

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

Der fränkische Kleinplanet (7984) Marius

Thomas G. Müller, Garching

(7984) Marius ist ein Kleinplanet, der vor ca. 4,5 Milliarden Jahren zusammen mit den Planeten und dem gesamten Sonnensystem durch den Kollaps einer Gas- und Staubwolke entstanden ist. Marius befindet sich im Asteroidengürtel zwischen Mars und Jupiter und benötigt 4,27 Jahre für einen Umlauf um die Sonne. Die Bahn beschreibt eine Ellipse mit einer großen Halbachse von 2,63 AE, einer Exzentrizität von 0,20 und einer Inklination von $9,1^\circ$ relativ zur Ekliptik. Aufgrund seiner Bahnlage gehört der Kleinplanet zum mittleren Bereich des Asteroidengürtels. Die absolute Helligkeit beträgt 13,6 mag. Das gemessene Rückstrahlvermögen (Albedo) von 6 % führt zu einem berechneten Durchmesser von etwa 10,5 km. Der niedrige Albedowert deutet auf eine stark kohlenstoffhaltige Oberfläche hin.

7984 Marius is a minor planet located in the asteroid main-belt region between Mars and Jupiter which formed about 4.5 Gyrs ago when the planets emerged from the dense gas and dust disk around the Sun. The asteroid has an orbit with a semi-major axis of 2.63 AU, an eccentricity of 0.20 and an inclination of 9.1° , with an orbital period of about 4.27 yrs. Light curves indicate a rotation period of about 3.54 h and a slightly elongated shape. A radiometric analysis of infrared observations shows that 7984 Marius has a low albedo of about 6 % and a diameter of about 10.5 km. The low albedo points towards a possible carbonaceous surface composition. Its absolute magnitude is 13.6 mag and the object reaches a maximum brightness of about 16.4 mag during favorable oppositions.

1 Entdeckung, Nummerierung und Benennung

Der Kleinplanet 1980 SM wurde am 29. September 1980 von der tschechischen Astronomin Zdeňka Vávrová am Kleť-Observatorium¹ in Südböhmen (siehe Bild 1) entdeckt. Die Himmelsaufnahmen von fast 20 Quadratgrad Größe wurden mit dem 0,63-m Maksutov-Teleskop durchgeführt. Dabei wurden die Photo-

¹ Offizieller Observatoriums-Kennschlüssel: 046 (siehe auch M.P.C.-Auszug)

platten 20 min auf der ersten Himmelsposition belichtet und anschließend weitere 20 min auf einer um 3 Bogenminuten verschobenen Position. Jeder Stern erzeugt dabei ein Paar von parallelen Strichspuren, Kleinplaneten zeigen sich durch nicht-parallele Spuren. Auf den Bildplatten können mit Hilfe eines Mikroskops die Asteroiden leicht gefunden und mit optoelektronischen Hilfsmitteln die Koordinaten bestimmt werden. 1980 SM wurde am 1.10. und nochmals am 3.10.1980 detektiert und zusammen mit weiteren Kleinplaneten direkt beim Minor Planet Center² (MPC) am *Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics* in Cambridge, MA in den USA eingereicht (siehe Auszug aus dem M. P. C. 5615 vom 1. Dezember 1980). Auf der Fotoplatte der Erstsichtung von 1980 SM wurden weitere sieben unbekannte Kleinplaneten (1980 SJ, 1980 SK, 1980 SL, 1980 SN, 1980 SO, 1980 SP, 1980 SQ) gefunden und zusätzlich die Position von 2052 Tamriko bestimmt. Die Helligkeit zum Entdeckungszeitpunkt wurde auf 17,0 mag geschätzt.

Auszug aus dem *Minor Planet Circular 5615 1980 DEC. 1*

Object	Date	UT	R. A. (1950)	Decl.	Mag.	Obs.
1980 SM *	1980 09	29.82643	23 57 05.27	+07 24 04.0	17.0	046
1980 SM	1980 09	29.83928	23 57 04.50	+07 24 02.8		046
1980 SM	1980 10	01.81006	23 55 12.13	+07 23 08.0		046
1980 SM	1980 10	01.82487	23 55 11.23	+07 23 07.5		046
1980 SM	1980 10	03.82083	23 53 19.73	+07 21 56.5		046
1980 SM	1980 10	03.83501	23 53 18.92	+07 21 54.8		046



