Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Facultas Rerum Naturalium. Mathematica-Physica-Chemica

Bohumil Hacar

Die Beziehung Masse-Leuchtkraft von Paul Baize und ihre Anwendung zur Parallaxenbestimmung der Bedeckungsvariablen

Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Facultas Rerum Naturalium. Mathematica-Physica-Chemica, Vol. 9 (1968), No. 1, 159--169

Persistent URL: http://dml.cz/dmlcz/119900

1968 — ACTA UNIVERSITATIS PALACKIANAE OLOMUCENSIS
FACULTAS RERUM NATURALIUM. TOM 27

Katedra teoretické fyziky a astronomie přírodovědecké fakulty
Vedoucí katedry: Prof. RNDr. Bedřich Havelka, doktor věd

DIE BEZIEHUNG MASSE–LEUCHTKRAFT VON PAUL BAIZE UND IHRE ANWENDUNG ZUR PARALLAXENBESTIMMUNG DER BEDECKUNGSVARIABLEN

BOHUMIL HACAR

(Eingelangt am 17. Juni 1967)

Im Jahre 1943 erschien im Bulletin Astronomique und fast gleichzeitig in der Zeitschrift Bulletin de la société Astronomique de France eine Arbeit von Dr. P. Baize, in der gezeigt wird, dass zwischen dem log $\mathfrak{M}$ und der Leuchtkraft der Sterne die lineare Beziehung

$$\log \mathfrak{M} = -0{,}112(M_b - 4{,}80)$$

besteht, wo die Leuchtkraft durch die absolute bolometrische Sterngrösse zum Ausdruck kommt. Die Zahl —0,112 ist die Richtungskonstante dieser linearen Beziehung und die Zahl 4,80 die absolute bolometrische Grösse der Sonne. Später berichtigte M. P. Baize noch etwas diese Beziehung (Bull. S. A. F. 71, 1957, S. 253), indem er sie durch

$$\log \mathfrak{M} = -0{,}1117(M_b - 4{,}77)$$

ersetzte, um sie den neueren Messungen anzupassen. Der Unterschied ist jedoch unbedeutend und verliert sich meistens in der verhältnismässig geringen Genauigkeit der Daten sowohl für $\mathfrak{M}$, wie für M_b.

Bei zahlreichen Bedeckungsveränderlichen kennen wir die Umlaufsgeschwindigkeiten in $km\,s^{-1}$ und können daher auch die Bahnradien und die Massen berechnen. Aus der Baizeschen Beziehung bekommen wir dann die abs. bolom. Sterngrösse der Komponenten M_b, woraus die abs. visuelle Grösse $M_v = M_b - BC$ folgt. Hier ist BC die bolometrische Korektion.

M. P. Baize hat zur Prüfung seiner Beziehung eine grössere Anzahl von Doppelsternen herangezogen, aus der er jedoch 15 wieder ausgeschlossen hatte, und zwar 3 als weisse Zwerge, 6 spektroskopische Doppelsterne und weitere 6, deren Massen nicht genau genug bekannt waren. Es blieben so insgesamt 68 Sterne, unter ihnen 6 Bedeckungsveränderliche. Es ist freilich gewiss, dass seit jener Zeit, d. i. seit dem Jahre 1942, wo die Baizesche Arbeit erschien, manche Zahl sich wesentlich geändert hatte. So z. B. der Stern *AO* Cas, für dessen Komponentenmassen Baize 43,1 und 38,2 angenommen hatte, sind nach Wood (1963) die Massen 19 und 23 getreten. Und ferner, mit Rücksicht auf die neuerdings benutzte Verteilung der Bedeckungsveränderlichen je nach ihrem Bezug zu der Rocheschen Grenze, könnte es sich interessant und nützlich erweisen, den Einfluss dieses Bezuges auf die gültigkeit der Baizeschen Gleichung zu prüfen.

Ich habe daher 24 Sterne ausgewählt, von welchen 12 zu den getrennten (Detached) und 12 zu den halbgetrennten (Semi-detached) Systemen gehören. Selbstverständlich kamen bei dieser Wahl nur solche Systeme in Betracht, in welchen die Massen bekannt und bei welchen die Parallaxe gemessen oder berechnet wurde, womöglich auf mehrere Arten.

Der Gang der Rechnung ist höchst einfach: die Leuchtkräfte der Komponenten L_1, L_2 wurden in Sterngrössen umgerechnet mittelst der Pogsonschen Gleichung

$$\log \frac{L_1}{L_1 + L_2} = 0{,}4(m - m_1)$$

wo m die visuelle Sterngrösse des Gesamtsystems und die Gesamtleuchtkraft $L_1 + L_2 = 1$ ist, m_1 ist die Sterngrösse der primären (helleren) Komponente. Es ist demnach

$$\log L_1 = 0{,}4(m - m_1)$$

Natürlich könnte man ebenso die sekundäre Komponente benützen, also

$$\log L_2 = 0{,}4(m - m_2)$$

Meistens beschränken wir uns jedoch auf die primäre Komponente.

Diese Rechnung vereinfacht sich noch etwas bei Sternen, deren beide Komponenten vollkommen oder fast vollkommen identisch sind, wie es bei *WW* Aur, *Y* Cyg, *YY* Gem der Fall ist.

In diesem Falle, wo alle Parameter beider Komponenten identisch sind, lautet die Pogsonsche Gleichung

$$\frac{1}{2} = 2{,}512(m - m_1)$$

oder logarithmisch

$$0{,}30 = (m_1 - m)\, 0{,}4$$

woraus wieder die Grösse einer Komponente zu erhalten ist.

LITERATUR

[1] *H. Shapley*: A Study of the Orbits of Eclipsing Binaries. Princeton Univ. Obs. No. 3. 1915 (Abgekürzt: Shapley, Princeton 3).

