

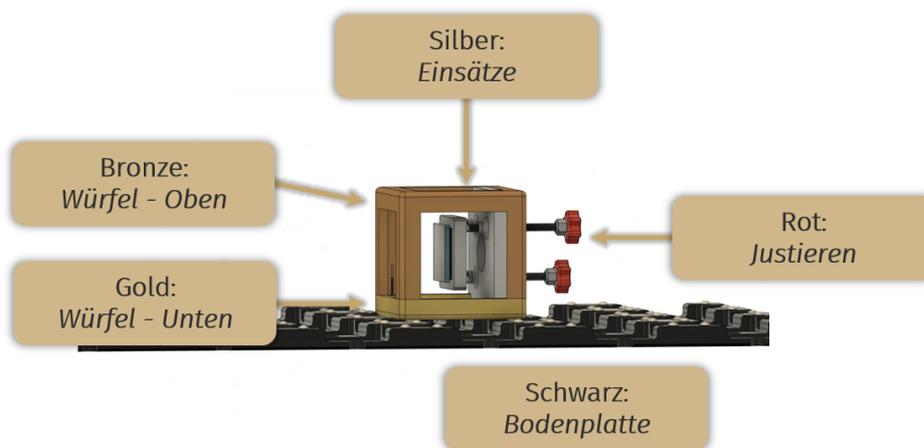
WORKBOOK ()

# [O3Q] MICHELSON INTERFEROMETER



# EXPERIMENTE MIT DEN OPTIK- WÜRFELN: EINFÜHRUNG UND SICHERHEITSHINWEISE

Die Optik-Würfel sind alle ähnlich aufgebaut. Je nach Funktion ist das Innenleben unterschiedlich (z.B. Spiegel, Linsen, etc.), der äußere Aufbau und die Bedeutung der Farbcodierung wie hier im Beispiel gezeigt gilt aber für alle Optik-Würfel:



Farbcodierung der Optik-Würfel: Nur **rot** markierte Bauteile dürfen während des Experiments eingestellt werden, alles andere nicht. Die **goldene Unterseite** des Würfels muss auf der Bodenplatte plaziert werden.

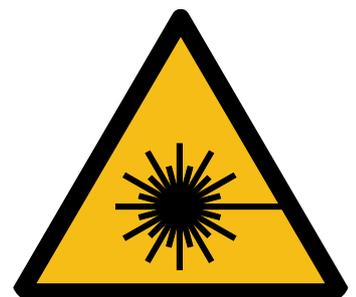
## SICHERHEITSHINWEISE ZUM LASER

### Laser

Aufgrund der hohen Intensität sind Laser schädlich für die Augen und können sowohl kurzzeitige als auch dauerhafte blinde Stellen im Auge verursachen. Der Laserstrahl darf daher **nie** direkt ins Auge treffen. Die folgenden Sicherheitsmaßnahmen sollen verhindern, dass der Laser unbeabsichtigt ins Auge trifft.

### **Laser nur zum Experimentieren einschalten**

- Der Laser wird nur eingeschaltet, wenn er sich auf dem Raster befindet.
- Der Laser wird jedes mal ausgeschaltet, wenn er neu positioniert wird.



W004: Warnung vor Laserstrahl

### Strahlengang kontrollieren

- Vor dem Einschalten wird überprüft, in welche Richtung sich der Strahl ausbreitet. Der Laserstrahl sollte immer parallel zur Tischplatte verlaufen.
- Der Laser wird jedes mal ausgeschaltet, wenn er neu positioniert wird.

### Reflexionen vermeiden

- Reflektierender Schmuck wird abgelegt oder abgeklebt. Insbesondere: *Ringe, Uhren, Armbänder.*
- Reflektierende Gegenstände werden vom Tisch entfernt. Insbesondere: *Etui, Geodreieck, Lineal, Geldbörse.*

## SICHERHEITSHINWEISE ZU DEN MAGNETEN

### Neodymmagnete

Die hier verwendeten Neodymmagnete sind so schwach, dass es in der Regel nicht zu Quetschungen kommen kann. Eine Gefahr besteht trotzdem für Personen mit elektronischen Implantaten (Herzschrittmacher oder Kochleaimplantaten). Außerdem können Neodymmagnete Datenspeicher löschen. Deshalb müssen die folgenden Sicherheitsmaßnahmen eingehalten werden.

