

A very young and fast rotating shell star discovered in the eclipsing binary ZTF J200347.63+394429.8

Norbert Hauck

Bundesdeutsche Arbeitsgemeinschaft für Veränderliche Sterne e.V. (BAV),
Munsterdamm 90, 12169 Berlin, Germany; hnhauck@yahoo.com

Abstract: *A photometric study in combination with existing stellar models has revealed details of this eclipsing post-mass-transfer binary. The shell star has an equatorial/polar radius of $\sim 2.60/1.90 R_{\text{sun}}$ at an equatorial rotational velocity of $\sim 430 \text{ km s}^{-1}$, an effective mean temperature T_{eff} of $\sim 13300 \text{ K}$ and a mass of $\sim 3.42 M_{\text{sun}}$. This former accretor star is surrounded by a large decretion disk of $\sim 47 R_{\text{sun}}$. The secondary star is a helium white dwarf precursor with a radius of $0.98 R_{\text{sun}}$, a T_{eff} of $\sim 17100 \text{ K}$ and a mass of $0.29 M_{\text{sun}}$. The parameters of this former donor star indicate an age of the binary system of only $\sim 1.8 \text{ Myr}$ after the end of mass transfer. The results fit to a sub-solar metallicity of $Z = 0.007$.*

The eclipsing binary ZTF J200347.63+394429.8 (GAIA DR3 2074020676273655296; 2MASS J20034764+3944298) has been mentioned in the Zwicky Transient Facility (ZTF) catalog of periodic variable stars of Chen et al. [1], including an orbital period of ~ 45 days. It is a stellar object of ~ 13.8 Vmag brightness and located in the Cygnus constellation. No spectral classification has been found in the literature.

A first light curve has been produced from existing ZTF data points (see Fig. 1). It does show a remarkable similarity with the peculiar one already encountered in the eclipsing shell star binary V658 Car (see Fig. 1-3 of Hauck [2]). New photometric data in the passbands *UBV* have been obtained with remotely controlled 17-, 20- and 24-inch telescopes in Utah and California, USA. The light curves have been modeled with the *Binary Maker 3* (BM 3) software. The total brightness of the binary system in *UBV* (see Table 1) has been taken from GAIA DR3, part 6, synthetic photometry (CDS cat. I/360/syntphot).

The **primary minimum** (~ 14.6 hours) of our best fit solution is nearly a total eclipse, i.e. missed by only 0.03° of orbital inclination, since the separation of the stars is a bit larger in this position of the somewhat eccentric orbit than at the **secondary minimum** (~ 13.1 hours) showing an annular eclipse of ~ 2.1 hours (see Fig. 2 - 4). The dominant, deep **disk eclipse** lasting 9.3 days from phase 0.9055 to 0.1136 (see Fig. 1) indicates a slightly eccentric position w.r.t. the primary star in its center. Moreover, adopting a Roche lobe filling disk, this phase difference indicates a mass ratio of 11.80 ± 0.035 in our binary solution.

The primary eclipse being exclusively attributed to the loss of light of the smaller companion star allows the calculation of its **temperature** T_{eff} as well as the interstellar extinction from our *UBV*-photometry in phase 0 and at maximum light. Adopting a normal interstellar extinction ($R_V = 3.16$) gives the coefficients $A_U = 1.584A_V$ and $A_B = 1.317A_V$ according to Table 3 of Wang & Chen [3]. From Table 5 of Pecaut & Mamajek [4] containing the T_{eff} -dependent values of *U-B* and *B-V* we finally get a T_{eff} of $17140 \pm 570 \text{ K}$ for the secondary star and an interstellar extinction A_V of $1.00 \pm 0.02 \text{ mag}$.

Fitting the light curve to our V-band data points of the secondary minimum (see Fig. 3) (plus an artificial total eclipse) results in an apparent mean T_{eff} of 8370 K for the primary shell star in our equatorial view (behind half of its *densified* decretion disk) at a rotation rate factor of 146.3 times per orbital cycle. Towards maximum light there is a visible brightening in the light curve (see Fig. 1) corresponding to an increased mean T_{eff} of 8680 K for the shell star behind half of its *undensified* disk (A_V half disk = 0.887 mag), and a mean T_{eff} of 11590 K without any disk in our equatorial view. The dimming effect of the entire disk of 78.5, 78.0 and 80.4 % of the flux in V, B and U, respectively, has been determined from observations in phase 0.0197 shortly after primary stellar eclipse. For the mean T_{eff} of the total surface area of this rotating star we get 13260 K (by comparison with a sphere of the same surface area and luminosity at 550 nm). The therefrom calculated theoretical T_{eff} of the non-rotating star is 14750 K (with the help of Fig. 4 and 5 of Ekström et al. [5]).

