



# **UniLab–Schülerlabor**

**Humboldt-Universität zu Berlin  
Institut für Physik  
Didaktik der Physik**

**Fortbildung  
Für das Fach Naturwissenschaften  
In den Klassen 5 und 6**

**Thema:  
Optik – verblüffende Freihandexperimente**

## Einleitung

Die Lehrerfortbildung zum Thema „Optik – verblüffende Freihand-Experimente“ ist aus zwei Modulen (Lerneinheiten) entwickelt worden. Diese Module werden im UniLab Schülerlabor für Schüler der 5. und 6. Klasse angeboten. Die Inhalte eignen sich größtenteils zum direkten Einsatz im Unterricht des Faches Naturwissenschaften in der Grundstufe.

Schwerpunkte der Fortbildung sind als Teilgebiete der Optik Schatten und Spiegel.

Bei der Auswahl der Experimente für diese Fortbildung wurden verschiedene Gesichtspunkte berücksichtigt.

Die Versuche

- ermöglichen einen phänomenologischen Zugang,
- können Alltagsphänomene thematisieren,
- können unter verschiedenen Aspekten betrachtet werden, um so Zusammenhänge besser zu verstehen,
- können unter Verzicht auf das Modell des Lichtstrahls beschrieben und erklärt werden
- werden fast immer mit preiswerten Geräten durchgeführt, so dass die Versuche auch in der Schule einsetzbar sind,
- haben einen einfachen, leicht zu verstehenden Aufbau,
- ermöglichen den Schülern möglichst viel eigenständiges Experimentieren.

Auf den nachfolgenden Seiten werden die Versuche der Lehrerfortbildung kurz beschrieben.

Die Reihenfolge der Versuche orientiert sich an den zwei Themen:

Station 1: Licht und Schatten

Station 2: Spiegel

## **Zum UniLab – Schülerlabor**

Das UniLab Schülerlabor ist eine Initiative der Arbeitsgruppe Didaktik der Physik an der Humboldt-Universität zu Berlin und besteht seit Januar 2004.

Es eröffnet Schülern, Lehrern und Studierenden neue Perspektiven sowohl des Lehrens und Lernens als auch des wissenschaftlichen Arbeitens.

Ziele des UniLab Schülerlabors sind:

1. Schülerinnen und Schüler entwickeln /steigern ihr Interesse an den Naturwissenschaften durch phänomenorientierte Zugänge und offene Lernformen.
2. Studierende erwerben Schlüsselkompetenzen für das Lehren im „pädagogischen Freiraum“.
3. Lehrerinnen und Lehrer im Schuldienst erwerben aktuelle fachdidaktische und fachliche Kenntnisse und entwickeln gemeinsam innovative Unterrichtskonzepte.

Damit bilden Schüler, Studierende des Lehramts unterschiedlicher Fachrichtungen und Lehrer die Zielgruppen des UniLab Schülerlabors.

In verschiedenen Gruppen, die sich aus Wissenschaftlern, Lehrern und Studenten zusammensetzen, werden Module für Schüler erarbeitet. Auf diese Weise finden die Ergebnisse aktueller fachdidaktischer Forschung Eingang in die Modulentwicklung. Diese Verbindung zwischen didaktischer Theorie und schulnaher Praxis stößt bei den Studierenden auf große Resonanz: Sie werden frühzeitig an theoretische und praktische Möglichkeiten ihres Unterrichtsfaches herangeführt. Bisher wurden in diesen Gruppen ca. 15 Module entwickelt, vielfach erprobt und modifiziert; die meisten wurden in das ständige Angebot des UniLab für Schulklassen aufgenommen.

### **Wie sehen die UniLab-Module für Schüler aus?**

Bei einem Besuch im UniLab Schülerlabor bearbeiten die Schülerinnen und Schüler ein Modul. Während einer Einführungsphase, die im Allgemeinen phänomenorientiert gestaltet wird, wird das Problem gemeinsam formuliert. Wir knüpfen damit an die Leitidee unserer Forschung „Von der Wahrnehmung zur Naturwissenschaft“ an. In einer kreativen Phase entwickeln die Schüler selbständig Lösungsideen, die in einer Arbeitsphase in kleineren Gruppen überprüft werden. Die Gruppenergebnisse werden schließlich ausgewertet und angewendet, indem jeder Schüler ein entsprechendes Produkt für sich herstellt.

Die Schüler lernen dabei „anders“ als in der Schule (kein Zeitdruck, mehr Lehrpersonal, bessere Ausstattung, keine Fachraumatmosphäre, mehr Zeit für den einzelnen Schüler).

