

BM Orionis

Beobachtungen der Hauptminima 2024/2025

Dieter Husar

Zusammenfassung: *BM Ori ist ein Bedeckungsveränderlicher, bei dem man in nur wenigen Jahren zwischen 1968 und 2011 eine erstaunliche Änderung der Form der Lichtkurve - insbesondere des Hauptminimums - beobachten konnte. In der vorliegenden Arbeit wird speziell auf das Hauptminimum vom 10./11. November 2025 eingegangen. Eine konstante Phase im Hauptminimum wurde nicht mehr beobachtet: entsprechend ist „d“ ≤ 0.01 [d]. Zusammen mit zuvor beobachteten Minima (Dezember 2024 und alle Daten aus 2025) erscheint eine Verspätung des Minimums um ca. 40 ± 20 Minuten nunmehr gesichert. Daraus ergeben sich neue instantane (heliocentrische) Elemente: $E_0 = 2460990.483 \pm 0.015$ und $P = 6.470559 \pm 0.000007$ [d].*

Abstract: *BM Ori is an eclipsing binary star in which a remarkable change in the shape of the light curve - especially the main minimum - was observed over the course of only a few years between 1968 and 2011. This paper focuses particularly on the primary minimum of November 10/11, 2025. A constant phase in the primary minimum was no longer observed: corresponding to “d” ≤ 0.01 [d]. Together with minima previously observed (December 2024 and all 2025 data), a delay of approximately 40 ± 20 minutes for the minimum now appears certain. This results in new instantaneous (heliocentric) elements: $E_0 = 2460990.483 \pm 0.015$ and $P = 6.470559 \pm 0.000007$ [d].*

Einleitung

BM Ori (= theta 01 Ori B) wurde als Bedeckungsveränderlicher Typ EA klassifiziert und befindet sich im sog. Trapez inmitten des Orionnebels. Im VSX der AAVSO [1] wird die Periode mit $P=6.4705315$ [d] angegeben. Im Normallicht liegt seine Helligkeit bei ca. 7.9 mag (V). Im Minimum werden 8.65 mag (V) erreicht. Im GCVS [2] wird außerdem vermerkt: $d = 0.05P$; Min II 7.98. und „Shape of the light curve and depths of minima vary“.

Seit ca. 70 Jahren wurde der Stern mit zunehmender Intensität beobachtet und viele Erkenntnisse zu seiner Natur gesammelt. Entsprechend lang ist die Liste der einschlägigen Literatur. Hier wird hauptsächlich die Literatur zitiert, die sich mit der Veränderlichkeit der Lichtkurve und der Dynamik des Mehrfachsystems befasst.

Vorüberlegungen zur Beobachtung von BM Ori

- Die nahen und hellen Nachbarsterne im Trapez erschweren die Vermessung des Objekts mittels Aperturphotometrie, so dass während der gesamten Beobachtungsdauer eine *hohe Winkelauflösung* und damit *bestmögliche Fokussierung* erforderlich ist.
- Die relativ große Helligkeit des Objekts (ca. 8 mag) erfordert zur Vermeidung von Sättigungseffekten *kurze Belichtungszeiten* (<10 sec).
- Die *Amplitude der Helligkeitsänderung* ist im Hauptminimum bei BM Ori nicht allzu groß: insgesamt nur ca. 0.6 Magnituden.
- Das *Hauptminimum dauert insgesamt über 16 Stunden* und im Minimum ändert sich die Helligkeit nur sehr langsam. Um trotz des flachen Minimums die ToM mit einer

Genauigkeit von 10 Minuten bestimmen zu können, beträgt die erforderliche photometrische Präzision ca. 0.01 mag, wenn man die Messpunkte mit einer Ausgleichsfunktion mittelt.

All diese Bedingungen führen nur bei besten Beobachtungsverhältnissen zur Erreichung einer Präzision von 0.01 mag bei BM Ori. An den beiden Remote-Teleskopen der IAS (Internationale **A**mateur-**S**ternwarte e.V) [3] konnte ich das erreichen. Die beiden Teleskope (10"- und 12"-Newton; f4 auf einer GM3000 bzw. einer ASA-DDM85) werden, durch häufige Besuche von Vereinsmitgliedern vor Ort gut betreut und der Standort Hakos (in Namibia) auf 1825 m ü.NN gehört weltweit zu den besten Beobachtungsorten.