Further **parameters** of our binary components (see Table 2) have been derived from the above adopted mass ratio of 11.80. For the secondary star a mass of $0.290 M_{\odot}$, a radius of $0.980 R_{\odot}$ and a bolometric luminosity of $74.34 L_{\odot}$ then fit into the stellar models for helium white dwarf precursors, i.e. Fig. 1 of Driebe et al. [6] combined with Fig. 9 of Istrate et al. [7]. For the primary star we now get a mass of $3.42 M_{\odot}$, and a theoretical radius of $1.927 R_{\odot}$ with a bolometric luminosity of $157.6 L_{\odot}$ for the *non-rotating* star, which nicely fit at a half-solar metallicity Z of 0.007 *between* the stellar models of Georgy et al. [8] (Z 0.006, $3.38 M_{\odot}$, 38 Myr after zero-age main sequence (ZAMS)) and Schaerer et al. [9] (Z 0.008, $3.46 M_{\odot}$, on the ZAMS). The half-way approach of our rejuvenated star towards the ZAMS, after having achieved thermal equilibrium again, is in line with the expected behavior (see C' in Fig. 3.7(a), Eggleton [10]). Finally, the successful *simultaneous* fit of both stars into their stellar models confirms the adopted mass ratio.

Our best fit light curve solution includes an amount of decretion disk light, i.e. at a wavelength of 550 nm, 25.2 % at first resp. fourth contact of the stellar secondary minimum and 28.3 % at maximum light. Thereby, the distance of the shell star is in line with the one that has been calculated for the pre-He white dwarf, i.e. ≈ 2938 pc.

The results fit to an **evolutionary history** of a post-mass-transfer binary in which an initially more massive star of $2.19 M_{\odot}$ has transferred (by an assumed conservative Roche lobe overflow) his hydrogen shell to a companion star of $1.52 M_{\odot}$, and now, about 1.8 Myr after the end of mass transfer, has become an unusually hot and massive contracting helium white dwarf precursor. Helium stars with masses of $< \sim 0.3 M_{\odot}$ do not burn He, but become degenerate (Eggleton [10], section 2.5). This mass transfer has also caused the very rapid rotation of the accretor, which now is a shell star being surrounded by an equatorial decretion disk having a mean radius of $\sim 47 R_{\odot}$.

Apart from its remarkable flattening ratio of 1.37 ± 0.04 (critical limit = 1.5) and a rotational velocity ratio $W = v_{\text{rot}}/v_{\text{orb}}$ of 0.86 ± 0.03 (critical limit = 1.0) our shell star has a calculated **rotational velocity** of $432 \pm 9 \text{ km s}^{-1}$ at the equator, which is surprising in the light of other young post-mass-transfer binary systems. Rivinius et al. [11] have recently given rotational velocities of up to $\sim 60 \text{ km s}^{-1}$ for similar newborn Be star systems (see their table 4). Our new shell star, however, appears to be one of the fastest rotators of B-type stars found to date.

A search in the literature for rotational velocities significantly above 450 km s^{-1} in normal, i.e. non-degenerate stars, has delivered only three convincing findings: LAMOST J040643.69+542347.8 (Li [12]), VFTS 285 & VFTS 102 (Shepard et al. [13]) with projected rotational velocities $v \sin i$ of 540 ± 29 , 610 ± 41 and $649 \pm 52 \text{ km s}^{-1}$, respectively. They all belong to the more massive O-type stars. Moreover, they have either a suspected metallicity of the Large Magellanic Cloud (LMC) in case of the Milky Way (MW) LAMOST star, or they are members of the LMC. Lower metallicity implies faster stellar rotation and less incidence of stellar pulsations (Rivinius et.al. [14], see their Table 3 as well as Fig. 18 and the interesting completion by our primary star). Therefore, the sub-solar ($\sim$ LMC) metallicity of $Z = 0.007$ surprisingly well fitting to our Milky Way shell star appears to be an explanation for its unusually fast rotation.

References:

- [1] Chen, X., et al., 2020, ApJS, 249, 18
- [2] Hauck, N., 2018, BAV Rundbrief, 67, no. 2, 41 ; arXiv:1805.04318
- [3] Wang, S., & Chen, X., 2019, ApJ, 877, 116
- [4] Pecaut, M.J., & Mamajek, E., 2013, ApJ, 208, 9
- [5] Ekström, S., et al., 2008, A&A, 478, 467
- [6] Driebe, T., et al., 1998, A&A, 339, 123
- [7] Istrate, A.G., et al., 2016, A&A, 595, A35
- [8] Georgy, C., et al., 2013, A&A, 553, A24
- [9] Schaerer, D., et al., 1993, A&AS, 98, 523
- [10] Eggleton, P., 2006, Evolutionary processes in binary and multiple stars, Cambridge University Press
- [11] Rivinius, T., et al., 2025, A&A, 694, A172
- [12] Li, G.-L., 2020, ApJL, 892, L26
- [13] Shepard, K., et al., 2022, ApJ, 931, 35
- [14] Rivinius, T., et al., 2013, A&A Review, 21, 69 ; arXiv:1310.3962

Acknowledgements:

This publication is based on observations obtained with the Samuel Oschin 48-inch Telescope at the Palomar Observatory as part of the Zwicky Transient Facility project. This research has also made use of the Simbad and VizieR databases operated at the Centre de Données astronomique Strasbourg (CDS), France.

