

Die Größe von Himmelskörpern bestimmen

Matthias Penselin, Crailsheim

Das ist „astronomisch groß“, sagt man umgangssprachlich. Aber was heißt das? Wie groß sind Sonne, Mond, Planeten und Nebel?

Die Schüler wenden Grundkenntnisse aus der Optik an, um aus astronomischen Fotos quantitative Erkenntnisse über die fotografierten Objekte zu gewinnen.



„Hantelnebel“ M27, fotografiert mit den Faulkes Telescopes von Klasse 8b, Albert-Schweitzer-Gymnasium Crailsheim, Schuljahr 2012/13

I/G

Mit Aufnahmen der Faulkes
Telescopes
(<http://www.faulkes-telescope.com/>)!

Der Beitrag im Überblick

Klasse: 8–10, Kursstufe

Dauer: 5–10 Stunden

Ihr Plus:

- ✓ geeignet für die Projektarbeit
- ✓ beeindruckende Fotos
- ✓ einfacher physikalischer Hintergrund

Inhalt:

- Aufbau und Funktionsweise eines Fotoapparates
- Abbildungsgleichung
- Größenbestimmung im Sonnensystem
- der planetarische Nebel M 57

In der Oberstufe erläutern Sie den Zusammenhang zwischen Pixeln im Bild und Winkel am Himmel.

Aus:

$$\varphi = 2 \cdot \tan^{-1} \left(\frac{B}{2f} \right)$$

kann man – wenn man B gleich der Größe eines Pixels setzt – berechnen, welcher Winkel am Himmel einem Pixel im Bild entspricht. Bei Bildern der Faulkes Telescopes kann man in guter Näherung mit der so berechneten „**pixel scale**“ linear weiterrechnen:

Doppelt so viele Pixel entsprechen einem doppelt so großen Winkel am Himmel. Bei DSLR-Aufnahmen mit kurzen Brennweiten und daher großen Gesichtsfeldern muss man berücksichtigen, dass infolge der Projektion in ein ebenes Bildfeld nicht lineare Zusammenhänge zwischen Pixeldistanzen und Winkeldistanzen bestehen können. Die hierzu nötige Mathematik vermeiden wir hier durch Auswertung in der Bildmitte oder durch Verwendung von Bildern mit ausreichend großer Brennweite.

In den in diesem Beitrag eingestellten Beispielen ist im Bogenmaß $\tan(x) \approx x$ und daher

$$\varphi = \frac{B}{f}.$$

Also ist in diesen Fällen der Winkel am Himmel proportional zur Bildgröße.

Bezug zu den Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz

Allg. physikalische Kompetenz	Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schüler ...	Anforderungsbereich
F 1, F 2, E 2, K 3, K 4	... kennen und verstehen den Aufbau einer digitalen Spiegelreflexkamera (M 1),	I, II
F 4, E 4, E 7, E 9	... bestimmen die Größe eines Gegenstandes aus einem digitalen Foto (M 2),	II
F 4, E 4, E 8, E 9, K 7	... bestimmen die Größe eines Gegenstandes (M 3),	II, III
F 3, F 4, E 3, E 4, E 9, E 10, B 2, B 4	... bestimmen die Größe von Sonne, Mond und Venus aus vorgegebenen Bilddateien (M 4),	II, III
F 3, F 4, E 4, E 9, E 10, B 2	... berechnen die Pixscale der Faulkes Teleskope und berechnen Größe, Alter und Expansionsgeschwindigkeit des Nebels M57 aus einem Foto dieser Teleskope (M 5).	I–III

Für welche Kompetenzen und Anforderungsbereiche die Abkürzungen stehen, finden Sie auf der beiliegenden CD-ROM 34.

Mediathek

Auf der beiliegenden **CD-ROM 34** finden Sie die nummerierten Bilder des Beitrags zum Übertragen ins Schulnetzwerk. Die Bilder dürfen ohne Einschränkung bearbeitet und weitergegeben werden. Nennen Sie bitte das Albert-Schweitzer-Gymnasium Crailsheim bzw. die Faulkes Teleskope als Quelle.

