

Bauanleitung – Bausatz Scheibengenerator 02

Diese Bauanleitung soll die wichtigsten Schritte zeigen die für die Fertigstellung des Bausatzes aus dem Kleinwindanlagenshop notwendig sind.

Über den Bau von Scheibengeneratoren gibt es hinreichend weiterführende Lektüre welche ebenfalls im Shop zu finden ist und in welcher auch der Bau von Rotoren, Masten und Sturmsicherung beschrieben wird.

Auch im Onlineforum auf www.Kleinwindanlagen.de gibt es zahlreiche Beiträge mit vielen aufschlussreichen Bildern und Tipps zum Bau.

Der Generator

Alle nötigen Teile und Materialien die für den Zusammenbau des Generators zwingend benötigt werden, befinden sich bereits im Komplettsset-Angebot des Shops.

Dazu zählen:

- Laserteile (2 Rotorscheiben, 1 Statorhalter, 1 Repellernabe, 2 Magnetschablonen, 5 Abstandhalterringe)
- 1 Lagerstummel
- ca. 90m ausreichend Kupferlackdraht der Stärke 1,6mm
- 24 Neodym-Magnete, N42
- alle nötigen Bolzen, Gewindestangen und Muttern sowie Unterlegscheiben
- 1 Liter Harz + Härter sowie ausreichend Glasfasermatte

Für den Bau einer kompletten Windanlage sind weitere Komponenten erforderlich die entweder selbst hergestellt oder auch über den Onlineshop bezogen werden können. Dazu zählen:

- Rotorblätter mit einer Schnelllaufzahl von etwa 4,5
- Mastkopflager mit Schleifkontakten und Drehkranz (passend zu den Befestigungsbohrungen im Statorhalter)
- Laderegler
- Windfahne mit Sturmsicherung
- Gleichrichter

Scheibengeneratoren zeichnen sich vor allem durch ihre große Leichtläufigkeit aus, da sich in den Luftspulen kein Eisen befindet. Dadurch kann eine Windanlage schon bei sehr kleinen Windgeschwindigkeiten anlaufen.

Unser Generatorbausatz ist universell sowohl für 12Volt als auch für 24Volt Anlagen einsetzbar. 12V Systeme bieten den Vorteil der enormen Kompatibilität zu vorhandenen Verbrauchern aus dem KFZ-Bereich.

24V Systeme eignen sich vor allem dann, wenn zwischen der Windanlage und dem Verbraucher oder der Batterie größere Distanzen zu überbrücken sind. Es sind dann kleinere Kabelquerschnitte möglich und auch der Generator hat dann einen besseren Wirkungsgrad. Höherer Wirkungsgrad heißt auch gleich höherer Ertrag.

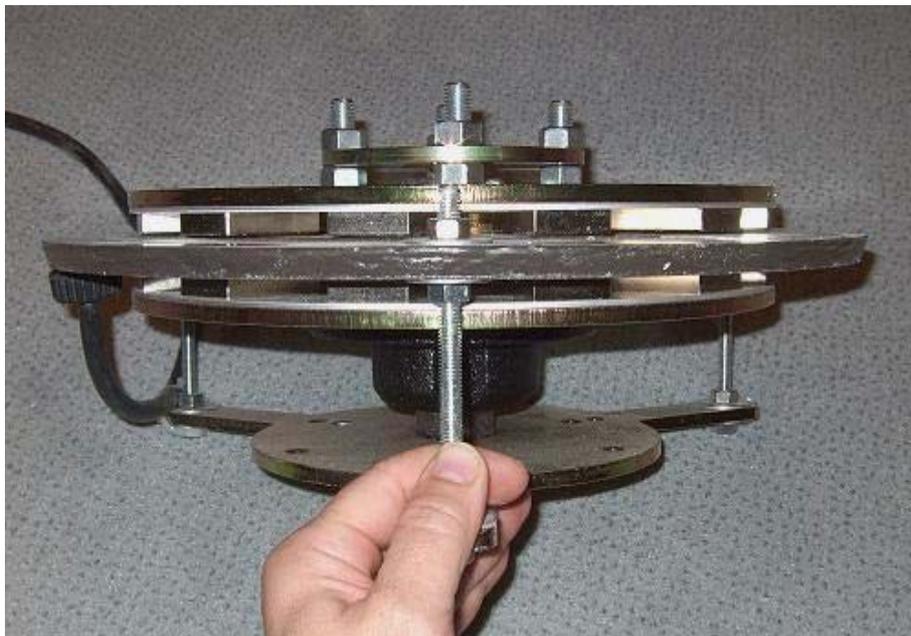
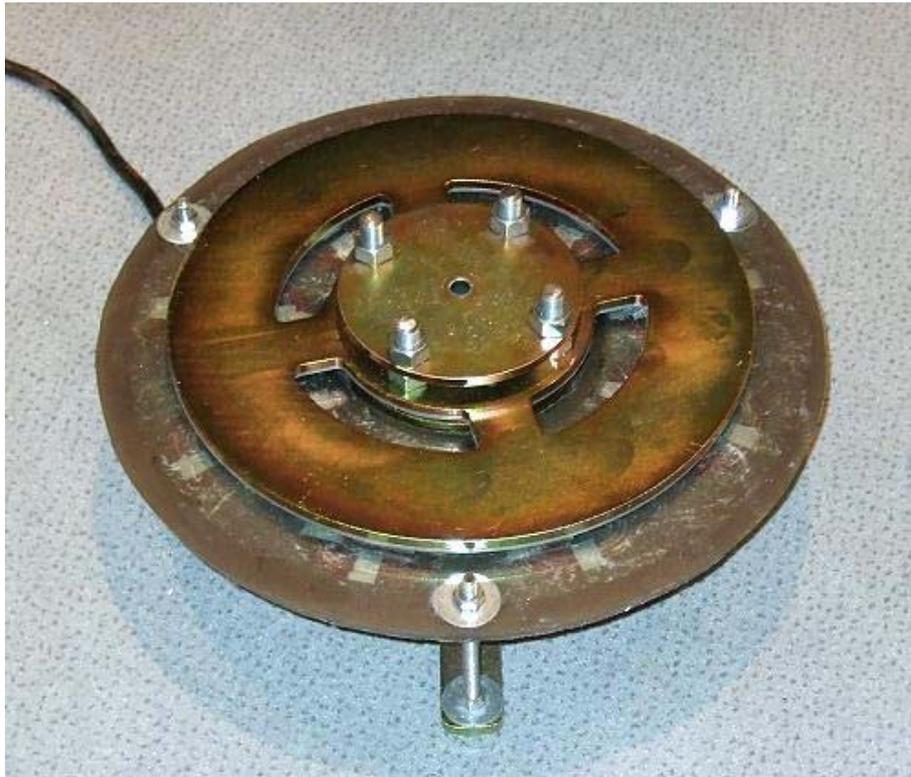
Wir empfehlen daher den Einsatz dieses Generators in Verbindung mit 24 Volt Systemen.

Wir gehen davon aus, dass sie sich bereits zuvor ein wenig mit der Materie befasst haben und ihnen der prinzipielle Aufbau und die Funktionsweise dieses dreiphasigen Generatortyps bereits bekannt ist!

Diese Kurzanleitung soll vor allem die wichtigsten Arbeitsschritte und Maße vermitteln sowie einige hilfreiche Tipps geben, die den Zusammenbau erleichtern. Sollten dennoch Fragen auftauchen, so versuchen wir Ihnen über das Forum oder auch unter der Emailadresse mail@kleinwindanlagen.de weiterzuhelfen.

- 1. Bau einer Wickelmaschine und Fertigung der Spulen**
- 2. Bau einer Gussform**
- 3. Verdrahten der Spulen und gießen des Stators**
- 4. Präparieren des Achsstummels**
- 5. Zusammenbau der Komponenten**

Wenn sie alles richtig gemacht haben, dann sollte das Ergebnis in etwa so aussehen:



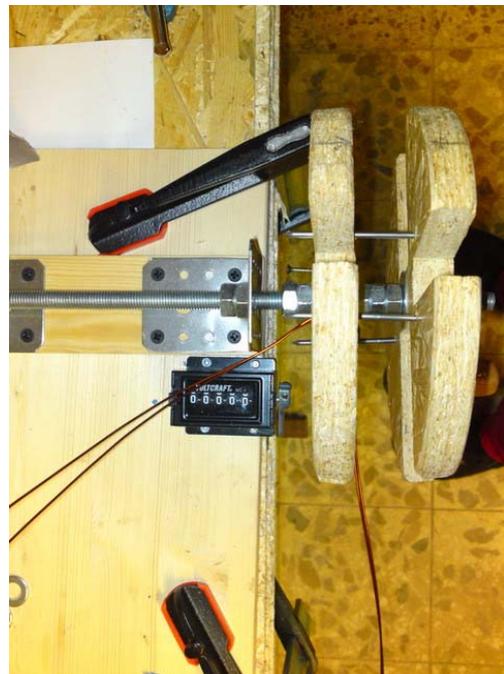
Bei unserem Mustergenerator befindet sich jedoch noch eine kleine runde Scheibe mit Loch, wo später die Rotornabe verschraubt wird. Sie diente nur zum Übergang und zu Vermessungszwecken. Im Bausatz ist statt der Scheibe der Rotorträger enthalten.

