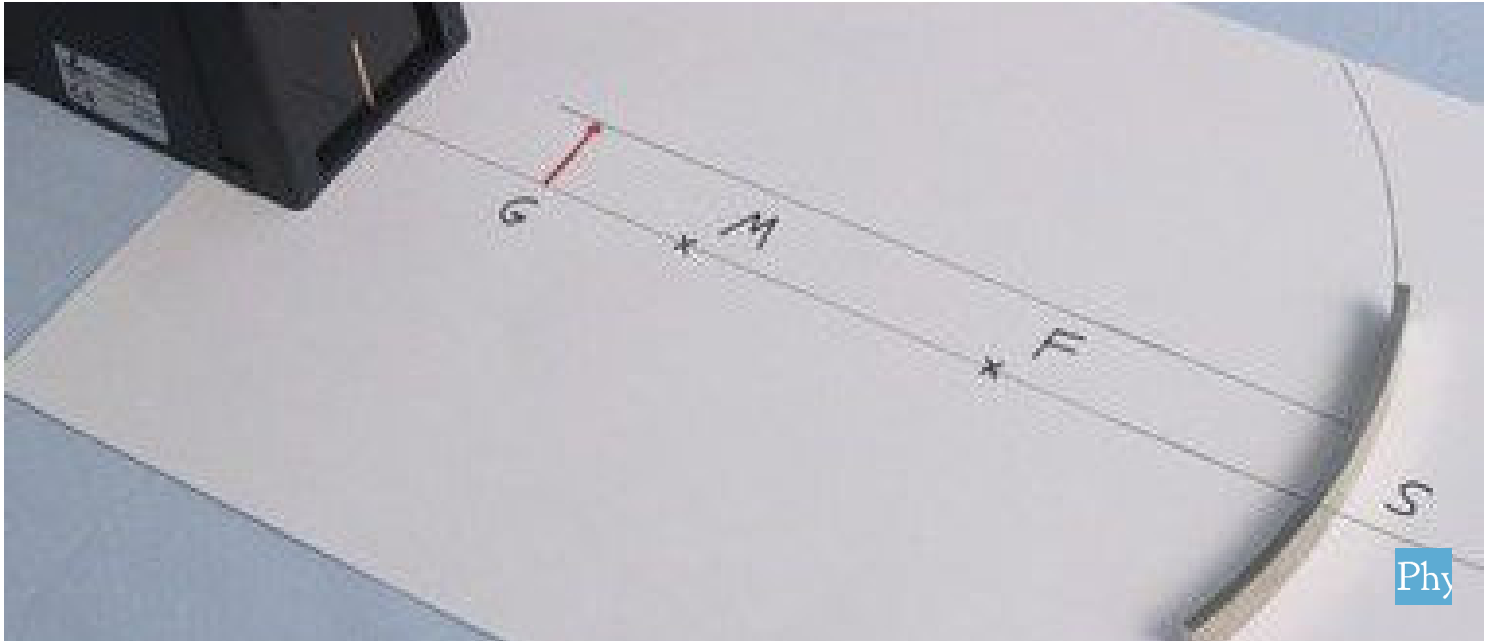


# Bildkonstruktion am Hohlspiegel



Physik

Licht &amp; Optik

Reflexion &amp; Brechung



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

10 Minuten



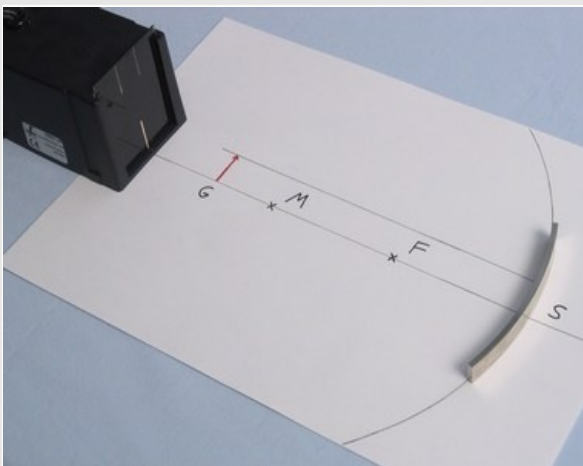
Durchführungszeit

10 Minuten



# Lehrerinformationen

## Anwendung



Reflexion am Hohlspiegel

Als Hohlspiegel versteht man einen konkav (nach innen) gewölbten Spiegel.

Beispielsweise verwendet man einen Hohlspiegel, der die Lichtstrahlen in seinem Brennpunkt konzentriert, bei der Nutzung von Sonnenenergie.