Über eine Bildungspartnerschaft des Autors mit dem **Heidelberger Haus der Astronomie** wurde ihm die Arbeit mit den Faulkes Teleskopen möglich. Unser Dank gilt Lothar Kurtze, der deutsche Schulen bei der Arbeit mit den Teleskopen koordiniert, sowie Carolin Liefke für die enge Zusammenarbeit.

Literatur

Penselin, Matthias: Wie groß ist das? Astronomie + Raumfahrt im Unterricht 2011 (121). S. 17–21.

Penselin, Matthias: Wie groß ist Io? Astronomie + Raumfahrt im Unterricht 2011 (123/124). S. 22.

Penselin, Matthias: Wie groß ist 17P Holmes? Astronomie + Raumfahrt im Unterricht 2012 (127). S. 32–35.

Internet-Adressen

www.julian-goeltz.de

Homepage des Albert-Schweitzer-Gymnasiums Crailsheim mit astronomischen Fotos, Filmen und Unterrichtsmaterialien aus der Unterrichtspraxis des Autors.

I/G

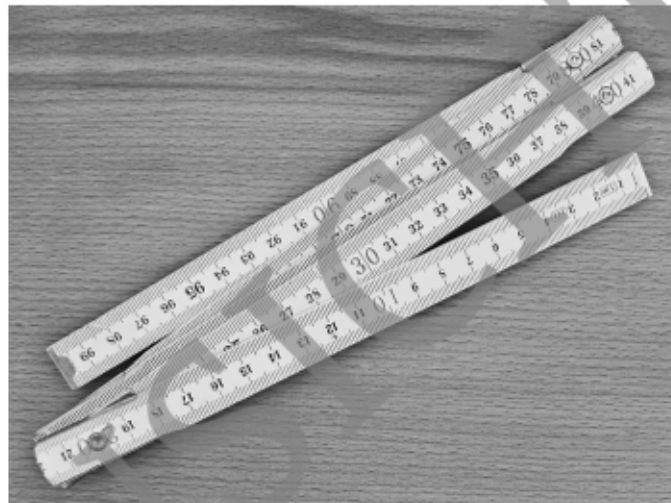
M 2 Wie groß ist der fotografierte Gegenstand?

Ein Metermaß steht 3,75 m entfernt von einem Fotoapparat. Fotografiert wird mit einem Objektiv mit der Brennweite $f = 55 \text{ mm}$. Der Gegenstand ist 40 cm groß.



Foto: M. Penselin

Der Zollstock lehnt am Türrahmen.



© Thinkstock/iStock

Abschnitte von 20 cm zwischen zwei Gelenken

Aufgaben

1. Fertige eine Skizze an, in die Sie die Größen B , G , b und g einzeichnen.
2. Berechne aus den obigen Angaben die Bildweite b .
3. Öffne das Bild (auf **CD-ROM 34!**) mit der Software „**IrfanView**“. Notiere die Maße des Bildes in Pixeln, die links unten angezeigt werden.
4. Ziehe mit der linken Maustaste einen Kasten ins Bild. Beobachte die oberste Leiste des Programmfensters, in der die Maße des Kastens in Pixeln angegeben werden. Wenn du die Maus in den Kasten bewegst, kannst du eine **Lupenfunktion**, die automatisch aktiviert wird, nutzen.

Bestimme die Bildgröße B eines 40 cm langen Abschnittes auf dem Metermaß in Pixeln.

Tipp

Der verwendete Zollstock hat zwischen zwei Gelenken Abschnitte von 20 cm (vgl. Foto rechts oben), d.h. du misst von einem Gelenk zum übernächsten.

Lösung zur Selbstkontrolle: 732 Pixel

5. Berechne aus den Maßen des Sensors der Kamera (14,8 mm x 22,2 mm), wie groß ein Pixel ist. Berechne anschließend die Bildgröße B in Millimetern.
6. Berechne mit der Linsengleichung $\frac{B}{G} = \frac{b}{g}$ die Gegenstandsgröße G .
7. Vergleiche das Ergebnis der Rechnung mit der bekannten, weil vereinbarten Gegenstandsgröße G . Berechne die Abweichung in Prozent.

I/G