

Der Repeller

Jeder kennt Propeller an Flugzeugen und Ventilatoren, die von einem Motor gedreht werden und durch ihre Flügel die Luft nach vorne (oder hinten) pusten.

Ein Repeller sieht eigentlich genauso aus, funktioniert jedoch genau umgekehrt: Er wird vom Wind angetrieben und dreht dadurch einen Generator, treibt Mühlesteine an oder ähnliches. Die Energie fließt also in umgekehrter Richtung.

Benötigtes Material

Ein KG-Abwasserrohr Durchmesser 110mm

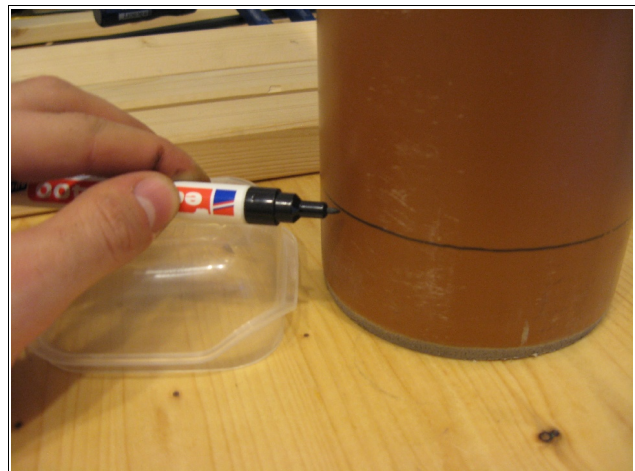
Aus solch einem Stück kann man 4 Repeller fertigen



1. Ablängen

Das Rohr muss mit einer Kunststoffsäge auf eine Länge von 55cm gebracht werden. Die Enden müssen gerade Kanten haben.

Um auf dem gesamten Umfang eine saubere Linie zu zeichnen stellt man das Rohr gerade auf einen Tisch und umfährt es mit einem Stift. Ggf. legt man einen Holzklötzchen unter den Stift.



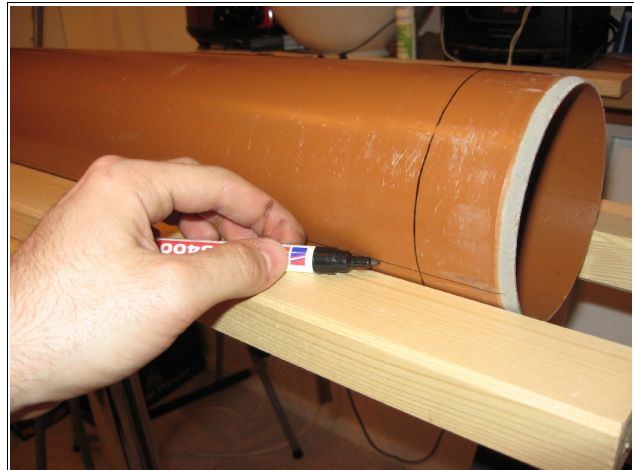
Damit man das Rohr bequem sägen kann spannt man auf eine Tischplatte mit Schraubzwingen zwei Leisten. Legt man das Rohr nun in deren Mitte kann man es leicht mit einer Hand festhalten.



2. Aufzeichnen der Schnitte

Um die Konturen des Repellers sauber auf die gewölbte Außenfläche zu zeichnen legt man das Rohr erneut zwischen die beiden Leisten.

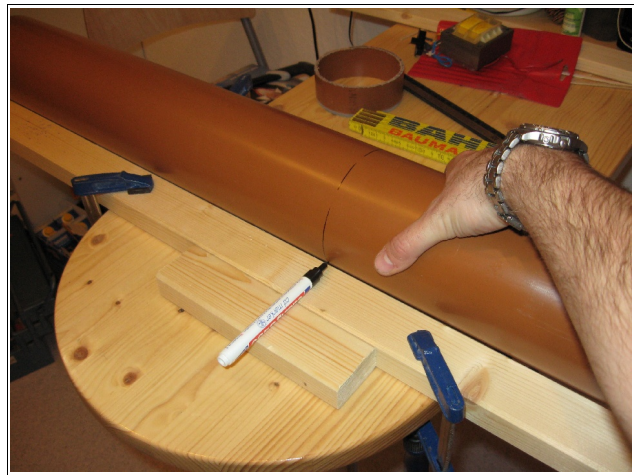
Um die Längsachse aufzuzeichnen fährt man mit dem Stift einfach auf einer der Leisten entlang während man das Rohr gut festhält.



