

# Kurze Bedeckungsminima bei TYC 1799-1159-1: Eine astrophysikalische Unmöglichkeit?

Ulrich Bastian

**Abstract:** *We report the discovery of three short brightness minima of the 11<sup>th</sup>-magnitude red-clump giant TYC 1799-1159-1 separated by multiples of 34.987 days. No reasonable stellar configuration to explain the minima by binary eclipses could be found, while at the same time the triple occurrence of the minima completely excludes any interstellar or solar-system occultations. Thus, the minima are seemingly impossible astrophysically. More observations during the observing season 2021/22 are urgently desired. A predictive ephemeris is given.*

## Einleitung

Anfang Januar wandte sich Martin Gertz von der Sternwarte Welzheim (bei Stuttgart) an die BAV, konkret an Wolfgang Vollmann: „Am Abend des 21. November 2020 habe ich mit meiner Nikon D780 und einem 135mm f/2 Teleobjektiv (abgeblendet auf f/4) das Sternfeld um den Sternhaufen M45 aufgenommen. Start der Aufnahmeserie 20:49 MEZ bei 47 Aufnahmen mit je 180 Sekunden Belichtungszeit. ... Dabei ist mir am Stern TYC 1799 1159 ein 40-minütiger Helligkeitsabfall um 0,5 mag aufgefallen. Laut GUIDE 9 handelt es sich bei dem Stern um keinen Veränderlichen. Andererseits bin ich mir ziemlich sicher, dass es sich nicht um ein atmosphärisches Phänomen handelt oder die Kamera defekt ist.“ Abbildung 1 zeigt einen Ausschnitt aus einer der Aufnahmen; der fragliche Stern ist ganz unten rechts markiert. Abbildung 2 zeigt die Lichtkurve des Sterns und dreier Vergleichssterne.

Die Lichtkurve vom 21.11. sieht klar nach einem Bedeckungsminimum aus. Angesichts der enormen Helligkeit des Sterns (visuell ca. 10,5 mag, im CCD noch heller) und der großen Amplitude von 0,5 mag ist diese Beobachtung sehr überraschend. Es ist sehr unwahrscheinlich, dass eine solche Variabilität noch unentdeckt gewesen sein könnte.

In SIMBAD [1] und dem Variable Star Index (VSX) [2] waren zu dem Stern keine Angaben finden; es war keinerlei Lichtwechsel bekannt. Also leitete Wolfgang Vollmann die Anfrage an das BAV-Forum weiter. Das war der Beginn einer wirklich erstaunlichen und mysteriösen Geschichte, die noch nicht zu Ende ist. Derzeit stehen wir vor einem Rätsel, anscheinend vor einer astrophysikalischen Unmöglichkeit.

Der gegenwärtige Artikel wurde Anfang August 2021 in großer Eile von mir geschrieben, damit er noch zum Beginn der europäischen Beobachtungs-Saison 2021/22 erscheinen kann. Deshalb war keine Abstimmung mit den Entdeckern und Nachbeobachtern möglich, weshalb der Artikel nur meinen Namen trägt. Sobald aussagekräftige neue Informationen vorliegen, sollte das Phänomen in einer zweiten Publikation weiteren Kreisen publik gemacht werden. Deren Autorenliste sollte dann auch alle wesentlichen Beiträge zur Entdeckung, Nachverfolgung und Aufklärung repräsentieren.



Abb. 1: Ausschnitt aus einer Aufnahme der Plejaden vom 21.11.2020. Der neu entdeckte Variable ist ganz rechts unten markiert. Foto: Martin Gertz.

### Weitere Beobachtungsdaten

Eine Suche von Klaus Bernhard in der Datenbank des KWS Survey [3] ergab keine glaubhafte Lichtschwächung zwischen 2011 und 2021. Unverdrossen schaute Wolfgang Moschner in der Datenbank des ASAS-SN [4] nach dem Stern – und fand in über 2500 Messungen aus 11 Jahren eine einzige Lichtschwächung aus 6 Punkten fast genau 35 Tage vor dem Minimum von Martin Gertz (siehe Abb. 3). Einer der sechs Messpunkte liegt 0,5 mag unter der Normalhelligkeit, entsprechend der Amplitude vom 21. November. Aber es ist leider der letzte aus dieser Nacht, so dass keine klare Deutung als Bedeckung möglich ist.

