

# Modellierung des Bedeckungsveränderlichen QY Velae

## Modeling of eclipsing binary QY Vel

Norbert Hauck

**Abstract:** *A consistent solution for QY Vel has been found by simultaneous fitting of new photometric data of passband B and old data of passband V to synthetic light curves. A late A-type dwarf has been found as companion star for a known G-type giant primary component. Their radii and masses have been calculated: about 10.5  $R_{\odot}$  and 2.79  $M_{\odot}$  for the giant, and about 1.83  $R_{\odot}$  and 1.67  $M_{\odot}$  for the dwarf component. The english version of this article will be found on the end of this german paper.*

QY Vel ist aus den Resultaten der Hipparcosmission (Hp) als Veränderlicher des Typs EA bekannt (Perryman et al., 1997). Otero et al. [1] haben aus den photometrischen Daten von Hp und ASAS-3 (Pojmanski, 2002) eine Lichtkurve im V-Band erstellt und eine Umlaufperiode von 46.39 Tagen ermittelt. Als Spektraltyp der Riesenkomponente wurde G5III angegeben (Houk, 1978).

Mit einem per Internet kontrollierten 0.5m-CDK-Reflektor in Siding Spring, Australien, wurden nun präzisere photometrische Daten im B-Band erhalten. Bei Belichtungszeiten von 6 und 12s wurde aus jeweils 5 CCD-Aufnahmen gemittelt. Als Vergleichssterne wurde der in einer Winkeldistanz von 19' stehende HD85410 verwendet. Ungeeignet ist der als veränderlich entdeckte rote Riese HD85436.

Mit der *Binary Maker 3* – Software (BM 3) (Bradstreet & Steelman, 2004) wurden synthetische Lichtkurven berechnet und den bekannten photometrischen Daten von Hp und ASAS im V-Band sowie den neuen Daten im B-Band simultan angepasst (siehe Abb. 1 u. 2). Die Standardabweichungen des Fits betragen 16 mmag im V-Band und 8 mmag im B-Band.

Die effektive Oberflächentemperatur  $T_{\text{eff}}$  des Riesen von 4900-5300 K wurde aus seinem Spektraltyp nach in [2] aufgeführten Beispielen abgeleitet. Die gewählte  $T_{\text{eff}}$  von 5200K passt zum im totalen Hauptminimum gemessenen Farbindex B-V des Riesen von 0.90 für eine interstellare Absorption von 0.6  $V_{\text{mag}}/\text{kpc}$ .

Die aus der Parallaxenmessung von Hipparcos bekannte Entfernung von QY Vel beträgt 326 (267 – 418) pc. Gerechnet wurde mit einer Entfernung von 359 pc, da dann die nach den Sternmodellen von Schaller et al. [3] für solare Zusammensetzung ( $Y = 0.3$ ;  $Z = 0.02$ ) abgeleiteten Einzelmassen sich zur nach Kepler's drittem Gesetz berechneten Gesamtmasse summieren.

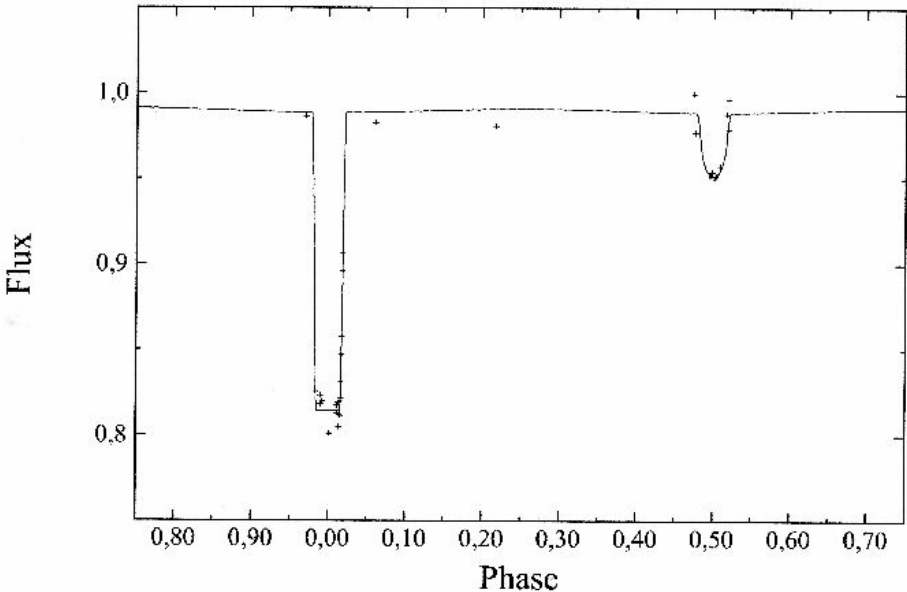
Tabellen 1 u. 2 enthalten die Ergebnisse des optimierten Modells und verbesserte Bahnelemente für QY Vel. Es wurden keine Anzeichen einer Bahnexzentrizität gefunden. Der Begleitstern des gelben Riesen wurde als Hauptreihenstern des Spektraltyps A9 mittels einer  $T_{\text{eff}}$ -Spektraltyp - Tabelle von [4] eingestuft. Die Bedeckungen verlaufen bemerkenswert zentral.