Dort erzielte ich mit allen verfügbaren Filtern (LRGB sowie Schmalbandfilter Ha/OIII/SII) regelmäßig eine Auflösung von 2.0" bis 2.5" (FWHM). Die hellen Sterne im Orion Trapez konnten somit getrennt (siehe Abb. 1) mittels Aperturphotometrie photometriert werden.

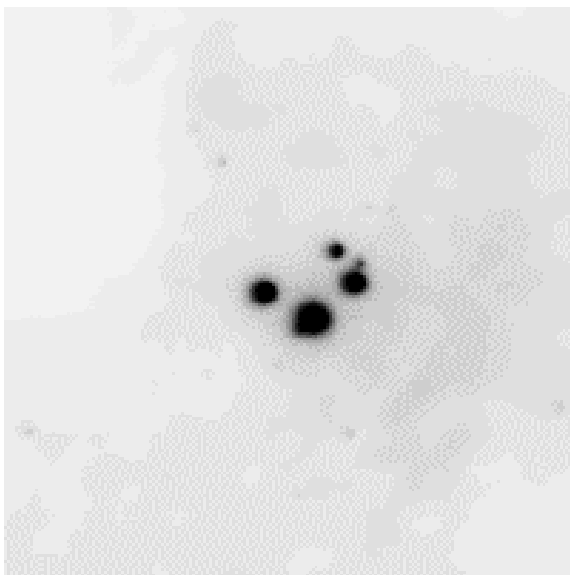


Abb. 1: Das Orion Trapez mit BM Ori (hier im Minimallicht) aus einer L-Filter-Aufnahmeserie (Median aus jeweils n=18 Aufnahmen)

BM Ori Minimum vom 10./11. November 2025

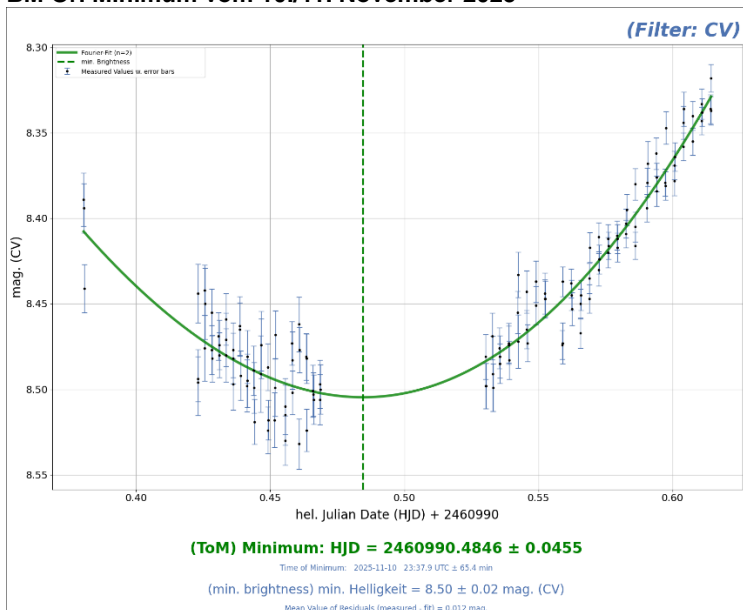


Abb. 2: Lichtkurve BM Ori Minimum vom 10./11. November 2025 im CV-Band (L-Filter)