[2] *S. Gaposchkin*: Die Bedeckungsveränderlichen. Veröff. d. Univ. Stw. Berlin—Babelsberg, Bd. IX., Heft 5, 1932 (Abkürzung G. BV).

[3] *Z. Kopal* and *M. B. Shapley*: Catalogue of the Elements of Eclipsing Binary Systems Jodrell Bank Annals I. 1956 (Abgekürzt: Katalog).

[4] *Frank B. Wood*: Empirical Data on Enclipsing Binaries. Flower and Cook obs. Univ. of Pennsylvania, Philadelfia, Penns. 1963 (Ab. Wood).

[5] Geschichte u. Literatur d. veränd. Sterne, 2. Ausg. R. Prager, I. u. II. 1934, 1936 (Abgekürzt: G. u. L. I, II).

Sonstige Quellenangaben befinden sich im Text.

DIE RECHNUNGEN UND IHRE RESULTATE

I. Getrennte (Detached) Systeme

1. *TT* Aurigae. Umfangreiche Messungen mit dem Polarisationsphotometer wurden von Joy und Sitterly angestellt (Ap J, 73, 1931) in Verbindung mit spektrographischen Untersuchungen des Systems, welche die Bestimmung der Elemente und Massen zum Ziel hatten. Kopals Katalog gibt als maximale Helligkeit $8{,}3^m$, was offenbar dem abgerundeten Wert von Joy-Sitterly entspricht: $\mathrm{Max} = 8.38^m$, $\mathrm{Min}_1 = 9{,}47^m$, $\mathrm{Min}_2 = 8{,}95^m$ (G. u. L. I S. 107).

Der Katalog gibt für die Leuchtkräfte der Komponenten die Zahlen $L_1 = 0{,}66 + 0{,}04$, $L_2 = 0{,}34 + 0{,}03$ an, für die beiden Massen überreinstimmend mit Wood $\mathfrak{M}_1 = 6{,}7$, $\mathfrak{M}_2 = 5{,}3$, ebenso für das Spektrum der Hauptkomponente B 3. Wir erhalten dann

$$\log L_1 = \log 0{,}66 = 0{,}4\,(8{,}38 - m_1)$$

also $m_1 = 8.83^m$ für die Sterngrösse der Hauptkomponente. Die Baizesche Gleichung (1) lautet hier

$$\log \mathfrak{M}_1 = \log 6{,}7 = -0{,}1117\,(M_b - 4{,}77)$$

und hieraus $M_b = -2{,}63$. Da die $BC = -1{,}7$ und da $M_v = M_b - BC$, so $M_v = -0{,}93$ und daraus folgt unmittelbar $\pi = 0{,}0011''$.

Der Tafel 23. Gaposchkin BV, S. 126, entnehmen wir die Vergleichswerte für π: trigonometrisch $0{,}008''$, Strahlungsgesetze (McLaughlin) $0{,}001\,4''$, hypothetisch (Shapley) $0{,}001\,8''$, Katalog $0{,}000\,89''$. Die Trigonometrische Parallaxe fällt offenbar stark aus der Reihe, Kopal bezeichnet sie als „insignificant" (cf Yale Cat. 1952, No 1156). Bilden wir das Mittel, so ergibt sich $\pi = 0{,}0014''$, was mit dem berechneten Werte befriedigend übereinstimmt.

2. *WW* Aurigae. Katalog gibt für Spektralklassen $A7 + [FO]$, für Massen $\mathfrak{M}_1 = 1{,}92$, $\mathfrak{M}_2 = 1{,}90$, für Halbmesser $R_1 = 1{,}92$, $R_2 = 1{,}90$, also beide Sterne nahezu identisch. Nach Wood sind Spektra $A7V$, $A7V$, Massen $\mathfrak{M}_1 = \mathfrak{M}_2 = 1{,}8$, Halbmesser $R_1 = R_2 = 1{,}9$, also vollkommen identisch. Die maximale Sterngrösse ist laut Katalog $5{,}70^m$. Dann ist

$$0{,}30 = 0{,}4(m_1 - 5{,}70) \qquad \text{oder} \qquad m_1 = 6{,}45$$

Aus Gleichung (1) $M_b = 2{,}48$ und $M_v = M_b - BC = 2{,}48 + 0{,}1 = 2.58$ und daraus ergibt sich unmittelbar $\pi = 0{,}017$.

Rechnet man mit dem Kopalschen Massenwert der Hauptkomponente 1,92 und der Leuchtkraft derselben $L_1 = 0{,}546$, so liefert die Beziehung

$$\log 0{,}546 = 0{,}4\,(5{,}70 - m_1)$$

die Sterngrösse $m_1 = 6{,}36^m$ und dann mit Hilfe der Baizeschen Beziehung $M_b = 2{,}24$ und $M_v = 2{,}34$ folglich $\pi = 0{,}016''$.

Vergleichswerte aus Gaposchkin BV, Tafel 23.: Spektroskopisch $0{,}010''$ Strahlungsgesetze McD $0{,}013''$, McL $0{,}012''$, Bo $0{,}012''$, G $0{,}011''$, Mi $0{,}005''$, dazu Katalog $0{,}013''$ — Mittel $0{,}011''$. Die Übereinstimmung ist hier mittelmässig.*)

*) In Hinkunft wollen wir zu diesem Behufe statt der vollen Namen die Abkürzugen: *Ba* Balanowsky, *Bo* Bottlinger, *G* Gaposchkin, *McD* Mc Diarmid, *McL* Mc Laughlin, *Mi* Michkovich, *Sh* Shapley gebrauchen.

