

Senkrechtstarter

OPITEC, Bestellnummer 105.048 – www.opitec.ch
Modifiziert von Andreas Merz, Muotastrasse 9, 6440 Brunnen

Schritt-für-Schritt-Anleitung für die Lehrperson



1. Beschrieb

Durch eine raffinierte Mechanik und ausgeklügelte „Elektronik“ führt der *Senkrechtstarter* zu einem echten Spielerlebnis. Die sehr anspruchsvolle Werkaufgabe bietet dem Schüler Einsicht in interessante mechanische und elektrische Zusammenhänge. Dieses Objekt ist eher in der Oberstufe anzusiedeln und bedeutet auch für die Lehrperson eine echte Herausforderung!

Unsere heutigen Kinder kommen mit dem Joystick ja früh in Kontakt. – Was jedoch alles hinter einem solchen Steuergerät steckt, zeigt die vorliegende Arbeit auf.

2. Instrumentelle Lernziele

- ☞ Genaues **Einmessen** von Holzleisten und -platten
- ☞ Holzgehäuse **verschleifen** und rechtwinkliges, genaues verleimen (**Schraubzwingen!**)
- ☞ Exaktes Einmessen von Bohrlöchern und entsprechendes **Bohren** (Tischbohrmaschine)
- ☞ **Schneiden** von Lochplatten mit **Blechscher**
- ☞ **Lötarbeiten** an Elektromotor, Druckschalter und Kabelverbindungen
- ☞ **Abbiegen** von Schweissdraht, verlöten, ablängen und **zufeilen**

- ☞ **Umgang mit Holz- sowie mit Metallschrauben, U-Scheiben und Muttern**
- ☞ **Baupläne**, Explosionszeichnungen und elektrische Schaltpläne **lesen**
- ☞ *Fakultativ: Beizen oder malen, tiefgrundieren und lackieren von Holzrahmen*

3. Stückliste

Die Stückliste ist der OPITEC-Bauanleitung beigelegt. Es ist empfehlenswert, wenn die Lehrperson pro Schüler zusätzlich noch eine M4 x 30mm-Zylinderkopfschraube für den Widerstandsstreifen zur Verfügung stellen kann. Ebenso ist es von Vorteil, wenn zusätzliche Distanzröllchen (ebenfalls für Widerstandsstreifen) angeschafft werden (Createc, Best.Nr. 30.0289 bis 30.0292 je nach Länge).

4. Übersicht

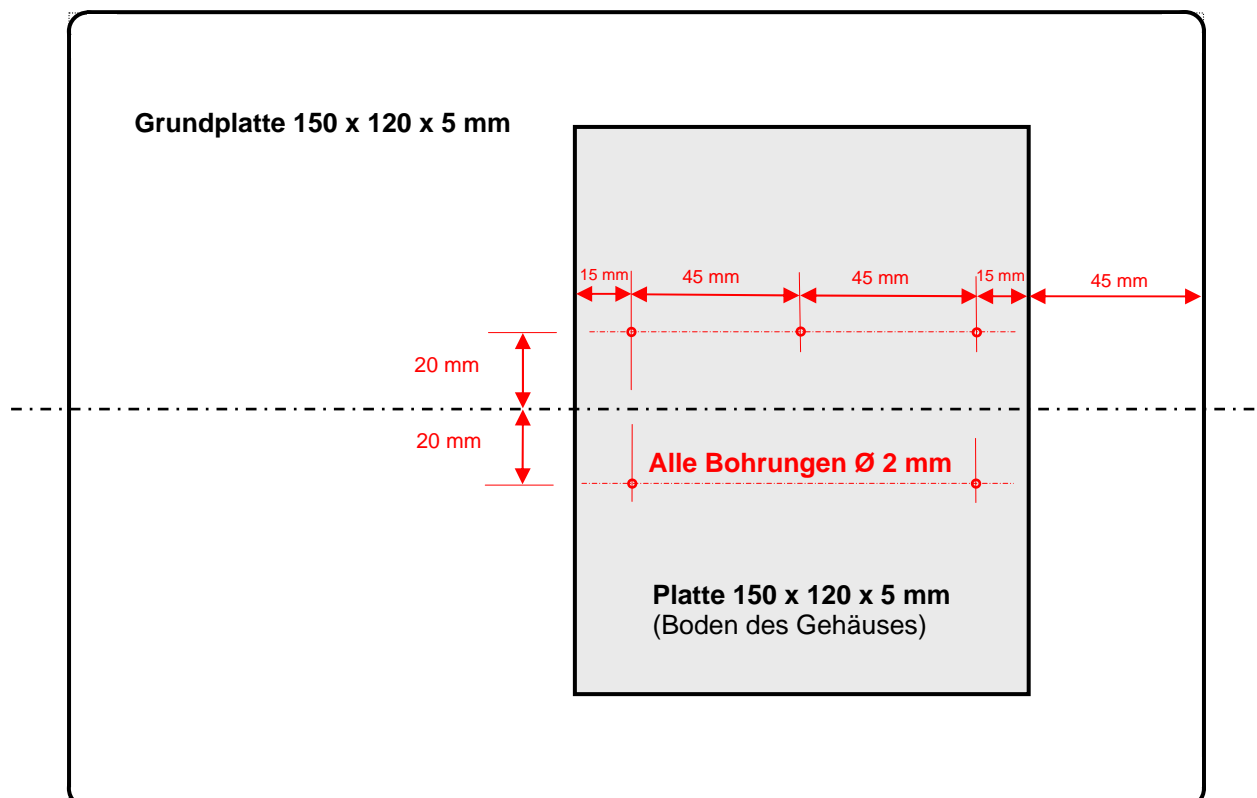
Das Spiel besteht aus folgenden Hauptteilen:



5. Bauanleitung

5.1 Grundaufbau

Die eine der beiden Sperrholzplatten 150 x 120 x 5 mm wird auf die grosse Grundplatte geleimt. Das nachfolgende Schema zeigt die zu beachtenden Abstände. Danach werden die Löcher eingemessen, vorgestochen und mit 1.5 bis 2 mm gebohrt. Dabei wird beachtet, dass die **Bohrungen nicht durchgehend**, sondern nur in der aufgeleimten Platte verlaufen. Im Anschluss kann die **Grundplatte** verschliffen und bemalt (gebeizt) werden.