An einem Ende setzt man mit einer Schraubzwinge ein Stück Holz als Anschlag fest auf die Leisten. Wenn man nun das Rohr an diesen Anschlag schiebt, kann man ganz einfach die Mittellinie markieren indem man einen Stift 27,5cm vom Anschlag entfernt auf die Leiste legt und langsam das Rohr dreht.

Jeweils zwei Zentimeter links und rechts von dieser Mittellinie benötigt man weitere Linien um später das Profil anzeichnen zu können.

Will man das Rohrstück voll ausnutzen für vier Repeller, kann man diese Linien alle getrost durch zeichnen, das erspart später etwas Arbeit.



Die linke Linie benötigt nun eine Markierung 2cm oberhalb und 5cm unterhalb der Längsachse. Bei der Rechten ist es genau umgekehrt, also 5cm oberhalb und 2cm unterhalb.

Außerdem benötigt man an den Enden Markierungen jeweils 2cm ober- und unterhalb der Längsachse.

Diese verbindet man nun wie im Bild zu sehen.



3. Aussägen des Repellers

Nun folgt ein kniffliger Teil, der auch nicht ganz ungefährlich ist.

Wenn man auf Nummer sicher gehen will zerlegt man das Rohr zuerst in vier gleiche Spalten und sägt dann daraus in aller Ruhe mit der Laubsäge die Form aus.

Wer genug Pflaster da hat, kann es auch mit einem scharfen Teppichmesser probieren. Dazu spannt man das Rohr richtig fest auf die Leisten und führt das Messer beidhändig. Nach mehrmaligem kräftigen Ritzen ist man durch.



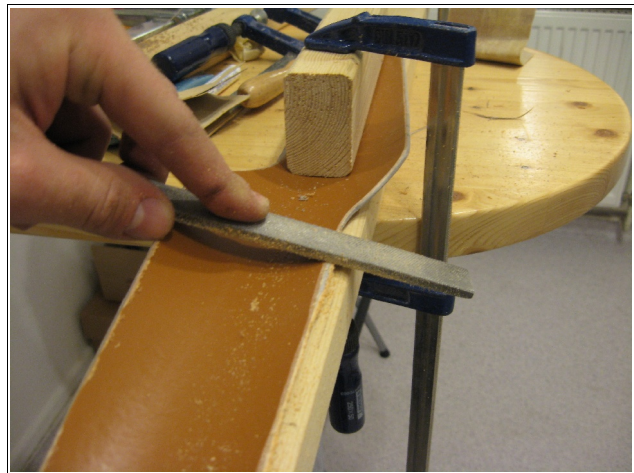
4. Nachbearbeitung

Der Repeller, den wir nun in Händen halten muss nun noch sorgfältig geschliffen werden. Die schrägen Kanten werden einfach nur verrundet, während die geraden Kanten von der Innenseite flach geschliffen werden, wie ein Messer (s. Bild).

Die Enden und Ecken sollte man ebenfalls etwas verrunden.

Wichtig ist, das alles schön glatt und sauber ist, damit der Repeller später mit minimalem Widerstand durch die Luft gleitet.

Jetzt fehlt nur noch ein 6mm-Loch in der Mitte, dann ist er Fertig unser Repeller!



Das Gehäuse

Alle Teile des Windrades werden vom Gehäuse zusammen gehalten, das drehbar auf einem Mast montiert ist. Eigentlich ist es auch kein richtiges Gehäuse als mehr ein Gestell

Benötigtes Material

Für den Unterbau benötigen wir lediglich drei Holzklötze die wir uns von einer Leiste 30x50mm abschneiden. Und eine Latte 18x50mm

Der eine Klotz soll 16cm lang sein und die beiden anderen jeweils 8cm. Bei den beiden Kürzeren muss man sehr gut darauf achten, dass sie sauber und gerade abgesägt werden, da sie später auf ihren Schnittflächen stehen.

Die Latte sägen wir auf eine Länge von 20-30cm



1. Anzeichnen

In den langen Klotz und die Latte muss jeweils ein Schlitz um den Stator aufzunehmen. Ergo

müssen die Schlitz 4mm breit sein, so dass der Stator schön fest klemmt.

