

Das Mikroskop



Die Schüler werden die grundsätzliche Funktion eines Mikroskops erlernen. Dabei geht es insbesondere um die Betrachtung des Zwischenbildes und die durch ein Mikroskop erzielte Vergrößerung.

Physik

Licht & Optik

Optische Geräte & Linsen



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

20 Minuten

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/5fbd7504ec7c2d0003d7cd9e>

PHYWE



Allgemeine Informationen

Anwendung

PHYWE

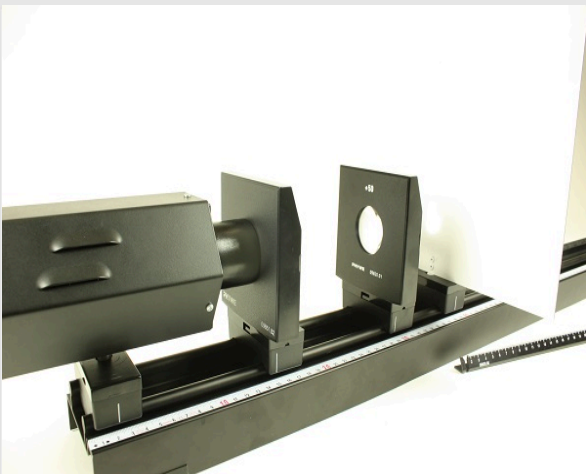


Abbildung 1: Versuchsaufbau

In diesem Versuch geht es um die experimentelle Untersuchung eines Mikroskops. Die älteste Mikroskopiertechnik ist die Lichtmikroskopie, die Schätzungen zu Folge um 1600 in den Niederlanden entwickelt wurde. Das Auflösungsvermögen eines klassischen Lichtmikroskops ist von der Wellenlänge des verwendeten Lichts abhängig und ist im besten Fall auf etwa 0,2 Mikrometer beschränkt (= Abbe-Limit).

Sonstige Informationen (1/2)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler sollten Kenntnisse über die geradlinige Ausbreitung von Licht sowie das Verhalten an verschiedenen Linsen haben.

Prinzip



Das Mikroskop hat die Aufgabe einen kleinen, mit dem Auge nur schlecht wahrnehmbaren Gegenstand zu vergrößern. Es besteht aus zwei Sammellinsen, dem Objektiv und dem Okular.

Um die Vergrößerung des Mikroskops ausmessen zu können, wird zusätzlich ein „Modell-Auge“ auf die optische Bank gesetzt. Es besteht aus einem Schirm, der die Netzhaut repräsentiert, und einer 50-mm-Linse, der „Augen-Linse“.

Im zweiten Versuch wird das Zwischenbild hinter dem Objektiv aufgefangen und die Vergrößerung des Objektivs gemessen.

Sonstige Informationen (2/2)

PHYWE

Lernziel



Die Schüler werden die grundsätzliche Funktion eines Mikroskops erlernen. Dabei geht es insbesondere um die Betrachtung des Zwischenbildes und die durch ein Mikroskop erzielte Vergrößerung.

Aufgaben



1. Mit dem "Modell-Auge" den Gegenstand betrachten.
2. Die Vergrößerung des Zwischenbildes bestimmen.
3. Mit dem vollständigen Mikroskop das Bild vergrößern.

Sicherheitshinweise

PHYWE

Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise für das sichere Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Theorie (1/2)

PHYWE

Das Mikroskop besteht aus einer Objektivlinse und einer Okularlinse, deren Abstand voneinander sehr viel größer ist als die Summe ihrer beiden Brennweiten.
Der Gegenstand liegt dicht vor dem vorderen Brennpunkt des Objektivs.

Das Objektiv erzeugt ein umgekehrtes, vergrößertes und reelles Bild, das Zwischenbild, das auf einem Schirm aufgefangen werden kann. Es liegt innerhalb der vorderen Brennweite des Okulars, damit dieses als Lupe wirkt. So entsteht ein vergrößertes, aufrechtes, virtuelles Bild, welches mit dem Auge betrachtet werden kann.

Die Vergrößerung des Mikroskops wird durch die Größe des auf der Netzhaut des Auges entstehenden Bildes gemessen (siehe Anmerkung).