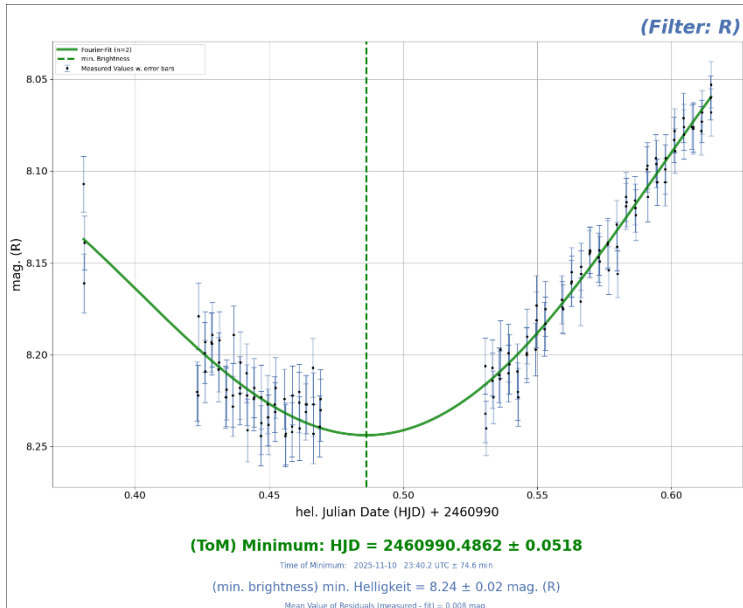


Abb. 3: Lichtkurve BM Ori Minimum vom 10./11. November 2025 im R-Band (R-Filter)

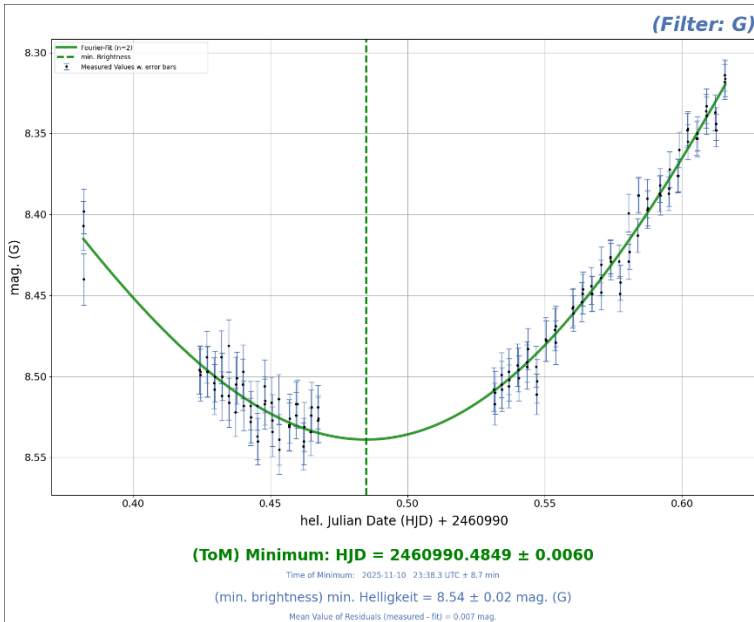


Abb. 4: Lichtkurve BM Ori Minimum vom 10./11. November 2025 im V-Band (G-Filter)

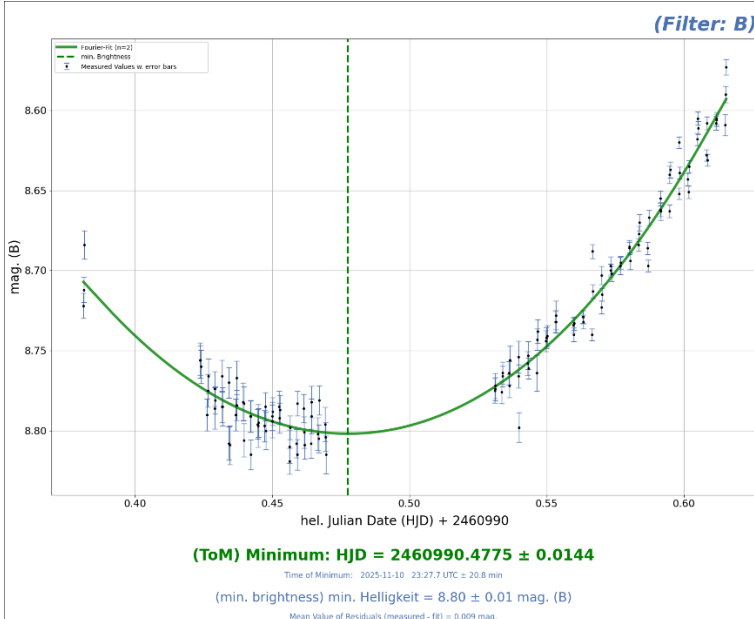


Abb. 5: Lichtkurve BM Ori Minimum vom 10./11. November 2025 im B-Band (B-Filter)