Der Schlitz im langen Klotz kommt genau in die Mitte und der in der Latte muss auf die gleiche Höhe, wenn beide Stücken an einem Ende bündig liegen.

2. Sägen der Schlitz

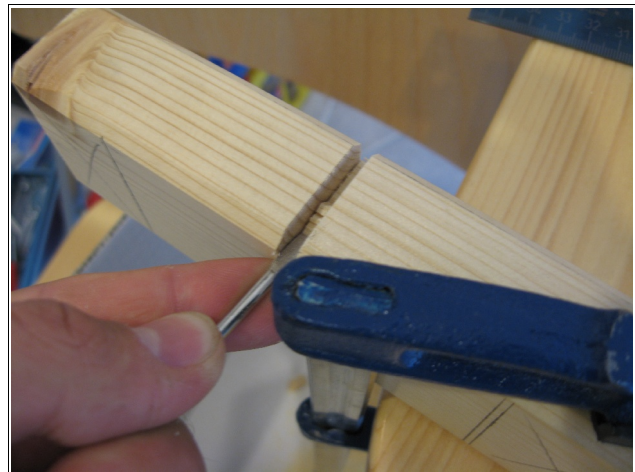
Wer die Möglichkeit dazu hat, sägt die Schlitz mit einer Tischkreissäge. Alle anderen müssen sehr sorgfältig mit der Hand arbeiten.

Dazu sägen wir zwei feine Schlitz an die Ränder der Schlitz. Nach dem ersten davon sollte man noch einmal nachmessen ob der Strich für den zweiten den richtigen Abstand hat.

2b. Ausstemmen der Schlitz

Nachdem wir nun die Schlitz vor gesägt haben entfernen wir den Steg zwischen den beiden Schnitten vorsichtig mit einem schmalen Schraubenzieher. Bei dem weichen Kiefernholz geht das ganz einfach.

Abschließend sollten die Kanten natürlich noch etwas mit Sandpapier geglättet werden.



3. Bohren der Wellenlöcher

In die beiden Klötze müssen wir nun jeweils ein Loch für unsere Welle bohren. Das Loch sollte genau mittig in dem Klotz sitzen.

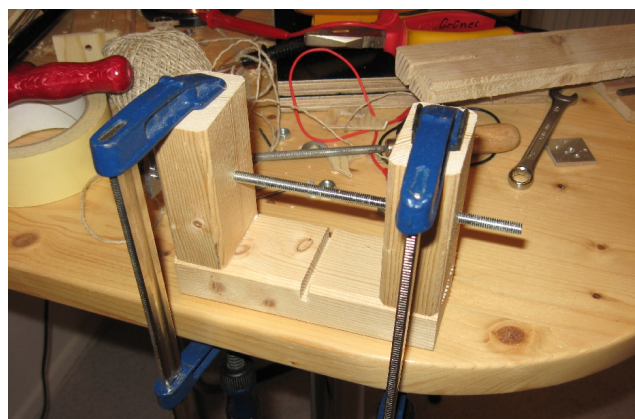
Es ist sehr wichtig, dass das Loch gerade verläuft, da sonst später unsere Welle klemmt. Wer hat, verwendet dafür also eine Standbohrmaschine.

4. Aufleimen der Klötze

Nun müssen wir die beiden Klötze auf das lange Stück leimen.

Dazu trägt man den Leim beidseitig auf und verpresst anschließend alles schön ordentlich mit Schraubzwingen.

Bevor man diese jedoch ganz fest zieht, sollte man die spätere Welle durch die Löcher stecken und die Klötze ggf. etwas justieren/drehen damit die Welle schön leicht läuft.

