

Helligkeiten

In der Astronomie werden viele unterschiedliche Begriffe für Helligkeiten verwendet. Hier sollen kurz die wichtigsten genannt und beschrieben werden.

1 scheinbare/visuelle Helligkeit m

Jene Helligkeit eines astronomischen Objektes, wie sie von einem Beobachter auf der Erde wahrgenommen wird. Die Einheit sind Magnituden (z. B. $m = 5,0$ mag oder $5,0^m$), auch Größenklassen genannt. Diese Helligkeit ist von der Entfernung des Objektes abhängig. Ein sehr heller, aber weit entfernter Stern erscheint auf der Erde weniger hell, als ein schwach leuchtender, aber sehr nahe stehender Stern.

Dieses System der Sternhelligkeiten wurde von dem Griechen Hipparch im Altertum eingeführt, um Sterne klassifizieren zu können. Die hellsten Stern wurden der Größenklasse 1, jene Sterne, die gerade noch mit freiem Auge erkennbar waren (Fernrohre waren noch nicht erfunden) der Größenklasse 6 zugeordnet (zusammen ca. 5000 Sterne). Dieses System wurde ungefähr 2000 Jahre bis zur Erfindung der Fotografie verwendet. Danach war die Skala der Größenklassen für die heutige Astronomie nicht mehr verwendbar. Das System der Helligkeiten musste auf ein physikalisches Fundament gestellt werden.

Die Wahrnehmung von physikalischen Reizen durch Sinnesorgane wird mittels des **Weber-Fechner-Gesetzes** beschrieben. Dieses besagt, dass die *subjektive* Stärke der Wahrnehmung von diesen Reizen sich logarithmisch zur *objektiven* Intensität dieser Reize verhält. Es gilt $E = c \cdot \ln \frac{R}{R_0}$, wobei E für die

Empfindungsstärke, c für eine vom Reiz abhängige Konstante, R für die Reizintensität und R_0 für die Reizschwelle steht.

Die Magnitudenskala ist keine lineare, sondern eine logarithmische Skala. Ein Stern 1. Größenklasse ist 100 Mal heller als ein Stern 6. Größenklasse. Ein Stern einer niedrigeren Größenklasse erscheint 2,5 Mal heller als der einer höheren. Bezogen auf einen Stern 6. Größenklasse gilt folgende Tabelle.

Größenklasse	6.	5.	4.	3.	2.	1.
Helligkeit	1	2,5	6,3	16	40	100

Die Skala wurde nach oben und unten erweitert und eine dezimale Unterteilung eingeführt. Die Helligkeitsskala ist durch die Energie des einfallenden Lichtes definiert. Für die scheinbare Helligkeit wurde folgender Zusammenhang festgelegt, der auf obigem Gesetz basiert: $m = -2,5 \cdot \log \frac{F}{F_0}$, wobei F

für Flussdichten steht. F_0 steht für einen Stern mit der Größenklasse 0. Als Referenzstern mit der Größenklasse 0 wurde Wega definiert.

Mit Hilfe dieser physikalischen Zusammenhänge wurde Hipparchs Helligkeitsskala überarbeitet und als hellster Stern gilt nun Sirius mit $-1,46^m$.

2 absolute Helligkeit M

Diese Helligkeit wird verwendet, um die Helligkeiten von Sternen verglichen zu können. Aus diesem Grund stellt man sich Sterne in einer Normentfernung von 10 Parsec vor und vergleicht so ihre Helligkeiten. Der Zusammenhang zwischen scheinbarer und absoluter Helligkeit ist durch das Entfernungsmodul $m - M = -5 + 5 \cdot \log r$ gegeben, wo r für den Abstand des Sternes in Parsec steht.

Sirius als hellster Stern ist 2,64 pc entfernt, seine absolute Helligkeit M ergibt sich über das Entfernungsmodul zu $M = 1,46 + 5 - 5 \cdot \log 2,64 = +1,43$.

3 bolometrische Helligkeit

Sie ist ein Maß für die gesamte Energieabgabe eines Sternes. Da Sterne in unterschiedlichen Wellenlängen (z.B. sichtbares Licht, Ultraviolett-, Infrarot- und Röntgenstrahlung), unterschiedlich stark strahlen, ist ein Vergleich der Strahlungsleistung von Sternen nur über die bolometrische Helligkeit möglich. Dabei wird über das gesamte elektromagnetische Spektrum integriert.

4 Flächenhelligkeit

Diese Helligkeit wird verwendet, um astronomische Objekte zu beschreiben, die eine Flächenausdehnung wie Galaxien oder Nebel besitzen. Die Flächenhelligkeit wird in Magnituden pro Quadratbogensekunde angegeben, sie beschreibt also die Helligkeit eines ausgedehnten Objektes im Vergleich zu einem Stern (Punktquelle) mit gleicher Helligkeit. Die Flächenhelligkeit S lässt sich mittels $S = m + 2,5 \cdot \log A$ aus der scheinbaren Helligkeit m berechnen, wenn die Fläche A des Objektes in Quadratbogensekunden bekannt ist

5 fotografische Helligkeit

Bei der früheren Verwendung von Fotoplatten mit Emulsionen und Fotofilmen besaßen diese eine bestimmte Empfindlichkeit für unterschiedliche Wellenlängen, die nicht genau der visuellen Helligkeit entsprechen. Einige Filme waren zum Beispiel besonders blauempfindlich und da die Sonne im Blauen schwächer leuchtet als im gelben Bereich ist die fotografische Helligkeit bei einer Aufnahme schwächer als die visuelle.

Für weitere Informationen siehe:

<http://www.avgoe.de/astro/Teil04/Helligkeit.html>

<http://einklich.net/rec/astro/mag.htm>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Weber-Fechner-Gesetz>

http://de.wikipedia.org/wiki/Scheinbare_Helligkeit

http://de.wikipedia.org/wiki/Absolute_Helligkeit

Aufgaben

1 Berechne die absoluten Helligkeiten der Sonne ($m = -26,74^{mag}$, $r = 1$ AE [Astronomische Einheit]), der Wega ($m = 0,00^{mag}$, $r = 7,76$ pc) und von Polaris ($m = 1,97^{mag}$, $r = 132$ pc). Welcher Stern ist nun der hellste?

2 Der Stern Beteigeuze besitzt in seiner hellsten Phase eine scheinbare Helligkeit von 0,30 und eine absolute Helligkeit von -6,21 Magnituden. Wie weit ist dieser rote Riesenstern entfernt?

3 Der Stern Arktur ist 36,71 Parsec entfernt und besitzt eine absolute Helligkeit von $M = -2,87^{mag}$. Welche Helligkeit nimmt ein Mensch auf der Erde wahr?