

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 71 (2013)  
**Heft:** 376

**Artikel:** Begriffe und nützliche "Werkzeuge" : sich bedeckende Sterne  
**Autor:** Schirmer, Jörg  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-897634>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 01.04.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Begriffe und nützliche «Werkzeuge»

## Sich bedeckende Sterne

■ Von Jörg Schirmer

Bei der Beobachtung von veränderlichen Sternen bedient sich der Profi Begriffen und «Werkzeugen», die dem Laien oft spanisch vorkommen. Um ein bisschen Licht ins Dunkel zu bringen, seien hier die wichtigsten Erklärungen nachgeliefert.

Als Bedeckungsveränderliche werden Doppelsternsysteme bezeichnet, bei denen sich zwei unterschiedliche helle Objekte umkreisen und dabei gegenseitig bedecken. Sie können a) anhand ihrer Lichtkurven in folgende Gruppen klassifiziert werden:

■ **E Bedeckungssysteme.** Dies sind Doppelsternsysteme, deren Neigung der Bahnebene nahezu oder vollständig mit der Sichtlinie vom Beobachter zum Stern zusammenfällt, sodass sich beide Komponenten periodisch gegenseitig bedecken. Folglich sieht der Beobachter Veränderungen der scheinbaren gemeinsamen

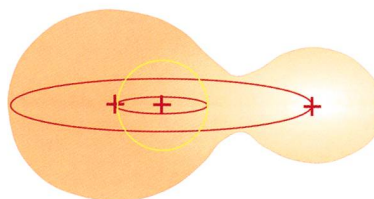
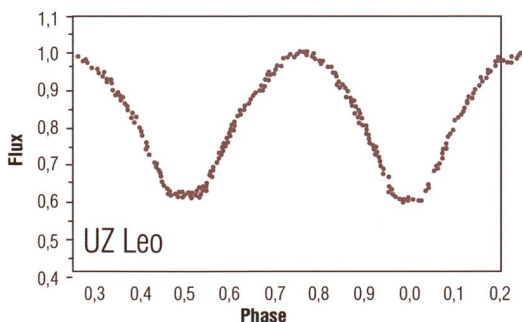
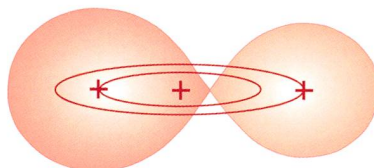
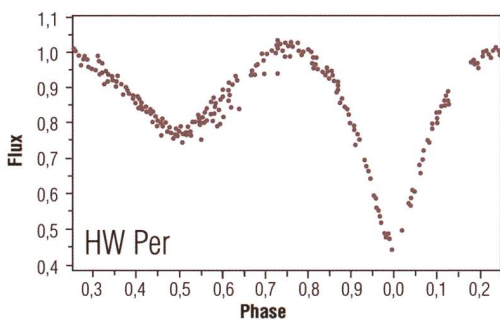
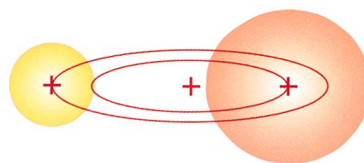
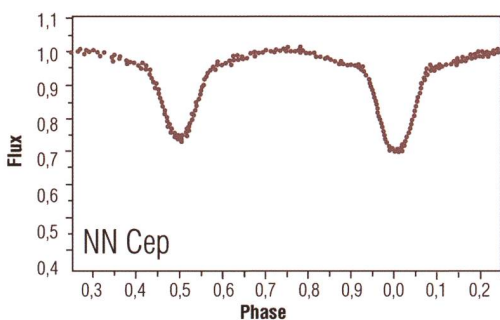


Abbildung 1: Die drei im Text beschriebenen Bedeckungsveränderlichen mit ihren charakteristischen Lichtkurven. (Grafik nach Jörg Schirmer)

Helligkeit des Systems, welche mit der Periode des Bahnlaufs der Komponenten übereinstimmen.

■ **EA Algol-(beta-Persei)-Bedeckungsveränderliche.** Dies sind Doppelsternsysteme mit sphärischen oder schwach ellipsoidischen Komponenten. In ihren Lichtkurven lassen sich Beginn und Ende der Bedeckung leicht erkennen. Zwischen den Bedeckungen bleibt das Licht konstant, variiert nur geringfügig aufgrund von Reflexionseffekten, wegen der schwachen Ellipsoidität der Komponenten oder wegen physischer Veränderungen.