Wie aus den Abbildungen 2 bis 5 ersichtlich, gab es zwar bei der Beobachtung dieses Minimums relativ große Unsicherheit der ToM (einzelne Filter-Messungen: Zeitfehler 20 bis >60 min), da die Beobachtung während des Minimums unterbrochen wurde. Wegen eines ungünstigen Wetter-Status "wind unsafe" (hier bewirken Sicherheitseinstellungen, dass das Remote-Teleskope dann geparkt wird und das Rolldach geschlossen wird). Durch manuelles Eingreifen konnte dann doch noch der aufsteigende Ast des Minimums recht ordentlich beobachtet werden, so dass ich den ToM-Mittelwert als recht zuverlässig (d.h. mit einer Ungenauigkeit von ca. 20 Minuten) ansehen würde

Vergleich der Beobachtungen mit den Daten aus 2011

In Abbildung 5 sind meine Messungen von Oktober/November 2025 gegenüber den MOST-Daten aus 2011 in einem Phasendiagramm (Phase ± 0.1 rund um das Hauptminimum) dargestellt.

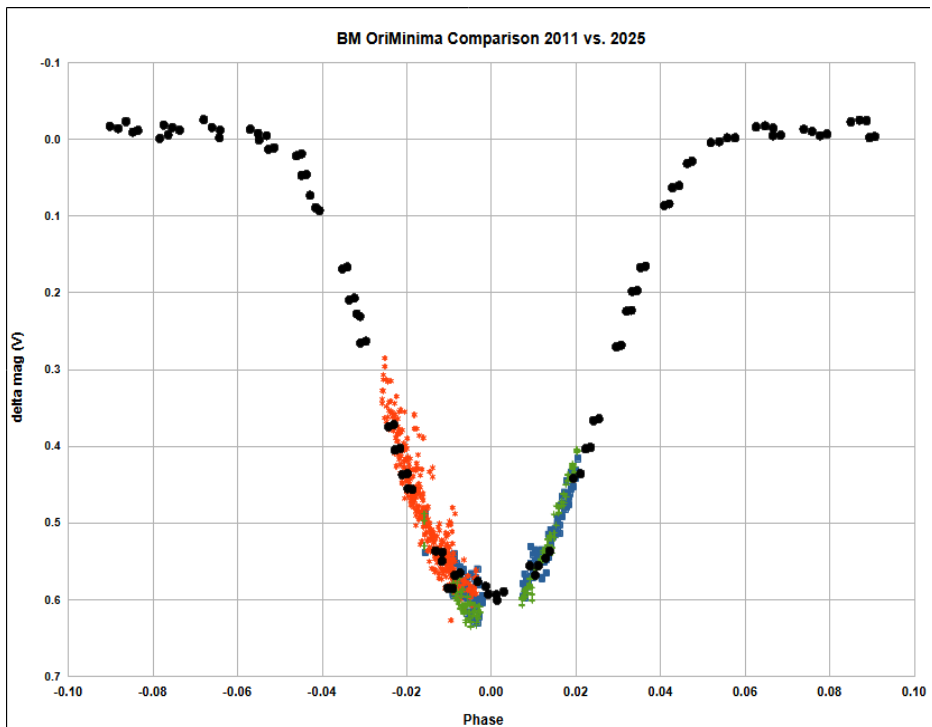


Abb. 6: Vergleich der Form des Hauptminimums 2011 versus 2025:

1. MOST-Daten aus 2011 [6][10] (schwarze Punkte ●): relative V-Magnituden
2. Abstieg ins Minimum am 2./3.10.2025 und 15./16.10.2025 (die CV-Daten der zwei teilweise beobachteten Minima sind hier zusammengefasst) (rote ◆ Symbole)
3. Unterbrochene Beobachtung am 10./11.11.2025 (CV-Daten: blaue ■ und V-Daten: grüne + Symbole)

Die Residuen der Einzelmessungen im Minimum vom 10./11. November 2025 gegenüber einem Polynomfit mit $n=4$ betragen je nach Filter 0.011 mag bis 0.015 mag. Wie bei einer statistischen Streuung zu erwarten, betragen die Residuen bei 3fach-zusammengefassten Messwerten je nach Filter 0.006 mag bis 0.009 mag, d.h. der Streuwert ist durchschnittlich um $1/\sqrt{3}$ kleiner.

