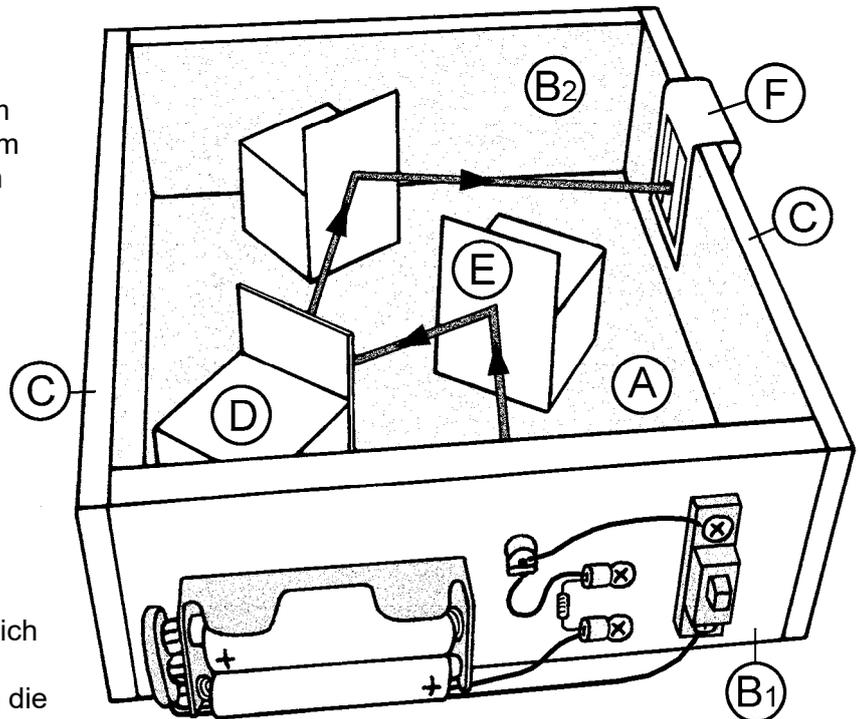


Dieses Kästchen zum Thema Lichtreflexion (Reflexionsgesetz) enthält eine „low-power“-Laserdiode und drei verstellbare Spiegel. Bei diesem Logikspiel geht es darum, den Laserstrahl durch richtiges Kombinieren und Drehen der Spiegel auf ein vorgegebenes Ziel zu lenken.

## Materialliste:

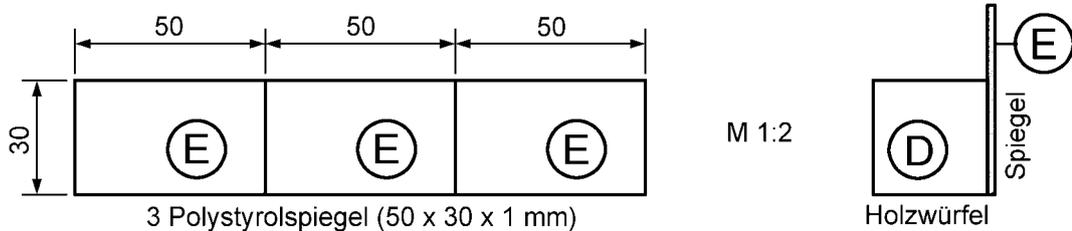
- 1 Pappelspertholz Brett 160 x 140 x 10 mm
- 2 Pappelspertholz Bretter 140 x 60 x 10 mm
- 2 Pappelspertholz Bretter 180 x 60 x 6 mm
- 3 Holzwürfel 30 x 30 x 30 mm
- 1 Aluminiumblech 90 x 30 x 0,8 mm
- 1 Polystyrolspiegel 150 x 30 x 1 mm
- 1 Laserdiode, rot (650 nm) - 3 V
- 1 Widerstand 36 Ohm
- 1 Batteriekasten, 2 x Mignon
- 1 Clip-Anschluss
- 1 Aufbau-Schiebeschalter
- 6 Spanplattenschrauben  $\varnothing$  3 x 12 mm
- 2 Lötösen, abgewinkelt,  $\varnothing$  4,3 mm
- 1 Silikon-Kupplungsschlauch, 20 mm

Achtung: Die Laserdiode ist sehr empfindlich und muss behutsam behandelt werden. Bei unsachgemäßer Handhabung können die dünnen Drähte abgehen.