Das Nebenminimum kann fehlen. Die Perioden streuen in einem extrem weiten Bereich von 0,2 d bis zu 10000 d und mehr. Die Amplituden sind ebenfalls sehr unterschiedlich und können mehrere Größenklassen erreichen.

Beispiel: NN Cephei

■ **EB Beta-Lyrae-Bedeckungsveränderliche.** Diese engen Bedeckungssysteme aus ellipsoidischen Komponenten haben Lichtkurven, bei denen Beginn und Ende der Bedeckung wegen der kontinuierlichen Änderung der Gesamthelligkeit zwischen den Bedeckungen nicht erkennbar sind. Das Nebenminimum ist in allen Fällen beobachtbar, seine Tiefe ist für gewöhnlich bedeutend geringer als die des Hauptminimums. Die Perioden betragen meist mehr als 1 d. Die Komponenten gehören zumeist den frühen Spektralklassen (B bis A) an. Die Amplituden sind im Allgemeinen kleiner als  $2^{mag}$  im V-Band.

Beispiel: HW Persei

■ **EW W-Ursae-Maioris-Veränderliche.** Diese Bedeckungsveränderlichen mit Perioden unter 1 d bestehen aus ellipsoidischen Komponenten, die sich fast berühren. Auch bei diesen Lichtkurven sind Anfang und Ende der Bedeckung nicht zu erkennen. Haupt- und Nebenminima sind beinahe gleich tief oder unterscheiden sich nur unwesentlich. Die Amplituden sind für gewöhnlich kleiner als  $0,8^{mag}$  im V-Band. Die Komponenten gehören im Allgemeinen den Spektralklassen F bis G oder später an.

Beispiel: UZ Leonis

In den Modellen sind neben den Sternen mit roten «+»-Zeichen die Schwerpunkte der einzelnen Sterne sowie der gemeinsame Schwerpunkt angegeben. Ausserdem sind die Bahnen der Schwerpunkte der Sterne während eines Umlaufs gezeichnet. Der gelbe Kreis im letzten

Modell entspricht der Grösse der Sonne. (Übersetzung des Autors aus dem GCVS, General Catalogue of Variable Stars). Die Lichtkurven und Modelle stammen von der Webseite der Arbeitsgemeinschaft für veränderliche Sterne e. V., BAV). Weiterhin gibt es noch eine Einteilung nach b) den physikalischen Eigenschaften der Komponenten und c) den entwicklungsbedingten Eigenschaften der Komponenten. Diese lasse ich hier weg, weil sie in beiden Artikeln zunächst noch keine Rolle spielen.

## Fotometrie mit Filtern

Geht es nur darum bei Bedeckungsveränderlichen und RR-Lyrae-Sternen Minimums- oder Maximumszeiten zu bestimmen, braucht man eigentlich keine Farbfilter. Wer scheinbare Helligkeiten für die Fachwissenschaft messen möchte, kommt allerdings nicht daran vorbei, sich mit diesem Bereich der Aufnahme- und Auswertetechnik auseinander zu setzen.

Das menschliche Auge reagiert selektiv auf Strahlung. Es ist nur für Licht der Wellenlängen zwischen 400 und 750 nm empfindlich. Das Empfindlichkeitsmaximum liegt bei 555 nm. Das Auge und andere Strahlungsempfänger mit gleichem Emp-

findlichkeitsverlauf registrieren visuelle scheinbare Helligkeiten ( $m_{vis}$ ).

Verwendet man Fotoemulsionen, deren spektrale Empfindlichkeit etwa der des Auges entspricht, so erhält man fotovisuelle scheinbare Helligkeiten ( $m_{pv}$ ). Die Empfindlichkeit der normalen Fotoplatten weicht von der des Auges stark ab, man erfasst mit ihnen Strahlung der Wellenlängen zwischen 370 und 490 nm (fotografische scheinbare Helligkeiten;  $m_{phot}$  oder  $m_{pg}$ ).