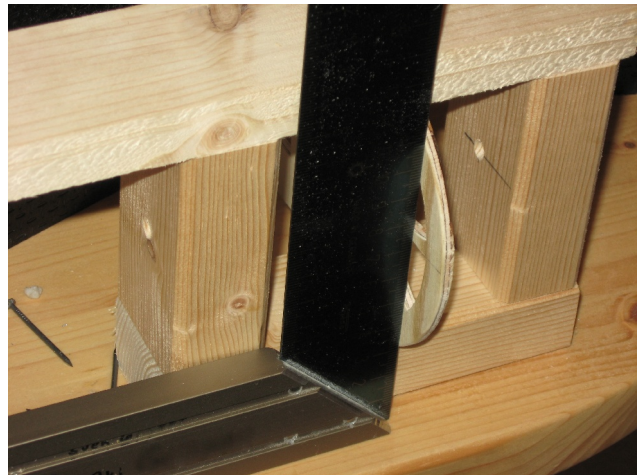


5. Aufleimen der Latte

Als oberer Abschluss kommt jetzt die Latte auf die Klötze. Die Vorderkante sollte bündig mit dem Klotz sein und der Schlitz genau dem anderen gegenüber liegen.

Vor dem endgültigen Festzwingen sollte man den Stator kurz einsetzen und die Latte so justieren, dass der Stator perfekt senkrecht im Gehäuse steht. Dabei hilft ein Anschlagwinkel.

Ebenso sollten die Schlitz absolut parallel verlaufen.



6. Bohren der Stangenaufnahme

Um den Generator später ein paar Meter gen Himmel zu bekommen wollen wir eine handelsübliche Teleskop-Zeltstange verwenden. Dafür sollten wir jetzt unter dem vorderen Klotz mittig ein 5mm-Loch bohren.

Der Rotor

Der Rotor ist der Teil eines elektrischen Generators der sich dreht, also rotiert. Bei unserem Generator beherbergt der Rotor die Magneten, deren Magnetfeld während der Drehung eine Spannung in den Stator induziert, dazu aber später mehr.

Benötigtes Material

Kern des Rotors ist eine M6-Gewindestange von 20cm Länge. Dazu passend benötigen wir eine Handvoll Muttern und Unterlegscheiben.

Weiterhin benötigen wir zwei Sperrholzplättchen ca. 8x8cm. Diese sollten mindestens 4mm dick und aus Kiefer oder Buche sein, keineswegs jedoch aus weicher Pappel.

Ebenso brauchen wir acht starke Magneten. Die sollten mindestens der Stärke N42 entsprechen und $\varnothing 10\text{mm} \times 5\text{mm}$ messen

1. Sägen / Bohren der Scheiben

Aus den beiden Sperrholzplättchen sägen wir nun jeweils eine runde Scheibe von 7cm Durchmesser. In die Mitte der Scheiben kommt jeweils ein Loch mit 6mm Durchmesser

2. Aufkleben der Magneten

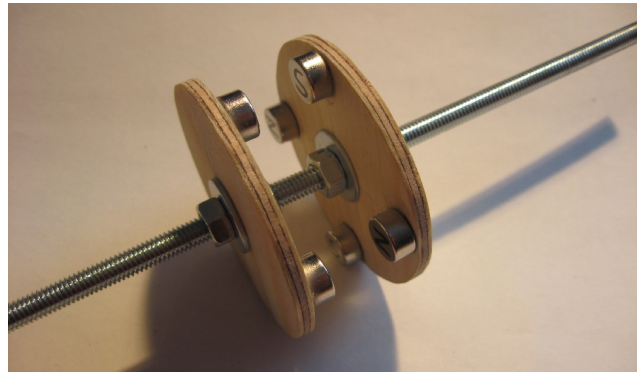
Mit einem Sekundenkleber, der ausreichend stark ist und für Holz wie Metall geeignet ist kleben wir nun die Magneten auf unsere Scheiben. Je vier pro Scheibe, an den äußeren Rand.

Achtung! Für die spätere Funktion ist es sehr wichtig die Magneten richtig herum aufzukleben. Die jeweils gegenüberliegenden Magneten müssen mit dem gleichen Pol nach oben zeigen während das andere Paar auf der selben Scheibe mit diesem Pol nach unten zeigen muss. Man kann dazu einen Kompass nehmen oder aber einfach den Effekt nutzen, dass gleiche Pole sich abstoßen.

Die Magneten sollten vor dem Aufkleben mit Spiritus gereinigt werden, damit der Klebstoff auch wirklich gut halten kann.

Eigentlich ist unser Rotor nun fertig aber wir können ihn probeweise schon mal zusammenbauen und uns des Anblicks erfreuen.

Für die spätere Gesamtmontage müssen wir aber alles wieder auseinander bauen, schade.