1. Bau der Wickelmaschine und Fertigung der Spulen

Für den Bau des Stators benötigen wir 9 Spulen mit je 50 Windungen aus 1,6er Kupferlackdraht. Das Wickeln von Spulen ist eine Wissenschaft für sich. Um sehr gleichmäßige und saubere Wicklungen mit konstanter Packdichte zu erzeugen spielen Faktoren wie Drahtstärke, Vorzugspannung und Uniformität beim Wickeln eine große Rolle. Der im Stator zur Verfügung stehende Platz ist bei diesem Bausatz jedoch sehr großzügig ausgelegt, so dass man diese Faktoren quasi vernachlässigen kann und auch Ungeübte sich keine Sorgen machen müssen.

Da die einzelnen Phasenstränge später im Stern verschaltet werden, ist hier keine Präzisionsarbeit nötig! Man sollte versuchen den Draht mit leichtem Zug aus der einen Hand zu führen während man mit der anderen Hand möglichst gleichmäßig kurbelt. Ruckartiges Drehen der Kurbel führt oft zu ungleichmäßig breiten Spulenschenkeln. Etwa eine Umdrehung pro Sekunde ist hier ein gutes Tempo. Man sollte versuchen, den Draht möglichst gleichmäßig zu verteilen und wilde Überkreuzungen weitgehend zu vermeiden. Es ist jedoch nicht zwingend notwendig, jede Lage Windungen genau auf der darunterliegenden Reihe auszurichten.

Das wickeln einer Spule sollte im Normalfall und nach einige Spulen Übung nicht länger als 5 Minuten dauern so dass nach einer Stunde alles geschafft sein kann.



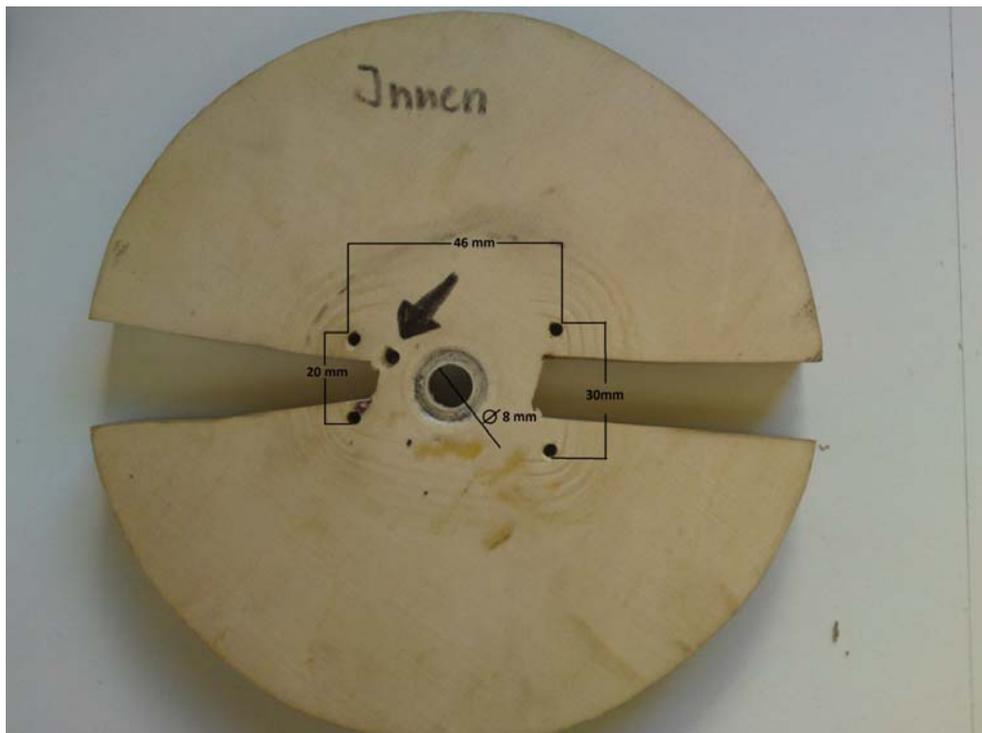
Wickelmaschinen gibt es in den verschiedensten Ausführungen. Für den Bau nur eines einzigen Generators reicht aber eine simpelste Konstruktion (links) völlig aus.

Neben zwei einfachen Flacheisenbeschlägen aus dem Baumarkt, ein paar langen M8 Schlosserschrauben und einigen Muttern benötigt man nur noch etwas Holz und eine Schraubzwinde.

Wer es etwas anspruchsvoller mag und in Erwägung zieht mehrere Generatoren zu bauen, kann auch ein Zählwerk installieren und die Konstruktion stabiler und somit auch langlebiger bauen (rechtes Bild).

Das Flacheisen wird an einem Stück Holz festgeschraubt welches man dann mit einer Schraubzwinde an einer Tischkante befestigen kann oder aber man spannt es direkt in einem Schraubstock fest. Durch das oberste Loch führt man eine M8 Schlosserschraube und kontert diese auf der anderen Seite mit 2 Muttern so, dass das Ganze sich noch leicht drehen lässt ohne zu sehr zu kippen.

Die beiden Schablonenteile kann man schnell aus Holzscheiben von etwa einem Zentimeter Dicke herstellen.

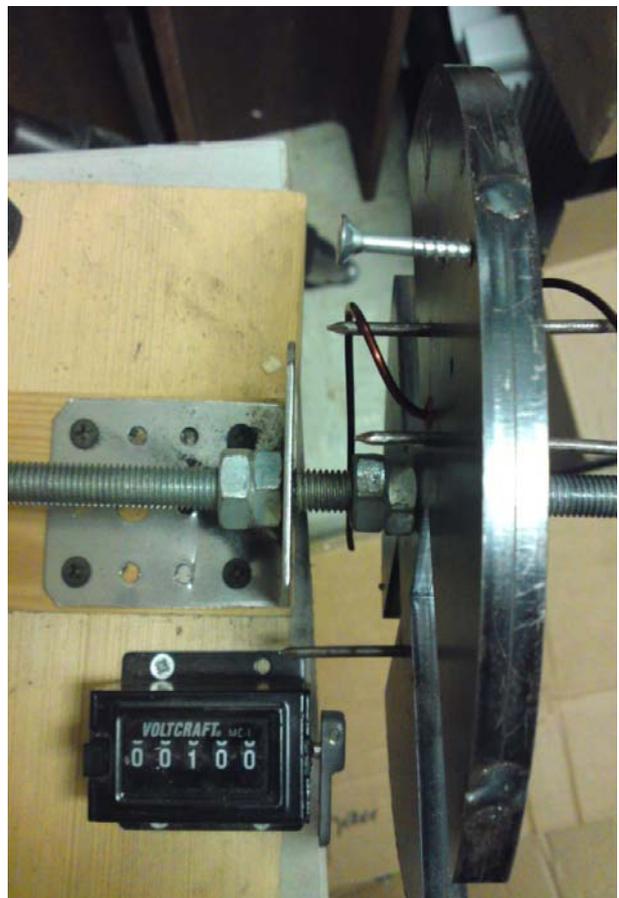
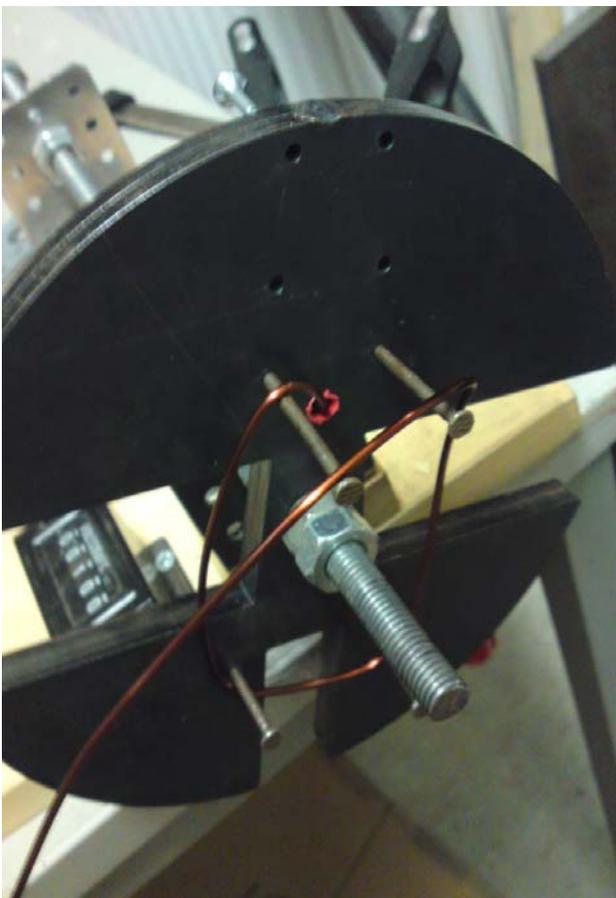


Die Bohrungen sind entsprechend den späteren Abmaßen des Spulenlochs zu setzen.

