



Bauanleitung Laser Flipper



Hinweis

Diese Anleitung zeigt, wie das Experiment Laser Flipper gebaut wird. Die Spielanleitung kann im Dokument «Experiment Laser Flipper» eingesehen werden.



Sicherheitshinweis

Nie direkt in den Laser blicken. Striktes Verbot, mit dem Laser direkt oder via Spiegel auf Personen zu zielen!



Material

Für den Bau brauchst du folgende Materialien:

- ENTWEDER, falls der Flipperkasten fix sein soll («solider Kasten»):
 - 1 Sperrholzplatte ca. 70cm x 50cm (Länge, Breite der Kiste), 9mm dick
 - Sperrholzplatten: 2 Stück «Länge + 1cm» x 10cm, 2 Stück «Breite+1cm» x 10cm, 2 Stück 25cm x 10cm, alle 9mm dick
- ODER, falls der Flipperkasten zerlegbar sein und z.B. in eine Rako-Kiste passen soll («flach verstaubare Kiste»):
 - 2 Sperrholzplatten, 35cm x 55cm, 9mm dick
 - Sperrholzplatten: 4 Stück 36cm x 10cm, 2 Stück 56cm x 10cm, 2 Stück 25cm x 10cm, alle 9mm dick
- 1 Dachlatte
- 1 Stück Rohr aus Metall oder Glasfaser, z.B. eine ausgediente, dünne Zeltstange
- 12 Spiegel 5cm x 5cm (aus hochglanzpoliertem Aluminium oder Glas oder Plexiglas)
- 1 Laser-Pointer
- Energiequelle:
 - 1 Solarpanel 5V Nennspannung (10 – 12 Zellen in Serie), 100 - 500mA Strom ODER
 - Wiederaufladbare Batterien, total 4,5V Spannung ODER
 - Handy-Ladegerät mit USB-Ausgang (einzustecken in die Steckdose)
- Ausgedruckte, laminierte Dekorationen
- Acrylfarbe(n)
- Dünne Nägel
- Holzleim

Optional:

- 1m Plastik-Glasfaser, 1mm Durchmesser
- Klettverschluss und kleine Scharniere, falls die Kiste faltbar gebaut wird.



Werkzeuge

Für den Bau brauchst du folgende Werkzeuge:

- Bohrmaschine und Bohrer-Set
- Stichsäge

- Handsäge
- Schleifpapier
- Pinsel

Optional:

- LötKolben



Schritt für Schritt Bauanleitung

Schritt 1: Den Kasten bauen

Zuerst bauen wir aus Sperrholz eine Kiste ohne Deckel mit einer Grundfläche von ca. 70cm x 50cm; die Seitenwände sind 10cm hoch und etwas länger als die jeweilige Seite der Grundfläche.

Version solider Kasten: Bei Sperrholz ab 9mm Dicke können die Wände untereinander und mit der Grundfläche mit dünnen Schrauben oder dünnen Nägeln und Holzleim verbunden werden.

Version flach verstaubare Kiste: Die Grundfläche kann aus zwei Hälften bestehen, die untereinander z.B. mit Scharnieren (an der Unterseite) verbunden sind oder auch nur nebeneinandergestellt werden. Die Wände werden so gebaut, dass sie mit Klettverschluss zu einem Rechteck verbunden werden können. Das Rechteck ist *innen* so gross wie die Grundfläche und wird einfach um die Grundfläche herum aufgebaut.

Um die Form eines Flipperkastens nachzuahmen, bauen wir noch zwei diagonale Zwischenwände, welche in die oberen beiden Ecken eingebaut werden (siehe Bilder unten).

Nun streichen wir den Kasten zuerst einfarbig mit Acrylfarbe. Dekorationen können wir später darübermalen.



Ein solider Kasten



Die faltbaren Wände eines flach verstaubaren Kastens



Der aufgebaute, faltbare Kasten

Schritt 2: Hindernisse, Flipper und Spiegel bauen

Wir können beliebige Hindernisse bauen, die meist mit einem Spiegel versehen werden. Diese sind an die Elemente der klassischen Flipperkastens angelehnt (auf <https://de.wikipedia.org/wiki/Flipperautomat> findest du ein paar Ideen). Am einfachsten werden diese Hindernisse aus Stücken einer Dachlatte gebaut; wir können z.B. 5cm lange Abschnitte

verwenden. Die Hindernissen können drehbar oder auch frei beweglich sein. Die beiden «Flipper-Arme» werden nach dem gleichen Prinzip gebaut und tragen auch je einen Spiegel.