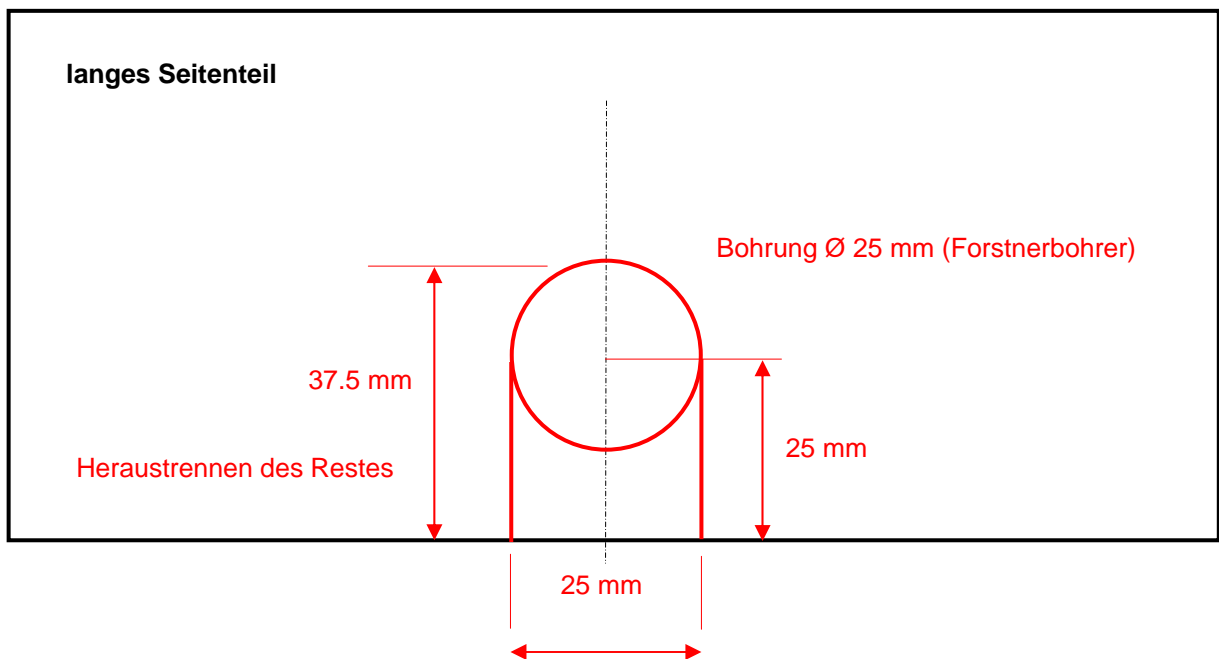
5.2 Bau des Gehäuses

Aus der im Bausatz enthaltenen Sperrholzplatte 160 x 160 x 5 mm werden die beiden ablangenden Seitenteile 70 x 160 x 5 mm herausgesägt.

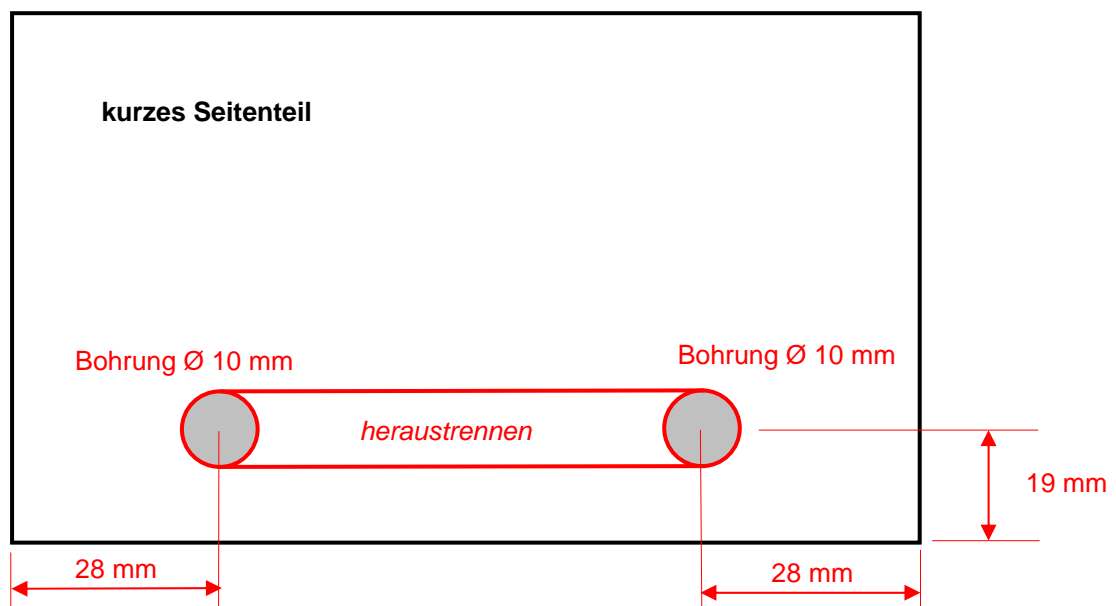
Die Platte 250 x 70 x 5 mm ist für die beiden kürzeren Seitenteile 70 x 120 x 5 mm bestimmt.

Und schlussendlich ist im Bausatz noch die Platte für den Deckel (150 x 120 x 5 mm) enthalten.