Pierre Borell, ein französischer Arzt, setzte erstmals im 17. Jahrhundert einen Hohlspiegel zu medizinischen Untersuchungen ein. Leicht modifiziert werden diese heute noch in Form eines Stirnspiegels in der medizinischen Diagnostik eingesetzt,

## Sonstige Lehrerinformationen (1/6)

**PHYWE**  
excellence in science

### Vorwissen



Die Schüler sollten zuvor die Grundlagen der geradlinigen Ausbreitung von Licht und die Anwendung des Reflexionsgesetzes erlernt haben. Zudem ist vor der Versuchsdurchführung zu erläutern, warum Gegenstände in unserer Umwelt überhaupt gesehen werden können und wie man mit Hilfe von Hauptstrahlen Bildpunkte konstruiert.

### Prinzip



Lichtbündel, die längs der optischen Achse auf einen Hohlspiegel einfallen, sind Lichtbündel durch den Krümmungsmittelpunkt und werden daher in sich selbst reflektiert. Die „Fußpunkte“ der Gegenstände, die auf der optischen Achse „stehen“, werden wieder auf der optischen Achse abgebildet. Für eine eindeutige Konstruktion des Bildes genügt daher nur ein weiterer Bildpunkt.

## Sonstige Lehrerinformationen (2/6)

**PHYWE**  
excellence in science

### Lernziel



Die Schüler sollen mit diesem Versuch ein Verfahren kennenlernen, mit dessen Hilfe die Konstruktion des Bildes am Hohlspiegel bei vorgegebenem Gegenstand möglich wird. Hierzu werden ausgewählte Lichtbündel und deren charakteristischer Verlauf genutzt.

### Aufgaben



Warum sieht man sich in einem polierten Löffel umgekehrt und verkleinert?

Die Schüler sollen in diesem Experiment dieser Frage auf die Spur gehen und die Bildentstehung an einem Hohlspiegel mithilfe ausgewählter Lichtbündel untersuchen.

## Sonstige Lehrerinformationen (3/6)

**PHYWE**  
excellence in science

### Zusätzliche Informationen 1

Der Schüler soll mit diesem Versuch ein Verfahren kennenlernen, mit dessen Hilfe die Konstruktion des Bildes am Hohlspiegel bei vorgegebenem Gegenstand möglich wird. Hierzu werden ausgewählte Lichtbündel und deren charakteristischer Verlauf genutzt.

Der Versuch ist anspruchsvoll hinsichtlich der Fähigkeiten und experimentellen Fertigkeiten der Schüler. Er ist jedoch bei sorgfältiger Justierung und genauer experimenteller Arbeit mit einem sehr hohen Erkenntnisgewinn beim Schüler verbunden, vor allem wenn entsprechende Demonstrationsexperimente mit der optischen Bank in Ergänzung durchgeführt werden.

## Sonstige Lehrerinformationen (4/6)

**PHYWE**  
excellence in science

### Zusätzliche Informationen 2

Mit diesem Versuch kann das Wesen des physikalischen Experiments deutlich aufgezeigt werden; durch die gezielte Vorgabe der Experimentierbedingungen (Gegenstandsweite, Gegenstandsgröße, Brennweite) erhält man ein Ergebnis mit neuem Informationsgehalt.

Durch die Variation der Bedingungen lassen sich einerseits physikalische Gesetzmäßigkeiten ableiten, andererseits ist auch der umgekehrte, deduktive Weg möglich. Die Konstruktion der Bilder mithilfe ausgewählter Lichtstrahlen und die anschließende experimentelle Überprüfung bieten für eine interessante Gestaltung des Unterrichts breiten Spielraum.

Mit dem Versuch wird an einem Beispiel (Geometrische Konstruktionen) die Rolle der Mathematik für die physikalische Erkenntnis deutlich.

## Sonstige Lehrerinformationen (5/6)

**PHYWE**  
excellence in science

### Anmerkung

Dem Schüler ist vor der Versuchsdurchführung zu erläutern, dass Gegenstände in unserer Umwelt nur gesehen werden, weil das Licht einer Lichtquelle (z.B. Sonne) von ihnen reflektiert wird und in das Auge gelangt. Ähnlich ist es bei der Bildentstehung am Hohlspiegel. Ein reelles Bild kann immer nur dann entstehen, wenn die von einem Gegenstandspunkt ausgehenden Lichtbündel sich nach der Reflexion wieder in einem Punkt vereinigen.