«Die spektrale Empfindlichkeit der CCD-Chips umfasst den sehr weiten Bereich vom blauen bis zum infraroten Licht. Für die Analyse des Sternenlichts ist es jedoch zweckmässig, aus diesem breiten Bereich schmalere Bänder auszuwählen. Es gibt viele Systeme aus mehreren solcher Bänder, die sich in der Wellenlänge höchster Empfindlichkeit und der Breite ihrer Bänder unterscheiden. Das System, mit dem Fachastronomen am häufigsten arbeiten, ist das UBVRISystem. Es hat verhältnismässig breite spektrale Empfindlichkeitsbereiche. Daneben gibt es zahlreiche Systeme mit schmaleren Bändern, die astrophysikalisch gesehen vorteilhafter sind. Schmale Filterbereiche lassen aber weniger Licht auf einen CCD als breite. Für die im Verhältnis zu meist nur kleinen Teleskope der

Amateure ist das UBVRISystem deshalb besonders geeignet. Ein weiteres Filtersystem, das besonders für die Beobachtung kühler Veränderlicher wie z. B. Mirasterne geeignet ist, ist von R. F. WING (1986) in die Amateurastronomie eingeführt worden.

Das am weitesten verbreitete fotometrische System basiert auf dem von JOHNSON und MORGAN (1953) definierten UBVS-System. In den Farben Ultraviolett, Blau und Visuell werden Wellenlängenbereiche durch Filter isoliert. Damals wurde mit blauempfindlichen Fotomultipliern gemessen und deren Empfindlichkeitsgrenzen wurden in die Definition der UBV-Bereiche einbezogen. Die Empfindlichkeit von CCDs reicht aber über einen viel grösseren Wellenlängenbereich als die der Multiplier. Vor allem sind CCDs rot-empfindlich. Das macht es heute so schwierig, das UBVS-System nur mit Filtern zu realisieren.

Später wurde das System zu längeren Wellenlängen erweitert. JOHNSON und MORGAN definierten die Bereiche R = Rot und I = Infrarot. Um die Empfindlichkeit von Empfängern besser auszunutzen, definierten KRON und COUSINS davon abweichende Bereiche, die heute meist benutzt werden. Sie werden mit einem «c» gekennzeichnet («c» steht für das Cape Observatory in Südafrika, an dem das System entstand).

Folgende Tabelle zeigt die Schwerpunktwellenlänge  $\lambda_0$  und die Halbwertsbreite  $d\lambda$  der spektralen Bänder (BUIL 1991):

