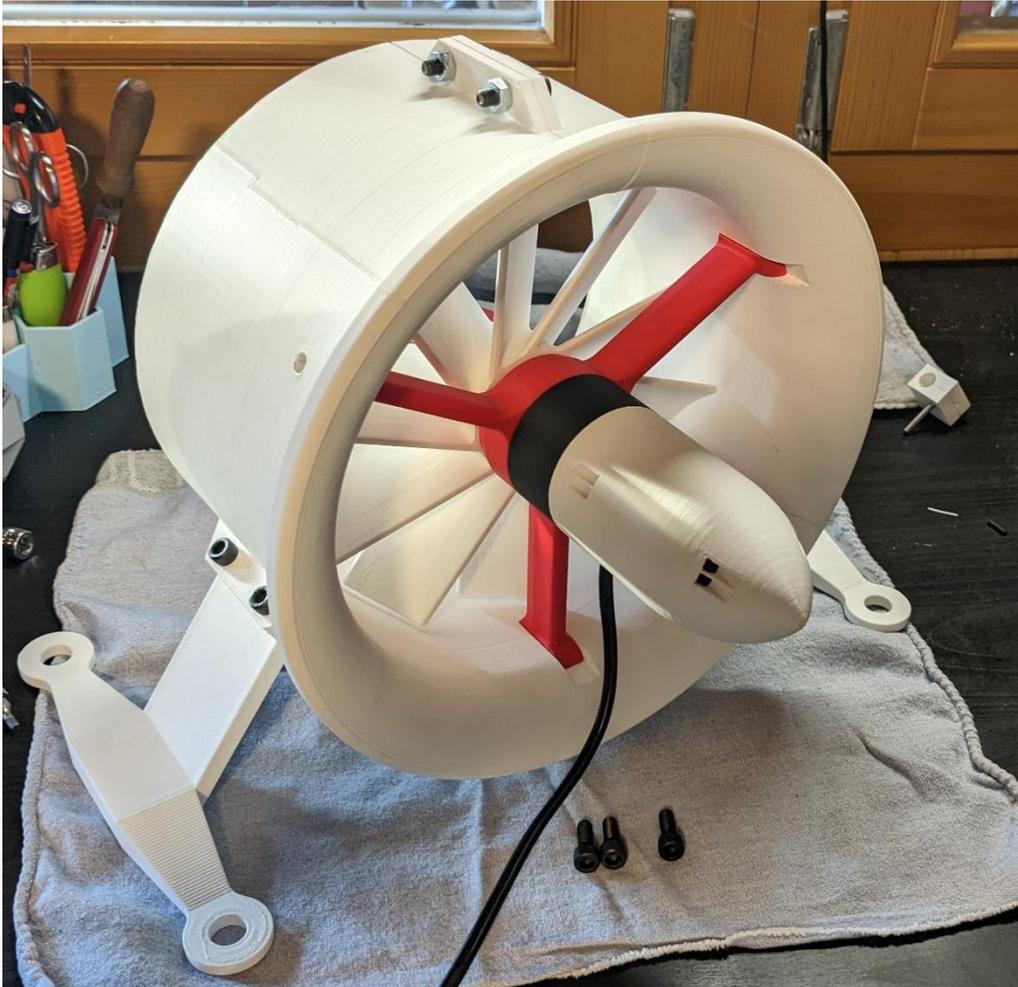


25. APRIL 2023



WIND-TURBINE

PROBE VERTIEFUNGS-ARBEIT

LEVIN STRUCHEN UND KEVIN KOCHER

BBZ/CFP BIEL

Inhalt

Das Konzept	2
Ziel	2
Windkraft Potenzial, warum?	3
Geschichte	3
Aerodynamik Turbinenhülse	4
Mindmap	5
Handskizze Endprodukt	5
Beschrieb Handskizze Endprodukt	6
Konstruktion	7
Modelle	8
Schale	9
Stützen.....	10
Innere Befestigungen.....	11
Antriebswelle und Kupplung	12
Kupplung.....	13
Motorhalteplatte	14
Motor Abdeckung.....	15
Propeller	16
Propeller-Endstück	17
Fertigung.....	18
3D-druck	18
Montage	19
Motormodul	19
Schale	20
Gondel	21
Turbine.....	22
Schlussbetrachtung	23
Levin:	23
Kevin:	23
Quellen	24

Das Konzept

Die Idee ist es, die Energie des Fahrtwindes von einem Fahrzeug mithilfe von einer Windkraft Anlage zu nutzen und dadurch zum Beispiel ein Handy, ein Akku eines Fotoapparats oder einer Drohne zu laden.

Die Windkraft Anlage sollte möglichst simpel aufgebaut und einfach in der Herstellung sein.

Deshalb haben sich unsere ersten Gedanken direkt an 3D-Druck gerichtet, da dies eine in der heutigen Welt, eine sehr zugängliche Möglichkeit für ist Sachen aller Art herzustellen.

Ebenfalls ist das Material, um einen 3D-Drucker zu füttern ziemlich billig im Vergleich mit herkömmlichen Materialien wie Aluminium, Stahl oder Faserwerkstoffen wie Karbon und Fiberglas mit dem neben Argument, dass sich sehr genaue und Komplexe Teile in kurzer Zeit drucken lassen können mit den Richtigen Einstellungen des Druckers und der Slicer-Software.

Die Grundidee war ein Windrad.

Der Grösste Nachteil eines Windrades ist jedoch, dass die Blätter einen grossen Durchmesser haben müssen, um genügend Leistung zu erbringen.

Deshalb sind wir nach einiger Zeit auf die Idee gekommen, die Konstruktion einer Turbine ähnlich zu machen, indem wir Propeller mit vielen Blättern und einer Strömungsfördernden Hülle um die ganze Baugruppe anbringen.

Dadurch können wir den Platzbedarf und die Komplexität minimieren und die Effizienz und Stabilität verbessern.

Ziel

Das Ziel ist eine Turbinenähnliche Windkraftanlage zu entwerfen und diese herzustellen, um damit eine Idee zu bekommen in welchen Feldern diese einsetzbar ist und wie viel Leistung tatsächlich dadurch erzeugt werden kann.

Es geht uns primär darum, zu sehen was möglich ist in dieser Zeit zu entwickeln und was wir dabei herausfinden und lernen.

Ebenfalls ist dies eine gute Übung im Bereich Projektplanung, CAD/CAM und Konstruktionswesen.

Windkraft Potenzial, warum?

Die Windenergie ist eine der am schnellsten wachsenden erneuerbaren Energiequellen der Welt, und Windturbinen sind ein wesentlicher Bestandteil der Windenergieerzeugung. Windturbinen wandeln die kinetische Energie des Windes in elektrische Energie um und können eine erhebliche Menge an Strom erzeugen.

Das Potential der Windenergie hängt von verschiedenen Faktoren ab, einschließlich der Windgeschwindigkeit, der Höhe der Turbinen, der Größe der Rotoren und der Anzahl der Turbinen. Die Windgeschwindigkeit ist ein entscheidender Faktor, da höhere Windgeschwindigkeiten zu einer höheren Stromproduktion führen. Die Höhe der Turbinen ist ebenfalls wichtig, da höhere Türme eine größere Fläche mit höheren Windgeschwindigkeiten abdecken können.

Die Größe der Rotoren und die Anzahl der Turbinen beeinflussen auch das Potential der Windenergie. Größere Rotoren können mehr Energie erzeugen, aber sie erfordern auch größere Turbinen, die teurer sind und mehr Platz benötigen. Eine größere Anzahl von Turbinen kann ebenfalls mehr Strom erzeugen, aber dies erfordert auch mehr Platz und eine größere Investition.

Trotz einiger Herausforderungen wie der intermittierenden Natur der Windenergie und der begrenzten Verfügbarkeit von geeigneten Standorten für Windturbinen hat die Windenergie ein enormes Potential, um eine bedeutende Menge an Strom zu erzeugen und einen wichtigen Beitrag zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen zu leisten. In vielen Ländern ist die Windenergie bereits eine wichtige Energiequelle, und es wird erwartet, dass sie in Zukunft noch weiter an Bedeutung gewinnen wird.

Geschichte

Die Geschichte der Windenergie reicht zurück bis in die Antike, als Windmühlen zum Mahlen von Getreide und zum Pumpen von Wasser verwendet wurden. Im 19. Jahrhundert wurden Windmühlen auch zur Stromerzeugung eingesetzt.

In den 1920er Jahren wurden die ersten Windturbinen entwickelt, die elektrische Energie erzeugen konnten. In den folgenden Jahrzehnten wurden die Technologie und die Effizienz von Windturbinen verbessert, aber die Windenergie blieb eine Nischenenergiequelle.

In den 1970er Jahren nahm das Interesse an erneuerbaren Energien aufgrund der Ölkrise und der Sorge um den Klimawandel zu. Infolgedessen wurden in vielen Ländern Programme zur Förderung der Windenergie eingeführt, was zu einem raschen Wachstum der Windenergieindustrie führte.

In den 1980er Jahren wurden die ersten Offshore-Windparks errichtet, was die Effizienz und die Kapazität von Windenergieanlagen weiter verbesserte. In den 2000er Jahren wurde die Windenergie eine der am schnellsten wachsenden Energiequellen weltweit und erzielte immer höhere Anteile an der Stromversorgung in vielen Ländern.

Heute ist die Windenergie eine wichtige Energiequelle und wird voraussichtlich weiter an Bedeutung gewinnen, da immer mehr Länder auf erneuerbare Energien umsteigen, um den Klimawandel zu bekämpfen und ihre Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu reduzieren.

Fahrzeuge fahren rund um die Uhr, sie fahren bei jedem Wetter, an Feiertagen, an abgelegenen Orten. Autos, Schiffe usw. sind nicht aus unserem Alltag auszudenken. Auch wenn wir die zum Betreiben benötigte Energie nicht einholen können, warum

Aerodynamik Turbinenhülse

Die aerodynamische Kanalisierung in einer Turbine ist ein Prozess, bei dem die Strömung der Luft durch die Turbinenschaufeln so gelenkt wird, dass sie optimal auf die Rotorblätter trifft und somit die Energieausbeute maximiert wird.

