

# Praktische Jahresarbeit

## Flipperautomat

Klasse 9



## Inhalt

Planung .....	3
Versuchsaufbau des elektronischen Schlägers .....	4
Versuchsaufbau des mechanischen Schlägers .....	5
Versuchsaufbau der Startbahn für die Kugel.....	5
Versuchsaufbau von Slingshots .....	6
Grundkasten des Flippers .....	7
Der Bau der Schläger .....	9
Programmierung des Arduinos bzw. des Displays .....	11
Servoarm bauen .....	13
Startbahn der Kugel.....	13
Umlenkbogen für die Kugel.....	15
Slingshots bauen.....	16
Initiatoren einbauen .....	16
Was habe ich gelernt? .....	16
Bilder vom Bau des Flipperautomaten.....	18

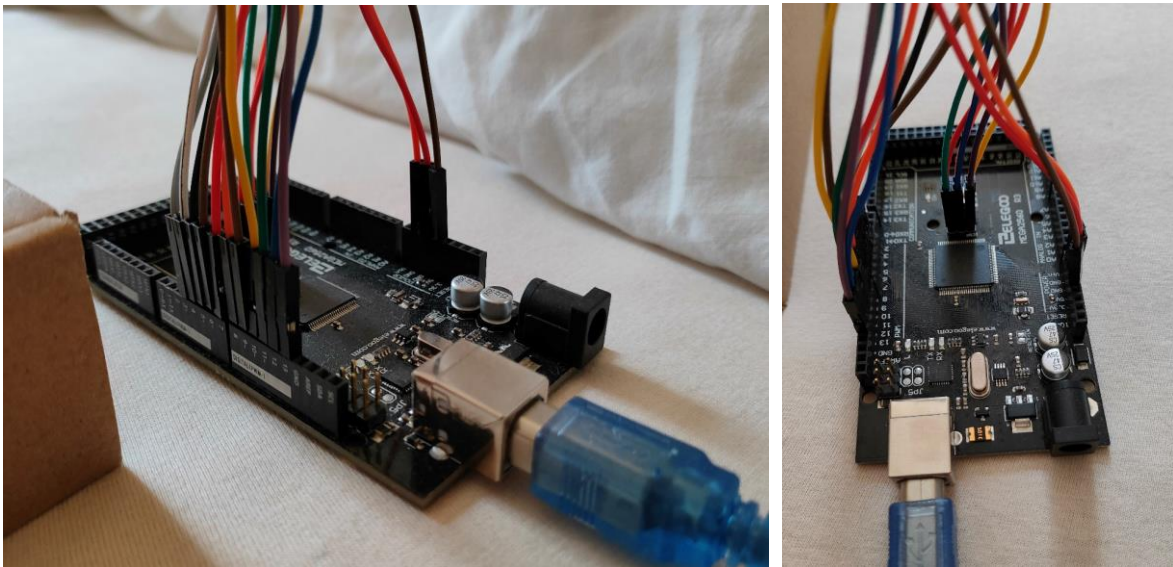
## Planung

Ich habe mich dafür entschieden, als meine praktische Jahresarbeit einen Flipperautomaten zu bauen. Am Anfang des Schuljahres habe ich überlegt, was ich für die praktische Jahresarbeit bauen könnte. Ich bin auf die Idee mit dem Flipperautomaten gekommen und habe dazu ein paar Nachforschungen angestellt. Auf YouTube habe ich ein Video gefunden, wie sich jemand so etwas gebaut hat. Dann habe ich meinen Meister (meinen Opa) gefragt, ob er sich vorstellen kann mit mir einen Flipperautomaten zu bauen. Er hat „Ja“ gesagt. In den Weihnachtsferien haben wir angefangen, uns noch mehr Videos auf YouTube zu dem Thema anzuschauen und im Internet nach Beispielen von anderen Leuten, die auch einen Flipperautomaten gebaut haben, zu suchen. Wir haben auch angefangen, auf Amazon passende Teile rauszusuchen. Das war gar nicht so einfach, weil mein Opa so etwas auch noch nicht gemacht hat (Er hat zwar früher als Elektriker gearbeitet, kannte sich aber mit solchen Teilen auch noch nicht so richtig aus) und es extrem viele verschiedene Hersteller der gleichen Produkte gibt und man also nicht weiß, was das Beste ist, damit am Ende auch alles zusammenpasst und funktioniert.

In den Winterferien haben wir angefangen, alles zu bestellen. Bis zu den Winterferien haben wir immer nochmal andere, bessere (manchmal billigere) Teile gefunden. Multiplexplatten sind Platten, die so aussehen (und im Prinzip auch das Gleiche sind) wie Sperrholzplatten, allerdings aber viel dicker sind. Wir brauchten ca. 12 mm dicke Platten. Bis zu den Winterferien hatten wir noch kein gutes Angebot gefunden. Alle Angebote waren extrem teuer (teilweise 50 Euro oder mehr pro Platte, die 100 cm x 50 cm groß war und wir brauchten 4 Stück davon), weswegen ich nach langem Suchen auf die Idee gekommen bin, einmal bei Ebay danach zu schauen. Es gab tatsächlich einen richtigen Händler auf Ebay, der Platten in unserer Größe neu verkauft (er hat auch ganz viele andere Größen verkauft). Bei dem Händler haben uns die 4 Platten zusammen gerade einmal gut 40 Euro gekostet. Zu dem Zeitpunkt konnten wir dann endlich alle Teile bestellen, mussten aber allerdings noch warten, bis die Teile (vor allem die Multiplexplatten) da waren.