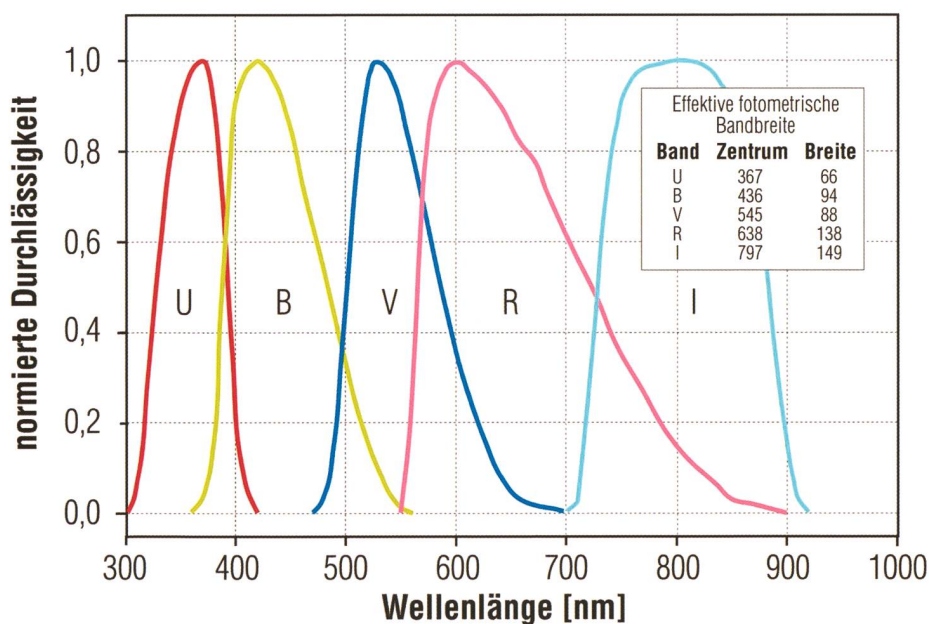


Abbildung 2: Die Grafik zeigt die UBVRIS-Bereiche, wie sie durch die von BESSEL (1995) vorgeschlagenen Filter verwirklicht werden. Über der Wellenlänge ist die auf 1 normierte Durchlässigkeit der Filter aufgetragen. Der Kasten im Diagramm gibt die Wellenlänge der maximalen Durchlässigkeit und die Bandbreite bei der Durchlässigkeit 0,5 wieder. (WOLFGANG QUESTER, BAV-Einführung, 2009) (Grafik nach Jörg Schirmer)

	U	B	V	R	I	(Rc)	(Ic)
$\lambda_0$ (nm)	360	440	550	700	900	650	800
$d\lambda$ (nm)	70	100	90	220	240	100	150

## Das Julianische Datum

«Für die Beobachtung veränderlicher Sterne ist ein System fortlaufender Tageszählung in Gebrauch, das Julianische Datum. JOSEPH JUSTUS SCALIGER schlug 1581 vor, die Tage von einem vorgeschichtlichen Datum an, dem 1. Januar 4713 v. Chr., der die Ordnungszahl Null erhielt, fortlaufend zu zählen. Das Julianische Datum wird mit JD abgekürzt.

Am 1. Dezember 2003 waren mit einem JD von 2 452 975 entsprechend viele Tage vergangen. Dieses System bietet den wesentlichen Vorteil, Zeitintervalle berechnen zu können,

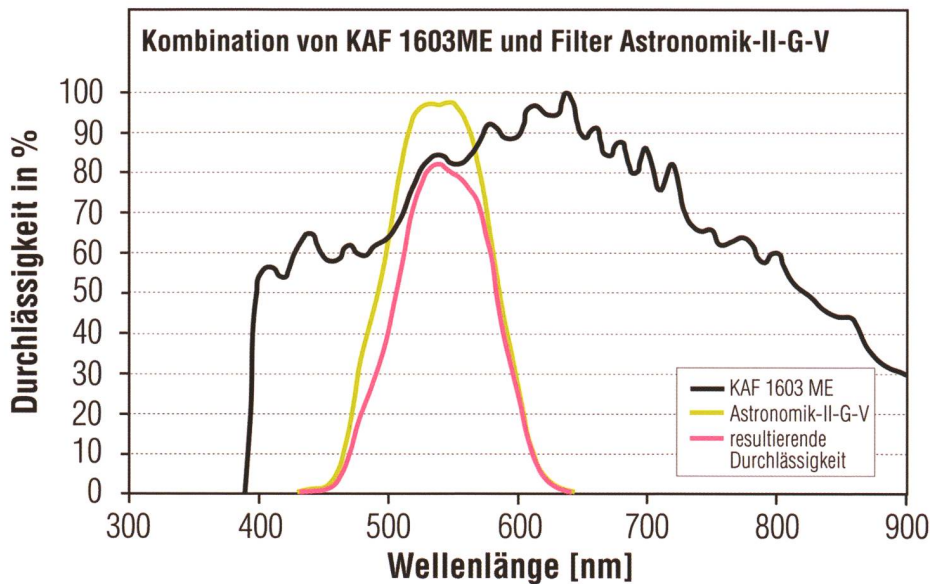


Abbildung 3: Die obige Abbildung zeigt die Anwendung eines Grünfilters, der für das V-Band optimiert wurde, an einer CCD-Kamera mit dem KAF1603ME-Chip. Hieran ist gut ersichtlich, wie die Eingrenzung auf einen Wellenlängenbereich zusammen mit der spektralen Durchlässigkeit des CCD-Chips die letztlich verwertbare Photonenzahl arg dezimiert. Daraus folgt im Vergleich zu einer ungefilterten Aufnahme eine merkbar längere Belichtungszeit. Man erkaufte sich damit aber den Vorteil, in einem genau definierten Spektralbereich zu messen und so das Ergebnis mit weiteren Messungen in diesem Spektralbereich vergleichbar zu machen. (Grafik nach Jörg Schirmer)

ohne ungleiche Jahres- und Monatslängen berücksichtigen zu müssen, wie sie der bürgerliche Kalender vorgibt.