## Station 1: Licht und Schatten

An dieser Station werden als Schwerpunkt die verschiedenen Helligkeiten und die unterschiedlichen Formen von Schatten thematisiert.

Als erstes wird an vier Experimenten die Ursache für die Helligkeit verschiedener Schattenbereiche untersucht. Im Rahmen der modellfreien Betrachtung wird die unterschiedliche Helligkeit der Schattenbereiche nicht mit verschieden vielen einfallenden Lichtstrahlen erklärt, sondern es wird ein Sichtwechsel vorgenommen: Es wird überprüft, wie viel man von der Lichtquelle vom Ort des Schattens aus sehen kann. Je mehr man von der Lichtquelle sehen kann, desto heller ist an dieser Stelle der Schatten.

Danach werden die Schattenformen bei kleinen Schattenkörpern betrachtet. Hier wird nachgewiesen, dass auch die Form der Lampen die Schattenform bestimmen kann und nicht nur, wie oftmals erwartet, der schattenwerfende Körper.

Dieses Ergebnis wird für die Erklärung der Bildentstehung in einer Lochkamera genutzt und ermöglicht somit einen neuen Zugang zur Problematik, der ohne das Modell Lichtstrahl auskommt.

Abschließend wird der Bau einer Lochkamera vorgestellt.



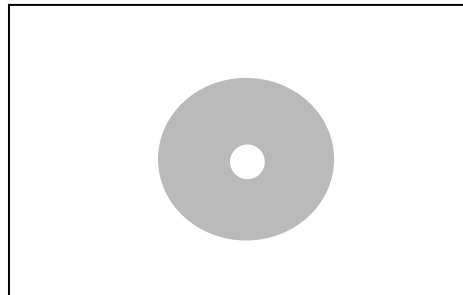
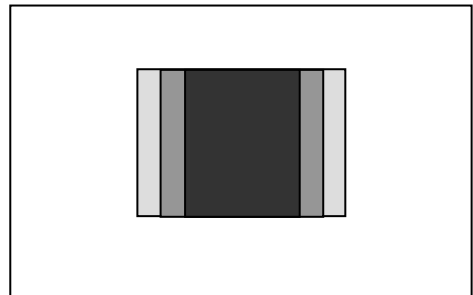
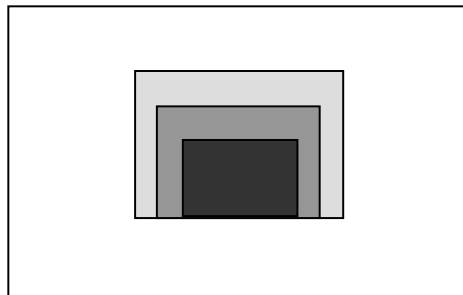
## Versuch 1

### Helligkeit der Schatten

Versuchen Sie zunächst, mit den Materialien auf Ihrem Tisch verschiedene Schatten herzustellen, die ungefähr so aussehen, wie unten dargestellt bzw. beschrieben.

Material:

- Lichtquellen: 3 Kerzen, Stablampe, Ringlampe
- Schattenkörper: Kreisscheibe, Kreuz, Platte
- Pappe mit dem Loch zum Durchsehen



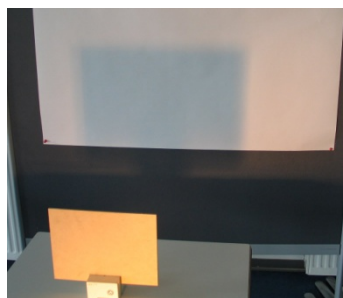
1. Erzeugen Sie zunächst mit der Stablampe und dem Kreuz einen senkrechten Balken als Schatten.
2. Können sie auch einen waagrechten Balken als Schatten herstellen?
3. Gelingt es Ihnen auch, mit dem Kreuz und der Stablampe einen Kreuzschatten zu erzeugen?

## Versuch 2

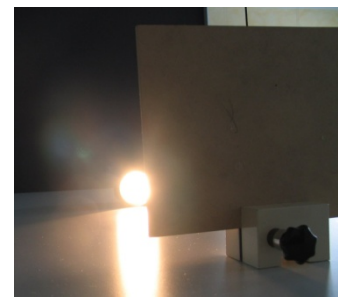
### Hinweise

Versuchen Sie anschließend zu erklären, warum die Schatten verschieden hell sind und woher die Schattenform kommt.