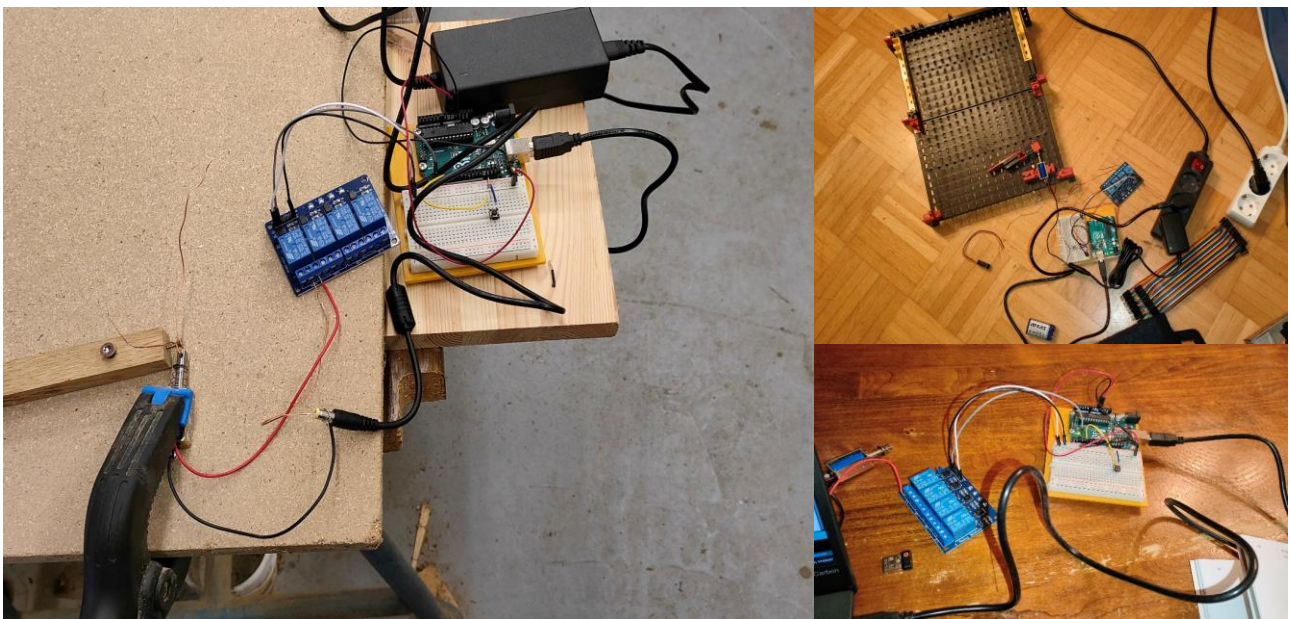
Ich habe für den Punktezähler einen Arduino-Mega-Einplatinencomputer gewählt, weil man ihn leicht an ein Display, welches die Punkte anzeigt, an LEDs bzw. LED-Streifen und

Sensoren anschließen kann. Die Sensoren sind Initiatoren. Initiatoren sind Sensoren, die ein Metallobjekt (in dem Fall meine Kugel aus Metall) erkennen können, auch wenn die Kugel ein paar Millimeter oder sogar Zentimeter von dem Initiator entfernt ist.



## Versuchsaufbau des elektronischen Schlägers

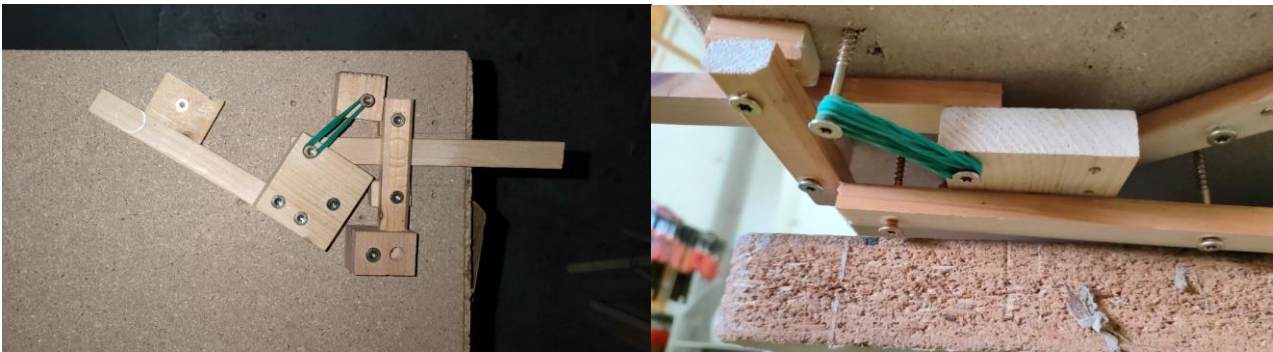
Als Erstes haben wir den Prototypen eines Schlägers gebaut. Eigentlich hatten wir gedacht, dass wir den Schläger elektrisch mit einem Elektromagneten antreiben. Der Elektromagnet war nicht stark genug, weswegen wir den Schläger dann doch mechanisch betrieben haben.