Table 1 : Parameters of the binary system ZTF J200347.63+394429.8

Epoch [HJD]	2458657.955(14)	mid primary minimum
Orbital period [days]	44.685(1)	() = errors in last decimals
Apparent <i>V</i> magnitude	13.820(2)	from GAIA DR3, part 6
Apparent <i>B</i> magnitude	13.994(3)	from GAIA DR3, part 6
Apparent <i>U</i> magnitude	13.743(11)	from GAIA DR3, part 6
Eclipse duration [hours]	14.6	primary minimum
Eclipse duration [hours]	13.1	secondary minimum
Eclipse duration [days]	9.3	disk eclipse
Eccentricity <i>e</i>	0.075	
Longitude of periastron ω [deg]	61	for primary star's orbit
Orbital inclination <i>i</i> [deg]	89.37 $\pm$ 0.08	
Semi-major axis <i>a</i> [$R_{\odot}$]	81.97 $\pm$ 0.38	for $R_{\odot} = 696342$ km
Distance [pc]	2938 $\pm$ 79	
Extinction A_V [mag]	1.00 $\pm$ 0.02	interstellar

Table 2 : Parameters of the components of ZTF J200347.63+394429.8

Parameter	primary star	secondary star	disk
Radius (mean) [$R_{\odot}$]	2.37 $\pm$ 0.14	0.980 $\pm$ 0.013	47
Radius (pole/equator) [$R_{\odot}$]	1.90 / 2.60		
Rotational velocity [km s^{-1}]	432 $\pm$ 9		
Temperature mean T_{eff} [K]	13260 $\pm$ 440	17140 $\pm$ 570	
<i>V</i> -flux fraction at max. light	0.3798	0.3369	0.2833
<i>B</i> -flux fraction at max. light		0.3486	
<i>U</i> -flux fraction at max. light		0.4043	
Apparent <i>V</i> magnitude	14.871	15.001	
Apparent <i>B</i> magnitude		15.138	
Apparent <i>U</i> magnitude		14.726	
Luminosity (bolometric) [$L_{\odot}$]	146.45	74.34	
Mass [$M_{\odot}$]	3.42 $\pm$ 0.05	0.290 $\pm$ 0.004	

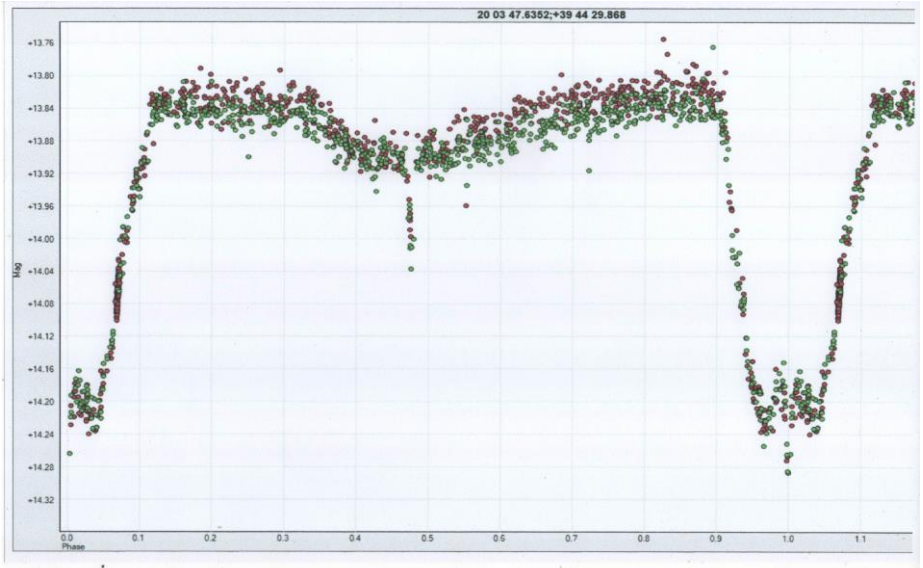


Fig. 1: The light curve of our eclipsing shell star binary from ZTF data points in the passbands g (496 nm) in green color and r (621 nm) in red color, folded with our orbital period of 44.685 days. The light curve shape is dominated by dimming effects of the decretion disk, but the stellar eclipses in phase 0 and 0.4763 are still visible.

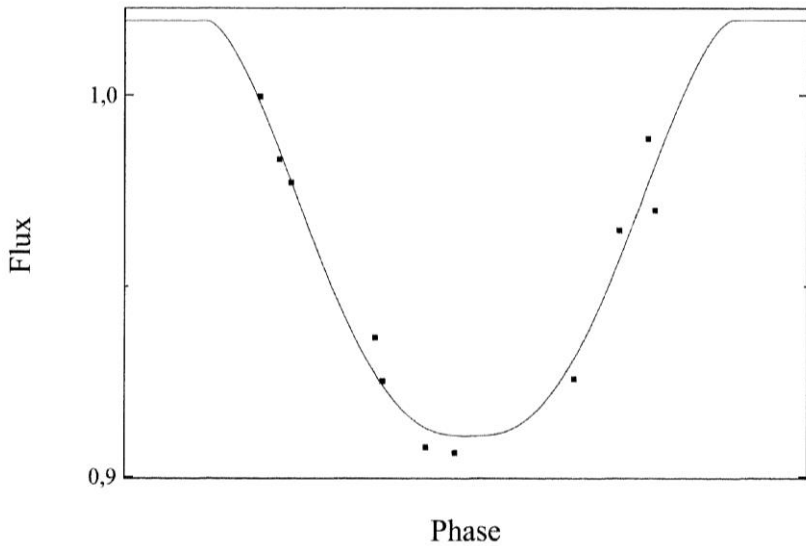


Fig. 2: Light curve fit (σ 8 mmag) to ZTF g -data points at primary minimum (phase 0).