Diese Residuen sind nicht signifikant größer, als die im Normallicht gemessenen. Kann daraus geschlossen werden, dass es im BM Ori Minimum *keine konstante Phase* gibt? Mit Einschränkungen: ja. Aber nur bis zu einer bestimmten Dauer der konstanten Phase. Warum: bei einem statistischen Vergleichstest (F-Test) der Hypothese $d=0$ gegenüber der Annahme von $d=0.01$ [Tag] ($\approx \frac{1}{4}$ Stunde), müsste es bei einer Messgenauigkeit von 0.01 mag einen deutlichen Unterschied in den Residuen gegenüber einem Polynomfit $n=4$ geben. Ein signifikanter Unterschied ist aber *nicht erkennbar*, daher kann man davon ausgehen, dass eine *konstante Phase allenfalls nur sehr kurz sein kann: < 0.01 [d]*.

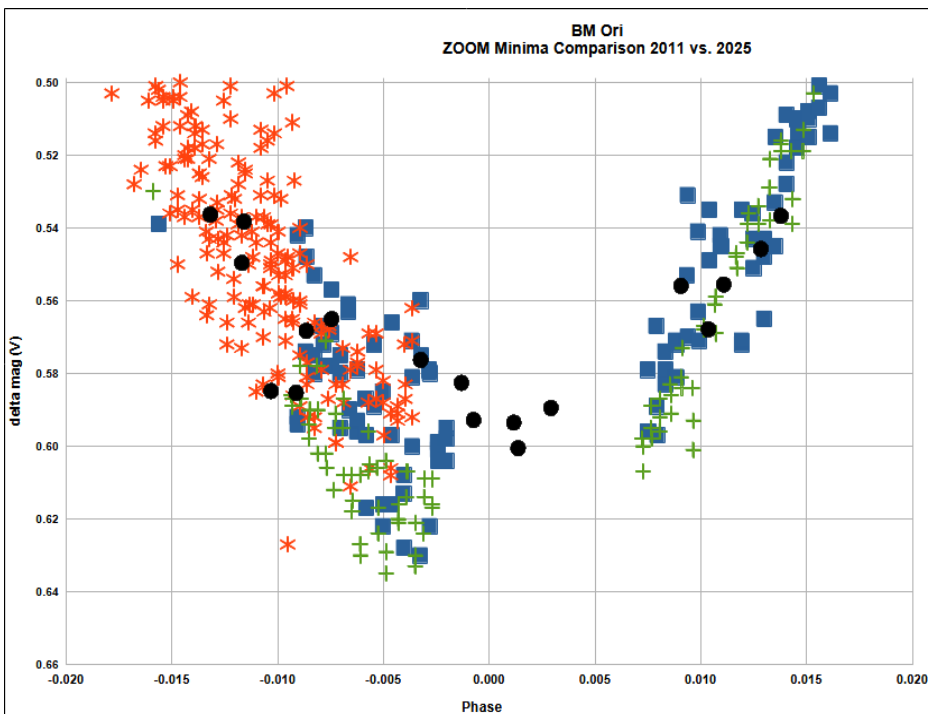


Abb. 7: Ein Ausschnitt aus Abb. 6 zeigte ein für mich überraschendes Ergebnis. Die Form des Minimums scheint nochmals verändert? Ist das Minimum im V-Band nochmals steiler geworden? Sieht so aus, aber bedarf noch der Bestätigung durch weitere Beobachtungen. Leider fehlen diese genau zum Zeitpunkt des Minimums.

Schon bei den sehr präzisen MOST-Satellitenbeobachtungen [6][10] aus dem Jahr 2011 ist im Rahmen der Messgenauigkeit keine konstanten Phase mehr feststellbar (siehe Abb. 6). Hierbei ist anzumerken, dass die MOST-Messungen eine ähnliche Präzision aufweisen, wie die hier vorgestellten Messreihen aus Oktober und November 2025.