*Probeaufbauten vom elektromagnetisch betriebenen Schläger*

## Versuchsaufbau des mechanischen Schlägers

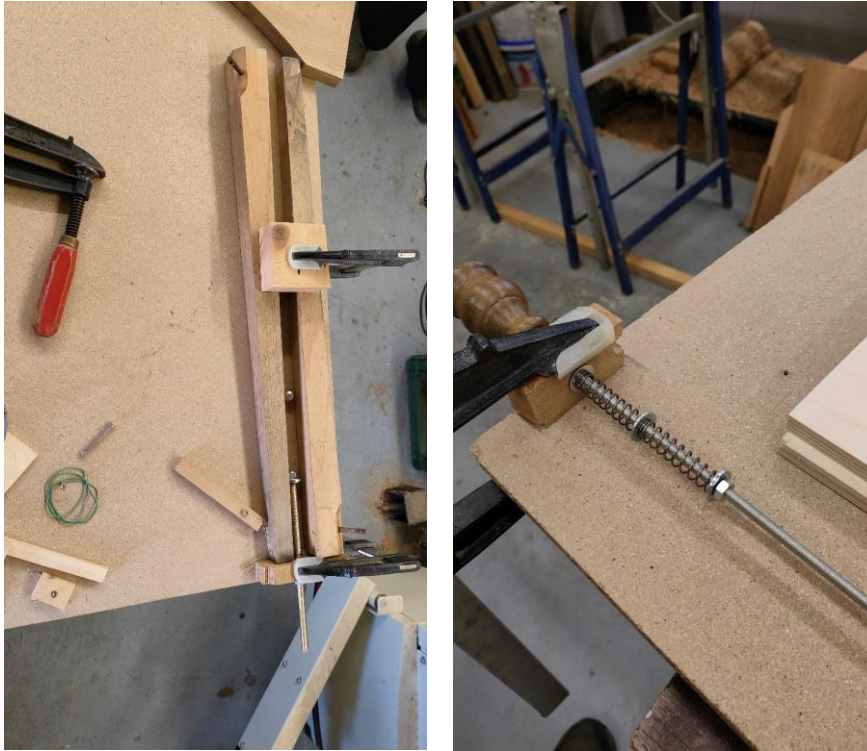
Wir hatten schon eine Vorlage von YouTube, wie man einen Schläger bauen könnte, allerdings war unser ausgedruckter Screenshot sehr unscharf und wir konnten es nicht 1:1 nachbauen, da wir für unser Projekt noch einiges optimieren mussten. Der Probeaufbau Nummer 1 befand sich auf der Oberseite der Platte, weil es sich so leichter bauen ließ und wir den Prototypen hin und wieder umbauen mussten. Als der Probeaufbau auf der Oberseite funktioniert hat, haben wir das Ganze nochmal auf die Unterseite der Platte gebaut.



*Probeaufbau von Schläger einmal über und einmal unter Platte*

## Versuchsaufbau der Startbahn für die Kugel

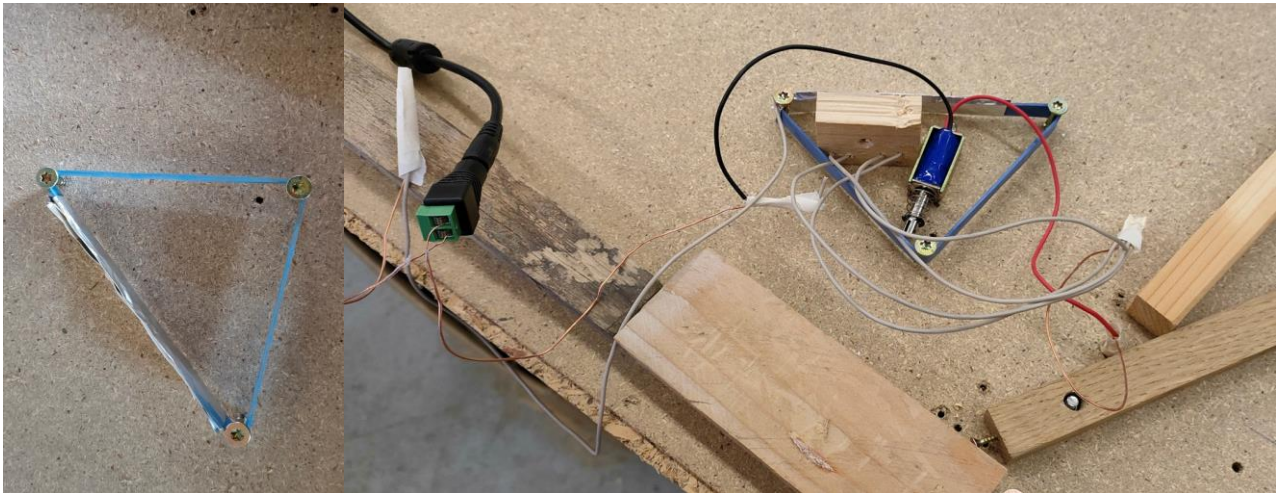
Ich hatte noch einige Federn vorrätig und dachte, dass ich diese für die Startbahn der Kugel verwenden könnte. Mein Opa hatte noch eine alte runde Kupferstange übrig. In diese Kupferstange habe ich ein Gewinde geschnitten, um Muttern darauf drehen zu können. Leider waren die Federn nicht ausreichend stark, um die Kugel weit genug anzuschieben. Deswegen haben wir stärkere Federn bei Amazon bestellt und sie auf einem neuen, dünneren Gewindestab befestigt (weil die Federn nicht auf den Kupferstab gepasst haben).