Um diese Bildpunkte zu konstruieren genügt es deshalb aus der unendlichen Vielzahl der Lichtbündel zwei auszuwählen und ihren Weg vom Gegenstandspunkt bis zum Bildpunkt zu verfolgen. Der Einfachheit halber wählt man hierfür einzelne Lichtbündel („Hauptstrahlen“) aus, zur Kontrolle dient ein drittes Lichtbündel.

## Sonstige Lehrerinformationen (6/6)

**PHYWE**  
excellence in science

### Hinweise zum Aufbau und zur Durchführung

Bei diesem Versuch sollte besonderes Augenmerk auf die genaue Stellung der Leuchtbox (z.B. parallel zur optischen Achse) in den einzelnen Versuchsschritten gelegt werden.

Es bietet sich daher an, vorher eine dünne Hilfslinie, z.B. parallel zur optischen Achse, zu zeichnen. Unter diesen Bedingungen ist eine hohe Reproduzierbarkeit der Ergebnisse zu erwarten.

## Sicherheitshinweise

**PHYWE**  
excellence in science

Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

**PHYWE**  
excellence in science



## Schülerinformationen

## Motivation

**PHYWE**  
excellence in science

Spiegel begegnen uns täglich in ganz verschiedenen Ausführungen. Eine besondere Art von Spiegeln sind die sogenannten Hohlspiegel. Dabei handelt es sich um einen nach innen gewölbten Spiegel, der die reflektierten Strahlen in einem Punkt, dem Brennpunkt bündelt.

Ein typisches Beispiel für einen Hohlspiegel ist, wie rechts auf dem Bild dargestellt, ein Löffel. Habt ihr schonmal euer Spiegelbild in einem Löffel betrachtet, fällt euch da etwas Besonderes auf?

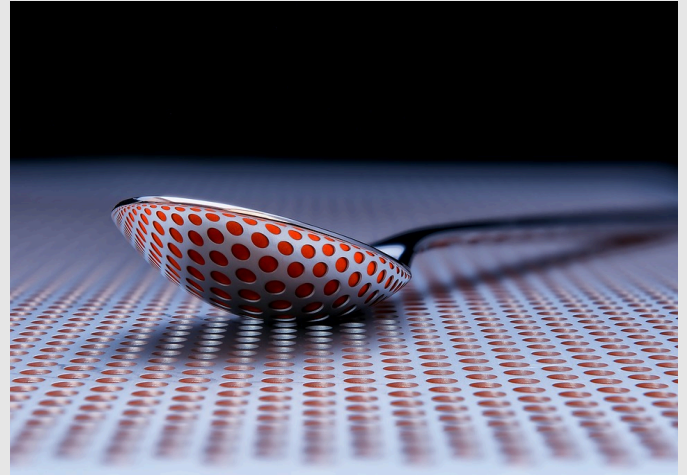
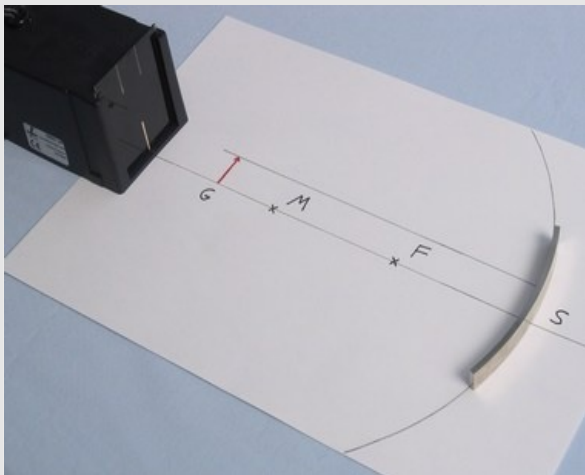


Bild eines Löffels auf gemusterter Unterlage

## Aufgabe

**PHYWE**  
excellence in science



Versuchsaufbau

### Warum sieht man sich in einem polierten Löffel umgekehrt und verkleinert?

Untersuche die Bildentstehung an einem Hohlspiegel mithilfe ausgewählter Lichtbündel.

## Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	<a href="#">Leuchtbbox, Halogen 12 V/20 W</a>	09801-00	1
2	<a href="#">Metallspiegel konkav-Konvex, verchromt</a>	09812-00	1
3	<a href="#">PHYWE Netzgerät, RiSU 2019 DC: 0...12 V, 2 A / AC: 6 V, 12 V, 5 A</a>	13506-93	1