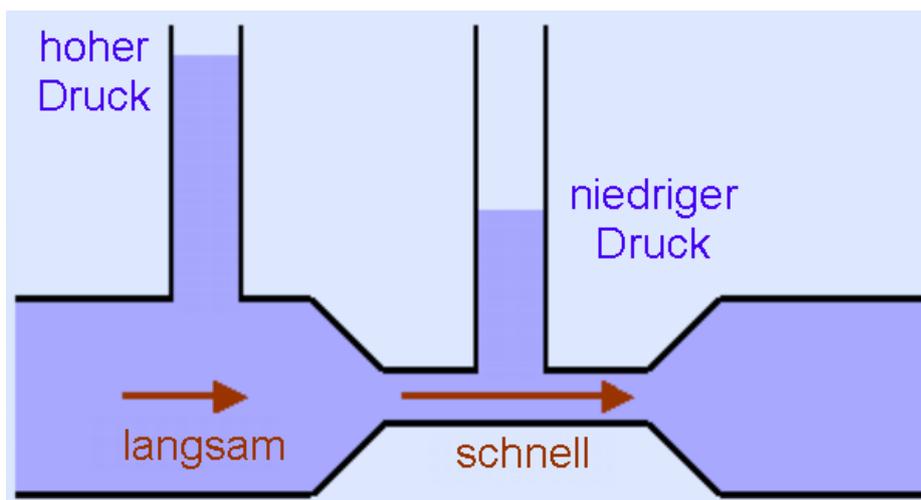
Einfach ausgedrückt bedeutet dies, dass die Luft durch die Turbinenschaufeln geleitet wird, so dass sie eine möglichst hohe Geschwindigkeit erreicht und dann auf den Rotor trifft. Die Form der Schaufeln ist dabei so gestaltet, dass sie die Strömung so kanalisieren, dass die Luft möglichst effizient auf die Rotorblätter trifft.

Durch die aerodynamische Kanalisierung wird die Energie der Strömung auf den Rotor übertragen, der dann in Bewegung gesetzt wird. Diese Bewegung kann dann zur Erzeugung von elektrischer Energie oder zur Fortbewegung genutzt werden, je nachdem, welche Art von Turbine es ist. In unserem Fall jedoch die Erzeugung von elektrischer Energie.

Insgesamt ist die aerodynamische Kanalisierung ein wichtiger Prozess, der dazu beiträgt, dass Turbinen möglichst effizient arbeiten und die maximale Energie aus dem Strömungsmedium extrahieren, das durch sie fließt.

Wir verschaffen uns durch diese Gesetze der Aerodynamik einen kleinen effizienz-Boost. Zudem verwenden wir ein negatives Profil für die Schale, damit uns das Gesetz Bernoulli nicht einen Strich durch die Rechnung verschaffen kann und Aufwind generiert.

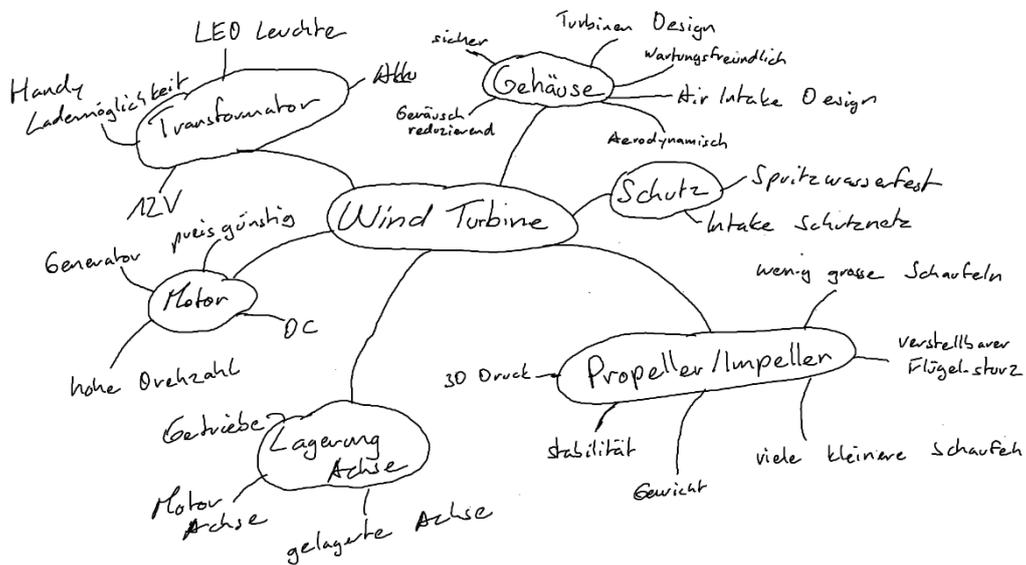
Verjüngung der Röhre: Durch die Verjüngung der Röhre wird der Querschnitt der Röhre allmählich kleiner. Dadurch wird die Luft gezwungen, schneller zu strömen, um die gleiche Menge an Luft durchzulassen. Dies wird als "Düsenwirkung" bezeichnet und ist eine häufige Technik, die in der Luftfahrt und anderen Bereichen verwendet wird, um Luftströme zu beschleunigen. Diese Design-Technik ist bei unserem Querschnitt ersichtlich.



Bernoullisches Gesetz

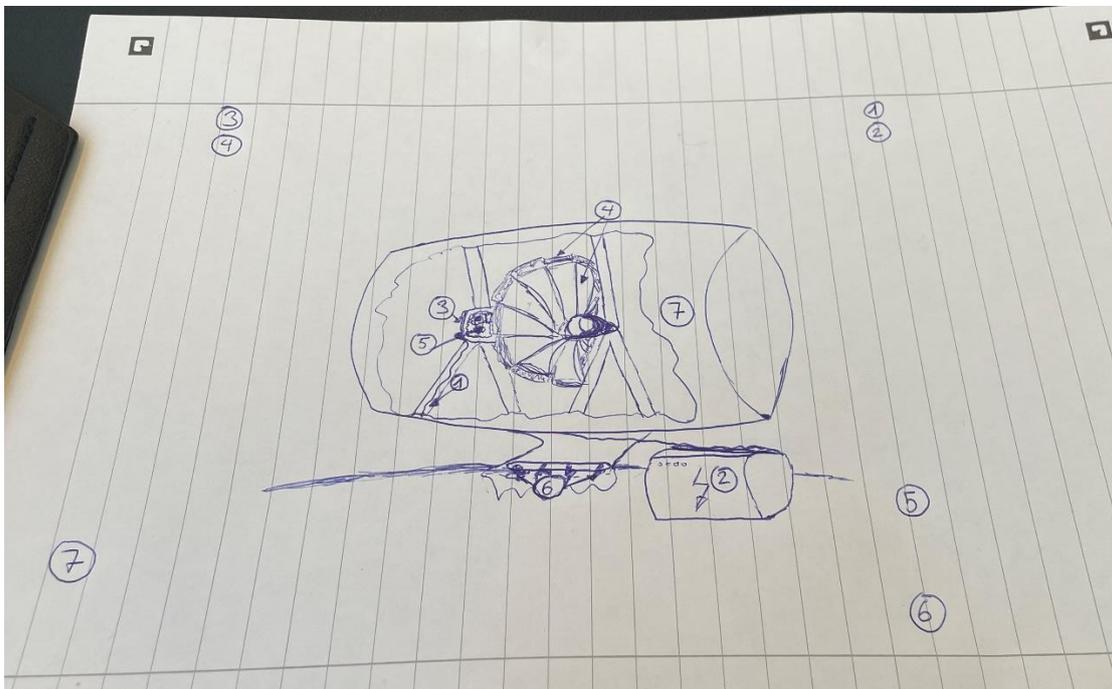
Mindmap

Mit der Mindmap haben wir die Grundideen und funktionen zusammengetragen und diese ausgearbeitet.



Handskizze Endprodukt

Mit dieser Skizze haben wir den Grundaufbau und Grundfunktionen der Turbine festgelegt und beschrieben



Beschrieb Handskizze Endprodukt

1-Elektrischer Strom

Elektrischer Strom ist sehr geeignet zu der Speicherung von Energie, für den Transport von Energie und die Nutzung. Es ist im Alltag etabliert und wird von dutzend Geräten genutzt. Somit kann man mit Strom unzählige Dinge erledigen. Es ist darum naheliegend, dass wir für die Aufladung unseres Akkus, Strom benutzen.

2-Drohnen Akku

Dieser Akku kann über längere Zeit geladen werden, somit ideal für die Anwendung mit unserer Turbine, welche höchst wahrscheinlich nicht in kurzer Zeit eine grosse Menge an elektrischen Strom produzieren kann, jedoch aber über eine längere Zeit. Es gibt verschiedene Typen von Drohnen Akkus und somit kann anhand der erforderlichen Spannung evaluiert werden, ob diese mit unserem Gerät kompatibel ist.

3 -DC Motor

Da wir unser Getriebe ausserhalb des Motors montieren, haben wir uns für einen ausschliesslichen DC-Motor entschieden, welcher im Vergleich zum Getriebe DC Motor günstiger ist, aber trotzdem in der Lage ist, Strom zu produzieren. Dies erleichtert zudem den Austausch von defekten Komponenten, da das Getriebe und der DC-Motor getrennt voneinander ausgetauscht werden können und somit auch nicht das ganze Modul ausgetauscht werden muss, dadurch werden erneut Kosten gespart.

4 -Rotor + Verschalung

Die Verschalung erfüllt primär zwei Zwecke, Sicherheit und Effizienz. Wie bei der Rubrik Aerodynamik erklärt, verschaffen wir uns durch die Aerodynamische Optimierung des Gehäuses einen höheren Wirkungsgrad. Die Kanalisierung der Luft soll mehr Druck auf dem Rotor aufbauen können, das Ergebnis: Effizienz. Sicherheitsrelevant ist das Gehäuse, da es im Falle von losen Teilen, die Aussenwelt vor Verletzung schützt und auch das Innenleben vor Einflüssen der Aussenwelt schützt (Regen, Sturm, Tiere usw.)