*Versuchsaufbau der Startbahn der Kugel*

### **Versuchsaufbau von Slingshots**

Wir haben auf der alten Pressspanplatte auch einen Prototypen der Slingshots gebaut. Als Erstes haben wir drei Schrauben in die Platte geschraubt. Dann haben wir einen Elektromagneten in die Mitte des Dreiecks gebaut und einen Gummi, bei dem wir einen Teil mit Alufolie umwickelt haben, um die drei Schrauben gespannt. In ein Holzstück habe ich ein paar Löcher gebohrt und durch die Löcher Kabel gefädelt. Zum Schluss habe ich das 9V Netzteil an eine Schraube angeschlossen, die Enden der Kabel, die ich durch die Löcher im Holz gefädelt habe, verdrillt und an den Pluspol des Elektromagneten angeschlossen. Der Minuspol des Netzteils ging an den Minuspol des Elektromagneten. Immer wenn die Kugel an den Gummi stößt, drückt es die Alufolie an die vielen Kabel dahinter und der Stromkreis zum Elektromagneten wird geschlossen. Dadurch schnipst der Elektromagnet die Kugel verstärkt zurück.



*Slingshots*

## **Grundkasten des Flippers**

Als die Multiplexplatten da waren, haben wir angefangen den Grundkasten des Flippers zu bauen. Wir haben viel überlegt wie groß der Kasten werden soll. Schließlich haben wir uns dazu entschieden, die Platten nicht zurecht zu sägen und sie in ihrer Größe (50 cm x 100 cm) zu lassen. Am Anfang haben wir die schrägen Seitenteile gesägt (im 5 Grad Winkel).



*Seitenteile für den Flipper*

Der schräge Schnitt mit der Kreissäge war sehr schwierig und hat nicht richtig funktioniert, weil man eigentlich nicht wirklich schräg mit der Kreissäge sägen kann. Deswegen haben wir uns eine Konstruktion aus Schraubzwingen und einem Aluprofil gebaut. Das hat ebenfalls nicht gut funktioniert, da uns die Platte immer wieder verrutscht ist und der Schnitt schief geworden ist. Wie man im letzten Bild sieht, haben wir nur ein Stück mit der Kreissäge gesägt, deswegen ist eine Kante im Holz entstanden. Den Rest habe ich mit der Stichsäge gesägt und die Kante mit dem Bandschleifer verschliffen. Die großen Flächen an den Seitenteilen, aber auch die Oberplatten habe ich mit dem Extenderschleifer geschliffen und habe anschließend auf die Oberplatte des Flippers die Positionen für alle Hindernisse, Startbahn für Kugel und Schläger eingezeichnet. Sehr aufwendig war vor allem, die Schläger symmetrisch anzuordnen. Um die Seitenteile mit der Ober- und Unterplatte zu verbinden haben wir Vierkanteleisten genommen. Eine Seite der Leiste sollte an die Ober- bzw. die Unterplatte geleimt werden und an die andere, 90° danebenliegende Seite, sollten die Seitenwände mit Einschraubmuttern angeschraubt werden, denn wenn wir nur Holzschrauben durch die Seitenwand und die Leiste geschraubt hätten, hätten die Schrauben nach ein paar mal raus- und wieder rein drehen nicht mehr gehalten. Mein Opa fand in seiner Werkstatt noch Vierkanteleisten. Diese wollten wir dafür verwenden. Allerdings war die Oberfläche noch sehr rau und uneben, weswegen wir die Latten in einer elektrischen Hobelmaschine hobeln wollten. Mein Opa hatte die Hobelmaschine aber schon sehr lange nicht mehr benutzt, sodass der Riemen, der aus Gummi bestand, an einem Zahnrad der Welle kleben geblieben war. Als wir die Maschine angeschaltet haben, hat es immer laut hinter dem Blechriemenschutz geknallt. Bis dahin wussten wir noch nicht, dass der Riemen von der Achse halb heruntergerutscht war und ein Teil des Riemens an der Welle hing. Also haben wir den Schutz abgeschraubt. Das Problem war nur, dass der Riemen, der auch halb heruntergerutscht war, an der Wand des Riemenschutzes gerieben hatte als wir die Maschine angeschaltet haben und sich dadurch erhitzt hat und nun an der Wand kleben geblieben war. Ich musste sehr stark an der Abdeckung herum hebeln, bis ich sie vom Riemen gelöst hatte. Wir mussten einen neuen Riemen bestellen, auf den wir einige Tage warteten, um dann festzustellen, dass es der Falsche war. Wir bestellten also nochmals einen Riemen, welcher dann passte.





