

Die Argelandersche Stufenschätzmethode am Beispiel von R Cassiopeiae

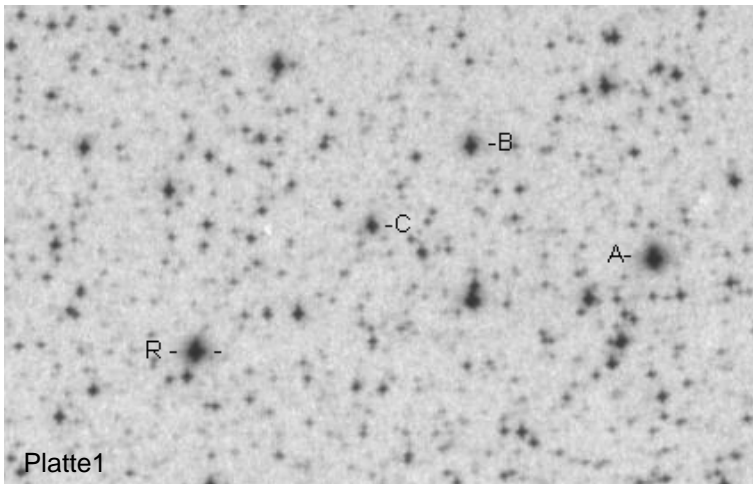
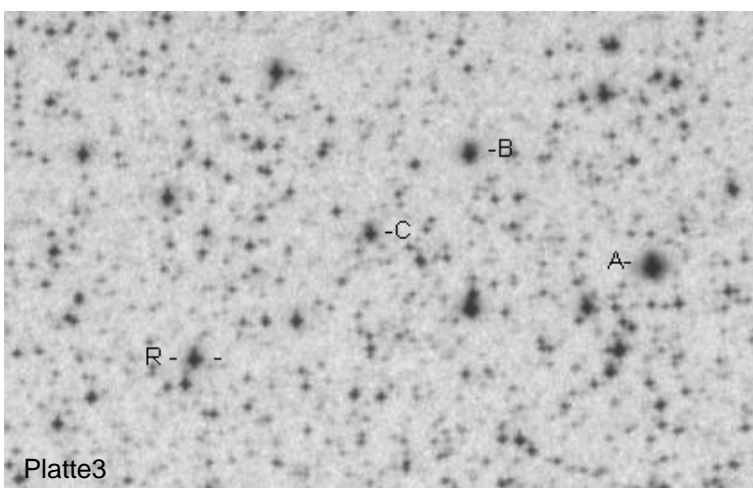
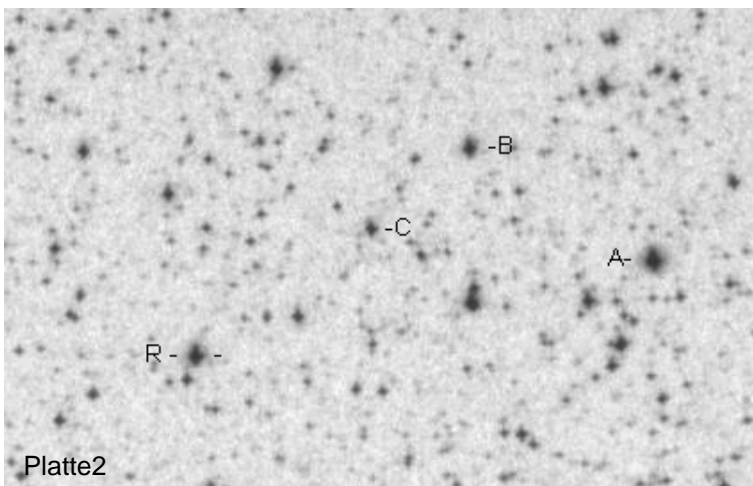


Abbildung: Schätzfelder1-3 von R Cas; Ausschnitte aus Fotoplatten der Sonneberger Himmelsüberwachung (siehe Abb. 2): Mit R ist der Veränderliche markiert. Drei der acht für R Cas benötigten Vergleichssterne sind ebenfalls gekennzeichnet (A, B, C).

Platte 1: Aufgenommen am 21. 08. 1966,

Platte 2: Aufgenommen am 10. 09. 1966,

Platte 3: Aufgenommen am 07. 10. 1966.



Auf den Ausschnitten mit dem Schätzfeld (Abb.) ist der Veränderliche R Cas mit einem R markiert. Die Vergleichssterne sind mit A, B und C bezeichnet, wobei A den hellsten und C den schwächsten Vergleichssterne darstellt (Für R Cas werden noch weitere fünf schwächere Vergleichssterne benötigt).

Platte 1 wurde im Beispiel so ausgesucht, dass R gerade seine maximale Helligkeit hat. Es lässt sich somit feststellen, dass die Helligkeit des Veränderlichen R zwischen den Helligkeiten der Vergleichssterne A und B liegt. A und B werden also als Vergleichssterne für diese Schätzung

herangezogen. Eine Verwendung von A und C wäre auch möglich, würde aber zu einem ungenaueren Ergebnis führen, da aufgrund der größeren Helligkeitsdifferenz zwischen A und C die ermittelten Stufenwerte größer und die Schätzungen damit ungenauer werden.