### Elektronische Geräte entfernen/fernhalten

- SchülerInnen mit Herzschrittmacher oder Kochleaimplantat informieren die Lehrperson! Eventuell müssen besondere Vorkehrungen getroffen werden.
- Alle Geräte und Gegenstände, die durch magnetische Felder Schaden nehmen können werden vom Tisch entfernt oder vom Aufbau ferngehalten. Insbesondere: *Handys, Tablets, Computer, EC-Karten*

### Lose Magnete

- Lose Magnete dürfen niemals verschluckt werden. Geben Sie der Lehrkraft sofort bescheid, falls sich ein Magnet löst!



W006: Warnung vor magnetischem Feld

# WIE ENTSTEHT DAS INTERFERENZ- MUSTER AM MICHELSON- INTERFEROMETER?

Der Strahlteiler ist das wichtigste Element beim Michelson-Interferometer. Dort wird das Laserlicht sowohl **reflektiert** (Wegstrecke  $S_1$ ) als auch **transmittiert** (Wegstrecke  $S_2$ ). Am Ende beider Wegstrecken steht je ein Spiegel, so dass die Wegstrecken zweimal durchlaufen werden. Das Licht wird am Strahlteiler dann ein zweites Mal sowohl reflektiert als auch transmittiert. Ein Teil vom Licht ( $S_1$ : Erst Reflektion, dann Transmission,  $S_2$ : Erst Transmission, dann Reflektion) wird auf dem Schirm sichtbar, wo beide Teilstrahlen überlagern.



## Strahlteiler

Wenn Licht auf einen Strahlteiler trifft, wird ein Teil des Lichtes gespiegelt (*reflektiert*) und ein Teil durchgelassen (*transmittiert*). Aus dem Alltag kennt man ähnliches Verhalten von Fensterscheiben. Im Gegensatz zu Fensterscheiben wird bei Strahlteilern genau die Hälfte des Lichtes transmittiert und die andere Hälfte reflektiert.

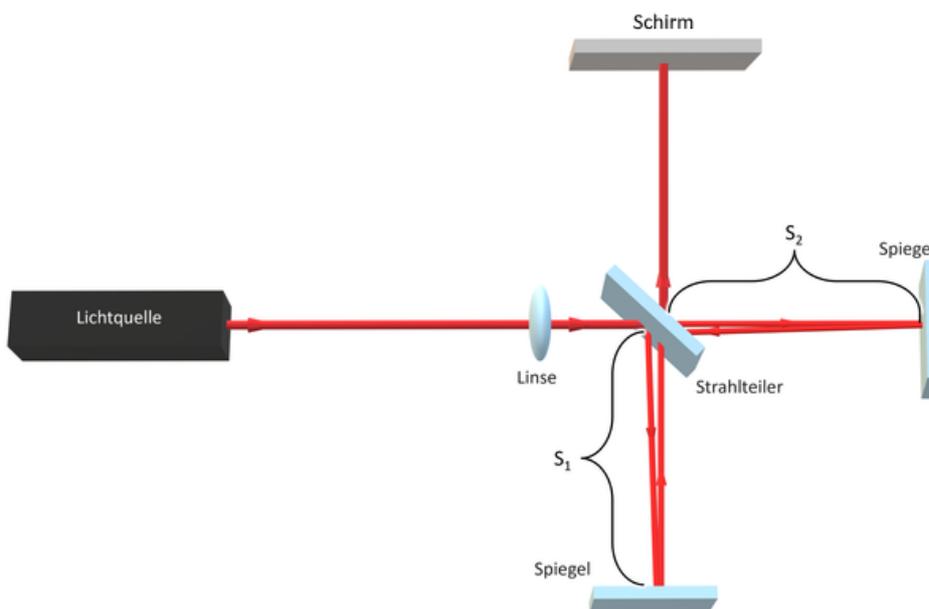


Abb. 1 – Auf dem Schirm überlagert sich das Licht der beide Teilstrahlen.

Auf dem Schirm kann Interferenz beobachtet werden, wenn das Interferometer richtig justiert ist. Durch eine *Linse* kann dafür gesorgt werden, dass sich ein großes Kreismuster bildet, das auch mit bloßem Auge gut zu erkennen ist. Der Einfachheit halber betrachten wir im folgenden nur das Interferenzverhalten in der Mitte des Kreismusters.