Der Stator

Den Gegenpart zum Rotor bildet der Stator, der sich nicht bewegt. Der Stator beherbergt die Spulen in die das Magnetfeld des Rotors eine Spannung induziert. Bei den meisten Großgeneratoren und auch beim Fahrrad-Dynamo sitzen die Spulen auf dem Rotor und die Magnete auf dem Stator, das macht keinen Unterschied solange sich einer von beiden dreht. Aber für unser Projekt ist es praktischer die Spulen in den Stator zu packen, da wir sonst nur schwer den Strom abgreifen könnten.

Benötigtes Material

60m Kupferlackdraht 0,25mm

10x10cm Sperrholz 4mm, Fichte oder Buche

Klebeband

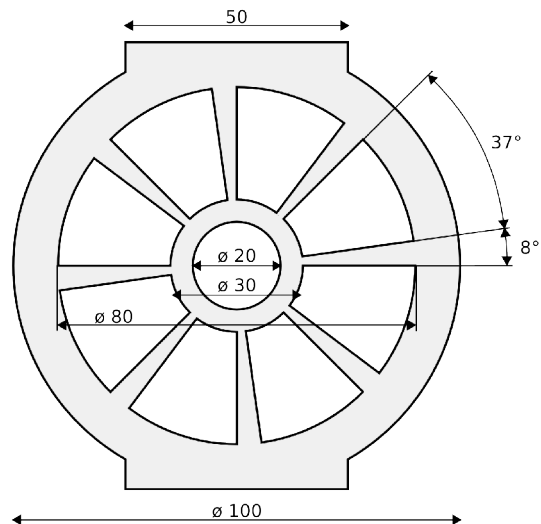
evtl. Gießharz

1. Aussägen des Stators

Die Spulen werden von einer Sperrholzplatte gehalten, in die wir zuerst dafür passende Aussparungen sägen müssen. Natürlich könnte man die Spulen auch einfach auf die Platte kleben aber das erhöht den Abstand der Magneten womit das Magnetfeld, das die Spulen durchwirkt zu schwach wird.

Wer schlau ist zeichnet schon auf, bevor er die Platte aus dem großen Sperrholzstück aussägt, das ist wesentlich bequemer.

Die runden Außenkanten sind für die Funktion



unwichtig, sehen jedoch wesentlich schicker aus.

Nach dem Aussägen sollten alle Kanten vorsichtig mit Schleifpapier bearbeitet werden. Nur die Splitter entfernen, keinesfalls alles rundnudeln.



2. Wickeln der Spulen

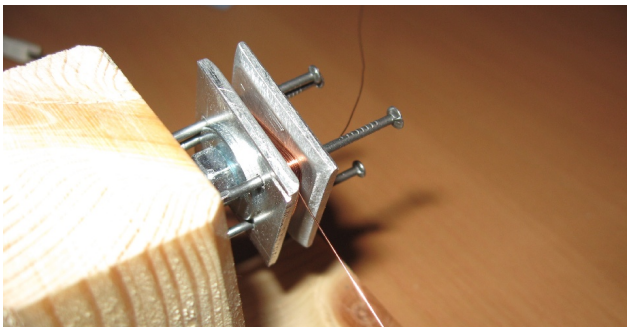
Wie man beim vorigen Schritt schon erahnen konnte bekommt unser Generator acht Spulen, die wir jetzt wickeln werden.

Dafür empfiehlt es sich eine kleine Wickelhilfe zu bauen. Dafür stapeln wir drei Reststückchen vom Sperrholz und bohren vier Löcher für die Eckpunkte hinein und ein großes für die Gewindestange in die Mitte. Das mittlere der Plättchen sägen wir nun entlang der gedachten Linien zwischen den Löchern aus.

Nun kann man die drei Plättchen hintereinander auf die Gewindestange schieben, mit Muttern ordentlich verspannen und mit dicken Draht oder kleine Nägel in die Löcher stecken.

Steckt man nun die Gewindestange in den Unterbau und schraubt ans andere Ende irgendwas zum Kurbeln dran hat man eine wunderbare Wickelmaschine.