Theorie (2/2)

PHYWE

Die Vergrößerung des Objektivs lässt sich durch Ausmessen einer Strecke im Zwischenbild berechnen.

Die Gesamtvergrößerung des Mikroskop $V_{Mikr.}$ ergibt sich rechnerisch aus den Vergrößerungen von Objektiv $V_{Obj.}$ und Okular $V_{Okl.}$.

Es gilt : $V_{Mikr.} = V_{Obj.} \cdot V_{Okl.}$.

Anmerkung:

Ein Mikroskop dient zur Vergrößerung des Seh winkels, unter dem ein Gegenstand betrachtet wird.

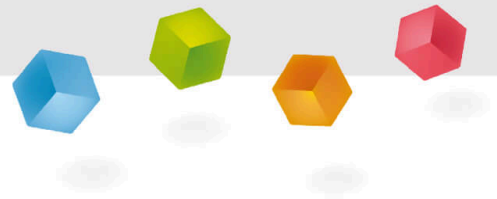
Die Gesamtvergrößerung ist das Verhältnis der Bildgröße, die bei Betrachtung eines Gegenstandes im Mikroskop erscheint zu der Größe, die er unter der „konventionellen Sehweite“ von 25 cm hätte.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Experimentierleuchte LED HEX1	08130-99	1
2	Optische Profilbank, l = 1000 mm	08370-00	1
3	Linse auf Reiter, f = +100 mm	09820-02	1
4	Linse auf Reiter, f = +50 mm	09820-01	2
5	Reiter für optische Profilbank	09822-00	2
6	Fassung mit Skale auf Reiter	09823-00	1
7	Blende mit Loch, d = 20 mm	09816-01	1
8	Schirm, weiß, 150 mm x 150 mm	09826-00	1
9	Schirm, Metall, 300 mm x 300 mm	08062-00	1
10	Blendenhalter, aufsteckbar	11604-09	2
11	Lineal, l = 200 mm, Kunststoff	09937-01	1
12	Diapositiv - Kaiser Maximilian -	82140-00	1

PHYWE

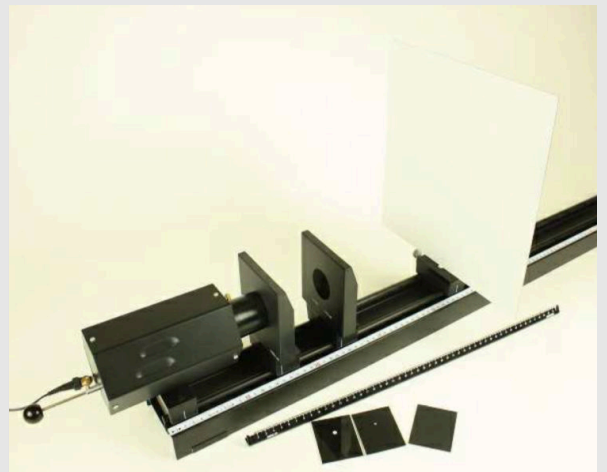
Aufbau und Durchführung



Aufbau (1/2)

PHYWE

- Die Leuchte wird mit ihrem senkrechten Fuß in die Bohrung im Reiter für die Profilbank gesteckt und festgeschraubt. Der Reiter wird so verschoben, dass er sich bei 2,0 cm auf der opt. Bank befindet.
- Direkt vor die Leuchte einen Reiter positionieren (15,0 cm), Blendenhalter aufstecken und das Diapositiv „Kaiser Maximilian“ als Gegenstand einschieben. Das Diapositiv soll ein Beispiel eines fein strukturierten Mikro-Objektes sein, das stark vergrößert wird.



Versuchsaufbau

Aufbau (2/2)

PHYWE

- Die Leuchte mit ihrem Netzgerät an Strom anschließen und mit ihrem horizontalen Schieber so im Gehäuse verschieben, dass das Diaposiv vollkommen ausgeleuchtet wird.
- Den Schirm in einem Reiter befestigen und auf die optische Profilbank aufsetzen.
- Die Linsen sind je nach Versuchsteil einzusetzen. Das weitere Vorgehen wird in der Durchführung beschrieben.