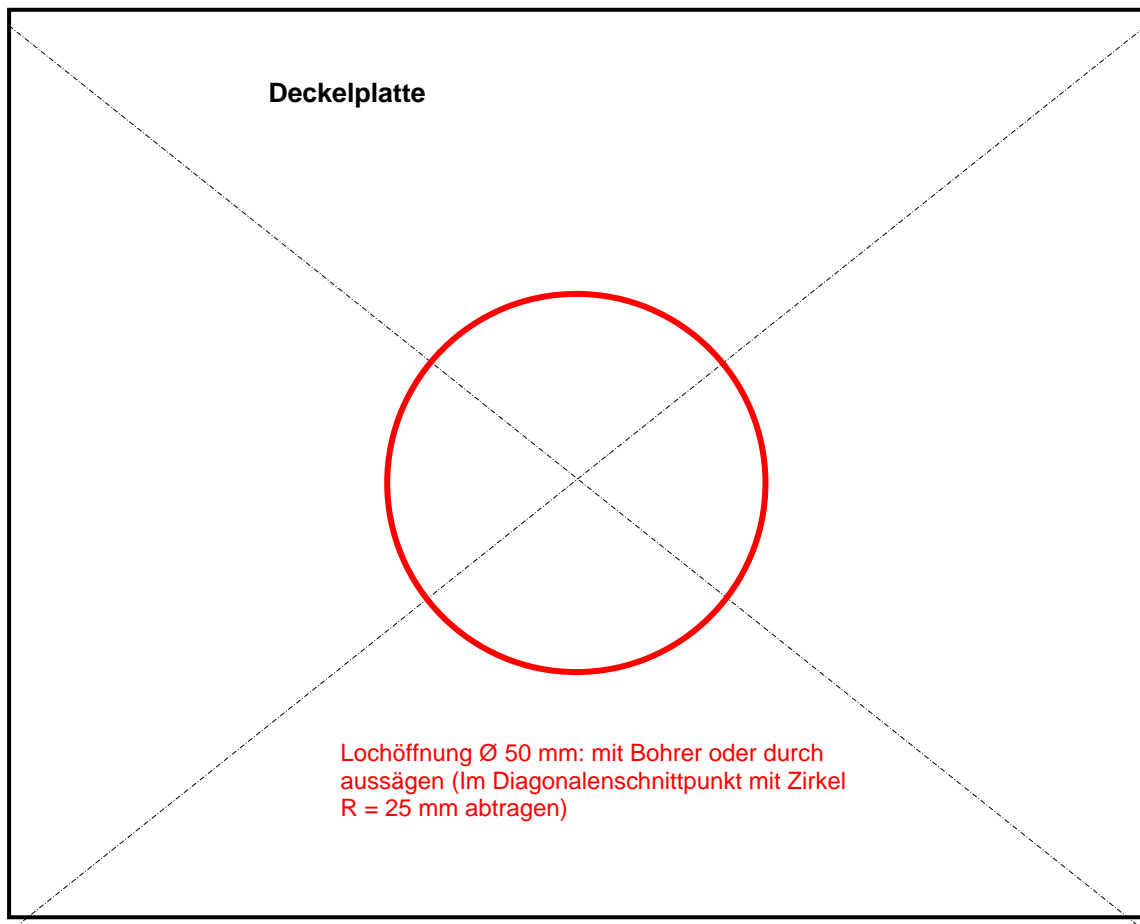
Aus einem der beiden langen Wände wird eine Öffnung für die spätere Steuerwelle herausgesägt. Entweder wird diese Öffnung nach dem Aufzeichnen herausgesägt, oder man bohrt mit einem Forstnerbohrer $\varnothing 25$ mm zuerst ein Loch und trennt mit der Laubsäge den Rest heraus. Die nachfolgende Skizze definiert die Lage der Aussparung:



Nach derselben Methode sägt man das Langloch aus einer der beiden kurzen Wände: 2 Löcher $\varnothing 10$ mm bohren, dann den verbleibenden Holzrest zwischen beiden Bohrungen heraustrennen (Laubsäge). Jetzt kontrollieren, ob der beigelegte Rundstab $\varnothing 10$ in dieser Aussparung problemlos hin und her geschoben werden kann. Allenfalls den Schlitz etwas nachbearbeiten!



Jetzt muss in der Deckelplatte noch das grosse Loch ausgesägt werden. Gut dran ist, wer auch hier einen Forstnerbohrer \varnothing 50 mm sein Eigen nennt!



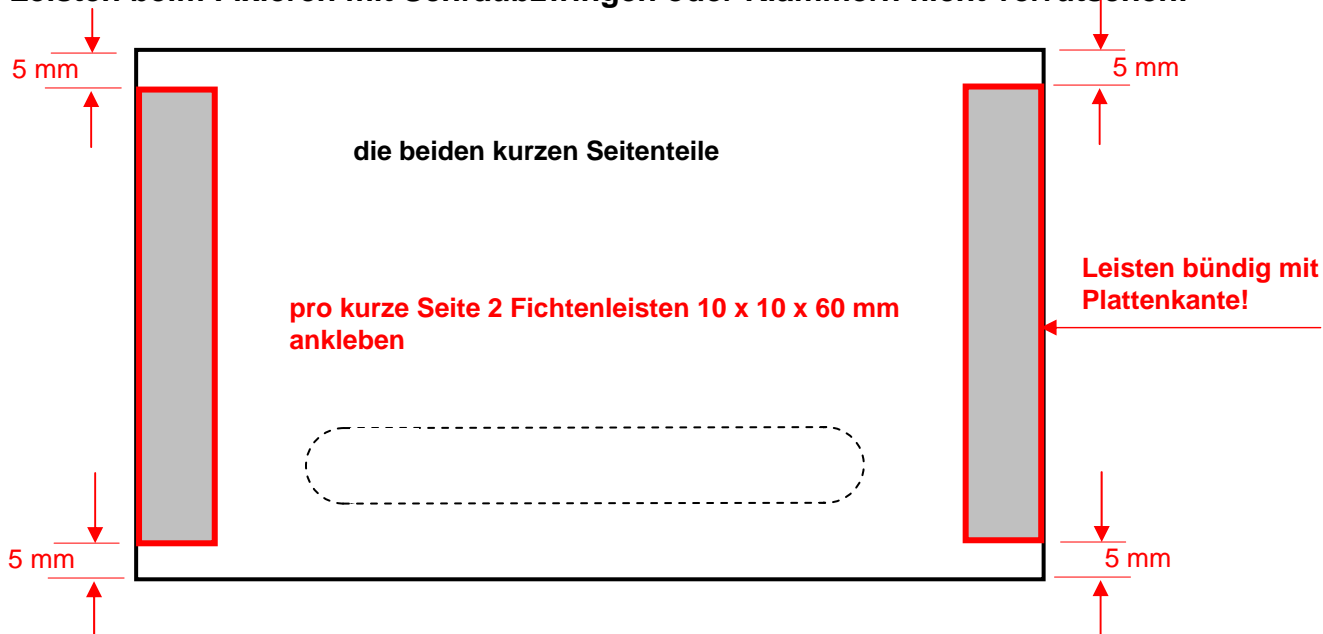
Jetzt können die insgesamt 5 Brettchen fein verschliffen werden und – bei späterer Bemalung - allenfalls mit Tiefgrund vorbehandelt werden. Eine Variante: Beizen der Holzplatten.

