

Mitmachexperiment: Der Augenspiegel

Anmerkungen für die Lehrkraft:

- Sauberes und möglichst exaktes Arbeiten beim Erstellen der Schablone und dem Positionieren der Teile des Experimentes sind essentiell für das Gelingen.
- Das Experiment ist im Video und in der Anleitung für eine rechtshändige Person aufgebaut. Die Anordnung kann aber auch von Linkshändern verwendet werden, dazu müssen die Schablone und der Aufbau entsprechend gespiegelt werden.

Sicherheitshinweise:

- Umgang mit LEDs: Die Helligkeit der (LED-)Taschenlampe bzw. der LED-Lampe des Smartphones muss so gedimmt werden, dass eine Gefährdung des Auges ausgeschlossen werden kann. LEDs der Risikogruppe 0 oder 1 können ohne weitere Schutzmaßnahmen verwendet werden. Eine LED kann in Risikogruppe 0 oder 1 eingeordnet werden, wenn in einer Entfernung von ca. 20 cm eine Lichtstärke von 500 Lux nicht überschritten wird. Mithilfe eines Smartphones mit Lichtsensor und der App „phyphox“ kann die Lichtstärke gemessen werden - Anleitung siehe unten.
 - Die Einstellung der Helligkeit der Smartphone-Lampe ist in der Experimentieranleitung beschrieben.
 - Die Helligkeit einer Taschenlampe kann durch Vorhalten eines Papier- oder Stofftaschentuchs gedimmt werden.

Für den Umgang mit LEDs in der Schule sind die geltenden Sicherheitsbestimmungen zu beachten! Diese finden Sie im folgenden Material.

- Der Test des Strahlengangs auf der Schablone mit CD-Hülle mithilfe eines Laserpointers ist optional. Hier sollten Sie entscheiden, ob Ihnen das Video ausreicht, ob Sie diesen Teil als Demonstration selbst durchführen oder ob Sie das als Schülerexperiment durchführen lassen.

Für den Umgang mit Laser in der Schule sind die geltenden Sicherheitsbestimmungen zu beachten! Diese finden Sie im folgenden Material.

Messung der Helligkeit (Lichtstärke) einer Lichtquelle

Die Helligkeit (Lichtstärke) einer Lichtquelle kann mit einem Smartphone, das einen Lichtsensor hat und mit der kostenlosen App „phyphox“ gemessen werden:

- phyphox starten
- unter „Sensoren“ -> „Licht“ auswählen
- von „Graph“ auf „Einfach“ umschalten
- mit dem Dreieck-Symbol rechts oben die Messung starten
- dabei die Taschenlampe in einem Abstand von ca. 20 cm Entfernung zu dem Lichtsensor am Smartphone halten
- Wo der Lichtsensor sitzt, kann man durch Vorhalten der Hand am Smartphone herausfinden: Bei laufender Messung nimmt die Beleuchtungsstärke stark ab.
- Die Lichtstärke im Abstand von ca. 20 cm sollte einen Wert von kleiner als 500 lx (Lux) haben. Dies gilt für einen verdunkelten Raum.
- Bei einer Messung im Hellen sollte zuerst ohne die Lichtquelle der Grundwert der Umgebungshelligkeit gemessen werden. Dieser wird dann von der Messung mit der Lichtquelle abgezogen.

Sicherheitshinweise für den Umgang mit LEDs im Unterricht

LED Lampen müssen der DIN EN 62471 entsprechen und werden in Risikogruppen eingeordnet ([3], [4]).

Risikogruppen bei LEDs	
Risikogruppe 0 (freie Gruppe)	Lampen/Leuchten stellen keine photobiologische Gefahr dar.
Risikogruppe 1	Lampen/Leuchten stellen aufgrund normaler Einschränkungen durch das Verhalten der Nutzer keine Gefahr dar.
Risikogruppe 2	Lampen/Leuchten stellen aufgrund der Abwendungsreaktionen von hellen Lichtquellen oder durch thermisches Unbehagen keine Gefahr dar.
Risikogruppe 3	Lampen/Leuchten stellen schon für flüchtige oder kurzzeitige Bestrahlung eine Gefahr dar. Eine Verwendung in der allgemeinen Beleuchtung ist nicht erlaubt.

Für die Risikogruppen 0 und 1 sind keine besonderen Schutzmaßnahmen nötig.

