

# Entdeckung und Modellierung eines hellen Bedeckungsveränderlichen in HD 66446

## Discovery and modeling of a bright eclipsing binary in HD 66446

Norbert Hauck

**Abstract:** *By processing ASAS-3 data for stellar object HD 66446 an eclipsing binary light curve of type EA has been found for an orbital period of 5.6 days. A further study of the system based on new photometric data resulted in a model consisting of a known late B-type primary star and an early A-type dwarf showing partial eclipses in a circular orbit. Parameters of the components have been derived by combining light curve solutions with stellar models.*

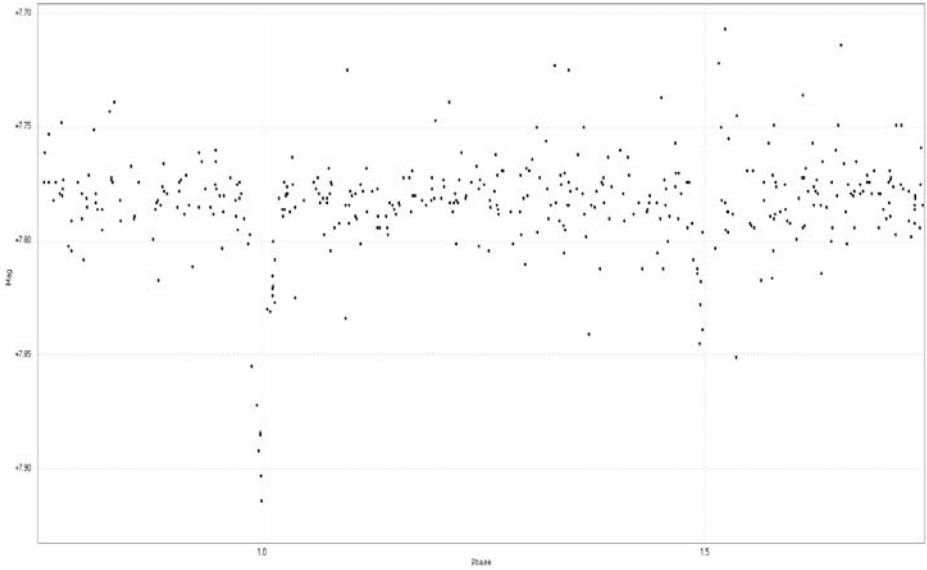
Der im Sternbild Canis Minor gelegene HD 66446 wird in der Simbad-Datenbank als ein Stern siebter Größenklasse mit einem Farbindex B-V von + 0.31 aufgeführt, obwohl etwa – 0.11 für eine Einzelkomponente seines Spektraltyps B8 in unserer Nachbarschaft normalerweise zu erwarten wäre. Die von der Hipparcos-Mission bekannte Parallaxe ergibt eine mittlere Entfernung von 146 pc, d.h. einen Bereich von 128 – 168 pc für 1 sigma Standardabweichung. Offensichtlich wird HD 66446 von einer beträchtlichen Menge Staub umgeben und gerötet.

HD 66446 war bisher noch nicht als Veränderlicher erkannt. Dennoch wurden in der Photometriedatenbank ASAS-3 (Pojmanski, 2002) aus insgesamt über 400 einige Messdaten mit verringerter Helligkeit gefunden. Bei simultaner Variation der Bahnperiode für alle ASAS-3 Datenpunkte mit Hilfe der *Peranso* – Software erschien zur Freude des Autors bei etwa 5.6 Tagen die gefaltete Lichtkurve eines Bedeckungsveränderlichen vom Typ EA (s. Abb. 1). Dieser Fund wurde von der Hipparcos-Photometrie durch 2 exakt in den Auslauf des Nebenminimums passende Messwerte bestätigt.

