

Hardware Version 1

Dokumentation Issue 1.01

Precision Winder NT



Change Log:

23.06.2024: Link zum Motor korrigiert, es war noch *der alte* **200RPM** Motor verlinkt. Der neue Link zeigt auf den von den Abmessungen baugleichen **400 RPM** Motor.

1	DEUTSCHE DOKUMENTATION	7
1.1	DER NEUE PRECISIONWINDER NT	7
1.2	VERGLEICH ZUM PRÄZISEN FILAMENT UMSPULER (VER. 1)	7
1.3	TECHNISCHER HINTERGRUND.....	8
1.4	DRUCKTEILE.....	11
1.5	STRUKTURIERUNG DER ELEMENTE.....	14
1.5.1	<i>Frame</i>	14
1.5.2	<i>Gearbox</i>	15
1.5.3	<i>Helix</i>	15
1.5.4	<i>Filament Guidance</i>	16
1.5.5	<i>Front & Spool</i>	17
1.5.6	<i>Spool Caps</i>	17
1.6	LISTE ALLER ZUSÄTZLICHEN BAUTEILE.....	17
1.7	MONTAGEANLEITUNG UND OPERATION	19
1.7.1	<i>Vorbereitung der Zentralplatte</i>	20
1.7.1.1	Benötigte Teile:	20
1.7.1.2	Funktion	20
1.7.1.3	Zusammenbau.....	20
1.7.2	<i>Einbau Sensor für den Füllstand der Spule</i>	20
1.7.2.1	Benötigte Teile:	21
1.7.2.2	Funktion	21
1.7.2.3	Zusammenbau.....	21
1.7.3	<i>Zusammenbau und Einbau des Spulenzahnrades</i>	22
1.7.3.1	Benötigte Teile:	22
1.7.3.2	Funktion	23
1.7.3.3	Zusammenbau.....	23
1.7.4	<i>Zusammenbau und Einbau des Zahnradpaares Z1 Z2</i>	25
1.7.4.1	Benötigte Teile:	25
1.7.4.2	Funktion	25
1.7.4.3	Zusammenbau.....	25
1.7.5	<i>Einbau des Zwischenzahnrades ZD</i>	26
1.7.5.1	Benötigte Teile:	26
1.7.5.2	Funktion	26
1.7.5.3	Zusammenbau.....	27
1.7.6	<i>Zusammenbau und Einbau der Wendel/Doppelhelix</i>	27
1.7.6.1	Benötigte Teile:	27
1.7.6.2	Funktion	28
1.7.6.3	Zusammenbau.....	28
1.7.7	<i>Einbau der Querplatte</i>	29
1.7.7.1	Benötigte Teile:	29
1.7.7.2	Funktion	29
1.7.7.3	Zusammenbau.....	30
1.7.8	<i>Einbau der Frontplatte und Abschluss der Arbeiten am Gehäuse</i>	30
1.7.8.1	Benötigte Teile:	30
1.7.8.2	Funktion	31
1.7.8.3	Zusammenbau.....	31
1.7.9	<i>Verdrahtung und Einbau des Motors</i>	33
1.7.9.1	Benötigte Teile:	33
1.7.9.2	Funktion	33
1.7.9.3	Zusammenbau.....	34
1.7.9.3.1	Beschriftungsintarsie.....	34
1.7.9.3.2	Verkabelung	34
1.7.9.3.3	Microtaster verkabeln	36
1.7.9.3.4	Motoreinbau	36
1.7.10	<i>Zusammenbau des Filament Führungssystems</i>	38
1.7.10.1	Benötigte Teile:	38
1.7.10.2	Funktion	38

1.7.10.3	Zusammenbau.....	39
1.7.10.3.1	Aufbau der Filament Führung.....	39
1.7.10.3.2	Zusammenbau Reiter.....	41
1.7.11	<i>Bau und Einbau der Spulenachse</i>	42
1.7.11.1	Benötigte Teile:.....	42
1.7.11.2	Funktion.....	42
1.7.11.3	Zusammenbau.....	42
1.7.11.4	Verwendung unterschiedlicher Spulenvarianten.....	43
1.7.11.4.1	Prusament Spulen.....	43
1.7.11.4.2	Beliebige Spulen.....	44
1.7.12	<i>Inbetriebnahme</i>	45
2	ENGLISH DOCUMENTATION.....	49
2.1	THE NEW PRECISIONWINDER NT.....	49
2.2	COMPARISON WITH THE PRECISION FILAMENT REWINDER (VER. 1).....	49
2.3	TECHNICAL BACKGROUND.....	50
2.4	PRINTED PARTS.....	52
2.5	STRUCTURING THE ELEMENTS.....	55
2.5.1	<i>Frame</i>	55
2.5.2	<i>Gearbox</i>	56
2.5.3	<i>Helix</i>	56
2.5.4	<i>Filament Guidance</i>	57
2.5.5	<i>Front & Spool</i>	58
2.5.6	<i>Spool Caps</i>	58
2.6	LIST OF ALL ADDITIONAL COMPONENTS.....	58
2.7	INSTALLATION INSTRUCTIONS AND OPERATION.....	60
2.7.1	<i>Vorbereitung der Zentralplatte</i>	61
2.7.1.1	Required parts:.....	61
2.7.1.2	Functionality.....	61
2.7.1.3	Assembly.....	61
2.7.2	<i>Installing the sensor for the fill level of the Spool</i>	62
2.7.2.1	Required parts:.....	62
2.7.2.2	Functionality.....	62
2.7.2.3	Assembly.....	62
2.7.3	<i>Assembly und Einbau des Spulenzahnrades</i>	64
2.7.3.1	Required parts:.....	64
2.7.3.2	Functionality.....	64
2.7.3.3	Assembly.....	64
2.7.4	<i>Assembly and installation of the gear pair Z1 Z2</i>	65
2.7.4.1	Required parts:.....	65
2.7.4.2	Functionality.....	66
2.7.4.3	Assembly.....	66
2.7.5	<i>Einbau des Zwischenzahnrades ZD</i>	67
2.7.5.1	Required parts:.....	67
2.7.5.2	Functionality.....	67
2.7.5.3	Assembly.....	67
2.7.6	<i>Zusammenbau und Einbau der Wendel/Doppelhelix</i>	68
2.7.6.1	Required parts:.....	68
2.7.6.2	Functionality.....	68
2.7.6.3	Assembly.....	69
2.7.7	<i>Installing the cross plate</i>	70
2.7.7.1	Required parts:.....	70
2.7.7.2	Functionality.....	70
2.7.7.3	Assembly.....	70
2.7.8	<i>Installing front panel & completing work on the housing</i>	71
2.7.8.1	Required parts:.....	71
2.7.8.2	Functionality.....	71

2.7.8.3	Assembly.....	71
2.7.9	<i>Wiring and installation of the motor</i>	73
2.7.9.1	Required parts:.....	73
2.7.9.2	Functionality.....	73
2.7.9.3	Assembly.....	74
2.7.9.3.1	Labelling inlay.....	74
2.7.9.3.2	Wiring.....	74
2.7.9.3.3	Wiring the micro switch.....	76
2.7.9.3.4	Motoreinbau.....	76
2.7.10	<i>Zusammenbau des Filament Führungssystems</i>	77
2.7.10.1	Required parts:.....	77
2.7.10.2	Functionality.....	78
2.7.10.3	Assembly.....	79
2.7.10.3.1	Structure of the filament guide.....	79
2.7.10.3.2	Assembling the rider	80
2.7.11	<i>Construction and installation of the coil axis</i>	81
2.7.11.1	Required parts:.....	81
2.7.11.2	Functionality.....	82
2.7.11.3	Assembly.....	82
2.7.11.4	Use of different Spool variants.....	83
2.7.11.4.1	Prusament spools.....	83
2.7.11.4.2	General spools.....	83
2.7.12	<i>Start-up the System</i>	85

1 Deutsche Dokumentation

1.1 Der Neue PrecisionWinder NT

Der **PrecisionWinder NT** ist eine Weiterentwicklung meines ersten Projekts, dem Präzisen **Filament-Umspuler**, den ich unter <https://www.printables.com/de/model/771942> veröffentlicht hatte.

Im Gegensatz zur ersten Version arbeitet er autark mit integriertem Motor, integrierten Sensoren, ist sehr viel kompakter und benötigt nur die halbe Standfläche.

Ursprünglich war der **PrecisionWinder NT** nur für Prusament-1-kg-Zielpulen gedacht. Aber jetzt kann man damit alle gängigen 1-kg-Spulen verwenden.

Ich nutze ihn vor allem, um 2-kg-Rollen auf 1-kg-Spulen umzuspulen, oder wenn es zu „Knotenbildung“ in der Originalspule kam. Standardmäßig gibt es hier Spulenkappen für Prusa-Spulen sowie für Standard-Spulen mit 50 cm und 55 cm Innenradius.

1.2 Vergleich zum Präzisen Filament Umspuler (Ver. 1)

Euer Feedback und eigene Erfahrungen sind in das Design des **PrecisionWinder NT** eingeflossen.

Der **PrecisionWinder NT** hat jetzt folgende Verbesserungen:

- Er braucht statt neun Zahnräder nur fünf, was den Aufbau leichter macht, weniger Kugellager benötigt und die Reibung reduziert.
- Die Spule wird direkt über einen 12-Volt-Motor mit 400 U/min angetrieben.
- Das Getriebe des Motors ist selbsthemmend, und der Motor ist direkt angetrieben. Deshalb brauchen wir keine Spulenratsche, aber das Filament bleibt durch die Klemmrollen trotzdem „gespannt“.
- Der Motor kann einfach durch einen ähnlichen Typ ersetzt werden.
- Die Doppelhelix wurde verbessert, ebenso der Reiter und die Führung.
- Die Filament Führung hat jetzt deutlich weniger Spiel, was die Präzision erhöht.
- Das Einlegen der Spule ist jetzt viel einfacher. Sie muss nicht mehr mit dem Winder verschraubt werden, sondern wird einfach von oben eingelegt und festgeklemmt.
- Der steckbare Frontteil ist jetzt nicht mehr nötig, der Winder ist jetzt „aus einem Guss“.
- Der **PrecisionWinder NT** ist anpassbar auf weitere Spulentypen
- Er besitzt Integrierte Filamentsensoren (Quellspule leer, Zielspule voll)
- Die Schaltbox ist mit dem Motor integriert, Sensoren und Spannungsquelle sind nicht mehr festverdrahtet, sondern steckbar
- Die Einzelteile des Gehäuses werden über eingebaute Vierkantmuttern verschraubt, was das Problem des Ausreisens verhindert.
- Es werden weniger Teile wie Gewindestangen und Federn gebraucht.

1.3 Technischer Hintergrund

Eine präzise Wicklung hat 32 Wicklungen pro Lage. Bei 1,75 mm Filament ist die innere Spulenbreite 57 mm (z. B. Prusament Spule). Größere Breiten sind möglich, schmalere Spulen sind wahrscheinlich problematisch.

Die Filament Führung muss nach 32 Umdrehungen genau einmal die Richtung wechseln.

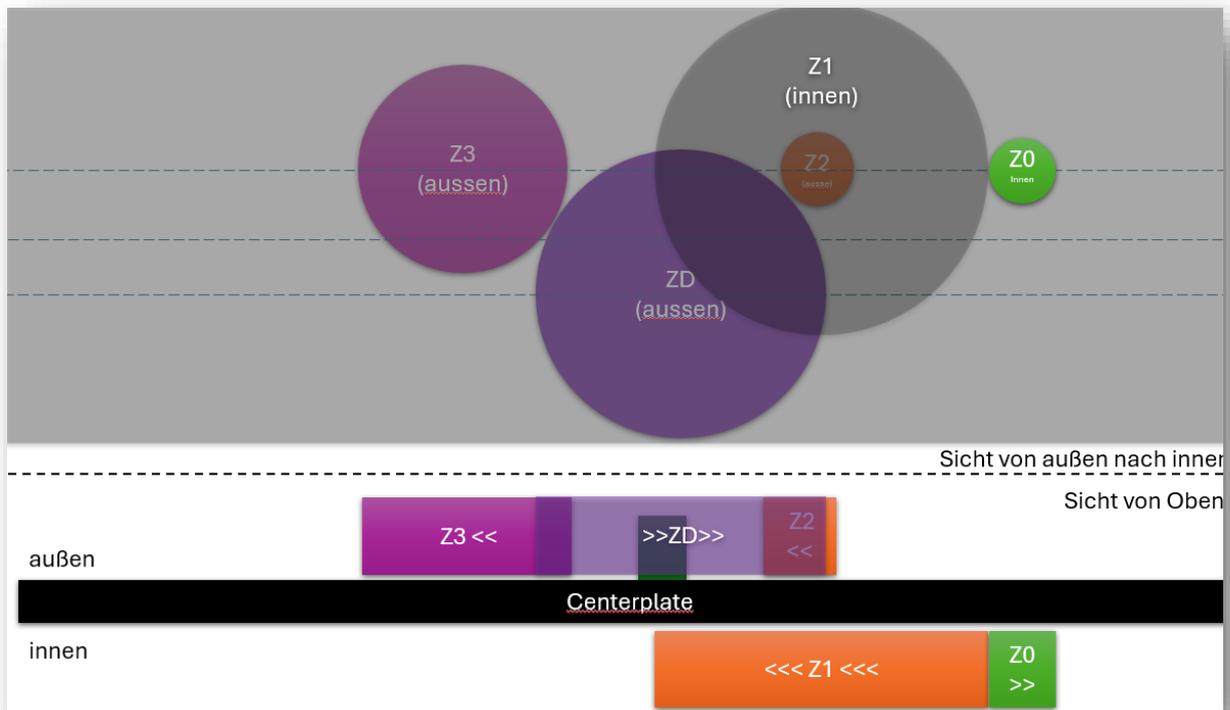
Das wird mit einer selbstreversierenden Schraube mit zwei Windungen erreicht (Doppelhelix-Wendel). Über das Getriebe muss also eine Umsetzung von 16:1 realisiert werden.

Die Zahnräder sitzen auf drei bzw. vier Achsen, rechnet man die Hilfsachse mit dem Zahnrad ZD mit. Das Hilfszahnrad wird benötigt, um die Zahnräder in die kompakte Geometrie einzupassen.

Die folgende Tabelle zeigt die Kennzahlen der Zahnräder mit dem Modul 1 mm.

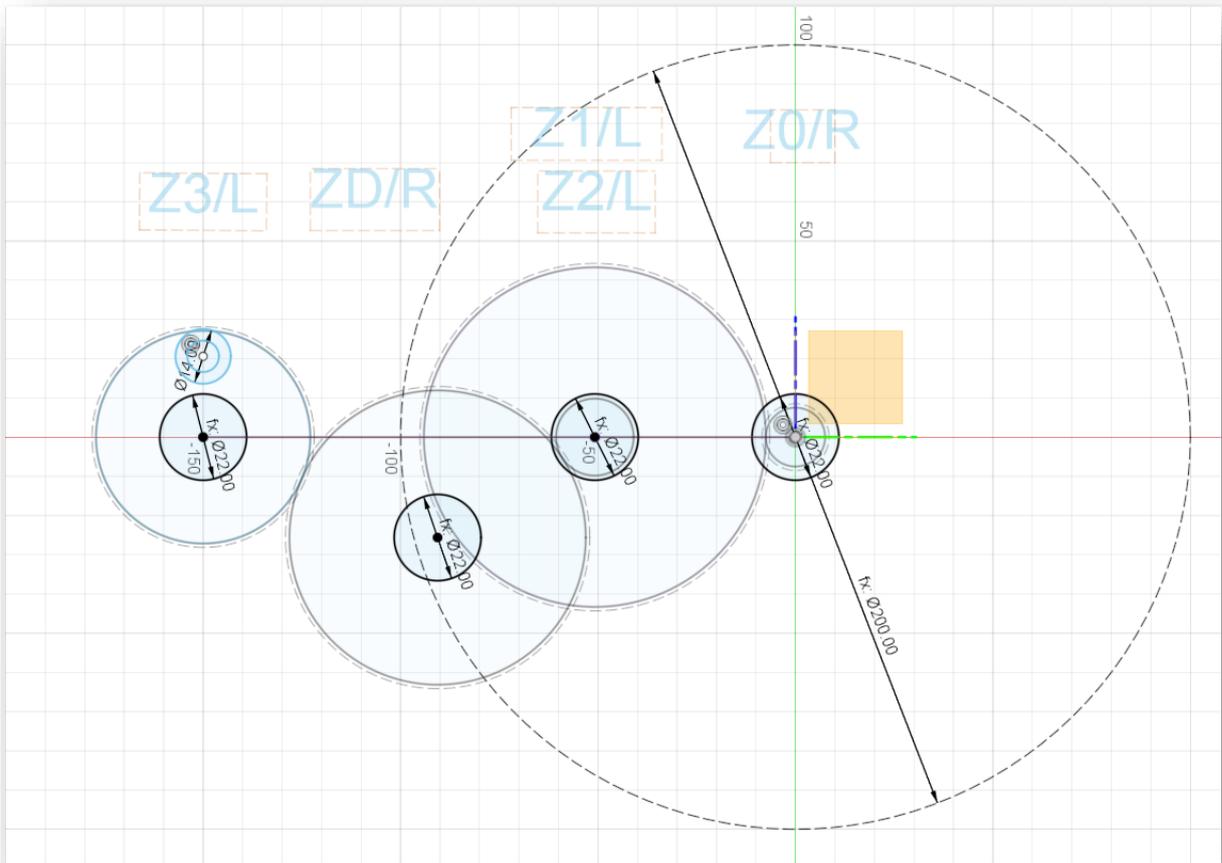
Achse	Zahnrad	Zähnezahl	Pitch	Out	CW / CCW
Achse 1	Z0	13	15,011	17,011	CW (R)
Achse 2	Z1	75	86,603	88,603	CCW (L)
	Z2	17	19,63	21,63	CCW (L)
Hilfsachse zw. 2 & 3	ZD	65	75,056	77,056	CW (R)
Achse 3	Z3	47	54,271	56,271	CCW (L)

Ich habe Fischgrätenzahnräder benutzt. Diese Zahnräder sind etwas schwieriger einzubauen, aber das Design wird dadurch einfacher. Die Zahnräder zentrieren sich selbst in der Ebene. Man braucht kein doppelseitiges Getriebegehäuse und sie sind trotzdem stabil.



Die obige Grafik zeigt zwei Sichten auf das Getriebe: von oben nach unten und von außen nach innen.

Das Design findet sich in AUTOCAD Fusion wie folgt wieder:



Für AUTOCAD Fusion Anwender: Folgende kostenlose Zusatzmodule habe ich verwendet:

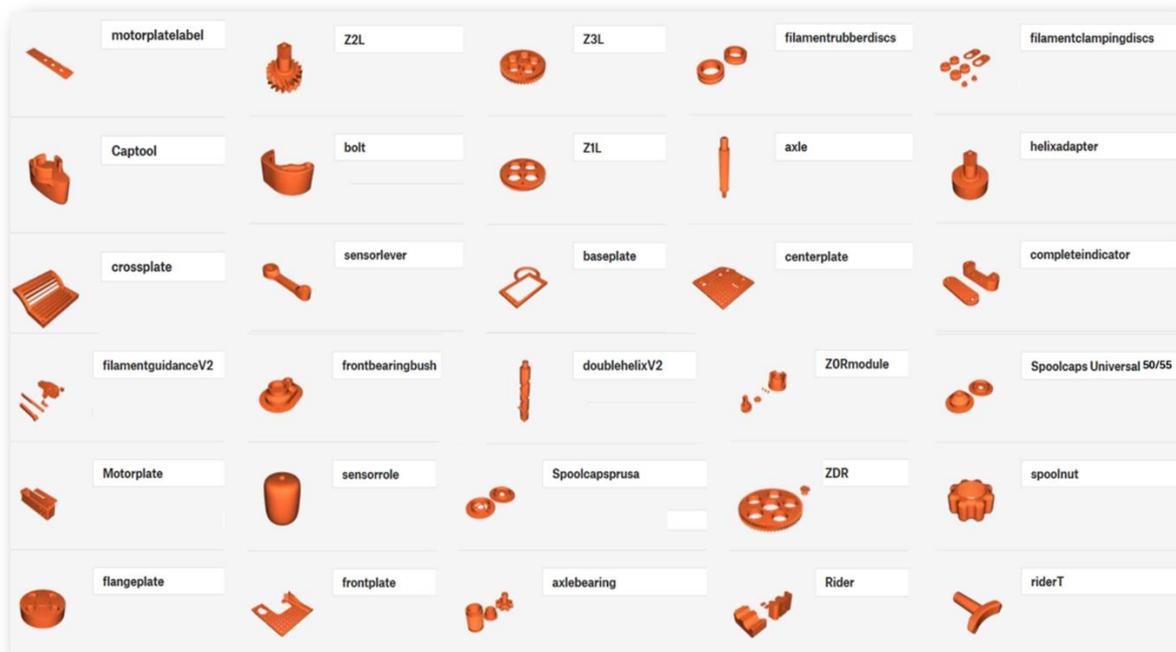
<u>Helical Gear Plus</u>	erlaubt die Erstellung der Zahnräder und die Berechnung aller Zahnradparameter für das Design
<u>ParametricText:</u>	erlaubt es z.B. die Prägungen in den Spulencaps automatisch an den Parameter Spulenradius anzupassen. So kann ich beliebige Adapterspulen durch Änderung eines Parameters direkt an den Slicer schicken
<u>Parameter i/O</u>	Sehr nützlich! Erlaubt es alle Parameter (benutzerdefinierte und von Fusion definierten Parameter) in eine Excel CSV Datei zu exportieren und sie in einer anderen Datei wieder zu importieren.