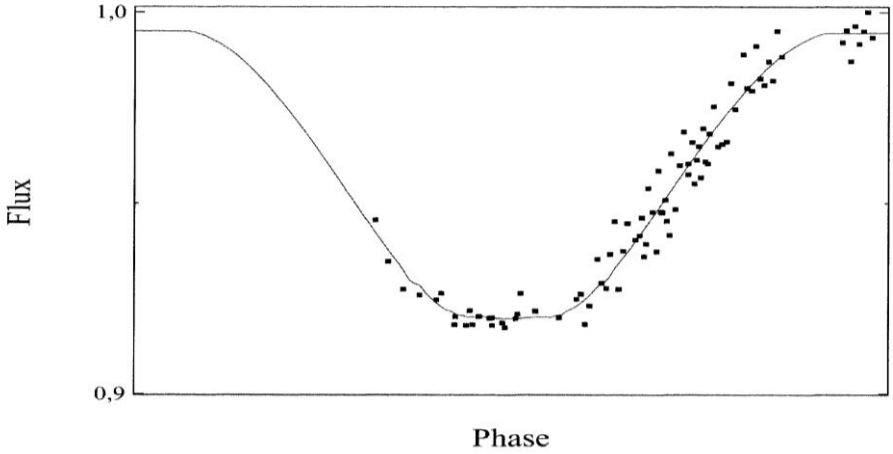


Fig. 3: Light curve fit ($\sigma_{\text{FIT}} = 5.5$ mmag) to our data points in passband V at the secondary minimum in phase 0.4702 - 0.4824 (annular in phase 0.4753 - 0.4773).

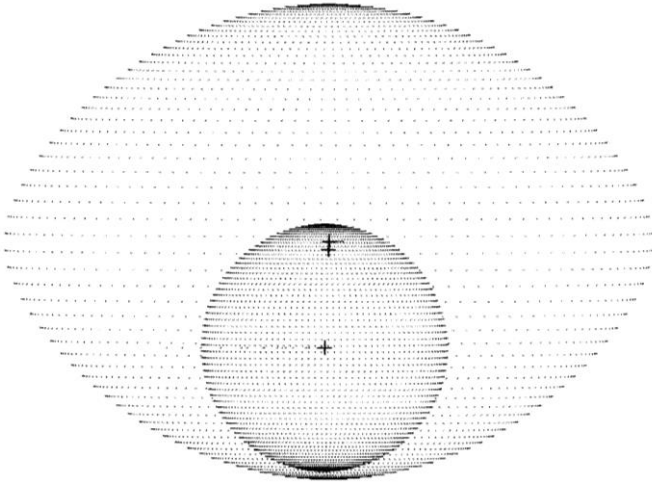


Fig. 4: Our equatorial view of the very fast rotating shell star being eclipsed by the pre-He white dwarf at mid secondary minimum (phase 0.4763).

Ein sehr junger und schnell rotierender Hüllenstern entdeckt im Bedeckungssystem ZTF J200347.63+394429.8

A very young and fast rotating shell star discovered in the eclipsing binary
ZTF J200347.63+394429.8

Norbert Hauck

Abstract: *A photometric study in combination with existing stellar models has revealed details of this eclipsing post-mass-transfer binary. The shell star has an equatorial/polar radius of $\sim 2.60/1.90 R_{\text{sun}}$ at an equatorial rotational velocity of $\sim 430 \text{ km s}^{-1}$, an effective mean temperature T_{eff} of $\sim 13300 \text{ K}$ and a mass of $\sim 3.42 M_{\text{sun}}$. This former accretor star is surrounded by a large decretion disk of $\sim 47 R_{\text{sun}}$. The secondary star is a helium white dwarf precursor with a radius of $0.98 R_{\text{sun}}$, a T_{eff} of $\sim 17100 \text{ K}$ and a mass of $0.29 M_{\text{sun}}$. The parameters of this former donor star indicate an age of the binary system of only $\sim 1.8 \text{ Myr}$ after the end of mass transfer. The results fit to a sub-solar metallicity of $Z = 0.007$. [The English version of this paper is available under: www.bav-astro.eu/rb/rb2025-4/161.html and [arXiv:2510.19023](https://arxiv.org/abs/2510.19023)].*

Das Bedeckungssystem ZTF J200347.63+394429.8 (2MASS J20034764+3944298; GAIA DR3 2074020676273655296) wurde inklusive einer Bahnperiode von 45 Tagen im Zwicky Transient Facility (ZTF)-Katalog periodisch veränderlicher Sterne von Chen et al. [1] aufgeführt. Es hat eine Helligkeit von ~ 13.8 Vmag und befindet sich im Sternbild Cygnus. In der Literatur wurde keine Spektralklasse dazu gefunden.