Dennoch habe ich daraus Vorhersagen für die einzigen beiden verbleibenden Minima der Saison 2020/2021 berechnet: 30.1. und 6.3., jeweils kurz vor Untergang des Sterns. Am 30.1. gelang keine Beobachtung, aber am 6.3. erwischte der Entdecker Martin Gertz den Stern ein zweites Mal: Ein klares Bedeckungsminimum mit wiederum 0,5 mag Amplitude, siehe Abbildung 4. Damit war klar, dass der Stern einen

Bedeckungslichtwechsel von 35 Tagen mit sehr kurzen Minima zeigte. Und damit begann das große Rätselraten.

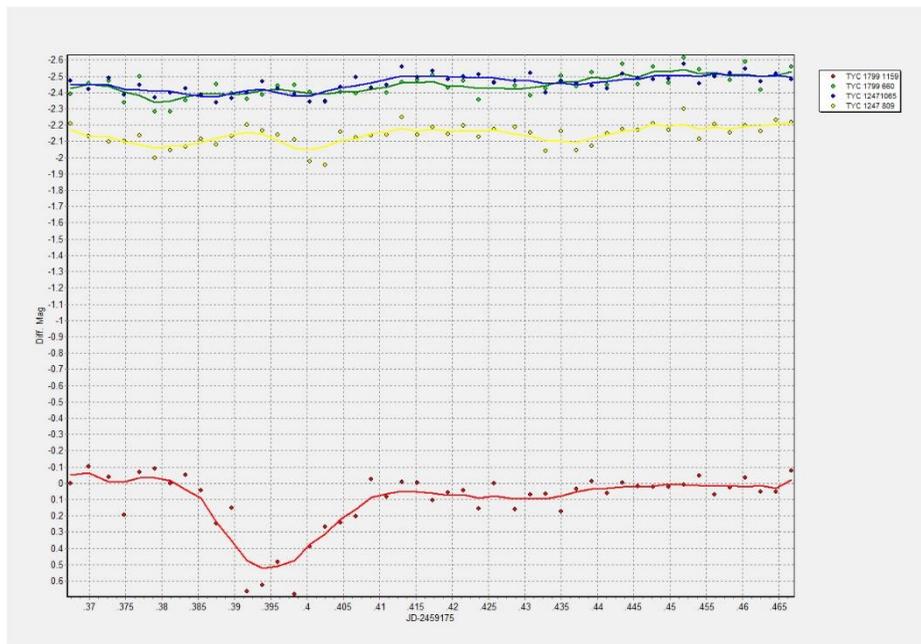


Abb. 2: Lichtkurve des Sterns TYC 1799-1159-1 und dreier Vergleichssterne vom 21.11.2020. Beobachter: Martin Gertz

## Deutungsprobleme

Inzwischen hatte Wolfgang Moschner nämlich mittels ASAS-SN ausgeschlossen, dass die wahre Periode ein ganzzahliger Bruchteil von 35 Tagen sein könnte. Somit war die Kürze der Minima im Vergleich zur Periode sehr unplausibel geworden. Und es war sehr verwunderlich, dass vor dem 17./18. November 2020 niemals ein Minimum beobachtet worden war. Noch erstaunlicher (und verdächtiger) war die Tatsache, dass alleine der Aufstieg vom Minimum zum Normallicht am 6. März deutlich länger dauerte als die gesamte Bedeckung vom 21. November. Die beiden Lichtkurven waren absolut nicht miteinander kompatibel; die Form des Minimums musste sich drastisch geändert haben.

Aber es kam noch viel schlimmer: Die Gesamtdauer einer Bedeckung von weniger als einer Stunde (21.11.) ist bei einer Periode von 35 Tagen nur möglich, wenn einer der Partner sehr klein ist, z.B. ein Weißer Zwerg und wenn die Bedeckung nur streifend ist. Das ist zwar sehr selten, war aber zunächst kein Problem, da von dem Stern noch nichts weiter bekannt war. SIMBAD konnte keine weiteren Informationen oder interessanten Literaturstellen beitragen. So schaute ich in den grade erschienenen