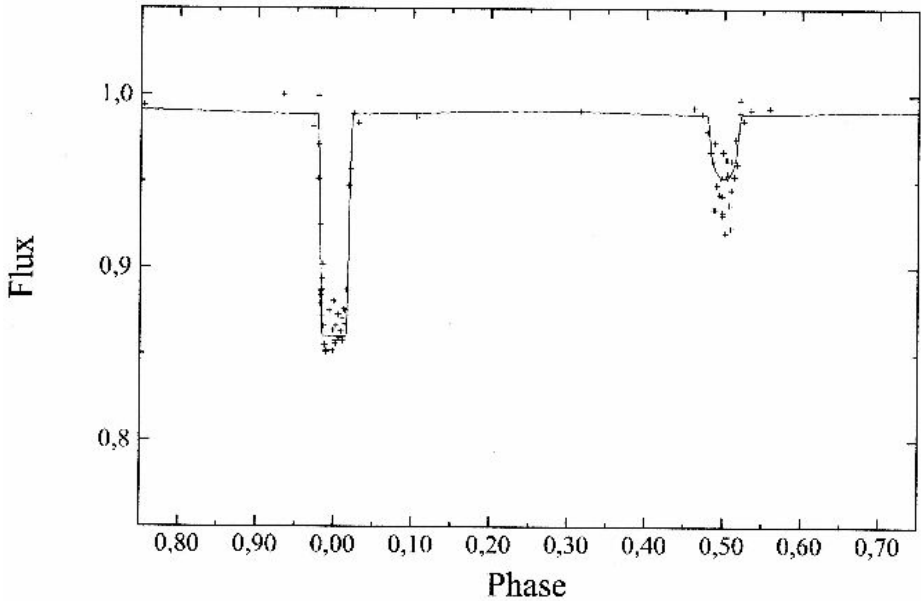
**Tabelle 1: Parameter des Doppelsternsystems QY Vel**

Epoche 0 [HJD]	2448012.12(6)	Mitte H.min.(inkl. neuer Daten)
Periode [Tage]	46.3865(5)	Hp/Asas + neue Daten
Gesamtlicht [V/Bmag]	8.15/8.99	Simbad
Hauptminimumtiefe [V/Bmag]	0.15/0.21	(Hp + Asas) / neue Daten
Nebenminimumtiefe [V/Bmag]	0.04/0.04	(Hp + Asas) / neue Daten
Minimumdauer [Tage]	2.04	1.39 (Kontakt 2 – 3)
Bahnneigung $i$ [Grad]	89.8	(88.5 – 90)
Bahnradius [AE]	$0.416 \pm 0.013$	kreisförmige relative Bahn
Entfernung [pc]	$359 \pm 12$	Modellierungsfit

**Tabelle 2: Parameter der Komponenten von QY Vel**

Parameter	Riese	Zwerg
Spektraltyp	G5III	(A9V geschätzt)
Teff [K]	$5200 \pm 200$	$7400 \pm 300$
Radius gemittelt [ $R_{\odot}$ ]	$10.50 \pm 0.34$	$1.83 \pm 0.06$
Leuchtkraft bolometr. [ $L_{\odot}$ ]	$72 \pm 14$	$9.0 \pm 1.8$
Leuchtkraftanteil bei 550 nm [%]	87.1	12.9
Leuchtkraftanteil bei 440 nm [%]	82.4	17.6
Masse [ $M_{\odot}$ ]	$2.79 \pm 0.21$	$1.67 \pm 0.09$

**Abb. 1:** Berechnete Lichtkurve und neue Daten für QY Vel im B-Band (440 nm)



**Abb. 2:** Berechnete Lichtkurve und Asas/Hp-Daten für QY Vel im V-Band (550 nm)

**Danksagungen:**

In dieser Arbeit wurden die Datenbanken SIMBAD and VizieR des Centre de Données astronomiques de Strasbourg, France, <http://cdsarc.u-strasbg.fr/> und die Datenbank der All Sky Automated Survey ASAS, <http://www.astrouw.edu/asas/> verwendet.