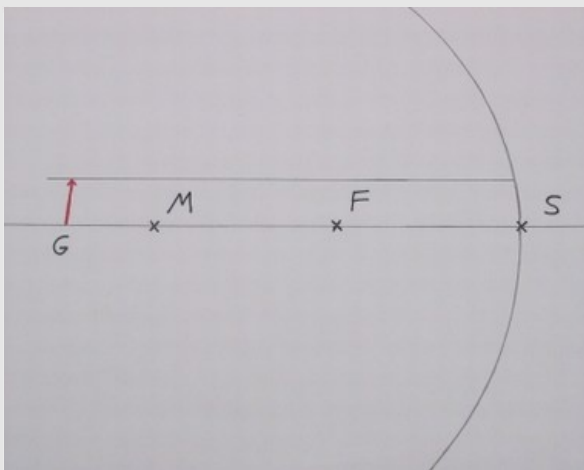
## Zusätzliches Material

**PHYWE**  
excellence in science

Position	Material	Menge
1	Lineal (ca. 30cm)	1
2	Weißes Papier (DIN A4)	1
3	Zirkel	1

## Aufbau

**PHYWE**  
excellence in science



Vorbereitung des DIN-A4 Blattes

### Achtung!

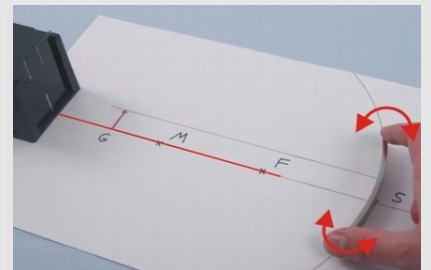
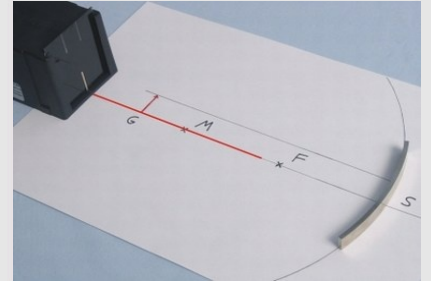
Achte darauf, dass der Hohlspiegel stets in der Mitte der inneren Krümmung auf  $S$  liegt.

- Bereite ein Blatt Papier wie links dargestellt vor. Die Abstände  $\overline{FS}$  und  $\overline{MS}$  betragen jeweils 7,2 cm, der Kreisbogen um  $M$  hat den Radius  $\overline{MS}$ .
- Zeichne in 18 cm Abstand vom Punkt  $S$  mit rotem Stift einen senkrechten, 2 cm langen Pfeil auf die optische Achse und bezeichne ihn mit  $G$  (Gegenstand).
- Zeichne einen dünnen Bleistiftstrich genau parallel zur optischen Achse als Hilfslinie ein, der durch die Spitze des Gegenstandspfeils  $G$  verläuft.

## Durchführung (1/6)

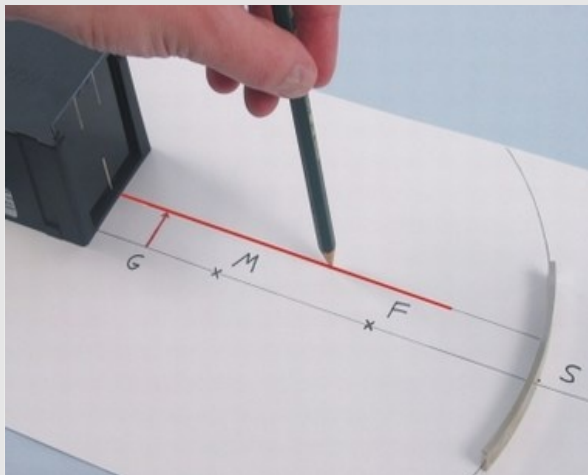
**PHYWE**  
excellence in science

- Setze die Einspaltblende in die Leuchtbox auf der Linsenseite ein. Stelle die Leuchtbox und den Hohlspiegel auf das Blatt Papier.
- Schließe die Leuchtbox an das Netzgerät an (12 V ~).
- Überprüfe die richtige Lage des Hohlspiegels, indem du das schmale Lichtbündel zunächst entlang der optischen Achse einfallen lässt.