Breite Innen	: 20mm	Mittelloch	8-9mm
Breite Außen	: 30mm		
Höhe	: 46mm		

Man sollte darauf achten, die Bohrungen in beiden Scheiben gleichzeitig zu setzen und sicherstellen, dass diese dabei nicht verrutschen. Die Passstifte sollten später genau sitzen und es sollte sich nichts verkanten. Am besten geht das mit einer Ständerbohrmaschine. Als Passstifte funktionieren normale Zimmermannsnägel ganz prima.

Innerhalb der 4 Formbohrungen befindet sich noch eine weitere, mit einem Pfeil gekennzeichnete Bohrung. Durch diese wird später der Draht eingeführt und nach außen (zur Tischkante hin) weitergeführt. Er muss dann obenherum (!) um die Passstifte geführt werden wie in der unteren Grafik angedeutet. Sicherlich gibt es hier viele Methoden, diese ist aber wohl die einfachste.

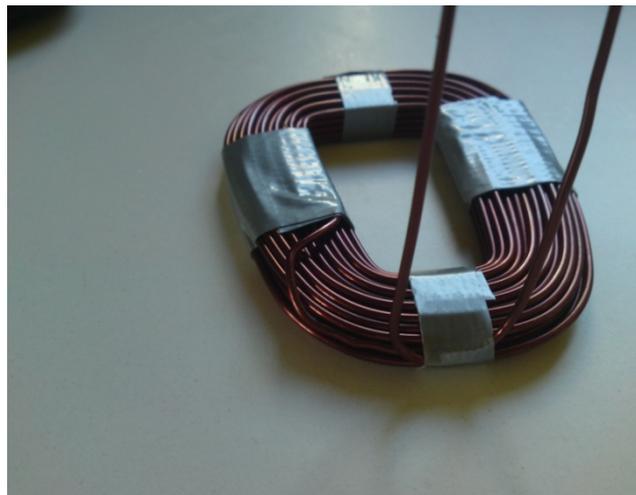


Auf der anderen Seite (außen) wird der Draht um die Passstifte gewickelt damit er beim Kurbeln nicht im Weg ist, so wie im Bild angedeutet. Man sollte etwa 25 Zentimeter überstehen lassen um später genug Länge zum Verdrahten zu haben. Damit die Spulen auch in die Form passen, dürfen sie nicht höher als 9-10 mm werden wobei zu bedenken ist dass sie sich nach dem Entfernen aus der Wickelform noch etwas ausdehnen.

Der Abstand zwischen den beiden Seitenplättchen sollte daher etwa 8-8,5 mm betragen. Das kann man gut mit Muttern und Unterlegscheiben regulieren. Es ist ratsam, eine Testspule zu fertigen und mit der Schieblehre nachzumessen ob das auch funktioniert hat. Werden die Spulen zu hoch und passen später nicht komplett in die Form, ist das aber auch kein Drama. Man muss dann eine entsprechend höhere Form bauen und wissen dass dann die mitgelieferten Abstandhalter zwischen den Rotorscheiben zu niedrig sein werden so dass man dann dort die Höhe nachregeln muss.

Bevor die Spulen aus der Form entnommen werden, sollten die Windungen durch die seitlichen Schlitzte mit Klebeband fixiert werden.

Nach dem Ausformen wird das innere Drahtende nach außen hin umgebogen, beide Drahtenden einmal gekreuzt und anschließend mit Klebeband fixiert und nach oben gebogen. Das sollte dann in etwa so aussehen:



2. Bau einer Gussform

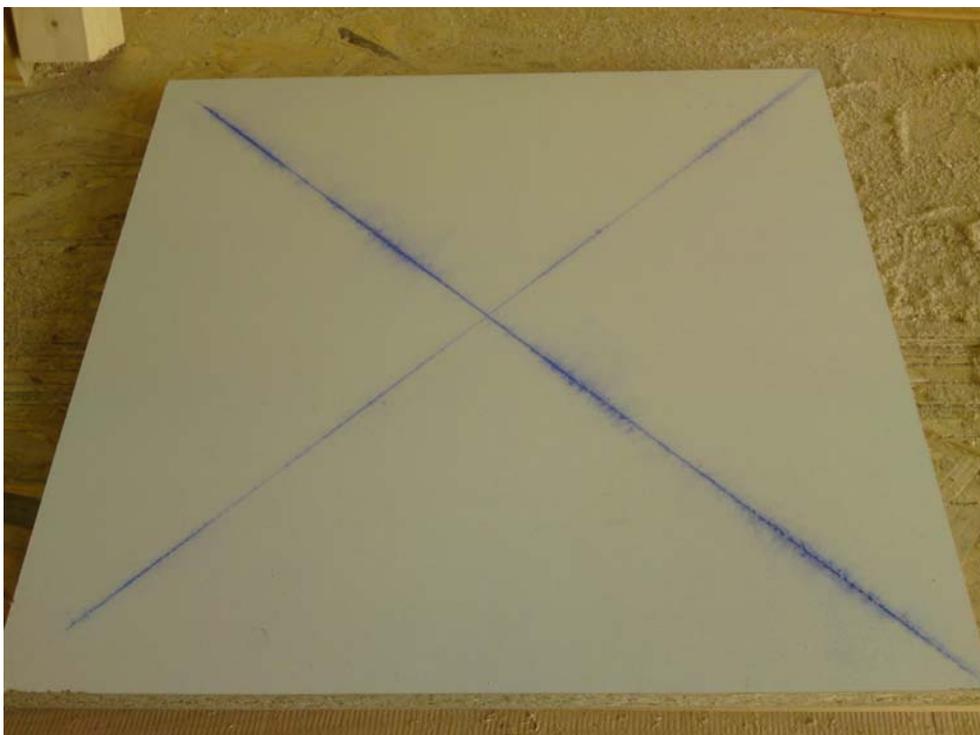
Für die Gussform sollte ein Material mit möglichst glatter und wasserabweisender Oberfläche verwendet werden, damit sich der Stator später leicht entformen lässt. Dafür eignen sich am besten die Matt-Weiß beschichteten Spanplatten aus dem Baumarkt. Sie sind sehr glatt, leicht zu bearbeiten, preiswert und das Trennmittel kann nicht einziehen.

Die Stärke der Formplatte ist hierbei auf 10mm festgelegt (alternativ ist das nächste Maß 12mm falls die Spulen zu hoch geworden sind).