Nun müssen die Stufenzahlen a (A a R) und b (R b B) bestimmt werden. Man erkennt nach den Stufendefinitionen für a den Wert 1 und für b den Wert 4 und notiert:

R Cas 2439359,4JD 21.8.66 **A 1 R 4 B.**

Für Platte 2 erhält man **A 2 R 2 B.**

Bei Platte 3 muss man beachten, dass der Veränderliche R Cas schwächer als der Vergleichssterne B geworden ist und deshalb zwischen B und C einzuordnen ist. Die Schätzung ergibt in diesem Fall **B 1 R 2 C.**

Der erste Schritt der Auswertung besteht darin, für jeden einzelnen Schätzzeitpunkt die Gesamtstufendifferenz der Vergleichssterne in die dafür vorgesehenen Spalten $a+b$, $b+c$, ... einzutragen (siehe Tab.). Für die Schätzung vom 21. 08. 1966 ergibt sich z. B. $a+b=1+4=5$. Nachdem mit allen Schätzungen so verfahren wurde, müssen diese auf Grundlage der durchschnittlichen Stufendifferenzen zwischen den Vergleichssterne korrigiert werden. Dies ist nötig, weil, wie schon zuvor angemerkt, die Subjektivität des Verfahrens dazu führt, dass der Stufenabstand zwischen zwei Vergleichssterne von Schätzung zu Schätzung verschieden ausfallen kann. Man betrachte z. B. den Stufenabstand zwischen A und B (Tab.), der bei der Schätzung vom 21. 08. 1966 5 Stufen ausmacht, bei der Schätzung vom 10. 09. 1966 aber nur 4 Stufen beträgt. Die durchschnittlichen Stufendifferenzen zwischen zwei Vergleichssterne (im Weiteren bezeichnet mit Δ_s) entsprechen den arithmetischen Mitteln aller Werte einer Spalte. Für die Schätzung vom 21. 08. 1966 kommt so das arithmetische Mittel aller Werte aus der Spalte $a+b$ zur Anwendung (Δ_{sAB}), und den korrigierten Schätzwert erhält man, indem man diesen Mittelwert anteilmäßig aufteilt, d. h. für das konkrete Beispiel: durch 5 ($a+b$) teilt und den erhaltenen Wert mit 1 (a) multipliziert.

Nach der Schätzung aller gegebenen 23 Fotoplattenausschnitte ergab sich für Δ_{sAB} der Wert 4,71 und für Δ_{sBC} der Wert 2,66. Die korrigierten Stufenwerte s (die Stufenabstände vom helleren Vergleichssterne zum Veränderlichen) für die Beispielmessungen aus Tab. betragen also

$$\text{für den 21. 03. 1966: } s = \frac{4,71}{1+4} \cdot 1 = 0,94,$$

$$\text{für den 10. 09. 1966: } s = \frac{4,71}{2+2} \cdot 2 = 2,36 \text{ und}$$

$$\text{für den 07. 10. 1966: } s = \frac{2,66}{1+2} \cdot 1 = 0,89.$$

Um für die Stufenwerte eine fortlaufende Skala zu erhalten, wird ein endgültige Stufenwert s' ermittelt, der für den Vergleichssterne A der Einfachheit halber mit 0 beginnen soll. Daraus folgt, dass der Vergleichssterne B den Wert $s'=\Delta_{sAB}$ (Mittelwert der Spalte $a+b$) und der Vergleichssterne C den Wert $s'=\Delta_{sAB}+\Delta_{sBC}$ (Mittelwert aus Spalte $a+b$ plus Mittelwert der Spalte $b+c$) bekommt.

Die endgültigen Stufenwerte s' für die Beispielschätzungen des Veränderlichen aus Tab. betragen also

$$\text{für den 21. 03. 1966: } s' = \frac{4,71}{1+4} \cdot 1 = 0,94,$$

$$\text{für den 10. 09. 1966: } s' = \frac{4,71}{2+2} \cdot 2 = 2,36 \text{ und}$$

$$\text{für den 07. 10. 1966: } s' = \frac{2,66}{1+2} \cdot 1 + 4,71 = 5,60.$$

Platte	Julianisches Datum	Bürgerliches Datum	Schätzung (A a V b B) (B b V c C) (C c V d D) (G g V h H)	a+b	b+c	c+d	g+h	Korrigierter Stufenwert	Endgültiger Stufenwert
1	2439359,499	21. 08. 1966	A 1 R 4 B	5					0,94	0,94
2	2439379,477	10. 09. 1966	A 2 R 2 B	4					2,36	2,36
3	2439406,346	07. 10. 1966	B 1 R 2 C		3				0,89	5,60

Tabelle: Ausschnitt aus der Stufenschätzungstabelle für R Cas Um den gesamten Bereich der Helligkeitsschwankung von R Cas mit der Argelanderschen Stufenschätzungsmethode möglichst genau zu erfassen, werden 8 Vergleichssterne (A ... H) benötigt.

Wenn man die endgültigen Stufenwerte in einem Diagramm gegen die Zeit aufträgt, erhält man eine Kurve, die im Prinzip schon den Helligkeitsverlauf des Sterns beschreibt. Dabei werden auf der x-Achse die Zeit im Julianischen Datum und auf der y-Achse die endgültigen Stufenwerte in umgekehrter Reihenfolge angetragen.

Das Ziel besteht jetzt darin, die Stufenskala an die Größenklassenskala anzuschließen, um die Lichtkurve zu erhalten. Dazu werden die Helligkeiten der Vergleichssterne benötigt. Wenn allen Vergleichssterne eine Stufenzahl zugeordnet wurde, kann man durch das Auftragen dieser über den entsprechenden Helligkeiten im Diagramm eine Proportionalität erkennen. Die eingetragenen Werte streuen um eine Gerade, mit der man dann jedem Stufenwert eine Helligkeit in Größenklassen zuordnen kann. So erhält man die Lichtkurve, in der die Stufenwerte durch die scheinbaren Helligkeiten ersetzt werden.