Einige Beispiele:

- «Schlagtürme» oder «Bumper» sind runde Elemente, die normalerweise die Kugel mit Kraft wegschlagen. In unserem Fall sind es um 360° bewegliche Holzklötze mit je einem Spiegel und einer runden Dekoration obendrauf. Die meisten Flipperkasten haben 3 oder 5 «Bumpers».
- Die Flipper-Arme schlagen im Spiel die Kugel wieder zurück nach oben. Wir symbolisieren sie mit zwei beweglichen Hebeln, mit je einem Spiegel versehen.
- «Joker» sind frei bewegliche Elemente, die es nur beim Laser Flipper gibt. Es sind Holzklötze mit einem Spiegel und einer Dekoration obendrauf.
- «Wolken» gibt es auch nur bei uns. Das sind Holzklötze ohne Spiegel, welche die Spielleitung vor Spielbeginn aufstellen kann, um das Spiel schwieriger zu machen.
- Ein «Tunnel» ist ein viereckiger Kanal, der entweder fix oder drehbar eingebaut werden kann.
- Wir können an verschiedenen Stellen am Kastenrand Spiegel ankleben, die als «Zielscheiben» oder «Targets» zusätzliche Punkte geben.



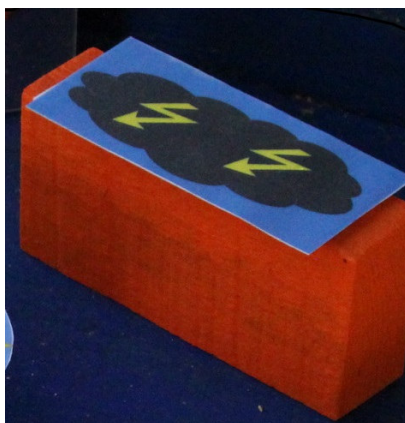
Schlagtürme/Bumper



Flipper-Arme



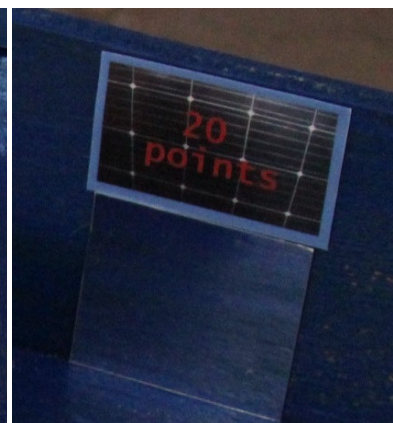
Joker



Wolken



Tunnel



Zielscheiben/Targets

Holzstück: Wir schneiden jeweils ein Stück der Dachlatte zu (z.B. 5cm lang) und schleifen die Seiten und Kanten mit Schleifpapier glatt. Die Elemente, welche an einer bestimmten Stelle drehbar montiert werden, benötigen nun ein Loch an der Unterseite. Bei den Schlagtürmen sollte dieses Loch in der Mitte der Unterseite sein, bei den Flipper-Armen jeweils weiter links bzw. weiter rechts. Wir bohren ein Loch im Durchmesser der Zeltstange und schneiden ein 2cm langes Stück Zeltstange zu. Nun bemalen wir das Holzstück mit Acrylfarbe.

Spiegel: Die meisten Elemente werden mit einem Spiegel versehen, z.B. 5cm x 5cm gross. Dünne Aluminiumspiegel können wir mit einem Cutter ritzen und dann brechen. Glasspiegel lassen wir besser vom Glaser zuschneiden. Es ist am einfachsten, wenn wir die Spiegel mit doppelseitigem Klebeband befestigen. Als Alternative können wir auch Sekundenkleber oder Zweiphasen-Epoxykleber (Araldit) verwenden. Am besten probieren wir zuerst aus, welcher Kleber sich für unsere Spiegel und Holzklötze am besten eignet. Falls wir Aluminiumspiegel verwenden, rauhen wir die Rückseite mit Schleifpapier auf und reinigen die Fläche mit Brennsprit, damit der Kleber besser hält.

Wichtig: Die Spiegel können auch mit einem Scharnier angebracht werden, siehe «Bemerkung zum Problem, dass der Laserstrahl nicht immer horizontal bleibt» weiter unten.

Drehgelenk: Abgesehen von den Jokern und Wolken sind alle Elemente durch einen Zapfen so mit der Grundfläche verbunden, dass sie drehbar sind. Dazu hatten wir vorher ein Loch im Durchmesser der Zeltstange unten ins Holzstück gebohrt. Das kurze Stück Zeltstange leimen wir so ein, dass es ungefähr 5mm übersteht.

Dekoration der Hindernisse: Die meisten Hindernisse haben ein Bild obendrauf. Diese Bilder können wir von Hand farbig zeichnen oder aber mit einem Grafikprogramm am Computer erstellen und ausdrucken. Sie sollten mindestens die zu gewinnende Punktzahl angeben und einige grafische Elemente enthalten.

Wir drucken (oder zeichnen) auf ein dickes Papier und laminieren dieses. Dann schneiden wir die einzelnen Bilder aus und kleben sie mit doppelseitigem Klebeband auf die Hindernisse. (Im Falle der «Zielscheiben» kleben wir die Bilder über oder neben den Spiegeln an die Wände.)

