

Helligkeitsmessungen

(nach A. Knülle-Wenzel)

3. September 2010

- Definition der Magnitudenhelligkeit

Ein Stern vom Radius R emittiere im Wellenlängenintervall $(\lambda, \lambda + d\lambda)$ an seiner gesamten Oberfläche den Energiestrom $S(\lambda)d\lambda$. Dann ist die entsprechende Energiestromdichte $f(\lambda)d\lambda$ im Abstand r

$$f(\lambda)d\lambda = \frac{R^2}{r^2}S(\lambda)d\lambda.$$

Wird die Empfindlichkeit des Empfängers durch die Funktion $P(\lambda)$ beschrieben, dann ist die Anzeige des Gerätes proportional zu

$$s = \frac{1}{r^2} \int_0^{\infty} R^2 P(\lambda) S(\lambda) d\lambda$$

Die scheinbare Helligkeit wird deshalb definiert durch:

$$m = -2.5 \log \left(\int_0^{\infty} S(\lambda) P(\lambda) d\lambda \right) + const \quad (1)$$

Dabei sind $S(\lambda)d\lambda$ die Stromstärke der Energie, die vom Stern durch Strahlung im Wellenlängenintervall $[\lambda, \lambda + d\lambda]$ auf den Empfänger fällt, $P(\lambda)$ die Empfängerfunktion (Ausbeute) und die Konstante die Helligkeit von Wega: $m(Wega) = 0$.

- Bei Messung mit einem CCD-Chip wird daraus

$$m = -2.5 \log[Counts] + const^* \quad (2)$$

(Counts: Summe aller Werte der vom Stern beleuchteten Pixel, $const^* : m(Wega) = 0$)

- Misst man zwei Sterne mit der CCD-Kamera, kann man ihre Helligkeiten miteinander vergleichen:

$$m_1 = -2.5 \log(C_1) + \text{const}^* \quad (3)$$

$$m_2 = -2.5 \log(C_2) + \text{const}^* \quad (4)$$

$$\implies m_1 - m_2 = -2.5 \log\left(\frac{C_1}{C_2}\right) \quad (5)$$

- scheinbare Helligkeit, absolute Helligkeit und Entfernung: Die absolute Helligkeit M eines Sterns ist die Helligkeit, die man in der Standardentfernung von $10pc$ hätte. Nach dem $\frac{1}{r^2}$ -Gesetz ist dann die Helligkeit in der Entfernung r um den Faktor $\left(\frac{r}{10pc}\right)^2$ verändert. Damit ergibt sich:

$$m - M = 2.5 \log\left(\frac{r}{10pc}\right)^2 = 5 \log\left(\frac{r}{10pc}\right) = 5 \log\left(\frac{r}{1pc}\right) - 5 \quad (6)$$

$$= -5 - 5 \log\left(\frac{p}{1''}\right) \quad (7)$$