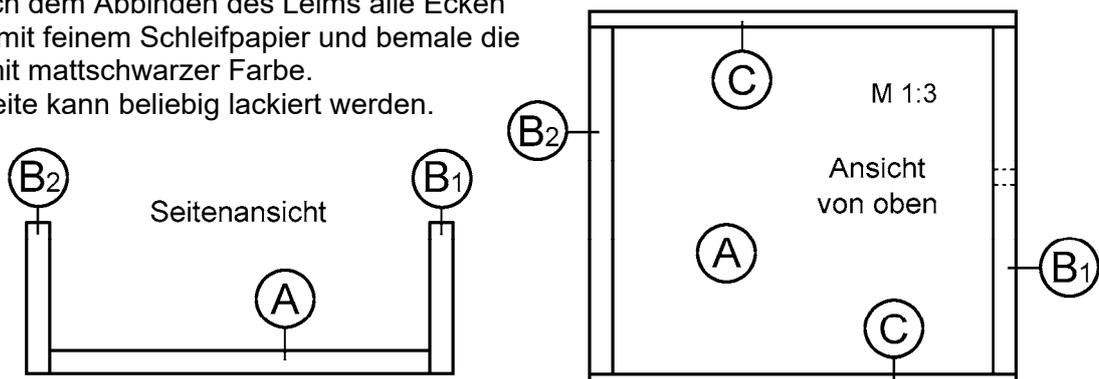


## Arbeitsanleitung:

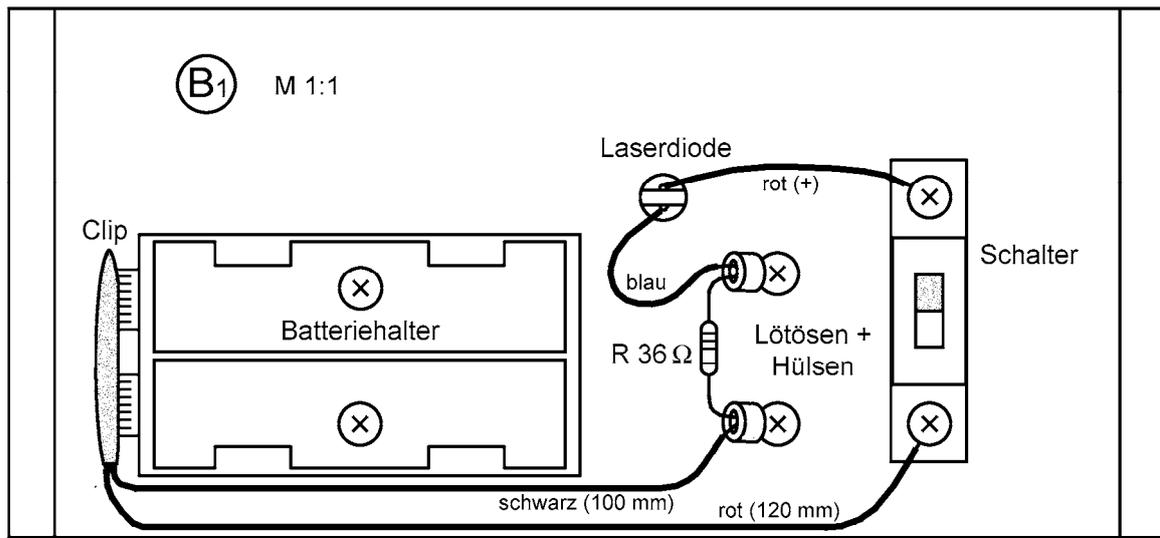
1. Länge den Polystyrol-Spiegelstreifen der Zeichnung entsprechend ab und klebe die drei Spiegel (E) mit Leim, Kontaktkleber oder doppelseitigem Klebeband auf die drei Holzwürfel (D).