Bild 1. Das Kleť-Observatorium in České Budějovice in Südböhmen, Tschechische Republik, liegt in etwa 1070 m Höhe. Die offizielle Observatoriumskennung ist "046 Kleť Observatory, České Budějovice". Quelle: <http://www.klet.org/>

² <http://www.minorplanetcenter.net/iau/mpc.html>



Bild 2. Zdeňka Vávrová (1945) arbeitete über 20 Jahre am Klet'-Observatorium in Südböhmen in der Tschechischen Republik. Sie hat mehr als hundert Kleinplaneten entdeckt und gilt als Mitentdeckerin des kurzperiodischen Kometen 134P/Kowal-Vávrová.*

(Quelle: <http://www.skaw.sk/comet-discoverer-zdenka-vavrova.htm>)

Weitere Beobachtungen von 1980 SM erfolgten 1991 am Mt.-Palomar- und am Steward-Observatorium in den USA, 1995 dann an der Thüringer Landessternwarte in Tautenburg. 1997 konnte durch weitere Beobachtungen des Klet'-Observatoriums die Bahn von 1980 SM deutlich genauer bestimmt werden und der Kleinplanet erhielt vom MPC im November 1997 die feste Nummer 7984. Inzwischen finden sich im Archiv des MPC insgesamt 1075 Einzelmessungen, die bei Neuberechnungen der Bahn Berücksichtigung finden, darunter auch eine Detektion vom 8. September 1980 (Crimea-Nauchnij-Observatorium 095), also etwa 20 Tage vor der offiziellen Entdeckung, die allerdings erst im August 1982 beim MPC eingereicht wurde. Im März 2014 erfolgte schließlich die Taufe des Kleinplaneten 7984 (1980 SM) durch die Internationale Astronomische Union (IAU) auf den Namen³ „Marius“. Der Widmungstext wurde im Minor Planet Circular 87545 vom 16. März 2014 veröffentlicht. Damit hat das Committee for Small-Body Nomenclature der IAU den Ansbacher Hofastronom Simon Marius (1573–1624) im Simon-Marius Jubiläumsjahr 2014 am Himmel verewigt. Der Kleinplanet (7984) Marius kann somit in den weltweiten astronomischen Archiven gleichberechtigt mit der Nummer 7984 oder über den Namen „Marius“ aufgefunden werden.

Widmungstext aus dem MPC 87545:

(7984) Marius

1980 SM. Discovered 1980 Sept. 29 by Zdeňka Vávrová at Klet' Observatory (Hvězdárna Klet') in South Bohemia, Czech Republic (Minor Planet Circular 87545, 2014 Mar. 16).

³ Die genauen Umstände der Objektauswahl und der Entstehung des Widmungstextes sind nicht bekannt. Die Buchstaben nach der Jahreszahl in der provisorischen Kennzeichnung werden für neuentdeckte Objekte im Laufe des Jahres von AA bis ZZ vergeben. Möglicherweise wurde gerade dieses Objekt ausgewählt, weil „SM“ in der provisorischen Kennzeichnung zufällig die Anfangsbuchstaben von Simon Marius darstellt. Vgl. (1).

Simon Marius (1573–1625) was court astronomer in Ansbach. He discovered the Jovian satellites, but published his observations after Galileo, who accused him of plagiarism and ruined his reputation. Marius suggested the names for the satellites and also measured the diameter of the Andromeda Galaxy.