## INTERFERENZVERHALTEN BEIM MICHELSON INTERFEROMETER

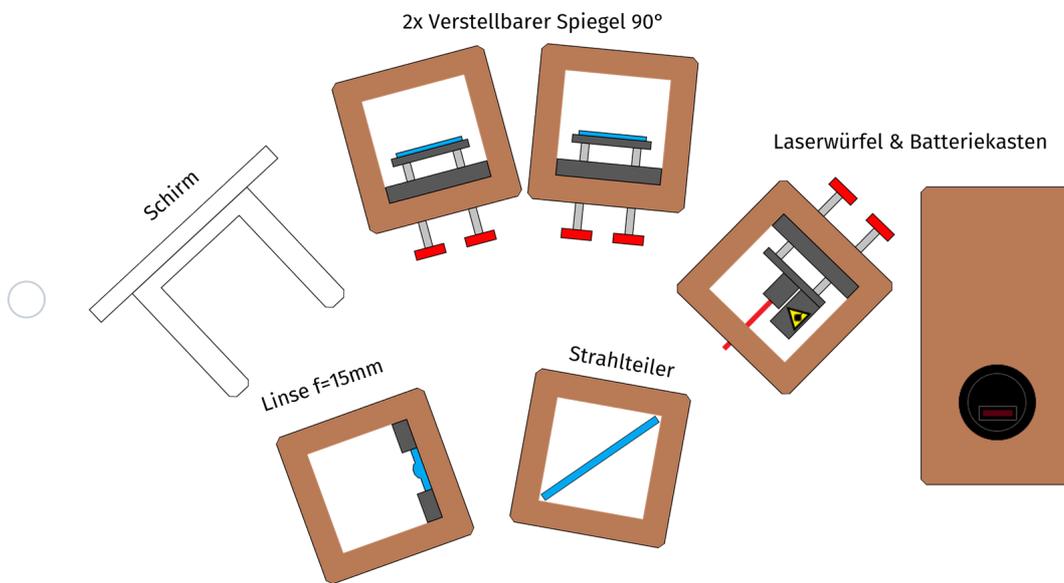
Wir modellieren das Laserlicht als elektromagnetische Welle mit Wellenlänge  $\lambda = 650\text{nm}$  (rotes Licht). Die beiden sinusförmigen Teilstrahlen unterscheiden sich nur in der zurückgelegten Wegstrecke. Dadurch verändert sich nicht die Wellenlängen wohl aber die Orte von Maxima und Minima der Teilwellen (Abb. 2).





# MICHELSON-INTERFEROMETER: AUFBAU DES EXPERIMENTS

**Baue das Michelson-Interferometer auf. Orientieren Dich dazu an den folgenden Schritten:**



Benötigtes Material für den Aufbau eines Michelson-Interferometers

- ① Positioniere den Laser, die Linse und den Schirm wie in Abb. 1. Justiere den Laser mit den roten Schrauben so, dass er die Linse mittig trifft.

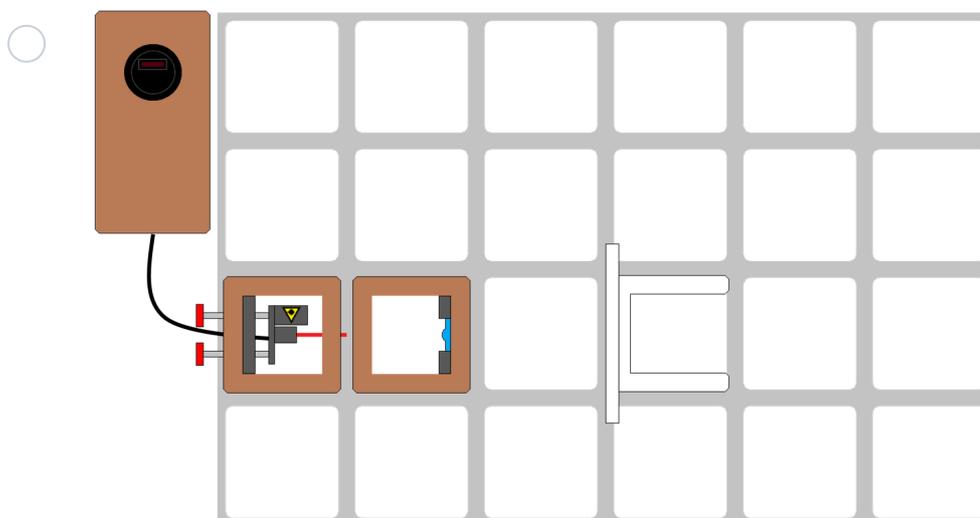
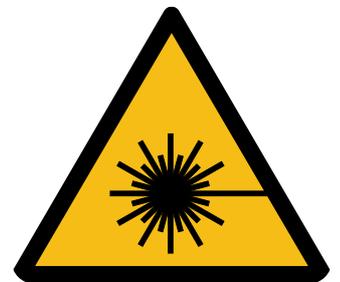