Mit den ZTF-Datenpunkten wurde eine erste Lichtkurve erstellt (s. Abb. 1), die eine bemerkenswerte Ähnlichkeit mit der eigenartigen Form der Lichtkurve des Hüllenstern-Bedeckungssystems V658 Car zeigt (s. Abb. 1-3 von Hauck [2]). Mit ferngesteuerten 17-, 20- und 24-Zoll-Teleskopen in Utah und Kalifornien, USA, wurden neue photometrische Daten im *UBV* erhalten. Die Lichtkurven wurden mit der *Binary Maker 3* (BM 3) - Software modelliert. Die Gesamthelligkeit des Doppelsternsystems im *UBV* (s. Tab. 1) wurde der synthetischen Photometrie von GAIA DR3, Teil 6, (CDS cat. I/360/syntphot) entnommen.

Das **Hauptminimum** von ~ 14.6 Stunden ist in unserem besten Fit nahezu total, d.h. verfehlt dieses nur um 0.03° Bahnneigung, da der Sternabstand in dieser Position der exzentrischen Bahn etwas grösser ist als im **Nebenminimum** von ~ 13.1 Stunden, das eine ringförmige Bedeckung von ~ 2.1 Stunden enthält (s. Abb. 2-4). Die 9.3 Tage dauernde dominante, tiefe **Scheibenbedeckung** von Phase 0.9055 bis 0.1136 (siehe Abb. 1) zeigt ihre etwas exzentrische Lage in Bezug auf den Primärstern an. Unter der Annahme einer der Rochelobe füllenden Scheibe ergibt diese Phasendifferenz ein Massenverhältnis von 11.80 ± 0.035 in unserem Doppelsternmodell.

Der Lichtverlust im Hauptminimum wird ausschliesslich der Bedeckung des kleineren Begleitsterns zugeschrieben und erlaubt die Bestimmung seiner **Temperatur** T_{eff} sowie der interstellaren Extinktion mittels unserer *UBV*-Photometrie in Phase 0 und im maximalen Licht. Für eine als normal angenommene interstellare Extinktion ($R_V = 3.16$) erhalten wir aus Tabelle 3 von Wang & Chen [3] die Koeffizienten $A_U = 1.584 A_V$ und $A_B = 1.317 A_V$. Die von T_{eff} abhängigen Werte von *U-B* und *B-V* sind in Tabelle 5

von Pecaut & Mamajek [4] enthalten. Wir ermitteln damit eine T_{eff} von 17140 ± 570 K für den Sekundärstern sowie eine interstellare Extinktion A_V von 1.00 ± 0.02 mag.

Die Modellierung der Lichtkurve mit unseren V-Band-Daten des Nebenminimums (s. Abb. 3) (plus eine künstliche totale Bedeckung) ergibt bei einem Rotationsfaktor von 146.3 mal pro Bahnumlauf für den Hüllenstern in unserer Äquatoransicht (hinter seiner halben *verdichteten* Dekretionsscheibe) eine mittlere scheinbare T_{eff} von 8370 K. Die Lichtkurve zeigt zum Maximum hin eine sichtbare Aufhellung (s. Abb. 1), die einer auf 8680 K erhöhten mittleren T_{eff} des Hüllensterns (hinter seiner halben *unverdichteten* Dekretionsscheibe (A_V halbe Scheibe = 0.887 mag)) entspricht, und die ohne Scheibe 11590 K in unserer Äquatoransicht beträgt. Der Dimmeffekt der ganzen Scheibe von 78.5% im V-, 78.0% im B- und 80.4% im U-Fluss wurde in Phase 0.0197 kurz nach der stellaren Sternbedeckung im Hauptminimum gemessen. Für die mittlere T_{eff} der gesamten Oberfläche dieses rotierenden Sterns ergeben sich dann 13260 K (durch Vergleich mit einer Kugel gleicher Oberfläche und Leuchtkraft bei 550 nm). Die daraus und mit Hilfe von Abb. 4 und 5 von Ekström et al. [5] berechnete theoretische T_{eff} des nicht rotierenden Sterns beträgt 14750 K.

