

Vom Foto zur Realität – Größenbestimmung von Planeten und Co.

Matthias Penselin, Crailsheim
Illustrationen von Wolfgang Zettlmeier

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

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



Jupiter, planetary photojournal © NASA

Das Wichtigste auf einen Blick

Klassen: 7–9

Dauer: 1–8 Stunden

Kompetenzen: Die Schüler ...

- kennen den Aufbau und die Funktionsweise eines Fotoapparates
- nutzen die Abbildungsgleichung
- beherrschen die Größenbestimmung im Sonnensystem anhand von Fotos
- üben das Rechnen mit Formeln und Unbekannten

Aus dem Inhalt:

- Was ist die Linsengleichung?
- Wie groß ist der Mond?
- Wie berechne ich aus einem Foto die Größe der Sonne?

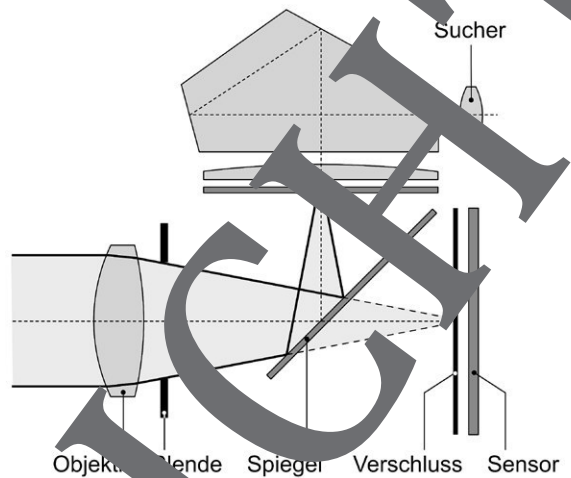
Beteiligte Fächer: Physik Astronomie Mathematik

Anteil hoch
 mittel
 gering

Ihr Unterrichtsassistent – Formeln, Fakten, Fachbegriffe

Bauelemente einer Kamera und ihre Funktionen:

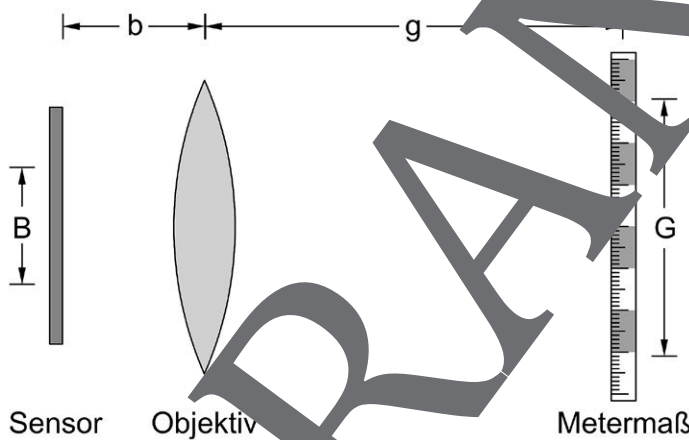
Objektiv	bildet den Gegenstand auf der Sensorebene ab
Blende	regelt den Lichteinfall
Spiegel	lenkt das Bild in Richtung Sucher
Verschluss	regelt die Belichtungszeit
Sensor	nimmt das Bild auf
Sucher	dient dazu, das Bild des Gegenstandes vorab durch das Objektiv zu betrachten.



Grafik: Wolfgang Zettmeier

Wichtige Gleichungen:

Linsengleichung (Abbildungsgleichung): $\frac{B}{G} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$



Grafik: Wolfgang Zettmeier


Zur Berechnung der Gegenstandsgröße viel verwendete Formeln:

$$G = g \cdot \frac{B}{b}$$

In Fällen, wo der Abstand des Objektes sehr groß ist und die Bildweite b praktisch gleich der Brennweite f ist, wird folgende Gleichung verwendet:

$$G = g \cdot \frac{B}{f}$$

Die Reihe im Überblick

- ⌚ V = Vorbereitungszeit SV = Schülerversuch Ab = Arbeitsblatt
 ⌚ D = Durchführungszeit Fo = Folie  = Zusatzmaterial auf CD



Stunde 1–2: Grundlagen für die Größenbestimmung

Material	Thema und Materialbedarf
M 1 (Ab)	Die digitale Spiegelreflexkamera – was du wissen musst
M 2 (Ab) 	Wie groß ist der Gegenstand auf dem Foto?