1.4 Druckteile

Ich habe den **PrecisionWinder NT** komplett in PETG gedruckt (mit Ausnahme der Filament Klemmrollen, diese sind optional aus Flex Material bzw. TPU).

Was die Druckdateien angeht, habe ich beim **PrecisionWinder NT** eine andere Vorgehensweise gewählt als bei meinem ersten Projekt. Aus Konfigurationsmanagement Aspekten habe ich häufig nur Einzelkomponenten, bzw. nur wenige Elemente auf eine Druckplatte gelegt, anstatt möglichst viele Objekte platzsparend auf einer Druckplatte unterzubringen. So kann ich später einfacher Änderungen machen, indem ich einzelne Files austausche, falls sich z.B. durch euer Feedback etwas ändert. Ihr könnt natürlich für euch gerne Komponenten zusammenfassen.

Hier findet Ihr eine Übersicht aller Dateien:

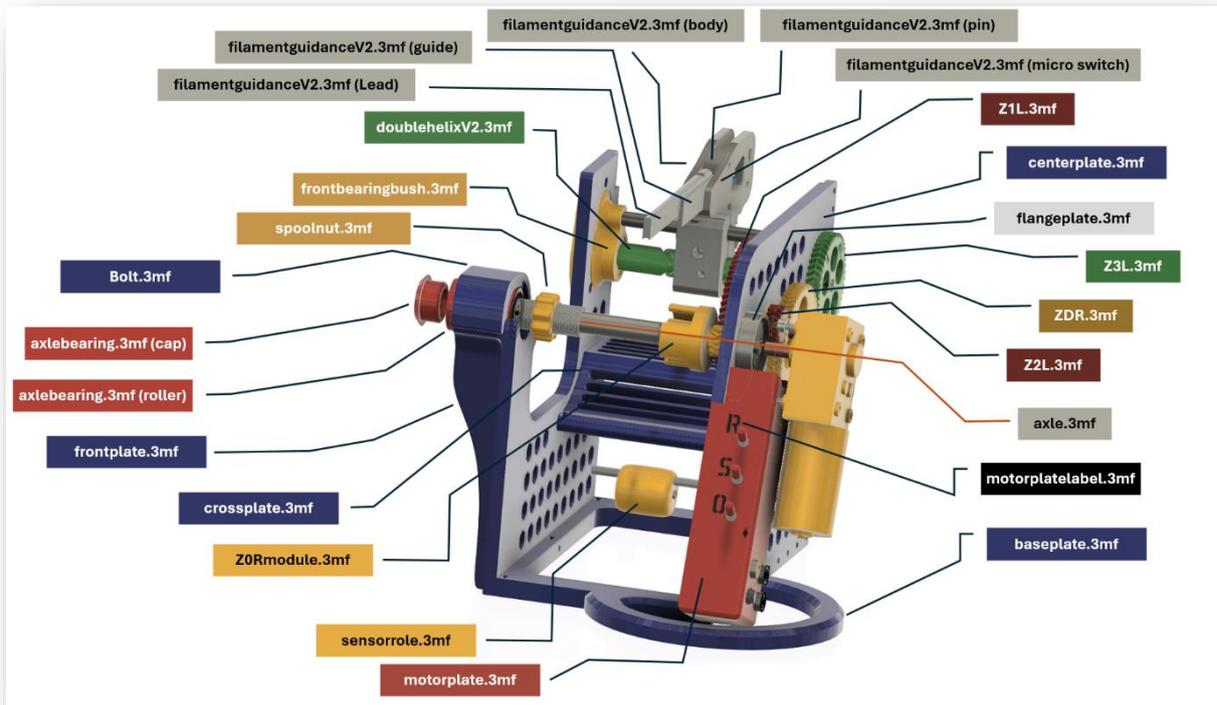


Druckparameter entnehmt bitte der Prusa Sektion Druckdateien.

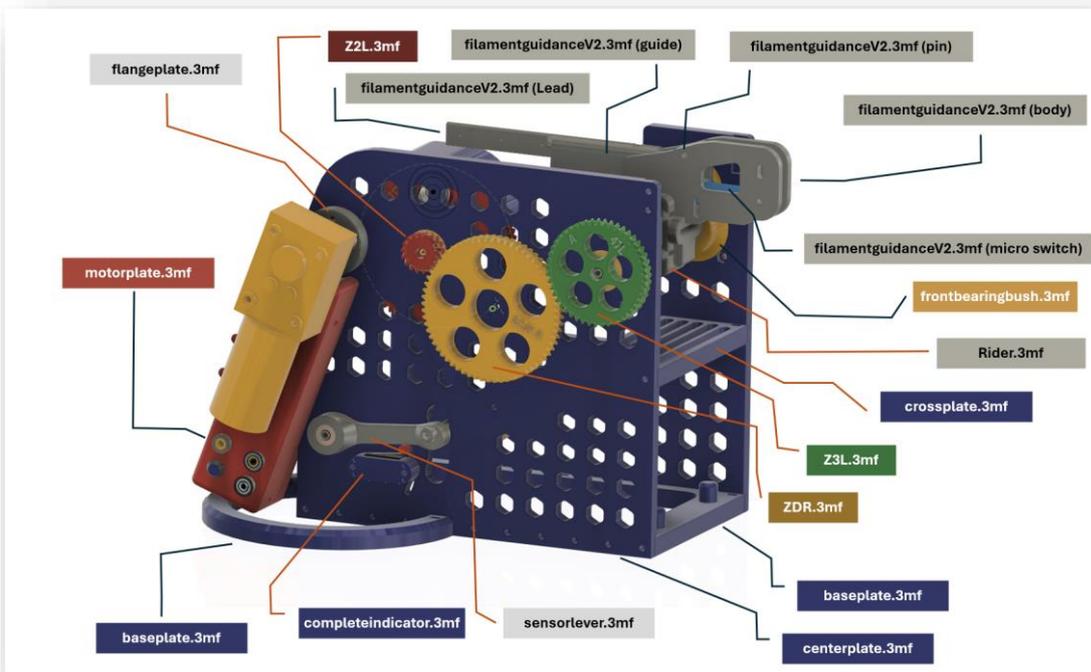
Hinweis zum Druck: Bisher habe ich vor allem für Schraubenlöcher und für dünne Teile Modifier verwendet. Deswegen wurde ich oft nach den *seltsamen Blöcken* gefragt. Ursache dafür war, dass die User andere als den PrusaSlicer verwendet haben. Diese erkennen die Modifier-Blöcke nicht und drucken die als normale Objekte. In diesem Model habe ich keine Modifier verwendet. Ich drucke stattdessen oft mit fünf Perimetern, um Schraubenlöcher und dünne Teile zu versteifen.

Die folgenden vier Grafiken zeigen die meisten Druckdateien nochmals aus verschiedenen Perspektiven direkt am Objekt, ich hoffe dies trägt zur Orientierung bei.

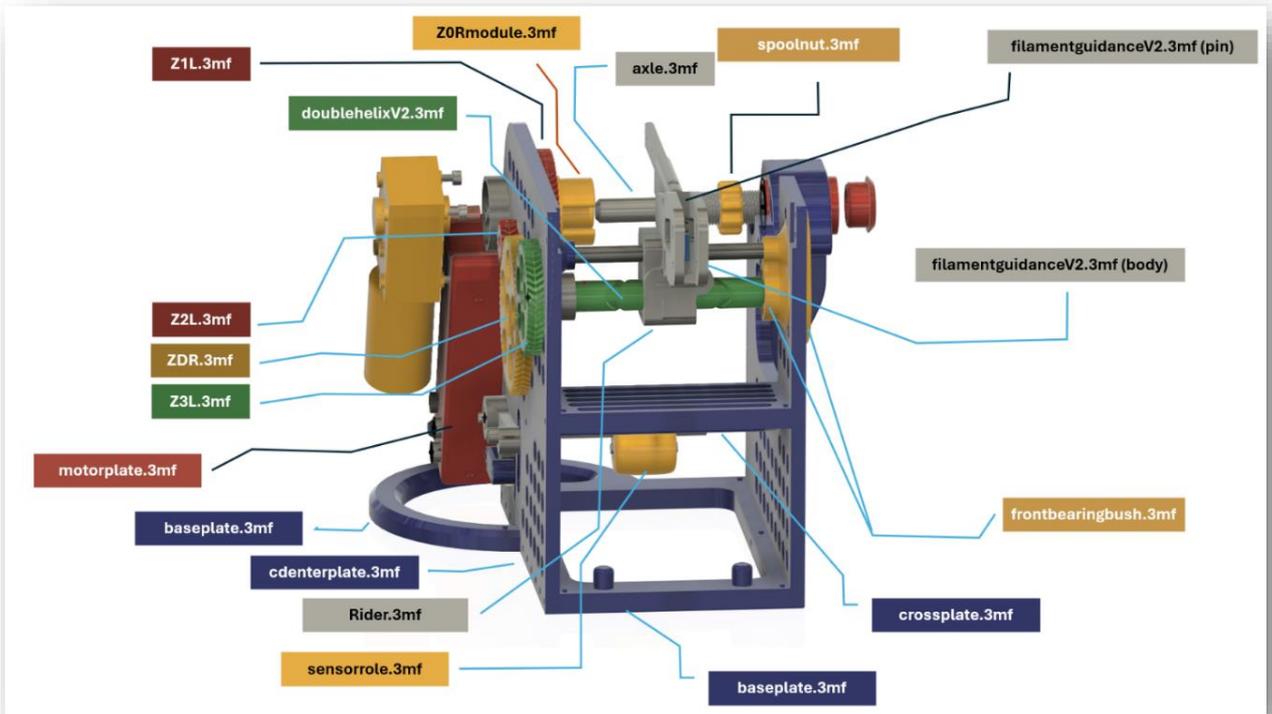
Ansicht von der Spulenseite:



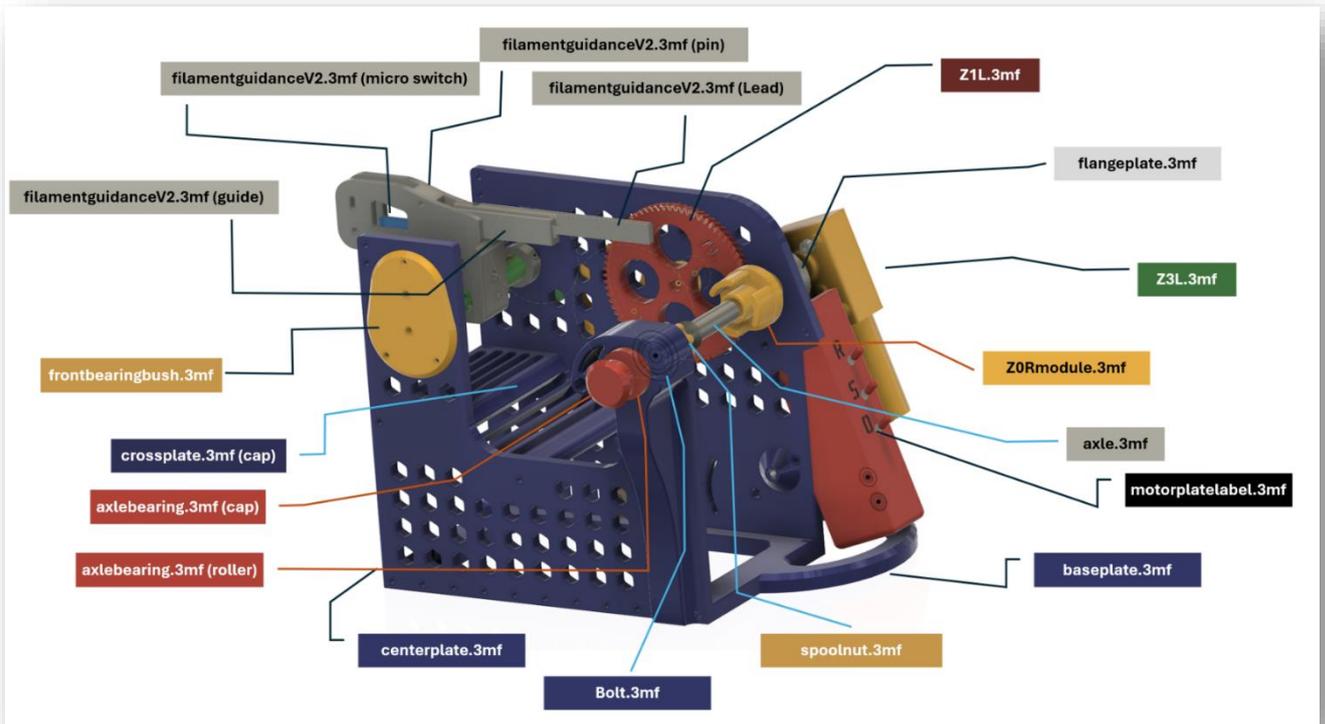
Ansicht von der Motorseite:



Ansicht von der Quellspulenseite:



Ansicht von der Quellspulenseite:



1.5 Strukturierung der Elemente

Ich habe alle zu druckenden Objekte in 6 Gruppen eingeteilt.

- A) Frame
- B) Gearbox
- C) Helix
- D) Filament Guidance
- E) Front & Spool
- F) Spool Caps

Die Grafiken zeigen den **PrecisionWinder NT** aus vier verschiedenen Ansichten mit benannten Druckteilen. Im Anschluss werden die Grafiken kurz beschrieben:

1.5.1 Frame

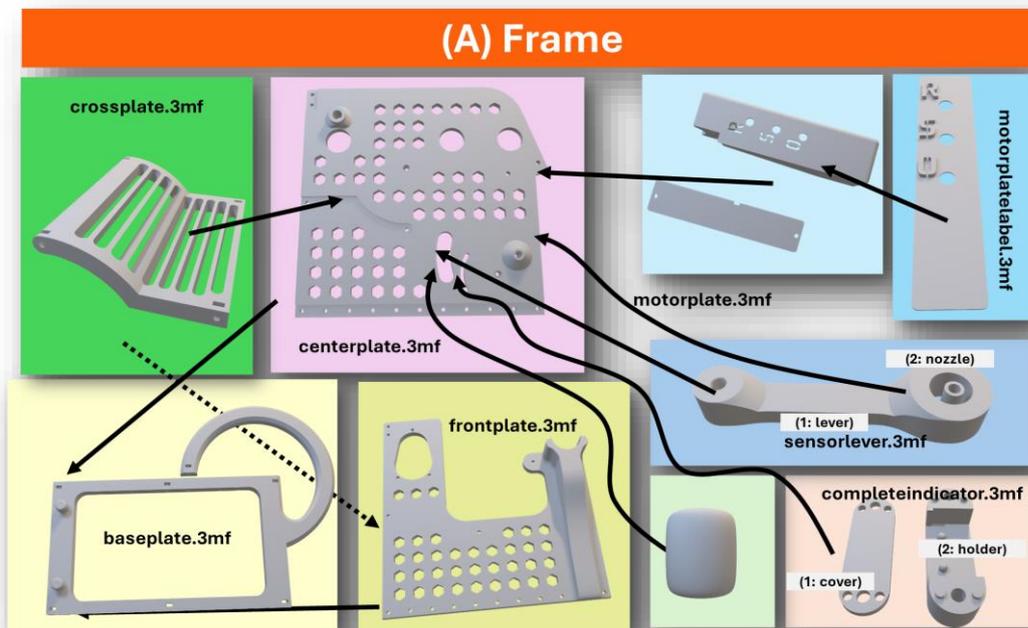
Zum Frame gehören alle Teile für den Zusammenbau des Gehäuses. Dazu gehören auch die Teile des Sensors, der den Motor abschaltet, wenn die Spule voll ist.

In der **Centerplate** (Flanschplatte) sind alle Zahnräder in Lagern festgehalten.

Die **motorplate** (Motorplatte) ist Adapter und Schaltbox für Schalter und Kabel. In diesem Objekt ist eine Beschriftung ausgestanzt. Ihr könnt das **motorplatelabel** auch in einer anderen Farbe drucken und als Intarsie in die Ausstanzung einschlagen. Das funktioniert sehr gut.

Die **crossplate** (Querplatte) sorgt für Stabilität und Verwindungssteifigkeit.

Die **baseplate** (Grundplatte) ist das Fundament für die anderen Platten.

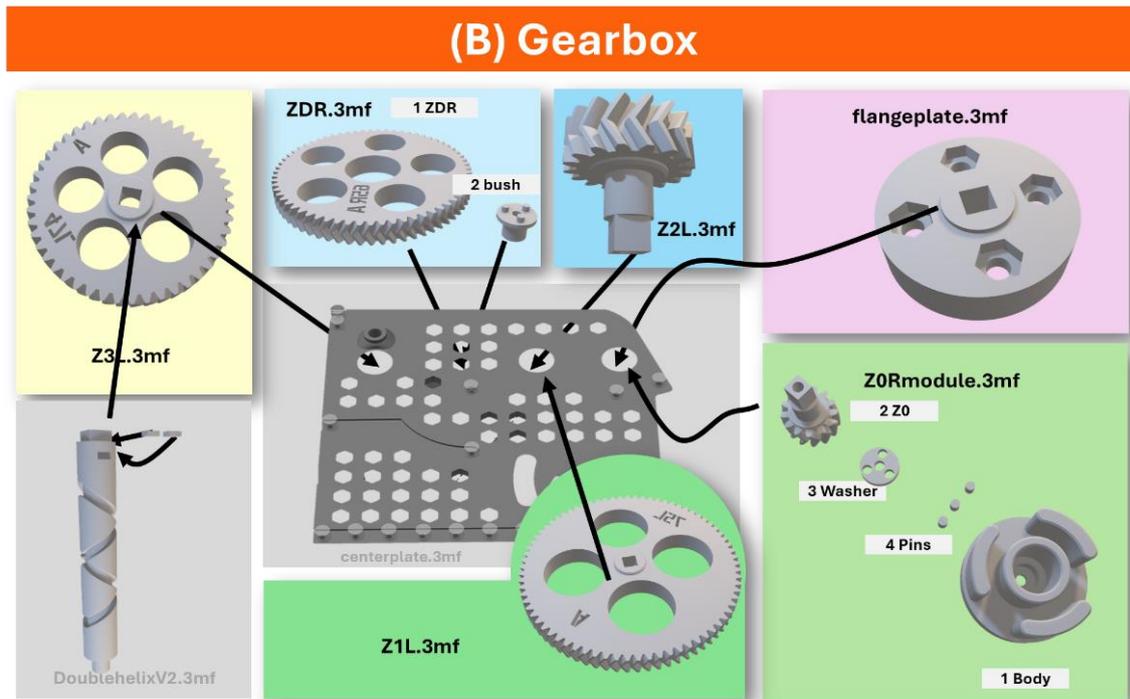


1.5.2 Gearbox

In dieser Gruppe finden sich alle Getriebeteile, also Zahnräder und Steckachsen. Die **centerplate** (Zentralplatte) ist ausgegraut dargestellt, da sie an anderer Stelle definiert wird. Die Darstellung hilft um das Zusammenspiel zu veranschaulichen.

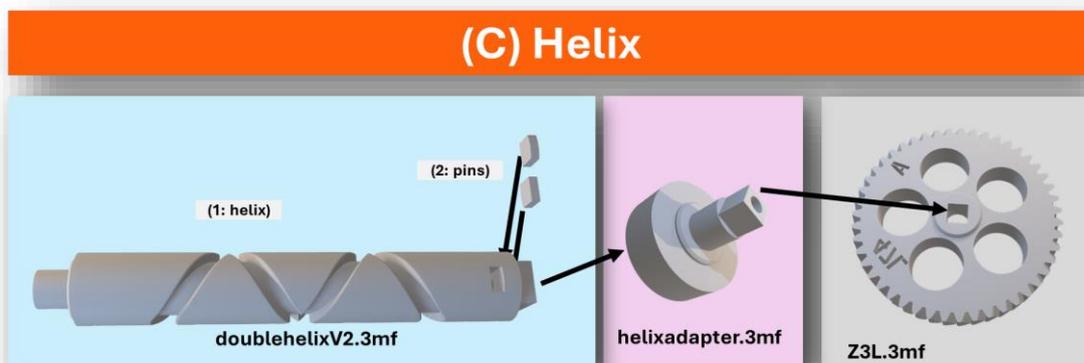
Mittels der **flangeplate** (Flanschplatte) wird über einen 32x8 Flansch später der Motor angeschlossen.