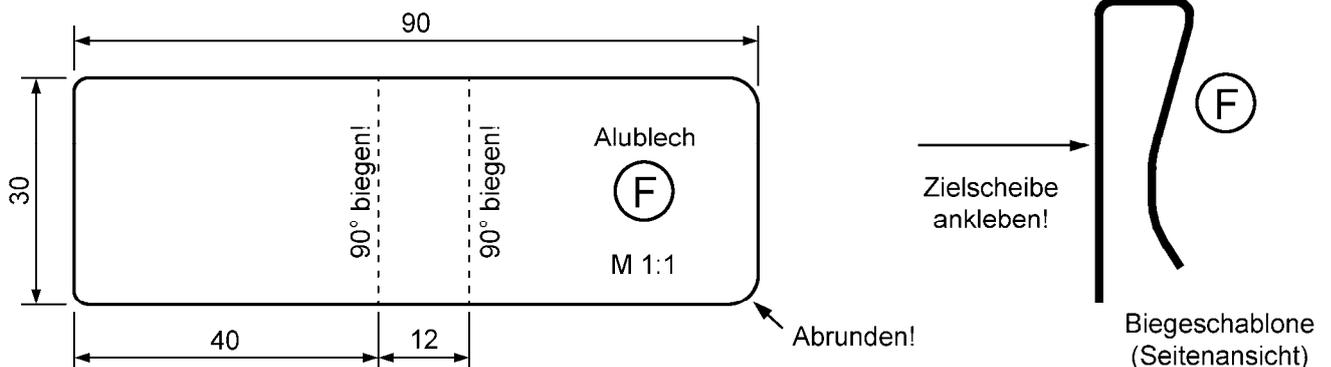
2. Schneide die Bohrschablone für Brett (B1)-(140 x 60 x 10 mm) von Seite 3 aus, lege sie auf das Brett (B1) und markiere die sieben Bohrstellen mit einem Vorstecher. Die  $\varnothing$  6 mm Bohrung muss durchgebohrt werden; die sechs  $\varnothing$  2 mm Bohrungen werden nur ca. 8 mm tief vorgebohrt. Verwende dazu am besten eine Ständerbohrmaschine mit Tiefenstopp.
3. Leime die fünf Bretter (A)-(160 x 140 x 10 mm), (B1) + (B2)-(140 x 60 x 10 mm) und (C)-(180 x 60 x 6 mm) laut Zeichnung zu einem Kästchen zusammen. Achte darauf, dass sich die  $\varnothing$  2 mm Bohrungen von Brett (B1) auf der Außenseite des Kästchens befinden! Entgrate nach dem Abbinden des Leims alle Ecken und Kanten mit feinem Schleifpapier und bemale die Innenseite mit mattschwarzer Farbe. Die Außenseite kann beliebig lackiert werden.



4. Befestige den Batteriehalter und die zwei abgewinkelten Lötösen mit Spanplattenschrauben 3 x 12 mm an den vorgebohrten Löchern von Brett (B1). Schneide zwei 7 mm lange Schlauchhülsen vom beiliegenden Silikonschlauch und schiebe sie auf die Lötösen. Kürze den roten und schwarzen Draht des Clip-Anschlusses den Angaben entsprechend, isoliere die Enden ca. 8 mm ab und verdrille die Litzen. Auch die Anschlussdrähte der Laserdiode müssen vorsichtig ca. 8 mm abisoliert werden. Schiebe die Diode dann in die Ø 6 mm Bohrung von Brett (B1). Drücke den Clip auf die Batterieanschlüsse und befestige den Schalter mit Spanplattenschrauben und eingeschobenen, roten Drahtenden von Clip und Laserdiode auf dem Brett. Kürze beide Anschlussdrähte des Widerstandes (36 Ohm) auf 20 mm, biege sie zurecht und klemme sie mittels Schlauchhülsen an die zwei Lötösen. Zuletzt werden noch der blaue Draht der Laserdiode und der schwarze Clip-Draht laut Verdrahtungsplan eingeklemmt. Lege zwei Mignon-Batterien ein und betätige den Schalter: Die Laserdiode müsste nun aufleuchten. Nach der Funktionskontrolle muss der Laser an der Ø 6 mm Bohrung mit Alleskleber, Leim oder Heißkleber verklebt werden.