2 Die Bahn

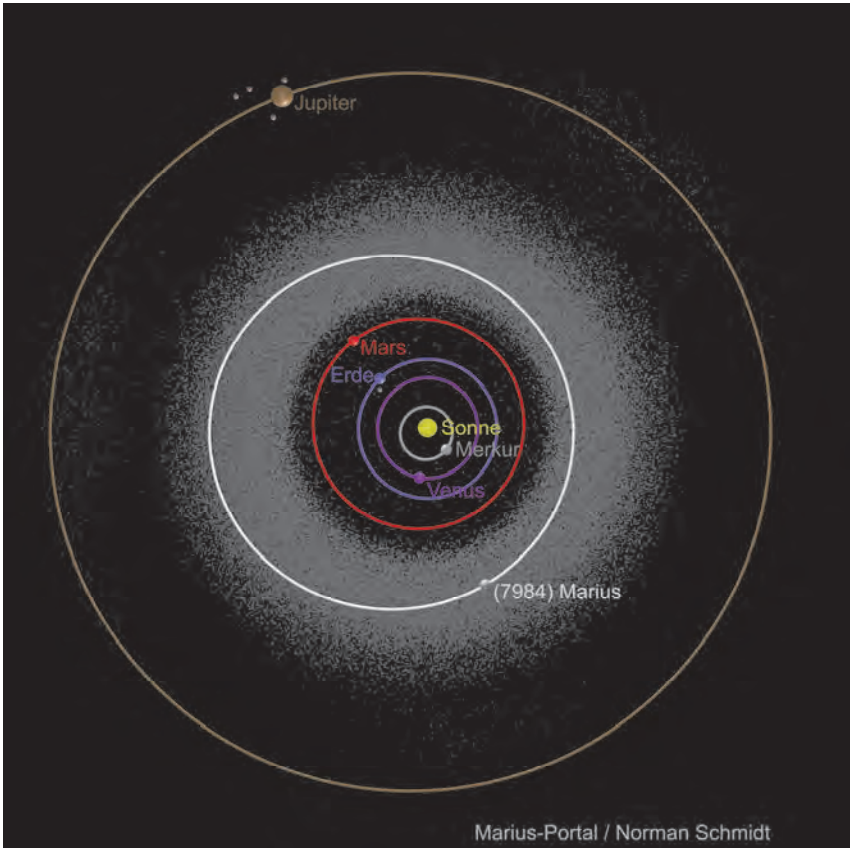


Bild 3. Kleinplanet Marius. Diese Illustration zeigt den Orbit des Asteroiden „(7984) Marius“ (Marius-Portal/Norman Schmidt NOSCC).

(7984) Marius befindet sich im Hauptasteroidengürtel zwischen Mars und Jupiter auf einer elliptischen Bahn um die Sonne. Bild 3 zeigt die Sicht senkrecht von oben auf die Ekliptik (Sonne-Erde-Ebene). Der Ausschnitt zeigt maßstabsgerecht die Bahnen der Planeten von Merkur, Venus, Erde, Mars und Jupiter sowie den Asteroidengürtel. Anhand der grauen Pünktchen lässt sich der Asteroidengürtel zwischen Mars und Jupiter und die beiden Trojanergruppen in den Lagrangepunkten der Jupiterbahn gut erkennen.

Der Kleinplanet benötigt 4,27 Jahre für einen Umlauf. Die Bahn ist um $9,1^\circ$ relativ zur Ekliptik geneigt, hat eine Exzentrizität von 0,20 bei einer Bahnhalbachse von 2,63 AE. Damit kommt er im günstigsten Fall bis auf 1,11 AE an die Erde heran. Die Bahnberechnung des JPL HORIZONS Ephemeridensystems⁴ beruht auf 1056 Einzelbeobachtungen (der gegenwärtig 1075 registrierten Beobachtungen zum 20. April 2015), die eine Zeitspanne von mehr als 34 Jahren umfassen und damit insgesamt etwa acht komplette Umläufe um die Sonne abdecken (siehe Tabelle mit Bahnelementen).

Oppositionshelligkeiten liegen regelmäßig bei 17–18 mag, sehr selten auch heller (siehe Bild 4 mit der Helligkeit von (7984) Marius über die nächsten Jahre). Da bisher kein Kleinplanet nach Galileo Galilei benannt ist, sind enge Begegnungen der beiden Kontrahenten im Weltraum ausgeschlossen. Im Dezember 2016 stehen (7984) Marius und die Galileischen Monde in einer scheinbaren Entfernung von weniger als 5° am Himmel (also für das Auge sehr nahe), aber die reale Entfernung liegt bei deutlich mehr als 2 AE, es besteht also keine Gefahr einer Wiederauflebung des damaligen Streites um die Erstentdeckung der Jupitermonde :-)

Tabelle 1. Die Bahnelemente von (7984) Marius. Quelle: <http://ssd.jpl.nasa.gov/>

Bahnelemente			
<i>E</i>	0,200		Numerische Exzentrizität
<i>A</i>	2,633	AE	Große Bahnhalbachse
<i>Q</i>	2,107	AE	Perihelentfernung
<i>I</i>	9,07	$^\circ$	Inklination
\varOmega	340,39	$^\circ$	Rektaszension des aufsteigenden Knotens
\varOmega	27,71	$^\circ$	Argument des Perigäums
<i>M</i>	358,55	$^\circ$	Mittlere Anomalie
<i>t_p</i>	2457006,78	JED	Epoche
<i>T</i>	4,27	Jahre	Umlaufzeit
<i>H</i>	13,6	mag	Absolute Helligkeit