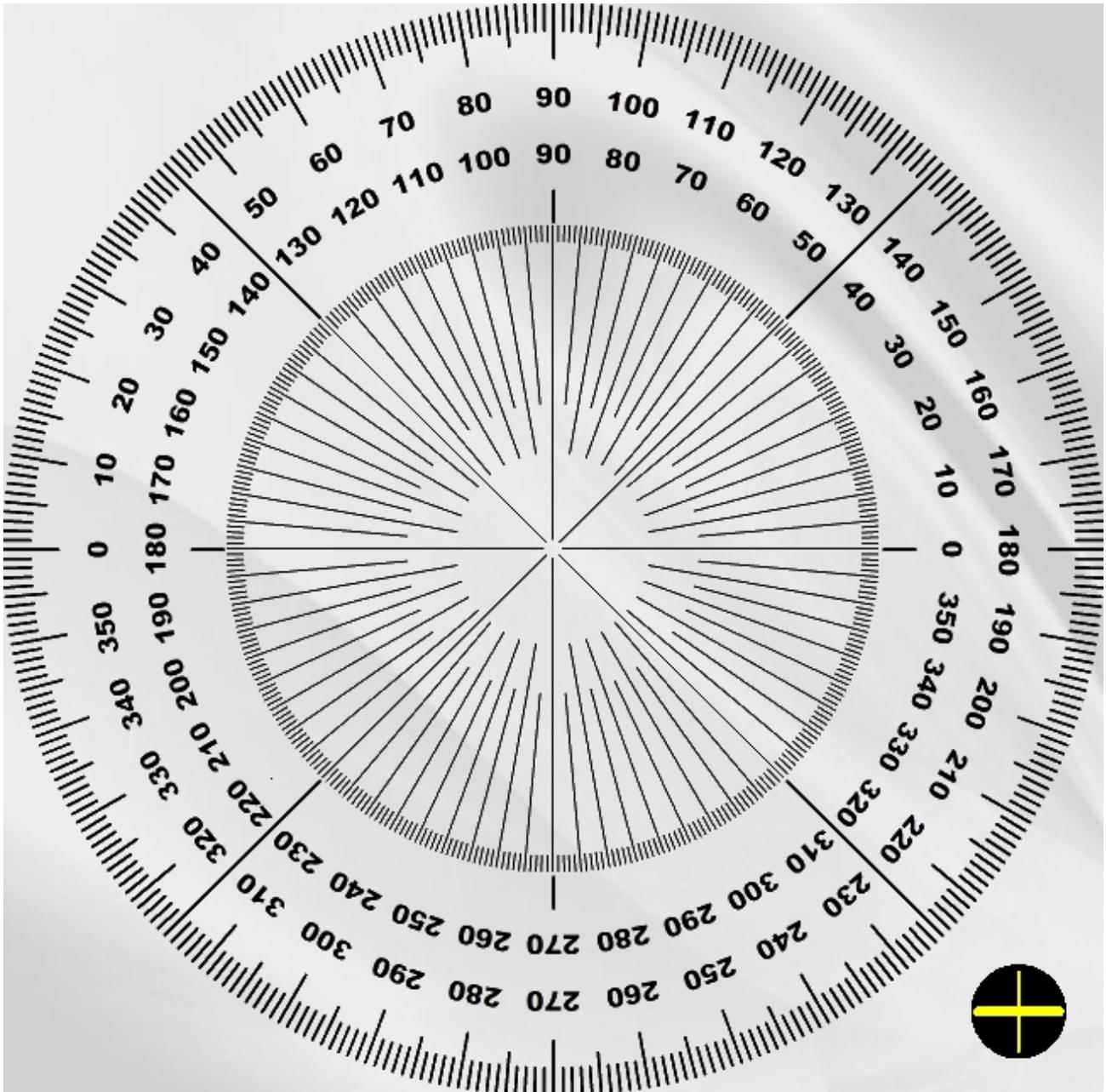
Unter und- Deckelteil machen sich gut aus 19mm Spanplatte um nach dem Gießen ordentlich Druck ausüben zu können.

50 x 50 Zentimeter Kantenlänge im Zuschnitt für alle drei Teile genügen.

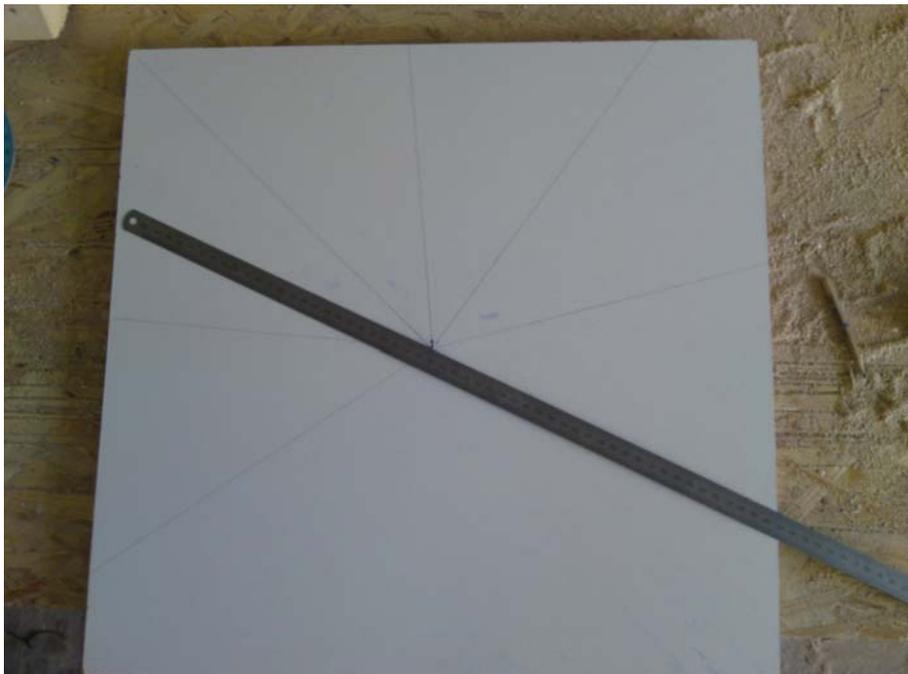
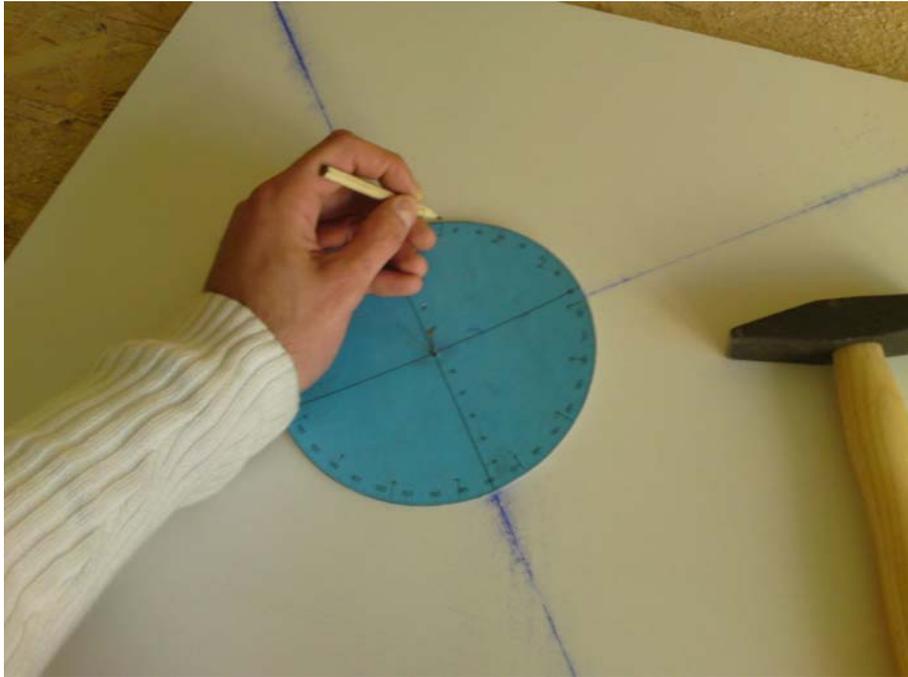
Mittels Schlagschnur oder langem Lineal ermittelt man zuerst den Mittelpunkt und setzt mit einem kleinen Nagel ein Loch.



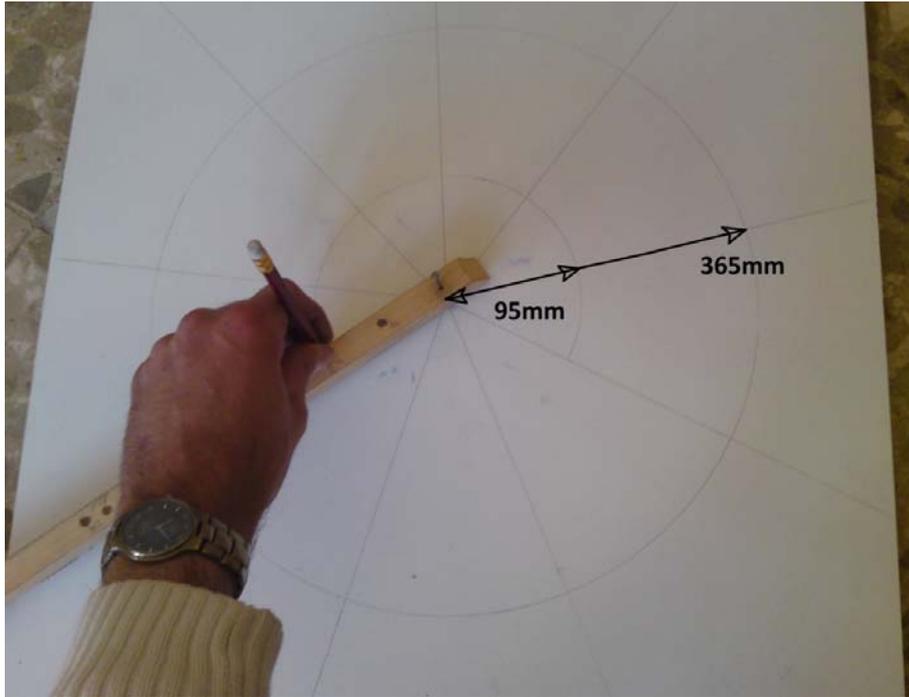
Anschließend druckt man diese Winkelschablone aus, klebt sie auf Karton und schneidet sie aus.