Der Vergleich der Residuen der MOST-Messungen zu den Residuen bei meinen aktuellen Messungen ist durchaus bemerkenswert: die Streuung der Most-Daten (im vergleichbaren Bereich von Phase -0.04 bis +0.04) beträgt 0.012 mag. Auch die Residuen außerhalb des Minimums unterscheiden sich davon nicht.

Das zeigt, dass die in Namibia erreichte Messgenauigkeit mit den Satellitenmessungen aus 2011 gut mithalten kann. Im ersten Moment erstaunlich, aber verständlich, wenn man bedenkt, dass das MOST-Teleskop nur eine Öffnung von 15 cm hatte [10].

Noch immer viele offene Fragen:

1) Zu der Frage, ob noch (bzw. wieder) eine *konstante Phase im Minimum* (üblicherweise mit „d“ bezeichnet) feststellbar ist: In der früheren Arbeit von Hall & Garrison (1968) [4] wurde eine konstante Phase eindeutig nachgewiesen. Sie betrug seinerzeit annähernd 8-9 Stunden. Im Laufe der Jahre verschwand diese bis 2011. Bei den Most Beobachtungen (2011) [6] konnte eine konstante Phase schon nicht mehr nachgewiesen werden (siehe Abbildungen 6 und 7).

Leider gab es erneut keine durchgängigen Beobachtungsdaten im Minimum. Die Aussage, dass die konstante Phase völlig verschwunden ist, muss daher noch bestätigt werden.

Aus den vorgestellten neuen Messungen kann aber bereits mit hoher Wahrscheinlichkeit geschlossen werden, dass diese nur maximal 15 Minuten betragen könnte.

2) Damit hängt die Frage zusammen: ist die „teilweise undurchsichtige Wolke oder Scheibe“ [5] um den Stern im Laufe der Entwicklung der letzten 60 Jahre kondensiert oder verschwunden? Wie entwickelt sich BM Ori weiter?

3) Hat sich die *Form des Minimums* seit den MOST-Beobachtungen [6] (das waren bislang die letzten bekannten, genauen Untersuchungen der BM Ori Lichtkurve) geändert? Wie die Abbildungen 6 und 7 zeigen, konnte das wegen Abbruch bzw. Unterbrechung meiner Beobachtungen noch nicht endgültig geklärt werden. Ist das Minimum gegenüber 2011 eventuell sogar noch „spitzer“ geworden, wie es in Abbildung 7 angedeutet scheint? Das ist eine interessante Frage, die mit den zur Verfügung stehenden Mitteln bei den nächsten Beobachtungen hoffentlich bald geklärt werden kann.

4) Noch zu klären: Wie ändert sich der Farbindex (B-V) während des Minimums? Welche Schlüsse auf die physikalische Struktur des Begleiters erlaubt dies? Ist das Modell der „teil-opaken Wolke“ [5] noch zutreffend?

5) Gibt es vor 1968 Beobachtungen der Minima? Lässt sich daraus ein verbessertes ein O-C-Diagramm erstellen? Kann man daraus eventuell eine Apsidendrehung nachweisen?

6) Hat sich die Periode geändert oder war sie einfach noch nicht genau genug bestimmt worden? Inwieweit hängt diese Entwicklung mit den bekannten entfernten Begleitern von BM Ori (mindestens ein 5- oder >6-fach System!) [7] [8] [9] zusammen? Wie äußert sich die seit langem vermutete, dritte Komponente?

7) Welche Änderungen der Lichtkurve gibt es außerhalb des Hauptminimums? Auch hierzu wurden früher [4][5][6] im Zusammenhang mit dem Verschwinden der konstanten Phase des Hauptminimums auch Änderungen im Nebenminimum und an den benachbarten Reflektionsflanken (beiderseits des Nebenminimums) beobachtet und analysiert.

8) Denkbar wären auch völlig neuartige Veränderungen der Form der Lichtkurve im Hauptminimum. Anfang 2025 fand ich eine Aufhellung in der Mitte des Hauptminimums angedeutet. War das statistisch signifikant?