Stunde 3–4: Praktikum: Fotografieren und Größenbestimmung

Material	Thema und Materialbedarf
M 3 (SV) ⌚ V: 30 min ⌚ D: 60 min	Wie groß ist der fotografierte Gegenstand? <input type="checkbox"/> DSLR mit Speicherkarte und Akku <input type="checkbox"/> Beamer <input type="checkbox"/> Laptop/PC <input type="checkbox"/> Messlatze <input type="checkbox"/> Kabel für Anschluss Laptop–DSL <input type="checkbox"/> Maßband

Stunde 5–6: Größenbestimmung im Sonnensystem

Material	Thema und Materialbedarf
M 4 (Ab) 	Größenbestimmung: Mond
M 5 (Ab) 	Größenbestimmung: Sonne und Venus

Stunde 7–8: Objekte im Planetensystem

Material	Thema und Materialbedarf
M 6 (Ab) 	Größenbestimmung: Mond und Komet – Übung
M 7 (Fo) 	Jupiter und seine Monde

Minimalplan

Die Zeit ist knapp! Sie können das Praktikum **M 3** aus oder verwenden es einzeln für ein Projekt. Die Materialien **M 4** bis **M 7** können Sie an unterschiedliche Gruppen verteilen, die jeweils zeitgleich die Aufgaben bearbeiten.

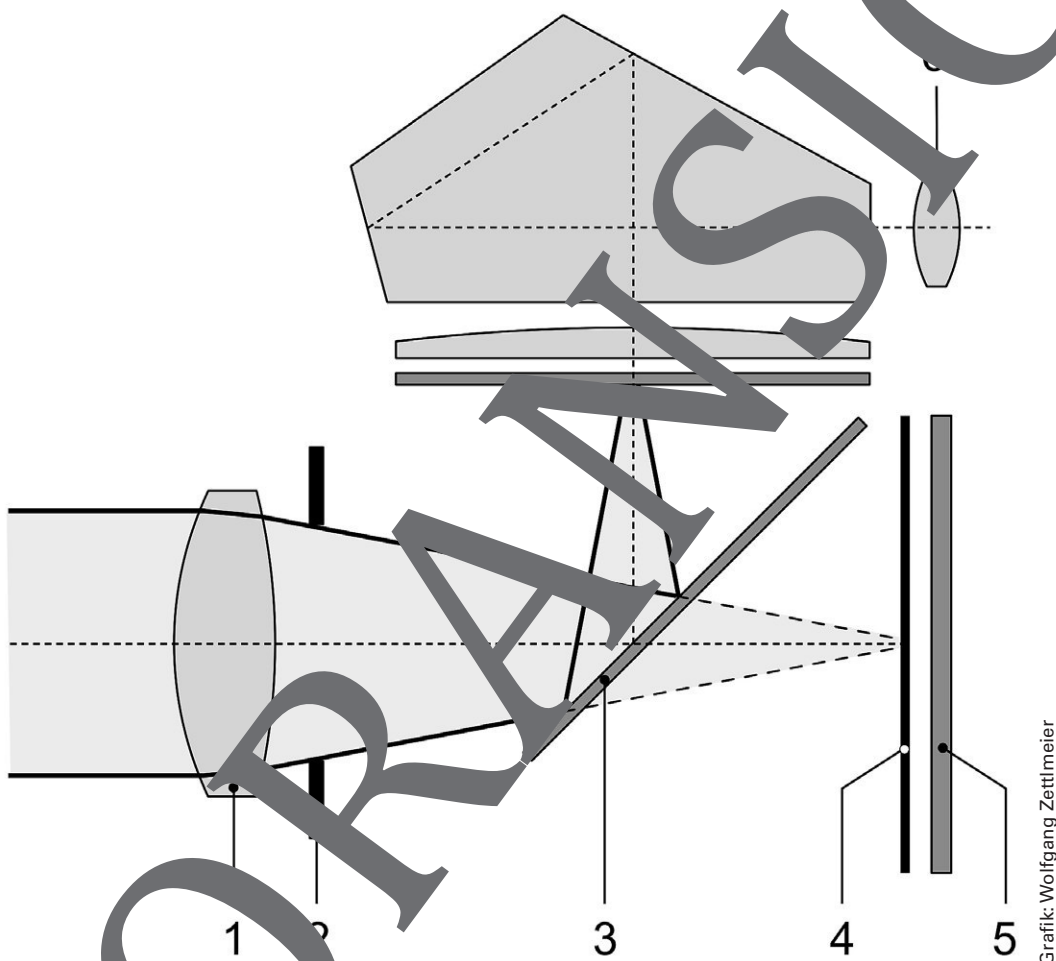
Die digitale Spiegelreflexkamera – was du wissen musst M 1

Aufgaben

1. Eine digitale Spiegelreflexkamera hat verschiedene Bauelemente. Ordne die Bauelemente den Nummern 1–6 in der Abbildung unten zu.