Durchführung (1/5)

Versuch 1: Betrachten des Gegenstandes mit dem Modell-Auge (Abb. 2)

- Die 50-mm-(Augen)-Linse an die Position 29 cm stellen. Der Schirm (Netzhaut) wird 10 cm dahinter gesetzt.
- Auf die Augenlinse wird ein Blendenhalter aufgesetzt. Eine 20-mm-Lochblende in den Blendenhalter einschieben. Dabei darauf achten, dass die Lochblende mittig im Strahlengang sitzt.

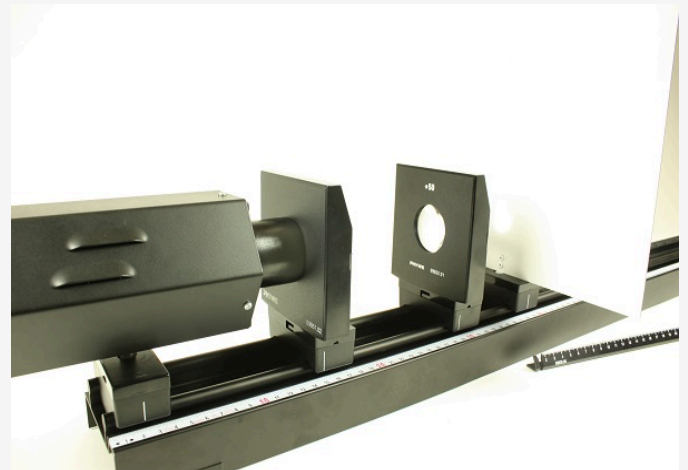


Abbildung 2

Durchführung (1/5)

PHYWE

Versuch 1: Betrachten des Gegenstandes mit dem Modell-Auge (Abb. 2)

- Die 50-mm-(Augen)-Linse an die Position 29 cm stellen. Der Schirm (Netzhaut) wird 10 cm dahinter gesetzt.
- Auf die Augenlinse wird ein Blendenhalter aufgesetzt. Eine 20-mm-Lochblende in den Blendenhalter einschieben. Dabei darauf achten, dass die Lochblende mittig im Strahlengang sitzt.

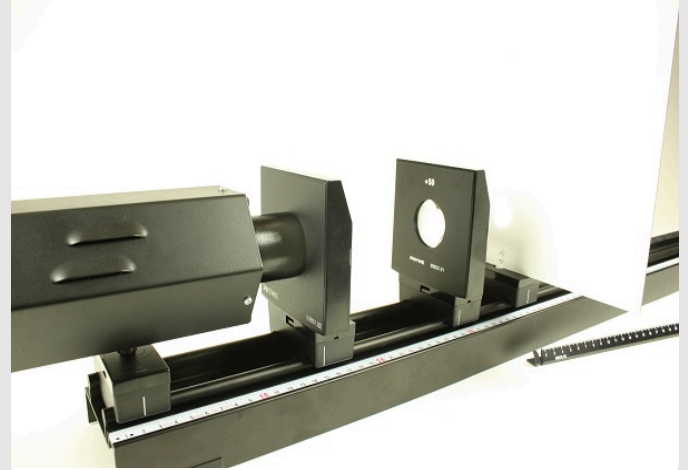


Abbildung 2

Durchführung (2/5)

PHYWE

- Der Gegenstand „Kaiser Maximilian“ wird nun so verschoben, dass er auf der Netzhaut scharf abgebildet wird (Diapositiv im Halter drehen, bis das Bild aufrecht und seitenrichtig zu sehen ist.)
- Dann die Position des Diapositivs ablesen.
- Zur Bestimmung der Vergrößerung z. B. den Abstand G (Gegenstandsgröße) von der Unterkante des Fotos bis zur Linie der Bildüberschrift messen und die entsprechende Bildgröße B messen.

2. Versuch: Zwischenbild demonstrieren (Abb. 3)

- Das Augen-Modell wird von der optischen Bank entfernt. Das Diapositiv bleibt dort positioniert, wo im letzten Versuchsteil die Position gefunden wurde.
- Stattdessen wird der Schirm im Reiter in Position 70 cm aufgestellt.