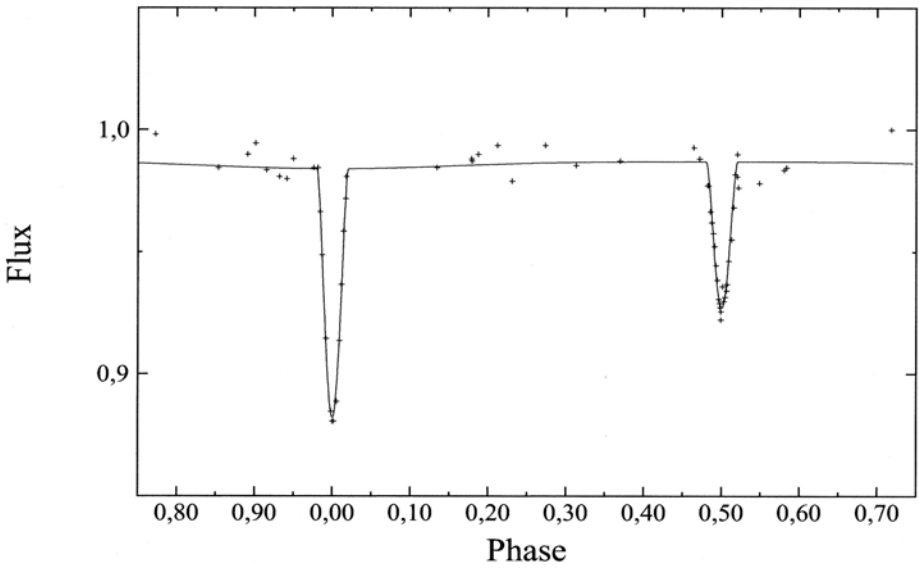
Mit einem per Internet gesteuerten 10-Zoll-Flatfieldastrographen in Mayhill, New Mexico, USA, wurden präzisere neue photometrische Daten im V-Band erhalten. Jeder Messwert wurde aus jeweils 5-7 CCD-Bildern (12-15 s belichtet) gemittelt. Als Vergleichssterne wurde HD 66665 in einer Winkeldistanz von 16' verwendet.

Mit Hilfe der *Binary Maker 3* (BM 3) – Software (Bradstreet & Steelman, 2004) wurden synthetische Lichtkurven berechnet und 43 neuen sowie 19 alten (Hp) Datenpunkten angepasst (s. Abb. 2). Die Standardabweichung des Fits beträgt 5 mmag.

Die abschließend erhaltenen Parameter (s. Tab. 1, 2) stehen für beide Komponenten im Einklang mit den Sternmodellen von Schaller et al. [1] bei normaler Metallizität von  $Z = 0.02$ . Die effektive Oberflächentemperatur  $T_{\text{eff}}$  des B8-Sterns von 11600K wurde dem unteren Ende des in Spektraltyp-Teff-Tabelle 5 von [2] angegebenen möglichen Bereichs entnommen. Dadurch passt die berechnete Systementfernung von 181 pc noch zur mittleren von Hp abgeleiteten Entfernung + 1.45 sigma. Für die interstellare Absorption wurde ein  $A_v$  von 1.2 mag eingesetzt. Da keinerlei Anzeichen einer Bahnexzentrizität gefunden wurden, wurde eine Kreisbahn angenommen.



**Abb. 1:** Vmag-Phase-Plot der ASAS-3 Daten für HD 66446 bei  $P = 5.59222$  Tagen



**Abb. 2:** Berechnete Lichtkurve mit neuen und Hp-Daten für HD 66446 im V-Band

**Tabelle 1: Parameter des Doppelsternsystems HD 66446**

Epoche [HJD]	2456596.875(5)	Mitte Hauptminimum
Periode P [Tage]	5.59222(1)	() = Fehler in letzter Dezimale
Gesamtlcht [V/Bmag]	7.77 / 8.08	von Simbad
Hauptminimumtiefe [Vmag]	0.12	
Nebenminimumtiefe [Vmag]	0.07	
Minimumdauer [Stunden]	5.3	partielle Bedeckungen
Bahnneigung $i$ [Grad]	83.0 $\pm$ 0.3	
Bahnradius [AE]	0.105 $\pm$ 0.002	kreisförmige relative Bahn
Entfernung [pc]	181 (175 – 202)	Modellierungsfit