Quelle: Sicher experimentieren in Physik, 2017:

<https://www.isb.bayern.de/Gymnasium/materialien/sicher-experimentieren-in-physik/>, aufgerufen am 13.9.21, 15:13

Sicherheitshinweise für den Umgang mit Lasern im Unterricht

In der Schule sind nur Laser der Klassen 1, 1M, 2 und 2M erlaubt. Diese haben folgende Spezifikationen:

Klasse 1	Für die Augen ungefährlich unter vernünftig vorhersehbaren Bedingungen. Leistung $P < 25 \mu\text{W}$; λ von 400 nm bis 1400 nm; typische Anwendungen: CD-Spieler, Laserdrucker
Klasse 1M	Die zugängliche Laserstrahlung liegt im Wellenlängenbereich von 302,5 nm bis 4000 nm und ist für das Auge ungefährlich, solange der Querschnitt des Laserstrahls nicht durch optische Instrumente (Lupen, Linsen, Teleskope) verkleinert wird. Leistung $P < 25 \mu\text{W}$; Strahldurchmesser $d > 7 \text{ mm}$; spezielle Bedienungsvorschrift: Nicht in den Strahl blicken.
Klasse 2	Die zugängliche Laserstrahlung liegt im sichtbaren Spektralbereich von 400 nm bis 700 nm. Sie ist bei kurzzeitiger Einwirkungsdauer (bis 0,25 s) für das Auge aufgrund des Lidschlussreflexes ungefährlich. Zusätzliche Strahlungsanteile außerhalb des Wellenlängenbereichs von 400 bis 700 nm erfüllen die Bedingungen für Klasse 1-Laser. Leistung $P < 1,0 \text{ mW}$; typische Anwendung: Messtechnik; spezielle Bedienungsvorschrift: Nicht in den Strahl blicken.
Klasse 2M	Die zugängliche Laserstrahlung liegt im sichtbaren Spektralbereich von 400 nm bis 700 nm. Sie ist bei kurzzeitiger Einwirkungsdauer (bis 0,25 s) für das Auge aufgrund des Lidschlussreflexes ungefährlich, solange der Laserstrahl-Querschnitt nicht durch optische Instrumente (Lupen, Linsen, Teleskope) verkleinert wird. Zusätzliche Strahlungsanteile außerhalb des Wellenlängenbereichs von 400 bis 700 nm erfüllen die Bedingungen für Klasse 1M-Laser. Leistung $P < 1,0 \text{ mW}$; Strahldurchmesser $d > 7 \text{ mm}$; spezielle Bedienungsvorschrift: Nicht in den Strahl blicken.

Trotz der Beschränkung der in Schulen einsetzbaren Laser auf der Basis obiger Klassifizierung ist beim Arbeiten mit Lasern im Unterricht stets besondere Vorsicht geboten. Hierzu einige wichtige Hinweise:

- Sich auf den Lidschlussreflex des Auges zu verlassen, ist nicht sinnvoll. Dieser könnte bei einzelnen Schülern verzögert sein oder bewusst unterdrückt werden. Vielmehr müssen die Schülerinnen und Schüler instruiert werden, dass sie bei Erkennen von Laserlicht sofort „bewusst wegschauen“.
- Laser ab Klasse 2 sind zwar bei kurzzeitigem (Einwirkungsdauer $< 0,25 \text{ s}$) zufälligem Eintreffen in das Auge ungefährlich, können aber bei länger andauerndem oder wiederholtem Strahleinfall durchaus das Auge schädigen. Umso wichtiger ist das genaue Instruieren der Schülerinnen und Schüler.
- Auch kommerziell für Präsentationen zu erwerbende Laser-Pointer sind in der Regel mindestens in Klasse 2 einzuordnen und somit nicht ungefährlich.
- Falls ein zufälliger Einfall von Laserlicht ins Auge nicht ausgeschlossen werden kann, sollte der Laser nicht durch Stativmaterial fixiert werden. Hält die Lehrkraft den Laser stattdessen in der Hand, so kann durch das natürliche Händezittern eine evtl. Belastung einzelner Stellen im Auge minimiert werden.
- Die Klassifizierung der Laser ist nicht bei allen Produkten und Anbietern korrekt nach DIN EN. Empfohlen wird, für unterrichtliche Zwecke nur Produkte von vertrauenswürdigen Anbietern zu nutzen, die ein entsprechendes Kontroll-Siegel besitzen.
- Beim Arbeiten mit Lasern muss auch Streu- und Reflexionslicht beachtet werden (siehe Abschnitt b)).
- Vor Aufbau und Durchführung von Experimenten mit Lasern sind die Schülerinnen und Schüler über die Gefährdung der Augen durch den Einfall von Laserlicht zu unterrichten.
- Laser dürfen nur unter Aufsicht einer Lehrkraft betrieben werden, der Versuchsbereich ist mit einem Laserwarnschild zu kennzeichnen und gegen unbeabsichtigtes Betreten zu sichern. Das bedeutet insbesondere, dass der Gefahrenbereich keine Türen enthalten darf, durch die Personen, die keine Kenntnis vom aktuellen Laserbetrieb haben, eintreten könnten.



Warnschild Laser

Quelle: Sicher experimentieren in Physik, 2017:

<https://www.isb.bayern.de/Gymnasium/materialien/sicher-experimentieren-in-physik/>, aufgerufen am 13.9.21, 15:13