Gaia eDR3-Ka-talog [5]. Das war extrem ergiebig (Daten siehe Anhang am Ende dieses Artikels): Der Stern ist nach seiner Helligkeit, Farbe und Parallaxe ein völlig normaler roter Klumpenriese in ca. 650 pc Entfernung (plus/minus höchstens 20 pc), nach seiner Eigenbewegung und Radialgeschwindigkeit ein Mitglied der Milchstraßenscheibe. Er liegt im Hertzsprung-Russell-Diagramm perfekt im Bereich der Klumpenriesen, ist also ein K-Riese mit rund 10 Sonnenradien, in dessen Kern gerade das Heliumbrennen läuft. Zwischen uns und ihm gibt es keine oder sehr wenig interstellare Extinktion. Es gibt bei Gaia eDR3 weder Hinweise auf Helligkeitsvariationen (wie bei ASAS-SN vor Oktober 2020 und bei KWS), noch auf Duplizität.

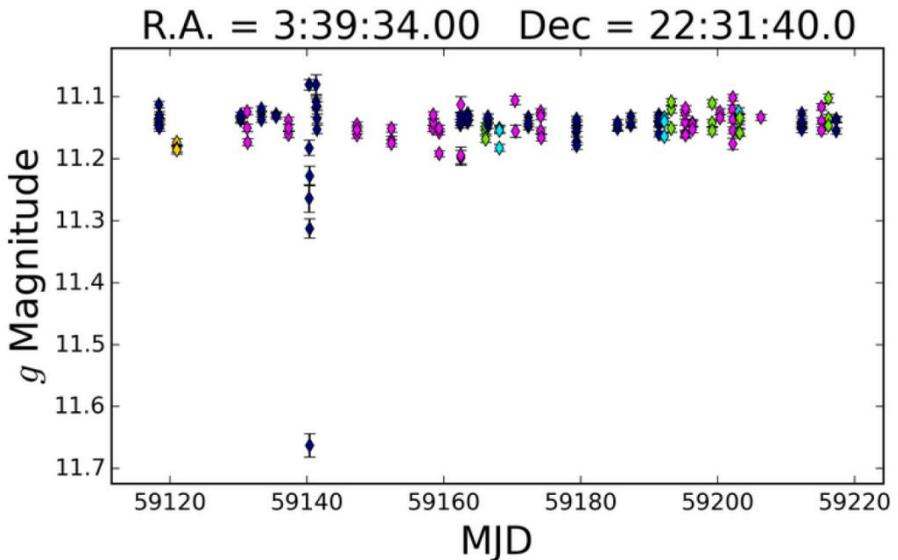


Abb 3: Lichtkurve im grünen g-Band von TYC 1799-1159-1 von September 2020 bis Ende 2020. Daten: ASAS-SN. Lichtkurve: Wolfgang Moschner.

Um die daraus folgende Überraschung zu verstehen, muss ich ein wenig ausholen. Ich zitiere aus meiner Email vom 6.1.2021:

*„Wie kann man bei einem solch großen Stern (Durchmesser grob 12-15 Millionen Kilometer) ein so kurzes, 0,5 mag tiefes Bedeckungsminimum erzeugen? Da gibt es vier Möglichkeiten.*

*1.) Ein kleiner Körper vergleichbarer Helligkeit tritt streifend hinter ihn. Das wäre dann ein Begleiter auf dem Weg zum Weißen Zwerg. Der müsste aber dann sehr heiß sein, um so hell zu sein. Dann passt die Farbe des Sterns überhaupt nicht und die absolute Gesamthelligkeit ist dann auch ganz klar zu gering. Das war meine erste Idee. Die ist vollkommen hinfällig. Auch ein Hauptreihenstern als Begleiter passt mit Helligkeit und Farbe nicht und die kurze Dauer des Minimums wäre dann zudem unerklärlich.*