Abb. 1 – Justieren des Lasers



**Achtung! Vergewissern Sie sich, dass die Sicherheitsbestimmungen für den Laser erfüllt sind, bevor er eingeschaltet wird.**

- ② Entferne die Linse und den Schirm aus dem Aufbau und ergänze einen der Spiegel (Abb. 2). Justiere dann den Spiegel so, dass der Laserstrahl genau in die Laserdiode zurück reflektiert wird.

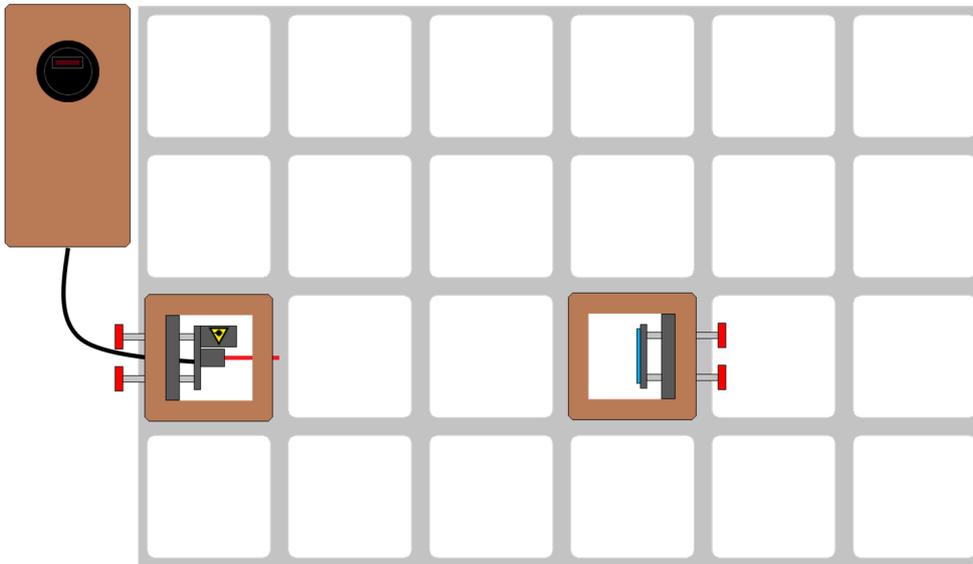


Abb. 2 – Justieren des ersten Spiegels

- ③ Ergänze den Strahlteiler, den zweiten Spiegel und den Schirm (Abb. 3.) Justiere den zweiten Spiegel so, dass die beiden Teilstrahlen sich auf dem Schirm genau überlagern.