5.3 Zusammenbau des Gehäuses

In einem ersten Schritt werden die 4 Seitenplatten zusammengeleimt und an den Boden angepasst. Mit dem Verkleben auf die Grundplatte wird vorerst jedoch zugewartet, da zuerst noch der Steuerknüppel und der Drehzahlregler gebaut werden müssen.

Damit die Wände problemlos zusammengeleimt werden können, bedienen wir uns folgenden Vorgehens:

Als erstes wird die im Bausatz enthaltene Kiefernleiste 10 x 10 x 250 mm exakt in 4 gleich lange Teile von 60 mm zerlegt (Gehrungssäge!). Die nachfolgende Skizze zeigt, wie als nächstes je zwei Stück an die beiden kurzen Seitenteile angeklebt werden (Weissleim). Dabei ist zu beachten, dass die Leisten mit der Plattenkante bündig verlaufen, und die Abstände beidseits der Leiste exakt je 5 mm betragen. **Achtung: Darauf achten, dass die Leisten beim Fixieren mit Schraubzwingen oder Klammern nicht verrutschen!**



Nach der Erhärtung des Klebstoffes bauen wir die vier Wände rund um die Bodenplatte zusammen (Ev. je zwei Schüler, welche sich gegenseitig assistieren!). Die Bildfolge zeigt, wie man vorgeht:



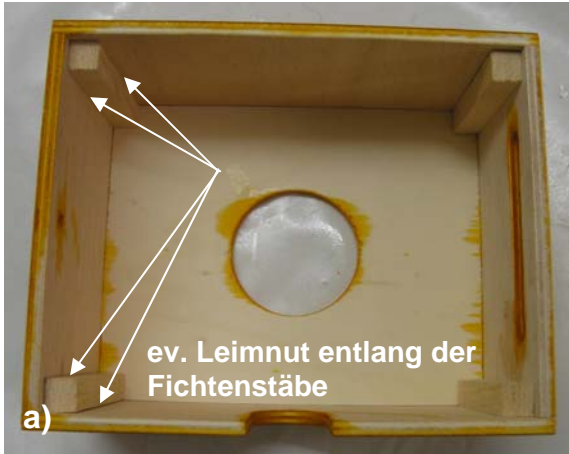
An den entsprechenden Orten Klebstoff angeben. Die vier Wände rund um den Boden (Aufgeklebt auf Grundplatte) anordnen. Darauf achten, dass die Wand aussen kanten bündig sind!

Nach dem Erhärten des Weissleims nehmen wird das Gehäuse sorgfältig wieder vom Boden weg. Deshalb beim oben geschilderten Schritt nur sparsam Leim auftragen, sonst verklebt das Gehäuse mit dem Boden! Je nachdem, wie passgenau der Deckel sitzt, hält er allenfalls nur durch Hineindrücken. Andernfalls wird er durch vier Schräubchen gesichert.

Die folgenden Aufnahmen zeigen das Ergebnis:



Der **nur eingelegte** Deckel hilft mit, dass das Gehäuse rechteckig verleimt werden kann. Mit je zwei bis drei Schraubzwingen pro Seite fixieren und trocknen lassen. Partnerarbeit!



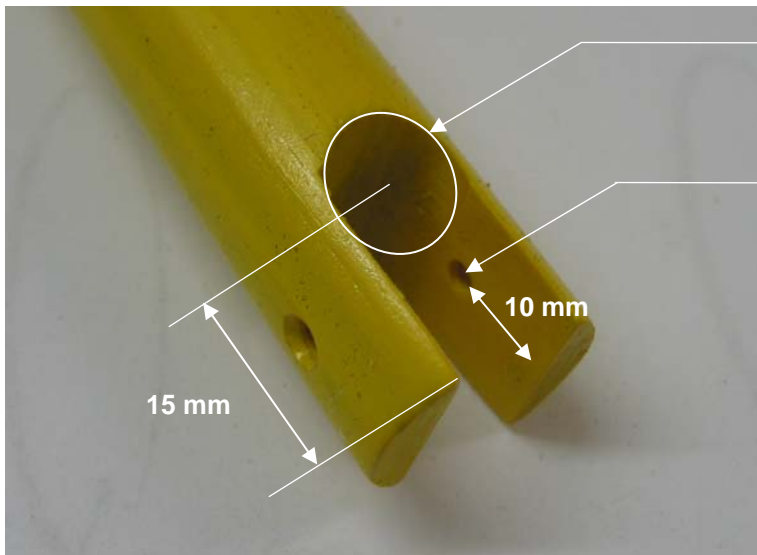
a) der Gehäuse-Innenteil.



Gehäuseansicht ohne Boden. Jetzt kann das Kistchen zuerst fein verschliffen, bemalt oder gebeizt werden.

5.4 Herstellung der Steuerwelle (Joystick)

Zuerst muss der Rundstab $\varnothing 20$ mm auf 190 mm abgelängt werden (Gehrungssäge!). Für die nachfolgenden Schritte helfen uns die folgenden Schemata und Aufnahmen:

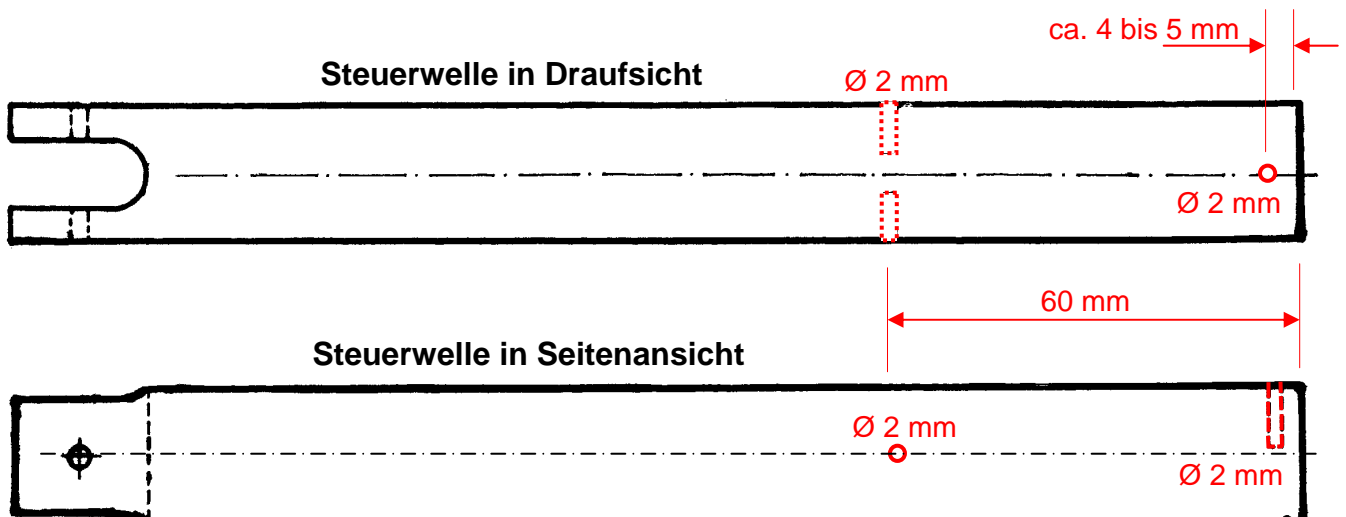


1. Bohrloch $\varnothing 10$ mm für den U-Ausschnitt, 15 mm ab Stab-Ende

2. Quer zu dieser Bohrung ein Bohrloch $\varnothing 3$ mm im Abstand von 10 mm zum Stab-Ende

3. Gemäss Foto wird mit der Feinsäge (ev. Laub- oder Bandsäge) der Ausschnitt herausgesägt. Mit Rund- und Flachfeile werden Unsauberheiten und der Übergang in den Radius ausgearbeitet.

Jetzt werden noch die restlichen Bohrungen auf der anderen Stabseite durchgeführt. Darauf achten, dass die Bohrungen in der Stabmitte liegen und dass sie teilweise rechtwinklig zu einander stehen!



5.5 Herstellung des Steuerknüppels

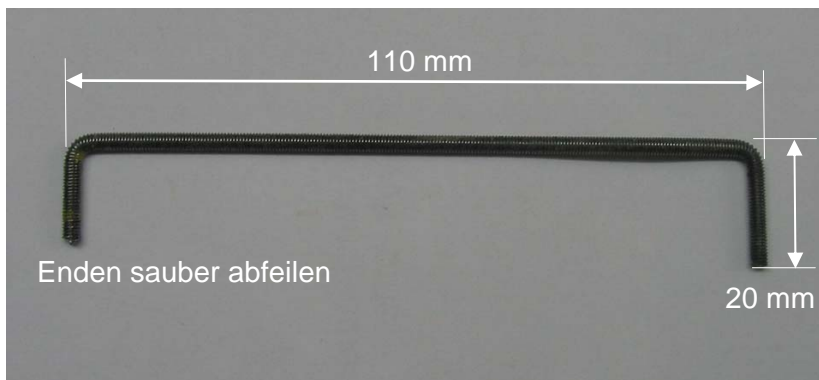


Von der Schaltlitze werden zwei ca. 30 cm lange Drahtstücke abgezwickelt, vorsichtig abisoliert und an den Miniatur-Drucktaster angelötet (Achtung: keine kalten Lötstellen!)

Dann wird eine der beiden Holzkugeln \varnothing 30 mm auf 10 mm aufgebohrt. **Achtung: keinen Holzspiralbohrer, sondern einen normalen HSS-Bohreinsatz verwenden!! Kugel unbedingt im Maschinenschraubstock einspannen!**

Danach wird die Kugel allenfalls bemalt und der Drucktaster in die Kugel eingeklebt (Araldit).

Nun wird vom Rundstab \varnothing 10 mm ein Stück von 10 cm abgesägt, zwei Löcher gemäß Skizze gebohrt und der Stab auf der einen Seite etwas angeschliffen, damit später die Litze aus der Holzkugel gezogen werden kann:



Danach wird noch die Gewindestange \varnothing 3 mm, $l = 150$ mm gemäß der links stehenden Abbildung **vorsichtig** im Schraubstock umgebogen. Wenn vom Stangen-Ende abgezwickelt oder abgesägt werden muss, dann sollten die Enden mit einer Nadelfeile abgefeilt werden. Die Mutter lässt sich sonst nicht aufschrauben!

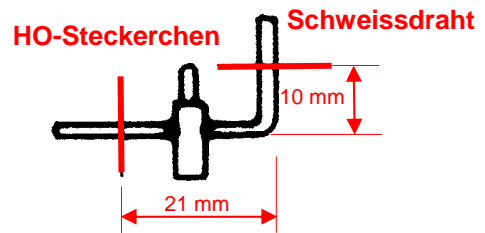
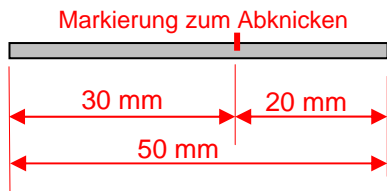
Jetzt können die Teile zusammengebaut werden: Knopf auf den (ev. bemalten) Steuerknüppel legen, Gewindestange gem. Abbildung einfahren und mit einer Mutter sichern. Am untersten Loch wird die Steuerstange mit einer Schraube M3 x 30 mm, zwei Unterlagsscheiben und einer Mutter montiert.

Der nächste Schritt ist die Montage des Motors auf die Steuerwelle.



Man beginnt mit dem Mitnehmer für den Propeller. Diese Arbeit erfordert Genauigkeit, damit das Gerät funktioniert! Bei der Lötarbeit muss die Lehrperson dem Schüler allenfalls beistehen!