*Der neue Riemen in der Hobelmaschine*

Nun konnten wir endlich die Latten, die wir brauchten, hobeln und sie auf ihre richtige Länge zu sägen. Danach haben wir die Latten an die Unterseite der Oberplatte und an die Oberseite der Unterplatte geleimt. An die Leisten habe ich die schrägen Seitenteile gehalten und mit einem 5er Bohrer durch Platte und Leiste gebohrt. Die Leiste habe ich mit einem 8er Bohrer noch einmal aufgebohrt, um dort Einschraubmuttern einzuschrauben. Die 5er Schrauben wurden durch die Seitenplatten gesteckt und in die Einschraubmuttern geschraubt. Mit der Kreissäge habe ich die Frontplatte und die Rückplatte für den Flipper gesägt und sie genauso angeschraubt. Manche Löcher in der Außenwand musste ich größer feilen, weil die Schrauben nicht richtig in die Einschraubmuttern gepasst haben.

### **Der Bau der Schläger**

Auf die Oberplatte haben wir Löcher für die Schläger gebohrt und Messinghülsen, welche wir zuvor noch auf die richtige Länge gesägt hatten, geklebt. Dadurch wurde die Welle des Schlägers besser stabilisiert, wenn sie sich im Holz bewegt.



*Die Messinghülse in der Oberplatte eingeklebt*

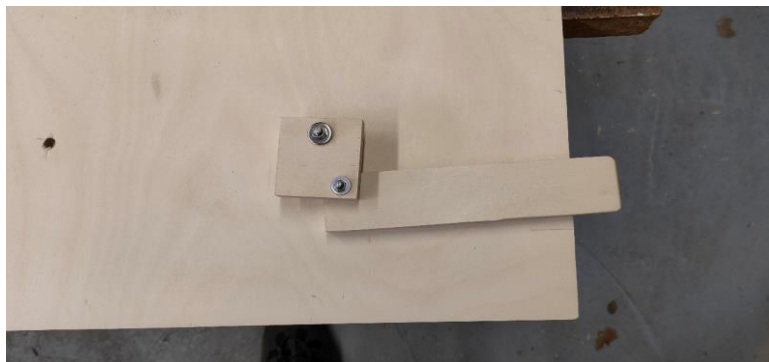
Aus einer dünnen Holzleiste habe ich die beiden Schläger gesägt. Da die Holzstücken noch eckig waren, habe ich sie an der Drechselbank mit der Schleifscheibe rund

geschliffen. In die Schläger habe ich Löcher gebohrt, in welche ich mit Sekundenkleber eine lange Schraube geklebt habe. Die Schraube wird durch die Messinghülse gesteckt.



*Der Schläger einmal als Rohling und einmal geschliffen*

Unter der Platte befindet sich ein quadratisches Stück Multiplexplatte. Ein langes rechteckiges Stück Multiplexplatte, welches als Druckknopf an den Seiten für die Schläger dient, ist an dem quadratischen Stück Holz mit einer Schraube befestigt. Um den Schraubenkopf richtig einsenken zu können, musste ich in das rechteckige Stück ein Loch mit zwei verschiedenen Durchmessern bohren (das eine in der Größe des Schraubenkopfes und das andere in der der Größe des Gewindes). In das quadratische Stück kam als Drehpunkt die Schraube, die in den Schläger eingeklebt war. Wenn man jetzt auf den Druckknopf an der Seite des Flippers drückt, wird die Druckbewegung in eine Drehbewegung umgewandelt, sodass sich der Schläger über der Platte jetzt richtig bewegt.



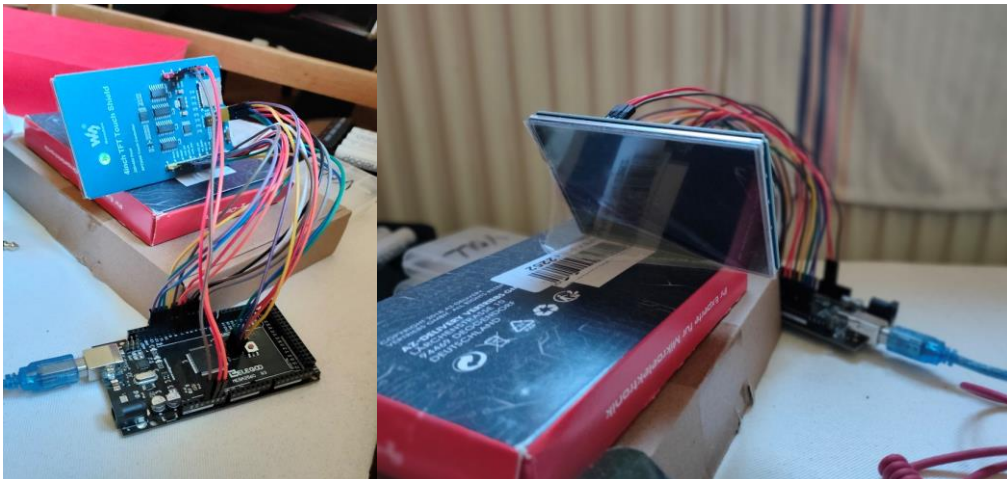
*Der Schlägeraufbau unter der Platte*

An die Schraube, die das rechteckige mit dem quadratischen Stück verbindet, habe ich eine Zugfeder gehangen, die an einer anderen Schraube befestigt wurde. Dadurch wird der Schläger immer wieder zurückgezogen und der Druckknopf aus der Seitenwand

herausgeschoben. Hinter das quadratische Stück habe ich noch einen kleinen Klotz geleimt, der verhindert, dass die Feder den Schläger zu weit nach hinten zieht.