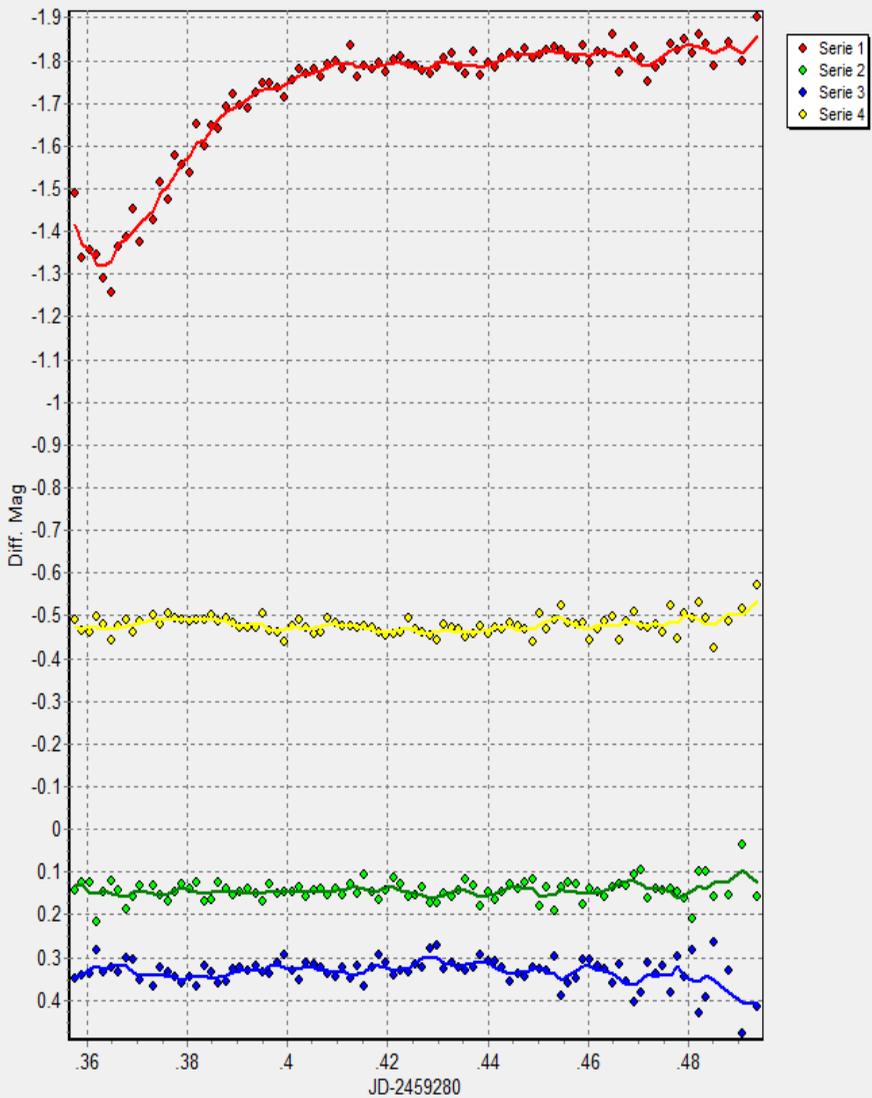


Abb. 4: Lichtkurve des Sterns TYC 1799-1159-1 und dreier Vergleichssterne vom 6.3.2021. Beobachter Martin Gertz.

2.) Zwei ähnliche Körper, von denen einer etwa 80 Prozent der Fläche des anderen (oder mindestens 40 Prozent des helleren bei deutlichem Helligkeitsunterschied) abdeckt. Dann wäre die Farbe kein Problem und die Gesamthelligkeit auch nicht, wenn der eine Körper eine deutlich geringere Helligkeit hätte. Aber dann wiederum ist die kurze Dauer des Minimums undenkbar: Der abdeckende Begleiter müsste sich mit über 2000 km/s bewegen. Das ist lächerlich.

3.) Ein großer dunkler Körper, also eine orbitierende oder vorbeiziehende Staubwolke. Farbe und Gesamthelligkeit wären dann perfekt, aber wiederum wäre die lächerlich riesige Geschwindigkeit nötig.

4.) Man könnte an eine Verdunklung der Oberfläche durch Staubbildung denken. Aber das hätte eine Auflösungs-Zeitskala nicht von einer halben Stunde, sondern von Wochen. Bilden könnte man den Staub zwar schnell, aber ihn schnell wieder loswerden (verteilen oder verdampfen) definitiv nicht.

Also, es ergibt keinen Sinn. Absolut nicht. Es sei denn, ein Leser dieser Zeilen hat eine geniale Idee, die mir jetzt fehlt.“ Ende des Zitats.