**Literatur:**

- [1] S.A. Otero et al., IBVS **5557**, (2004), <http://www.konkoly.hu/IBVS/issues.html>
- [2] Y. Takeda et al., Publ. Astron. Soc. Japan **60**, 781-802, (2008)
- [3] G. Schaller et al., Astron. Astrophys. Suppl. Ser. **96**, 269-331, (1992)
- [4] Pecaut et al., Astrophys. J. Suppl. **208**, 9, (2013), table 5

# Modeling of eclipsing binary QY Vel

Norbert Hauck

**Abstract:** *A consistent solution for QY Vel has been found by simultaneous fitting of new photometric data of passband B and old data of passband V to synthetic light curves. A late A-type dwarf has been found as companion star for a known G-type giant primary component. Their radii and masses have been calculated: about 10.5  $R_{\odot}$  and 2.79  $M_{\odot}$  for the giant, and about 1.83  $R_{\odot}$  and 1.67  $M_{\odot}$  for the dwarf component.*

QY Vel is a variable of type EA known from results of the Hipparcos (Hp) mission (Perryman et al., 1997). Based on photometric data from Hp and ASAS-3 (Pojmanski, 2002) Otero et al. [1] have presented a light curve in passband V for an orbital period of 46.39 days. As spectral type of the giant component G5III has been found (Houk, 1978).

Photometric data having improved precision have now been obtained in passband B by using an internet-controlled 0.5m CDK-type reflector in Siding Spring, Australia. At exposure times of 6 and 12 s data have been averaged from 5 CCD-images each. HD85410 in an angular distance of 19' has been used as comparative star. Unsuitable is red giant HD85436 being discovered as a variable star.

With help of *Binary Maker 3* – software (BM 3) (Bradstreet & Steelman, 2004) synthetic light curves have been computed and simultaneously fitted to known photometric data from Hp and Asas in passband V and new data in passband B (see Fig. 1 and 2). Standard deviations of the fit are 16 mmag in passband V and 8 mmag in passband B.

An effective surface temperature  $T_{\text{eff}}$  of the giant of 4900-5300 K has been derived from its spectral type with help of examples listed in [2]. The selected  $T_{\text{eff}}$  of 5200K is consistent with a color-index  $B-V$  of 0.90 for the giant measured during total primary eclipse for an interstellar absorption of 0.6  $V_{\text{mag}}/\text{kpc}$ .

QY Vel's distance of 326 (267- 418) pc is known from parallax measurements of Hipparcos. A distance of 359 pc has been adopted, since single masses of both components derived from stellar models of Schaller et al.[3] for solar composition ( $Y=0.3; Z=0.02$ ) then are yielding the total mass being calculated with Kepler's third law.

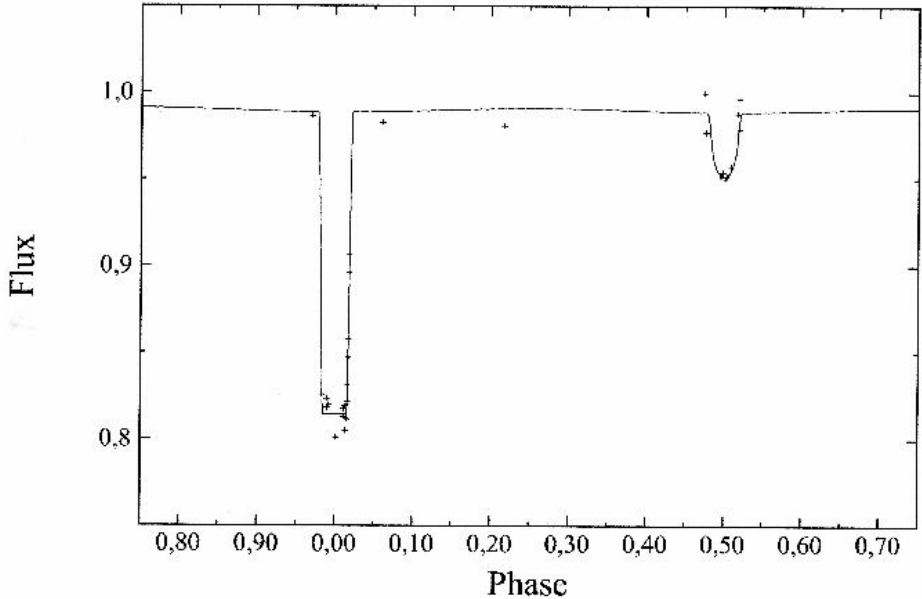
Tables 1 and 2 contain the results of the optimized model and improved orbital elements for QY Vel. There has not been found any indication of orbital eccentricity. The companion star of the yellow giant has been classified as a main sequence star of spectral type A9 according to a  $T_{\text{eff}}$ -spectral type – table from [4]. The eclipses are remarkably central.

