



# Schau' mir in die Augen: Helmholtz' Erfindung des Augenspiegels

## Das braucht ihr für dieses Experiment:

- 1 weißes Blatt Papier DIN A4
- 1 schwarzes Blatt DIN A4 oder eine Pappe in der Größe DIN A4
- 1 langes Lineal (ca. 40 cm)
- 1 Geodreieck
- 1 Bleistift
- 1 CD-Hülle (Vorderseite durchsichtig, Rückseite schwarz)
- Klebestreifen
- 1 Taschenlampe bzw. Taschenlampe eines Smartphones
- 1 größerer Karton (Grundfläche DIN A4, Höhe ca. 30 cm)  
**oder** 3 große Ringordner + 2 Gummibänder
- 1 Buch oder Heft DIN A4
- 1 weitere Person
- 1 Tisch
- 2 Stühle

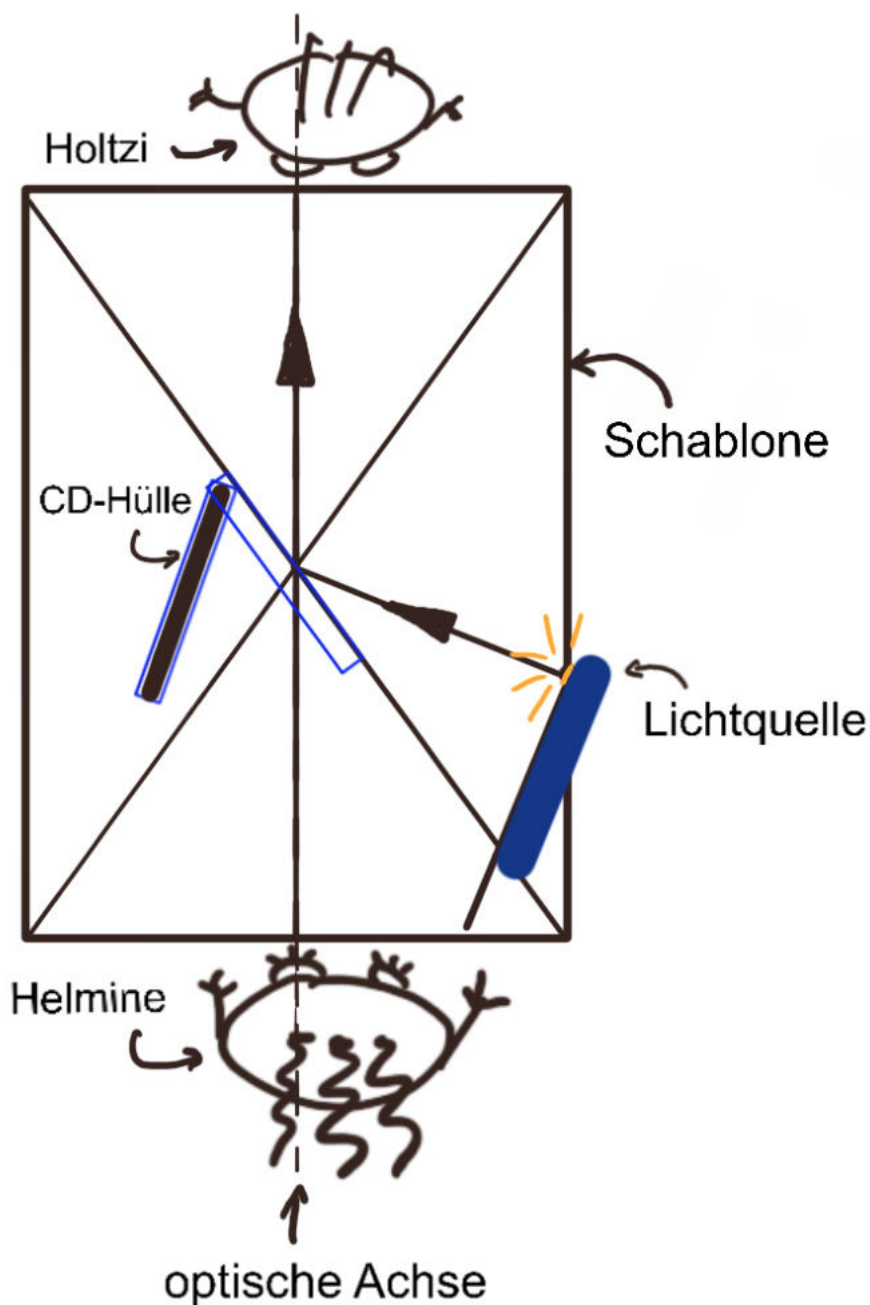
## Überblick:

Helmine und Holtzi zeigen euch hier, wie der Aufbau des Experiments aussehen soll.