⁴ <http://ssd.jpl.nasa.gov/>

3 Eigenschaften

Aus der Bahn eines Kleinplaneten lässt sich die wahrscheinliche Materialzusammensetzung ableiten. So überwiegen im inneren Asteroidengürtel (große Bahnhalbachse kleiner als etwa 2,5 AE) silikatreiche Materialien mit Metallbeimischungen (hauptsächlich Eisen und Magnesium). Sie erscheinen hell, mit einem Rückstrahlvermögen (Albedo) von 10–22 % und werden als S-Typ klassifiziert. In den äußeren Gürtelregionen dominieren die C-Typen, deren kohlenstoffhaltige Materialien sehr dunkel erscheinen (Albedo von 3–10 %). In den mittleren Regionen bei etwa 2,7 AE finden sich gehäuft auch M-Typen, deren Oberflächen mit großen Eisen-Nickel Anteilen eher metallisch erscheinen. Sie haben ein moderates Rückstrahlvermögen von 10–20 %.

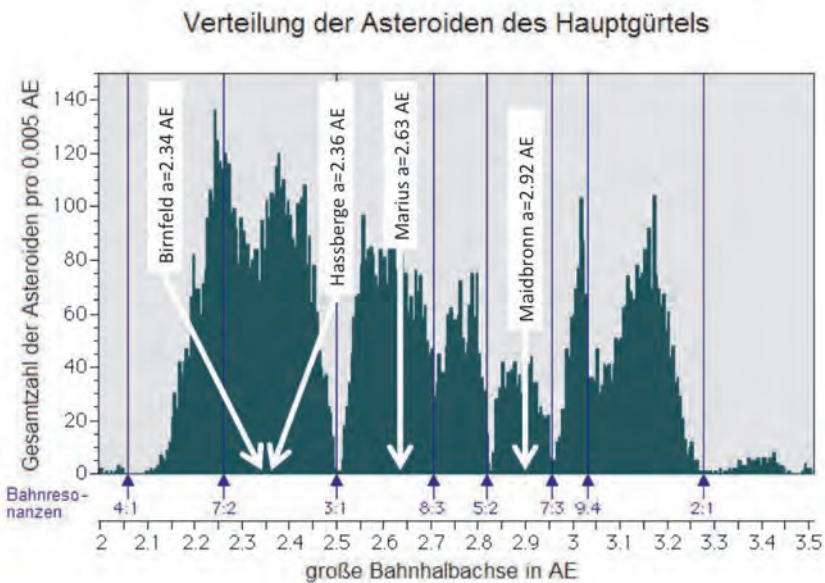


Bild 4. Die Verteilung der Kleinplaneten im Hauptasteroidengürtel. Neben Marius ist die Lage der drei kürzlich getauften fränkischen Kleinplaneten Birnfeld, Hassberge und Maidbronn dargestellt. Birnfeld und Hassberge liegen im inneren Gürtelbereich, Marius im mittleren und Maidbronn im äußeren Gürtelbereich.

Aufgrund der Bahnlage lässt sich für Marius somit kein eindeutiger taxonomischer Typ festlegen. Dagegen kann man bei den im September 2014 getauften „Franken“ – (365130) Birnfeld und (365131) Hassberge – davon ausgehen, dass sie silikatreiche Oberflächen haben. Sie ziehen ihre Bahnen bei ca. 2,3 AE von

der Sonne im inneren Gürtelbereich. Das jüngste Frankenobjekt (410928) Maidbronn liegt mit einer großen Bahnhalbachse von 2,92 AE im äußeren Gürtelbereich und gehört höchstwahrscheinlich zu den dunkleren C-Typen (siehe auch Bild 4 mit der Verteilung der Kleinplaneten im Asteroidengürtel). Viele Kleinplaneten gehören aufgrund ihrer Bahnelemente zu Kollisionsfamilien, die ursprünglich aus einem deutlich größeren Mutterkörper hervorgegangen sind. Marius lässt sich allerdings keiner der bekannten Asteroidenfamilien direkt zuordnen.