3. *AR* Aurigae. Im Katalog findet man Angaben: Spektra $B9 + [Ao]$. Max $= 5{,}5^m$, Massen $\mathfrak{M}_1 = 2{,}55$, $\mathfrak{M}_2 = 2{,}30$, Leuchtkräfte $L_1 = 0{,}537 \pm 0{,}012$, $L_2 = 0{,}463 \pm 0{,}012$. Wood weicht davon nur unwesentlich ab: Spektra $B9V$, $B9V$. Massen $\mathfrak{M}_1 = 2{,}5$, $\mathfrak{M}_2 = 2{,}3$. — Aus $\log L_1 = 0{,}4\ (5{,}5 - m_1)$ folgt $m_1 = 6{,}18$ und aus der Beziehung $\log 2{,}55 = -0{,}111\,7(M_b - 4{,}77)$ ergibt sich $M_b = 1{,}14$, BC ist hier $-0{,}9$, somit $M_v = 2{,}04$ und $\pi = 0{,}015''$.

Die Wiederholung der Rechnung für den Begleiter ergab $\pi = 0{,}016''$ in in guter Übereinstimmung. Dagegen stimmt diese Zahl weniger gut mit den anderweitigen Resultaten Der Katalog gibt $\pi = 0{,}010''$, Cat. of Bright Stars. Yale 1940 (Schlesinger) $\pi = 0{,}007$.

4. *S* Cancri. Katalog gibt an: Spektra $Ao + Gg5$. Massen $\mathfrak{M}_1 = 6{,}8$. $\mathfrak{M}_2 = 2{,}4$, $L_1 = 0{,}79 \pm 0{,}01$, $L_2 = 0{,}21 \pm 0{,}01$, Max $= 7{,}97^m$. Aus L_1 und der Maximalgrösse erhält man die Sterngrösse der Hauptkomponente $8{,}22^m$, aus Gleichung (1) dann mit der Masse $\mathfrak{M}_1$ die Parallaxe $\pi = 0{,}000\,91''$. Das stimmt aber durchaus nicht mit den sonst bekannten Werten. Der Katalog gibt $0{,}002\,2''$, Sh $0{,}002\,4''$ an. Möglicherweise ist die Erklärung in einer Bemerkung des Katalogs enthalten (S. 180): „The absolute Dimensions of *S* Cnc obtained by combining our photometric solution with Joy results renders the primary component an abave-average Main-Sequence star...“ Daher habeich die Rechnung für den Begleiter wiederholt mit den Zahlen $L_2 = 0{,}21$, $\mathfrak{M}_2 = 2{,}4$ und dem Spektrum $gG5$, dh. mit $BC = -0{,}1$. Die Rechnung ergab dann $\pi = 0{,}002\,3''$, also ein Resultat, das sich sowohl mit dem Katalog, wie mit Shapley sehr gut verträgt.

5. *Y* Cygni. Dieser Stern ist tatsächlich ein „schwerer Fall“, wie ihn Redman bezeichnete (*MN* 90, The Observatory 54). Die Spektrallinien sind diffus und verwaschen. Sonst ist es ein ähnlicher Fall, wie *WW* Aur oder *YY* Gem, dh. es ist ein Doppelstern, dessen Komponenten in allen Belangen fast völlig identisch sind. Der Katalog gibt für die Massen die Zahlen 17,4 und 17,2 an. während Wood nur unwesentlich davon abweicht mit 17,1 und 17,3. Die Halbmesser der beiden Komponenten geben beide Autoren gleich mit 5,9 an. Spektroskopisch werden beide Körper als gleich bezeichnet: Katalog 095. Wood BoIV, daher BC $-2{,}3$ resp. $-2{,}2$. Im Maximum ist das System $7{,}06^m$. Für die Parallaxe gibt der Katalog $\pi = 0{,}000\,73''$ an.

Rechnet man unter der Annahme völliger Identität der beiden Körper, so gelangt man zum Werte $\pi = 0{,}000\,45''$. Wenn man von dem Katalogwerte für $L_1 = 0{,}59$ ausgeht und die Masse $\mathfrak{M}_1 = 17{,}4$ annimmt, $BC = -2{,}3$ setzt. so bekommt man den wenig verschiedenen Wert $0{,}000\,48''$. Gaposchkin BV, Tafel 23, enthält Werte, die sämtlich bedeutend grösser sind als die später gefundenen: spektroskopisch $0{,}001\,8''$, Strahlungsges. $0{,}002\,2''$, $0{,}001\,6''$, $0{,}001\,9''$, hypot. $0{,}003\,4''$, $0{,}003\,3''$. Bei diesem entfernten Stern muss jedenfalls die interstellare Absorption berücksichtigt werden. Dadurch vergrössert sich der gefundene Wert, und zwar auf $\pi = 0{,}000\,63''$, wenn man für die totale Absorption die Zahl $0{,}7^m$ (Stebbins, Huffer u. Whitford. Ap. J. 91, 20, 1940) benutzt.

6. *YY* Geminorum. Der Stern ist ein entfernter Begleiter von α Gem. zusammengesetzt aus zwei praktisch identischen Komponenten. Dem Katalog nach sind die Halbmesser $R_1 = R_2 = 0{,}62$, die Massen $\mathfrak{M}_1 = \mathfrak{M}_2 = 0{,}6$ und beide Spektra *d M* 1*e*. Kopal gibt die Maximalhelligkeit (vis) $9{,}1^m$ an, ebenso