**Tabelle 2: Parameter der Komponenten von HD 66446**

Parameter	Primärstern	Sekundärstern
Spektraltyp	B8(V)	(A1V) (geschätzt)
Teff [K]	11600 $\pm$ 500	9400 $\pm$ 400
Radius gemittelt [ $R_{\odot}$ ]	2.17 $\pm$ 0.09	1.76 $\pm$ 0.07
Leuchtkraft bolometr. [Lo]	77 $\pm$ 19	22 $\pm$ 5
Leuchtkraftanteil bei 550 nm [%]	72	28
Masse [ $M_{\odot}$ ]	2.86 $\pm$ 0.18	2.11 $\pm$ 0.13

**Literatur:**

- [1] G. Schaller et al., Astron. Astrophys. Suppl. Ser. **96**, 269-331, (1992)  
 [2] Pecaut et al., Astrophys. J. Suppl. **208**, 9, (2013), table 5

**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.

# Discovery and modeling of a bright eclipsing binary in HD 66446

Norbert Hauck

**Abstract:** *By processing ASAS-3 data for stellar object HD 66446 an eclipsing binary light curve of type EA has been found for an orbital period of 5.6 days. A further study of the system based on new photometric data resulted in a model consisting of a known late B-type primary star and an early A-type dwarf showing partial eclipses in a circular orbit. Parameters of the components have been derived by combining light curve solutions with stellar models.*

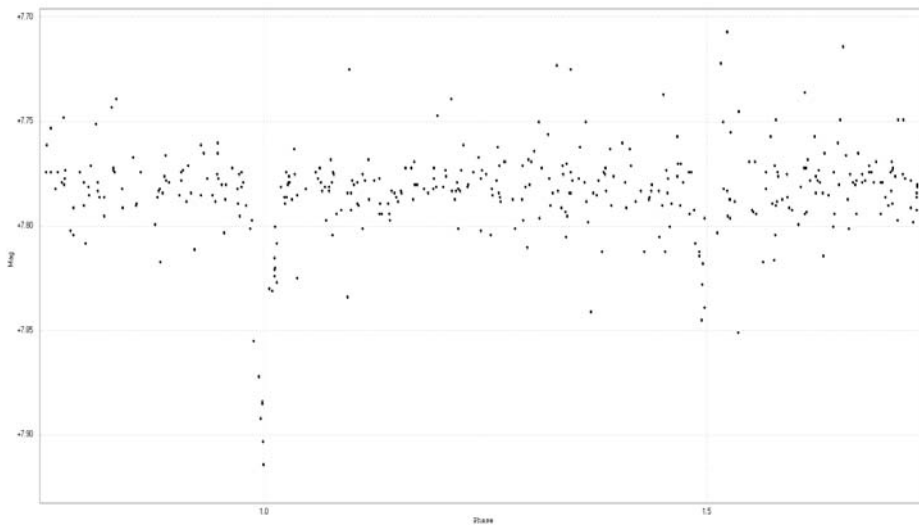
HD 66446 is located in constellation Canis Minor and described in database Simbad as a seventh-magnitude star having a color index B-V of +0.31, instead of about -0.11 normally to be expected for a single component of its spectral type B8 in our neighborhood. The Hipparcos (Hp) mission parallax gives a mean distance of 146 pc, i.e. a range from 128 to 168 pc for a standard deviation of 1 sigma. Apparently, there is a considerable amount of dust surrounding and reddening HD 66446.

HD 66446 has not yet been recognized as a variable star. Nevertheless, there have been found in photometry database ASAS-3 (Pojmanski, 2002) out of more than 400 data points in total some having a reduced brightness. By shifting the orbital period simultaneously for all ASAS-3 data points with help of *Peranso* software a folded EA-type light curve of an eclipsing binary appeared at about 5.6 days (see Fig. 1) to the delight of the author. This finding has been confirmed by Hipparcos mission photometry including 2 data points fitting exactly into the egress of the secondary eclipse.