Die Plätze von Helmine und Holtzi nehmen du und dein Partner/deine Partnerin nachher aber ein!

**Total wichtig  
für das Gelingen  
des Experiments  
ist die exakte Ausrichtung  
der einzelnen Teile!**

**Daher arbeitet bitte  
so genau und sorgfältig  
wie möglich!**



Wir brauchen 5 Schritte  
für den Aufbau:

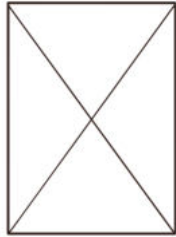
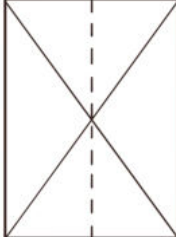
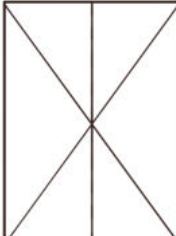
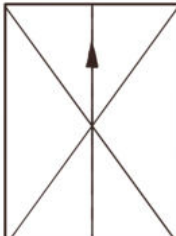
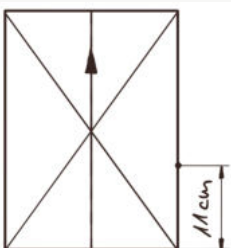
1. Die Schablone anfertigen
2. Die CD-Hülle positionieren
3. Das Podest bauen (oder Karton verwenden)
4. Die Personen hinsetzen
5. Die Lichtquelle ausrichten

... und dann hinsehen!

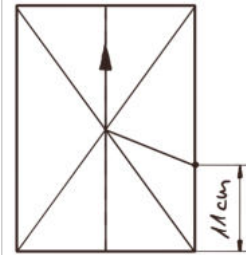
# 1. Die Schablone anfertigen

Du brauchst hierfür:

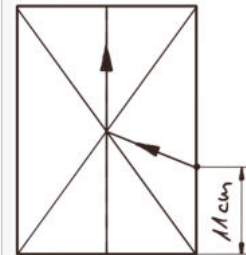
- 1 weißes Blatt Papier DIN A4
- 1 langes Lineal (ca. 40 cm)
- 1 Geodreieck
- 1 Bleistift oder Fineliner

Arbeitsschritte	Schablone
<p>Zeichne auf das weiße DIN A4-Blatt die Diagonalen ein. Verbinde dazu die beiden gegenüberliegenden Ecken miteinander.</p>	
<p>Falte nun das Blatt in der Mitte so, dass die beiden langen Kanten aufeinanderliegen.</p>	
<p>Klappe das Blatt wieder auf und zeichne mithilfe eines langen Lineals und einem Bleistift diesen Falz in der Mitte nach. <b>Das ist die optische Achse.</b></p>	
<p>Zeichne jetzt in der oberen Hälfte des Blattes auf den Falz eine Pfeilspitze ein, welche zur kurzen Kante zeigt. <b>Hiermit kennzeichnen wir, in welche Richtung das Licht am Spiegel reflektiert (gespiegelt) wird.</b></p>	
<p>Jetzt misst du von der rechten unteren Ecke 11 cm ab und machst dort auf das Blatt einen Punkt. <b>Dieser Punkt ist nachher die Position der Lampe.</b></p>	

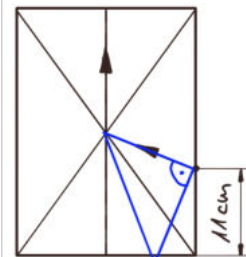
Verbinde diesen Punkt mit dem Mittelpunkt des Blattes,  
(Der Mittelpunkt ist dort, wo sich die beiden Diagonalen kreuzen.)