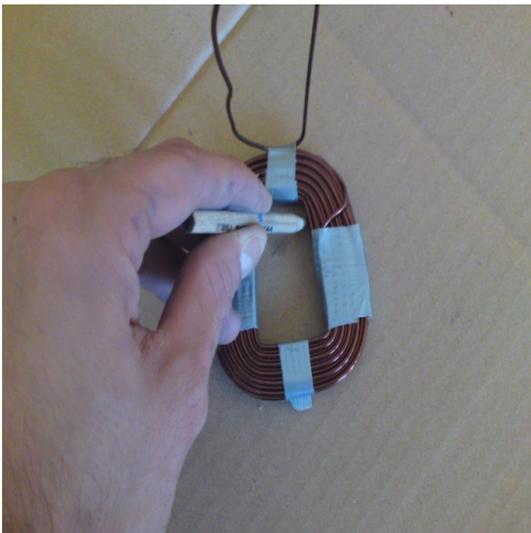
Durch den Mittelpunkt stößt man mit dem kleinen Nagel in das zuvor gemachte Loch und trägt in Schritten von 40 Grad Markierungen ab und zeichnet 9 Linien an denen die Spulen später ausgerichtet werden.



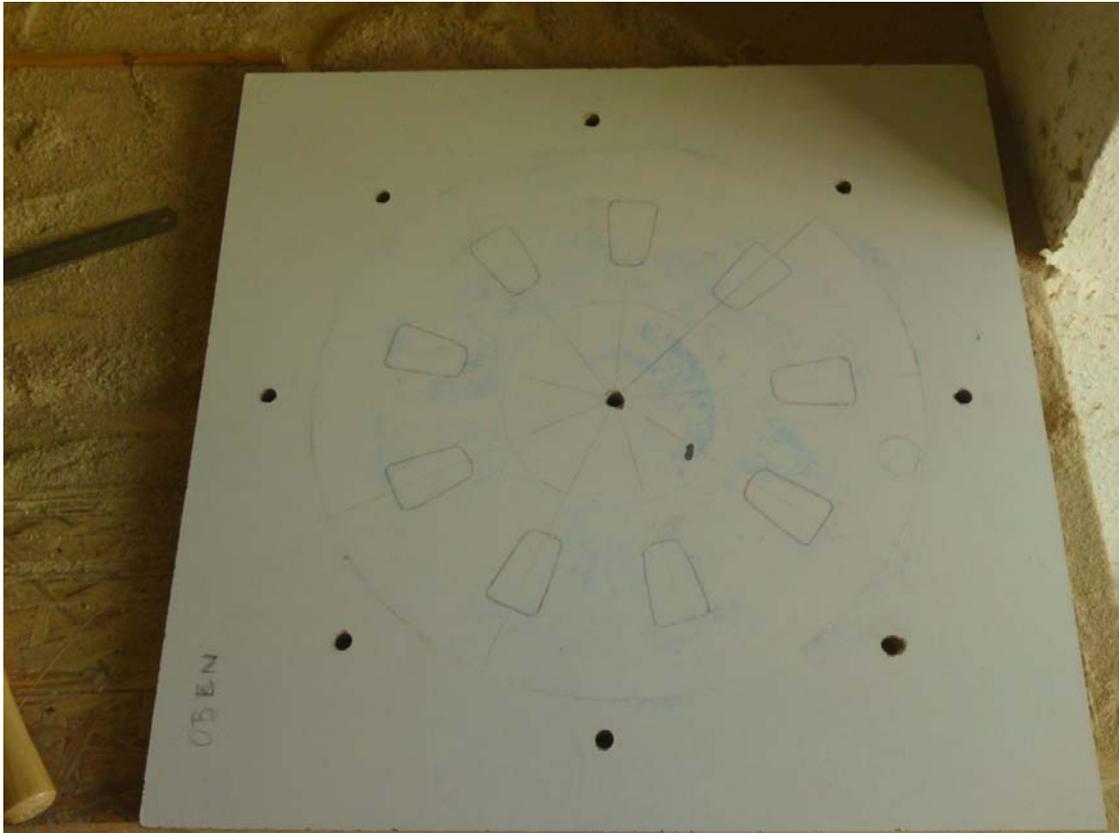
Dann werden mit dem Zirkel 2 Kreise gezogen, der Äußere entspricht dem Durchmesser des Stators (365mm), der Innere dem Anfang der Spulenlöcher (95mm).



Nun wird aus Karton noch eine Schablone geschnitten die dem Innenmaß der Spulenlöcher entspricht. Am besten nimmt man einfach eine der Spulen und verwendet sie als Schablone. Wichtig ist dass diese Schablone etwas kleiner ist als die Spulenlöcher denn man muss später durch die erste Lage Glasfaser hindurch die Spulen noch ausrichten können, was nicht möglich ist wenn die Markierungen durch die innersten Windungen verdeckt wird.



Nun werden die Positionen entsprechend eingezeichnet. Dabei mit dem BLEISTIFT(!) gut aufdrücken damit eine kräftige Linie entsteht die man auch durch das Harz hindurch noch erkennen kann. Permanent Marker o.ä. wird vom Harz angelöst und verwischt bis zu Unkenntlichkeit und das ist bei den kurzen Verarbeitungszeiten des Harzes ärgerlich.



Damit ist die Unterform fast fertig, die Löcher auf dem Bild macht man am besten zum Schluss durch alle 3 Platten gleichzeitig und möglichst wieder mit einer Ständerbohrmaschine damit sie gerade verlaufen.

Die Formplatte wird nach dem gleichen Prinzip gefertigt - Mittelpunkt finden, 365mm Kreis ziehen und das Ganze dann mit der Stichsäge ausschneiden. Den Ausschnitt kann man später noch als Andruckhilfe beim Angießen und für die Mittelsinsel verwenden.

Dabei wenn möglich die Stichsäge 10-15 Grad schräg anstellen. Der Stator kommt dann später viel einfacher aus der Form wobei dann die Seite mit dem "kleineren Kreis" nach oben zeigen muss (!). Da die ausgeschnittenen Ränder keine Beschichtung haben, umklebt man sie am besten mit dehnbarem Klebeband, schneidet es alle 2 cm ein und knickt es zur Seite weg. Sehr gut eignet sich breites Isolierband. Es bleibt dann später auch kein Harz daran backen.



In das Oberteil kommt ein kleines Loch von etwa 25mm Durchmesser (Steigerloch) direkt an den Rand der Innenform. Dort kann später überflüssiges Harz entweichen bzw. Nachgefüllt werden und gleichzeitig werden hierdurch die Kabel aus dem Stator herausgeführt. Es sollte sich idealerweise genau zwischen 2 Spulen befinden und möglichst in der Mitte der Formkante. So kann man die gesamte Form nach dem Befüllen und Verschließen zum Heraus klopfen der Luftblasen später aufstellen. Die Überschüssige Luft entweicht dann aus dem Stator und man hat weniger Einschlüsse. Auch dieses Loch muss an den Schnittkanten mit Klebeband gegen Harz geschützt werden (!).

Was noch fehlt ist die "Mittelinsel". Diese muss natürlich größer sein als das Lager bzw. Als die Verbindungsbolzen die später durch den Stator hindurch rotieren. 135mm Durchmesser geben einerseits genug Sicherheit was den Abstand zu den Lagerbolzen angeht, andererseits aber auch noch genug Platz für das Verdrahten der Spulen. Auch die Mittelinsel sollte man etwas schräg aussägen und anschließend die Schnittkanten mit Klebeband versiegeln.

Die Bohrungen zum Verpressen der Form macht man am besten 9mm im Durchmesser, so dass M8 Schlosserschrauben gut durch passen. Die Schrauben lieber etwas länger als zu kurz wählen, 60er waren bei uns ideal. Wenn alle Formteile zum Bohren aufeinander gelegt werden empfiehlt es sich auf einer Seite jeweils einen durchgehenden Strich zu ziehen damit man beim Gießen nicht erst lange probieren muss wie rum der Deckel passt.

