

# Die Helligkeit der Sterne

Bereits Hipparch von Nicäa hat im 2. Jahrhundert vor Christus 6 Größenklassen für die Sterne eingeführt, indem er die Sterne nach ihrer Helligkeit subjektiv beurteilt hat:



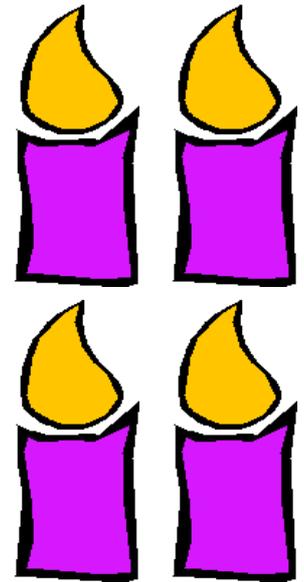
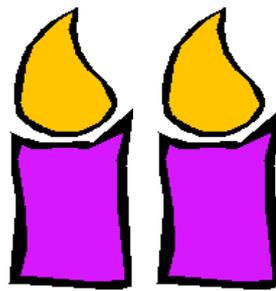
Die dazwischen liegenden Größenklassen wurden so gewählt, daß der physiologische Eindruck einer gleichmäßigen Helligkeitsabstufung entsteht. Die **Sinneseindrücke**, die von Auge und Ohr vermittelt werden, stellen nämlich keinen linearen, sondern einen **logarithmischen Zusammenhang** mit dem physikalischen **Reiz**, das ist hier eine Energie oder Intensität, her. Den mathematischen Zusammenhang zwischen Sinneseindruck  $S$  und physikalischen Reiz  $R$  stellt **das Psychophysische Gesetz von Weber und Fechner** her:

$$S \sim \log R \quad \text{Weber - Fechner - Gesetz}$$

Nur wegen dieses logarithmischen Zusammenhangs zwischen Sinneseindruck und Reiz ist es möglich, daß das Auge oder Ohr einen so breiten Reizbereich aufnehmen kann. Einer 1000-fachen Energiezufuhr (Reiz) entspricht ( beim Zehnerlogarithmus) nur ein dreifacher Sinneseindruck. Man betrachte das bekanntere Beispiel der Dezibelskala der Akustik.

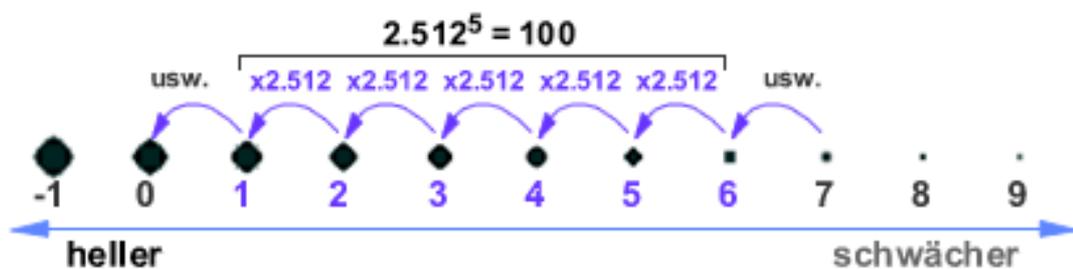
## Die scheinbare Helligkeit

Das folgende Beispiel soll die Problematik erläutern:



Während die Energie oder Intensität sich mit der Anzahl der Kerzen verdoppelt bzw. vervierfacht, ist der Sinneseindruck gemäß dem Weber-Fechnerschen Gesetz nur linear ansteigend.

Auch für die Größenklassen des Hipparch gelten diese Zusammenhänge:



Von einer Größenklasse zur nächsten nimmt die von einem Beobachter registrierte Energie um den Faktor  $q$  zu, also bei sechs Größenklassen des Hipparch um den Faktor  $q^5$ . Für die Größenklassen des Hipparch wurde vereinbart, dass bei Sternen der 1. Größenklasse die 100-fache Intensität der Sterne der 6. Größenklasse gemessen wird.

$$E_1 = q^5 E_6 = 100 E_6$$

Daraus folgt der Faktor  $q$

$$q = \sqrt[5]{100} = 10^{\frac{2}{5}} = 2,512$$

Der exponentielle Zusammenhang zwischen dem Reiz, der Energie oder Intensität  $E$  und dem Sinneseindruck, der scheinbaren Helligkeit  $m$  lautet:

$$E \sim q^m \quad \text{oder} \quad m \sim \log E \quad \text{bzw.} \quad m = k \log E$$

Speziell gilt für zwei aufeinander folgende Größenklassen:

$$1 = m_1 - m_2 = k \log E_1 - k \log E_2 = k \log \frac{E_1}{E_2} = k \log \frac{E_1}{q E_1} = k \log q^{-1} = -k \log q$$

Daraus folgt der Umrechnungsfaktor zwischen der scheinbaren Helligkeit und der gemessenen Intensität.

$$k = -\frac{1}{\log \sqrt[5]{100}} = -\frac{1}{\log 10^{\frac{2}{5}}} = -\frac{5}{2}$$

Allgemein gilt daher:

$$m_1 - m_2 = -\frac{5}{2} \log \frac{E_1}{E_2}$$

Und nach geeigneten Umformungen:

$$10^{m_1 - m_2} = \left( \frac{E_2}{E_1} \right)^{\frac{5}{2}} \quad \text{bzw.} \quad \left( 10^{\frac{2}{5}} \right)^{m_1 - m_2} = \frac{E_2}{E_1}$$

## Praktische Aspekte

$m_1$  und  $m_2$  sind **scheinbare Helligkeiten** zweier Sterne, wobei nach obigen Formeln Helligkeiten nur **verglichen** werden.

$E$  sind die Intensitäten, die wir empfangen (vgl. Solarkonstante). Ein ferner, heller Stern kann daher die gleiche Intensität besitzen wie ein naher, nicht so heller Stern.

Je kleiner die scheinbare Helligkeit  $m$ , desto heller der Stern.

Die Einheit der scheinbaren Helligkeit hat die Bezeichnung **magnitudo**.

Bsp.:  $m = 3$  mag oder  $3^m$ , häufig aber auch weggelassen.

Als Bezugspunkt der scheinbaren Helligkeit verwendete man früher den Polarstern mit  $m_{\text{Polaris}} = 2.12 \text{ mag}$ . Da der Polarstern aber seine Helligkeit ändert, verwendet man jetzt eine Gruppe von Sternen um den Polarstern, die Internationale Polsequenz als Bezugspunkt.

Scheinbare Helligkeiten bis  $+23 \text{ mag}$  sind nachweisbar

$m_{\text{Sonne}} = -26.7 \text{ mag}$  ;  $m_{\text{Sirius}} = -1.5 \text{ mag}$

Es gibt verschiedene scheinbare Helligkeiten, je nach Messbereich:

**visuelle scheinbare Helligkeit:** gemessen im sichtbaren Bereich

**fotografische scheinbare Helligkeit:** Fotoemulsion empfindlich im Blaubereich

**bolometrische scheinbare Helligkeit:** gemessen über das ganze Spektrum