(7984) Marius sowie die meisten Asteroiden erscheinen selbst mit den größten Teleskopen punktförmig und ihre absolute Ausdehnung und Form bleiben verborgen. Über die Helligkeit – bei bekannten Entfernungen von Erde und Sonne – lässt sich jedoch eine Größe abschätzen. Dabei muss man berücksichtigen, dass ein großer, aber sehr dunkler (niedrige Albedo) Asteroid am Himmel ähnlich hell erscheint wie ein viel kleinerer, der ein großes Rückstrahlvermögen besitzt. Aber aufgrund von Kleinplanetenstatistiken weiß man, dass das Rückstrahlvermögen von Gürtelobjekten im Bereich zwischen 3 % und etwa 50 % liegen kann, mit einem Schwerpunkt bei 10 % (7 % bei C-Typen bzw. 20 % bei S-Typen). In der Praxis arbeitet man meist mit der absoluten Helligkeit H (die Helligkeit, die ein Objekt bei 1 AE Sonnen- und Erdentfernung hätte) und rechnet den möglichen Durchmesserbereich für niedrige und hohe Albedowerte aus. (7984) Marius ist mit $H = 13,6$ mag angegeben und daraus folgt eine mögliche Größe zwischen 3,8 km (hohe Albedo von 0,50) und 15,3 km (niedrige Albedo von 0,03). (324) Bamberga läge dementsprechend bei 81–332 km, die neugetauften Birnfeld und Hassberge bei 0,5–2,2 km, Maidbronn bei 0,9–3,9 km.

Genauere Größenangaben lassen sich mit Hilfe der radiometrischen Methode bestimmen. Die beim Kleinplaneten ankommende Sonnenenergie wird teilweise reflektiert (abhängig vom Rückstrahlvermögen), der Rest wird absorbiert und als thermische Strahlung wieder abgegeben. Misst man zusätzlich zum reflektierten Licht (absolute Magnitude H) auch die thermische Emission, so kann man beide Werte in der Analyse berücksichtigen und Größe und Albedo des Asteroiden ableiten. Inzwischen haben verschiedene Infrarotsatelliten (IRAS, Akari, WISE) den kompletten Himmel kartiert und dabei auch viele Kleinplaneten gemessen. Diese tauchen in den entsprechenden Archiven auf und es existieren publizierte radiometrische Lösungen mit Angaben zu Größe und Albedo. (7984) Marius wurde sowohl von Akari als auch von WISE (siehe Bild 5) mehrfach beobachtet (2,3,4,5). Alle Messungen zusammengenommen ergeben einen Durchmesser von $10,5 \pm 0,5$ km bei einer Albedo von 6 %. Damit kann man auf der Oberfläche kohlenstoffhaltige Materialien mit organischen Beimischungen erwarten, eventuell auch Wassereis und durch Wasser veränderte Mineralien, ähnlich CI- und CM-Meteoriten, den sogenannten kohligen Chondriten. Der „größte Franke“ ist der Asteroid (324) Bamberga mit ≈ 230 km, der aufgrund seiner großen Oppositionshelligkeit schon Ende des 19. Jahrhunderts entdeckt wurde.

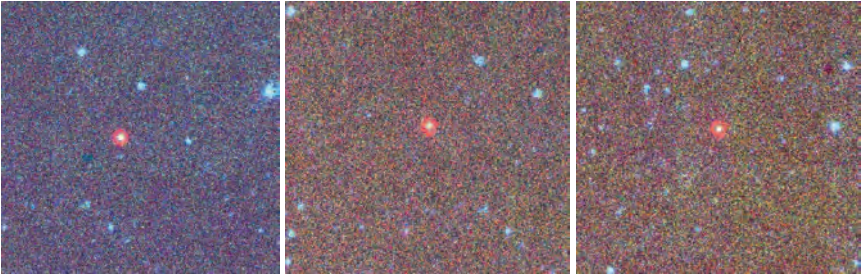


Bild 5. Infrarotbeobachtungen von Marius mit dem WISE Satelliten. Die Aufnahmen sind aus vier verschiedenen Filtern zusammengesetzt. Aus Infrarotmessungen lassen sich durch radiometrische Techniken sowohl die Größe als auch das Rückstrahlvermögen (Albedo) bestimmen. Identifizierungsnummern der drei Epochen (von links nach rechts): 06205b149, 06209b149, 06221b149.



Bild 6. Zeitlich versetzte optische Messungen in drei verschiedenen Filtern. Marius bewegt sich im Laufe der Filtersequenz von links nach rechts. Die Messungen wurden vom NEAT System am 25.7.2001 zwischen 06:20 und 07:00 durchgeführt (IDs: 20010725062117c, 20010725063718c, 20010725065134c). Quelle: "Near Earth Asteroid Tracking" Archiv unter: <http://skyview.gsfc.nasa.gov/cgi-bin/skymorph/mobs.pl>.