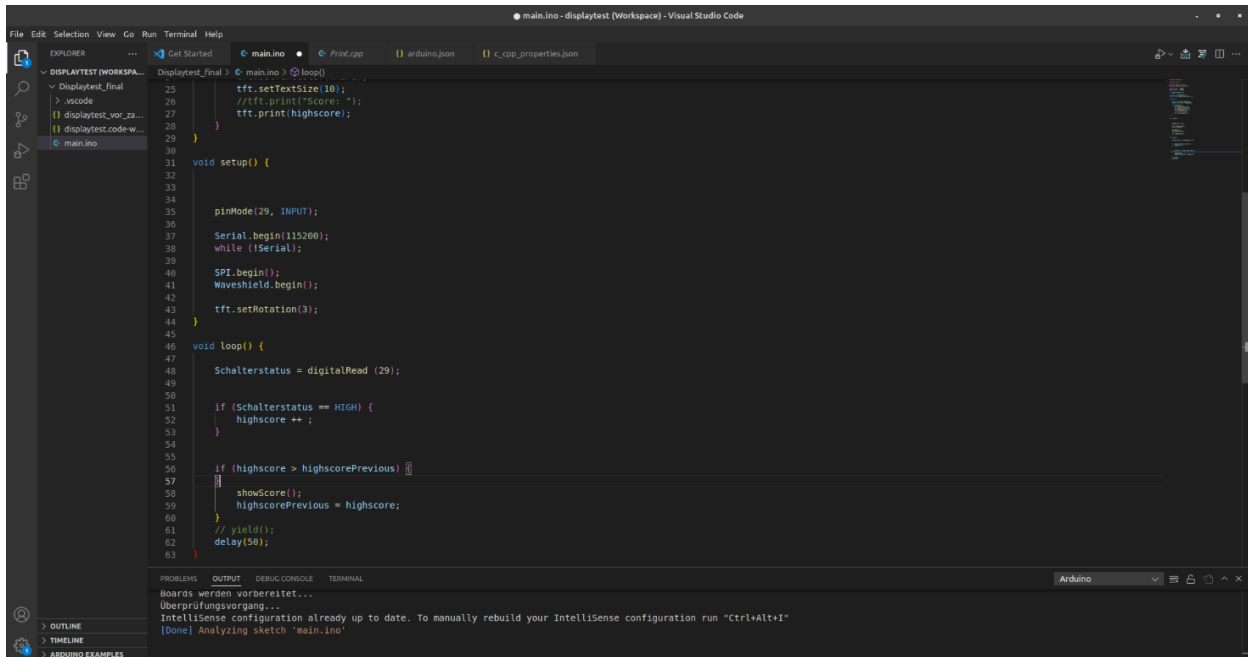
## **Programmierung des Arduinos bzw. des Displays**

Mit meinem Vater habe ich angefangen, den Arduino bzw. das Display zu programmieren. Wir hatten am Anfang ein billiges 20€-Display bei Amazon bestellt. Das erste Display hat nicht funktioniert. Es hat nur ein weißes Bild und manchmal seltsame bunte Streifen, die hoch und runter gewandert sind, angezeigt. Das zweite welches wir von der gleichen Firma bestellt haben, funktionierte auch nicht. Es ließ sich nicht einmal anschalten und hat nur ein schwarzes Bild angezeigt. Also haben wir uns entschlossen, ein etwas teureres Display für ca. 35€ zu kaufen. Dieses hat endlich funktioniert.



*Das Display verkabelt*

Für dieses Display haben wir uns die passende Library heruntergeladen. Die Library braucht das Display, um Schrift, Zahlen, ... darstellen zu können.



### *Ein Teil der Display Library und des Codes für den Punktezähler*

In dieses Library Skript muss man noch seinen eigenen Code schreiben. In meinem Fall für einen Punkte-Hoch-Zähler, der aufwärts zählt. Als Programmierumgebung habe ich Visual Studio Code (VSC) benutzt. Das funktioniert viel besser als die extra für den Arduino entwickelte Programmierumgebung.

```
Schalterstatus = digitalRead (29);

if (Schalterstatus == HIGH) {
    highscore ++ ;
}
```

Dieser Teil des Programms ist der Teil, der hochzählt. Der Arduino sagt mit der ersten Zeile, dass der Wert (HIGH oder LOW) in der Variable „Schalterstatus“ gespeichert wird. HIGH bedeutet, dass der Initiator durch die Kugel ausgelöst wurde und der

Kontakt zum Arduino entstanden ist, LOW bedeutet, dass der Kontakt nicht geschlossen ist und kein Kontakt zum Arduino besteht. In der zweiten Textzeile steht, dass, wenn der Wert in der Variable „Schalterstatus“ HIGH ist, die Variable „highscore“ um 1 erhöht wird (++ heißt, dass der Wert um 1 erhöht wird).