Die Spule wird einfach auf das **Z0Rmodule** (Z0 Modul) aufgesteckt und festgeklemmt



1.5.3 Helix

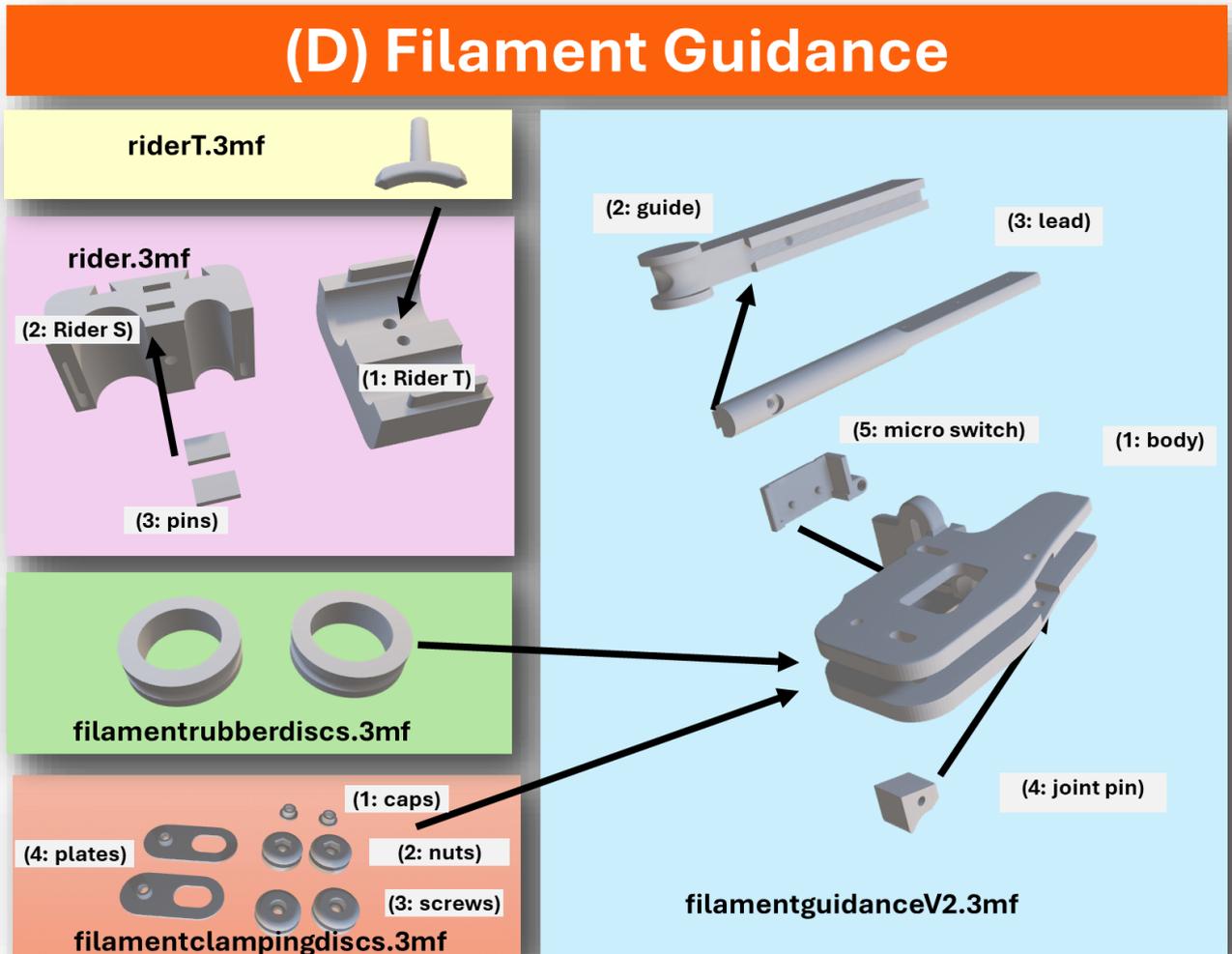
Die **doublehelixV2** (Doppelhelix) wird durch die **centerplate** (Zentralplatte) und ein Lager gesteckt und mit dem **helixadapter** (Helixadapter) und dem **Z3L** (Z3)Zahnrad verschraubt. Die beiden Pins dienen dazu die M3 Vierkantmutter in der **doublehelixV2** (Doppelhelix) zu zentrieren



1.5.4 Filament Guidance

In dieser Gruppe finden sich alle Bauteile für die Filament Führung. Der **rider** (Reiter, er „reitet“ auf der Doppelhelix hin und her) wird aus den Hälften **riderS** (mit Schwalbenschwanz) und **riderT** (mit T Stück) sowie dem **riderT** (T Stück) selbst und 2 Gleitlagern zusammengeschraubt.

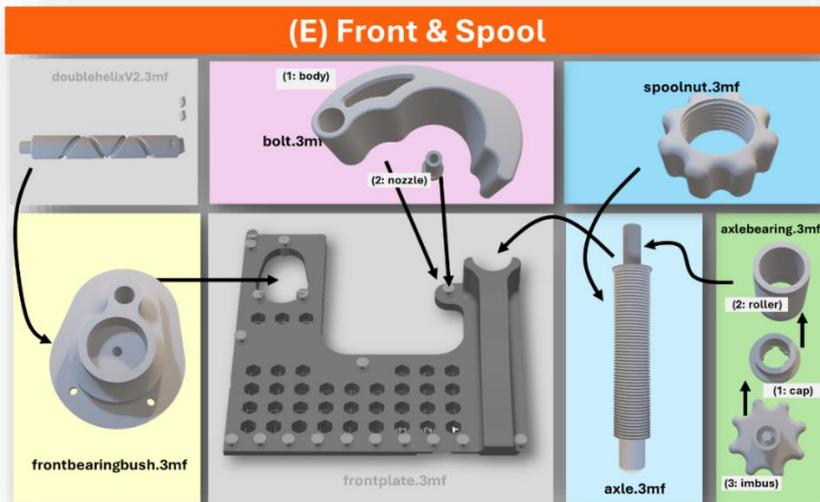
FilamentguidanceV2 (Filament Führungssystem) besteht aus dem **body** (Hauptteil), dem **guide** (Führungsgelenk), das mittels des **Pins** fixiert wird, sowie dem aufgeschobenen **lead** (Filament Führungsteil)



Die Filament Klemmen **filamentrubberdiscs** (Gummireifen) sollten idealerweise aus weichem Flex Filament bzw. TPU gedruckt werden. Über die **filamentclampingdiscs** (Klemmscheiben) werden die beiden Klemmen mittels Gummibändern zusammengepresst.

1.5.5 Front & Spool

Die Spulenachse wird aus der **axle** (Spulenachse) und den **axlebearing** (Achslager) Teilen **roller**, **cap** und **imbus** zusammgebaut. Auf diese Achse wird später die Spule aufgesteckt, mit der **spoolnut** (Spulenrändelmutter) fixiert und mittels dem **bolt** (Klemmriegel) an der Frontplatte festgeklemmt. Die **frontbearingbush** (Frontlagerbuchse) dient zur Aufnahme der Doppelhelix inklusive Kugellager in der Frontplatte.



1.5.6 Spool Caps

Falls Prusament Spulen verwendet werden, benötigt man nur die beiden Kappen **Spoolcapsprusa**, ansonsten sind Universalspulenkappen unterschiedlicher Größe verfügbar. Mit dem **captool** können diese leichter fixiert werden



1.6 Liste aller zusätzlichen Bauteile

Im Folgenden findet Ihr Listen der verwendeten nicht druckbaren Bauteile.

Ich habe mich beim *Amazon Partnernet* registriert, verdiene daher als Amazon-Partner an qualifizierten Verkäufen und bedanke mich daher, wenn ihr die Links nutzt.

Alle Teile habe ich selbst verbaut, d.h. die Maße sollten exakt passen, vorausgesetzt es gibt keine (Qualitäts)-Unterschiede zwischen unterschiedlichen Lieferbatches.

Text	Anzahl	Quelle
Mutter M3	8	M3 Schrauben Set von Amazon
Mutter M4	5	M4 Schrauben Set von Amazon
Scheibe M3x15	1	aus meinem Werkzeugkeller
Scheibe M3x7	6	M3 Schrauben Set von Amazon
Scheibe M4x9	2	M4 Schrauben Set von Amazon
Scheibe M5x12	1	aus meinem Werkzeugkeller
Schraube M3x08	1	M3 Schrauben Set von Amazon
Schraube M3x10	5	M3 Schrauben Set von Amazon
Schraube M3x12	1	M3 Schrauben Set von Amazon
Schraube M3x14	1	M3 Schrauben Set von Amazon
Schraube M3x18	4	M3 Schrauben Set von Amazon
Schraube M3x20	13	M3 Schrauben Set von Amazon
Schraube M3x25	4	M3 Schrauben Set von Amazon
Schraube M3x30	3	M3 Schrauben Set von Amazon
Schraube M4x08	4	M3 Schrauben Set von Amazon
Schraube M4x40	2	M4 x 40 Innensechskant Amazon
Schraube M5x25	1	aus meinem Werkzeugkeller
Schraube M5x75	1	M5 x 75 Innensechskant Amazon
Vierkantmutter M3	14	M3 Vierkantmuttern Amazon
Flansch 32x8	1	Flansche 32x8 Amazon
Gummi/Dichtringe	2	O Ringe Amazon
Klebestreifen	1	aus meinem Büro
Kugellager 10mm	2	Minilager Amazon
Kugellager 22mm	5	Skateboard-Kugellager Amazon
Gleitlager linear 8mm	2	Gleitlager Amazon
Mikrotaster	2	Mikrotaster Amazon
Motor	1	Motor 12V 400 UpM
PTFE	1	Teflonschlauch Amazon
2 poliger Umschalter	3	Mini Kippschalter 2 polig Amazon
12 V DC Buchse & Stecker	1	DC Einbaubuchse mit Stecker Amazon
Klinkenbuchse 3,5	2	Monoeinbaubuchse Amazon
Power LED, 12V	1	LED Kontrollleuchte Amazon
Linearwelle, Schiene	1	Linearpräzisionswelle Amazon
Klinkenstecker 3,5	2	Klinkenstecker Amazon

Die Nachfolgende Matrix zeigt euch welche Teile für welches Druckteil verwendet werden.

(Die PDF Datei dieser Liste findet ihr in der Sektion sonstige Teile. Eine Excel Version findet ihr [hier](#) zum Downloaden)

1. Vorbereitung der Zentralplatte
2. Einbau Sensor für den Füllstand der Spule
3. Zusammenbau und Einbau des Spulenzahnrades
4. Zusammenbau und Einbau des Zahnradpaares Z1 Z2
5. Einbau des Zwischenzahnrades ZD
6. Zusammenbau und Einbau der Wendel/Doppelhelix
7. Einbau der Querplatte
8. Einbau der Frontplatte und Abschluss der Arbeiten am Gehäuse
9. Verdrahtung und Einbau des Motors
10. Zusammenbau des Filament Führungssystems
11. Zusammenbau und Einbau der Spulenachse
12. Inbetriebnahme

Zu jedem Kapitel existiert ein YouTube Video mit einer erklärten Animation.

Diese Animationen wurden mit AUTOCAD Fusion erstellt und nachbearbeitet.

Wichtiger Hinweis: für die Korrektheit der Anleitung und der Videos kann ich keine Garantie übernehmen. Sie sind nach bestem Wissen und Gewissen mit viel Aufwand entstanden. Für konstruktive Hinweise auf mögliche Fehler oder Unklarheiten bin ich dankbar und werde versuchen entsprechende Korrekturen zeitnah einzustellen, so dass auch andere User etwas davon haben.

1.7.1 Vorbereitung der Zentralplatte

Das Video dazu findet ihr hier: <https://youtu.be/6RhzbniRk0>

1.7.1.1 Benötigte Teile:

Druckteile: *centerplate.3mf*

Zusatzteile: 3 Muttern M3

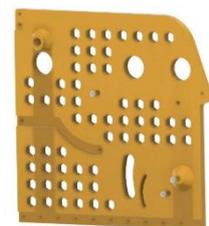
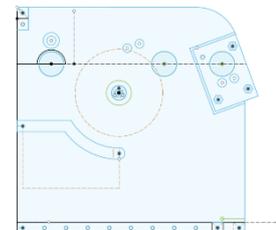
1.7.1.2 Funktion

Diese Platte hält das gesamte Gerät und vor allem das Getriebe zusammen.

Sie ist so designt, dass die flach gedruckt werden kann, daher werden äußere Anbauteile nachträglich angebracht.

1.7.1.3 Zusammenbau

In diesem Schritt werden lediglich 3 Muttern von innen in die vorgesehenen Einfräsungen eingelegt. Sollte sich eine Mutter einmal schwer einpressen lassen, kann diese leichter mithilfe einer Schraube von hinten eingezogen werden. Die Schraubeneinzugsmethode ist auch an anderen Stellen des Zusammenbaus hilfreich.



1.7.2 Einbau Sensor für den Füllstand der Spule

Das Video dazu findet ihr hier: <https://youtu.be/Hnqs5V9Edy0>



1.7.2.1 Benötigte Teile:

Druckteile:

- *baseplate.3mf*,
- *completeindicator.3mf*,
- *sensorlever.3mf*,
- *sensorrole.3mf*

Zusatzteile:

- Mikrotaster
- 5 Schrauben M3x20
- 2 Schrauben M3x25
- 1 Schraube M5x70 (60-80 möglich)
- 2 Muttern M3
- 3 Scheibe M3/7
- 7 Vierkantmuttern M3
- 2 Mini Kugellager 10 mm
- Kabel
- LötKolben
- Schrumpfschläuche (optional)

1.7.2.2 Funktion

Dieser Sensor schaltet den Motor ab, wenn die Spule voll ist. Nach korrekter Justierung drückt die letzte Lage eine Spindel nach unten, welche den Taster auslöst und den Motor ausschaltet.

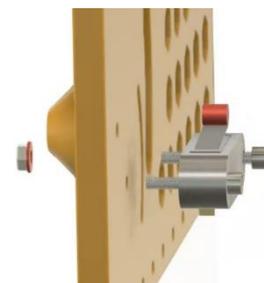
1.7.2.3 Zusammenbau

Zunächst löten wir zwei ca. 20 cm langen Drähte (bzw. ein 2 poliges Kabel) an die beiden äußeren Fahnen des Mikrotasters. Der Taster funktioniert so als Ausschalter: wird er gedrückt, unterbricht er die Stromzufuhr.

Details zur Verkabelung findet ihr im Kapitel [Microtaster verkabeln](#) .

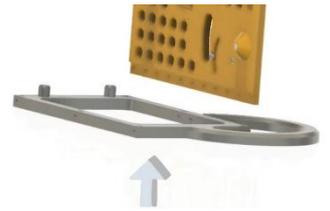


Der so vorbereitete Taster wird in das Taster Gehäuse eingelegt . Die vordere Schraube (M3x20) wird in die bereits eingepresste Mutter eingeschraubt. Die zweite Schraube (M3x20), wird durch den Bogen gesteckt und von innen mit einer Scheibe und Mutter befestigt. Über diesen Bogen wird der Sensor später justiert.



Als nächstes bereiten wir die Grund- oder Bodenplatte vor. Wir schieben 7 M3 Vierkantmuttern ein und fixieren diese gegebenenfalls mit einem Stück Tesa, solange bis sie benötigt werden.

Schließlich stecken wir die Zentralplatte von oben in die Grundplatte zwischen den Bogen und den Schenkel. Dann schrauben wir die Zentralplatte fest: 3 Schrauben M3x20 und 1 Schraube M3x25 (am Bogen) fest. Eventuell müssen wir die Vierkantmuttern vorab z.B. mit einer Nadel oder eine Pinzette zentrieren.



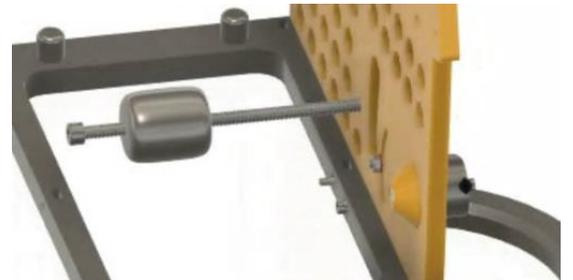
Als nächstes bauen wir den Hebel zusammen. Wir stecken die beiden Kugellager bündig ein, stecken die **nozzle** (Tülle) durch die Lager. Durch die Tülle wird eine Schraube M3x20 mit 2 Scheiben (wie abgebildet) gesteckt.

Die Sensorrolle stecken wir wie abgebildet auf die M5x70 Schraube.



Wir schrauben den Hebel nun von außen fest in die Bohrung oberhalb des Mikroschalters ein und fest.

Zuletzt stecken wir die Sensorrolle mit Schraube von innen durch den Bogen und schrauben Sie im eingedruckten Gewinde des Hebels fest.



Hier noch ein Real Bild des Spulensensors mit Mikroschalter.



1.7.3 Zusammenbau und Einbau des Spulenzahnrades

Das Video dazu findet ihr hier: <https://youtu.be/gk-yFkGwqLM>

1.7.3.1 Benötigte Teile:

Druckteile:

- *Z0Rmodule.3mf*



- *flangeplate.3mf*

Zusatzteile:

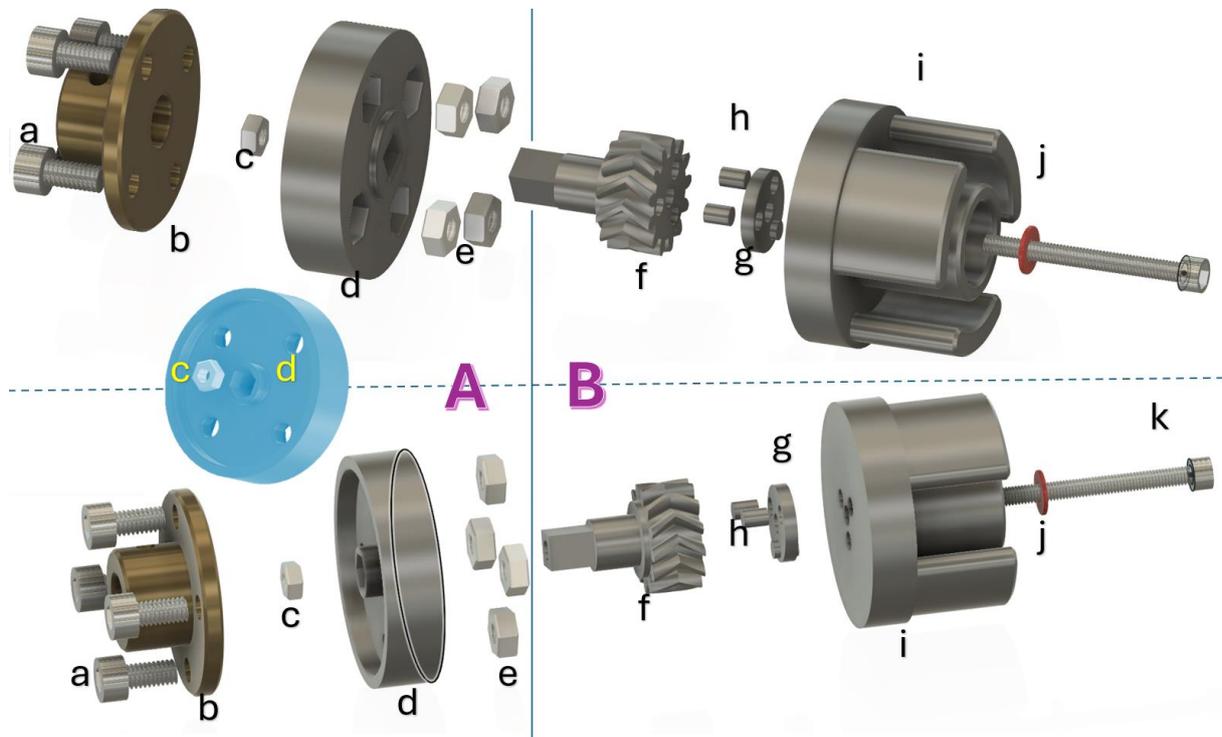
- 4 Schrauben M4x8
- 4 M4 Muttern
- Schraube M3x30
- M3 Mutter
- Flansch 8mm Innendurchmesser
- Kugellager 22 mm

1.7.3.2 Funktion

Die Spule wird direkt angetrieben. Die Spule wird dazu einfach auf die sogenannte Bogenplatte aufgesteckt.

1.7.3.3 Zusammenbau

In diesem Schritt bauen wir diesen Direktantrieb ein. Hier ein Überblick der notwendigen Teile aus zwei Ansichten



Zunächst pressen wir die Mutter (c) in die **flangeplate** (Flanschplatte) ein. Eventuell verwenden wir die bereits erwähnte Einzugsmethode.

Anschließend pressen wir den Flansch (b) in die Flanschplatte (d) und verschrauben Flansch (b) und Flanschplatte (d) mit 4 M4x8 Schrauben (a) und vier M4 Muttern (e).

Somit ist **Teil A** erledigt.