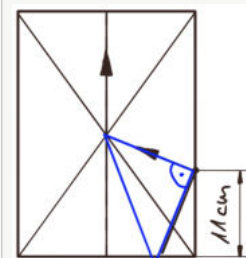
Zeichne auf diese Linie eine Pfeilspitze ein, die zum Mittelpunkt hin gerichtet ist.  
**Wenn du nachher die Lampe an den Punkt hältst, dann fällt das Licht der Taschenlampe entlang dieser Richtung auf den Spiegel.**



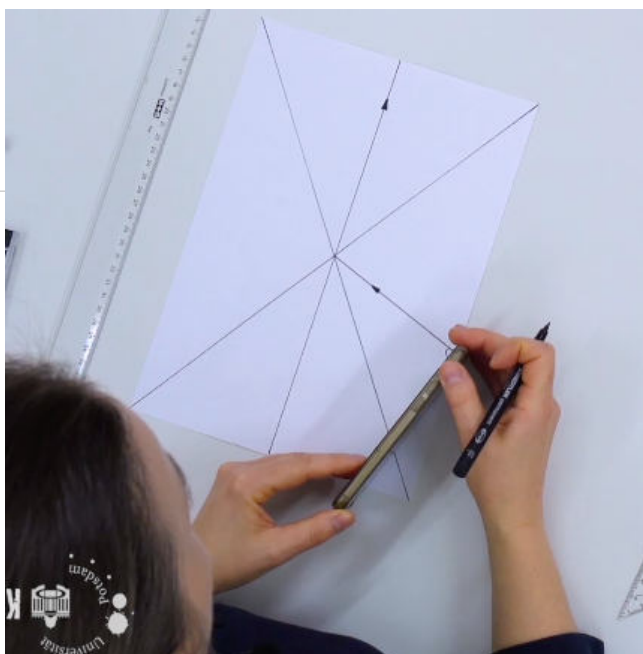
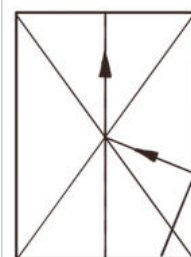
Lege ein Geodreieck so an diese Linie an, dass du eine weitere Linie senkrecht dazu und durch den markierten Punkt zeichnen kannst. Schau das Bild rechts an, um das Geodreieck (blaues Dreieck) richtig zu positionieren. Der kleine Kreis mit dem Punkt kennzeichnet einen rechten Winkel ( $90^\circ$ ).



Zeichne am Geodreieck die zur Einfallslinie des Lichts senkrechte Linie ein.  
**Hier haben wir jetzt die Hilfslinie, an der wir die Taschenlampe oder die Lampe des Smartphones ausrichten können.**

