et Novitatibus Astronomicis*. Ingolstadt: Angermaria 1614
- Van Helden, Albert: *Measuring the Universe*. Chicago: University of Chicago Press 1985

Anschr. d. Verf.: Christopher M. Graney, Jefferson Community & Technical College, Social Sciences Building, 1000 Community College Drive, Louisville, KY 40272, USA; E-Mail: christopher.graney@kctcs.edu