5 -Getriebe (Verstellbar)

Das Getriebe ist essenziell zu der Prävention von Überlastung des DC-Motors, unser Herzstück zur Erzeugung des elektrischen Stromes. Mit dem Getriebe wird die Drehzahl reguliert, welche Verstellbar ist.

6 -Befestigung

Wir haben uns für Schrauben als Befestigung entschieden, da diese einfach und simpel zu bedienen sind und ebenso schnell abgebaut wie aufgebaut werden können. Bei richtiger Sicherung erhoffen wir uns damit eine Kostengünstige jedoch effiziente Variante für unsere Turbine

7 -Design

Wie bereits erwähnt, dient das Design der Hülle nicht nur der Eleganz, sondern auch der Sicherheit und Effizienz.

Konstruktion

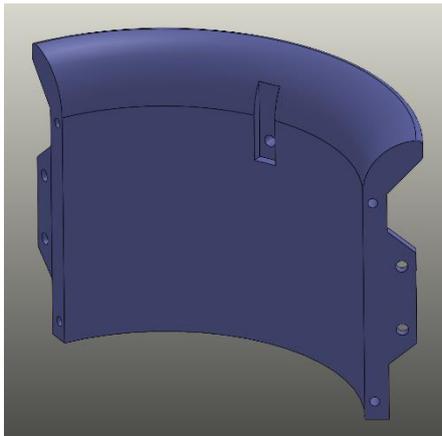
Für die Konstruktion aller Teile haben wir die Software SolidWorks 2021 benutzt. Diese wurde von der Schule zu Verfügung gestellt und ist eine der bekanntesten und besten Softwaremöglichkeiten für mechanische Konstruktionen.

Alle Komponenten der Turbine wurden mit dem Hintergedanken des 3d-Druckes konstruiert, heisst die Geometrien, Das Volumen und die Mechanischen Eigenschaften jedes Teils müssen so konstruiert werden, dass der Drucker es überhaupt drucken kann.

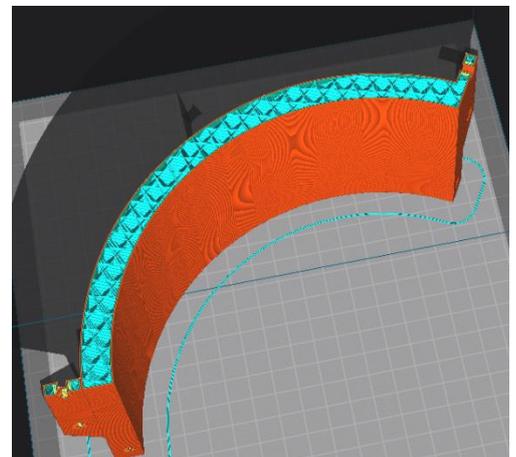
Ein 3D-Drucker kann nicht in freier Luft ein Teil drucken, sondern muss das Teil mit möglichst viel Fläche auf einem Druckbett beginnen.

Von dort aus wird dann Schicht für Schicht des Teils auf die vordere Schicht «gezeichnet».

Die Slicer-Software nimmt ein 3D-Modell eines Teils und schneidet dieses in aufeinandergestapelte Scheiben. Daher der Name slicen, diese Scheiben werden dann mit den eingestellten Parametern wie zum Beispiel Layer-höhe, Anzahl Linien an den Wänden und die Menge von Infill-Linien, verrechnet und in Koordinaten umgeschrieben, welche der Drucker dann für das «Zeichnen» benötigt.



3D-Modell



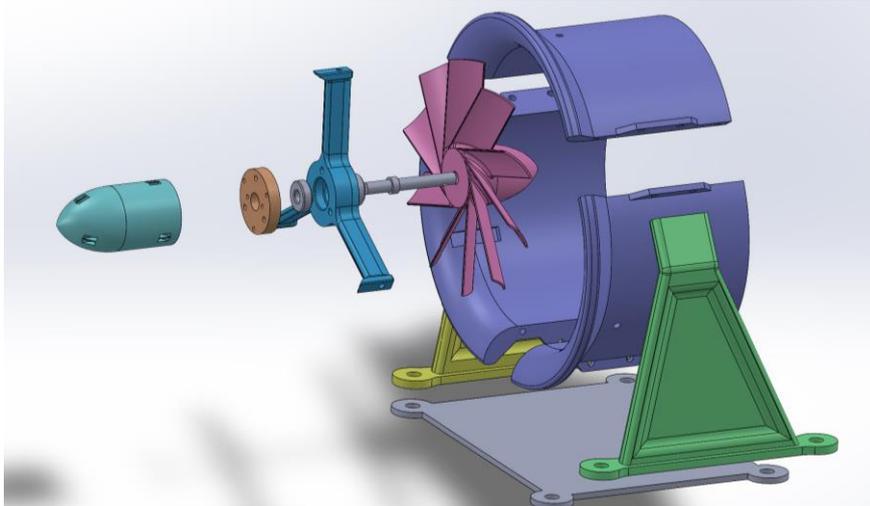
Gesliceded Teil



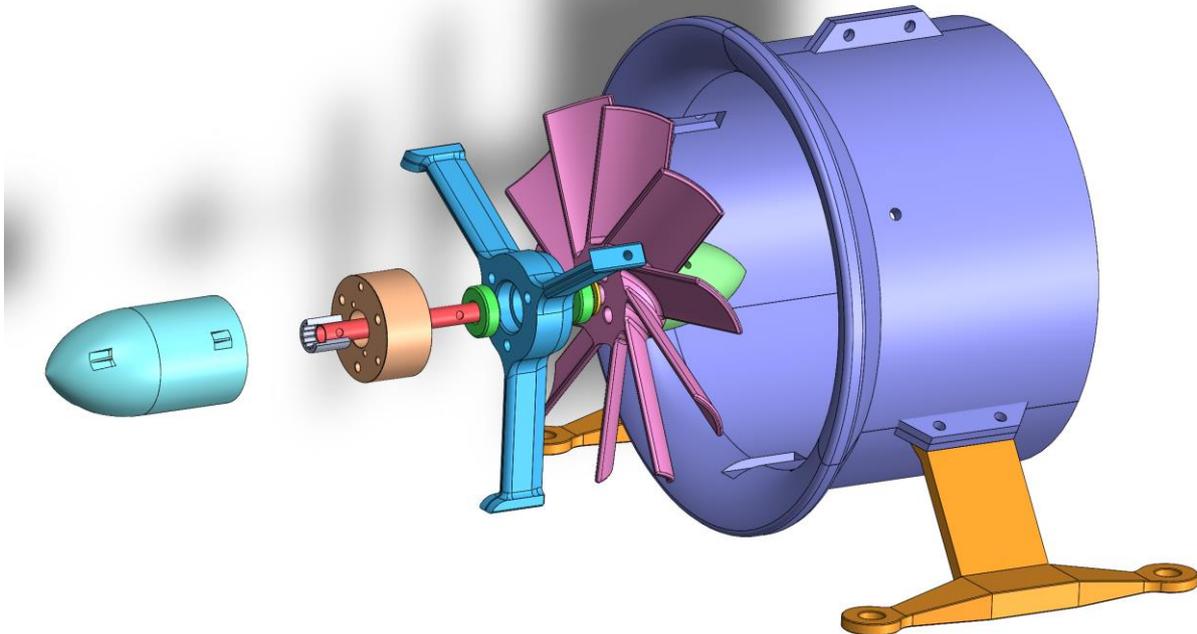
Teil während dem Druckprozess

Modelle

Für die Produktion der Turbine werden verschiedene Komponenten und 3D-Modelle benötigt. Diese sind abgesehen von Normteilen wie z.B. Schrauben und Muttern und anderen kritischen Komponenten wie der Antriebswelle und Motor vollkommen 3D gedruckt. Dies erleichtert die Produktion, Konstruktion und ist von Vorteil bei Veränderungen an den Teilen da diese nach Anpassung nochmals gedruckt werden können ohne grosse Kosten zu verursachen.



Dies ist die erste komplett modellierte Version der Turbine. Sie zeigt die Baugruppe in einer Explosionsansicht, damit man die verschiedenen Bauteile besser erkennen kann.

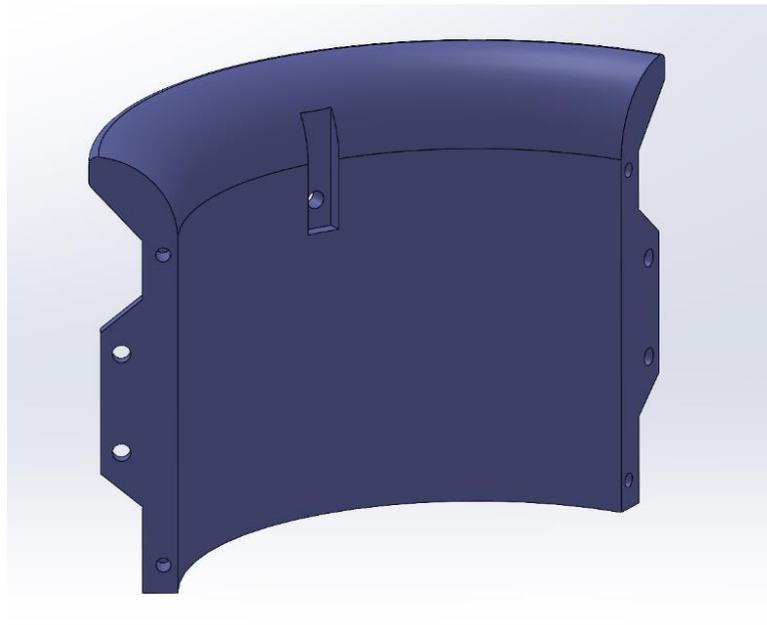


Dies ist die neueste Version der Turbine. Es sind einige Änderungen vorgenommen worden, um die Produktion, Montage und Anwendung der Turbine zu erleichtern