Schritt 3: Vorrichtung für den Laserpointer bauen

Der Laserpointer braucht eine Vorrichtung, um ihn horizontal stabil festzuhalten. Diesen können wir aus einem Stück Dachlatte bauen. Das Holzstück braucht ein Loch oder eine Kerbe auf der gewünschten Höhe des Laserstrahls (z.B. 2,5cm wenn wir 5cm hohe Spiegel verwenden). Wir brauchen auch eine Möglichkeit, den Tastschalter einzuklemmen, damit der Laser konstant leuchtet. Dies kann durch Einklemmen in der Kerbe erreicht werden oder mit einer Wäscheklammer etc. Die Vorrichtung schleifen wir mit Schleifpapier glatt und streichen sie mit Acrylfarbe an.



Die Vorrichtung des Laserpointers



Ein umgebauter Laserpointer (siehe Kasten unten) wird mit einer Powerbank betrieben. Eine Diode im Kabel reduziert die Spannung.

Die Batterien des Laserpointers halten nicht sehr lange durch und müssen häufig ersetzt werden.

(Nur) wer Kenntnisse in Elektrik hat, kann in einem Pointer die Batterien entfernen und zwei Kabel an die Kontakte anlöten, auf die normalerweise die Batterien drücken (positiver und negativer Kontakt¹).

So können wir den Laserpointer an eine externe Spannungsquelle anschliessen, z.B. an eine wiederaufladbare Batterie, an ein kleines Solarpanel oder via Handy-Netzteil an eine Steckdose. Die Spannung muss in etwa der Gesamtspannung der Knopfzellen entsprechen; normalerweise $3 \times 1.5V = 4.5V$.

Ist die Spannung unserer «Quelle» zu hoch, können wir im Kabel in Serie eine oder mehrere Dioden einbauen; jede Diode reduziert die Spannung um 0.7V.

Im Test hat sich ein kleines Solarpanel von ca. 10 bis 12 Solarzellen in Serie sehr gut bewährt. Sogar bei bedecktem Himmel funktionierte der Laser perfekt. Eine Powerbank hingegen erfüllte diesen Zweck nur schlecht. Nach einigen Sekunden schaltete sie sich jeweils von selbst aus, da der Laserpointer zu wenig Strom braucht und die Powerbank «denkt», es sei gar nichts angeschlossen. Für die Verwendung mit einer Powerbank sind Dioden im Kabel also zwingend. Als Alternative sind wiederaufladbare Batterien denkbar oder das Anschliessen an eine Steckdose, via Handy-Netzteil und Verlängerungskabel.

Schritt 4: Flipperkasten fertigstellen und dekorieren

Wer gut malen kann, kann den Flipperkasten mit weiteren Motiven verzieren, wie einen richtigen Flipper. Oder aber man kann einzelne Elemente mit einer anderen als der Grundfarbe anstreichen. Lassen wir unsere Fantasie walten!

Optional können wir an zwei Stellen des Kastens ein Loch bohren und ein Plastik-Glasfaserbündel so hineinstecken, dass es an *einer Stelle* vom Laserstrahl getroffen werden kann und an der *anderen Stelle* aufleuchtet. Die Glasfasern befinden sich *ausserhalb* des Kastens, nur bei den Löchern reichen ihre Enden je ein paar Millimeter in den Kasten hinein. Der Laserstrahl kann zu allerletzt auf diese Fasern gelenkt werden (danach ist er zu schwach, um weiter zu führen); dies gibt viele Extra-Punkte.



Das Glasfaserbündel, von aussen gesehen.



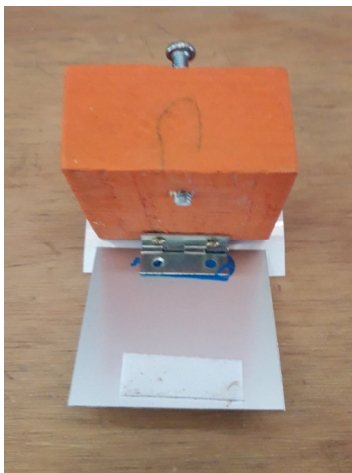
Die Enden der Glasfasern ragen einige Millimeter ins Innere des Flipperkastens.

1 Ein wichtiges Detail: Bei den kleinen Knopfzellen ist der positive Pol aussen und nicht im Zentrum, wie bei den anderen Batterie-Typen.

Bemerkung zum Problem, dass der Laserstrahl nicht immer horizontal bleibt:

Ein Problem des Spiels besteht darin, dass der Laserstrahl nicht immer horizontal bleibt (ausser wir erstellen unsere Hindernisse und den Kasten absolut perfekt). Aktuell lösen wir das Problem dadurch, dass wir die Spiegel an je ein kleines Scharnier kleben, damit ihr Winkel mit einer Stellschraube korrigiert werden kann. Für die Stellschraube bohren wir ein Loch durch den Holzklötz (siehe Fotos) und kleben darin die Gegenmutter fest. Das System funktioniert zwar, ist aber etwas mühsam im Gebrauch.

Wer eine bessere Lösung findet, informiert uns bitte, damit wir diese in die Bauanleitung aufnehmen können.



Das Holzklötzchen mit Scharnier und Spiegel von unten gesehen («kopfüber»).



Der Winkel des Spiegels kann mit der Stellschraube korrigiert werden.

**Weitere Infos**

Die **Spielanleitung** ist im Dokument «Experiment Laser Flipper» zu finden. Viel Spass!