5. Die Zielvorrichtung entsteht aus dem Aluminiumblech (F)-(90 x 30 x 0,8 mm). Runde das Blechstück der Zeichnung entsprechend mit einer kleinen Blechschere ab und entgrate alle Kanten mit einem Schleifklötzchen.



Zeichne die Biegelinien an und biege das Alublech im Schraubstock und anschließend mit einer Flachzange zurecht. Schneide die Zielscheibe von Seite 3 aus und klebe sie mittig auf die Vorderseite der Zielvorrichtung (F).

### Schutzbestimmungen zum Betrieb von Laserdioden:

Diese Laser-Anwendung ist grundsätzlich als ungefährlich einzustufen, weil die Lichtleistung nur bei ca. 1 mW liegt. Dennoch müssen einige Schutzbestimmungen eingehalten werden:

- Die beiliegende Laserdiode darf nicht ohne Vorwiderstand (36 Ohm) betrieben werden!
- Vermeide direkten Augenkontakt mit dem Laserstrahl! Er könnte die Netzhaut verletzen!
- Verwende die Laserdiode nicht für andere Zwecke!
- Richte den Laserstrahl nie auf Personen, Tiere und fahrende oder fliegende Objekte!

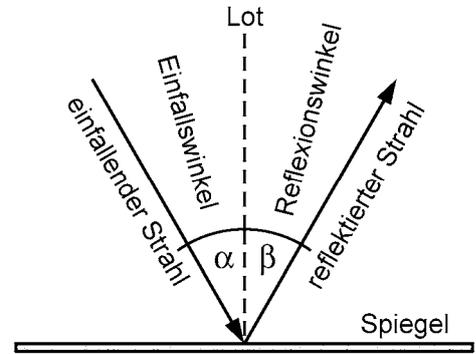
Lehrmodell für didaktische Zwecke, Verwendung unter Aufsicht von Erwachsenen. Achtung: Verschluckbare Kleinteile.  
Nicht geeignet für Kinder unter 3 Jahren. © Winkler Schulbedarf GmbH | www.winklerschulbedarf.com

## Reflexionsgesetz:

Die beiliegende Laserdiode erzeugt einen roten Laserstrahl mit einer Wellenlänge von 650 nm (Nanometer).

Trifft ein Lichtstrahl auf die Oberfläche eines ebenen Spiegels, so wird er in eine bestimmte Richtung reflektiert.

Das **Reflexionsgesetz** besagt, dass der **Einfallswinkel  $\alpha$**  genau so groß ist wie der **Ausfallswinkel  $\beta$** , wobei beide Winkel **vom Einfallslot** gemessen werden. Das **Lot** ist eine gedachte Hilfslinie, die  $90^\circ$  zur Spiegelfläche steht.



## Spielanleitung:

1. Stecke die Zielvorrichtung (F) seitlich auf ein Brett (C) und übe die Positionierung der Spiegel zuerst bei eingeschalteter Laserdiode (LD) mit einem Spiegel, dann mit zwei und schließlich mit allen drei Spiegeln.

Bei eingeschalteter LD hat derjenige gewonnen, der in kürzester Zeit die drei Spiegel so gestellt hat, dass der Laserstrahl genau auf das Zentrum (3) der Zielscheibe trifft.

2. Wesentlich schwieriger wird es, wenn die Spiegel bei ausgeschaltetem Laserlicht richtig positioniert werden sollen. Besonders bei dieser Spielvariante empfiehlt es sich, vorerst mit einem Spiegel zu beginnen. Erst beim Einschalten des Lasers sieht man, ob der Laserstrahl die Zielscheibe trifft und wie viele Punkte (1 - 3) man erreicht hat.

Ein Tipp: Einen Laserstrahl kann man durch Rauch oder Feinstaub (z.B. von einem Kreide-Tafeltuch) sichtbar machen.

---

## **Bohrschablone (B1) und Zielscheibe zum Ausschneiden:**