Ausgehend von dem hier oben angenommenen Massenverhältnis von 11.80 wurden weitere **Parameter** unserer Doppelsternkomponenten abgeleitet (s. Tab. 2). Für den Sekundärstern passen damit eine Masse von $0.290 M_{\odot}$, ein Radius von $0.980 R_{\odot}$ und eine bolometrische Leuchtkraft von $74.34 L_{\odot}$ in die stellaren Modelle für die Vorläufer von Weißen Zwergen aus Helium, d.h. Abb. 1 von Driebe et al. [6] in Kombination mit Abb. 9 von Istrate et al. [7]. Für den Primärstern erhalten wir zugleich eine Masse von $3.42 M_{\odot}$, und für den *nicht rotierenden* Stern einen theoretischen Radius von $1.927 R_{\odot}$ bei einer bolometrischen Leuchtkraft von $157.6 L_{\odot}$, die bei einer halbsolaren Metallizität von $Z=0.007$ gut *zwischen* die Sternmodelle von Georgy et al. [8] ($Z=0.006$, $3.38 M_{\odot}$, 38 Myr nach Alter Null auf der Hauptreihe (ZAMS)) und Schaerer et al. [9] ($Z=0.008$, $3.46 M_{\odot}$, auf der ZAMS) passen. Die halbwegige Annäherung unseres verjüngten Sterns an die ZAMS nach seiner Wiedererlangung des thermischen Gleichgewichts ist in Übereinstimmung mit dem erwarteten Verhalten (siehe C' in Fig. 3.7(a), Eggleton [10]). Letztendlich bestätigt der erfolgreiche *simultane* Fit beider Sterne in ihre Sternmodelle das oben angenommene Massenverhältnis.

Unser bester Lichtkurvenfit beinhaltet bei einer Wellenlänge von 550 nm einen Lichtanteil der Dekretionsscheibe von 25.2% am 1. bzw. 4. Kontakt des stellaren Nebenminimums und 28.3% im Maximum. Dadurch steht die Entfernung des Hüllensterns im Einklang mit den für den Weißen Zwergvorläufer aus Helium berechneten ≈ 2938 pc.

Die Ergebnisse passen zu der **Evolutionsgeschichte** eines Postmasstransfer-systems, in der ein anfänglich massereicherer Stern von $2.19 M_{\odot}$ seine Wasserstoffhülle zu seinem Begleitstern von $1.52 M_{\odot}$ transferiert hat (bei angenommenem konservativen Massetransfer), und nun, etwa 1.8 Myr nach Ende des Massetransfers, ein ungewöhnlich heisser und massereicher, kontraktierender Vorläufer eines Weißen Zwerges aus Helium geworden ist. Heliumsterne mit Massen $< \sim 0.3 M_{\odot}$ erreichen das Heliumbrennen nicht, sondern degenerieren (Eggleton [10], Kapitel 2.5). Der Massetransfer hat zudem auch die sehr schnelle Rotation des akkretierenden Sterns

verursacht, der nun ein von einer äquatorialen Dekretionsscheibe mit einem mittleren Radius von $\sim 47 R_{\odot}$ umgebener Hüllenstern ist.

Abgesehen von seinem bemerkenswerten Abplattungsverhältnis von 1.37 ± 0.04 (kritische Grenze = 1.5) und einem Rotationsgeschwindigkeitsverhältnis $W = v_{\text{rot}}/v_{\text{orb}}$ von 0.86 ± 0.03 (kritische Grenze = 1.0) hat unser Hüllenstern eine berechnete **Rotationsgeschwindigkeit** von $432 \pm 9 \text{ km s}^{-1}$ am Äquator. Dies ist im Vergleich mit anderen jungen Postmassetransfer-Doppelsternsystemen überraschend. Rivinius et al. [11] haben erst neulich für ähnliche neugeborene Be-Sternsysteme Rotationsgeschwindigkeiten von bis zu $\sim 60 \text{ km s}^{-1}$ angegeben (s. ihre Tab. 4). Unser neuer Hüllenstern hingegen scheint einer der am schnellsten rotierenden B-Sterne zu sein, die bis heute gefunden wurden.

Eine Literaturrecherche nach Rotationsgeschwindigkeiten von deutlich oberhalb von 450 km s^{-1} bei normalen, d.h. nicht-degenerierten Sternen, hat lediglich drei überzeugende Funde ergeben : LAMOST J040643.69+542347.8 (Li [12]), VFTS 285 & VFTS 102 (Shepard et al. [13]) mit projizierten Rotationsgeschwindigkeiten $v \sin i = 540 \pm 29$, 610 ± 41 und $649 \pm 52 \text{ km s}^{-1}$. Diese gehören alle zu den massereicheren O-Sternen. Zudem haben sie entweder eine vermutete Metallizität der Grossen Magellanschen Wolke (LMC) wie im Falle des Milchstrassen(MW)-LAMOST-Sterns oder sie gehören zur LMC. Niedrigere Metallizität hat schnellere Sternrotation sowie seltener auftretende Sternpulsationen zur Folge (Rivinius et.al. [14], s. ihre Tabelle 3, und Abb. 18 mit der interessanten Ergänzung durch unseren Primärstern). Die überraschend gut zu unserem Milchstrassenhüllenstern passende untersolare $\sim$ LMC-Metallizität von $Z=0.007$ scheint daher seine ungewöhnlich schnelle Rotation zu erklären.