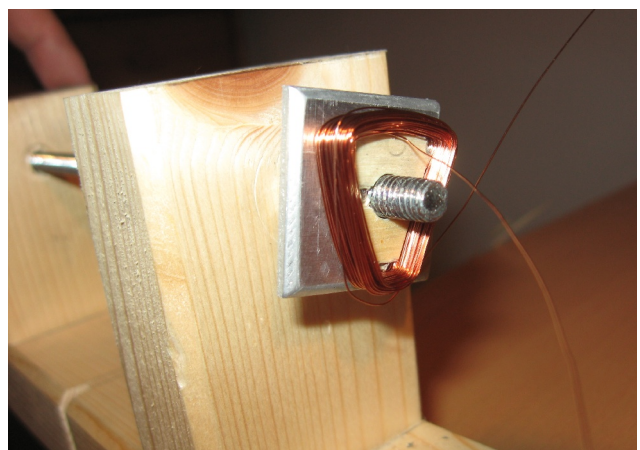
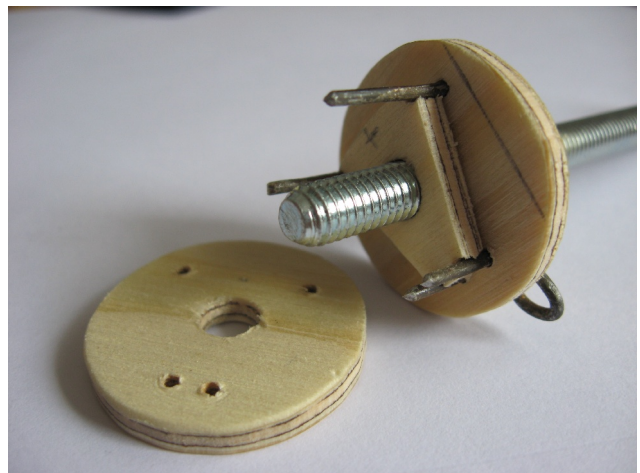
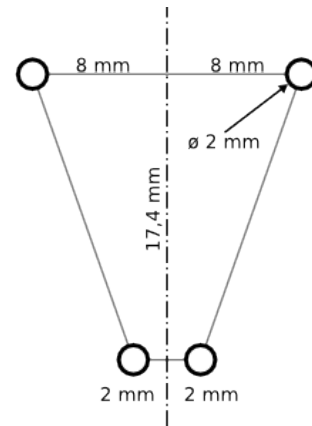
Hier die Luxusvariante aus Aluminium:



Dort legen wir den Draht nun ein und machen genau hundert Wicklungen. Nicht vergessen Anfang und Ende des Drahtes großzügig überstehen zu lassen, sonst wird das spätere Verbinden der Spulen unnötig fummelig.

Nachdem eine Spule fertig gewickelt wurde zieht man einfach die Drähte/Nägel heraus, löst die vordere Platte und entnimmt vorsichtig die Spule.

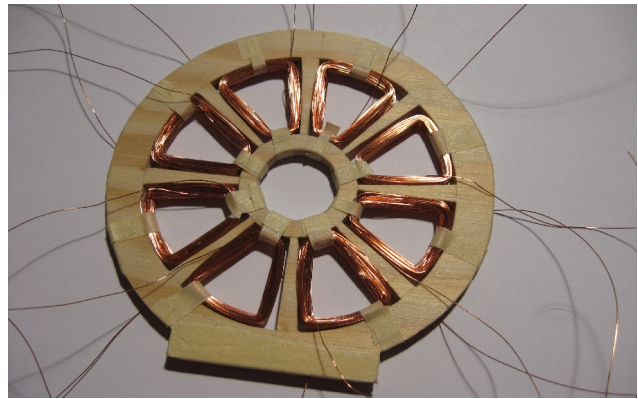
Pro Spule sollte man ca. 7m Kupferlackdraht verbrauchen.



3. Montieren der Spulen

Jede fertige Spule sollte sofort montiert werden, da sie sich sonst schnell verheddert. Dazu verwenden wir schmale Streifen Klebeband.

Man hat es später leichter, wenn man die zwei Anschlussdrähte jeder Spule auf unterschiedliche Seiten des Stators legt. Im Bild sind die Enden gegen den Uhrzeigersinn vorne und die mit dem Uhrzeigersinn auf der Rückseite.



(Vergießen der Spulen)

Um seinen Generator ein wenig geeigneter für den Freilufteinsatz und den letzten Rest an Leistung raus zuholen kann man die Spulen vergießen. Das trägt auch enorm zur Haltbarkeit bei.