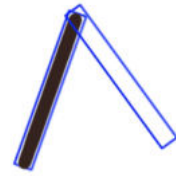


**Geschafft!**  
**So sollte die fertige Schablone aussehen.**

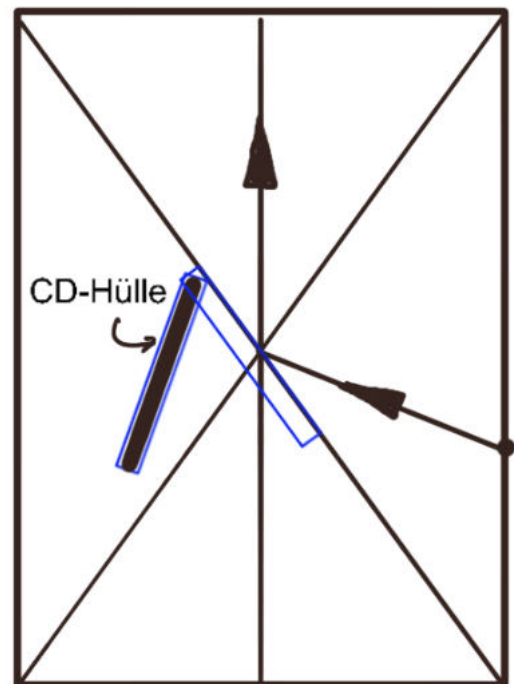


## 2. Die CD-Hülle positionieren

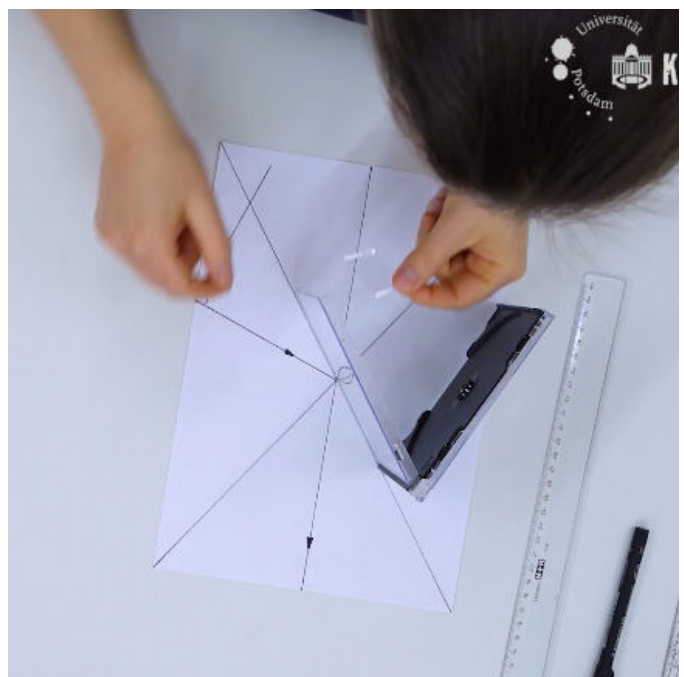
- Entferne die Papier-Einlage auf der Innenseite der CD-Hülle, so dass die Plastik-Vorderseite durchsichtig ist.
- Klappe die CD-Hülle soweit auf, dass sie allein auf den Kanten steht - das der Fall, wenn die Öffnung ungefähr so lang wie deine Hand ist.
- Stelle die CD-Hülle so auf die Schablone, dass die Vorderkante der durchsichtigen Seite auf der Diagonalen steht, die von rechts unten nach links oben verläuft (siehe Skizze rechts).
- Richte dabei die Mitte der durchsichtigen Vorderseite so aus, dass sie auf dem Mittelpunkt der Schablone liegt.



CD-Hülle (hochkant)



- Fixiere beide Seiten der CD-Hülle mit einem Stück Klebestreifen, damit die CD-Hülle auf der Schablone steht.

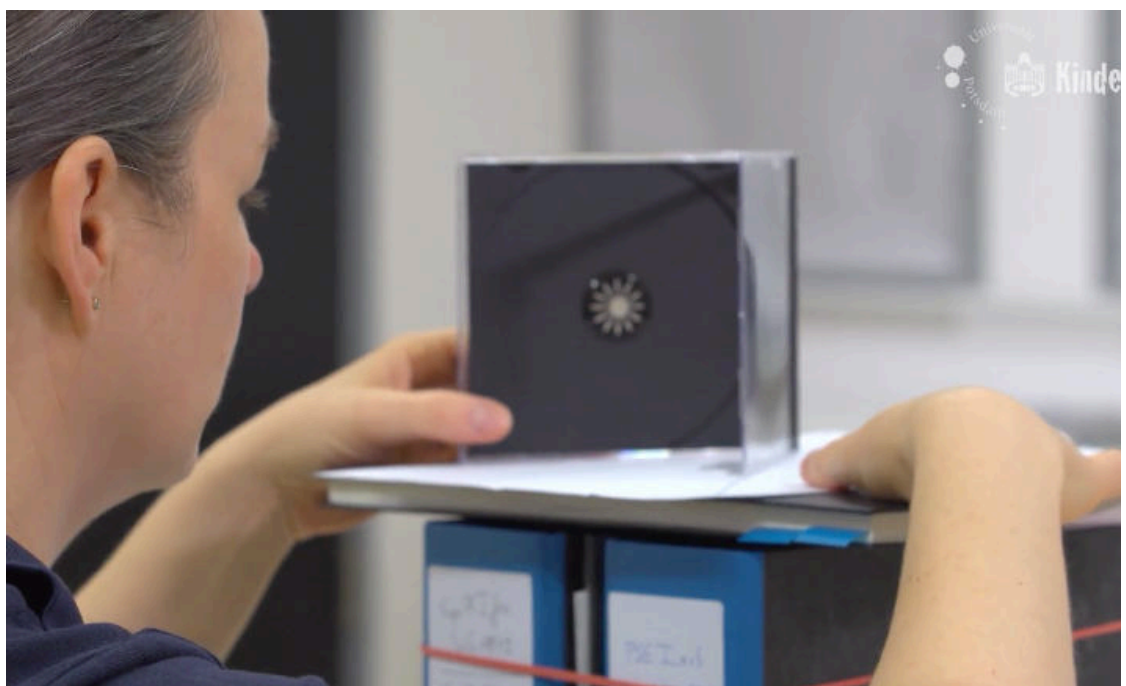
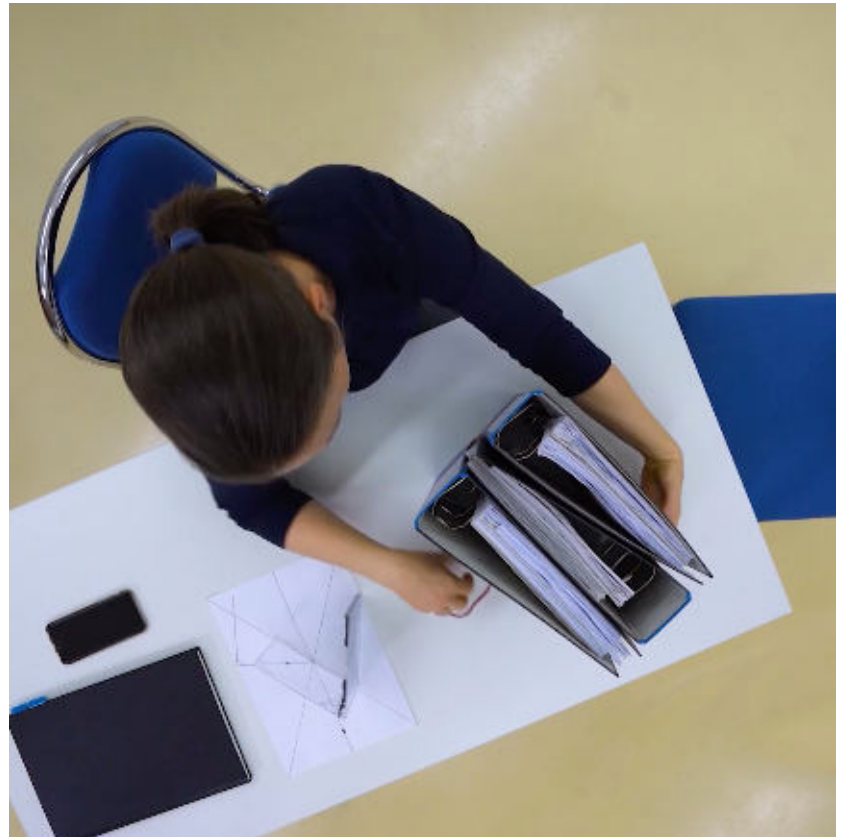