Im Archiv des MPC finden sich neben den mehr als 1000 Einträgen mit dem Ziel, die Astrometrie zu bestimmen, auch Messungen in gut geeichteten Filtern, meist in den Standard-R- oder V-Filtern. Analysiert man die zeitlich zusammengehörigen Werte, so stellt man fest, dass Marius im Laufe weniger Stunden seine Helligkeit typischerweise um 0,2 bis 0,3 Magnituden ändert (6). Das würde auf eine leicht ellipsoide Form hindeuten. Aussagekräftige Lichtkurven, Sternbedeckungen oder auch Multi-Filter-Messungen fehlen bisher, daher lässt sich über die genaue Oberflächenzusammensetzung, Form und Rotationsperiode nur spekulieren. Hier könnten gezielte Amateurbeobachtungen einen wichtigen Beitrag leisten. Die nächste gute Gelegenheit für Beobachtungen ist im Dezember 2019: Marius wird dann eine Helligkeit von unter 18 Magnituden aufweisen und fast die ganze Nacht von Mitteleuropa aus sichtbar sein.

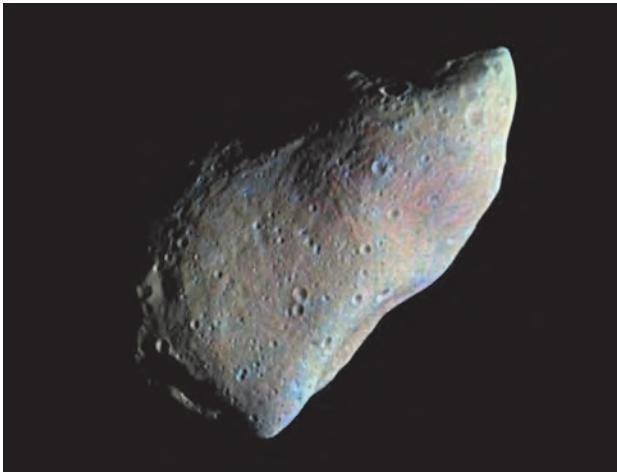
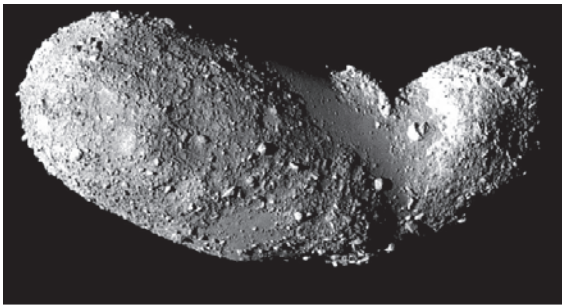


Bild 7. Oben: Kleinplanet (951) Gaspra ($18,2 \times 10,5 \times 8,9 \text{ km}^3$), S-Typ; Galileo Mission 1991 [NASA/USGS]; unten: Kleinplanet (25143) Itokawa, $535 \text{ m} \times 294 \text{ m} \times 209 \text{ m}$, S-Typ; Hayabusa Mission 2005 [Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)]

Für eine Detailstudie von Kleinplaneten muss man deutlich mehr Aufwand betreiben und interplanetare Missionen auf den Weg bringen. Inzwischen wurden bereits mehr als zehn Asteroiden bei einem nahen Vorbeiflug oder sogar einer dezidierten Mission besucht. Hier einige prominente Beispiele: DAWN-Besuch bei (1) Ceres (2015/16) und (4) Vesta (2011/12); Rosetta-Vorbeiflug an (2867) Šteins (2008) und (21) Lutetia (2010); Galileo-Mission zu (243) Ida (1993) und (951) Gaspra (1991); NEAR-Shoemaker bei (253) Mathilde (1997) und (433) Eros (1998, 2000, 2001); Hayabusa-Rendezvous und „sample return“ bei (25143) Itokawa. In naher Zukunft sollen Proben von zwei weiteren Kleinplaneten entnommen und zur Erde zurückgebracht werden: Hayabusa2 (Start erfolgte Ende 2014) zum Kleinplaneten (162173) Ryugu und OSIRIS-REx (Start 2016, Rendezvous 2018, Rückkehr 2023) zu (101955) Bennu. Spannend wird vor allem die Hayabusa2-Mission, die erstmals einen Asteroiden vom C-Typ besuchen wird. (162173) Ryugu ist zwar etwa 10-mal kleiner als (7984) Marius, hat aber eine fast identische Albedo und ist höchstwahrscheinlich vom gleichen Spektraltyp. Die Oberflächen beider Körper könnten demnach ähnliche Bestandteile aufweisen. Von der Größe her wäre Marius am ehesten mit (951) Gaspra mit einer Ausdehnung von $18,2 \text{ km} \times 10,5 \text{ km} \times 8,9 \text{ km}$ vergleichbar. Allerdings handelt es sich hier um einen S-Typ mit anders gearteter Oberfläche und einer Albedo von 0,22.