O. K. 1958 (Kukarkin—Parenago—Jefremov—Cholopov), während *G.* u. *L. H.* 1936 hiefür $8{,}60^m$ angibt.

Rechnet man mit dem Kopalschen Werte die Grösse von einer Komponente aus der Gleichung

$$0{,}30 = 0{,}4\,(m_1 - 0{,}10)$$

so bekommt man $m_1 = 9{,}85$ und aus der Baizeschen Gleichung (1) folgt dann $M_b = 6{,}51^m$, was durch Anbringen der $BC = -1{,}5$ zur visuellen abs. Grösse $M_v = 8{,}01$ und zur Parallaxe $\pi = 0{,}043''$ führt, die nicht gut mit der Parallaxe von Castor übereinstimmt. Machen wir hier denselben Versuch mit den Woodschen Zahlen und mit der Annahme Max $= 8{,}60^m$ so ergibt sich die absolute bolometrische Grösse $M_b = 6{,}77^m$ und die visuelle $M_v = 8{,}27^m$. Und da jetzt

$$0{,}30 = 0{,}4\,(m_1 - 8{,}60)$$

somit $m_1 = 9{,}35^m$, so dass

$$8{,}27 = 9{,}35 + 5 + 5 \log \pi$$

und $\pi = 0{,}062''$. Gaposchkin führt zwei Werte für spektroskopische Parallaxen an: $\pi = 0{,}066''$ und $0{,}076''$, für trigonometrische ebenfalls zwei 0,074 und 0,068, für „andere Bestimmungen" $0{,}058''$. Der Katalog gibt $0{,}073''$ an. Für die Parallaxe von α Gem wird jetzt meist $0{,}071''$ angenommen.

7. *Z* Herculis. Nach dem Katalog ist Max $= 7{,}2^m$, die Spektralklassen *F*2 und $[gG1]$, ferner $\mathfrak{M}_1 = 1{,}5$, $\mathfrak{M}_2 = 1{,}3$ und $L_1 = 0{,}59 \pm 0{,}02$, $L_2 = 0{,}41 \pm 0{,}02$. Danach ist

$$\log L_1 = 0{,}771 - 1 = 0{,}4\,(7{,}2 - m_1)$$

woraus $m_1 = 7{,}77^m$. Aus der Baizeschen Beziehung (1):

$$\log 1{,}5 = -0{,}111\,7\,(M_b - 4{,}77)$$

folgt $M_b = 3{,}29$ und, da $BC = 0{,}0$ auch $M_v = 3{,}29$, so dass

$$3{,}29 = 12{,}77 + 5 \log \pi$$

und $\pi = 0{,}013''$. Vergleichswerte (Gaposchkin T. 23., S.126): Spektro $0{,}011''$ trig. $0{,}033''$, Gruppen- $0{,}028''$, Strahlungsges. McL $0{,}013''$, Bo $0{,}011''$, Mi $0{,}003\,2''$, hypot. Sh $0{,}008\,8''$, Kopal $0{,}008\,7''$ — im Mittel $0{,}012''$ (unter Ausschluss der trig.). Die Übereinstimmung also eine fast vollkommene.

8. *RX* Herculis. Katalogwerte: Max $= 7{,}1^m$, Spektralklassen $Ao + [A1]$, $\mathfrak{M}_1 = 2{,}1$, $\mathfrak{M}_2 = 1{,}9$, $L_1 = 0{,}59 \pm 0{,}01$, $L_2 = 0{,}41 \pm 0{,}01$. Wood: *Ao*, *Ao*, $\mathfrak{M}_1 = 2{,}7$, $\mathfrak{M}_2 = 2{,}3$. Wie ein kurzer Überschlag zeigte, gibt die Masse 2,1 keine Übereinstimmung, die sich ergebende Parallaxe $0{,}009\,5''$ ist zu gross. Deshalb machte ich einen Versuch nit dem Woodschen Massenwert 2,7. Aus dem Katalogwert L_1 ergibt sich $m = 7{,}67^m$, ferner ist $\log 2{,}7 = -0{,}111\,7\,(M_b - 4{,}77)$, $M_b = 0{,}91$, $BC = -0{,}7$, $M_v = 1{,}61$ und schliesslich $\pi = 0{,}003\,1''$. Vergleichswerte (G. BV, Tafel 23.): McL $0{,}006\,9''$, Bo $0{,}004\,7''$, Mi $0{,}003\,3''$, Sh $0{,}003\,6''$, dazu Katalog $0{,}004\,6''$, so ergibt sich das Mittel $0{,}004\,6''$, die Überreinstimmung also mittelmässig.

9. *TX* Herculis. Bakers photometrische Messungen (G. u. L. H. 1936, S. 135) ergaben Max $= 8{,}322^m$, $A_1 = 0{,}700^m$, $A_2 = 0{,}342^m$, woraus sich $L_1 =$

$= 0{,}636$, $L_2 = 0{,}364$ ergibt, was fast genau mit dem Katalog übereinstimmt. Der Katalog gibt ferner $\mathfrak{M}_1 = 2{,}1$, $\mathfrak{M}_2 = 1{,}8$ an, was auch sehr nahe mit Wood übereinstimmt. Aus der Pogsonschen Gleichung folgt dann $m_1 = 8{,}81^m$, aus der Baizeschen Beziehung (1) $M_b = 1{,}89$, aus dem Spektrum der Hauptkomponente $A5$ die $BC = -0{,}3$, also $M_v = 2{,}19$ und daraus die Parallaxe $\pi = 0{,}004\,8''$.

Vergleichswerte: Katalog 0,004 6″, spektro 0,005 5″, phys. Data McL 0,005 3″, Bo 0,004 7″, Bo 0,003 6″, Ba 0,004, andere Methoden Mi 0,001 8″, Sh 0,003 8″, im Mittel 0,004 2″. Die Übereinstimmung demnach sehr gut sowohl mit dem Katalog als auch mit dem Mittel.

10. *AR* Lacertae. Der Katalog gibt Max $= 6{,}5^m$ an. Ferner die Spektra $G5 + gKo$, die Massen $\mathfrak{M}_1 = 1{,}32$, $\mathfrak{M}_2 = 1{,}31$. Wood: Spektra $F8$, $K2$ III, $\mathfrak{M}_1 = 1{,}3$, $\mathfrak{M}_2 = 1{,}3$ also beide Autoren wenig voneinander abweichend. Dem Katalog entnehmen wir $L_1 = 0{,}50 \pm$ (var), $L_2 = 0{,}50 \pm 0{,}01$. Aus $\log L_1 = 0{,}4\,(6{,}5 - m_1)$ folgt $m_1 = 7{,}25^m$ und aus Beziehung (1) erhält man dann $M_b = 3{,}69$. Da hier $BC = -0{,}1$ so $M_v = 3{,}79$ und $\pi = 0{,}020''$. Zum Vergleich stand hier nur die Parallaxe des Katalogs $\pi = 0{,}021''$. Die Übereinstimmung mit derselben ist fast vollkommen.