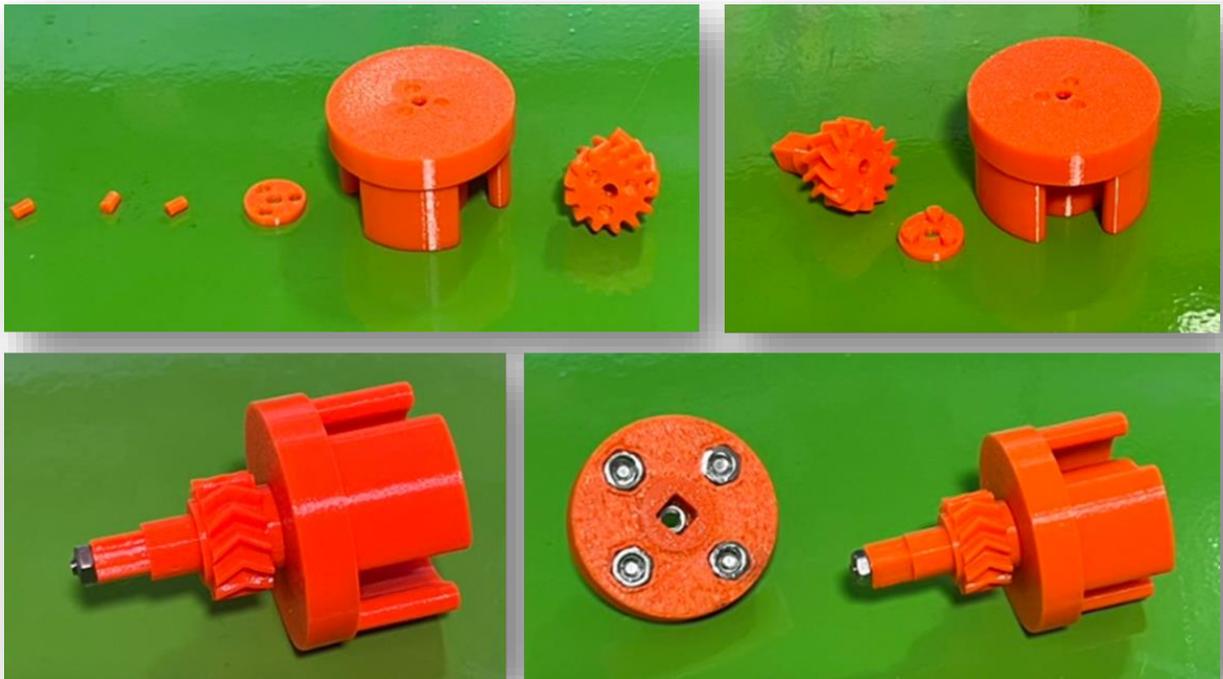
Für **Teil B** verbinden wir das Zahnrad Z0 (f) und Bogenplatte (i) miteinander. Das geschieht über die Abstandsscheibe (g), in die wir zuvor die 3 Pins (h) mittig einpressen. Danach stecken wir (f), (h,g) und (i) zusammen. Auf das Zahnrad Z0 (f) stecken wir nun lose das 22 mm Kugellager auf.





Die beiden **Teile A & B** werden nun in der Zentralplatte über das Kugellager mit der M3x30 Schraube fest verbunden. Die Schraube wird dabei in die Mutter (c) geschraubt, die in der Flanschplatte (d) verklemmt ist.

Hinweis: Im Video ist die Reihenfolge des Zusammenbaus leicht verändert, die hier beschriebene Vorgehensweise ist jedoch die „natürlichere“. Beide Vorgehensweisen funktionieren.



Hier noch ein Real Bild der zusammengebauten Teile.

1.7.4 Zusammenbau und Einbau des Zahnradpaares Z1 Z2



Das Video dazu findet ihr hier: <https://youtu.be/gBUzi4ellEc>

1.7.4.1 Benötigte Teile:

Druckteile:

- Z1L.3mf
- Z2L.3mf

Zusatzteile:

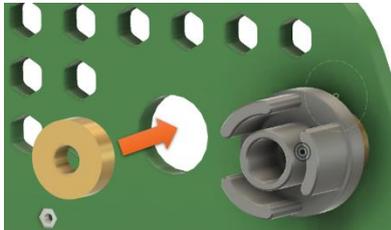
- Kugellager 22 mm
- Schraube M3x25
- Scheibe M3/7
- Mutter M3

1.7.4.2 Funktion

Dieses Zahnradpaar sitzt auf einer Achse. Beide Zahnräder sind linksläufig. Über die Übersetzung bzw. die Zähnezahzahl hatten wir bereits im Kapitel **Technischer Hintergrund** gesprochen. Wir wissen, dass sich Fischgrätenzahnradpaare nicht einfach parallel an ein vorhandenes Zahnrad anfügen lassen, sondern nach Möglichkeit seitlich aufgeschoben werden. An dieser Stelle wäre noch zu erwähnen, dass die Zahnung nebeneinanderliegender Fischgrätenzahnradpaare gegenläufig sein muss (daher das Suffix L und R).

1.7.4.3 Zusammenbau

Zunächst stecken wir das Kugellager in die nächste Lagerbohrung neben dem Spulenantrieb so dass es beidseitig bündig abschließt.

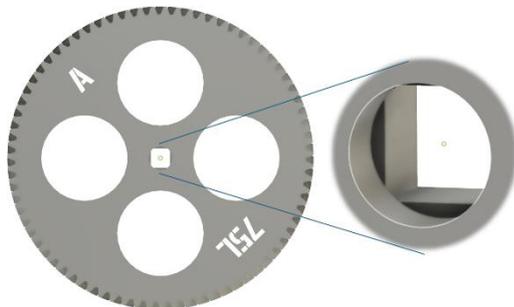


Als nächstes bereiten wir das Zahnrad Z2 vor, indem wir eine M3 Mutter in die Einfräsung stecken, bzw. mit der Einzugsmethode einziehen.



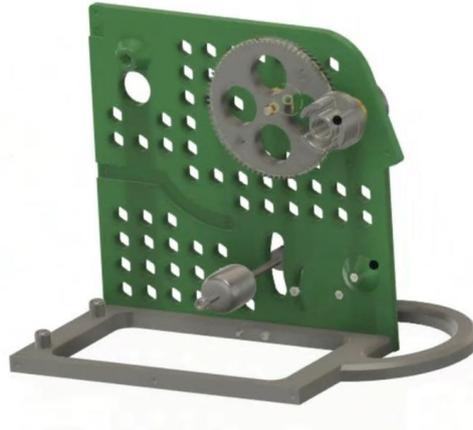
Nun schieben wir das Zahnrad Z1 (75 Zähne, wenn wir die Beschriftung richtig lesen können, ist es richtig)

seitlich so an das Spulenzahnrad an, dass Mittebohrung und Lageröffnung übereinander liegen.



Von der Außenseite schieben wir nun den Vierkant von Z2 durch das Lager in die Aussparung von Z1. Danach stecken wir eine Schraube M3x25 mit Scheibe von Z1 durch und verschrauben dieses mit Z2. Fertig! Die Zahnräder sollten sich jetzt leicht bewegen lassen aber fest miteinander verzahnt sein.

Unser Spuler sollte nun so aussehen:



1.7.5 Einbau des Zwischenzahnrades ZD

Das Video dazu findet ihr hier:

<https://youtu.be/7eq8Q8eU-RA>

1.7.5.1 Benötigte Teile:

Druckteile:

- ZDR.3mf

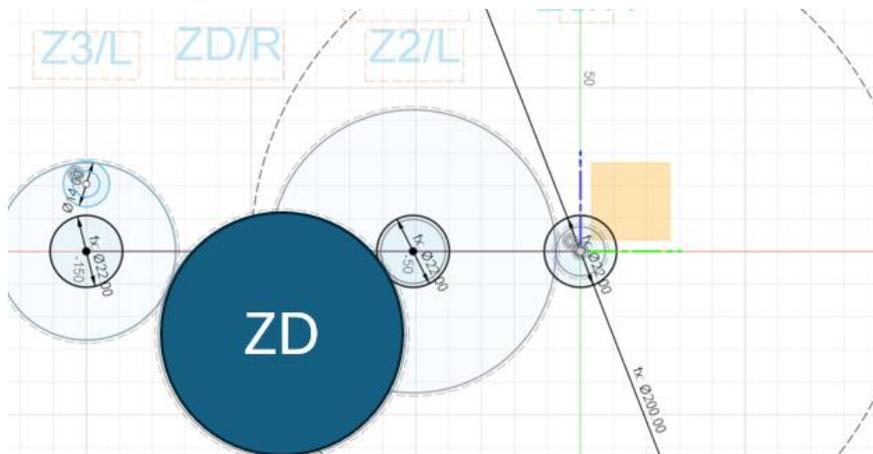
Zusatzteile:

- Schraube M3 x 18
- Scheibe M3/15 (13-17 möglich)
- Kugellager 22 mm



1.7.5.2 Funktion

ZD trägt nichts zum Übersetzungsverhältnis bei, da es zwischen 2 Zahnrädern sitzt ($a:b * b:a = 1$). Es dient lediglich dazu, die gewünschte Geometrie zu realisieren. Da Z2L ein Linksläufer ist, muss ZD ein Rechtsläufer sein.



1.7.5.3 Zusammenbau



Zunächst stecken wir die Lagerbuchse mit den 3 Pins in die entsprechenden Bohrungen in der Zentralplatte lose ein, wie gezeigt. Danach pressen wir das Lager in das Zahnrad mittig ein, wobei das Zahnrad ca. 0,5 mm übersteht.



Nun legen wir ZDR schräg an das bereits eingebaute kleine Z2L ein, ziehen gleichzeitig die Lagerbuchse leicht schräg heraus und hebeln Zahnrad und Lager vorsichtig auf die Lagerbuchse, bis das Zahnrad sitzt und mit Z2L fest auf der gesamten Breite eingehakt ist. Das kann etwas fummelig sein.



Alle Zahnräder sollten jetzt ineinandergreifen und sich leicht bewegen lassen.

Nun verschrauben wir das „Paket“ mit der Zentralplatte, die dazu notwendige Mutter haben wir im ersten Schritt bereits in der Zentralplatte eingepresst.



1.7.6 Zusammenbau und Einbau der Wendel/Doppelhelix

Das Video dazu findet ihr hier: <https://youtu.be/S4ry9DZ63ok>

1.7.6.1 Benötigte Teile:

Druckteile:

- *xxZ3L.3mf*
- *helixadapter.3mf*
- *doublehelixV2.3mf*

Zusatzteile:

- Kugellager 22 mm
- Schraube M3x30
- Scheibe M3/7



1.7.6.2 Funktion

Es gibt mehrere Mechanismen, um eine Hin und her Bewegung des Reiters beziehungsweise der Filament Führung zu erreichen. Ein Mechanismus besteht aus 2 Halbzahnrädern innerhalb eines „Gewindestangenlanglochs“. Mit diesem Prinzip konnte ich jedoch keine präzisen Wicklungen erstellen. Professionelle Wickelmaschinen arbeiten mit einer selbst reversierenden Schraube. Das ist im Prinzip eine Schraube auf der sowohl ein Rechts- als auch ein Linksgewinde eingefräst ist. Beide Gewindegänge sind an beiden Enden miteinander verbunden.

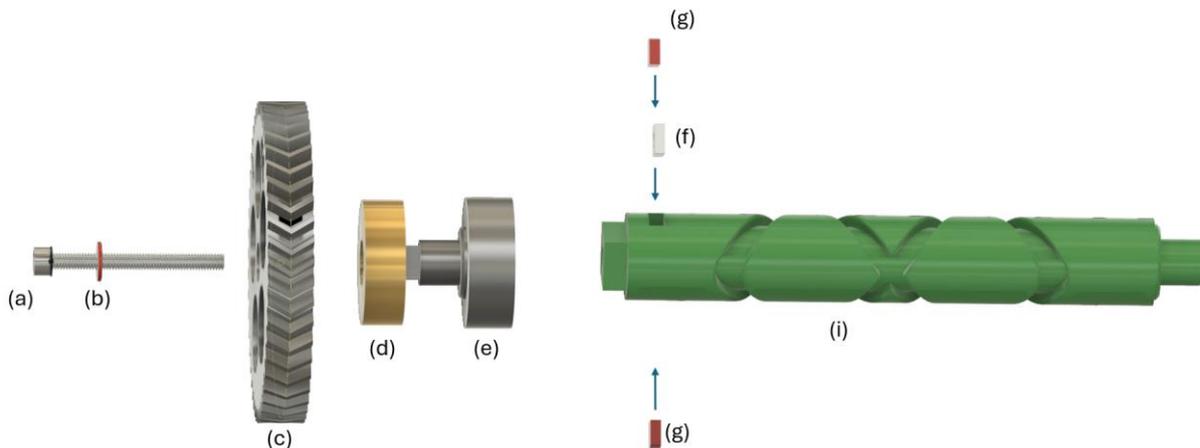
Stellt man sich bei einer normalen Schraube anstatt einer Mutter eine Schalplattennadel vor, ich nenne sie Reiter, und setzt man diesen Reiter am Ende der Schraube auf das Gewinde und beginnt die Schraube zu drehen, dann wird der Reiter langsam nach oben zum Schraubenkopf wandern. Hat man nun ein selbst reversierendes Gewinde, dann dreht der Reiter am Schraubenkopf um und läuft wieder zum Anfang obwohl sich die Drehrichtung der Schraube nicht ändert. Ist das Gewinde auch am Schraubenanfang verbunden, läuft der Reiter hin und her.

Die Doppelhelix Wendel realisiert genau zwei Gewindegänge, die an den Enden verbunden sind. Der Reiter besteht aus einem T Stück, das in dem unendlichen Gewindegang hin und her läuft. Er steckt im Reitergehäuse. Dieses wird durch die Linearschiene in eine parallele Bahn gezwungen.

Ich habe vor kurzem etwa 30 Doppelhelix Wendeln inklusive T-Stücke an die <https://recyclingfabrik.com> geschickt. So viel Versuche brauchte es, um eine ziemlich perfekte Wendel hinzubekommen, die nicht verklemmt und möglichst wenig Spiel hat.

Wendel und T Stück unterscheiden sich daher von der in meiner ersten Version verwendeten Doppelhelix. Diese hatte mehr Spiel und vor allem mehr Reibung.

1.7.6.3 Zusammenbau

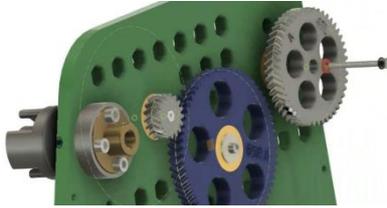


Die Wendel wird direkt an der Zentralplatte in 2 Teilen zusammengebaut.

Zunächst stecken wir die Vierkantmutter (f) in die dafür vorgesehene Öffnung. Danach zentrieren wir die Mutter indem wir die beiden Pins (g) einstecken.

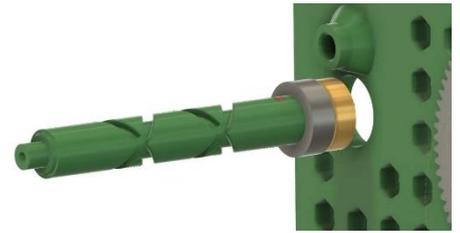
Anschließend drücken wir den **Helixadapter** (e) auf den Vierkant der Wendel. Zuletzt stecken wir das 22 mm Lager (d) lose auf den Helixadapter.

Damit wäre der erste Teil beendet und wir könnten die Doppelhelix in die Zentralplatte stecken.



Gleichzeitig müssen wir das Zahnrad **Z3L** (c) von hinten seitlich an das

Zwischenzahnrad **ZDR** anlegen. Dabei muss die Beschriftung zu lesen sein.



Wir richten das Zahnrad mit der Bohrung aus und stecken schließlich die Wendel von innen durch. Anschließend verschrauben wir Zahnrad und Wendel mit einer m 3 x30 Schraube unter Verwendung der M3/7 Scheibe.



1.7.7 Einbau der Querplatte

Das Video dazu findet ihr hier: <https://youtu.be/cStCpmGqVbk>

1.7.7.1 Benötigte Teile:

Druckteile:

- *crossplate.3mf*

Zusatzteile:

- 4 M3 Vierkantmuttern
- 2 Schrauben M3x20

1.7.7.2 Funktion

Die Querplatte ist wesentlich für die Stabilität des Gerätes zuständig. Im Gegensatz zu meiner früheren Version, werden alle mit gedruckten Gewinden sondern mit eingelegten Vierkant Muttern realisiert. Das haben wir auch bei der Grundplatte bereits so gemacht.



1.7.7.3 Zusammenbau



Dieser Schritt ist sehr einfach. Wir legen 4 Vierkantmuttern in die **crossplate** (Querplatte) ein und fixieren diese gegebenenfalls.

Anschließend pressen die Querplatte in die Nut der Zentralplatte und verschrauben sie von außen mit 2 M3x20 Schrauben.



1.7.8 Einbau der Frontplatte und Abschluss der Arbeiten am Gehäuse

Das Video dazu findet ihr hier: <https://youtu.be/wPnGRoOTdbb>

1.7.8.1 Benötigte Teile:

Druckteile:

- frontplate.3mf
- frontbearingbush.3mf
- bolt.3mf



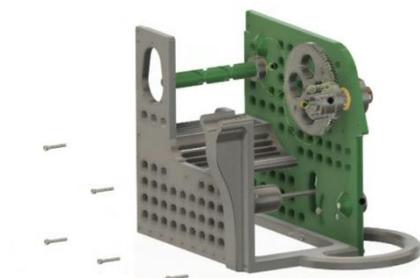
Zusatzteile:

- 5 Schrauben M3x20
- 3 Schrauben M3x10
- Schraube M3 x22 (oder M3x25 mit aufgeschraubter M3 Mutter)
- Linearschiene 100 x 8
- Kugellager 22 mm
- 2 Gleitlager 8 x 10

1.7.8.2 Funktion

Mit der Frontplatte werden gleichzeitig die Lagerbuchse zur frontseitigen Aufnahme von Doppelhelix und Führungsschiene. Sowie der Befestigungsriegel für die Spule eingebaut.

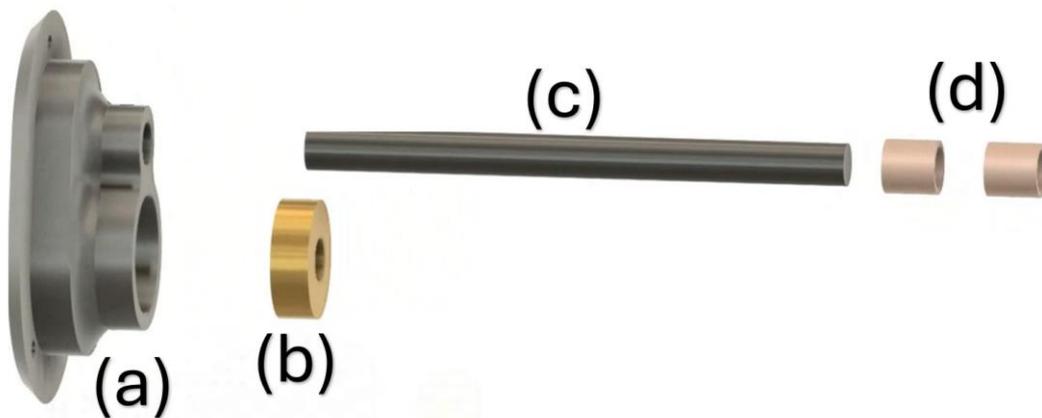
1.7.8.3 Zusammenbau



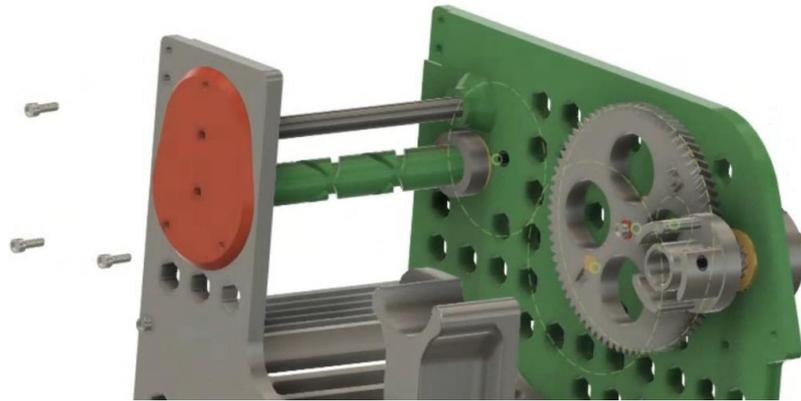
Zunächst legen wir die Frontplatte an die Bodenplatte an und achten darauf dass auch die Querplatte in die vorgefräste Nut einrastet. Wir achten auch darauf dass die Doppelhelix in die schlüsellochförmigen Bohrung ragt.

Als nächstes Bereiten wir die **frontbearingbush** (Frontlagerbuchse) (a) vor, indem wir das Lager (b) bündig einstecken. In die kleinere Bohrung stecken wir die

Linearschiene (c) gerade soweit ein, dass sie hält. Auf die Linearschiene schieben wir die beiden Gleitlager etwa mittig auf.



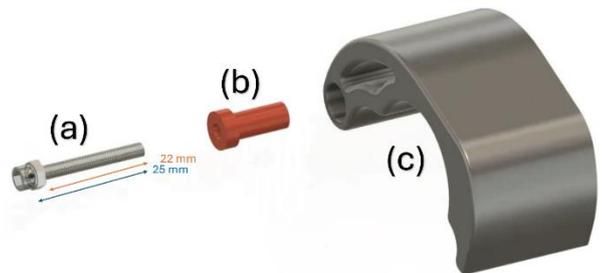
Das ganze Paket schieben wir nun durch die schlüsellochförmige Öffnung. Die Doppelhelix muss dabei in das Lager (b) eingeführt werden, während die Schiene (c) gleichzeitig in die Buchse der Zentralplatte eingeführt wird. Wir pressen die Lagerbuchse (A) ein und achten dabei darauf, dass die Linearschiene (c) am Ende mittig zwischen den beiden Buchsen verklemmt ist.



Zuletzt bereiten wir den Klemmriegel für die Spulenachse vor:

Dazu schieben wir die Abstandsstülpe (b) wie gezeigt bis zum Anschlag in den Riegel (c).

Wir benötigen nun eine M3 Schraube der Länge 25 Millimeter. Falls wir das Schraubenset aus meiner Quellenangabe verwendet haben, welches diese Schraube nicht enthält, können wir eine 25er M3 Schraube verwenden, wir verkürzen dann die Gewindelänge mit einer M3 Mutter.