### 3. Das Podest bauen

*Wenn du einen Karton in der Größe von ca.  $L \times B \times H = 30 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$  hast, dann brauchst du das Podest nicht basteln und verwendest den Karton.*

Das brauchst du für diesen Schritt:

- 3 große Ringordner
- 2 Gummibänder
- Stelle die Ringordner aufrecht so hin, dass sich die Vorderseite und der Rücken jeweils abwechseln.
- Fixiere diese Anordnung mit einem Gummiband oben und unten.
- Lege das DIN A4 Buch oder Heft oben auf die Ordner.
- Lege vorsichtig die Schablone mit der CD-Hülle darauf.



## 4. Die Personen hinsetzen

Du brauchst jetzt:

- 1 Tisch
  - 2 Stühle
  - 1 weitere Person
- Du musst jetzt die ganze Anordnung so hinstellen, dass du und dein Partner/deine Partnerin möglichst nah an der Schablone sitzen. Das geht am besten an einem schmalen Tisch gegenüber oder so wie auf dem Bild über die Tischkante.



- Die Schablone mit der CD-Hülle auf dem Podest sollte ungefähr auf Augenhöhe von euch beiden sein.



## 5. Die Lichtquelle ausrichten

- Falte zuerst die schwarze DIN A4-Pappe so, dass die beiden kurzen Kanten aufeinanderliegen. Die Pappe kann nun wie die CD-Hülle aufgeklappt stehen. Die brauchen wir später!

**Bevor du die Lichtquelle positionierst, musst du sicherstellen, dass dein Partner/deine Partnerin durch deine Lichtquelle nicht geblendet wird oder Schäden am Auge bekommt! Dazu mach bitte folgendes:**

### Wenn du ein Smartphone benutzt:

- Schalte die Taschenlampe am Smartphone an und regele die Helligkeit auf die Hälfte oder weniger herunter. In der Tabelle steht, wie das bei iOS- bzw. bei Android-Geräten funktioniert.

iOS-Smartphones	Android-Smartphones
Drücke beim Anschalten der Lampe länger auf das Taschenlampen-Symbol. Dann erscheint ein Balken für die Regelung der Helligkeit.	Tippe nicht auf das Symbol der Taschenlampe, sondern auf den Text „Taschenlampe“ unter dem Symbol. Dann erscheint das Menü für das Einstellen der Helligkeit.