Betrachten Sie dazu die jeweiligen Schatten auf zwei Arten:



1. vom Licht zum Schatten



vom Schatten zum Licht

Benutzen Sie für die Sicht zum Licht die Pappe mit dem Loch. Damit kann sich einer vor den Schirm stellen und zu den Lichtquellen blicken und die anderen können erkennen, in welchem Schattenbereich sich der Betrachter befindet.



## **Wer bestimmt die Schattenform: die Lichtquelle oder der Schattenkörper?**

Material:

- Ring- und Stablampe
- kleine Schattenkörper (Kreuz, Kreisscheibe, Stab, Dreieck)
- Pappen mit Löchern verschiedener Formen: Kreuz, Kreisscheibe, Stab, Dreieck

### **Versuch 1**

**Welche Schattenformen erzeugen die kleinen Schattenkörper, wenn man sie in die Mitte des Raumes zwischen Schirm und der Ringlampe bzw. der Stablampe hält?**

### **Versuch 2**

**Wie verändern sich die Schatten, wenn statt der Schattenkörper die Pappen mit den entsprechend ausgeschnittenen Löchern verwendet werden?**



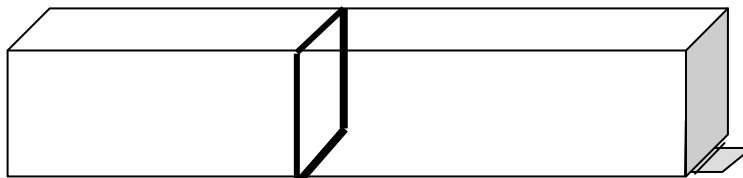
## Bau der Lochkamera

### Material:

- mittelgroßer Schuhkarton mit zwei gestanzten Rundlöchern an den schmalen Seiten
- Pappe für den Schirm
- Transparentpapier für den Schirm
- Plastikwinkel für die Schirmhalterung ( mit doppelseitigem Klebstreifen)
- Pappstreifen als Schieber für den Schirm ( mit doppelseitigem Klebstreifen )
- Pappstreifen als Führung für den Schirm ( mit doppelseitigem Klebstreifen )
- 3 Pappen für Lochblenden
- Blendenhalter ( Karton mit Rundloch )

### Bauanleitung:

1. Blendenhalter mit drei Seiten an der einen schmalen Seite des Schuhkartons von außen mit drei Tesafilmstreifen befestigen
2. In die Pappstreifen für die Blenden jeweils ein Loch stanzen (verschiedene Blenden können mit verschieden großen Löchern erstellt werden)
3. Das Innere des Schirms ausschneiden.
4. Das Transparentpapier mit dem Klebestift darauf befestigen und mit Tesafilm rundherum versteifen.
5. Schirm auf dem Plastikwinkel befestigen
6. Schieber auf dem Plastikwinkel befestigen
7. An der unteren Kante des Schuhkartons auf der Seite mit der Blendenöffnung etwa 3 cm für den Schieber einritzen.
8. Schirm einbauen und den Pappstreifen für die Fixierung des Schiebers auf der Seite der Lochblende festkleben.



## Station 2: Spiegel

Im Zentrum der Station steht das Thema „Wie funktioniert ein Kaleidoskop?“. Dabei kommt es nicht nur darauf an zu wissen, wie der Aufbau des Kaleidoskops ist, sondern auch, wie die Bilder entstehen. Zunächst werden Experimente mit einem Spiegel vorgeführt.

Im Einstieg wird das Doppelschattenexperiment vorgeführt, bei dem eine Hand zwei Schatten erzeugt. Dieses kann am einfachsten erklärt werden, wenn man sich nacheinander in die beiden Schatten stellt und in Richtung Spiegellampe schaut: Ein Schatten entsteht durch die reale Hand und die Spiegellampe. Der zweite entsteht durch die Spiegelhand und die Spiegellampe. Danach wird die Lage des Spiegelbildes untersucht und anschließend die Frage beantwortet, was der Spiegel vertauscht.

Nach dieser Betrachtung wird klar, dass ein Spiegel allein die Bilder eines Kaleidoskops nicht erzeugen kann. Daher werden die Bilder zweier Spiegel betrachtet und Regelmäßigkeiten der Spiegelbilder gefunden.

Die regelmäßigen Anordnungen der Spiegelbilder ermöglichen auf den Aufbau des Kaleidoskops zu schließen und die Entstehung der Spiegelbilder zu erklären. Zum Abschluss wird der Bau eines einfachen Kaleidoskops vorgestellt.