Nun ist die Form fertig und sollte in etwa so aussehen wie diese:



3. Verdrahten der Spulen und gießen des Stators

Da Spulen und Formteile nun fertig sind, ist es an der Zeit mit den Harzarbeiten zu beginnen. Zuvor ist es jedoch sehr wichtig, alle Formteile gründlich mit Trennmittel zu behandeln. Hier kann man professionelles Formen-Trennmittel verwenden, muss es aber auch nicht. Viele Selbstbauer verwenden einfaches Schmierfett, dann allerdings meist in Verbindung mit Sperrholzformen in welche es auch einziehen kann. Besser ist es wenn man ein Trennmittel verwendet welches gänzlich aushärtet. Jedes billige Autowachs ist hier prima geeignet.

Alle Formteile sollten sehr gründlich damit behandelt werden. Wo kein Trennmittel hinkommt, dort bleibt beim Ausformen alles backen (!). Gerne werden hier die mit Klebeband versiegelten Formseitenteile und vor allem das Steigerloch vergessen.

Nachdem das Trennmittel eingetrocknet ist verschraubt man das mittlere Formteil und die Insel mit der Grundplatte so dass die beiden Platten aneinander gepresst werden und eine gewisse Dichtigkeit entsteht. Das Klebeband am Mittelteil fungiert hierbei als Dichtung.

Nun kann das Angießen vorbereitet werden:

Zunächst schneidet man aus der Glasfasermatte zwei Stücke heraus die in ihren Abmaßen dem Innenteil der Form entsprechen.

Nun können Harz und Härter entsprechend den Mischungsverhältnissen auf der Verpackung angerührt werden. Man kann gar nicht lange genug rühren (!). Umso besser die beiden Flüssigkeiten vermischt werden, desto stabiler und haltbarer wird letztlich der Stator.

Man benötigt vorerst etwa 150-200 Gramm des Gemisches. Es wird gleichmäßig in die Form gegossen und möglichst gut (durch schwenken der Form) verteilt.

Nun legt man eine Glasfasermatte in die Form und drückt sie an. Dabei sollten möglichst alle Luftblasen die sich unter der Matte sammeln herausgedrückt werden. Hierbei kann man sich Zeit lassen denn die dünne Harzschicht trocknet nur sehr langsam. Anschließend werden die Spulen in die Matte eingedrückt. Man kann sie gut an den Markierungen auf dem Formboden ausrichten die durch die getränkte und dadurch nun durchsichtige Matte schimmern. Hier sollte man versuchen, möglichst genau zu arbeiten.

Um die Spulen und somit den Stator kompakt und flach zu halten ist es ratsam die Spulen mit Gewichten zu beschweren. Sehr gleichmäßig und einfach geht das indem man sich einen Ring aus Holz baut der im Durchmesser innen etwas größer ist als der

Spulenkranz und außen etwas kleiner als das Formteil.

Da die Drahtenden alle nach oben stehen, kann man diesen Ring dann schön auf die Spulen auflegen und mit viel Gewicht beschweren.

Das kann unter Umständen recht abenteuerlich aussehen:

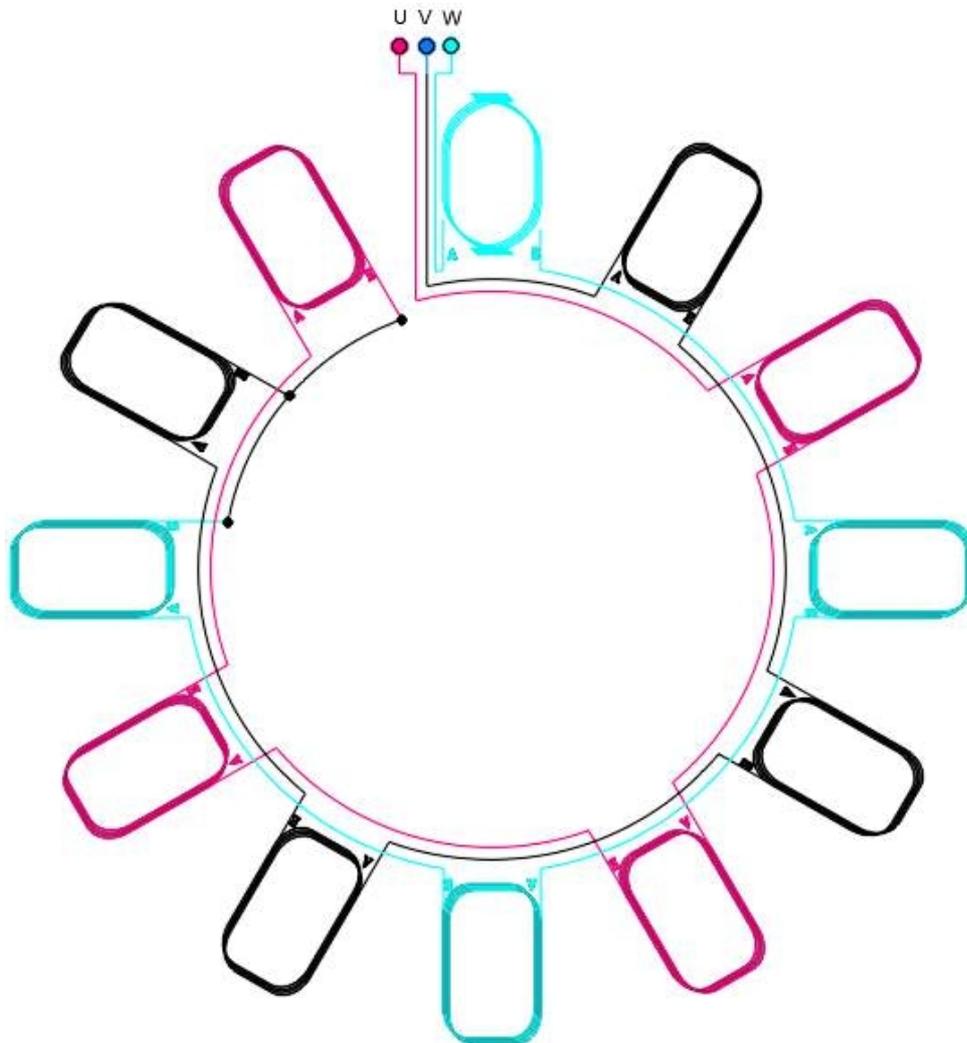


Nachdem das Harz ausgehärtet ist und die Spulen fixiert sind, kann man sie in aller Ruhe miteinander verlöten ohne dass sie dabei verrutschen.

Wenn alle Drahtenden auf die richtige Länge zugeschnitten sind, muss an den Lötstellen der Lack entfernt werden.

Am besten geht das in dem man die Enden mit einem kleinen Gaslötbrenner solange erhitzt bis der Lack abbrennt (das geht auch mit einem Feuerzeug, aber man verbrennt sich dabei schnell die Finger weil es etwas länger dauert). Anschließend kann man die verkohlten Reste mit Schleifpapier entfernen. Mit so einem Brenner lassen sich die dicken Drähte auch prima verlöten indem man die eng zusammenlegt und mit kleiner Flamme erhitzt. Wenn sie kurz "beschlagen" (Trüb) sind sie warm genug und man kann das Lot hinzufügen welches sich dann sofort schön gleichmäßig verteilen sollte. Ein Überzug aus Schrumpfschlauch sorgt dann für die nötige Isolation.

Die 3 Phasen werden von den meisten Erbauern wohl im Stern verschaltet werden. Das bedeutet, dass die Enden der drei Phasen wie auf der unteren Abbildung dargestellt miteinander verbunden und die Anfänge nach außen geführt werden.



Hier wird das Prinzip gezeigt (leider gerade mit 12 Spulen und nicht mit 9)

Ob alles geklappt hat lässt sich mit einem Multimeter überprüfen, indem der Widerstand zwischen je zwei Phasen gemessen wird. Ist dieser bei allen drei möglichen Kombinationen in etwa gleich groß und liegt im Bereich um die 0,5 Ohm, so kann davon ausgegangen werden, dass alles richtig verschaltet ist.

Mit dieser Art der Stern-Verschaltung wird der Generator in der 24Volt-Version in Verbindung mit dem Repeller aus dem Shop (SLZ4,5) bei etwas unter 3m/s den Ladebeginn erreichen.