11. *UV* Leonis. Da bei diesem Stern beide Komponenten in jeder Hinsicht nahezu gleich sind (nach Katalog: $\mathfrak{M}_1 = 1{,}36$, $\mathfrak{M}_2 = 1{,}25$, $R_1 = R_2 = 1{,}20$, Spektra Go, $G1$, nach Wood: $\mathfrak{M}_1 = 1{,}4$, $\mathfrak{M}_2 = 1{,}3$, $R_1 = R_2 = 1{,}2$, Go, $G2$) so nehmen wir überall das Mittel der Werte und Max $= 7{,}9^m$ (Katalog) dazu. Dann erhalten wir die Sterngrössen der beiden Komponenten $8{,}65^m$, die bolometrische und visuelle Grösse $M_b = M_v = 4{,}60$ (die $BC = 0{,}0$). Daraus resultiert $\pi = 0{,}015''$ in guter Übereinstimmung mit dem Katalog ($\pi = 0{,}014''$).

12. *U* Ophiuchi. Katalog gibt $\mathfrak{M}_1 = 5{,}30$, $\mathfrak{M}_2 = 4{,}65$, Spektra $B5 + B6$. Wood hat etwas abweichende Zahlen: $\mathfrak{M}_1 = 4{,}0$, $\mathfrak{M}_2 = 3{,}9$, $B5 + B5$. Die Normalgrösse gibt der Katalog mit $5{,}9^m$ an, für die Leuchtkräfte $L_1 = 0{,}559 \pm 0{,}10$, $L_2 = 0{,}441 \pm 0{,}009$. Damit kommt man zur Gleichung

$$\log 0{,}559 = 0{,}4\,(5{,}90 - m_1)$$

$$m_1 = 6{,}53$$

Ferner aus $\log 5{,}3 = -0{,}111\,7(M_b - 4{,}77)$ ist $M_b = -1{,}71$ und da $BC = -1{,}4$ so $M_v = -0{,}31$. Daraus $\pi = 0{,}004\,3''$. Vergleichswerte: Die Gaposchkinsche Tafel 23 gibt folgende Werte an: Sp 0,004 9″, phys. Data: McL 0,005 9″, Bo 0,004 8″, andere Bestimmungen: Mi 0,005 9*s*, Sh 0,006 3″. Die Übereinstimmung ziemlich gut.

II. Halbfreie (semi-detached) Systeme

1. *RT* Andromedae. Katalogwerte: $\mathfrak{M}_1 = 1{,}5$, $\mathfrak{M}_2 = 0{,}98$, Max $= 8{,}4^m$, Sp $F8V + (gG8]$, $L_1 = 0{,}66 \pm 0{,}01$, $L_2 = 0{,}34 \pm 0{,}01$, oder (zweite Variante) $L_1' = 0{,}60 \pm 0{,}01$, $L_2' = 0{,}40 \pm 0{,}01$. Aus der Leuchtkraft L_1 folgt die Sterngrösse $m_1 = 8{,}85^m$, aus der Masse 1,5 vermöge der Baizeschen Beziehung die abs. bolom. Grösse $M_b = 3{,}19$ und da hier BC $= 0{,}0$, so auch $M_v = 3{,}19$. Dann ergibt sich $\pi = 0{,}007\,4''$. Mit der Leuchtkraft $L_1' = 0{,}60$ ergibt sich die etwas kleinere Parallaxe 0,007 1″. Der Katalog gibt $\pi = 0{,}016''$, Gaposchkin BV S. 41 $\pi = 0{,}003\,3''$. Die aus den beiden Varianten berechneten Werte liegen

zwischen diesen Grenzen. Sonst kann man von einer Übereinstimmung wohl nicht sprechen.

2. *TW* Andromedae. Katalogwerte: $\mathfrak{M}_1 = 2{,}4$, $\mathfrak{M}_2 = 0{,}46$, $L_1 = 0{,}828 \pm \pm 0{,}001$, $L_2 = 0{,}172 \pm 0{,}001$, Max $= 8{,}85^m$ (vgl. auch K. u. E. 1943), *Sp dFo* + + [*gKo*, 5].

Aus

$$\log 0{,}828 = 0{,}4\,(8{,}85 - m_1) \qquad \text{folgt} \qquad m_1 = 9{,}05^m,$$

aus

$$\log 2{,}4 = -0{,}111\,7\,(M_b - 4{,}77) \qquad \text{folgt} \qquad M_b = 1{,}37$$

und da $BC = 0{,}0$ so auch $M_v = 1{,}37$. Dann $\pi = 0{,}003\,0''$, was sowohl mit dem Katalogwert, wie mit dem Shapleyschen Wert (Ap J 56, 439) genau übereinstimmt.

3. *RZ* Cassiopeiae. Katalogwerte: $\mathfrak{M}_1 = 1{,}80$, $\mathfrak{M}_2 = 0{,}63$, $L_1 = 0{,}926 \pm \pm 0{,}004$, $L_2 = 0{,}074 \pm 0{,}003$; Max $= 6{,}38^m$, *Sp Ao* + [*gG* 1].

Gleichung $\log L_1 = 0{,}4\,(6{,}38 - m_1)$ liefert $m_1 = 6{,}46^m$ als die Sterngrösse der Hauptkomponenete. Aus der Baizeschen Beziehung (1)

$$\log 1{,}80 = -0{,}111\,7(M_b - 4{,}77)$$

folgt $M_b = 2{,}49$ und mit $BC = -0{,}7$ ist dann $M_v = M_b - BC = 3{,}19$, woraus $\pi = 0{,}022''$. Vergleichswerte: Katalog $0{,}011''$, McL $0{,}014''$, Mi $0{,}004\,4''$, Sb $0{,}006''$. Mittelwert $0{,}009''$. Die berechnete Parallaxe mehr als doppelt so gross als das Mittel.