Wir befestigen den Riegel nun am rechten Schenkel der Frontplatte.



1.7.9 Verdrahtung und Einbau des Motors

Das Video dazu findet ihr hier:

<https://youtu.be/OQ4dmVkuDow>



1.7.9.1 Benötigte Teile:

Druckteile:

- *motorplate.3mf*
- *motorplatelabel.3mf* (optional, in Kontrastfarbe, oder in Teilen mehrfarbig gedruckt)

Zusatzteile:

- Motor
- 3 zweipolige Umschalter
- 12 V DC Buchse & Stecker
- 2 Klinkenbuchse 3,5 mm, mono
- 2 Klinkenstecker 3,5, mono
- Einbau LED, 12V
- 2 Schrauben M3x10
- 2 Schrauben M4x40

1.7.9.2 Funktion

Motor und Motorplatte bilden eine Einheit. Die **Motorplatte** ist eigentlich eher eine Box, welche die Verkabelung sowie Schalter und Buchsen enthält.

Die Verdrahtung ist einfach und wird ohne PCB direkt an den Bauteilen erledigt.

Die Schalter haben folgende Funktionen:

- Ein/Ausschalten des Motors
- Richtungsumkehr des Motors, z.B. beim Justieren und einfädeln des Filaments
- Ein/Ausschalten aller Sensoren, z.B. beim Justieren der Filament Führung.

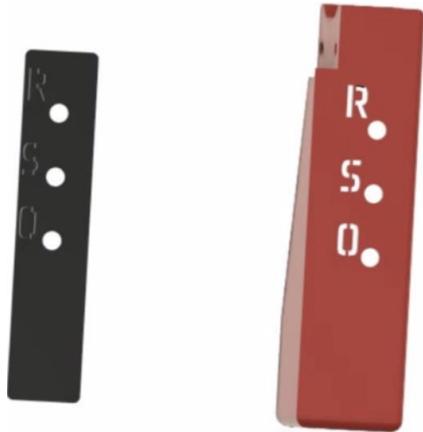
Der Motor wird über eine geregelte 12 V Spannungsquelle angesteuert. Ein Gehäuse und ein Beispiel für die Motorregelung findet ihr unter meinen Modellen hier:

<https://www.printables.com/de/model/866381-parametrisches-motor-regler-gehause-parametric-mot#preview>



1.7.9.3 Zusammenbau

1.7.9.3.1 Beschriftungsintarsie



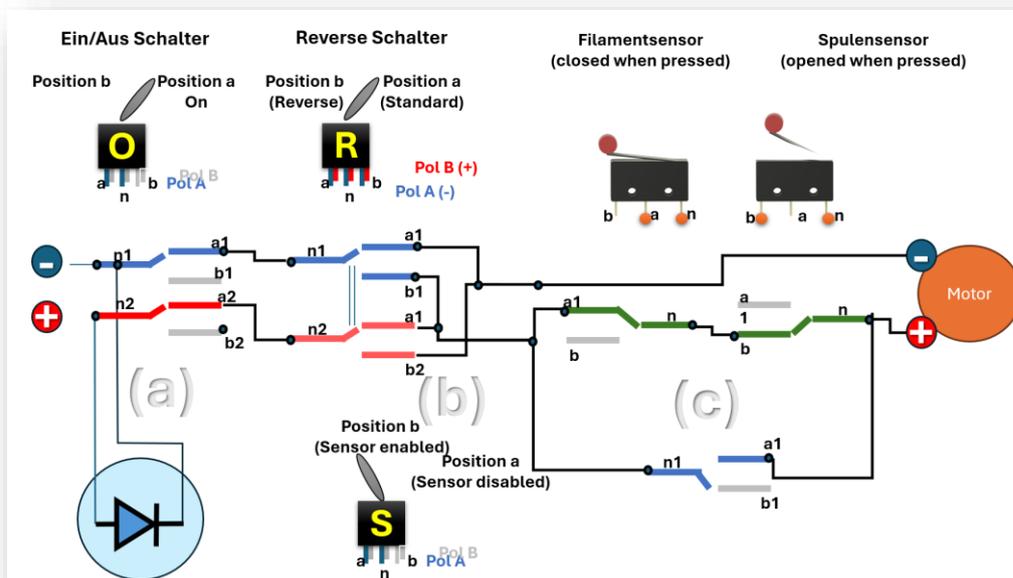
Der erste Schritt ist optional: Ihr entscheidet, ob ihr die Beschriftung als Intarsie in einer zweiten oder gar in mehreren Farben anlegen, oder einfach nur als Ausstanzung stehen lassen wollt. Hier einige Beispiele aus der Prototypen Serie.

Falls ihr euch für das Inlay entscheidet, druckt ihr dieses einfach in einer Kontrastfarbe aus, legt diese „Folie“ dann passend von innen auf den Schriftzug und beginnt sie von der Mitte her mit einem geeigneten Werkzeug einzuschlagen. Wenn die „Folie“ dabei etwas ausfranst, wie

im Beispiel rechts unten, macht das gar nichts, die Schrift kommt vorne dennoch gut heraus. Als Werkzeug eignet sich ein Holzklöppel, ein Caipirinha Stößel oder auch eine Nussverlängerung. Wie man am Beispiel rechts sieht, kann man die Intarsie auch in 3 Teile zerlegen und in 3 Farben drucken.



1.7.9.3.2 Verkabelung



- (a) Diese Kabel werden mit der DC Powerbuchse verbunden. Auch die Einbau LED wird hier polrichtig angelötet.
- (b) Hier handelt es sich um eine Standard Polwechschaltung.
- (c) Hier sind die beiden Sensoren in Serie geschaltet, beide müssen aktiv sein, damit der Motor läuft. Sie können jedoch mit dem parallel geschalteten Schalter überbrückt werden, so dass der Motor unabhängig von den Sensorpositionen läuft. Diese Stellung ist fürs Justieren des Reiters hilfreich.



(d) Die LED und die DC Power Buchse sind bereits fertig konfektioniert mit Kabeln, daher müssen wir deren Kabel durch die untere linke (LED) und rechte (DC) Bohrung durchstecken. Danach verlöten wir sie am ein/Aus Schalter.

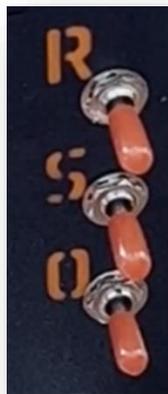


Übrigens: Die Dritte Hand von **Omnifixo** ist dazu bestens geeignet.

Danach verlöten wir dem Schaltplan entsprechend den Reverse Schalter, zunächst a1, b2 und b1 b2 über Kreuz, danach die Verbindungen zu (a) und zu (c). Die beiden Kabel bzw. 4 Drähte zu den Sensoren, also zu den Klinkenbuchsen, verlöten wir an den Schaltern und führen sie von innen nach außen heraus. Polung und Sensorposition sind nicht von Bedeutung, da die Sensoren in Serie geschaltet sind.

Zuletzt löten wir die Kabel des Motors an a1 des Reverse Schalters und des Sensorschalters an.

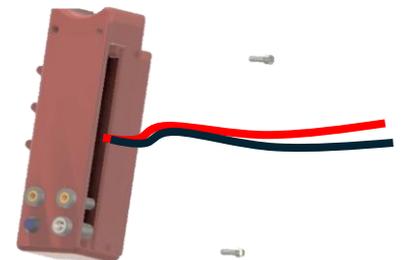
Jetzt werden zunächst die 3 Schalter an ihrer Position eingebaut. Dabei darauf achten, dass Ausrichtung und Beschriftung zur Schaltfunktion passen. Mein Vorschlag:



- ↑ Reverse Betrieb
- ↓ Standard, Spule aufwickeln
- ↑ Sensor Betrieb
- ↓ Sensoren ausgeschaltet
- ↑ On / Ein
- ↓ Motor ausgeschaltet

Wir löten an die losen Sensor Kabelenden nun die Klinkenbuchsen an. **Achtung: nicht vergessen zuvor die Kabel durch die Befestigungsmuttern zu ziehen!**

Anschließend schrauben wir mit 2 M3x10 Schrauben den Deckel auf, wobei wir das Motorkabel durch die Aussparung stecken.

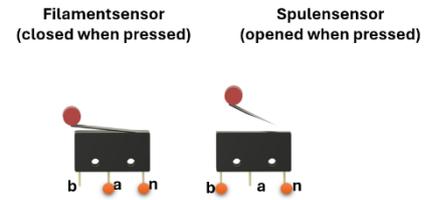


1.7.9.3.3 Mikrotaster verkabeln



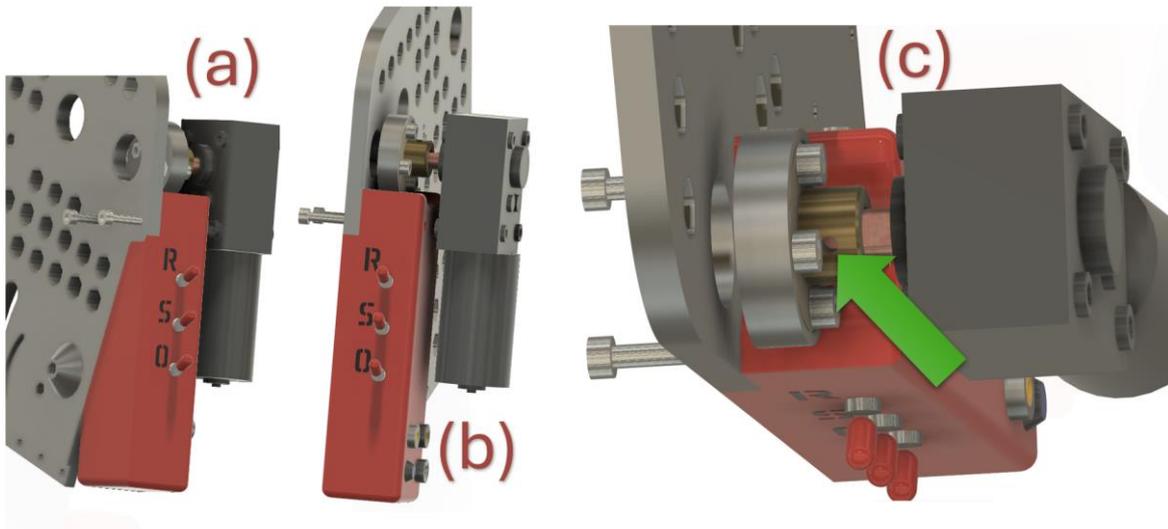
An diese Stelle wurdet ihr bereits beim Einbau des Spulensensors verwiesen.

Wir konfektionieren nun die Klinkenstecker und löten an beide Stecker je ein etwa 50 cm zweiadriges Kabel, die Polung ist dabei nicht von Bedeutung. (evnetuell habt ihr den Mikrotaster für den Spulensensor bereits verlötet, dann nehmt bitte dieses Kabel)



Dann löten wir die Kabel wie in der Abbildung gezeigt an die Mikrotaster, falls nicht schon geschehen. Bitte beim Löten darauf achten, mit wenig Lötzinn auszukommen, damit die Taster danach noch in Ihre „Gehäuse“ passen ohne dass ein dicker „Lötzinnbollen“ stört. Für den späteren Test, und für den Einbau die Taster beschriften (Filament- bzw. Spulensensor).

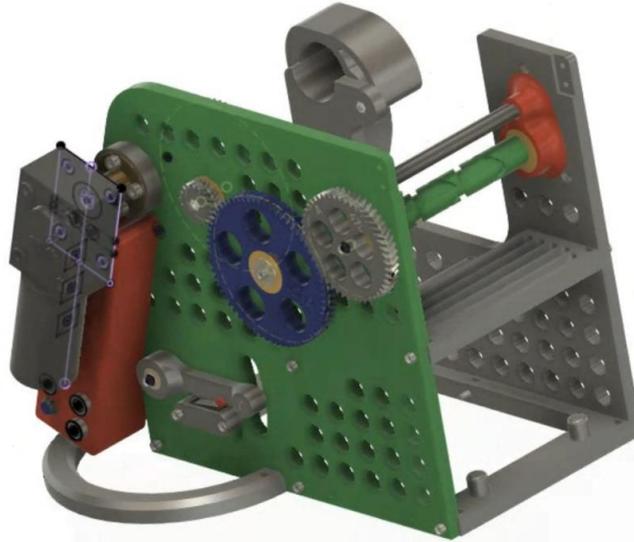
1.7.9.3.4 Motoreinbau



Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind in der obigen Abbildung nur die Teile gezeigt, die für diesen Bauschnitt notwendig sind.

Wir legen die Motorlatte seitlich an die „Nase“ der Zentralplatte (a). Danach stecken wir 2 M4x40 Schrauben von innen durch Zentralplatte und Motorplatte (b). Wir legen den Motor an und führen die Achse dabei in den Flansch. Dann schrauben wir ihn mit den beiden Schrauben fest.

Zuletzt müssen wir den Flansch mit der beigefügten Madenschraube (c) nur noch fest mit der Motorachse verbinden. Dabei das Getriebe so weit drehen, bis die flache Stelle der Motorachse mit der Schraube „synchron“ ist. Gegebenenfalls den Motor kurz mit Strom versorgen.



Unser Spuler sieht jetzt schon fertig aus. Wir können nun Getriebe, Schalter und Sensoren testen. Dabei führen wir folgende Testprozeduren durch:

1. Ein/Aus auf AUS. Sensoren ausschalten, Reverse ausschalten
2. Spannung einstecken, entweder direkt 12 Volt oder über Motorcontroller. Jetzt muss die blaue LED leuchten
3. Motor Controller auf 10% ein schalten (falls vorhanden). Spooler Schalter auf Ein: Der Motor muss sich jetzt in „Aufwickelrichtung“ drehen.
4. Sensoren aktivieren: Der Motor sollte nun ausgehen, da keine Sensoren angeschlossen sind.
5. Wir stecken nun das Kabel des bereits eingebauten Spulensensors ein. Den zweiten Stecker für den Filament Sensor, stecken wir ebenfalls ein. Falls wir noch keinen Taster angelötet haben, verbinden wir die losen Ende zu einem Kurzschluss: Der Motor sollt nun wieder laufen.
6. Wir drücken nun den Spulensensor von oben nach unten. Damit simulieren wir eine volle Spule: der Motor stoppt.
7. Wir schalten die Sensoren wieder aus: Der Motor läuft.
8. Wir schalten den Motor aus: Der Motor stoppt.
9. Wir schalten auf Reverse, und danach den Motorschalter ein: Der Motor läuft in die andere Richtung
10. Wir schalten den Motorschalter aus, und Reverse ebenfalls auf aus. Der Motor stoppt. Der Test ist hoffentlich erfolgreich beendet.

1.7.10 Zusammenbau des Filament Führungssystems

Das Video dazu findet ihr hier: <https://youtu.be/YajlSlrffK4>



1.7.10.1 Benötigte Teile:

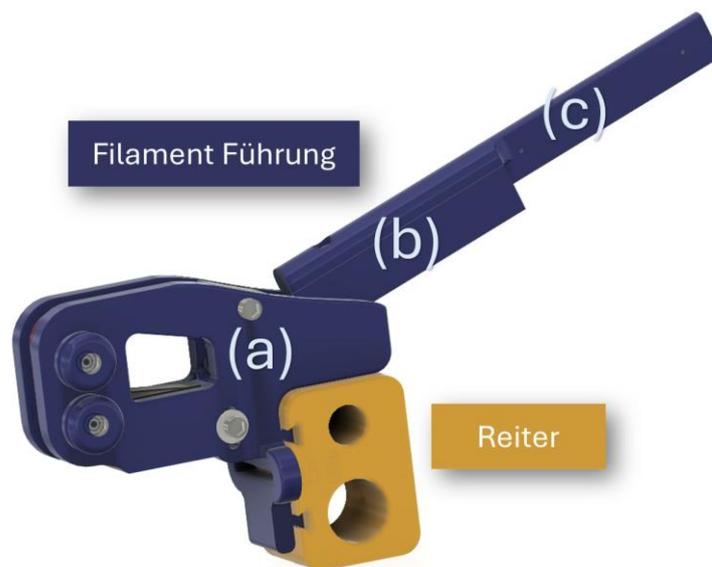
Druckteile:

- *riderT.3mf*
- *rider.3mf*
- *filamentrubberdiscs.3mf*
- *filamentclampingdiscs.3mf*
- *filamentguidanceV2.3mf*

Zusatzteile:

- Schraube M3x8
- Schraube M3x12
- 2 Schrauben M3x18
- 2 Schrauben M3x25
- 2 M3 Muttern
- 2 M3 Vierkantmuttern
- 3 Scheiben M3/7
- Mini Kugellager 10 mm
- Mikrotaster
- PTFE Schlauch ca.15 cm
- 2 Gummiringe oder O-Ringe

1.7.10.2 Funktion

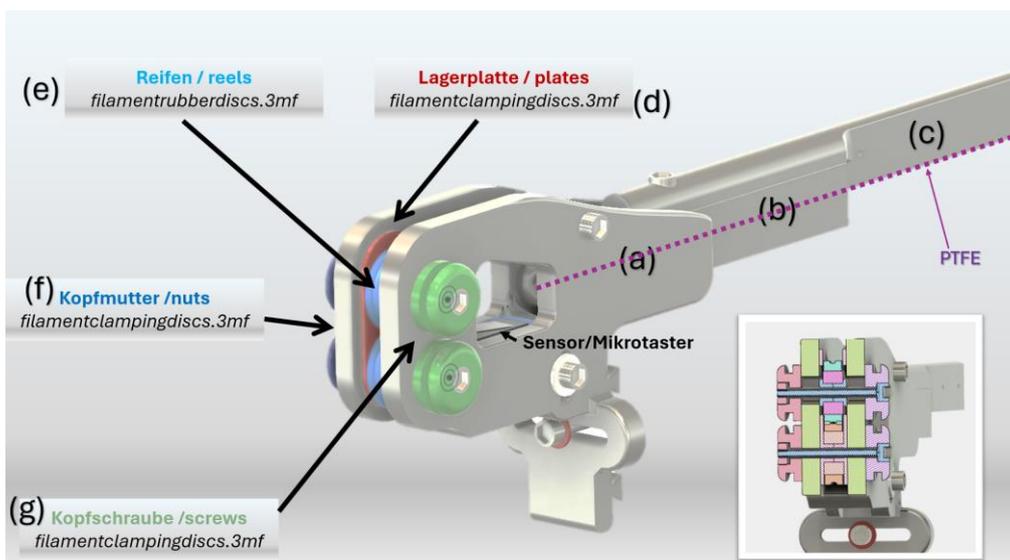
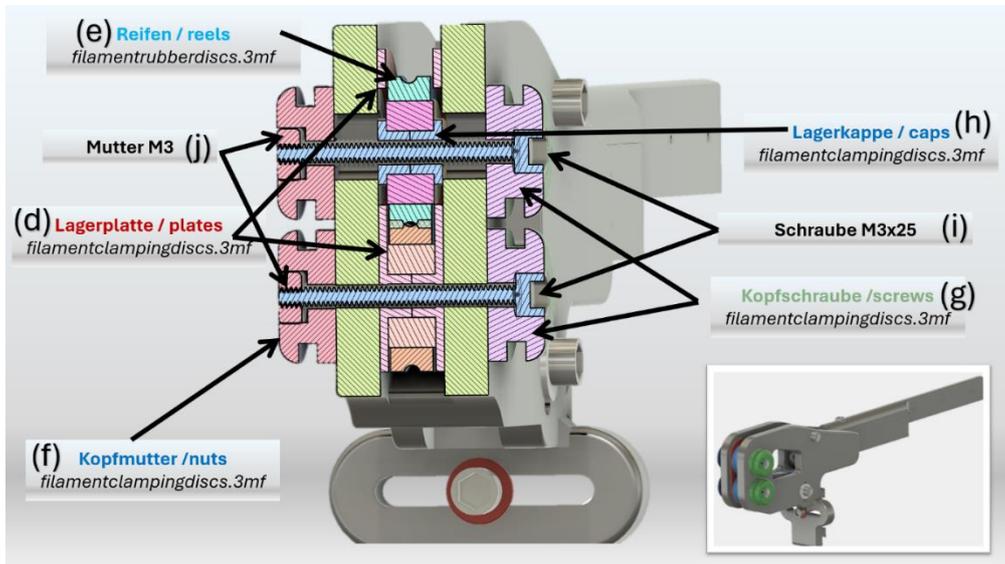


Die Aufgabe des Filament Führungssystems ist es wie der Name schon sagt das Filament möglichst präzise zu führen, um saubere Wicklungen zu erreichen. Die beiden Hauptteile dieses Systems sind:

- Die Filament Führung:** Sie führt das Filament möglichst nah an der Wicklung und hält es dabei unter gleichbleibender Spannung. Die Spannung wird durch zwei aus Flex Material/TPU gedruckten „Reifen“ **(e)** (siehe nächste Abbildungen) erzeugt. Diese beiden Reifen werden über 2 Klemmrollen außen auf jeder Seite - Kopfmutter (f) und Kopfschraube (g) - und einen darüber geschlagenes Gummi zusammengedrückt. In der Filament Führung ist auch ein **Sensor** verbaut, der die Spannungsversorgung des Motors abschaltet, wenn kein Filament mehr im System ist. Die Sensibilität des Sensors ist einstellbar. Die Filament Führung sitzt auf dem Reiter und kann dort justiert werden.
- Der Reiter.** Er ist auf der Doppelhelix Wendel montiert und reitet kontinuierlich von einer zur anderen Seite, und zwar jeweils genau einmal, während sich die Spule 32 mal dreht. Der Reiter wird dabei durch das interne T Stück in der Doppelhelix geführt.