Ist eine 12Volt-Version geplant, so wird der Ladebeginn deutlich niedriger liegen, was in Schwachwindgebieten erwünscht sein kann. Gleichzeitig ergibt sich aber auch die Möglichkeit, dass der Rotor dann bei etwas größeren Windgeschwindigkeiten stärker belastet wird und in "Stall" geht, also nicht mehr richtig angeströmt wird und stark an Wirkungsgrad einbüßt, wodurch wiederum der Ertrag deutlich sinkt. Die Leistungskurve fällt abrupt ab. Dies kann man später nachregulieren indem man einfach den Luftspalt zwischen den Magnetscheiben vergrößert oder aber ein zweiter Stator wird mit einige Windungen weniger gewickelt.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Spulen im Dreieck zu verschalten. Die Resultierenden Spannungen sind dann um den Faktor 1,73 kleiner. Sinn macht dies auch dann, wenn man einen Rotor mit höherer Schnelllaufzahl verwendet.

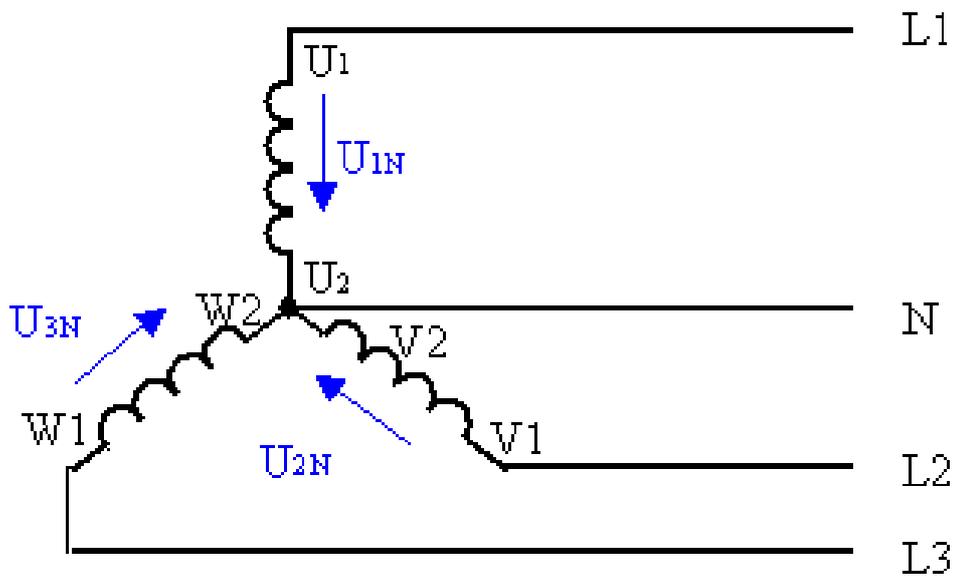
Der Innenwiderstand des Generators verkleinert sich zudem um den gleichen Faktor so dass wesentlich höhere Leistungen erzielbar sind da bei großen Lasten weniger Verlustwärme im Stator entsteht.

Während es bei einer Sternschaltung nicht weiter stört, wenn die Anzahl der Windungen sich in den Spulen geringfügig unterscheiden oder sie nicht ganz genau ausgerichtet sind, verlangt eine Dreieckschaltung hingegen hohe Präzision, da sich die Spulen in einer Art kontrolliertem Kurzschluss befinden.

Da in Windgeschwindigkeiten unter 3m/s ohnehin nur sehr wenig Energie steckt, kann diese Schaltung bei 12V Systemen eine gute Anpassung darstellen.

Möchte man im Dreieck verschalten, so verbindet man das Ende von Phase 1 mit dem Anfang von Phase 2, das Ende von Phase 2 mit dem Anfang von Phase 3 und das Ende von Phase 3 mit dem Anfang von Phase 1.

Die Anschlüsse für die Leitungen nach "außen" werden dann an den drei Verbindungspunkten der einzelnen Phasen abgegriffen (siehe Zeichnung).



Wenn man sich nicht sicher ist, welche Schaltung am besten zum geplanten Standort passt und man im Nachhinein noch probieren und testen will, kann man auch alle 6 Drahtenden (Anfänge und Enden aller Phasen) nach außen legen und sich somit die Möglichkeit offen halten, die Verschaltungsart noch nachträglich ändern zu können. Dann sollte man aber gut markieren welcher Draht zu welcher Phase gehört und ob es sich um Anfang oder Ende handelt.

Hat man sich für eine Variante entschieden und alles gut verlötet, so kann nun der Rest der Form mit Harz befüllt werden.

Hierbei sollte man sich nicht zu viel Zeit lassen, da das Harz in großen Gebinden sich schneller erwärmt und deshalb deutlich schneller geliert und abbinden kann.

Mit einem Zahnstocher kann man gut größere Luftbläschen entfernen die sich an den Spulenrändern sammeln. Anschließend wird die zweite Glasfasermatte aufgelegt. Sie sollte vorher bereits in Harz getränkt und dann ausgewrungen werden damit sie schneller durchzieht.

Es ist zu diesem Zeitpunkt noch nicht nötig, die Form bis zum Überlaufen zu füllen. Das ergibt eine riesige Gatscherei (Schweinerei) beim Schließen des Deckels und das Harz läuft dann in die Bolzenlöcher und verklebt dort alles was das spätere Öffnen der Form erschwert.

Die Enden der 3 Phasen werden durch das Steigerloch nach außen geführt. Nun müssen die Muttern aufgesetzt und angezogen werden. Dabei am besten immer über Kreuz arbeiten und die Schraube in der Mittelinsel ganz zuletzt anziehen!

Während dieses Pressvorgangs wird mehr oder weniger viel Harz aus dem Steigerloch entweichen. Dieses kann mit einer Arztspritze aus der Apotheke aufgenommen werden. Wenn alle Bolzen Stramm angezogen sind, stellt man die Form etwa im 45 Grad Winkel mit dem Steigerloch nach oben auf. Mit einem Hammer klopft man nun den gesamten Stator ab. Lufteinschlüsse können nun durch das Steigerloch entweichen und neues Harz mit der Spritze nachgefüllt werden. Diesen Vorgang wiederholt man so lange bis keine Luftblasen mehr entweichen. Es ist ratsam, den Stator dabei auch mal etwas zu den Seiten zu kippen. In der Regel sollten nun keine Lufteinschlüsse mehr zwischen den Spulen auftreten. Sollte es noch welche innerhalb der Spulenlöcher geben sieht das vielleicht nicht toll aus, stört aber nicht. Wer es dennoch perfekt haben will, kann später an diesen Stellen aufbohren und Harz nachfüllen.

Ausformen sollte man nach etwa 6-12 Stunden. Das Harz hat dann zwar noch nicht seine endgültige Festigkeit erreicht, aber es macht sich deutlich besser den Stator aus der Form zu bekommen und Klebereste an der Form lassen sich noch leichter entfernen. Sobald die Form keine Hitze mehr ausstrahlt (Test durch Hand auflegen und Kontrolle im Steigerloch) ist der richtige Zeitpunkt erreicht. Länger als 24 Stunden sollte man allerdings nicht warten da das Harz für die finale Aushärtung Sauerstoff benötigt.

Nach dem Ausformen sollte der Stator wie auf den folgenden Bildern aussehen:



Im nächsten Schritt werden die Löcher für die Stator-Haltebolzen gesetzt.

Um diesen Vorgang zu erleichtern, entspricht der Durchmesser des Stator-Trägers genau dem inneren Anfang des Spulenlochkreises. Man legt das Blech auf den Stator und richtet es aus. Hierbei kommt es auf einen oder zwei Millimeter nicht an, dennoch sollte man versuchen so genau wie möglich zu arbeiten. Die Löcher in den drei Haltearmen sollten genau zwischen zwei Spulen liegen.



Anschließend mit Bleistift markieren und 9er Löcher für die 8er Gewindestangen bohren.

4. Präparieren des Achsstummels

Der Achsstummel muß auf die richtige Länge gekürzt werden. Dazu wird 1,5 cm vom inneren Kranz entfernt eine Markierung gesetzt und der Achsstummel abgesägt.



Achten Sie darauf, dass der Schnitt wirklich grade ist und 90° Grad haben sollte. Ggfl. lieber etwas großzügiger stehen lassen und mit viel Geduld „feilen“.



Anschließend wird der Mittelpunkt bestimmt und dort eine 10er Bohrung von etwa drei cm Tiefe angebracht. Am besten ist es, mit einem 6er Bohrer vorzubohren und dann erst auf 10er zu gehen. Es empfiehlt sich viel Schneideöl zu verwenden damit die Bohrer nicht gleich ausglühen.

Mit einem 12er Gewindeschneider wird nun ein Innengewinde gedreht welches etwa 2 cm tief sein sollte.