## Servoarm bauen

Der Servoarm soll die Kugel, wenn sie zwischen den Schlägern durchgefallen ist, wieder in die Startbahn der Kugel schieben. Dazu soll ein Servo, an den ein Holzarm mit einer Kerbe geleimt ist, die Kugel durch ein kleines Loch in der Startbahn schieben. Durch einen zurecht gebogenen Draht wird der Arm oben gehalten.



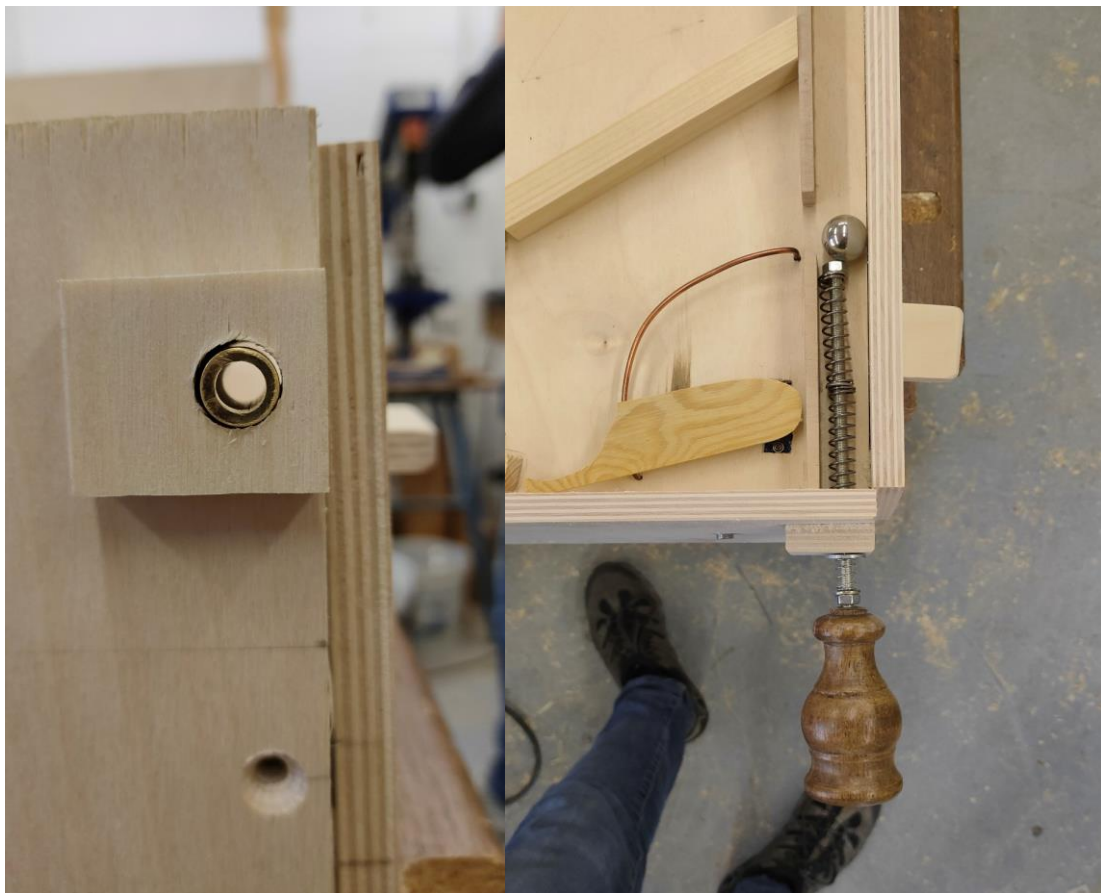
*Der Servoarm*

Mit dem Stemmeisen habe ich eine Vertiefung in die Oberplatte gehauen, weil der Arm, den ich an den Servo geleimt habe, sonst zu hoch gewesen wäre und die Kugel unter ihm hindurch gerutscht wäre. In die Vierkanteleiste, die die Oberplatte mit der Frontplatte zusammenhält, habe ich für den Servo noch eine Aussparung gesägt, weil der Servo so nah an den Rand der Oberplatte gesetzt werden musste, dass er teilweise die Vierkanteleiste berühren würde. Den gebogenen Draht haben wir durch 2 Löcher in der Platte gesteckt. Der Servo bewegt sich, wenn der Initiator (der ist jetzt auf dem Bild noch nicht zu sehen), der sich kurz vor dem Arm befindet, ausgelöst wird.