Bei der Julianischen Tageszählung beginnt der Tag am mittleren Mittag des Nullmeridians, also um 12h UT (= 13h MEZ). Das Julianische Datum wechselt daher in Europa um Mitternacht nicht! Die Stunden, Minuten und Sekunden werden beim JD in Dezimalteilen des Tages mit vier Nachkommastellen ausgegeben. Je nach Genauigkeit können es auch mehr oder weniger Nachkommastellen sein.

Die Erde bewegt sich auf einer Bahn um die Sonne, deren Projektion am Himmel die Ekliptik ist. Der Abstand eines Veränderlichen zur Erde variiert daher (mit Ausnahme eines Sternes, der genau am Pol der Ekliptik steht), und damit ändert sich auch die Zeit, die das Licht vom Stern zur Erde benötigt. Immerhin können diese Zeitunterschiede bis zu  $\pm 8,3$  Minuten betragen.

Daher werden alle Beobachtungen zeitlich so korrigiert, als wäre vom Mittelpunkt der Sonne aus beobachtet worden. Diese Umrechnung nennt man Lichtzeitkorrektur bzw. heliozentrische Korrektur. Sie ist immer dann erforderlich, wenn die Beobachtungsgenauigkeit im Be-

reich von Minuten angegeben wird, also z. B. bei kurzperiodischen Veränderlichen. An die Zeitachse des Diagramms schreibt man dann HJD oder JD helioz. im Unterschied zu JD geoz., wenn man bewusst darstellen möchte, dass man keine Korrektur durchgeführt hat. Wenn spezielle Beobachtungsprogramme eine Genauigkeit im Sekundenbereich fordern, dann muss sogar die baryzentrische Korrektur angewendet werden.» (JOACHIM HÜBSCHER, BAV-Einführung, 2009)

Hierbei erfolgt die zeitliche Korrektur derart, als wäre vom Schwerpunkt des Sonnensystems aus beobachtet worden. Dieses Baryzentrum befindet sich nicht im Mittelpunkt der Sonne, sondern ändert beständig seinen Ort. Diese Korrektur eliminiert auch die relativistischen Effekte aus dem Umlauf der Erde um die Sonne sowie der Gravitationswirkung von Sonne, Mond und den anderen Planeten. Mit der Bezeichnung JD baryz. zeigt der Beobachter an, dass er diese Korrektur angewendet hat. Sie ist vor allem in der Spektroskopie notwendig.

■ **Jörg Schirmer**  
Gütschrain 5  
CH-6130 Willisau



## «Fliegender Schatten» bei Mondfinsternis

Zwar war die «Mini»-Mondfinsternis am Donnerstagabend nicht gerade der Brüller, aber dank des extrem klaren Himmels konnten die rund 35 Gäste der Sternwarte Eschenberg das Naturschauspiel in vollen Zügen genießen. In dieser niedrigen Gästezahl spiegelt sich das Schlager-Fussballspiel in Basel, das übrigens offenbar auch in Bülach vor allem jüngere Leute vom Sternwarten-Besuch abhielt. Ehrfürchtiges Staunen herrschte schon beim Aufgang des Vollmondes über den Baumwipfeln des Eschenberg-Waldes. Scheinbar riesengross stand die ockergelbe Mondscheibe über der Landschaft und erinnerte an das bekannte Lied von MATTHIAS CLAUDIUS. Und während die «Nacht-pfanzel» immer höher stieg, machte am südwestlichen Himmel, wie von den Winterthurer Astronomen vorausberechnet, die internationale Raumstation ISS mit einem kurzen, horizontnahen Hopser auf sich aufmerksam.

Beim Mond drüben streiften inzwischen zeitweilig die auf Klotten anfliegenden Flugzeuge die helle Scheibe – eine dieser Maschinen im Landeanflug davon traf sogar voll ins Schwarze (oder besser gesagt ins Weisse) – sehr zur Freude aller Eschenberger Mondgucker.

Der rauchige Schleier am oberen Mondrand verbreitete sich weiter und erreichte kurz nach 22 Uhr sein Maximum. Auch mit blossen Auge war nun die durch den zentralen Erdschatten «angeknabberte» Delle in der Mondscheibe zu erkennen und der Vollmond bot doch einen sehr speziellen Anblick. (mgr)