### Wenn du eine Taschenlampe benutzt:

- Das Licht der Taschenlampe soll relativ schwach sein. Falls die Taschenlampe zu hell ist, dann kannst du sie „dimmen“, indem du ein dünnes Taschentuch/Papiertaschentuch davor befestigst.
- Die Helligkeit deiner Taschenlampe kannst du auch testen. Dazu brauchst du ein Smartphone, das einen Lichtsensor hat und die kostenlose App „phyphox“:

-> 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, kannst du durch Vorhalten deiner Hand am Smartphone herausfinden: Bei laufender Messung nimmt die Beleuchtungsstärke stark ab.

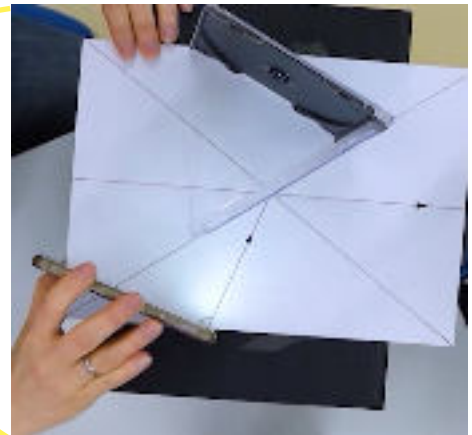
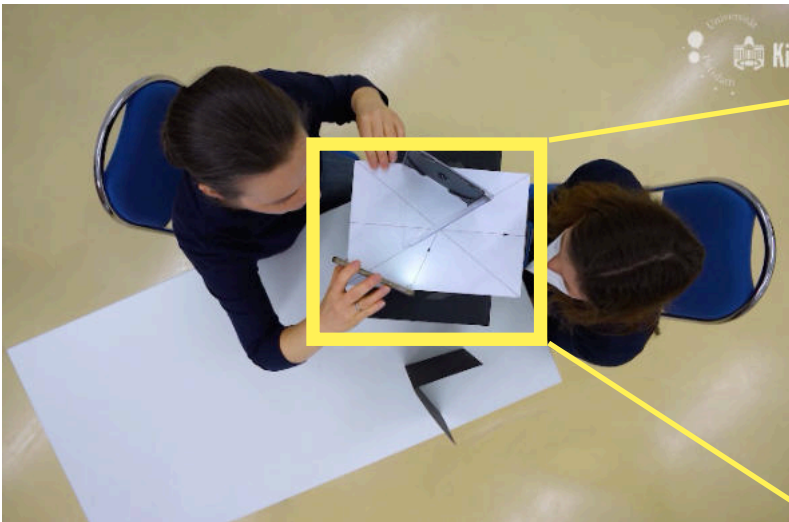
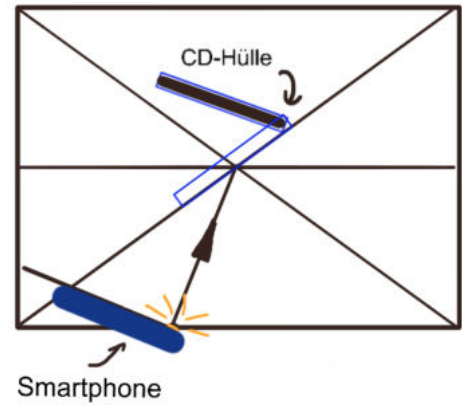
-> Deine Taschenlampe ist ok, wenn die Beleuchtungsstärke im Abstand von ca. 20 cm einen Wert von kleiner als 500 lx (Lux) anzeigt.

**Wenn der Wert größer ist, dann musst du die Helligkeit dimmen (siehe oben)!!!**



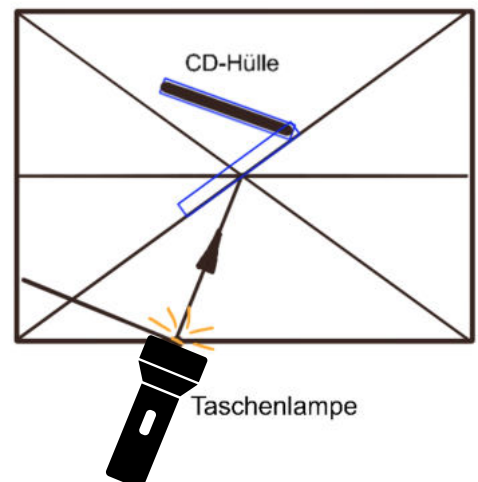
**Wenn du eine Smartphone-Taschenlampe benutzt, dann halte dich an die folgenden Schritte! (Ansonsten lies unten weiter!)**