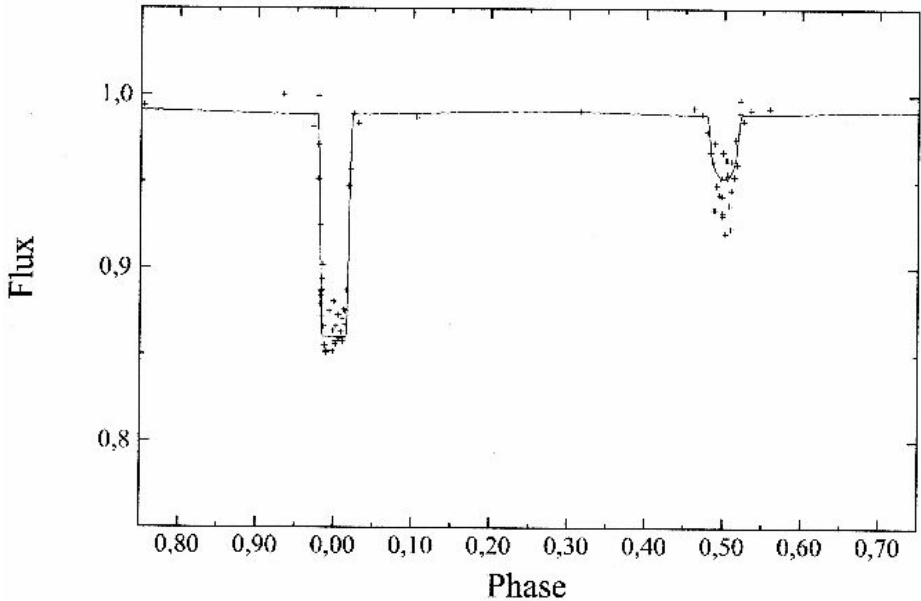
**Table 1: Parameters of binary system QY Vel**

Epoch 0 [HJD]	2448012.12(6)	mid prim.min.(incl. new data)
Period [days]	46.3865(5)	Hp/Asas + new data
Total light [V/Bmag]	8.15/8.99	Simbad
Prim. minimum depth [V/Bmag]	0.15/0.21	(Hp + Asas) / new data
Sec. minimum depth [V/Bmag]	0.04/0.04	(Hp + Asas) / new data
Minimum duration [days]	2.04	1.39 (contact 2 – 3)
Orbital inclination $i$ [deg]	89.8	(88.5 – 90)
Orbital radius [AU]	$0.416 \pm 0.013$	circular relative orbit
Distance [pc]	$359 \pm 12$	model fit

**Table 2: Parameters of components of QY Vel**

Parameter	Giant	Dwarf
Spectral type	G5III	(A9V estimated)
Teff [K]	$5200 \pm 200$	$7400 \pm 300$
Radius mean [ $R_{\odot}$ ]	$10.50 \pm 0.34$	$1.83 \pm 0.06$
Luminosity bolometric [ $L_{\odot}$ ]	$72 \pm 14$	$9.0 \pm 1.8$
Luminosity fraction at 550 nm [%]	87.1	12.9
Luminosity fraction at 440 nm [%]	82.4	17.6
Mass [ $M_{\odot}$ ]	$2.79 \pm 0.21$	$1.67 \pm 0.09$

**Fig. 1:** Computed light curve and new data for QY Vel in passband B (440 nm)



**Fig. 2:** Computed light curve and Asas/Hp - data for QY Vel in passband V (550 nm)

**Acknowledgements:**

This research has made use of the SIMBAD and VizieR databases operated at the Centre de Données astronomiques de Strasbourg, France, <http://cdsarc.u-strasbg.fr/> and the database of All Sky Automated Survey ASAS, <http://www.astrouw.edu/asas/>.

**References:**

- [1] S.A. Otero et al., IBVS **5557**, (2004), <http://www.konkoly.hu/IBVS/issues.html>
- [2] Y. Takeda et al., Publ. Astron. Soc. Japan **60**, 781-802, (2008)
- [3] G. Schaller et al., Astron. Astrophys. Suppl. Ser. **96**, 269-331, (1992)
- [4] Pecaut et al., Astrophys. J. Suppl. **208**, 9, (2013), table 5

Norbert Hauck, F-83400 Hyères, [hnhauack@yahoo.com](mailto:hnhauack@yahoo.com)