Literaturquellen:

- [1] Chen, X., et al., 2020, ApJS, 249, 18
- [2] Hauck, N., 2018, BAV Rundbrief, 67, no. 2, 41 ; arXiv:1805.04318
- [3] Wang, S., & Chen, X., 2019, ApJ, 877, 116
- [4] Pecaut, M.J., & Mamajek, E., 2013, ApJ, 208, 9
- [5] Ekström, S., et al., 2008, A&A, 478, 467
- [6] Driebe, T., et al., 1998, A&A, 339, 123
- [7] Istrate, A.G., et al., 2016, A&A, 595, A35
- [8] Georgy, C., et al., 2013, A&A, 553, A24
- [9] Schaerer, D., et al., 1993, A&AS, 98, 523
- [10] Eggleton, P., 2006, Evolutionary processes in binary and multiple stars, Cambridge University Press
- [11] Rivinius, T., et al., 2025, A&A, 694, A172
- [12] Li, G.-L., 2020, ApJL, 892, L26
- [13] Shepard, K., et al., 2022, ApJ, 931, 35
- [14] Rivinius, T., et al., 2013, A&A Review, 21, 69 ; arXiv:1310.3962

Tabelle 1 : Parameter des Doppelsternsystems ZTF J200347.63+394429.8

Epoche [HJD]	2458657.955(14)	Mitte Hauptminimum
Bahnperiode [Tage]	44.685(1)	() = Fehler in letzten Dezimalen
Scheinbare V-Magnitude	13.820(2)	von GAIA DR3, Teil 6
Scheinbare B-Magnitude	13.994(3)	von GAIA DR3, Teil 6
Scheinbare U-Magnitude	13.743(11)	von GAIA DR3, Teil 6
Bedeckungsdauer [Stunden]	14.6	Hauptminimum
Bedeckungsdauer [Stunden]	13.1	Nebenminimum
Bedeckungsdauer [Tagen]	9.3	Scheibenbedeckung
Exzentrizität e	0.075	
Länge des Periastrons ω [Grad]	61	der Primärsternbahn
Bahnneigung i [Grad]	89.37 ± 0.08	
Grosse Halbachse a [$R_{\odot}$]	81.97 ± 0.38	für $R_{\odot} = 696342$ km
Entfernung [pc]	2938 ± 79	
Extinktion A_V [mag]	1.00 ± 0.02	interstellar

Tabelle 2 : Parameter der Komponenten von ZTF J200347.63+394429.8

Parameter	Primärstern	Sekundärstern	Scheibe
Radius (gemittelt) [$R_{\odot}$]	2.37 ± 0.14	0.980 ± 0.013	47
Radius (Pol/Äquator) [$R_{\odot}$]	1.90 / 2.60		
Rotationsgeschwindigkeit [km s^{-1}]	432 ± 9		
Temperatur T_{eff} (gemittelt) [K]	13260 ± 440	17140 ± 570	
V-Flussanteil im Maximum	0.3798	0.3369	0.2833
B-Flussanteil im Maximum		0.3486	
U-Flussanteil im Maximum		0.4043	
Scheinbare V-Magnitude	14.871	15.001	
Scheinbare B-Magnitude		15.138	
Scheinbare U-Magnitude		14.726	
Leuchtkraft (bolometrisch) [$L_{\odot}$]	146.45	74.34	
Masse [$M_{\odot}$]	3.42 ± 0.05	0.290 ± 0.004	

Danksagungen:

This publication is based on observations obtained with the Samuel Oschin 48-inch Telescope at the Palomar Observatory as part of the Zwicky Transient Facility project. This research has also made use of the Simbad and VizieR databases operated at the Centre de Données astronomique Strasbourg (CDS), France.

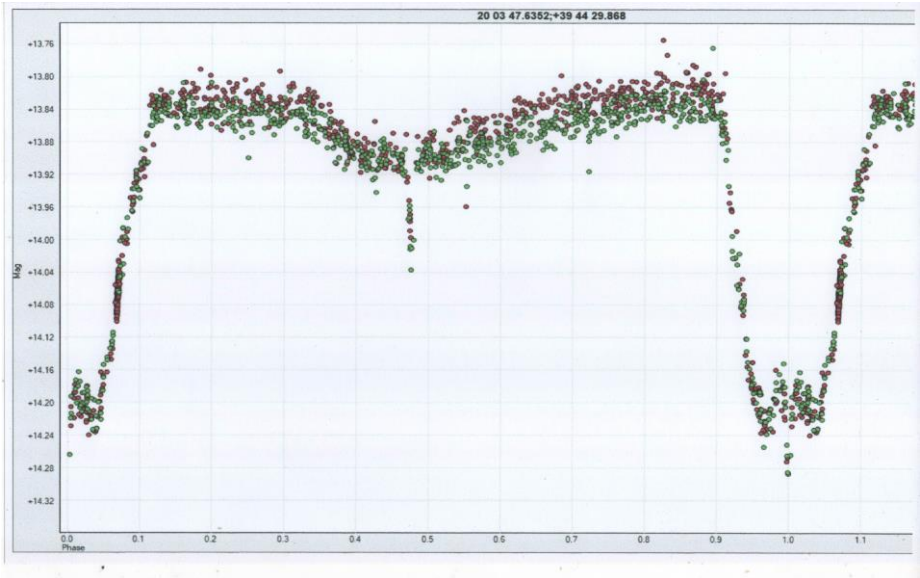


Abb. 1: Lichtkurve unseres Hüllenstern-Bedeckungssystems aus ZTF-Daten im *g*-Band (496 nm) in grüner und im *r*-Band (621 nm) in roter Farbe, gefaltet mit unserer Bahnperiode von 44.685 Tagen. Die Lichtkurvenform wird von Dimmungseffekten der Scheibe dominiert. Die Sternbedeckungen in Phase 0 u. 0.4763 bleiben aber sichtbar.