1.7.10.3 Zusammenbau

1.7.10.3.1 Aufbau der Filament Führung

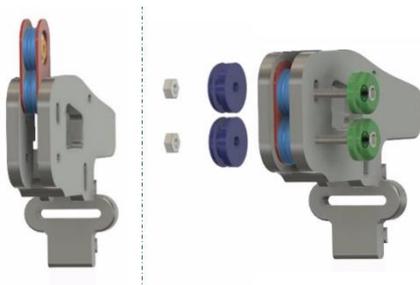
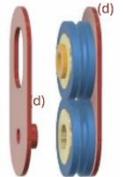


Die folgende Beschreibung bezieht sich auf die obigen Abbildungen, welche die Filament Führung von der Seite und im Schnitt zeigen.

Zunächst bereiten wir die äußere Klemmvorrichtung bestehend aus den Kopfmutter (f) und den Kopfschrauben (g) vor. In die Kopfmutter (f) pressen wir je eine M3 Mutter ein, in die Kopfschrauben (g) stecken wir je eine M3x25 Schraube. Dann bereiten wir die Klemmreifen (e) vor.

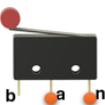


Diese sollten nach Möglichkeit aus flexiblem Material gedruckt worden sein. Wir stecken nun die beiden Reifen (e) auf die 10'er Minikugellager. Danach stecken wir die beiden Lagerkappen (h) in das obere Lager ein. Nun stecken wir die beiden Lagerkappen (d) von beiden Seiten auf das untere Lager auf. Dadurch wird auch das obere Lager, in der Langlochnut noch frei beweglich, fixiert.

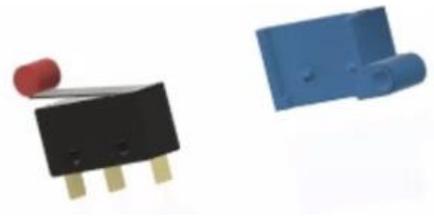


Das ganze „Paket“ stecken wird nun von oben in den *Body* (a) und verschrauben es anschließend mit den Kopfschrauben (g) und Kopfmutter (f), jedoch nicht zu fest, sodass beide Rollen beweglich und die obere Rolle auch vertikal leicht verschiebbar ist. Anschließend legen wir je einen O-Ring oder einen kleinen bzw. mehrfach gelegten Gummiring um die Kopfscheibenpaare. Durch den Gummi wird auch verhindert, dass sich die Schrauben lösen können. Optional kann dies auch mit Schraubenlack sichergestellt werden.

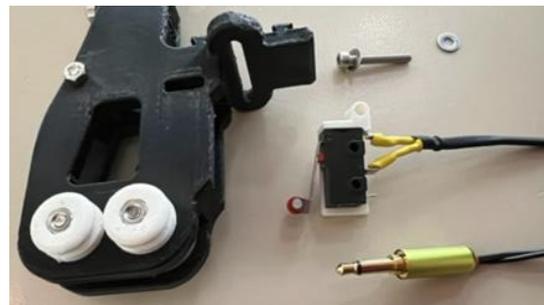
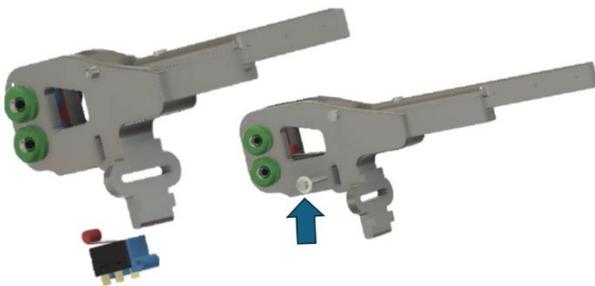
Filamentsensor
(closed when pressed)



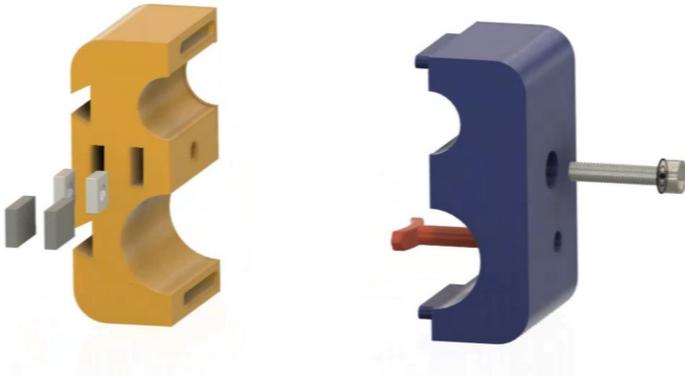
Zuletzt bauen wir noch den Filament Sensor ein. Dieser muss bereits vorbereitet sein. Ein zweipoliges Kabel mit Klinkenstecker (siehe Kapitel [Microtaster verkabeln](#)) wurde an die beiden Fahnen a-n (linke Fahnen in der Abbildung) angelötet. Den Mikrotaster stecken wir wie abgebildet in das „Gehäuse) und schieben ihn von unten in die Filament Führung.



Danach schrauben wir ihn mit einer M3x18, 2 Scheiben M3/7 und einer M3 Mutter fest. Der Sensor wird später hier auch justiert.



1.7.10.3.2 Zusammenbau Reiter



Zunächst bereiten wir den Reiter vor. Wir stecken zwei M3 Vierkantmuttern in die Schlitze und fixieren diese indem wir die beiden ausgedruckten Pins bündig einschieben.

Wir stecken das T Stück in die untere Bohrung. Gegebenenfalls können wir es mit etwas Super Lube Schmierfett fixieren. Danach stecken wir schon die M3x12 Schraube wie abgebildet in die mittlere Bohrung.

Der weitere Zusammenbau muss direkt am bereits eingebauten Wendel/Schienenpaar erfolgen.



Dazu schieben wir die beiden eingebauten Gleitlager in eine mittlere Position auf der Schiene und schieben danach den blau dargestellten Reiter teil auf die beiden Gleitlager. Wir müssen dabei darauf achte, dass das T Stück richtig platziert ist und in einen Gewingegang der Doppelhelix gelegt wird. Wir pressen beide Reiter teile zusammen. Wenn kein Spalt mehr sichtbar ist und wenn sie sich nicht mehr auf der Wendel hin und herschieben lassen, können wir sie zusammenschrauben.



Schließlich schieben wir die Filament Führung mit der Schwalbenschwanznut auf den Reiter und fixieren sie in etwas mittig mit einer M3x8 Schraube inklusive M3/7 Scheibe.

Das Filament Führungssystem ist fertiggestellt.

1.7.11 Bau und Einbau der Spulenachse

Das Video dazu findet ihr hier:

<https://youtu.be/31UcKOhLvL4>



1.7.11.1 Benötigte Teile:

Druckteile:

- *axle.3mf*
- *axlebearing.3mf*
- *spoolnut.3mf*
- *Spoolcapsprusa.3mf*
- *Spoolcaps Universal 50.3mf (optional Universal)*
- *Spoolcaps Universal 55.3mf (optional Universal)*
- *Captool.3mf (optional Universal)*

Zusatzteile:

2 Kugellager 22 mm

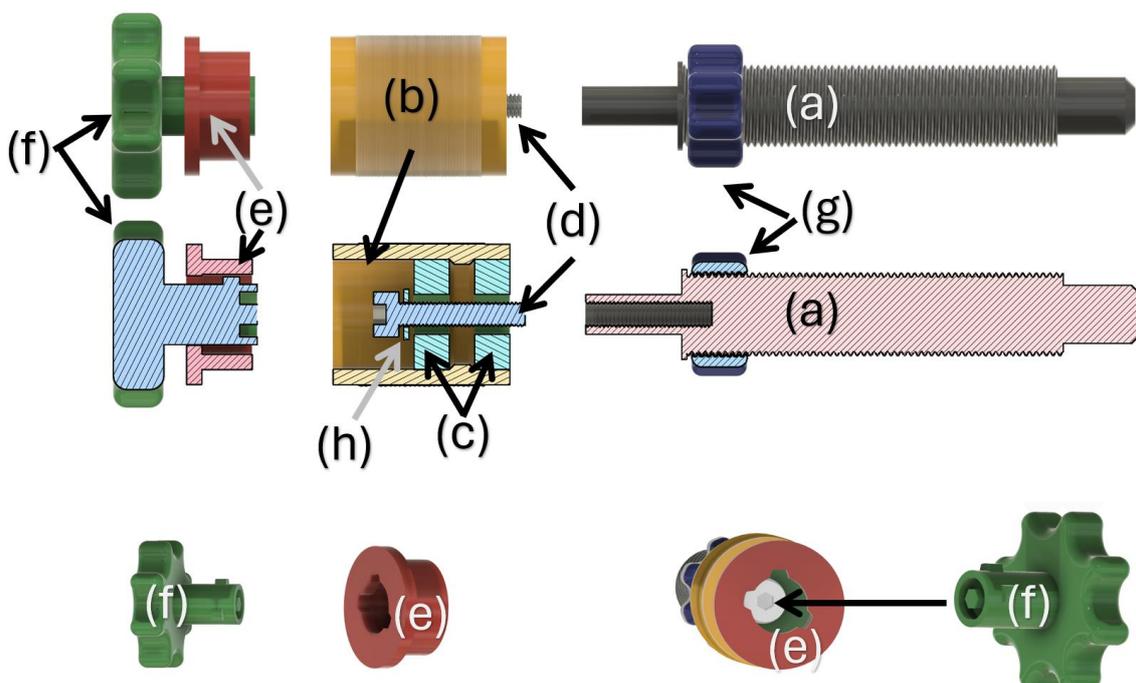
Schraube M5x25

Scheibe M5/12

1.7.11.2 Funktion

Die Spulenachse wird in die Spule gesteckt und danach im **PrecisionWinder NT** eingelegt und festgeklemmt. Im Achslager (b) ist die Achse auf der einen Seite frei drehbar, auf der anderen Seite steckt sie im Spulenantrieb. Das Achslager (b) besitzt oberflächlich eine Rillenstruktur, diese ist auch in der Abbildung zu sehen. Aufgrund der Rillenstruktur lässt sich die Achse sicher festklemmen.

1.7.11.3 Zusammenbau



Zunächst schrauben wir die Achsmutter (g) bis zum Anschlag auf die Achse (a).



Dann pressen wir die beiden Kugellager (c) von beiden Seiten in das Achslager (b) bis zum Anschlag. Rechts (im Bild) schließt das Lager bündig ab, links lässt es sich weiter hineindrücken, wie im Bild zu sehen ist.

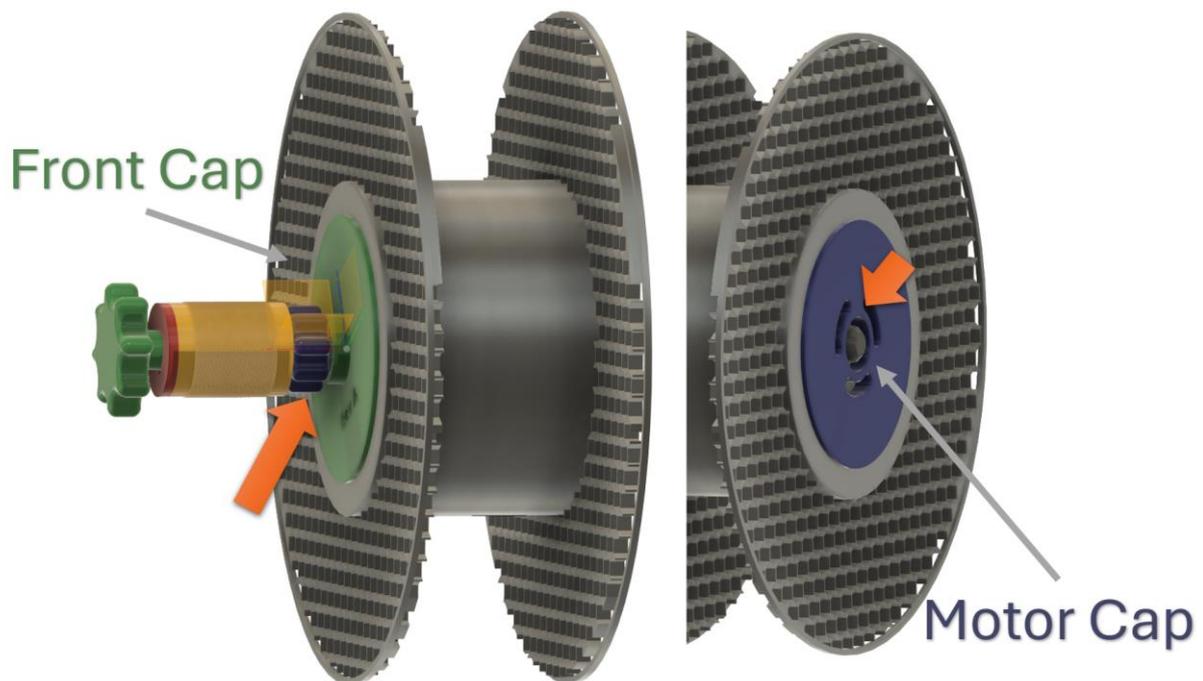
Danach stecken wir die M5x25 Schraube (d) mit einer Scheibe M5/12 durch die beiden Lager und schrauben Sie in der Achse fest. Das Achslager (b) muss sich danach sehr leicht drehen lassen. Anschließend stecken wir die Kappe (e) auf.

Wenn wir nur Prusament Spulen verwenden, wird die Rändelmutter (f) nicht benötigt. Für alle anderen Spulen brauchen wir sie: Andere Spulen werden zwischen den Kappen festgeschraubt. Diese würden sich im eingebauten Zustand nicht mehr lösen lassen. Daher ist in der Rändelmutter (f) ein Imbus Schlüssel integriert (siehe Abbildung rechts unten), der sich in die Achse einsetzen lässt, um die Kappen zu lösen. Die Rändelmutter (f) lässt sich nur in einer bestimmten Position in die Kappe (e) einsetzen.

1.7.11.4 Verwendung unterschiedlicher Spulenvarianten

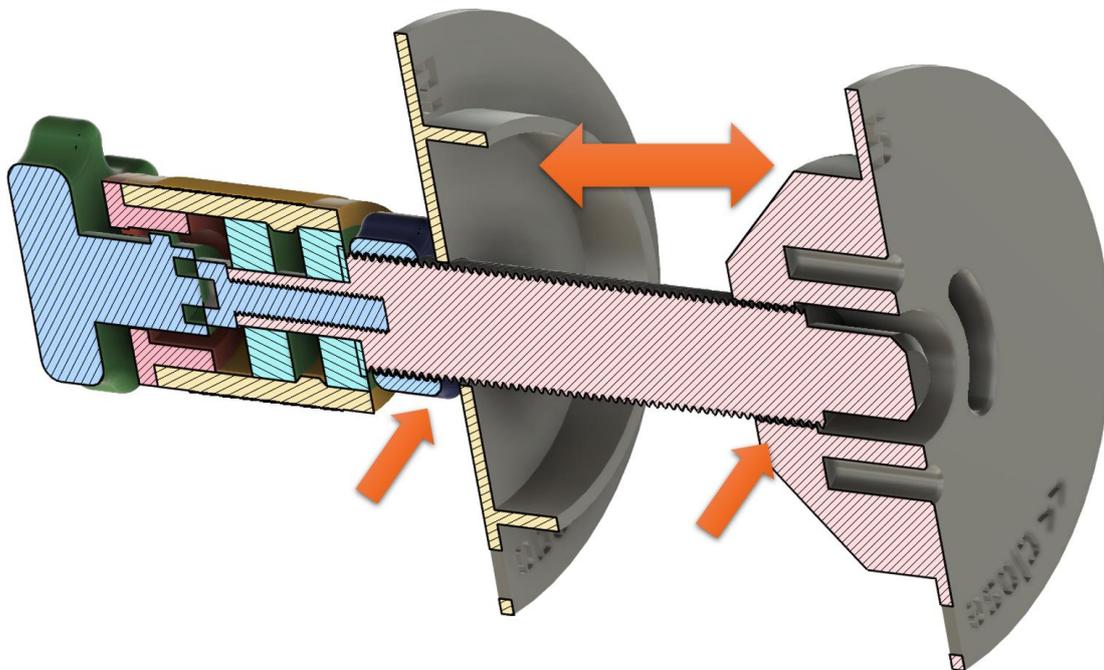
1.7.11.4.1 Prusament Spulen

Prusament Spulen werden mit den **Spoolcapsprusa.3mf** Spulenkappen verwendet. Diese werden einfach auf die Spulen aufgedrückt. Sie sitzen, dann fest in der Spule, die Kraftübertragung erfolgt direkt über die Bogenplatte. Zu beachten ist lediglich, dass wir die Spulenmutter so weit anziehen, dass die Achse bündig zur Spulenkappe ist. (siehe orange Pfeile)

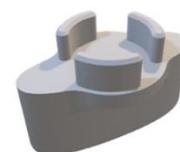


1.7.11.4.2 Beliebige Spulen

Es lassen sich prinzipiell Spulen verwenden, die mehr oder weniger genau 32 Wicklungen pro Lage zulassen. Dafür gibt es spezielle Universelle Spulenkappen. Eingestellt sind aktuell **Spoolcaps Universal 50.3mf** für Spulen mit 50 mm Innendurchmesser und **Spoolcaps Universal 55.3mf** für Spulen mit 55 mm Innendurchmesser (Weitere Maße auf Anfrage).



In diesem Fall wird die Spule zwischen die Universalspulkappen eingeklemmt. Das geschieht indem die Motorkappe links, so weit auf die Achse gedreht wird, bis Achse und Kappe wieder auf einer Ebene enden. Dann wird die Spule mit der Spulenmutter links festgeklemmt. Dafür wird die linke Rändelmutter mit eingebautem Imbus verwendet. Auch das Kappenwerkzeug ist dabei „motorseitig“ hilfreich



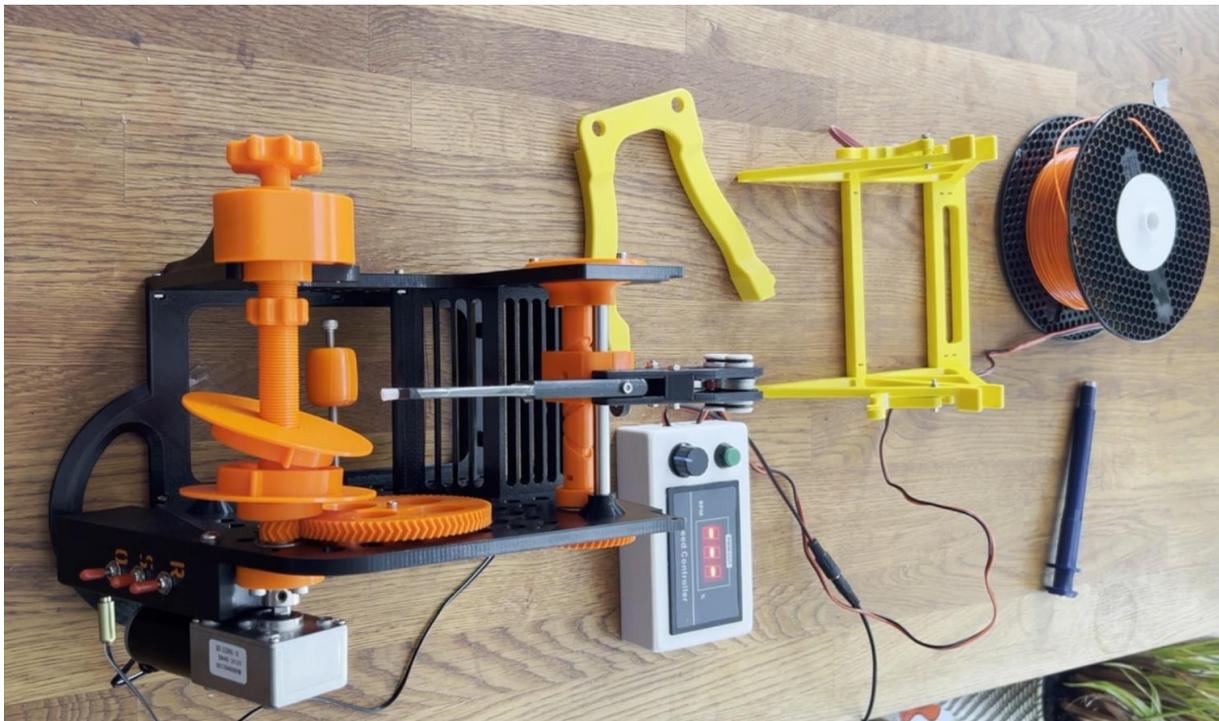
1.7.12 Inbetriebnahme

Das Video dazu findet ihr hier: <https://youtu.be/J6QSDaRD1Oc>

Im obigen Video habe ich alle Module des **PrecisionWinder NT** verwendet:

- **PrecisionWinder NT**
- Filament Dispenser <https://www.printables.com/de/model/853272-filament-dispenser-abroller-v2-fur-precisionwinder>
- Motorsteuerung (<https://www.printables.com/de/model/866381-parametrisches-motor-regler-gehause-parametric-mot>)

Als Spannungsquelle verwende ich ein handelsübliches 12 Schaltnetzteil mit mindestens 50 W.