- Halte das Smartphone jetzt direkt längs an die Linie, die wir in einem rechten Winkel zur Einfallsrichtung des Lichtes gezeichnet haben. Betrachte dazu die rechte Abbildung.
- Die LED muss dabei dicht an der Schablone sein und an dem Punkt liegen, wo die Einfallslinie (die mit dem Pfeil) beginnt.
- Je nach Typ deines Smartphones liegt die LED nicht direkt an der Kante des Smartphones, daher musst du das entsprechend ein kleines Stück verschieben.

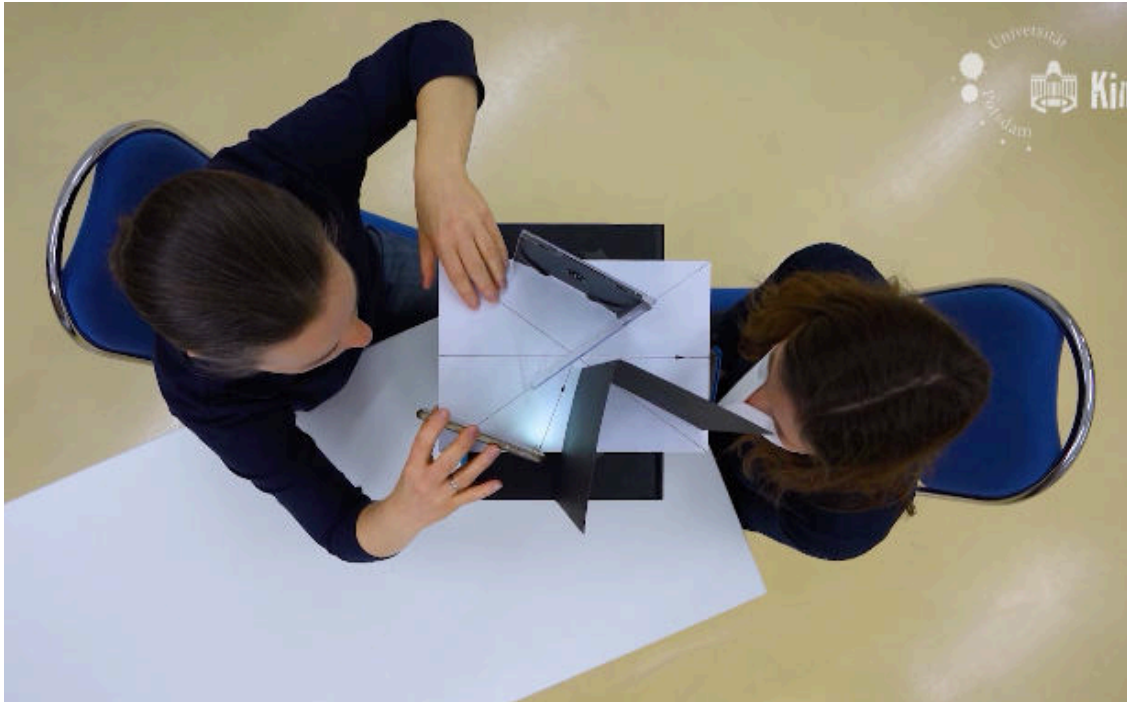


**Wenn du eine Taschenlampe benutzt, dann lies hier weiter!**

- Halte die Taschenlampe so wie in der Skizze zu sehen an die Schablone.
- Die Mitte der Lampe sollte auf dem Punkt liegen, wo die Linie der Einfallsrichtung des Lichtes beginnt.