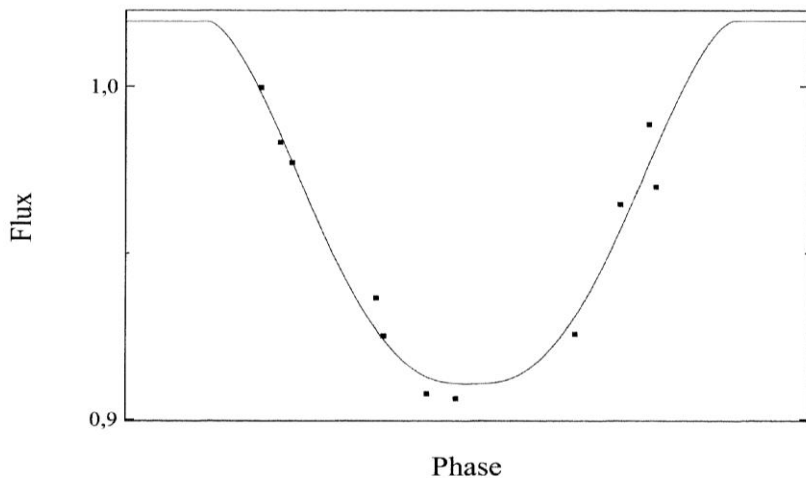


Abb.2 : Lichtkurvenfit ($\sigma_{\text{FIT}} = 8 \text{ mmag}$) mit ZTF *g*-Daten im Hauptminimum (Phase 0)

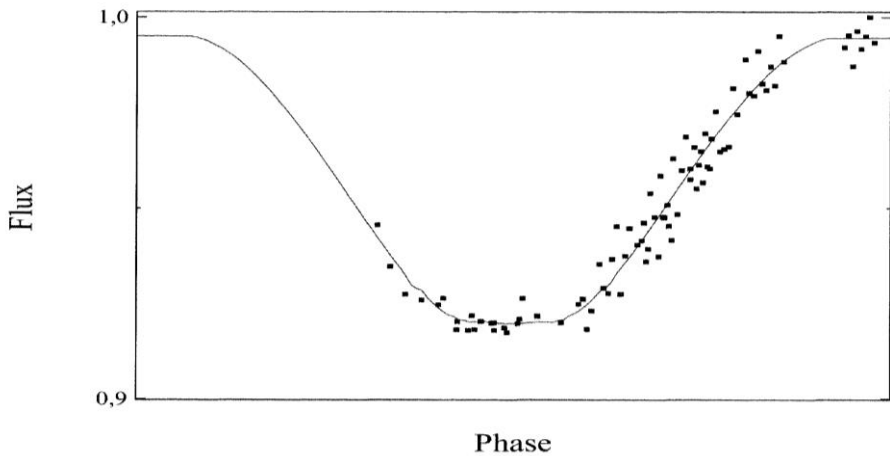


Abb. 3: Lichtkurvenfit ($\sigma_{\text{FIT}} = 5.5 \text{ mmag}$) mit unseren V-Band-Daten im Nebenminimum in Phase 0.4702 - 0.4824 (ringförmig in Phase 0.4753 - 0.4773).

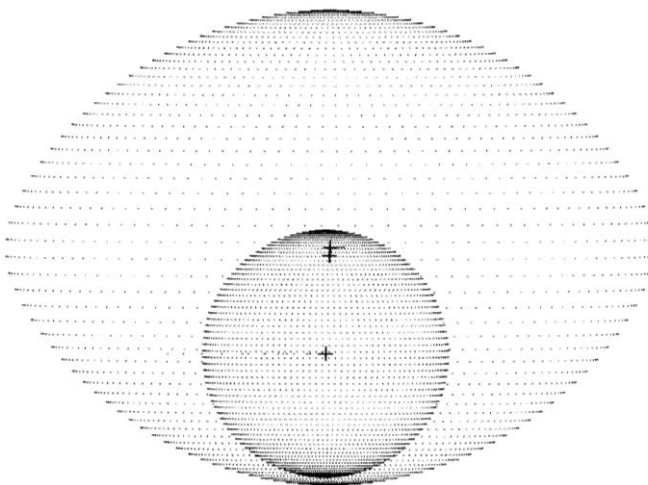


Abb. 4: Unsere Äquatoransicht des sehr schnell rotierenden Hüllens Sterns, bedeckt vom Weißen-Zwerg-Vorläufer in der Mitte des Nebenminimums (Phase 0.4763).