Eine spezielle Variante der ersten Möglichkeit ist eine kleine Akkretionsscheibe, die im Wesentlichen nur H-alpha-Licht emittiert und fast so hell ist wie der Riesenstern. Um dies auszuschließen – und um die aus den Gaia-Daten abgeleitete astrophysikalische Natur des sichtbaren Sterns zu bestätigen – schlug Ernst Pollmann vor, via des ARAS-Forums [6] einen Beobachtungsauftrag an die internationale Gemeinde der Amateur-Spektroskopiker zu tätigen. Das war sehr erfolgreich. In kurzer Zeit wurden Spektren in Deutschland, Texas und Mexiko gewonnen. Da keine Zeit war, die jetzige Publikation im BAV Rundbrief mit den Autoren der Spektren abzustimmen, werden sie hier nicht gezeigt. Sie sind aber im ARAS-Forum öffentlich zugänglich. Dort gibt es ein „Projekt“, das diesem Thema gewidmet ist (siehe Literaturverzeichnis, [7]). Diese Spektren ergaben eine glänzende Bestätigung für die Natur des Riesensterns und widerlegten – durch die Abwesenheit jeglicher Emissionslinien – die Überlegungen zu exotischen stellaren Objekten.

Von den weiteren Einzelheiten zwischenzeitlich vorgebrachter Alternativ-Erklärungen mit Bedeckungen durch ein Kuiper-Gürtel-Objekt (als nur ein Minimum bekannt war), mit der erwähnten um den Stern umlaufenden winzig kleinen und sehr hellen Akkretionsscheibe (bevor es Spektren gab) und einem extrem massereichen Schwarzen Loch, um das der K-Riese kreist (bevor es die Spektren mit Radialgeschwindigkeiten gab), verschone ich die Leser. Die sind alle widerlegt. Mir gefällt noch am besten die Idee einer expandierenden Trümmerwolke nach einem drastischen Planeten-Crash in der Umlaufbahn um den Riesenstern. Das würde erklären, wieso vor Oktober 2020 nie Minima beobachtet wurden. Aber auch diese Idee kann wegen der nötigen hohen Geschwindigkeit die Sache nicht wirklich erklären.

Zusammenfassend kann man sagen, dass wir vor einer scheinbaren astrophysikalischen Unmöglichkeit stehen. Das Phänomen ist und bleibt zunächst ein Riesenspaß und großes Rätsel. Aber vielleicht nicht mehr lange ...

## Ephemeride für die Beobachtungs-Saison 2021/22

Epoche	JD-2459000	Datum	MEZ/MESZ	UTC	
- 4	(140.365)				(ASAS-SN dimming)
- 3	175.401	21.11.2020	22:37 MEZ	21:37	observed Gertz
+ 0	280.362	06.03.2021	21:42 MEZ	20.42	observed Gertz
+ 5	455.297	28.08.2021	21:08 MESZ	19:08	Europa nein; Japan?
+ 6	490.284	02.10.2021	20:49 MESZ	18:49	Europa nein; Japan?
+ 7	525.271	06.11.2021	19:30 MEZ	18:30	Europa knapp
+ 8	560.258	11.12.2021	19:11 MEZ	18:11	Europa gut
+ 9	595.245	15.01.2022	18:53 MEZ	17:53	Europa gut
+10	630.232	19.02.2022	18:34 MEZ	17:34	Europa gut

Für die Periodenberechnung wurden heliozentrische Korrekturen an die Beobachtungszeiten von Epoche -3 und +0 angebracht. Angesichts der Unsicherheit der Periode habe ich mir aber nicht die Mühe gemacht, geozentrische Korrekturen an der Ephemeride anzubringen. Die obigen Zeiten sind also heliozentrische Vorhersagen. Die verwendete Periode ist genau 34,987 Tage, die Epoche null ist oben angegeben. Die von Wolfgang Moschner entdeckte Lichtschwächung um 0,5 mag im ASAS-SN Survey vom 17.10.2020 (Epoche -4) passt innerhalb von 0,01 Tagen zur obigen Ephemeride.