Marius hat eine sehr gut bestimmte Bahn und liegt zentral im Hauptasteroidengürtel. Nicht-gravitative Kräfte – wie Jarkowski- und YORP-Kräfte aufgrund der anisotropen Wärmeabstrahlung – wirken vor allem bei kleineren Körpern unter 10 km Durchmesser. Für Marius sind diese Kräfte kaum relevant und seine Bahn ist stabil. Sie wird nur durch gelegentliche Vorbeiflüge anderer Kleinplaneten gravitativ gestört. (7984) Marius wird voraussichtlich die nächsten Jahr-Millionen oder sogar Jahr-Milliarden relativ ungestört auf seiner 4,3 Jahre dauernden Bahn die Sonne umkreisen und hoffentlich noch viele neue fränkische Kleinplaneten begrüßen können. Vielleicht wird Marius ja sogar von einem kleinen Begleiter umkreist: Hier wäre dann eine Benennung nach „Gunzenhausen“ oder „Ansbach“ denkbar.

5 Beobachtbarkeit

Automatische Himmelsdurchmusterungssysteme detektieren (7984) Marius regelmäßig und liefern die extrahierten Koordinaten ans MPC für weitere Verbesserungen der Bahngenauigkeit. Gezielte wissenschaftliche Beobachtungsprogramme gibt es im Zusammenhang mit diesem Objekt allerdings nicht. Zu Zeiten günstiger Oppositionskonstellationen erreicht Marius immer wieder Helligkeiten von 18 Größenklassen, selten sogar unter 17 mag (siehe Bild 8). Zu diesen

Zeiten wird der Kleinplanet auch für geübte Amateure mit leistungsfähigen Teleskopen beobachtbar. Im Juli 2018, im Dezember 2019, aber vor allem im Juni 2022 wird Marius gut beobachtbar sein. Zu diesen Zeitpunkten könnten gezielte Messungen in Standardfiltern durchgeführt werden. Daraus ließe sich eine Aussage zu den wahrscheinlichen Oberflächenmaterialien von Marius treffen. Aus Lichtkurvenaufnahmen über mehrere Stunden und Tage könnte man die Rotationsperiode ableiten und eine grobe Form des Kleinplaneten abschätzen. Interessant wäre vielleicht auch eine Suche nach möglichen Sternbedeckungen durch Marius. Trifft die berechnete Bahn des Kleinplaneten von einem Punkt der Erde aus gesehen exakt auf eine Sternposition, so lässt sich im Teleskop das Verschwinden des Sterns für mehrere Sekunden und das anschließende Wiederauftauchen des Sterns leicht beobachten: eine Sternfinsternis durch Marius verursacht! Hier gibt es immer wieder koordinierte Messkampagnen im Amateurbereich, mit fantastischen Ergebnissen zu Form und Größe des Asteroiden. Auch sind auf diese Weise schon einige kleine Begleiter gefunden worden, die zu lichtschwach für eine direkte Messung sind.