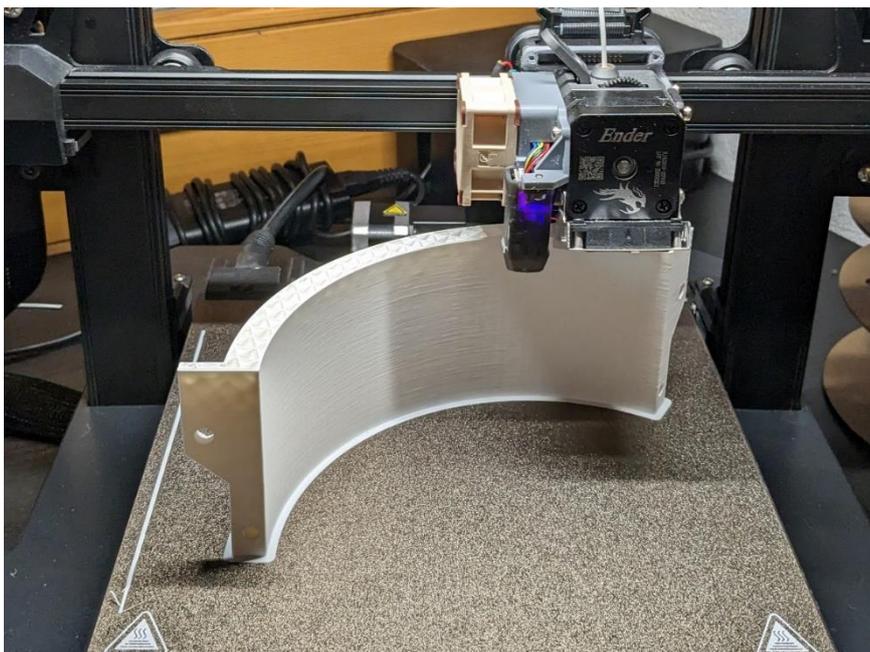
Schale

Die Schale hat verschiedene Aufgaben. Einerseits ist dies, den Luftstrom so aerodynamisch wie möglich, um den Propeller und das Generatoren Gehäuse zu leiten. Und andererseits der ganzen Baugruppe genügend Stabilität zu geben das diese auch unter grosser Belastung einwandfrei funktionieren kann. Ebenfalls wird die Baugruppe durch ein Gerüst, welches an der Schale angebracht wird, auf der ausgewählten Fläche befestigt werden können.

Für die Baugruppe werden drei dieser Schalenteile benötigt. Sie werden mit Hilfe von insgesamt 6 Zylinderstiften mit $D=5\text{mm}$ und $L=18\text{mm}$ verstiftet, um genaue Montage zu gewährleisten. Ebenfalls werden sie mit je zwei M6 schrauben verbunden welches ersetzen bei einer Reparatur erleichtert und genügend Stabilität erbringt, um grosse Kräfte von allen Seiten zu widerstehen.



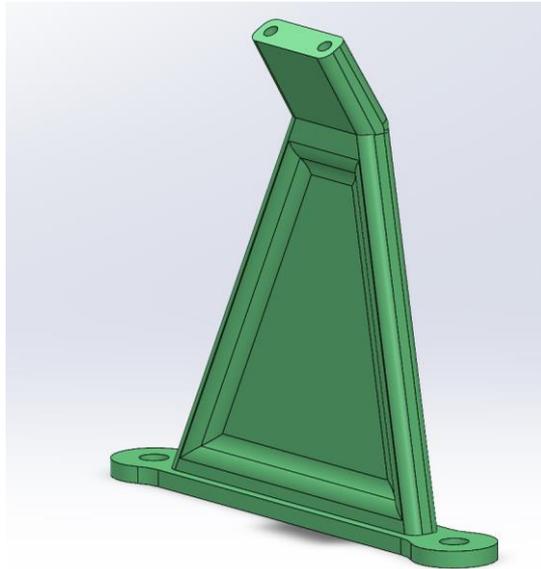
3D-Modell



Schale während dem Druckprozess

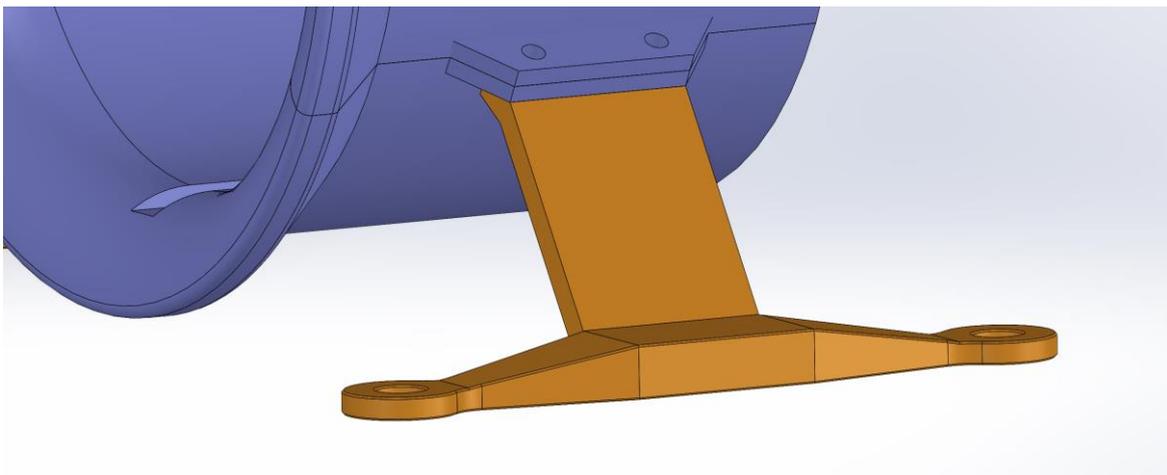
Stützen

Die Befestigung muss stabil, aerodynamisch und leicht sein. Dies kann durch verschiedene Wege gelöst werden. Diese Konstruktion ist in Zusammenhang mit den schalen teilen so gemacht, dass die verbindungsflansche der schalen als montagepunkt für die stützen verwendet werden können. Deshalb ist der obere Teil auch angewinkelt, um weniger Platz in der breite der ganzen baugruppe zu benötigen. Montiert werden die Befestigungselemente mithilfe von je zwei M6 Schrauben an den Befestigungsflanschen der Schalenteile.



Die Zweite Version der Stütze wurde so konstruiert, dass sie wesentlich weniger Zeit und Material benötigt zum Drucken.

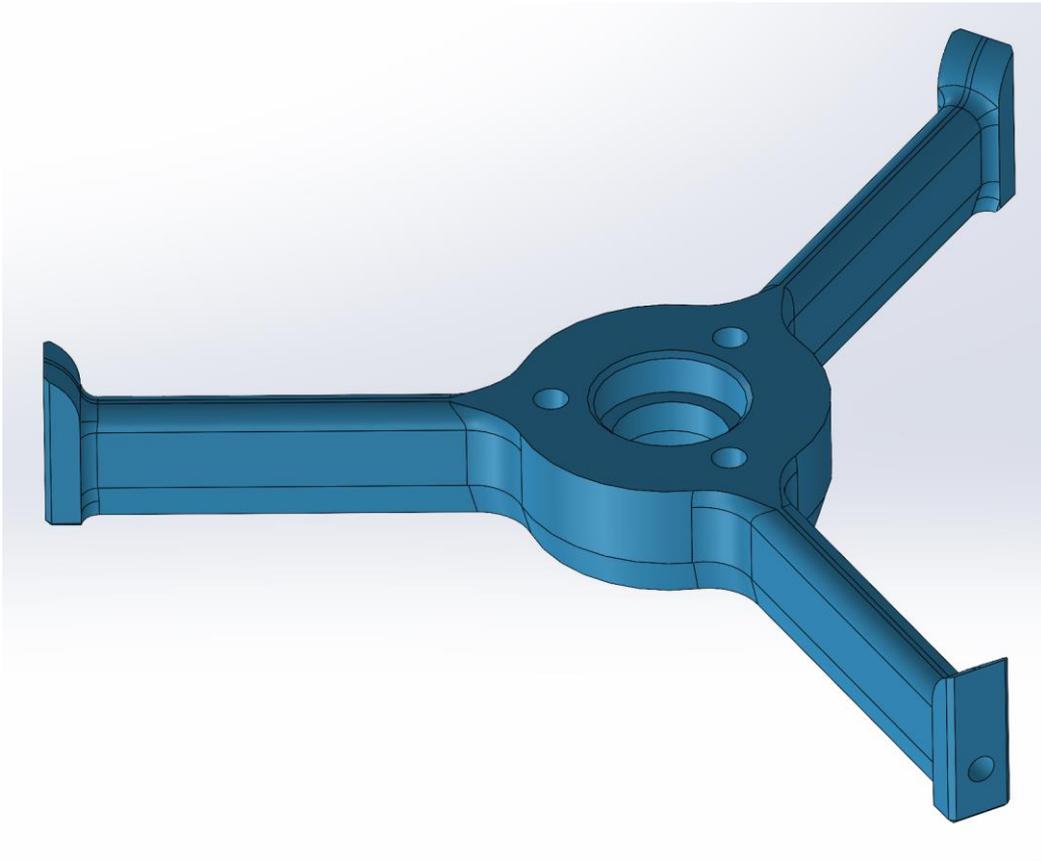
Ebenfalls wird die Schale durch diese Stütze näher an der ausgewählten Oberfläche befestigt und ist dadurch stabiler. Montiert wird diese Version gleich wie die vorherige Version.