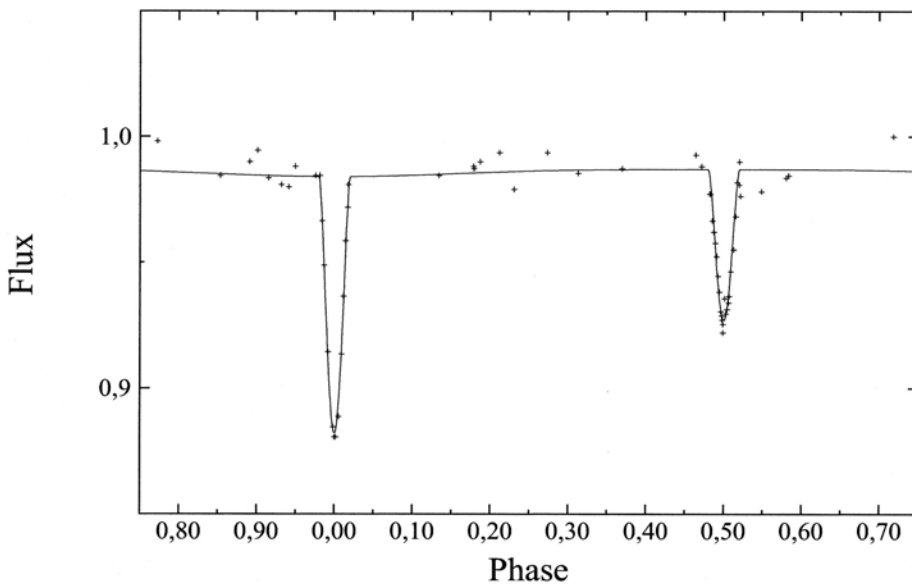
Additional new photometric data in passband V having an improved precision have been obtained by an internet-controlled 10-inch hyperbolic flat-field astrograph in Mayhill, New Mexico, USA. 5-7 CCD-images having exposure times of 12-15 s have been binned for each data point. HD 66665 in an angular distance of 16' has been used as comparative star.

With help of *Binary Maker 3* (BM 3) – software (Bradstreet & Steelman, 2004) synthetic light curves have been computed and fitted to 43 new data points and 19 old ones of Hipparcos (see Fig. 2). A standard deviation of 5 mmag has been achieved for the fit.

The final set of parameters (see tables 1 and 2) is consistent with stellar models of Schaller et al. [1] for both components at a normal metallicity of  $Z = 0.02$ . The effective surface temperature  $T_{\text{eff}}$  of the B8-star of 11600 K has been taken from the lower end of the possible range given in spectral type –  $T_{\text{eff}}$  table 5 from [2]. Thereby the calculated distance of the system of 181 pc still fits to the mean distance derived from Hp + 1.45 sigma. An interstellar absorption  $A_v$  of 1.2 mag has been applied. Not having found any signs of orbital eccentricity a circular orbit has been adopted.



**Fig. 1:** Vmag – Phase plot of ASAS-3 data for HD 66446 folded at  $P = 5.59222$  days



**Fig. 2:** Computed light curve with new and Hp data points for HD 66446 in passband V

**Table 1: Parameters of binary system HD 66446**

Epoch [HJD]	2456596.875(5)	mid primary minimum
Period P [days]	5.59222(1)	( ) = last decimal error
Total light [V/Bmag]	7.77 / 8.08	from Simbad database
Prim. minimum depth [Vmag]	0.12	
Sec. minimum depth [Vmag]	0.07	
Minimum duration [hours]	5.3	partial eclipses
Orbital inclination $i$ [deg]	$83.0 \pm 0.3$	
Orbital radius [AU]	$0.105 \pm 0.002$	circular relative orbit
Distance [pc]	181 (175 - 202)	model fit

**Tabelle 2: Parameters of components of HD 66446**

Parameter	Primary star	Secondary star
Spectral type	B8(V)	(A1V) (estimated)
Teff [K]	$11600 \pm 500$	$9400 \pm 400$
Radius mean [ $R_{\odot}$ ]	$2.17 \pm 0.09$	$1.76 \pm 0.07$
Luminosity bolometric [ $L_{\odot}$ ]	$77 \pm 19$	$22 \pm 5$
Luminosity fraction at 550 nm [%]	72	28
Mass [ $M_{\odot}$ ]	$2.86 \pm 0.18$	$2.11 \pm 0.13$

**References:**

- [1] G. Schaller et al., *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.* **96**, 269-331, (1992)  
 [2] Pecaat et al., *Astrophys. J. Suppl.* **208**, 9, (2013), table 5

**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/>.