4. *U* Cephei. Hier ist die Bedeckung eine totale. Im Hauptminimum bedeckt der grössere aber weniger massige Begleiter den kleineren, aber massigeren Hauptstern. Die Sterngrösse im Hauptminimum wird mit $9{,}20^m$ angegeben. Die Massen sind nach dem Katalog $\mathfrak{M}_1 = 2{,}9$, $\mathfrak{M}_2 = 1{,}4$, nach Wood $\mathfrak{M}_1 = 4{,}7$, $\mathfrak{M}_2 = 1{,}9$. Als Maximalhelligkeit gibt der Katalog $6{,}8^m$ an. Spektra sind nach Kopal *B*8 + *gG*8, nach Wood *B*8 ,*G*8 III. Im Katalog sind die Leuchtkräfte mit $L_1 = 0{,}84 \pm 0{,}01$ und $L_2 = 0{,}16 \pm 0{,}01$ angegeben. Benutzt man die Totalität der Bedeckung, so kann man ohne weiteres die Sterngrösse des Begleiters isoliert mit $9{,}20^m$ angeben und dann aus der Baizeschen Beziehung

$$\log 1{,}40 = -0{,}111\,7(M_b - 4{,}77)$$

$M_b = 3{,}45$ erhalten. Durch Anbringen der $BC = -0{,}1$ folgt dann $M_v = 3{,}55$. Die Parallaxe ist $\pi = 0{,}007\,4''$. Rechnet man ebenso mit dem Woodschen Massenwert 1,9 so bekommt man $\pi = 0{,}004\,3''$. Man kann natürlich auch mit den L_1 und L_2 Werten zu den Komponentengrössen gelangen und dann mit Hilfe der Massenwerte jedesmal die Parallaxe ableiten. Mit L_1 erhält man $\pi = 0{,}008\,9$, ebenso mit $L_2 = 0{,}16$.

Vergleichswerte: McL $0{,}009\,1''$, Sh $0{,}004\,4''$, Mi $0{,}003\,6''$, Kopal $0{,}005\,5''$. Diese Werte liegen sämtlich zwischen den Grenzen $0{,}009\,1$ und $0{,}003\,6$. Wie ersichtlich liegen die aus der Baizeschen Beziehung errechneten Zahlen nicht mehr zarstreut als die mit anderen Methoden erlangten.

5. *U* Coronae bor. Katalogwerte: $\mathfrak{M}_1 = 6{,}5$, $\mathfrak{M}_2 = 2{,}5$, $L_1 = 0{,}644 \pm \pm 0{,}005$, $L_2 = 0{,}356 \pm 0{,}05$; Max $= 7{,}7^m$, *Sp B*5 + [*A*5].

Aus L_1 wurde die Sterngrösse der Hauptkomponente $m_1 = 8{,}13^m$ berechnet. Aus der Masse $\mathfrak{M}_1 = 6{,}5$ die abs. bolom. Grösse $M_b = -2{,}51$ und mit $BC = -1{,}4$ auch $M_v = -1{,}11$, woraus $\pi = 0{,}001\,4''$, was genau mit dem Katalogwert übereinstimmt. Gaposchkin gibt die Werte an: McL 0,003 7″, Bo 0,002 6″, Mi 0,002 6″, Sh 0,002 7″. Da der Katalogwert auf späteren Daten beruht, ist dieses Resultat wohl zufriedenstellend.

6. *Z* Draconis. Nach dem Katalog sind $\mathfrak{M}_1 = 1{,}4$, $\mathfrak{M}_2 = 0{,}38$, die Leuchtkräfte $L_1 = 0{,}954 \pm 0{,}003$, $L_2 = 0{,}046 \pm 0{,}003$, Max $= 10{,}49^m$, *SP A*5 + + [*g K* 2]. Aus $\log L_1 = 0{,}4\,(10{,}49 - m_1)$ ergibt sich $m_1 = 10{,}54^m$. Aus $\log 1.4 = -0{,}111\,7(M_b - 4{,}77)$ ist $M_b = 3{,}47$, $BC = -0{,}3$, $M_v = 3{,}77$, woraus $\pi = 0{,}004\,5''$. Katalog gibt hier 0,002 3″, Shapley 0,001 6″ also wohl nur eine Übereinstimmung der Grössenordnung nach.

7. *RW* Geminorum. Die Katalogwerte: $\mathfrak{M}_1 = 1{,}9$, $\mathfrak{M}_2 = 0{,}85$, Spektra *B* 5 + *F* 5, $L_1 = 0{,}866 \pm 0{,}001$, $L_2 = 0{,}134 \pm 0{,}001$, Max $= 9{,}63^m$ ergeben für den Hauptstern $\pi = 0{,}006\,5''$, für den Begleiter 0,005 2″ (*BC* ist hier —1,4 bzw. 0,0) die Differenz zwischen beiden nicht sehr auffallend. Dagegen weichen die vom Katalog (0,000 96″) und von Shapley (0,00 9″) angegebene stark davon ab.

8. δ Librae. Die Katalogwerte: $\mathfrak{M}_1 = 2{,}6$, $\mathfrak{M}_2 = 1{,}14$, Spektra *Ao* + [*gG*2], $L_1 = 0{,}957 \pm 0{,}005$, $L_2 = 0{,}043 \pm 0{,}005$, Max $= 4{,}83^m$. Aus L_1 folgt für die Hauptkomponente die Grössenklasse $4{,}88^m$, aus der Masse 2,6 ergibt sich $M_b = 1{,}06$ und da $BC = -0{,}7$, so $M_v = 1{,}76$, woraus $\pi = 0{,}024''$. Dagegen gibt die Tafel 23. BV S. 126, die Werte: Spektro- 0,014″, Gruppen- 0,015″, McL 0,013″, Mi 0,008 9″, Sh 0,006 3″, Katalog 0,013″ — im Mittel 0,011 7″.