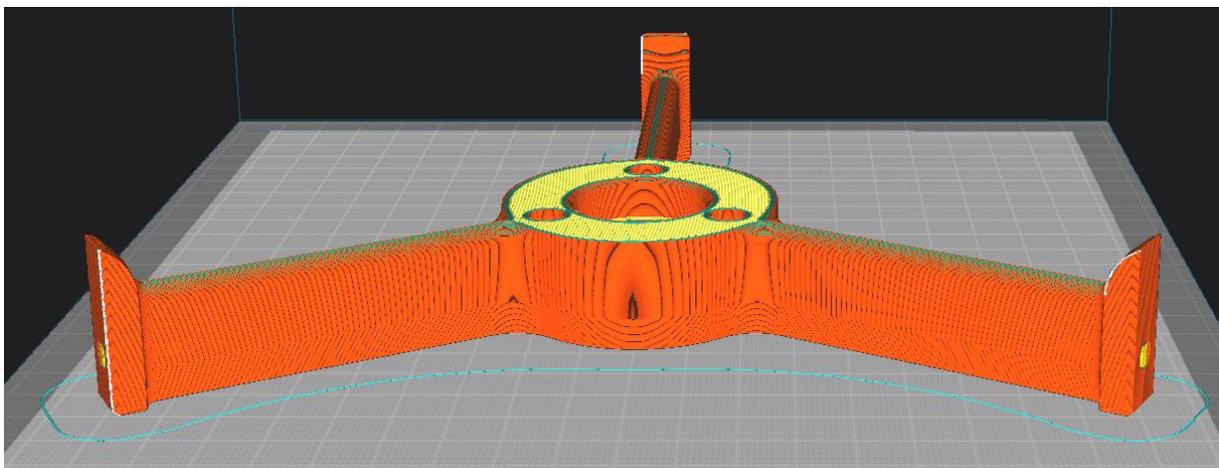
Innere Befestigungen

Dieses Teil ist das Herzstück der Turbine. Es dient der Befestigung der Welle und des Motors innerhalb der Schale.

Die Inneren Befestigungen werden benötigt, um die Propeller- und Generatoren Achse stabil im inneren Der schale zu Lagern. Zudem dient sie als zusätzliche Stützkonstruktion für die Schale. Sie sollte möglichst wenig Luftwiderstand haben, da der Propeller mit weniger Wind weniger Leistung erzeugen kann. In die Grossen Inneren Durchmesser werden Rollenkugellager (grün) eingepresst, welche die Antriebswelle (rot) und somit den Propeller und ein Teil der Motorkupplung (grau) lagern.



3D-Modell



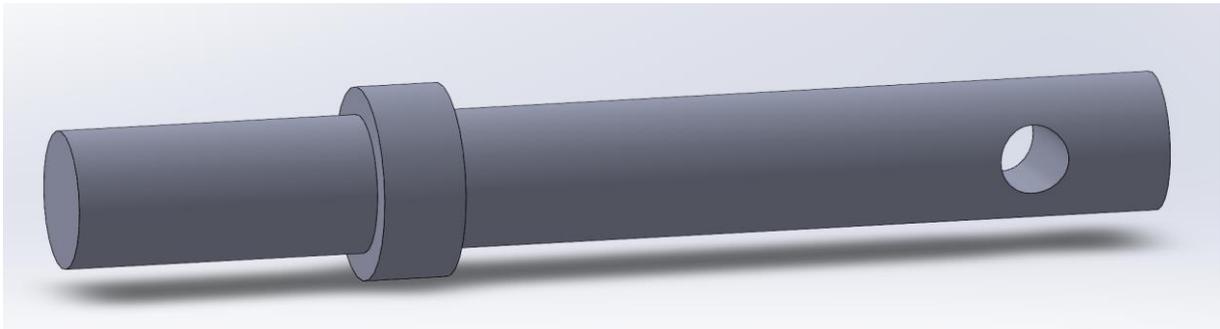
Geflechtes Teil

Antriebswelle und Kupplung

Die Antriebswelle ist das einzige teil, nebst den Normteilen, welches nicht mit Hilfe von 3D-Druck gefertigt werden kann. Dies ist folge von der rotativen Konstruktion, genauen Toleranzen und der Allgemeinen Stabilität, welche für dessen Verwendung benötigt wird. Das Teil wurde in einem unserer Lehrbetriebe aus rostfreiem Stahl (1.2510) gefertigt.

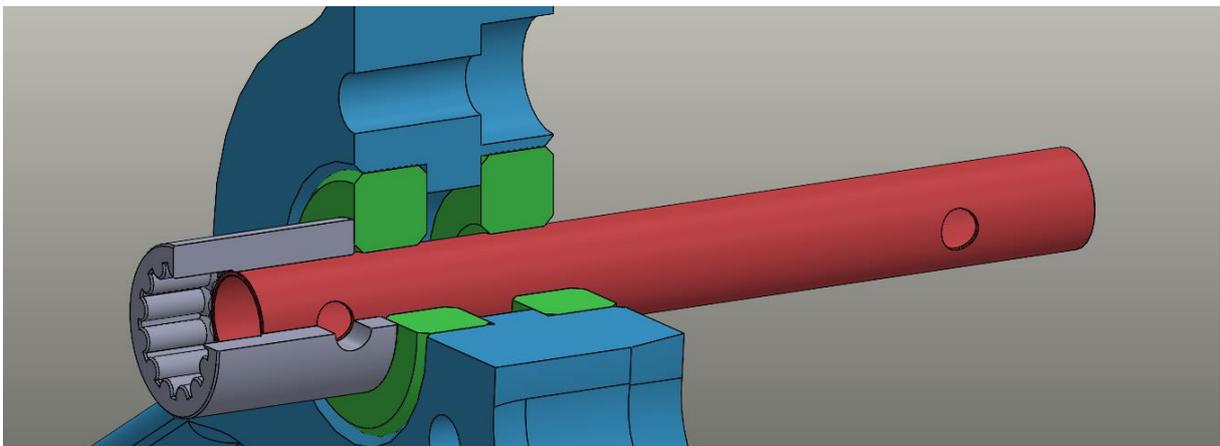
Die Welle wird mit Hilfe von 2 genormten Rollenkugellager 10x24x8mm gelagert. Der Aussendurchmesser der welle und der Innendurchmesser der Lager sind so toleriert, dass eine Übergangspassung entsteht und kein Spiel zwischen den Komponenten entsteht, welches den Wirkungsgrad verringern könnte.

Zudem wird die Welle mithilfe eines Flansches zwischen den Kugellagern gegen Lineares verschieben gesichert.



In der zweiten Version wurde der flansch entfernt und die Kupplung mit dem Motor als stoppender Teil der welle genutzt. Das Problem an der ersten Version war, dass die welle mit dem Kugellager nur durch eine einfache Presspassung im Kunststoff gegen das Verschieben gesichert wurde. Dies ist nicht so schlau da sich der Kunststoff mit der Zeit am Kugellager anpasst und die Presskraft verloren geht. Dadurch könnte die ganze welle mit Kugellager aus der Position freikommen und würde so zerstört werden.

Mit der zweiten Version wird die Kraft über einen Stift in die Kupplung und von dort auf das Kugellager gepresst, welches auf der Innenseite der Stütze aufliegt. Somit kann sich die Welle nicht verschieben und ist beidseitig gesichert.



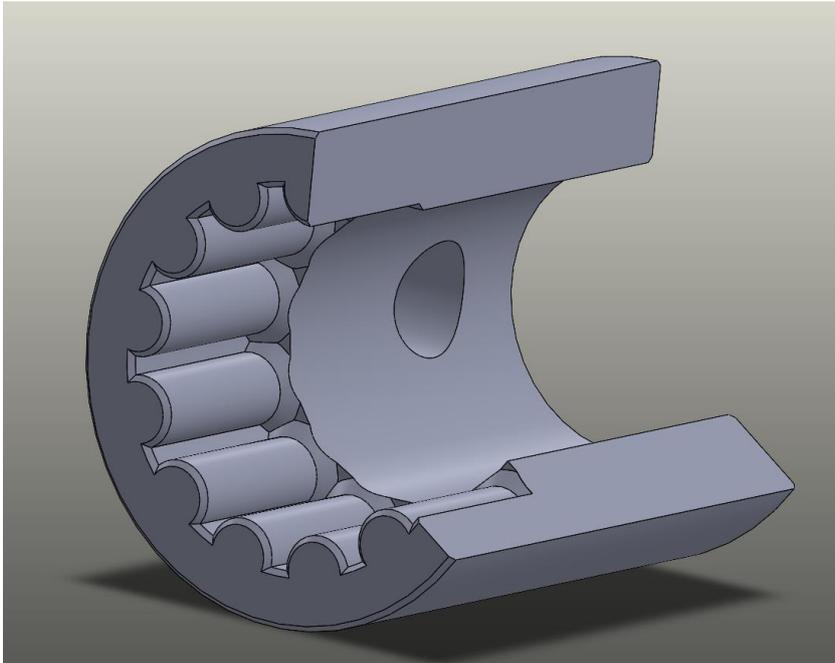
Kupplung

Die Kupplung zwischen Motor und Antriebswelle wird durch ein bereits an der Motorenwelle angebrachtes Zahnrad und einem dazu passenden Gegenstück ermöglicht.

Die Verbindung ist Formschlüssig und ist daher sehr effizient, da keine Energie durch Schlupf verloren geht.

Ebenfalls ist sie sehr robust und kann falls nötig mit wenig Aufwand neu gedruckt und ersetzt werden, da sie nur durch einen Stift mit der Antriebswelle verbunden ist.