Ein erstes Fazit:

Jedenfalls ist nach den vorliegenden Messungen ausgeschlossen, dass BM Ori aktuell eine längere konstante Phase im Hauptminimum (wie 1968-1974) aufweist.

Zurzeit kann man von einer Verspätung des Hauptminimums von ca. 40 Minuten gegenüber den VSX-Elementen ausgehen. Wegen seiner langen Dauer lassen sich die Ephemeriden aus dem VSX [1] zur Beobachtungsplanung durchaus noch verwenden.

Ausgehend von den Minima 2024-2025 [11][12][13][14] kann man aber nun die folgenden verbesserten, instantanen Elemente ableiten:

$$E_0 = 2460990.483 \pm 0.015$$
$$P = 6.470559 \pm 0.000007 \text{ [d]}$$

Ausblick

Viele Fragen sind noch offen. Es bleibt also spannend die Lichtkurve und insbesondere weitere Minima von BM Ori zu beobachten. Hier die nächsten beobachtbaren Hauptminima in diesem Winter:

2025-12-06 20:45:56	2461016.365
2025-12-19 19:21:09	2461029.306
2026-01-01 17:56:21	2461042.247
2026-01-08 05:13:58	2461048.718
2026-01-14 16:31:34	2461055.189
2026-01-21 03:49:10	2461061.659
2026-02-03 02:24:23	2461074.600
2026-02-16 00:59:36	2461087.541
2026-02-28 23:34:48	2461100.483

Danksagung:

Für diese Arbeit konnte ich als Vereinsmitglied die Remote-Teleskope der „Internationalen Amateur-Sternwarte e.V.“ IAS [IAS] von September bis November 2025 intensiv nutzen. Mein Dank gilt dafür insbesondere Dr. Martin Junius und allen anderen IAS-Mitgliedern, die diese Installationen (aus der Ferne und vor Ort auf Hakos/Namibia) betreuen.

Literatur:

- [1] "International Variable Star Index (VSX) database", AAVSO, Cambridge, Massachusetts, USA: <https://vsx.aavso.org/index.php?view=vsx.home>
- [2] GCVS <http://www.sai.msu.su/gcvs/cgi-bin/search2.cgi?search=BM+Ori>
- [3] Webseite der „Internationale Amateur-Sternwarte e.V.“ (IAS): <https://www.ias-observatory.org/index.php/de/>
- [4] Hall, D. S., & Garrison, L. M. 1969, PASP, 81, 771
- [5] Huang, S.-S., Interpretation of BM Orionis 1975 ApJ, 195, 127H
- [6] Windemuth et al., Dramatic Evolution of the disk-shaped Secondary in the Orion Trapezium Star $\theta 1$ Ori B1 (BM Ori): MOST Satellite Observations, 2013, AJ, 768, 67
- [7] Close et al, HighResolution LBT AO, 2013 ApJ; preprint: ArXiv1203.2638v1
- [8] Allen et al., Dyn. Future of the Mini-Cluster $\theta 1$ ORI B, 2015 AJ, 150, 167
- [9] Allen C. et al, ...Evolution of the Orion Trapezium, 2017, MNRAS 466, 4937–4953
- [10] MOST Mission: Ultraprecise Photometry from Space <https://www.mscinc.ca/products/most.html>
- [11] D. Husar, Minimum und B/V-Lichtkurven vom 28.12.2024: siehe online [15]
- [12] O. Nickel, Minimum und B/V-Lichtkurven vom 10.01.2025: siehe online [15]
- [13] D. Husar, Minimum und Lichtkurve vom 23.01.2025: siehe online [15]
- [14] D. Husar, Minimum und R/V-Lichtkurven vom 02.10.2025: siehe online [15]
- [15] <https://www.bav-astro.eu/index.php/veroeffentlichungen/lichtkurven?run=liku&raw=0>
- [16] D. Husar, BM Orionis CCD-Parallelbeobachtungen zu visuell beobachteten Lichtschwächungen, BAV Rundbrief 2025-4

Weitere Literatur und Angaben zu den verwendeten Referenzsternen: siehe [16]

Dr. Dieter Husar (HSR) / Hamburg, husar.d@gmx.de