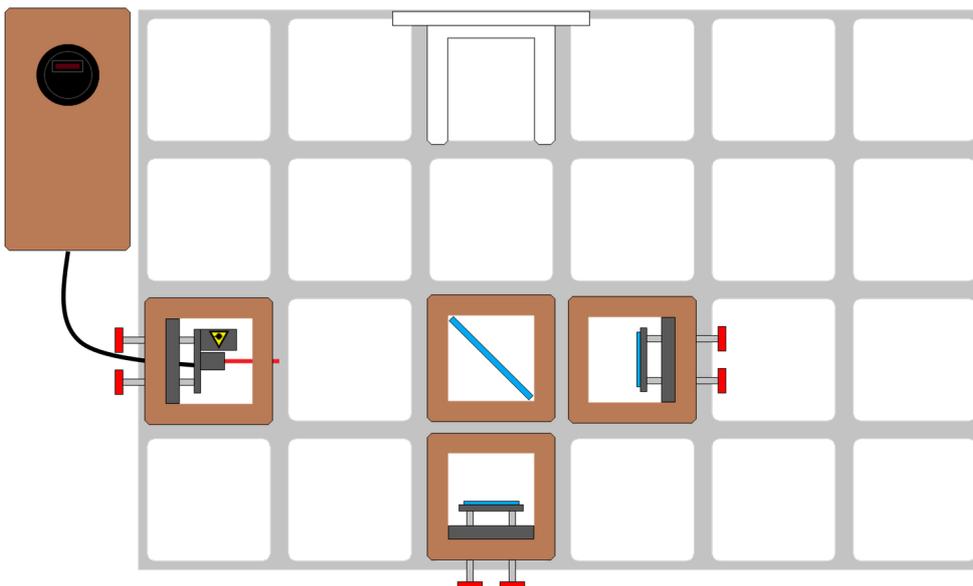


Abb. 3 – Justieren des zweiten Spiegels





- ④ Setze jetzt die Linse in den Strahlengang (Abb. 4). Auf dem Schirm sollte jetzt ein Interferenzmuster zu sehen sein. Durch **vorsichtiges** Justieren die beiden Spiegel lässt sich die Position des Zentrums verschieben.

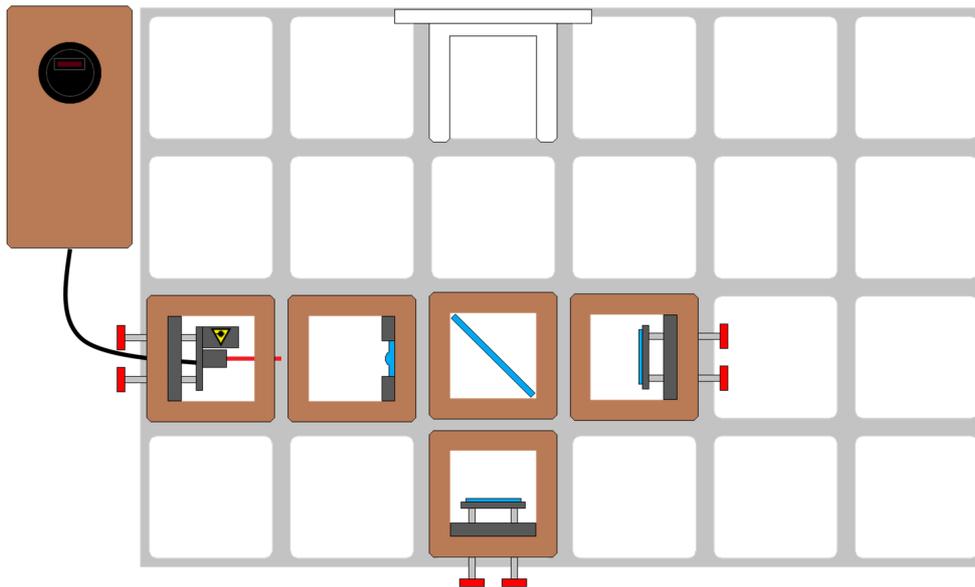


Abb. 4 – Fertiger Ausbau

- ⑤ Verstelle die Spiegel so, dass das Zentrum des Interferenzmusters auf dem Schirm dargestellt ist.



#### Was tun, wenn kein Muster zu sehen ist?

- Das Interferenzverhalten ist **sehr** anfällig. Nimm Arme und Hände vom Tisch und vermeide Erschütterungen.
- Beobachte genau! Manchmal sieht man das Muster erst auf den zweiten Blick.
- Schalte den Laser aus und kontrollieren Sie, ob alle Komponenten korrekt angeordnet sind.
- Entferne die Linse und kontrolliere, ob die beiden Teilstrahlen wirklich genau übereinander liegen. Nimm ggf. auch den Schirm vom Gitter und positioniere ihn weiter entfernt.



### MICHELSON-INTERFEROMETER: BEOBACHTUNGSAUFRÄGE

① Skizziere das Interferenzmuster, das auf dem Schirm entsteht.



② Weise nach, dass das Muster tatsächlich durch Interferenz entstanden ist. Erläutere, wie Du dabei vorgegangen bist.

---

---

---

---

---

---

---