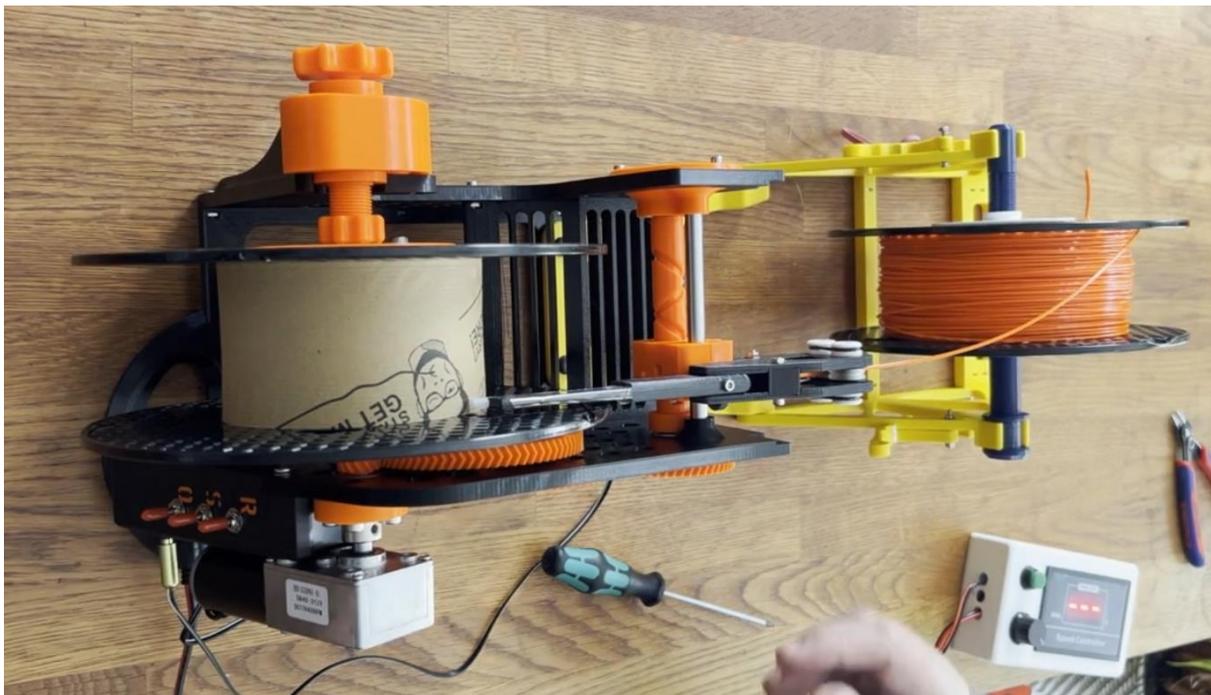


Zunächst müssen wir die Filament Führung (einmalig) justieren.

Dazu bauen wir eine leere Spule ein (im Video ist es eine 1 kg Prusament Spule). Wir nehmen den Spuler in Betrieb (Sensoren ausgeschaltet) und prüfen, ob die Filament Führung exakt zwischen den Spulenwänden läuft. Falls nicht justieren wir die Führung auf dem Reiter, wie im Video zu sehen.

Danach setzen wir die Quellspule in den Dispenser und führen das Filament zwischen den beiden Klemmrollen ein.

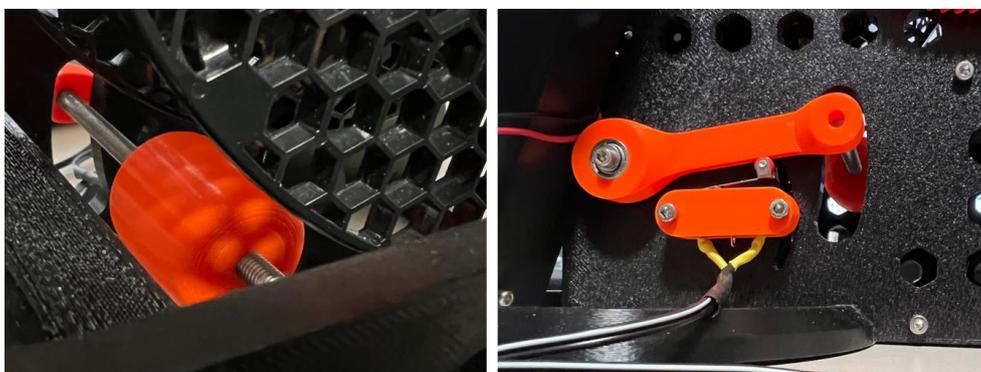




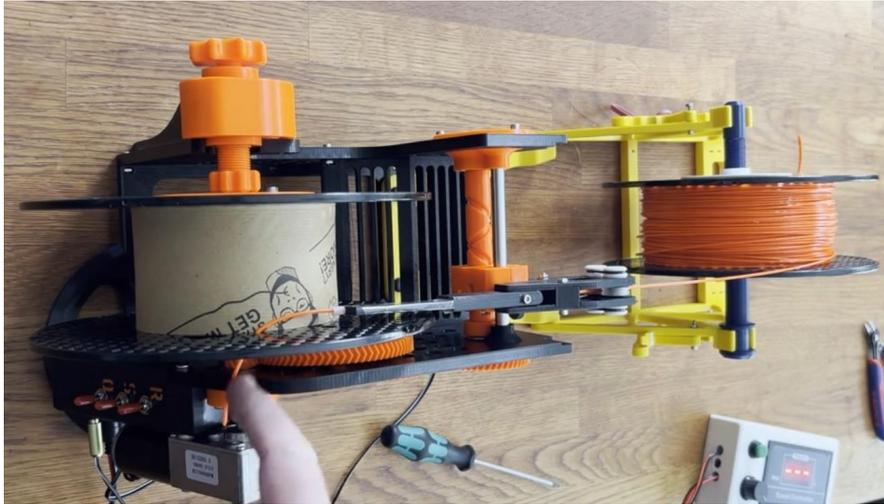
Nun müssen wir eventuell mit der Hand oder einem kleinen Schraubenzieher, die rolle des Microtasters etwas herunterdrücken, um das Filament in den PTFE Schlauch einzufädeln.

Wir müssen, dabei ein deutliches Klicken des Mikroschalters hören. Der Schalter ist korrekt justiert, wenn er ohne Filament offen ist und nach dem Einfädeln „gedrückt“ ist.

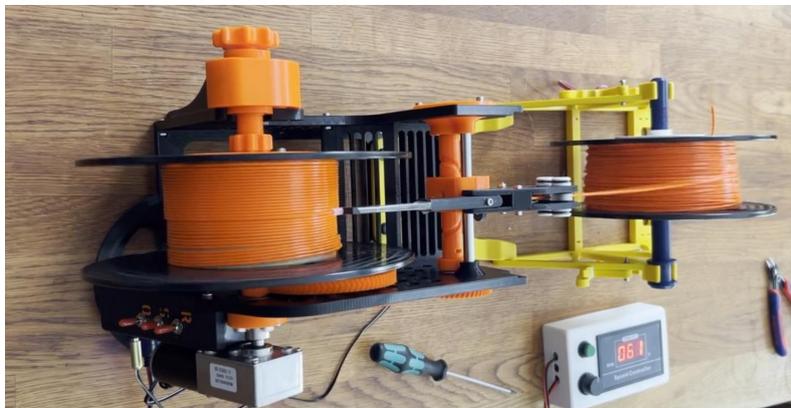
Jetzt justieren wir einmalig den Spulensensor. Die Spulenrolle sollte etwa 5 mm über den Spulenrand nach innen zeigen, damit der Sensor auslöst, bevor die Spule zu voll wird.



Danach fädeln wir das Filament in die Zielspule ein.



Mit mäßigem Tempo wickeln wir die erste Lage.



Alles weitere seht ihr im Video. Der Abspann enthält noch interessante Informationen zu einem geplanten AUTOCAD Fusion Kurs, indem ich dieses Projekt auch für Anfänger entwickeln möchte.

2 English Documentation

English Forward: I used **deepl.com** semi-automatically for the English translation. I have checked the translation, but I don't want to rule out the possibility that something 'Chinese' may have slipped through. Please do not hesitate to give me constructive feedback in case of any inaccuracies.

2.1 The new PrecisionWinder NT

The **PrecisionWinder NT** is a further development of my first project, the Precision Filament Rewinder, which I published at <https://www.printables.com/de/model/771942>.

In contrast to the first version, it works independently with an integrated motor, integrated sensors, is much more compact and only requires half the footprint.

Originally, the **PrecisionWinder NT** was only intended for Prusament 1 kg target spools. But now it can be used with all standard 1-kg spools.

I mainly use it to rewind 2-kg coils onto 1-kg coils, or when there are 'knots' in the original reel. There are standard spool caps for Prusa spools and for standard spools with an inner radius of 50 cm and 55 cm.

2.2 Comparison with the precision filament rewinder (Ver. 1)

Your feedback and our own experience have been incorporated into the design of the **PrecisionWinder NT**.

The **PrecisionWinder NT** now has the following improvements:

- Instead of nine gear wheels, it only needs five, which makes the structure lighter, requires fewer ball bearings and reduces friction.
- The coil is driven directly by a 12-volt motor at 400 rpm.
- The motor's gearbox is self-locking and the motor is directly driven. Therefore, we do not need a spool ratchet, but the filament still remains 'tensioned' by the clamping rollers.
- The motor can easily be replaced by a similar type.
- The double helix has been improved, as have the rider and the guide.
- The filament guide now has significantly less play, which increases precision.
- Inserting the spool is now much easier. It no longer needs to be screwed to the winder, but is simply inserted from above and clamped in place.
- The plug-in front part is no longer necessary, the winder is now 'from a single mould'.
- The PrecisionWinder NT can be adapted to other coil types
- It has integrated filament sensors (source coil empty, target coil full)
- The switch box is integrated with the motor, sensors and voltage source are no longer hard-wired but pluggable
- The individual parts of the housing are screwed together using in-built square nuts, which prevents the problem of tearing.
- Fewer parts such as threaded rods and springs are required.

2.3 Technical background

A precise coil has 32 windings per layer. With 1.75 mm filament, the inner spool width is 57 mm (e.g. Prusament spool). Larger widths are possible, narrower spools are probably problematic.

The filament guide must change direction exactly once after 32 revolutions.

This is achieved with a self-reversing screw with two turns (double helix coil). A conversion of 16:1 must therefore be realised via the gearbox.

The gears are located on three or four axes, including the auxiliary axis with the ZD gear. The auxiliary gear is required to fit the gears into the compact geometry.

The following table shows the key figures for gears with a module of 1 mm.

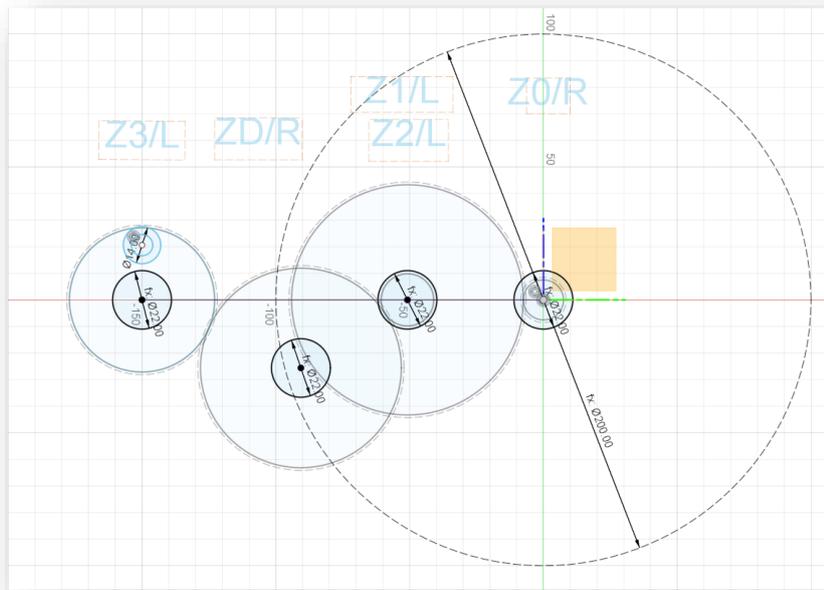
Axle	gear	teeth	Pitch	Out	CW / CCW
Axle 1	Z0	13	15,011	17,011	CW (R)
Axle 2	Z1	75	86,603	88,603	CCW (L)
	Z2	17	19,63	21,63	CCW (L)
Support Axle between 2 & 3	ZD	65	75,056	77,056	CW (R)
Axle 3	Z3	47	54,271	56,271	CCW (L)

I used herringbone gears. These gears are a little more difficult to install, but they make the design easier. The gears centre themselves in the plane. You don't need a double-sided gear housing and they are still stable.



The graphic above shows two views of the gearbox: from top to bottom and from outside to inside.

The design can be found in AUTOCAD Fusion as follows:



For AUTOCAD Fusion users: I have used the following free add-on modules::

Helical Gear Plus allows the creation of gears and the calculation of all gear parameters for the design

ParametricText: allows, for example, the embossing in the bobbin caps to be automatically adapted to the bobbin radius parameter. This allows me to send any adapter bobbins directly to the slicer by changing a parameter

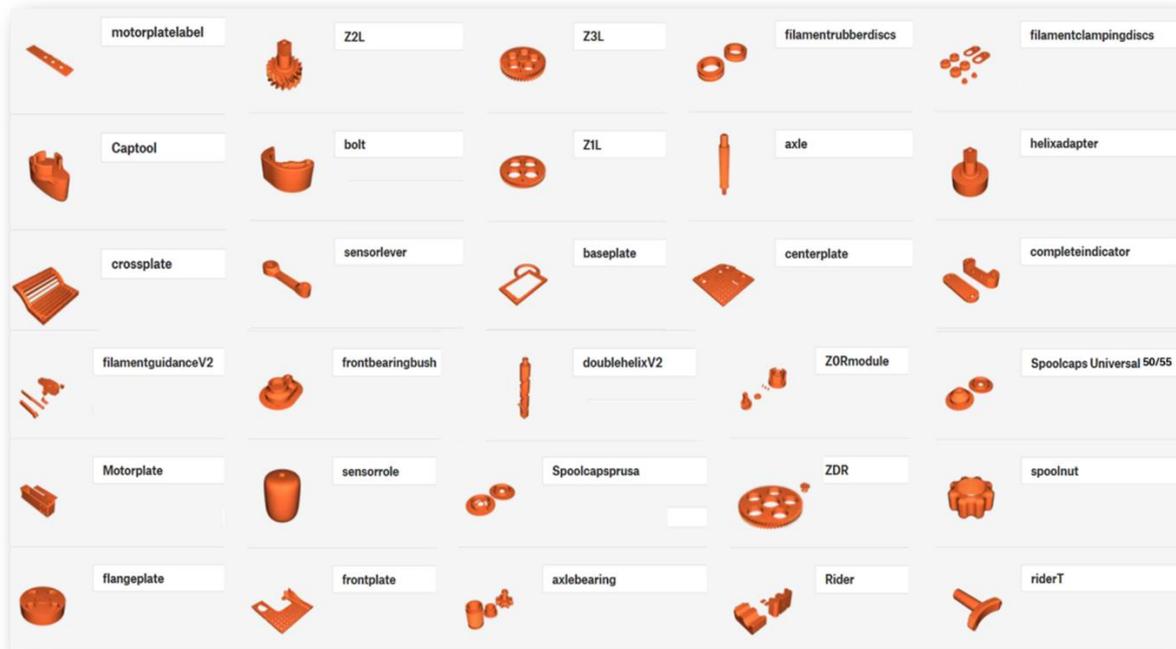
Parameter i/O Very useful! Allows you to export all parameters (user-defined and Fusion-defined parameters) to an Excel CSV file and re-import them to another file.

2.4 Printed Parts

I printed the **PrecisionWinder NT** entirely in PETG (with the exception of the filament clamping rollers, which are optionally made of Flex material or TPU).

As far as the print files are concerned, I chose a different approach for the **PrecisionWinder NT** than for my first project. For configuration management reasons, I often only placed individual components or just a few elements on a printing plate instead of placing as many objects as possible on a printing plate to save space. This makes it easier for me to make changes later by replacing individual files if something changes, for example, as a result of your feedback. You are of course welcome to summarise components for yourself.

Here you can find an overview of all files:

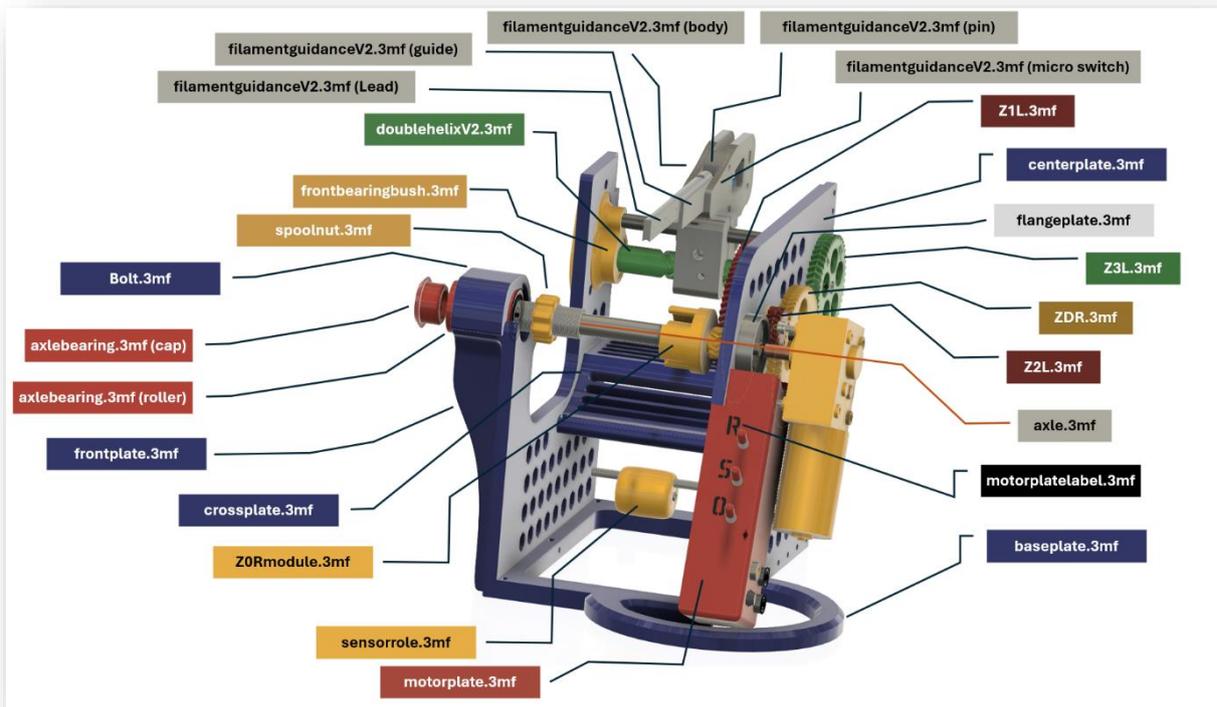


For print parameters, please refer to the Prusa print files section.

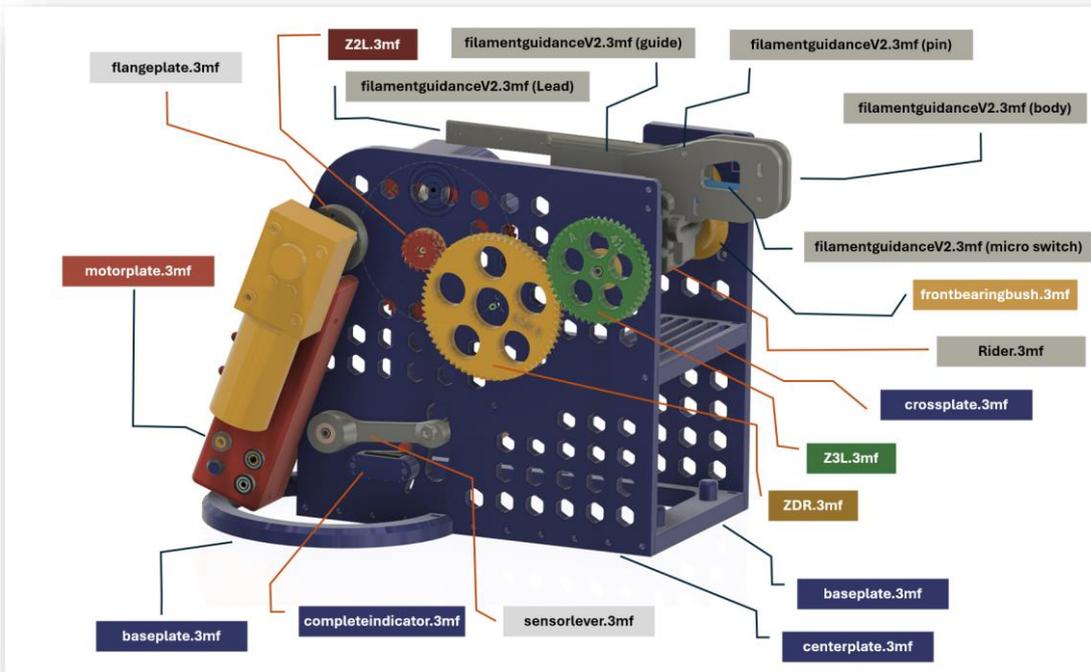
Note on printing: So far I have mainly used modifiers for screw holes and for thin parts. That's why I was often asked about the strange blocks. The reason for this was that the users were using other software than the PrusaSlicer. These do not recognise the modifier blocks and print them as normal objects. I did not use modifiers in this model. Instead, I often print with five perimeters to stiffen screw holes and thin parts.