Der dem Bausatz beigefügte Schweissdraht (\varnothing 2 mm x 50) wird wie folgt bearbeitet:



Im Schraubstock wird der Schweissdraht nach der oberen Massskizze rechtwinklig abgekrümmt. Das entstandene Winkelchen wird durch das Querloch des Mini-Steckers geschoben (der Plastikteil wird nicht benötigt!) und im Querloch festgelötet. Achtung: Die Teile genügend erhitzen, sodass keine kalte Lötstelle entsteht! Nach dem Anlöten werden die Drahtenden nach der rechts obenstehenden Skizze abgelängt (Seitenschneider, Beisszange) und der Grat präzise abgefeilt. Der fertige Mitnehmer wird auf die Motorwelle gedrückt und mit der kleinen Schraube festgemacht. Am Motörchen werden zwei Litzen von je ca. 10 cm angelötet. Jetzt wird diese Einheit beweglich an die Steuerwelle montiert:

Aus der Lochplatte 100 x 50 x 0.7 werden zwei Teile 40 x 50 mm zugeschnitten (Blechscherer). In die bereits vorgebohrten, seitlichen Löcher der Steuerwelle werden die beiden Teile so angeschraubt, dass sie sich noch hin und her kippen lassen. Der Motor wird danach zwischen die Lochplatten geschoben und mit zwei Zylinderkopfschrauben festgeklemmt. Weiter wird auch die Gewindestange des Steuerknüppels in ein passendes Loch gesteckt und mit einer Mutter gesichert. Die ganze Einheit sieht dann so aus:

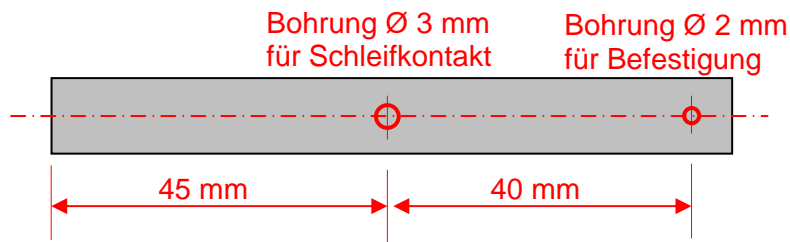


5.5 Herstellung der Drehzahlsteuerung

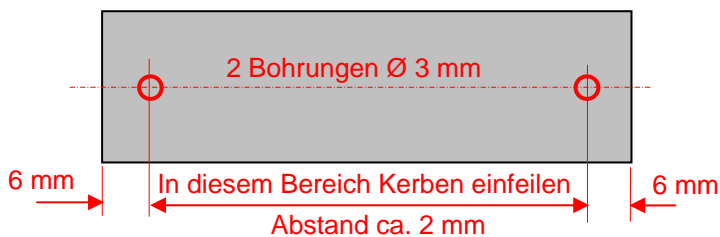
Die zweite Holzkuigel \varnothing 30 mm wird ca. 1 cm tief auf 10 mm aufgebohrt. **Achtung: keinen Holzspiralbohrer, sondern einen normalen HSS-Bohreinsatz verwenden!! Kugel unbedingt im Maschinenschraubstock einspannen!** Danach wird die Kugel allenfalls bemalt.

Als nächstes wird vom restlichen Rundholz Ø 10 mm ein Stück von 90 mm abgesägt.

Nachdem die unten angegebenen Löcher gebohrt wurden, wird der Rundstab in die Kugel eingeleimt.



Weiter geht es mit der Herstellung des Widerstandstreifens. Das im Bausatz enthaltene kleine Stückchen Sperrholz 20 x 70 mm wird wie folgt bearbeitet:

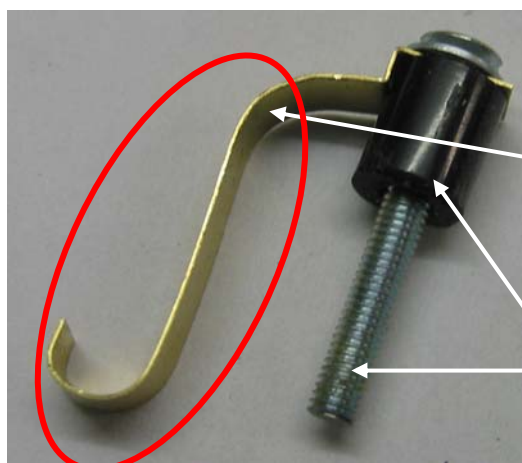


Nachdem die beiden Löcher Ø 3 mm gebohrt wurden, werden ca. alle 2 mm mit einer Nadelfeile Kerben in die schmale Seite des Brettchens gefeilt. Danach umwickelt man das Brettchen **straff** mit dem im Bausatz enthaltenen Widerstandsdraht (Konstantendraht). Dies ist wichtig, weil sonst, bei einem lose gewickelten Widerstand, der Kontaktschleifer hängen bleiben könnte!

Die Drahtenden werden entweder durch die beiden Bohrlöcher, oder durch speziell gebohrte 1 mm-Löcher gezogen (siehe roter Kreis!).



Dann wird der Schleifkontakt gebogen. Dieser wird aus dem beigelegten Federmessing mit der Rundzange nach folgender Fotografie gebogen:



Mittels Rundzange biegen. Im eingedrehten Zustand sollte der Schleifer guten Kontakt zum Widerstandstreifen haben!

Abstandsrollchen

Zylinderkopfschraube M3 x 30 mm

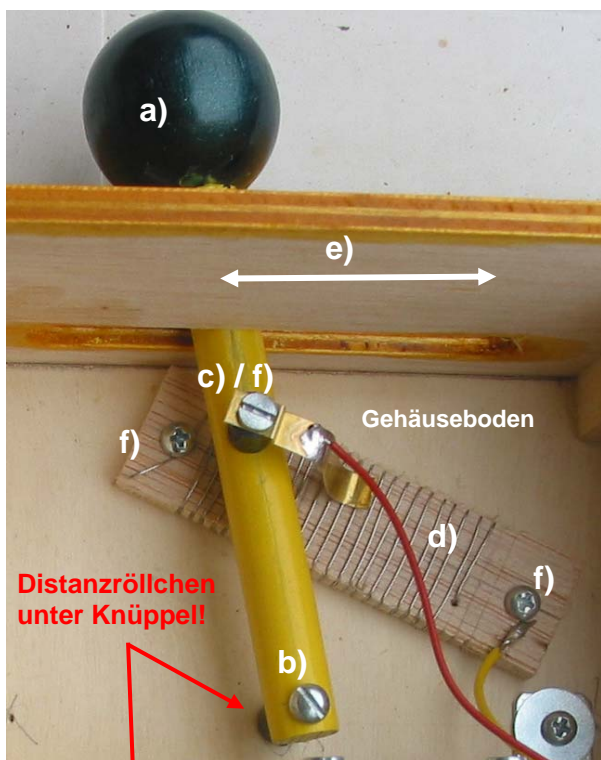
Dieses Teil wird vorerst nur provisorisch gekrümmt und muss nach dem Einbau ev. noch korrigiert und justiert werden, damit der Schleifkontakt sauber auf dem Widerstandstreifen „fahren“ kann!