Durchführung (3/5)

PHYWE

- Auf eine 50-mm-Linse (nun Objektiv-Linse des Mikroskops) einen Blendenhalter mit 20-mm-Lochblende setzen und diese etwa bei 23 cm auf die optische Bank stellen und so verschieben, dass das Diapositiv auf dem Schirm scharf abgebildet wird.
- Die Position der Linse wird abgelesen.
- Zur Bestimmung der Vergrößerung z. B. die Größe des Gesichtes, also den Abstand zwischen dem Kinn (Trennlinie zwischen Hals und Bekleidung) und der Linie der Bildüberschrift wählen und sowohl auf dem Zwischenbild als auch dem Gegenstand messen.



Abbildung 3

Durchführung (4/5)

PHYWE

3. Versuch Vollständiges Mikroskop (Abb. 4)

- Der Schirm wird aus dem Strahlengang genommen und der Rest des Aufbaues nicht weiter verändert. An Position 77 cm wird nun eine zusätzliche Linse (+100-mm) als Okular auf der optischen Bank positioniert.
- Dahinter wird das "Modell-Auge" gesetzt: Die Augenlinse (Blende nicht nötig) wird in Position 87 cm gebracht und der Schirm bei 97 cm aufgesetzt.

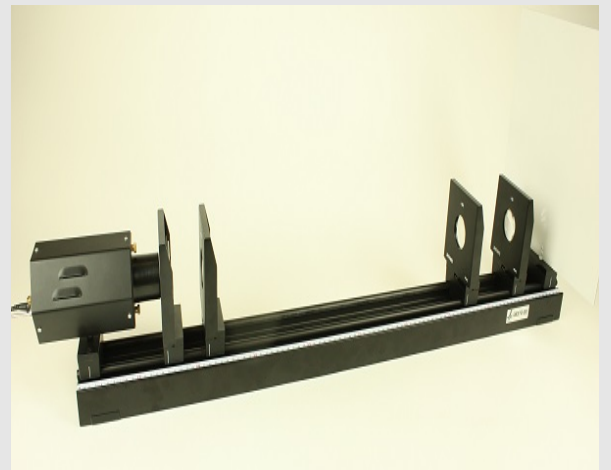


Abbildung 4

Durchführung (5/5)

PHYWE

- Durch Verschieben der Okularlinse soll nun ein scharfes Bild erzeugt werden. Dabei wird der ausgewählte Bildausschnitt vergrößert und scharf durch die Linse abgebildet. Weitere Teile des Bildes sind unscharf außerhalb der Linsenabbildung als Streulicht zu erkennen. Dieser Teil wird nicht weiter beachtet.
- Durch Drehen und Verschiebungen des Diapositivs im Blendenhalter können feine Strukturen gesucht und betrachtet werden.
- Zur Bestimmung der Vergrößerung die beiden Striche wählen, die die Überschrift einrahmen und den Abstand messen.

Anmerkung: Es ist nicht empfohlen, die Schüler das Diapositiv ohne "Modell-Auge" betrachten zu lassen. Dazu ist die Lampe etwas hell und kann so nicht ohne weiteres heruntergeregelt werden.

Auswertung (1/3)

PHYWE

Man erhält die nachfolgenden Bilder der einzelnen Versuche. Links: Diapositiv betrachtet mit „Modellauge“, Mitte: Diapositiv betrachtet durch Mikroskop, Rechts: Zwischenbild.



Auswertung (2/3)

PHYWE

Die Messdaten der drei Versuche befinden sich in Tabelle 1.

Versuch 1:

Position des Diapositiv nach dem Justieren: 15,5 ... 16,5 cm.

Das Bild ist in diesem Versuch genauso groß wie der Gegenstand. Mit dem bloßen Auge sind die feinen Strukturen, z. B. im Mantel und im Haar schlecht zu erkennen.

Versuch 2:

Position der Linse nach dem Justieren: 22,5 ... 23,5 cm.

Das Bild ist sehr viel größer als der Gegenstand, feine Strukturen sind überall gut zu erkennen.