5. Zusammenbau der Komponenten

Nun ist es an der Zeit, die Einzelkomponenten zusammenzufügen. Am besten beginnt man mit dem Bestücken der Rotorscheiben. Dafür werden zuerst die mitgelieferten Aluscheiben auf die Rotorscheiben aufgeklebt. Am besten verwendet man dafür einen Metallkleber denn nicht jeder Klebstoff haftet auf der verzinkten Oberfläche der Rotorscheiben.



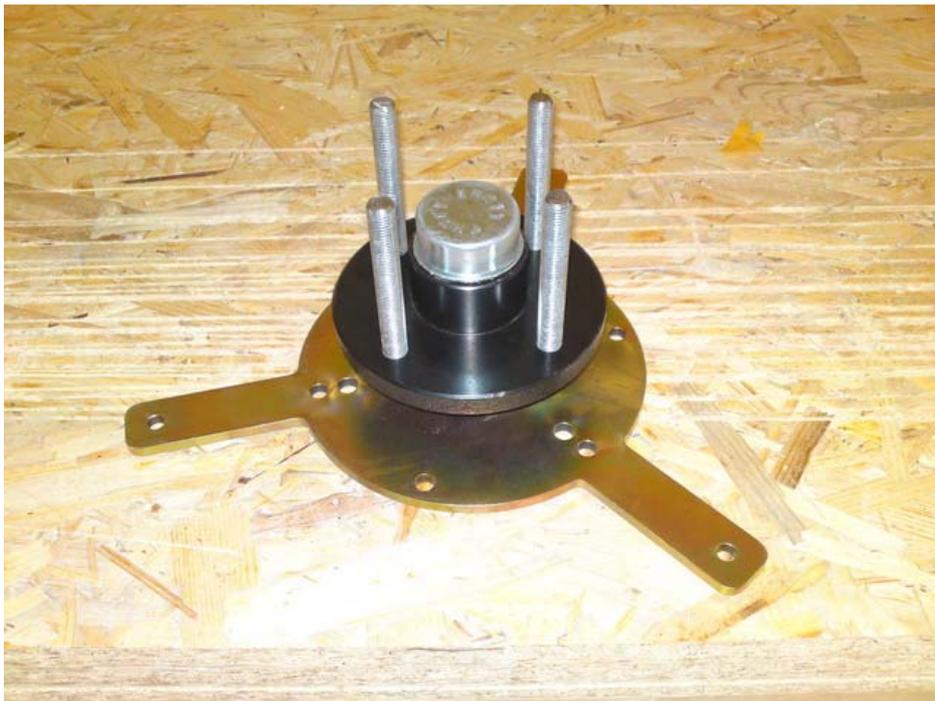
Mit kleinen Magneten kann man die Teile schön aneinanderpressen, es geht aber natürlich auch ohne solche.

ACHTUNG: bitte aufpassen:

Es gibt Unterschiede zwischen den beiden Magnetschablonen und Rotorscheiben. Eine Scheibe hat zusätzliche Löcher mit Gewindebohrungen durch die später die Gewindestangen-Abzieher gesteckt werden, die andere nicht. Ähnlich verhält es sich mit den Schablonen. Wenn die falsche Schablone aufgeklebt wird haut der Abzieher nicht mehr hin und man muss alles wieder mühsam auseinanderklabüstern.

Nachdem der Kleber trocken ist, werden die Magnete eingesetzt und zwar immer gegenpolig zum Nachbarmagneten (+ - + - + - + - usw.). Es ist egal, mit welchem man anfängt, aber es muss immer die Fläche nach unten, die sich von der Oberfläche des Nachbarmagneten abstößt!

Im nächsten Schritt wird der Achsstummel mit Innengewinde an den Statorhalter geschraubt. Der passende 2cm Bolzen liegt dem Set bei.



Anschließend werden die beiliegenden **Feingewindestangen** passend zugeschnitten und in die Gewindebuchsen des Stummels geschraubt. Ein Kontern auf der Rückseite ist nicht erforderlich.

Darauf wird die erste Rotorscheibe (jene ohne Abzieher-Bohrungen in den Stegen) gesteckt.



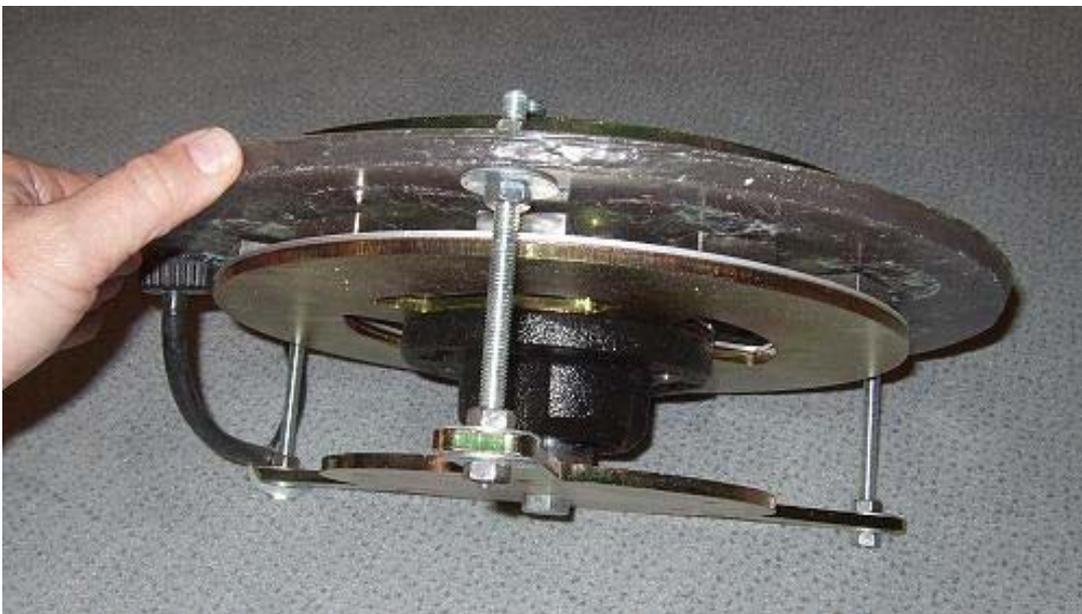
Es folgen die dem Set beiliegenden Distanzringe.



Nun werden die **Edelstahl**gewindestangen zugeschnitten und an den Tragarmen des Statorhalters mit den mitgelieferten Muttern und Unterlegscheiben verschraubt und die unteren Muttern und U-Scheiben in Position gebracht welche den Stator halten sollen.

(Es ist wichtig, alle Muttern und Gewindestangen am Stator in Edelstahl auszuführen, da normaler verzinkter Stahl von den Magneten angezogen würde und ein nicht erwünschtes Rastmoment entstünde).

Im Weiteren wird der Stator nun so aufgesetzt, dass er plan auf den Magneten aufliegt. Danach wird die obere Rotorscheibe so montiert, dass sich die dann gegenüberliegenden Magneten anziehen. Man merkt schnell ob das der Fall ist oder ob man die Scheibe nochmal um eine 90 Grad drehen muss. Gleichmäßig und immer über Kreuz werden dann die Feingewindemuttern an den Lagerbolzen gegen die obere Rotorscheibe fest verschraubt. Nun kann der Stator in der Mitte des Luftspaltes ausgerichtet und fest verschraubt werden.





Nach dem Montieren der Rotorblätter kann die Repellernabe mit auf die Lagerbolzen aufgeschraubt und gekontert werden.



Der Generator ist fertig !

Herzlichen Glückwunsch !!!

Optional gibt es im Shop noch passende Gehäuse mit Schleifringen und Sturmsicherung auf welche der Statorhalter direkt aufgeschraubt werden kann.



Mit Rotorblättern, Ausleger und Windfahne ist das Windrad einsatzbereit und wird hoffentlich viele Jahre umweltfreundlich Strom produzieren.



Wir hoffen diese Anleitung war hilfreich. Wir haben uns zumindest etwas Mühe gemacht

Haben Sie Verbesserungsvorschläge, Tipps und Kritik jeglicher Art so freuen wir uns über Ihre Nachrichten. Gleichzeitig freuen wir uns auch über Ihre Bilder von Ihren selbstgebauten Generatoren und Windanlagen.

Wir wünschen Ihnen weiterhin alles Gute und viel „Rückenwind“ bei Ihren Plänen.

schleeffi@gmx.de

(Maximilian Schleeff, Autor dieser Anleitung)

und / oder

mail@kleinwindanlagen.de

(Uwe Hallenga, www.kleinwindanlagen.de)