9. β Persei (Algol). Katalogwerte: $\mathfrak{M}_1 = 5{,}2$, $\mathfrak{M}_2 = 1{,}01$, Spektra *B*8 + + *g K* 0, $L_1 = 0{,}966 \pm 0{,}002$, $L_2 = 0{,}034 \pm 0{,}002$, Max $= 2{,}20^m$. Dann folgt aus L_1 die Sterngrösse der Hauptkomponente $m_1 = 2{,}24^m$ und aus $\mathfrak{M}_1 = 5{,}2$ die abs. bolom. Grösse $M_b = -1{,}64$ und da $BC = -1{,}1$ so $M_v = -0{,}54$. Aus der Baizeschen Beziehung dann $\pi = 0{,}028''$. Durch Ausmessen von 560 Platten fanden Van de Kamp, Sara Smith und Thomas (1951) $\pi = 0{,}042 \pm 0{,}002''$, während Jenkins im Yale General Catalogue of Stellar Parallaxes, 1952 den Wert $\pi = 0{,}031'' + 0{,}005$ angibt, der dem oben berechneten bedeutend näher liegt. Der Katalog gibt $\pi = 0{,}037''$ an.

10. λ Tauri. Der Katalog gibt folgende Werte an: $\mathfrak{M}_1 = 2{,}3$, $\mathfrak{M}_2 = 0{,}92$, *Sp B* 3 + [*A* 3], $L_1 = 0{,}71 \pm 0{,}05$, $L_2 = 0{,}29 \pm 0{,}05$, Max $= 3{,}77^m$. Es folgt dann die Sterngrösse des Hauptsternes $m_1 = 4{,}14^m$, aus der Masse 2,3 desselben $M_b = 1{,}53$. Schliesslich mit $BC = -1{,}7$ bekommen wir $M_v = 3{,}23$, was zur Parallaxe $\pi = 0{,}066''$ führt. Das stimmt aber gar nicht mit den sonstigen Resultaten. Katalog gibt 0,007 6″ an, Shapley 0,005 2″ und der grösste Wert unter vielen anderen ist die trigonometrische Parallaxe 0,012″, die aber hier wohl die unzuverlässigste ist. Es sei hier nur bemerkt, dass die Systemverhältnisse noch nicht genügend bekannt sind und erst durch besondere Untersuchungen geklärt werden müssen. Jedenfalls ist noch ein dritter Körper vorhanden, wie es die periodischen Schwankungen der Geschwindigkeit des Bedeckungspaares verraten.

11. *Z* Vulpeculae. Katalog: $\mathfrak{M}_1 = 5{,}3$, $\mathfrak{M}_2 = 2{,}3$ (Wood: $\mathfrak{M}_1 = 5{,}4$, $\mathfrak{M}_2 = 2{,}3$), $L_1 = 0{,}73 \pm 0{,}03$, $L_2 = 0{,}27 \pm 0{,}03$, Max $= 6{,}97^m$, Spektra *B* 3 + + [*A* 8] (Wood B 4 V, A 3 III). Aus der Leuchtkraft L_1 folgt $m_1 = 7{,}31$,

aus der Masse 5,3 ist $M_b = -1{,}71$, für Spektrum B 4 ist $BC = -1{,}55$, daher $M_v = -0{,}16$, somit $\pi = 0{,}003\,2''$, für Spektrum B 3 ist $BC = -1{,}7$ und $\pi = 0{,}003\,4''$. Gaposchkin BV, Tafel 23, gibt folgende Parallaxen an: Spektro 0,002 2″, Strahlungsges. Mi 0,001 8″ und Bo 0,002 0″, hypot. Sh 0,002 2″, Kopal 0,002 1″. Mittel 0,002 1″.

12. *RS* Vulpeculae. Katalogwerte: $\mathfrak{M}_1 = 4{,}6$, $\mathfrak{M}_2 = 1{,}4$. Spektra B 5 + + [*g F* 9], Max = 6,9^m. Für die Leuchtkräfte gibt der Katalog zweierlei Werte an:

$$L_1 = 0{,}92 \pm 0{,}01, \qquad L_2 = 0{,}08 \pm 0{,}01$$

und

$$L_1' = 0{,}89 \pm 0{,}01, \qquad L_2' = 0{,}11 \pm 0{,}01$$

Aus der Leuchtkraft L_1 ergibt sich die Sterngrösse der Hauptkomponente $m_1 = 6{,}99^m$, aus der Masse derselben 4,6 folgt die Grösse $M_b = -1{,}16$ und mit der $BC = -1{,}40$ erhalten wir $M_v = -0{,}24$ und daraus die Parallaxe $\pi = 0{,}004\,5''$. Aus der zweiten Variante für die Leuchtkräfte ergibt sich ein nur wenig verschiedener Wert 0,004 4″. Die Gaposchkinsche Tafel 23, enthält folgende Parallaxen: Spektroskopische 0,004 6″, McL 0,004 5″, Bo 0,002 6″, Mi 0,002 4″, Sh 0,001 6″. Der Katalog gibt 0,002 2″ an. Das Mittel ist 0,003 0″. Die Übereinstimmung mit dem spektroskopischen und dem Mc Laughlinschen Wert ist recht gut, mit den übrigen weniger.