Dafür benötigen wir ca. 10 Gramm Gießharz, der im Modellbauhandel als 2-Komponentenharz oder einfach Epoxydharz zu bekommen ist.

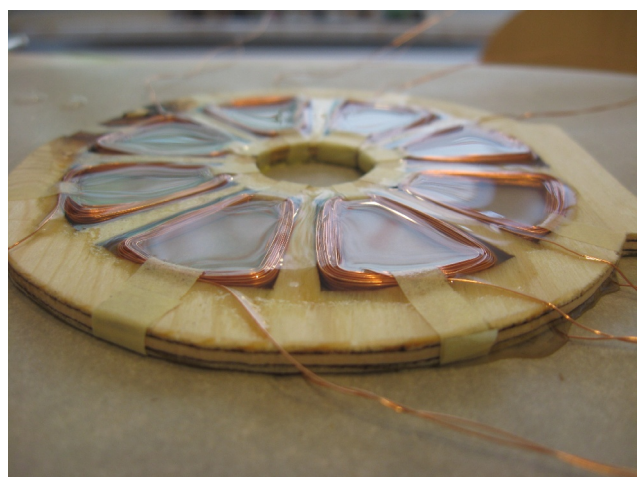
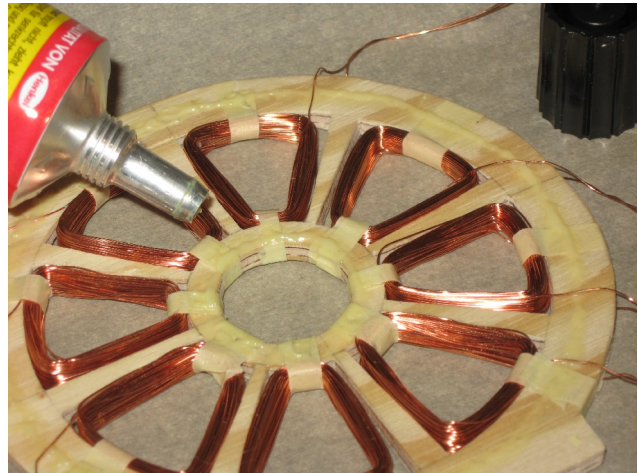
ACHTUNG! Das Zeug ist sehr giftig und sollte nur mit Handschuhen und Schutzbrille verarbeitet werden. Alles was vollgekleckert werden könnte sollte abgedeckt werden und die Kleidung sollte auch dreckig werden dürfen.

Zuerst richten wir unsere Presse ein. Das sind zwei stabile glatte Holzplatten die wir später zusammen pressen. Damit der Harz nicht an den Platten kleben bleibt legen wir einfach ein Stück Backpapier dazwischen.

Um zu verhindern, dass der Harz unter dem Stator heraus läuft oder ins Mittenloch hinein läuft müssen wir diesen gegen das Backpapier „abdichten“. Pattex oder ein ähnlich zäher Kleber eignet sich dafür hervorragend. Damit legen wir einfach eine geschlossene „Dichtungswurst“ auf die Statorunterseite und pressen mit den Platten ca. 10 Minuten das Backpapier drauf. Es muss nicht festkleben (da klappt beim Backpapier eh nicht), nur gut abdichten.

Nun rühren wir den Harz (und Härter) in einem geeigneten Behältnis an, für einen einzigen Stator genügt da eine Fotodose. Weil das Mischungsverhältnis exakt eingehalten werden muss empfiehlt sich eine Grammgenaue Waage. Anschließend sollte der Brei gut durch gerührt werden.

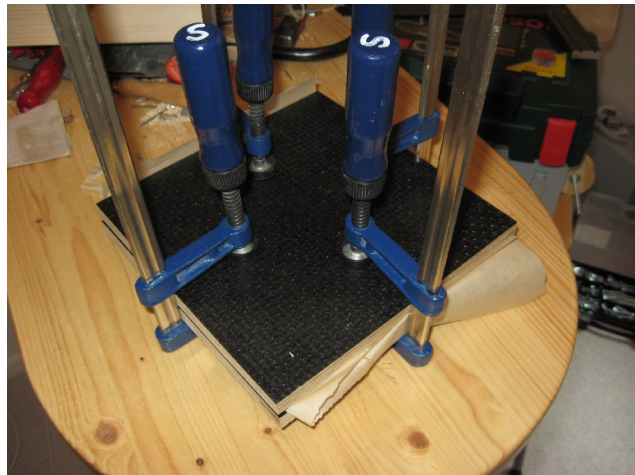
Jetzt kommt der heikle Moment wo sich unsere Dichtung beweisen muss: wir kippen den Harz ganz behutsam in die einzelnen Statorauschnitte. Der Harz zieht sich von ganz alleine in die winzigen Zwischenräume