### Empfehlungen zur Beobachtung für die kommende Saison

Die Unsicherheit der Periode ist formell kleiner als 0,01 Tage; die Unsicherheit der Vorhersage also bis Epoche +10 nur zwei Stunden oder weniger, und bis Epoche +5 nur eine Stunde oder weniger. Aber: Wir wissen ja nicht, was mit dem Stern wirklich los ist - und somit wissen wir auch nicht, was er genau machen wird. Minima könnten also auch deutlich früher oder später kommen. Wir wissen nur, dass das Minimum im März 2021 mindestens doppelt so lang war wie das im November 2020, und dies bei gleicher Tiefe! Beobachter sollten deshalb wirklich mit allem rechnen. Vielleicht passiert überhaupt nichts mehr. Vielleicht dauern die Minima in der neuen Saison viel länger, vielleicht sogar einen ganzen Tag. Vielleicht sind sie tiefer, vielleicht flacher. Deshalb halte ich die folgenden Empfehlungen für sinnvoll:

1) Auf jeden Fall sollten wir versuchen, wirklich alle Beobachtungen innerhalb plus/minus ein Tag um die Ephemeriden-Zeitpunkte herum zu sammeln, die wir irgendwie kriegen können.

2) Das heißt, in Europa und Nordamerika von August bis November in den ersten Nacht-hälften vor und nach den Ephemeriden-Zeitpunkten (28.+29.8., 2.+3.10., 6.+7.11.), und später in der Saison so lange es eben geht in den vorhergesagten Minimums-Nächten und jeweils in den Nächten direkt davor und danach.

3) Wir sollten versuchen, auch weiter weg von den vorhergesagten Minima-Zeiten den Stern zu überwachen (also an ganz anderen Tagen). Vielleicht macht der Stern ja noch mehr "Unsinn" auch zu anderen Zeiten. Aber das ist zweite Priorität.

4) Für die Minimums-Zeiten am Anfang der Saison werden Beobachter in Fernost und evtl. Australien (?) benötigt. Patrick Schmeer hat vor dem 28.8. einen entsprechenden Aufruf in VSNET und Facebook herausgegeben. Wenn jemand gute Kontakte oder weitere Ideen hat, bitte schnellstmöglich nutzen.

### Literatur:

- [1] SIMBAD: <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>
- [2] VSX: The International Variable Star Index, <https://www.aavso.org/vsx/>
- [3] KWS: Kamogata-Kiso-Kyoto Wide-field Survey – Maehara, H., 2014, Journal of Space Science Informatics Japan, 3, 119
- [4] ASAS-SN: <http://www.astronomy.ohio-state.edu/asassn/index.shtml>
- [5] Gaia eDR3: <https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/early-data-release-3>
- [6] ARAS Spectroscopy Forum: <http://www.spectro-aras.com/forum/index.php>
- [7] ARAS, TYC 1799-1159-1:  
<http://www.spectro-aras.com/forum/viewtopic.php?f=42&t=273>

### Anhang: Die Gaia-Daten (aus Gaia eDR3) und andere Informationen zum Stern

TYC 1799-1159-1 = Gaia eDR3 64628644941989120 (im DR2 gleiche Nummer)

Position: 3h 39m 33.8s +22° 31' 41" (ICRS, Epoche 2016.0)

Parallaxe: 1.525 mas (+/-0.017); 1/Parallaxe = 656 pc ( $\pm 7$ pc)

Eigenbewegung: (+2.05,+1.91) mas/a (+/-0.02)

Astrometrische Auffälligkeiten: absolut keine (z.B. RUWE=1.17)

Radialgeschwindigkeit: +56.3 km/s (+/-0.16)

Gaia-Helligkeiten: G = 10.0745, G<sub>BP</sub> = 10.7764, G<sub>RP</sub>=9.2657

Farbe: G<sub>BP</sub>-G<sub>RP</sub> = 1.511

Variabilität: Absolut keine, Unsicherheit der mittleren G-Helligkeit 0.2 mmag

HRD-Lage: abs. G-Helligkeit +0.99, Farbe 1.51 => im Riesenklumpen, in dessen rechtem unterem Bereich, keine oder kaum Extinktion

Galaktische Bahn: Alte Scheibenpopulation; mäßige Neigung mäßige Exzentrizität, gehört evtl. zur dicken Scheibe; das könnte nur chemisch unterschieden werden.

Helligkeiten aus SIMBAD: B = 11.84, V = 10.57, H = 7.57, K = 7.40,  
alles  $\pm 0.02$  oder besser,  
B-V = 1.3; alles unauffällig.