## Durchführung (2/6)

**PHYWE**  
excellence in science

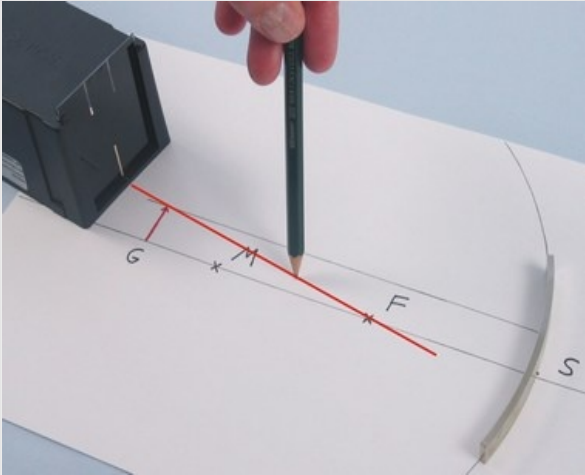


Verschieben der Leuchtbox

- Verschiebe nun die Leuchtbox bis das schmale Lichtbündel genau parallel zu optischen Achse entlang der Hilfslinie und durch die Spitzen des Pfeils (gedachter Gegenstand) verläuft.
- Beobachte das vom Hohlspiegel reflektierte Lichtbündel und markiere mit je zwei Kreuzchen den Verlauf von einfallendem und reflektiertem Lichtbündel. Notiere deine Beobachtungen.

## Durchführung (3/6)

**PHYWE**  
excellence in science



Drehen der Leuchtbox

- Drehe dann die Leuchtbox bis das Lichtbündel durch die Pfeilspitze von  $G$  und den Punkt  $F$  (Brennpunkt) verläuft.
- Beobachte wieder das vom Hohlspiegel reflektierte Lichtbündel und markiere je zweimal (andere Farbe oder Markierung verwenden) den Verlauf von einfallendem und reflektiertem Lichtbündel. Notiere deine Beobachtungen.

## Durchführung (3/6)

**PHYWE**  
excellence in science



Bild des Netzgerätes

- Schalte das Netzgerät aus und nimm die Leuchtbox und den Hohlspiegel vom Papier.
- Verbinde die zusammengehörenden Markierungen, so dass der Verlauf der Lichtbündel vor und nach der Reflexion am Hohlspiegel deutlich wird.
- Wie verlaufen die beiden reflektierten Lichtbündel zueinander? Notiere deine Beobachtungen.



# Protokoll

## Aufgabe 1

Betrachte die folgende Aussage:

Beide Lichtbündel (Lichtstrahlen) schneiden sich nach der Reflexion in einem Punkt unterhalb der optischen Achse.

 Wahr Falsch Überprüfen

## Aufgabe 2

Warum sieht man sich in einem polierten Löffel umgekehrt und verkleinert?

Ein polierter Löffel ist ein kleiner . Für ihn gelten damit ebenfalls das  und die Gesetzmäßigkeiten über den  ausgewählter Lichtbündel.

Da sich der  außerhalb der  Brennweite befindet, ergibt sich ein , umgekehrtes Bild.

 Überprüfen

## Aufgabe 3


Zeichne eine Gerade von der Spitze des Gegenstandspfeiles  $G$  durch den Punkt  $M$  bis zum Spiegel (Mittelpunktstrahl).

Was siehst du?

## Aufgabe 4

Warum genügt es von Gegenständen, die auf der optischen Achse „stehen“, nur von der Spitze des Gegenstandes zwei ausgezeichnete Lichtstrahlen zur Konstruktion des Bildes heranzuziehen?

Lichtbündel, die längs der optischen Achse auf einen Hohlspiegel einfallen, sind Lichtbündel durch den Krümmungsmittelpunkt und werden daher in sich selbst reflektiert. Die „Fußpunkte“ der Gegenstände, die auf der optischen Achse „stehen“, werden wieder auf der optischen Achse abgebildet. Für eine eindeutige Konstruktion des Bildes genügt daher nur ein weiterer Bildpunkt.

Lichtbündel, die  längs der optischen Achse auf einen Hohlspiegel einfallen, sind Lichtbündel durch den Krümmungsmittelpunkt und werden daher parallel verschoben reflektiert. Die „Fußpunkte“ der Gegenstände, die auf der optischen Achse „stehen“, werden zu den Pfeilspitzen und umgekehrt. Für eine eindeutige Konstruktion des Bildes genügt daher nur ein weiterer Bildpunkt.

## Zusatzaufgabe

Für die Bildentstehung am Hohlspiegel gilt die Linsenschleifer Gleichung:

$$\frac{1}{f} = \frac{b}{g} + \frac{1}{g} ,$$

wobei  $f = 7,2 \text{ cm}$  = Brennweite,  $b$  = Bildweite = Entfernung BS,  $g$  = Gegenstandsweite = Entfernung GS .

Überprüfe mit dieser Gleichung deine Messergebnisse in Tabelle 1.

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 21: Bestimmung des Schnittpunkts der Lichtbündel	0/1
Folie 22: Eigenschaften einen polierten Löffels	0/6
Folie 23: Interpretation des Strahlengangs	0/8
Folie 24: Eigenschaften der optischen Achse	0/1

Gesamtsumme  0/16

 Lösungen

 Wiederholen