zwischen den Drähten und dem Holz. Mit einem Zahnstocher o.Ä. kann man das etwas fördern indem man sachte an den Spulen wackelt. Nach einigen Minuten kann man noch ein paar Tropfen nach kippen, so dass alle Ausschnitte bündig gefüllt sind. Lieber etwas zu wenig als zu viel.

Jetzt legen wir wieder Packpapier oben auf und verpressen alles ordentlich mit Schraubzwingen zwischen den Platten.

Der Harz benötigt bis zu 24 Stunden um auszuhärten. Auch wenn es schwer fällt sollte man sich solange gedulden und die Pressung nicht früher lösen.



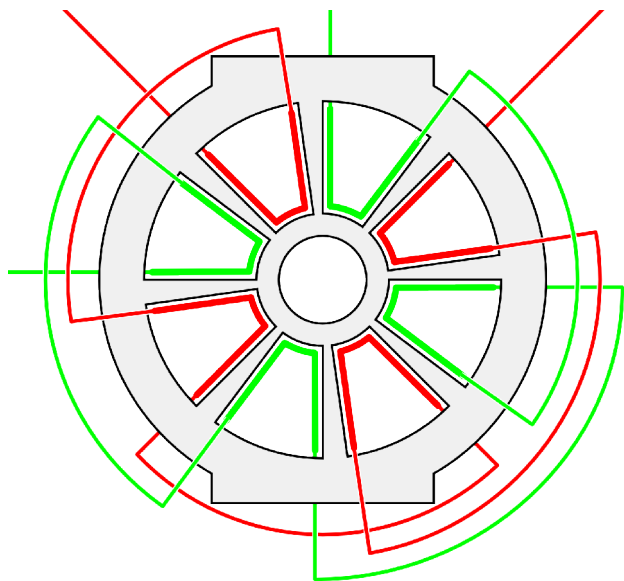
4. Verdrahten der Spulen

Um flexibel zu sein werden wir die Spulen so miteinander verdrahten, dass zwei separate Stromkreise (rot/grün) entstehen die wir später ganz nach Bedarf in Reihe oder parallel schalten können.

Auf dem Bild rechts ist die Verdrahtung schematisch dargestellt. Das sieht jetzt zwar kompliziert aus, lässt sich aber schrittweise ganz einfach entwirren.

Der jeweils rechte Draht einer Spule sollte ja oben liegen, der andere auf der Rückseite. Dadurch können wir erstmal ganz einfach immer die übernächsten rechten Drähte miteinander verbinden, also zweimal pro Stromkreis

Nach dem Umdrehen machen wir das pro Kreis nur noch einmal und die vier übrigen Drähte sind die Anschlüsse der beiden Kreise.



5. Montage im Gehäuse

So verdrahtet können wir den Stator nun in das Gehäuse schieben. Er sollte schön fest in den Schlitzen klemmen. Falls es zu locker ist, kann man das Holz mit einem Klebestreifen etwas verdicken, dann gleitet es auch besser.

Klemmt der Stator dagegen zu fest oder lässt sich überhaupt nicht rein schieben sollte man die Laschen etwas mit Sandpapier abflachen, bevor man durch zu viel Gewalt etwas zerbricht.

Alles Zusammenbauen

Die Einzelteile sind nun alle fertig und können zusammen gebaut werden.

Dazu muss man den Rotor wieder zerlegen und im Gehäuse zusammen bauen. Dabei ist es besonders wichtig den Spalt zwischen den Rotor-Magneten so klein wie möglich zu lassen. Allerdings darf es auch nirgendwo schleifen.

Alle Muttern sollten gekontert oder mit Loctite gesichert werden. Wenn eine der Magnetscheiben sich lockert ist das tödlich für den Stator.

Nachdem man auch den Repeller vorne angeschraubt hat kann man noch eine Windfahne ans Heck montieren, das Ganze auf eine Stange setzen und sein Werk bewundern.