Sensor – Spiegel – Verschluss – Objektiv – Blende – Sucher

2. Erläutere die Funktion der Bauelemente 1–6.
3. Die Kamera wird in einem Modus betrieben, in dem alle Einstellungen manuell vorgenommen werden können. Beschreibe, was an welchem Bauelement verändert wird und wie sich die jeweilige Veränderung auf das fotografierte Bild auswirkt.
4. Nenne zwei Gleichungen, die die Abbildung durch Linsen und Spiegel beschreiben.



Grafik: Wolfgang Zettlmeier

Tipps

- Recherchiere den Begriff „Abbildungsgleichung“
- Die zweite Gleichung beschreibt das Verhältnis „Bildgröße zu Gegenstandsgröße“

M 2 Wie groß ist der Gegenstand auf dem Foto?



© M. Penselin



© Thinkstock/iStock

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.

Aufgaben

1. Fertige eine Skizze an. Zeichne die Größen B , G , b und g ein.
2. Berechne aus den obigen Angaben die Bildweite b .
3. Öffne das Bild mit der Software „**View**“. 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 (Breite x Höhe). Wenn du die Maus im Kasten bewirgst, kannst du eine **Lupenfunktion** nutzen.

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

Tipp Der verwendete Maßstock hat zwischen zwei Gelenken Abschnitte von 20 cm (vgl. Foto rechts oben), d. h. der Maßstab besteht aus 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.

M 4

Größenbestimmung: Mond

Das nebenstehende Bild wurde mit einer Spiegelreflexkamera frei Hand bei einer Brennweite von 55 mm aufgenommen. Der Mond war zum Zeitpunkt der Aufnahme 381 000 km von der Erde entfernt. Der Sensor der Kamera hat die Seitenlängen 14,8 mm und 22,2 mm. Wir bestimmen aus diesen Angaben die tatsächliche Größe des Mondes.



Venustransit Foto: Florian Striebel

Aufgaben

1. Berechne die Bildweite b . Warum ist sie praktisch gleich der Brennweite? Ist dies bei anderen astronomischen Objekten auch der Fall?

Tipp Mache dir klar, welche Zahlenangaben im Aufgabentext mit welchen Buchstaben in der Gleichung bezeichnet werden.

Brennweite =

Entfernung =

Sensor =

2. Bei astronomischen Entfernungen sind Bild- und Brennweite ungefähr gleich. Ersetze im Folgenden die Bildweite durch die Brennweite. Löse die Gleichung anschließend nach G auf.

$$\frac{B}{G} = \frac{b}{g} =$$

3. Es fehlt noch die Bildgröße B . Öffne das Bild (Bild_3_Mond_Freihand.jpg) mit der Software „IrfanView“ und lies ganz links unten die Maße des Bildes in Pixeln ab (Breite x Höhe). Berechne die Größe eines Pixels in mm.
4. Ziehe einen Kasten um den Mond. Benutze die Bildgröße von 89 Pixeln für den Durchmesser des Vollmondes. Ziehe dazu den Kasten mit der Maus geeignet zurecht. Lege die Seiten des Kastens so, dass sie den Vollmond umranden (nicht die Mondsichel!). Berechne die Bildgröße entsprechend dem Durchmesser des Mondes in mm.
5. Berechne den tatsächlichen Durchmesser des Mondes in Kilometern. Recherchiere dann im Internet und bestimme die Abweichung vom tatsächlichen Wert in Prozent.

Der RAABE Webshop: Schnell, übersichtlich, sicher!



Wir bieten Ihnen:



Schnelle und intuitive Produktsuche



Übersichtliches Kundenkonto



Komfortable Nutzung über
Computer, Tablet und Smartphone



Höhere Sicherheit durch
SSL-Verschlüsselung

Mehr unter: www.raabe.de