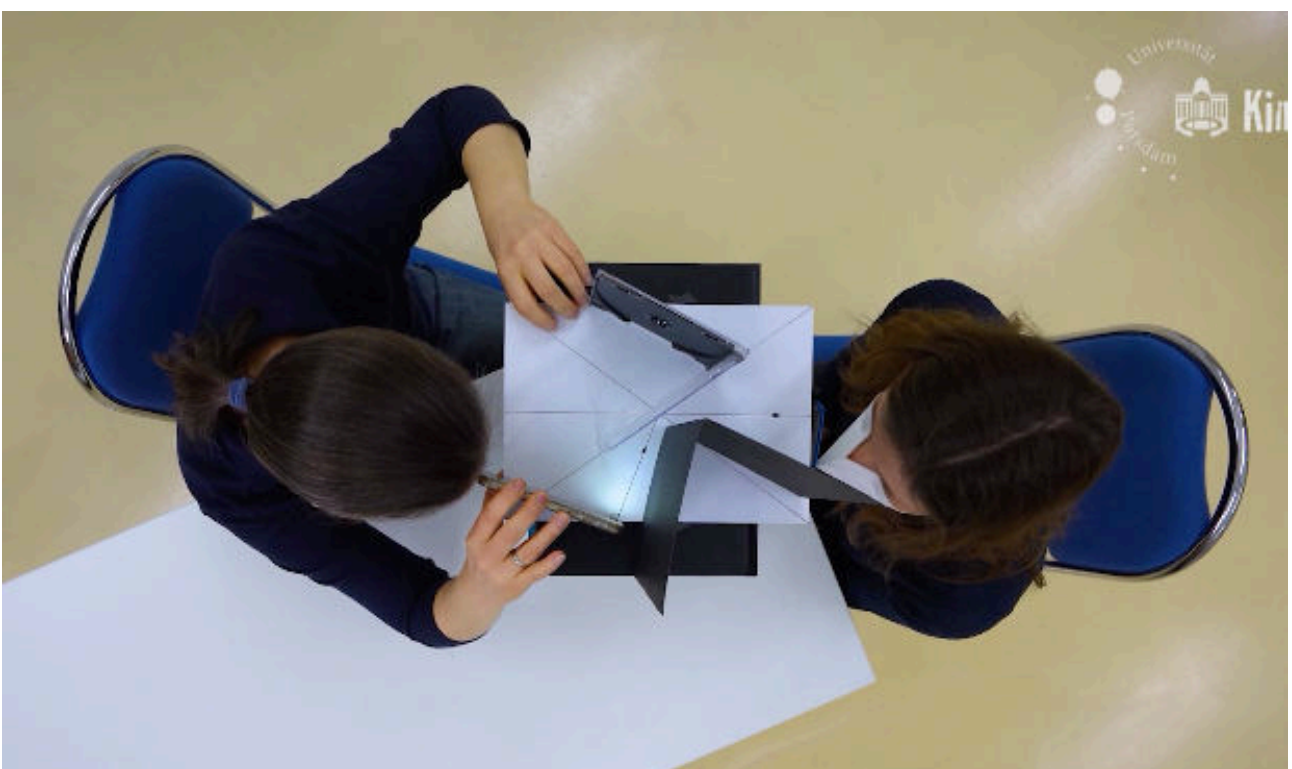


- Stelle jetzt noch die schwarze Pappe aufrecht so hin, dass die Kante davon knapp an der Mitte der Schablone steht. Das Licht von der Lampe muss an der Pappe vorbei auf den Spiegel kommen, darf aber nicht direkt das Gesicht deines Partners/deiner Partnerin beleuchten.



## ... und jetzt hinsehen!

- Positioniere deinen Partner/deine Partnerin so, dass eines seiner/ihrer Augen auf der optischen Achse ist. Die optische Achse ist die lange Mittellinie der Schablone. Das Auge muss dabei oberhalb der Schablonen-Ebene auf der Höhe der LED-Lampe sein.
- Jetzt nimmst du auf der anderen Seite dieselbe Position ein. Am besten kneifst du ein Auge zu und richtest das andere an der optischen Achse aus.



**Falls es nicht auf Anhieb klappt, dann nicht aufgeben!**

**Als Experimentator oder Experimentatorin muss man meistens den Aufbau nochmal prüfen und justieren!**

**Probiere folgende Dinge aus:**

- Kontrolliere, dass das Auge deines Partners an der optischen Achse ausgerichtet ist.
- Kontrolliere die Position der Lichtquelle. Kippe die Lampe ein bisschen und versuche die senkrechte Position zu finden.
- Wenn das alles stimmt, dann positioniere dein Auge noch einmal. Hier hilft es, deinen Kopf ein bisschen hin und her und nach oben und unten zu bewegen. Dabei huscht wahrscheinlich das rote Bild der Netzhaut vorbei - diese Position musst du finden!

**Leuchte deinem Partner/deiner Partnerin nur kurz ins Auge!**

**Wenn du das rote Bild der Netzhaut sehen konntest, dann tauscht bitte die Plätze!**

Viel Spaß beim Experimentieren wünscht euch das Team der Physikdidaktik der Uni Potsdam!