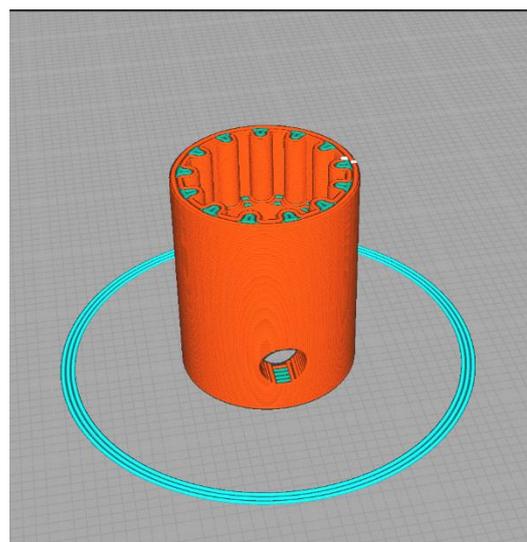
Die



3D-Modell



Kupplung montiert



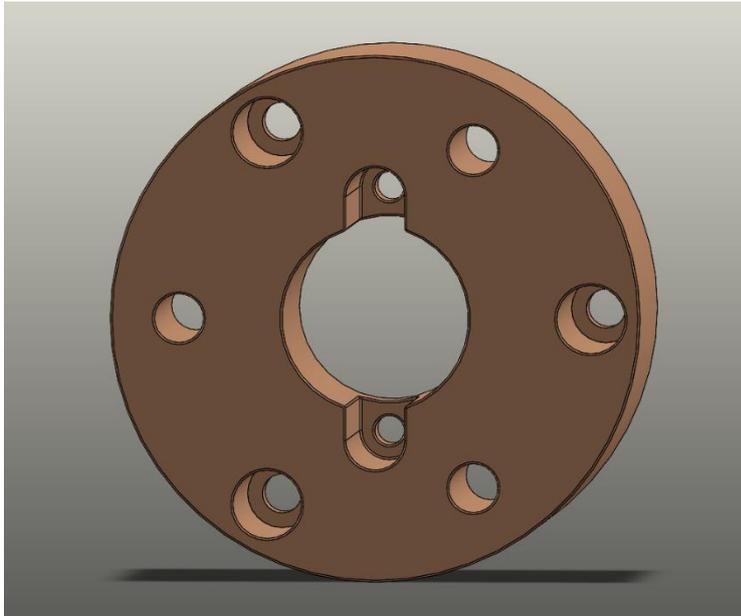
Gesliced des Teil

Motorhalteplatte

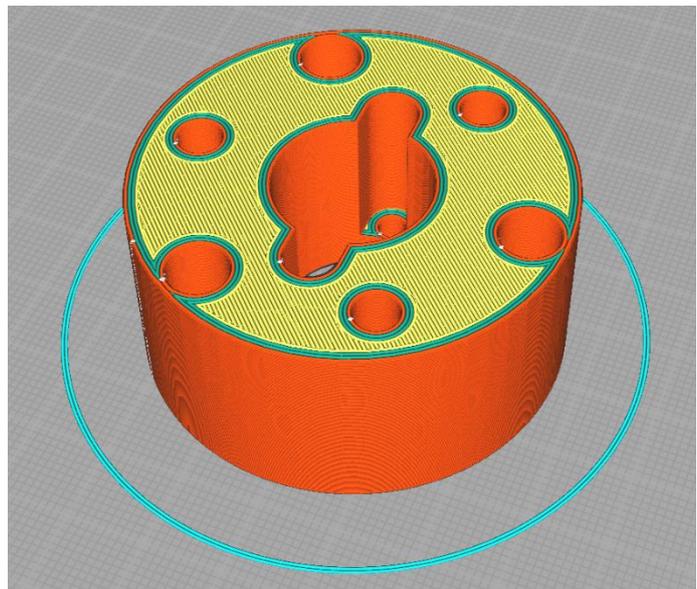
Mithilfe der Motorhalteplatte wird der Motor und dessen Verschalung an dem inneren Strukturteil befestigt. Sie dient als Basis für die wichtigen Schraubenverbindungen in der Baugruppe.

Ebenfalls wird für die Kupplung zwischen Motor und Antriebswelle im inneren freien Durchmesser Platz gefunden.

Die beiden Schraubenlöcher in der Mitte können je nach Bohrmuster am Motor angepasst werden.



3D-Modell

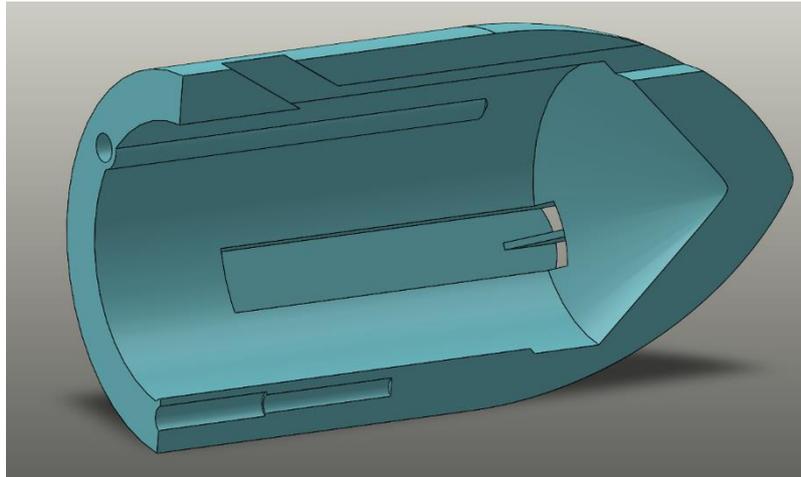


Geslichtes Teil

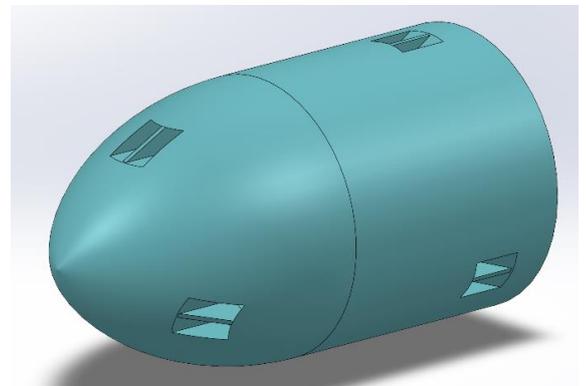
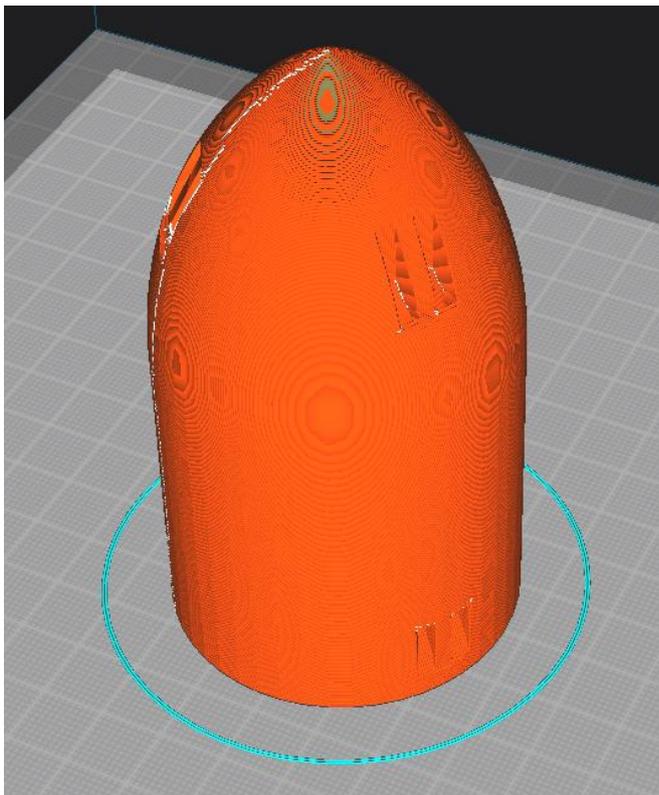
Motor Abdeckung

Die Motor Abdeckung wird dazu verwendet, den Motor zu schützen und einen aerodynamischen Luftstrom, um den Motor und dessen Modul zu erzielen.

Die Abdeckung verfügt über 3 Lüftungsschlitze, mit welchen der Motor mit Luftstrom gekühlt wird. Heisst, wenn der Motor unter Last steht, wird er ebenfalls gekühlt.



3D-Modelle



Geslicedes Teil

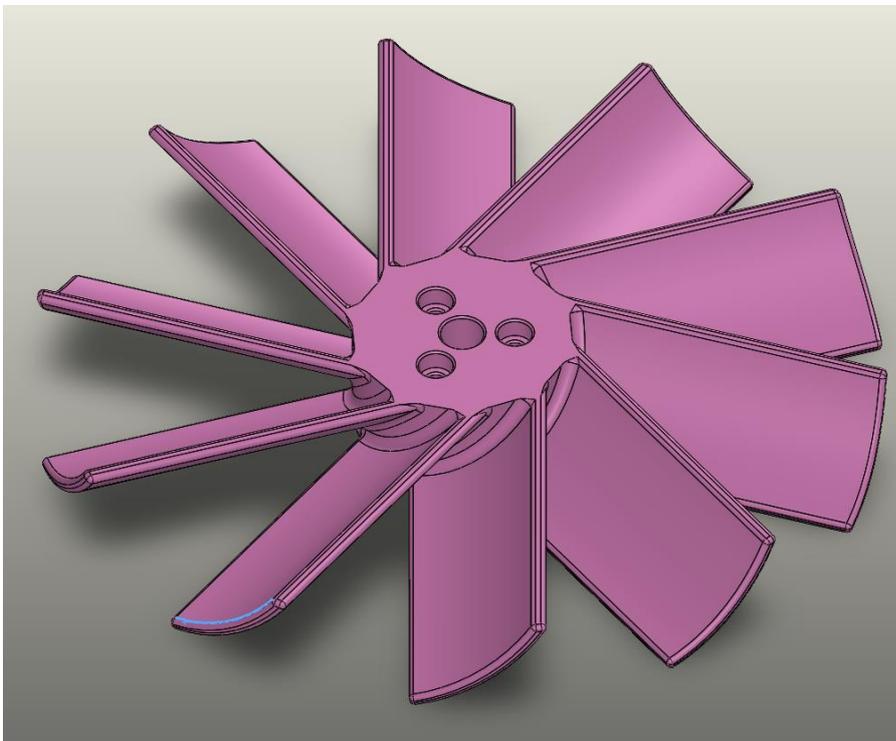
Propeller

Der Propeller ist das Teil, welches den Fahrtwind des Fahrzeuges in Mechanische Energie umwandelt und diesen über die Antriebswelle an dem Motor/Generator weitergibt.