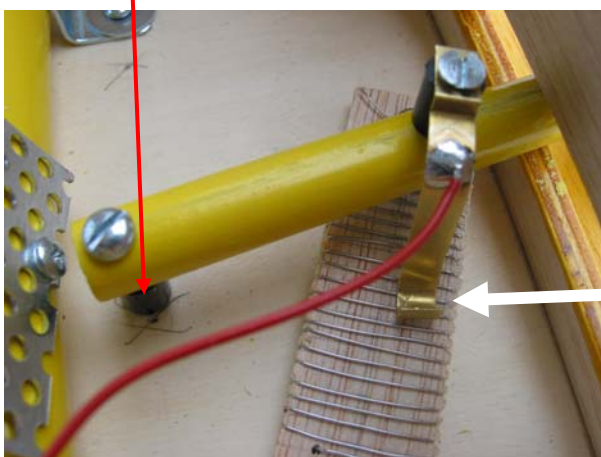
Vor dem Einbau bringen wir mit dem LötKolben (ohne Schraube und das Distanzröllchen!) einen „Tupfer“ Zinn auf den Kontaktschleifer. Dies erleichtert uns später das Verkabeln.

Nun sind wir so weit, dass die Drehzahlregelung ins Gehäuse eingebaut werden kann. Dies ist eine etwas knifflige Angelegenheit und gelingt ev. erst durch mehrmaliges Probieren! Geduld ist hier vom Schüler gefordert!

Das Vorgehen ist auch hier am besten anhand einer Abbildung ersichtlich:



Distanzröllchen
unter Knüppel!

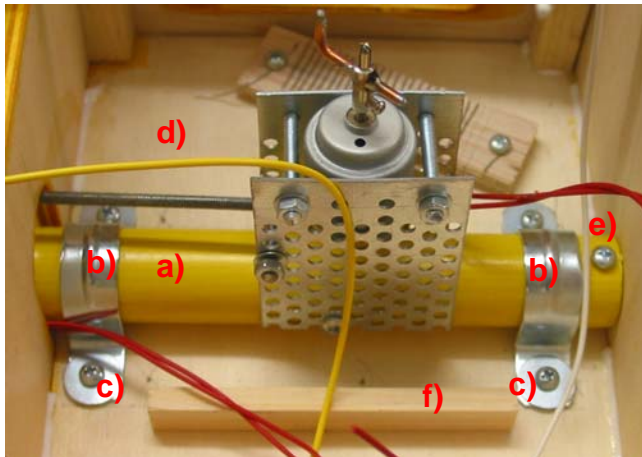


(Die Verkabelung ist vorerst noch nicht zu beachten!)

- a) Das Gehäuse ohne Deckel aufsetzen. Den leeren Drehzahlknüppel durch den Schlitz stecken...
- b)und provisorisch mit der Rundkopf- Holzschraube 3 x 30 mm so festschrauben, dass der Knüppel noch hin- und her bewegt werden kann. Damit er horizontal aufliegt, empfiehlt es sich, ein Distanzröllchen zu unterlegen!
- c) Jetzt den Schleifkontakt mit einer entsprechenden Schraube (M3) provisorisch montieren.
- d) Den Widerstand provisorisch auf dem Boden platzieren.
- e) Durch Hin- und Herschieben des Knüppels die beste Lage von Schleifkontakt (c) und Widerstand (d) ermitteln.
- f) Wenn die optimale Lage gefunden ist, den Schleifkontakt definitiv festschrauben und auch den Widerstand mittels zwei Schrauben 2.9 x 9.5 mm auf die Bodenplatte fixieren (vorgängig mit Ahle vorstechen!)
- g) Jetzt die Rundkopf-Holzschraube wieder lösen und den Deckel samt Drehzahlknüppel wieder entfernen

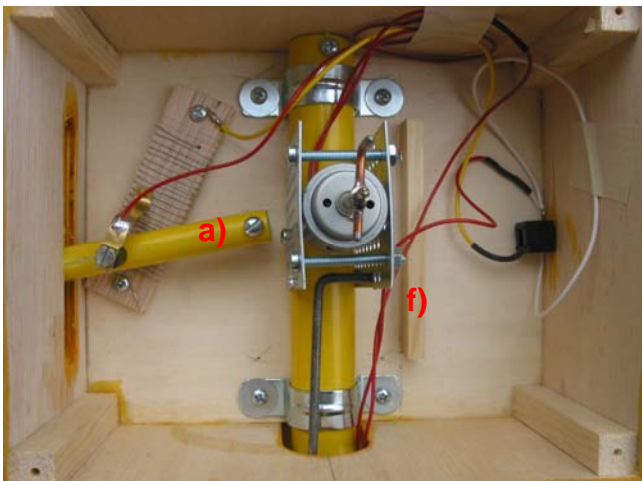
Achtung: Es ist darauf zu achten, dass der Schleifkontakt möglichst viel des Widerstandsstreifens „abtasten“ kann! Ebenso wichtig ist es, für guten Kontakt zwischen Schleifer und Widerstand zu sorgen: Ev. muss die Spannung des Messingschleifers erhöht werden (Rundzange)! Der Kontakt darf an der Wicklung nicht hängen bleiben, allenfalls muss die Krümmung des Schleifers erhöht werden (Rundzange)!