## **Doppelschatten**

Material:

- Lampe von oben
- Spiegel
- verdunkelter Raum

### **Versuch**

**Langsam wird von der Seite (auf der die Lampe montiert ist) eine Hand nah über den Spiegel geführt. Wie viele Schatten können Sie an der Decke sehen?**

**Was passiert, wenn zwei Hände über den Spiegel geführt werden?**

### **Hinweis**

Dieses Experiment kann man gut erklären, wenn man von der der Lampe gegenüber liegenden Seite in den Spiegel blickt.

Dabei wird beobachtet, ob eine Hand oder deren Spiegelbild („Spiegelhand“) jeweils die Lampe oder deren Spiegelbild („Spiegellampe“) verdeckt.



**Wo befindet sich das Spiegelbild?  
oder:**

**Zaubertrick: Eine Kerze lässt sich nicht mit  
Wasser löschen**

Material:

- Kerze
- Leeres Becherglas
- Wassergefülltes Becherglas
- Glasscheibe
- Großes Lineal
- Dunkler Raum
- Streichhölzer

## Versuch

Stellen Sie die brennende Kerze vor die Glasscheibe. Durch diese Scheibe kann man hindurch sehen und gleichzeitig spiegelt sie. Wo sehen Sie die Kerze?

Stellen Sie ein leeres Becherglas so hin, dass das Spiegelbild der Kerze im Becherglas steht. Ist es egal, wo das Glas steht?

Jetzt kann man versuchen, die „brennende Kerze“ im Becherglas mit Wasser zu löschen.



## **Was vertauscht der Spiegel? oder Spiel: Wettrennen auf Papier**

Material:

- Spiegel
- Abdeckung
- Rennbahn (auf Papier aufgezeichnet)
- Stift

### **Versuch**

**Mit Hilfe des Spiegelbildes zeichnet man die vorgegebene Strecke einer Rennbahn nach. Es kann wegen der Abdeckung nicht direkt auf die Rennbahn gesehen werden, daher kann man sich nur mithilfe eines Spiegels orientieren.**

### **Hinweis**

Dies führt zur Fragestellung: Was wird im Spiegel vertauscht? Um diese Frage beantworten zu können, stehen eine Reihe von Materialien zur Verfügung



## Aufgabe

## Bilder eines Winkelspiegels

Material:

- Teelicht
- Leere Teelichthülsen
- Winkelspiegel aus Plexiglas
- Winkelspiegel
- Große Papierunterlage
- Stifte
- Lineal
- Geodreieck

1. a) Stellen Sie den Plexiglaswinkelspiegel so auf die Papierunterlage, dass ein brennendes Teelicht **drei Spiegelbilder** hat.  
b) Stellen Sie an die Orte der Spiegelbilder die leeren Teelichtdosen.  
c) Zeichnen Sie die Lage des Winkelspiegels, die Orte der Spiegelbilder und des brennenden Teelichts auf die Papierunterlage.
2. **Die Lage des Winkelspiegels wird jetzt nicht mehr verändert!**  
Stellen Sie das brennende Teelicht an einen anderen Ort. Zeichnen Sie wieder die Orte der Spiegelbilder und des brennenden Teelichts auf der Papierunterlage auf.
3. Welche Regelmäßigkeiten können Sie für die Positionen von Spiegelbildern und Teelicht finden?
4. Sie können danach auf dieselbe Weise untersuchen, was man über die Lage der Spiegelbilder aussagen kann, wenn Sie fünf oder sieben Spiegelbilder herstellen.

## Hinweise



## Bau des Kaleidoskops

Material:

- Spiegelfolie; 9 x 10 cm; 2 mal eingeritzt zum Knicken
- matte Folie; 3 x 8 cm
- OH-Folie; 3 x 10 cm
- Tesafilm
- Folienstifte in verschiedenen Farben

### Hinweis

Die Spiegelfolie wird an den vorgritzten Stellen geknickt, so dass ein Prisma mit innengelegenen Spiegeln entsteht. Als nächstes wird die Plastikfolie auf dem Spiegel entfernt und das Prisma mit Klebeband zusammengeklebt. Auf der matten Folie werden mit den bunten Stiften farbige Muster gezeichnet. Teile dieser Muster können im Kaleidoskop gesehen werden. Die OH – Folie dient dazu, dass die Mattfolie an einem Ende des Prismas angelegt und hin und her bewegt werden kann. Die OH-Folie wird um die matte Folie geknickt und mit Tesafilm auf dem Prisma befestigt. Mit den Folienstiften lassen sich immer neue Muster erstellen.

Durch Entfernen der matten Folie kann auch die Umgebung betrachtet werden oder man kann Teile in einer durchsichtigen Plastikdose davor halten und betrachten.