Es gibt viele Einflüsse auf die Effizienz eines Propellers. Einer davon ist der Angriffs-Winkel des Windes gegen die Blätter. Je senkrechter zum Wind das Propellerblatt steht, desto grösser ist auch die Drehzahl des Propellers. Jedoch muss der Winkel unter 90 Grad stehen sonst würde keine Rotation erfolgen.

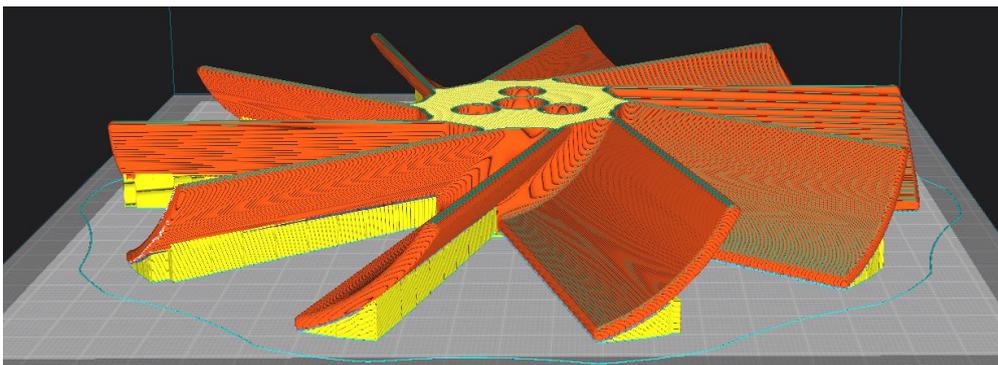
Nach Recherche und etwas überlegen haben wir uns für diese Anwendung für einen Winkel von 37grad geeignet. Winkel in dieser Gegend werden ebenfalls für Windräder in den Alpen oder dem Meer verwendet, da durch diesen Winkel die Drehbewegung des Propellers etwa 2/3tel der Fahrtgeschwindigkeit erreichen kann ohne viel Luftwiderstand zu erzeugen.

Ebenfalls ist der Winkel gerade noch druckbar mit einigermaßen schnellen Druckeinstellungen.



Der Propeller wird aus zwei Einzelzeilen hergestellt um das Druckverfahren zu vereinfacht und bei Anpassungen weniger Material verwendet, da nicht das ganze Teil neu gedruckt werden muss.

Dadurch können zum Beispiel Propeller mit mehr oder weniger Blätter oder mit verschiedenen Variationen im Winkel eingesetzt und getestet werden, um die optimale Kombination zu erzielen.

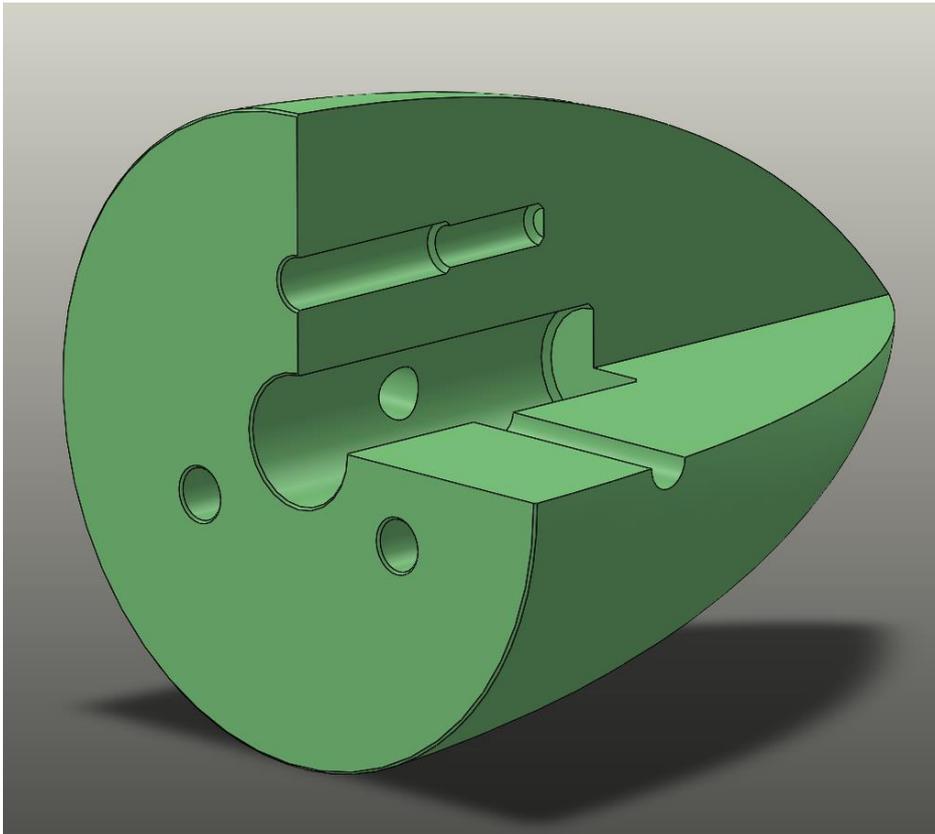


Propeller-Endstück

Dies ist das Teil, welches an der Hinterseite des Propellers angebracht wird.

Es dient einerseits der Montage und Kraftübertragung zwischen Propeller und Antriebswelle, aber auch der Aerodynamik und somit der Effizienz der gesamten Baugruppe.

Die Antriebswelle wird durch den inneren Durchmesser im Propeller und des Endstückes bis an den Anschlag eingepresst und danach mit einem Stift formschlüssig verbunden. Dies ermöglicht eine sichere, Unwucht freie und einfache Verbindung zwischen den Teilen.



Fertigung

3D-druck

Die meisten Komponenten der Turbine sind mit einem FDM-3D-Drucker mit gleich oder grösserem Druckvolumen von 230x230x300mm druckbar. Dies vereinfacht den DIY-Aspekt des Projekts.

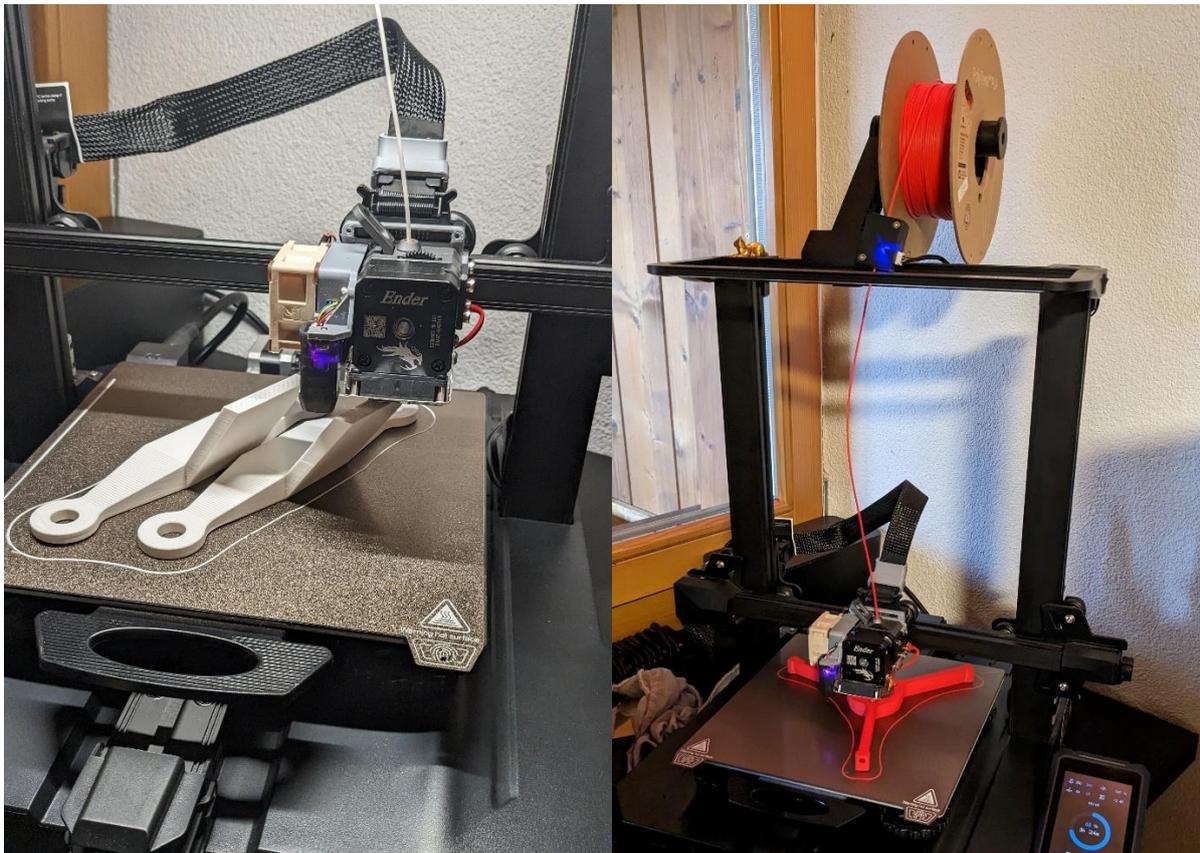
Jeder mit ein wenig Erfahrung in der Richtung 3D-Druck kann diese Komponenten herstellen und die Normteile sind dank dem Normsystem leicht erhältlich. Der Preis für die Menge an Pla-Filament ist je nach Slicer Einstellungen und Stabilität unterschiedlich aber wurde bei unserem Projekt etwa um die 100.- gehalten.

Die Tragenden Komponenten wie das innere Strukturelement und die Motorhalteplatte wurden mit feineren und dadurch stabileren Slicer Einstellungen gedruckt. Die Komponenten wie schale und Motor Verschalung sind andererseits mit Einstellungen für Geschwindigkeit und Kunststoff Einsparung gesliced und gedruckt worden.

Eine leichte Art Kunststoff zu sparen ist zum Beispiel die Menge Infill im Teil zu reduzieren und die Wandstärke auf 2 Linien zu stellen. So erzielt man Leichte teile, welche sehr schnell gedruckt werden können.

Das einzige Teil, welches eine Schwierigkeit erbringen könnte, ist die Antriebswelle und deren Kupplung mit dem Motor.