## Startbahn der Kugel

Ich habe für die Startbahn eine schmale Leiste einer Multiplexplatte auf die Oberplatte geleimt. In dieser Leiste habe ich ein kleines Loch, das etwas größer als die Kugel war, gelassen, damit die Kugel durch den Servoarm wieder in die Startbahn geschoben werden

kann. Ich habe auf die Frontplatte ein kleines Stückchen Multiplexplatte zur Verstärkung aufgeleimt, damit die Gewindestange, die die Kugel durch eine Feder nach oben schießt, wenn sie immer wieder gegen die Frontplatte knallt, nicht irgendwann die Frontplatte zerstört. Durch zwei Federn wird die Gewindestange sehr schnell nach vorn gestoßen, wenn man sie zurückgezogen hat. Mit dem Akkuschauber habe ich durch das verstärkte Stück und die Frontplatte gebohrt. In dieses Loch habe ich eine Messinghülse eingesetzt, damit die Gewindestange mehr Stabilität hat, nicht im Holz verkantet und die Platte nicht so stark kaputt macht. Als Griff haben wir ein Stück vom Ende einer Gardinenstange benutzt. Zwischen das Ende der Gardinenstange und den verstärkten Teil der Multiplexplatte habe ich eine Druckfeder gebaut, welche den Aufprall auf das Holz abschwächen und das Holz schützen soll.



*Links: die Messinghülse eingeklebt; Rechts: die Startbahn fertig von oben*



*Die Schläger, der Servoarm und die Startbahn fertig gebaut*

### **Umlenkbogen für die Kugel**

Auf der Oberseite der Oberplatte habe ich einen Umlenkbogen gebaut, der die Kugel, wenn sie durch die Startbahn ins Spiel gekommen ist, in einem Bogen auf die linke Seite der Oberplatte führt. Den Bogen habe ich aus einem Stück Multiplexplatte, welches wir noch übrig hatten, gesägt. Mit dem Zirkel habe ich den Bogen auf das Holz gezeichnet und dann mit der Stichsäge ausgesägt. Da musste ich sehr genau arbeiten, damit ich möglichst keine Dellen in das Holz säge, die nachträglich noch aufwendig herauszuschleifen gewesen wären. Deswegen habe ich sehr langsam gesägt und musste zum Glück keine Dellen heraus schleifen.



*Die beiden Teile des Umlenk Bogens*

## **Slingshots bauen**

In die Oberplatte habe ich für den Slingshot drei Schrauben im Dreieck angeschraubt. Um die Schrauben habe ich einen Gummi gespannt. Um den Gummi herum habe ich einen Streifen Alufolie gewickelt, den ich an der Seite die die Kugel berührt mit Klebeband fest geklebt habe, sodass ein Teil des Alufolienstreifens eine Schraube berührt. An die Schraube habe ich einen digitalen Pin und den ground Pin des Arduinos angeschlossen. In die Mitte des Gummidreiecks habe ich einen Elektromagneten mit Heißkleber geklebt. Neben dem Magneten und nah an der Alufolie habe ich viele offene Kabelkontakte befestigt, die, wenn die Kugel den Gummi mit der Alufolie berührt, den Kontakt zwischen dem 5V-Pin des Arduinos (das sind die Kabel die hinter dem Gummi liegen) und dem digitalen Pin an der Schraube schließt. Das Gleiche musste ich spiegelverkehrt auf die andere Seite noch einmal bauen. Wenn der Arduino das Signal von einem der beiden Slingshots bekommt, gibt ein digitaler Pin einen Impuls an ein Relais weiter, das die 9V des Netzteils und die ca. 2 Ampere, die der Elektromagnet benötigt, schalten kann.

## **Initiatoren einbauen**

Für die Initiatoren habe ich in die Oberplatte Löcher gebohrt. Die Initiatoren wurden von unten durch die Oberplatte gesteckt, aber nur so weit, dass der Initiator ca. 1mm unter der Oberkante der Oberplatte liegt. Die Höhendifferenz habe ich mit einem runden Stück Pappe ausgeglichen, das genau in das Loch herein passt, damit die Kugel gut darüber rollen kann. Mit Heißkleber wurden die Initiatoren von unten an die Unterseite der Oberplatte geklebt.

## **Was habe ich gelernt?**

Ich habe viel über die Planung eines Projektes gelernt, also dass man zuerst für alle benötigten Teile eine Liste erstellt und sich einen Plan davon macht, wie man das Bauteil am besten herstellt. Das war immer mit viel Recherche im Internet verbunden. In der Werkstatt habe ich gelernt, mit vielen verschiedenen Geräten umzugehen: mit der Kreissäge, dem Band- und Extenderschleifer, mit der Drechselbank (in die eine



Schleifscheibe eingespannt war und womit ich zum Beispiel die Schläger so rund geschliffen habe), mit der Stichsäge, der elektrischen Hobelmaschine und der Dekupiersäge. Des Weiteren habe ich gelernt, wie man mit Einschraubmuttern den ganzen Flipper zusammenbaut, wie man mit der Stichsäge einen möglichst gleichmäßigen und runden Bogen sägt und noch ein paar Grundlagen der Elektrotechnik. Das heißt mit welchen Komponenten man die vorbeierollende Kugel registrieren kann (Initiator) und man die 9V-Ausgangsspannung aus dem Initiator auf die 5V, die der Arduino braucht, herunterstuft, wie man die Slingshots richtig verkabelt und das Display anschließt. Bei der Programmierung des Arduinos habe ich auch viel gelernt: wie man eine Loopfunktion programmiert (die hochzählen soll), wie man etwas programmiert, sodass sich das Display nur aktualisiert, wenn ein Initiator aktiviert wurde.

## Bilder vom Bau des Flipperautomaten