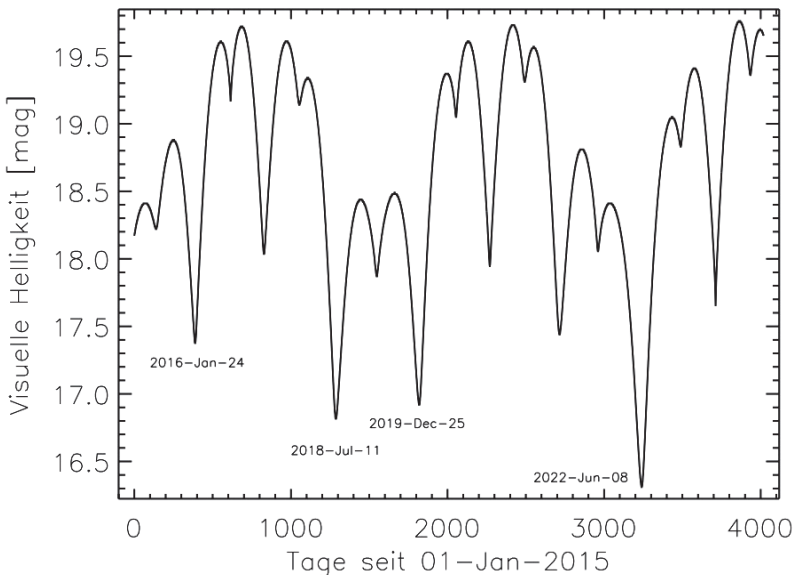


Bild 8. Die scheinbare Helligkeit von (7984) Marius im Zeitraum 1.1.2015 bis 31.12.2025. Zu günstigen Oppositionszeiten liegt die Helligkeit unter 17,5 mag, im Juni 2022 sogar bei etwa 16,4 mag. Kleinere Werte der scheinbaren Helligkeit bedeuten eine größere Helligkeit am Himmel. Nicht alle günstigen Oppositionen sind gut beobachtbar (z.B. im Juli 2018 ist die Sichtbarkeit in Mitteleuropa extrem eingeschränkt).

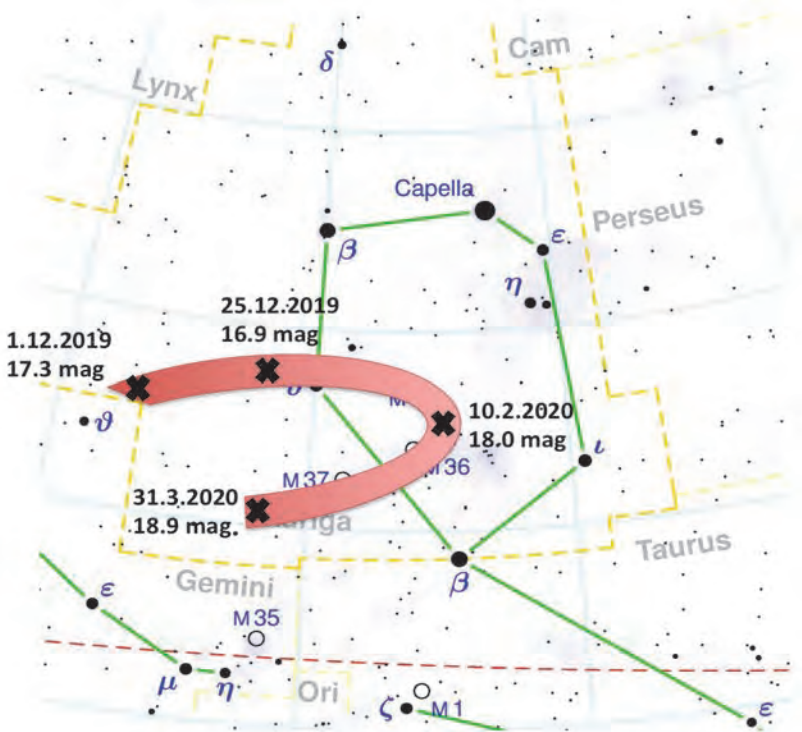


Bild 9. Die scheinbare Bahn von (7984) Marius von Dezember 2019 bis März 2020 von Zentraleuropa aus gesehen. Marius ist gegen Ende Dezember 2019 mit ca. 16,9 Magnituden mit guten Amateurteleskopen beobachtbar und praktisch die komplette Nacht sichtbar.

Quelle: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Auriga_constellation_map.png
Copyright © 2003 Torsten Bronger.

Quellen und Literatur

- (1) Leich, P. 2015: Zur Sichtbarkeit von (7984) Marius. Ein Aufruf an die Beobachter, Regiomontanusbote 28, Heft 4, S. 10–11.
- (2) Masiero, J. R. et al. 2011: Main Belt Asteroids with WISE/NEOWISE. I. Preliminary Albedos and Diameters, *Astrophysical Journal* (ApJ) 741, 68
- (3) Masiero, J. R. et al. 2012: Preliminary Analysis of WISE/NEOWISE 3-Band Cryogenic and Post-cryogenic Observations of Main Belt Asteroids, *ApJ* 759, 8
- (4) Masiero, J. R. et al. 2014: Main-belt Asteroids with WISE/NEOWISE: Near-infrared Albedos, *ApJ* 791, 121

- (5) Usui, F. et al. 2011: Asteroid catalog using AKARI, Publications of the Astronomical Society of Japan 63, 1117
- (6) Informationen bzgl. Astrometrie, Lichtkurven und physikalischer Kenngrößen:
<http://www.minorplanet.info>

Anschr. d. Verf.: Dr. Thomas G. Müller, Max-Planck-Institut für
extraterrestrische Physik, Gießenbachstraße 1, 85748 Garching;
E-Mail: tmueller@mpe.mpg.de