5.6 Zusammenbau der einzelnen Elemente



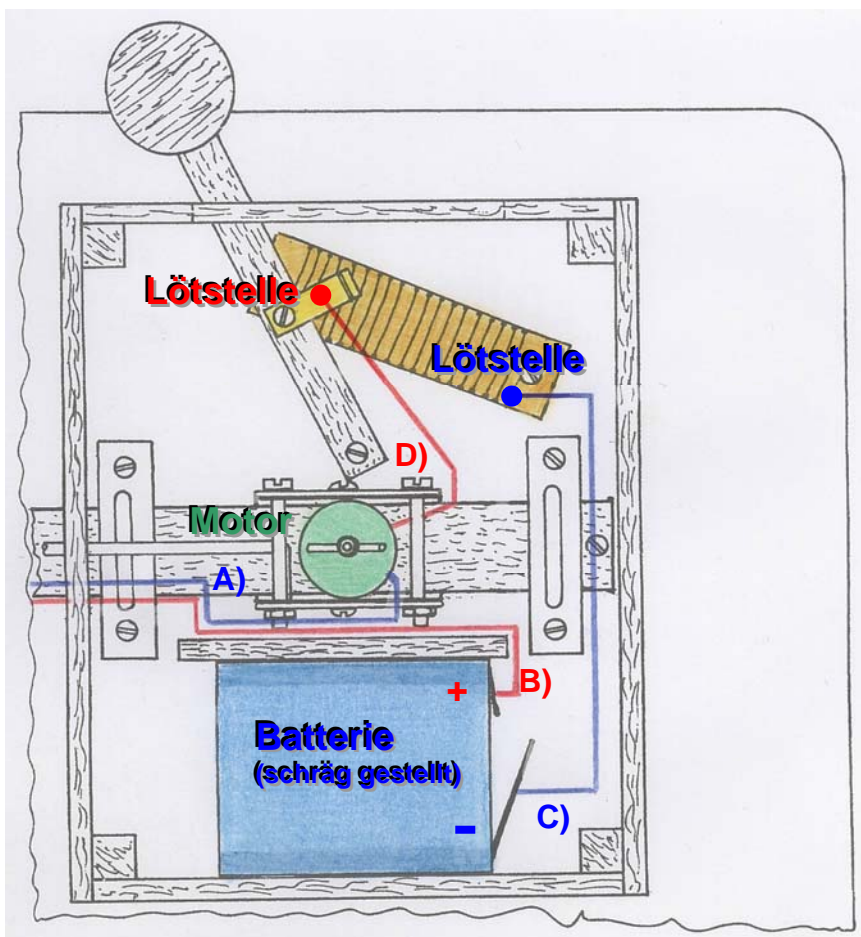
Zuerst wird die Steuerung (a) mit den beiden Rohrschellen (b) mittels Holzschrauben (c) auf die Bodenplatte (d) befestigt. Die Löcher dazu sind ja schon vorgebohrt. Die Holzschrauben nur so stark eindrehen, dass sich die Steuerwelle (a) noch seitlich drehen kann! Damit die Steuerwelle nicht aus den Schellen gezogen werden kann, sichert man diese mit einer weiteren Holzschraube (e).

Die Kabel in der Abbildung nicht beachten!



Anschliessend wird das Gehäuse samt dem bereits eingefahrenen Drehzahlregler sorgfältig auf die Bodenplatte angepasst und verleimt. Gleichzeitig wird der Drehzahlregler mit der entsprechenden Holzschraube wieder am Boden befestigt (a). Nochmals wird kontrolliert, ob der Schleifer guten Kontakt mit dem Widerstandsstreifen herstellt. Dann leimt man gemäss Abbildung auch die Kiefernleiste 5 x 10 x 75 mm (f) auf den Boden. Sie dient als Anschlag für die (schräg stehende) 4.5 V-Batterie.

Die Kabel in der Abbildung nicht beachten!



Verkabelungsplan

- A) Steuerknüppel – Motor
- B) Steuerknüppel – Pluspol der Batterie
- C) Minuspol Batterie – Ende Widerstandsstreifen
- D) Motor – Kontaktschleifer

Jetzt kann mit der Schlussarbeit, der Verkabelung, begonnen werden:

Die eine Litze des Motors wird mit dem Schleifkontakt verlötet, die andere wird mit einer Litze des Drucktasters (Steuerknüppel) zusammengehängt (löten oder mit Lüsterklemmen).

Die zweite Litze des Steuerknüppels wird zum + - Pol der Batterie geführt. Vom - - Pol der Batterie führt man eine Litze zum Widerstandsstreifen und lötet diese ans Ende des Konstantendrahtes. Die Schüler werden angehalten, eine saubere Kabelführung anzustreben (ev. mit Klebband fixieren). Hingegen darf die Steuerwelle nicht durch zu straffe Kabelführung in ihrer Bewegungsfreiheit gehindert werden!

Dann kontrollieren wir die Funktion: Nachdem die Batterie angehängt wurde, wird der Drucktaster betätigt. Nun muss der Motor drehen (Achtung: Manchmal gehen die Drucktaster etwas streng. Mehr Druck geben!). Ebenso wird der Drehzahlregler hin und her bewegt und überprüft, ob sich die Tourenzahl von langsam auf schnell verändert.



Jetzt wird der Propeller gemäss Beilageblatt zusammengesetzt, auf den Mitnehmer aufgesteckt und kontrolliert, ob er sich nach einer Weile abhebt. Geschieht dies nicht, so läuft er ev. verkehrt herum und die Drähte an der Batterie müssen einfach umgepolt werden.

Es kann sein, dass der Propeller sehr locker auf dem HO-Steckerchen des Mitnehmers sitzt. Das beeinträchtigt die Flugweite! Mit einem Japan- oder Sackmesser weitet man das Steckerchen vorsichtig aus, sodass man beim Aufstecken des Propellers einen **leichten** Wider-

stand spürt. Der Propeller kann dann eine höhere Tourenzahl übernehmen, bevor er abhebt. Ausprobieren!

Der erste Start:

- Knüppel in Mittelstellung bringen und den Taster bei langsamer Tourenzahl drücken.
- Bei laufendem Propeller mit dem Joystick die gewünschte Flugrichtung wählen.
- Nach wenigen Augenblicken hebt der Propeller ab und fliegt je nach gewählter Drehzahl mehr oder weniger weit und hoch.
- **Achtung: der Propeller hebt unmittelbar und ziemlich rasch ab! Deshalb beim Starten die Augen nicht in die Nähe der Flugrichtung bringen!!**