Der Motor wurde im Internet bestellt und als ganze baugruppe mit Getriebe geliefert.



Montage

Motormodul

Das Motormodul besteht aus den Bauteilen: Motor, Motorplatte und Motorabdeckung

Der Motor wird mit zwei M3 schrauben auf die Platte geschraubt. Danach wird die Abdeckung darüber geschoben und mit drei M4 schrauben verschraubt.



Motor mit M3 Schrauben montiert



Benötigte Komponenten



M4 Schrauben in Löcher



Motormodul fertig

Schale

Die drei Schalenteile werden mit je zwei Stiften formschlüssig verbunden und danach verschraubt mit M6 Schrauben. Die Stützen werden ebenfalls an zwei der Flansche angebracht.



Benötigte Komponenten



Stiftlöcher



Stützen montiert



Schale fertig

Gondel

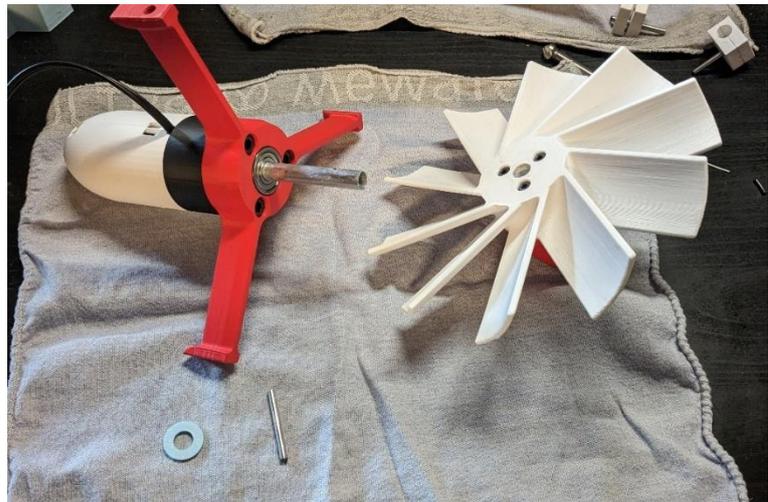
Die Gondel wird aus dem Motormodul, dem Propeller, der Antriebswelle und der Inneren Befestigung gebaut.

Zuerst wird die Antriebswelle bis an den Anschlag durch die Kupplung durch die Kugellager geschoben. Danach kommt das Motormodul auf der gleichen Seite auf die Befestigung und wird von der anderen Seite mit Hilfe von drei M6 Schrauben verschraubt. Somit ist die Antriebswelle in beide Richtungen gegen Verschiebung gesichert.

Zum Schluss wird der Propeller auf die Antriebswelle geschoben und mit einem Stift verbunden.



Die benötigten Komponenten



Antriebswelle montiert

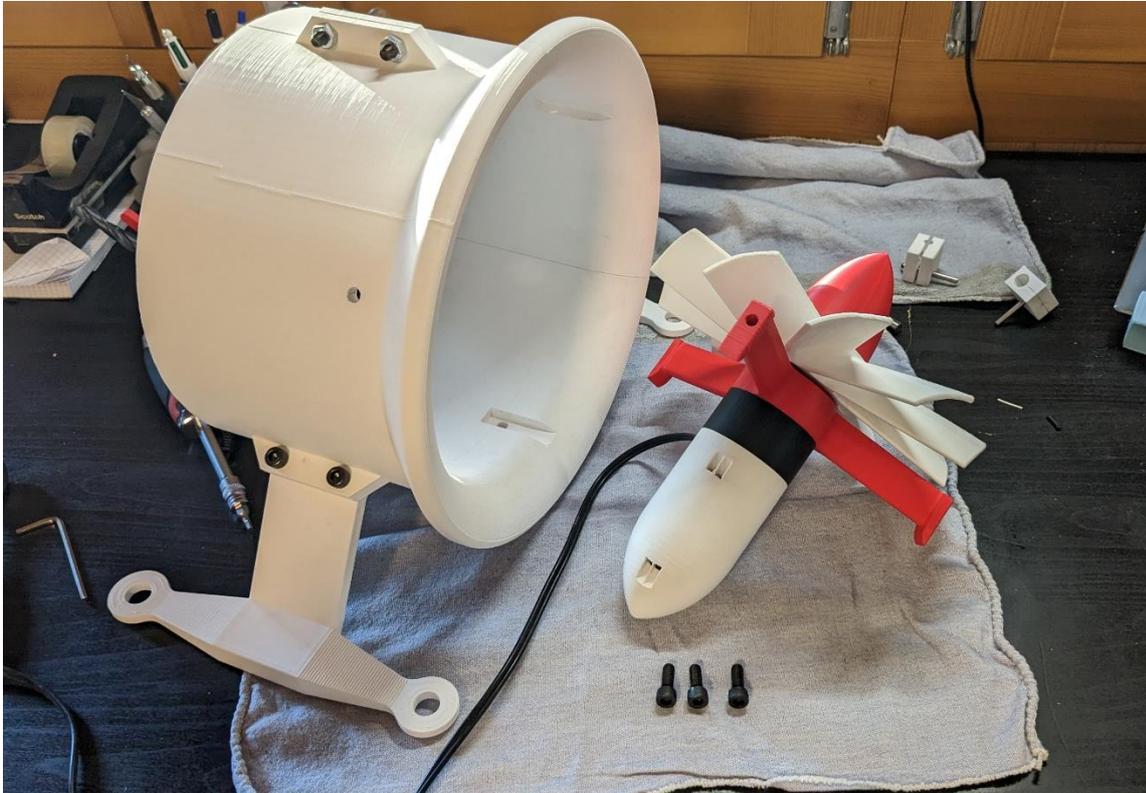


Gondel fertig

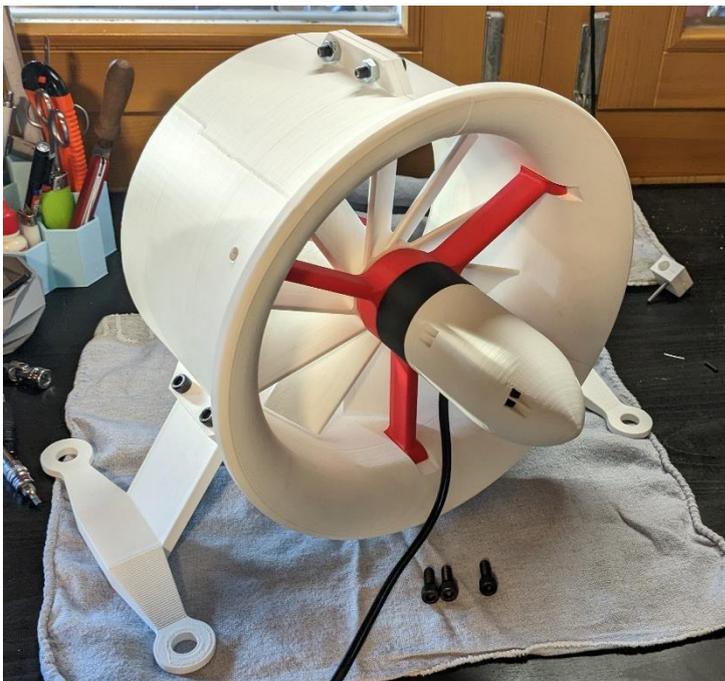
Turbine

Die Ganze Turbine besteht aus den Baugruppen: Motorgondel und Schale.

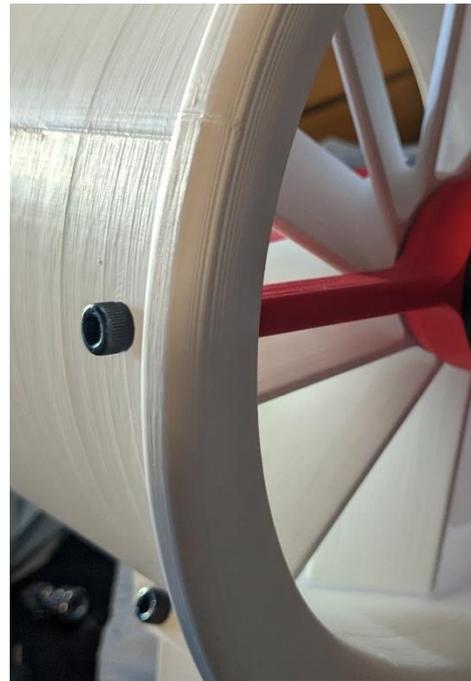
Die Arme der Inneren Befestigung werden in die Nuten der Schale eingesetzt und danach von aussen mit drei M6 Schrauben verschraubt, damit sie gegen lineares Verschieben gesichert sind.



Die einzelnen Baugruppen



Turbine zusammengesetzt



Verschraubung der Turbine

Schlussbetrachtung

Levin:

Ich bin sehr zufrieden damit, wie die Turbine herausgekommen ist und was Wir während dieser Arbeit, beim Konstruieren und Planen gelehrt haben.

Für das nächste Mal möchte ich mir jedoch mehr Zeit für eventuelle mehr Tests und Verbesserungen lassen, um noch mehr zu lernen.

Durch das Produzieren der Modelle habe ich sehr viel über das Konstruieren und 3D-Drucken gelernt, was ich auch für eigene Projekte in diesem Bereich anwenden kann.

Kevin:

Im Rahmen unserer Möglichkeiten haben wir probiert etwas aus dem Boden zu stampfen das in der jetzigen Zeit Aktuell ist. Strom mit erneuerbarer Energie und dies am besten für alle.

Wir haben durch unser Projekt unsere Fertigkeiten geschärft und ein Produkt hingekriegt, dass funktioniert und vielleicht sogar andere dazu motiviert durch Technik unseren Platz zu etwas Besserem zu entwickeln. Für mich war diese Probe VA ein Erfolg.

Quellen

- Bild Bernoullisches Gesetz:
<https://sedl.at/Bernoulli-Gleichung>
- Text Bernoullisches Gesetz:
<https://sedl.at/Bernoulli-Gleichung>
-