DAS RESULTAT

Ich versuchte das Ergebnis dieser Untersuchung zahlenmässig zu erfassen, indem ich die errechneten Parallaxen mit den Mittelwerten verglich, die aus Werten gebildet wurden, welche auf andere Arten entstanden sind. Zu diesem Zweck wurde das Resultat von jedem solchen Vergleich zahlenmässig ausgedrückt durch eine der fünf Stufen 1—5, indem eine vollständige bzw. fast vollständige Übereinstimmung mit 1, eine etwas weniger genaue mit 2 usf. bis die ganz ungenaue mit 5 beziffert wurde. Es handelt sich also eher um eine Abschätzung und eine solche ist immer von einer gewissen Willkür behaftet. Doch scheint mir angesichts der Tatsache, dass die Methode (ebenso wie jede andere) auf wenig genauen Grundzahlen beruht, solches Verfahren berechtigt zu sein. Da die Systeme in zwei Gruppen — Getrennte und Halbgetrennte verteilt sind, so liegt es nahe, die Summen der Schätzungszahlen zu vergleichen.

DAS ERGEBNISS DIESER VERGLEICHUNG IST IN DER FOLGENDEN TAFEL ZUSAMMENGESTELLT:

					14						17
1.	*TT* Aur	2	7.	*Z* Her	1	1.	*RT* And	5	7.	*RW* Gem	5
2.	*WW* Aur	3	8.	*RX* Her	3	2.	*TW* And	1	8.	δ Lib	4
3.	*AR* Aur	4	9.	*TX* Her	1	3.	*RZ* Cas	4	9.	β Per	2
4.	*S* Cnc	1	10.	*AR* Lac	1	4.	*U* Cep	2	10.	λ Tau	5
5.	*Y* Cyg	2	11.	*UV* Leo	1	5.	*U* CrB	2	11.	*Z* Vul	3
6.	*YY* Gem	2	12.	*U* Oph	2	6.	*Z* Dra	3	12.	*RS* Vul	3
		14			23			17			39

ÜBERSICHT DER RESULTATE

I. Getrennte Systeme

Stern	B	M	Δ	Anmerkung
1. *TT* Aur	0,0011	0,0014	—0,0003	
2. *WW* Aur	0,016	0,011	+0,005	
3. *AR* Aur	0,015	0,0085	+0,0065	
4. *S* Cnc	0,0023	0,0023	0,0000	Begleiter
5. *Y* Cyg	0,00063	0,00073	+0,00010	
6. *YY* Gem	0,053	0,073 *	—0,020	Katalogwert
7. *Z* Her	0,013	0,012	+0,001	
8. *RX* Her	0,0031	0,0046	—0,0015	
9. *TX* Her	0,0048	0,0042	+0,0006	
10. *AR* Lac	0,020	0,021*	—0,001	
11. *UV* Leo	0,015	0,014*	+0,001	
12. *U* Oph	0,0043	0,0052	—0,009	

B berechnete Werte, M Mittel aus den Vergleichswerten
$\Delta = B - M$

II. Halbgetrennte Systeme

Stern	B	M	Δ	Anmerkung
1. *RT* And	0,0074″	0,0096″	—0,0022″	
2. *TW* And	0,0030	0,0030	0,0000	
3. *RZ* Cas	0,022	0,009	+0,013	
4. *U* Cep	0,0074	0,0056	+0,0018	
5. *U* Crb	0,0014	0,0026*	—0,0012	*Katalogwert 0,0014″
6. *Z* Dra	0,0045	0,0020	+0,0025	
7. *RW* Gem	0,0058	0,0093	—0,0035	
8. *δ* Lib	0,024	0,012	+0,012	
9. *β* Per	0,028	0,037	—0,009	
10. n Tau	0,066	0,0064	+0,0596	
11. *Z* Vul	0,0033	0,0021	+0,0012	
12. *RS* Vul	0,0045	0,0030	0,0015	

Es ergibt sich dann als Summe der getrennten Systeme 23, der halbgetrennten 39. Und da in jeder Gruppe 12 Sterne enthalten sind, so entfällt für ein System der ersten Gruppe 1,91, der zweiten 3,25.

Dies bedeutet, dass im allgemeinen die Übereinstimmung bei den getrennten fast doppelt so gross ist wie bei den halbgetrennten Systemen.

Zwischen den beiden Gruppen von je 12 Bedeckungsveränderlichen scheint ein ziemlich deutlicher Unterschied in bezug auf die Rochesche Grenze zu bestehen: während die erste Gruppe auf Grund der Baizeschen Beziehung überwiegend zu Parallaxen führt, die mit den auf andere Arten erlangten übereinstimmen, zeigen sich in der zweiten beträchtlichere Differenzen. Jedenfalls dürfte es ratsam sein diese Frage unter Heranziehung noch weiterer Materials weiter zu verfolgen, um den Zufall vollständig auszuschliessen.

Shrnutí

BAISEŮV VZTAH MEZI HMOTOU A SVÍTIVOSTÍ A JEHO APLIKACE PRO STANOVENÍ PARALAXY ZÁKRYTOVÝCH HVĚZD

Bohumil Hacar

V předložené práci zkoumá autor platnost Baizeova vztahu

$$\log \mathfrak{M} = -0{,}111\,7\,(M_b - 4{,}77)$$

mezi hmotou a zářivostí u zákrytových hvězd, a to vzhledem na jejich rozdělení na oddělené a polooddělené. Volí proto po 12 hvězdách obou druhů, u nichž známe hmoty a paralaxy odvozené dosud běžnými metodami. Z uvedeného vztahu odvozuje absolutní bolometrickou velikost M_b. Tu pak přepočítává pomocí bolometrické korekce BC

$$M_v = M_b - BC$$

na vizuální, načež z rovnice

$$M_v = m + 5 + 5 \log \pi$$

dostává paralaxu. Ukazuje se, že u „oddělených" zákrytových hvězd je souhlas s Baizeovým vztahem velmi dobrý, kdežto u „polooddělených" je znatelně horší. Bude však třeba ještě dalšího materiálu, aby otázka se zcela vyjasnila a zejména, aby vliv náhody byl zcela vyloučen.