The following four graphics show most of the print files again from different perspectives directly on the object, I hope this helps with orientation.

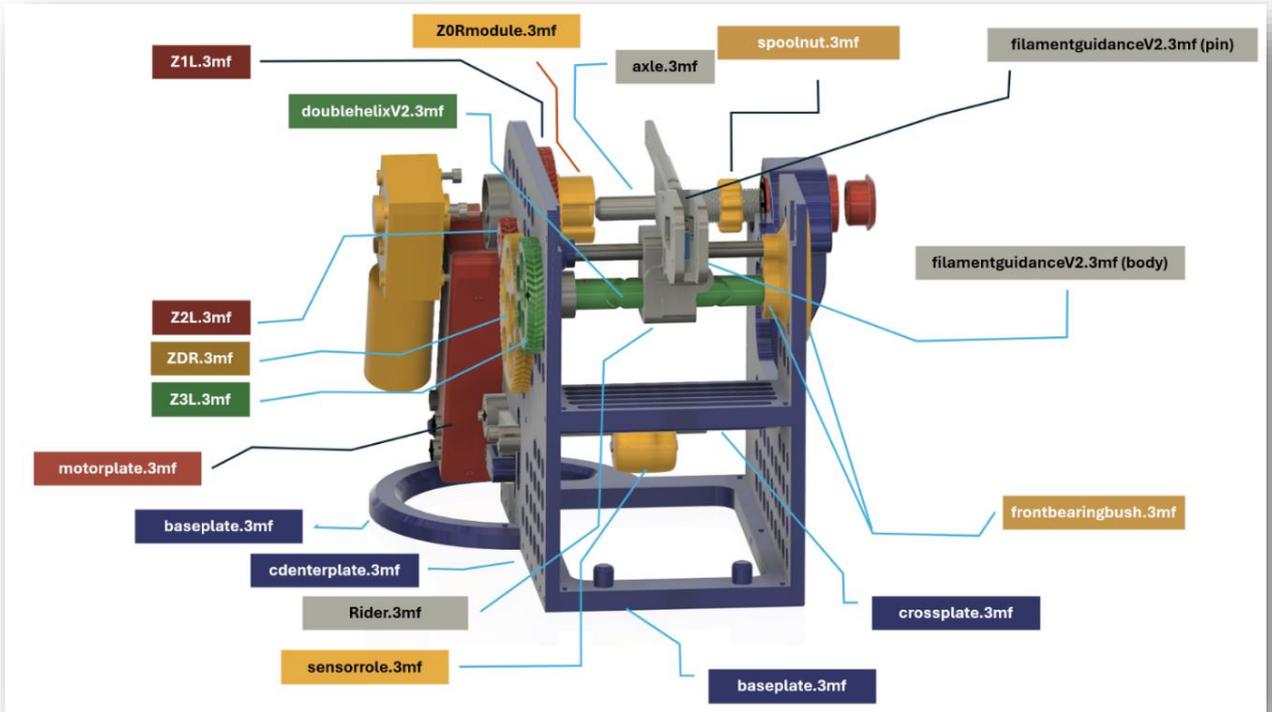
View from the coil side:



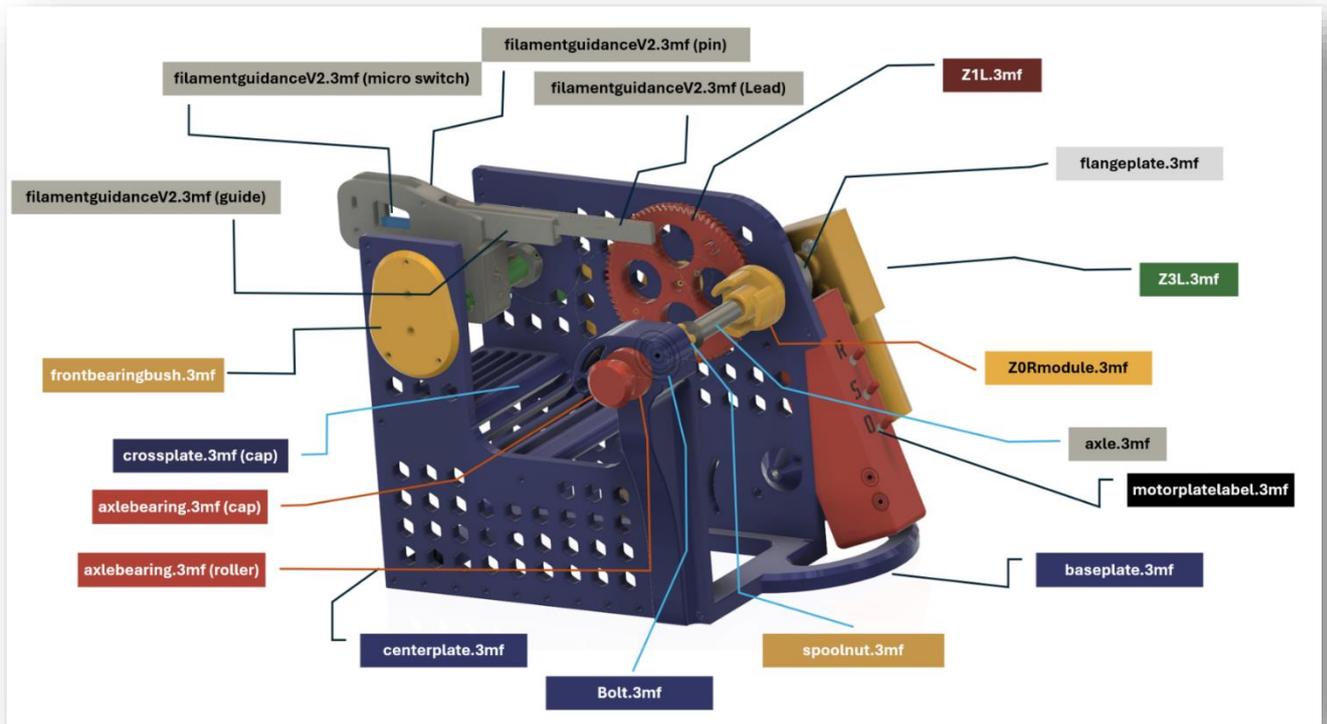
View from the motor side:



View from the source coil side:



View from the front:



2.5 Structuring the elements

I have divided all the objects to be printed into 6 groups.

1. Frame
2. Gearbox
3. Helix
4. Filament Guidance
5. Front & Spool
6. Spool Caps

The graphics show the **PrecisionWinder NT** from four different views with named printed parts. The graphics are briefly described below:

2.5.1 Frame

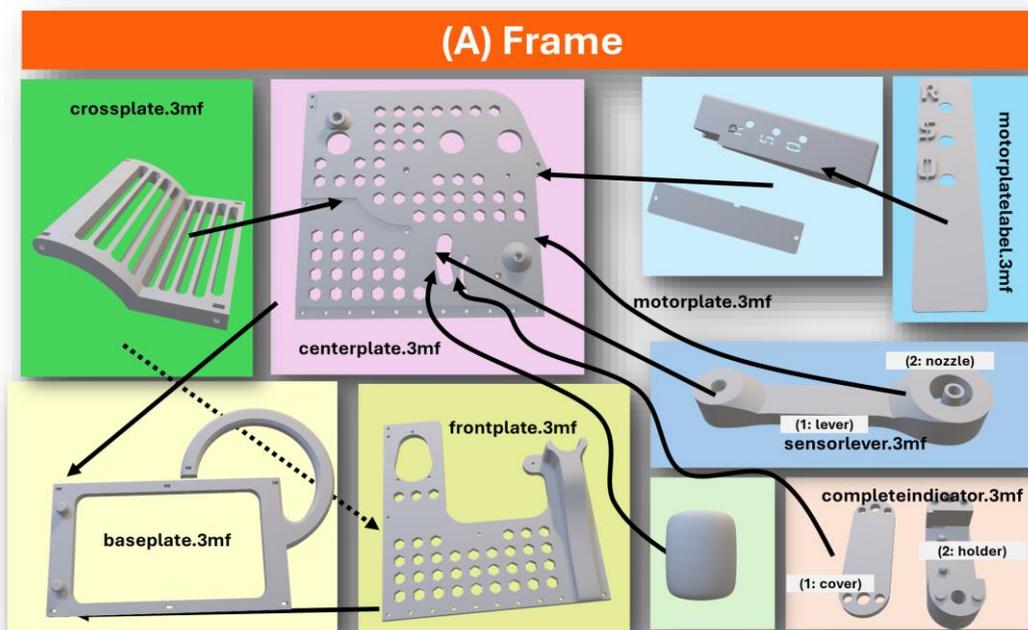
The frame includes all parts for assembling the housing. This also includes the parts of the sensor that switches off the motor when the coil is full.

All the gear wheels are held in bearings in the **Centerplate**

The **motorplate** is an adapter and switch box for switches and cables. A label is punched into this object. You can also print the **motorplatelabel** in a different colour and punch it into the cut-out as an inlay. This works very well.

The **crossplate** provides stability and torsional rigidity.

The **baseplate** is the foundation for the other plates

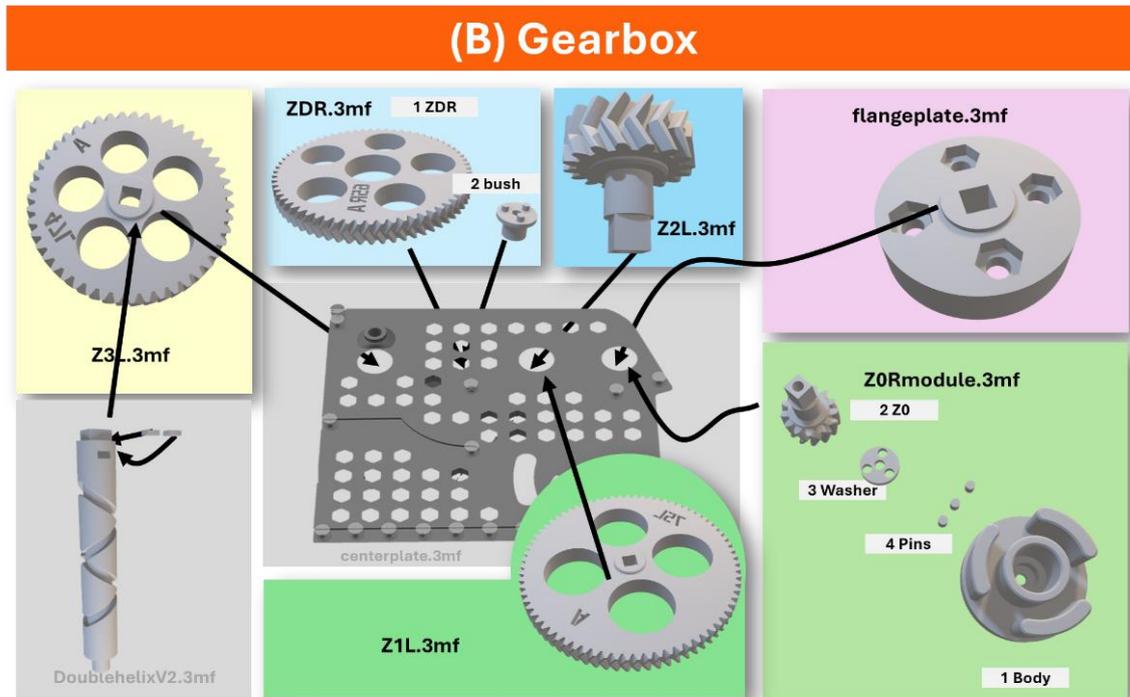


2.5.2 Gearbox

This group contains all gear parts, i.e. gear wheels and quick-release axles. The **centerplate** is greyed out as it is defined elsewhere. The illustration helps to visualise the interaction.

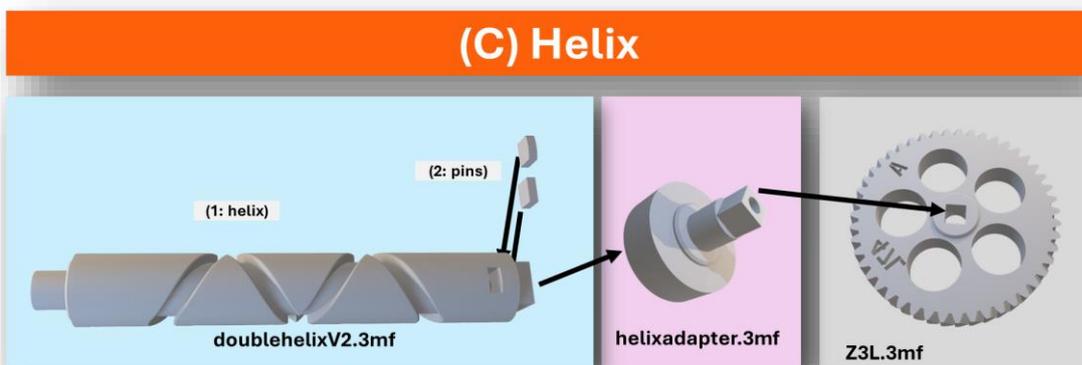
The motor is later connected via a 32x8 flange using the **flangeplate**.

The coil is simply plugged onto the **Z0Rmodule** and clamped in place



2.5.3 Helix

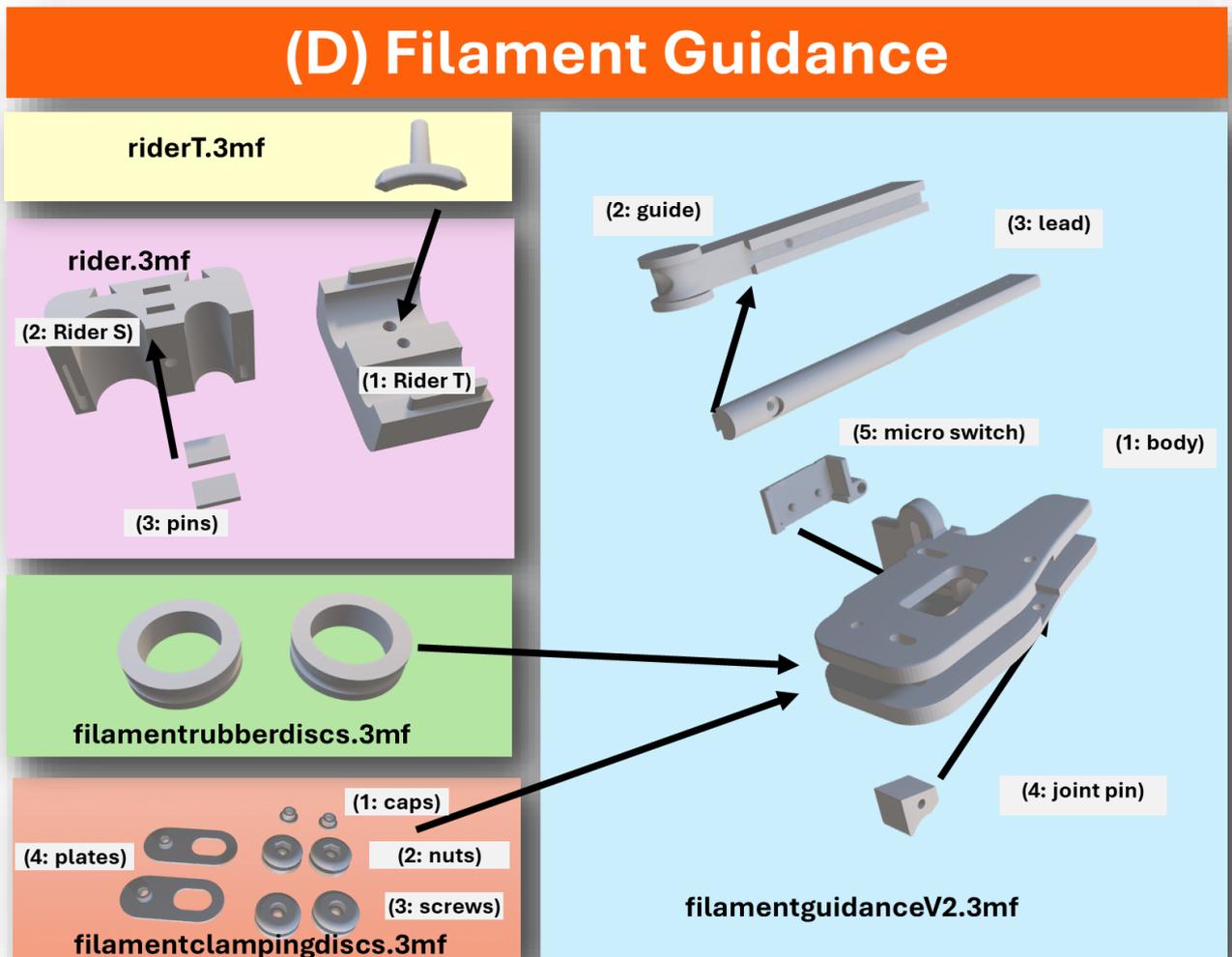
The **doublehelixV2** is inserted through the **centerplate** and a bearing and screwed to the **helixadapter** and the **Z3L** gear wheel. The two pins are used to centre the M3 square nut in the **doublehelixV2**



2.5.4 Filament Guidance

This group contains all the components for the filament guide. The **rider** (it 'rides' back and forth on the double helix) is screwed together from the halves **riderS** (with dovetail) and **riderT** (with T piece) as well as the **riderT** itself and 2 plain bearings.

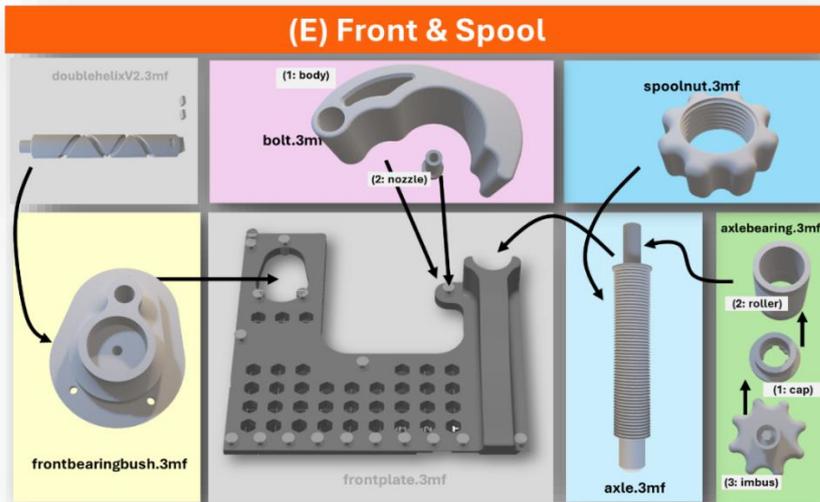
FilamentguidanceV2 consists of the **body**, the **guide**, which is fixed by means of the **pins**, and the **lead**, which is slid on



The filament clamps **filamentrubberdiscs** should ideally be printed from soft flex filament or TPU. The **filamentclampingdiscs** are used to press the two clamps together using rubber bands.

2.5.5 Front & Spool

The spool axle is assembled from the **axle** and the **axlebearing** parts **roller**, **cap** und **imbus**. The spool is later attached to this axle, fixed with the **spoolnut** and clamped to the front plate with the **bolt**. The **frontbearingbush** is used to hold the double helix including the ball bearing in the front plate.



2.5.6 Spool Caps

If you are using Prusament spools, you only need the two **spoolcapsprusa** caps, otherwise universal spool caps of different sizes are available. These can be fixed more easily with the **captool**



2.6 List of all Additional components

Below you will find lists of the non-printable components used.

I have registered with the Amazon affiliate network and therefore earn money from qualified sales as an Amazon affiliate, so thank you if you use the links.

I have built all parts myself, i.e. the dimensions should fit exactly, provided there are no (quality) differences between different delivery batches.

Item	number	Source
Nut M3	8	M3 Screws Set von Amazon
Nut M4	5	M4 Screws Set von Amazon
Washer M3x15	1	aus meinem Werkzeugkeller
Washer M3x7	6	M3 Screws Set von Amazon
Washer M4x9	2	M4 Screws Set von Amazon
Washer M5x12	1	aus meinem Werkzeugkeller
Screw M3x08	1	M3 Screws Set von Amazon
Screws M3x10	5	M3 Screws Set von Amazon
Screw M3x12	1	M3 Screws Set von Amazon
Screw M3x14	1	M3 Screws Set von Amazon
Screws M3x18	4	M3 Screws Set von Amazon
Screws M3x20	13	M3 Screws Set von Amazon
Screws M3x25	4	M3 Screws Set von Amazon
Screw M3x30	3	M3 Screws Set von Amazon
Screw M4x08	4	M3 Screws Set von Amazon
Screw M4x40	2	M4 x 40 Innensechskant Amazon
Screw M5x25	1	aus meinem Werkzeugkeller
Screw M5x75	1	M5 x 75 Innensechskant Amazon
Square nut M3	14	M3 Vierkantmuttern Amazon
flange 32x8	1	Flansche 32x8 Amazon
Rubber/ o-rings	2	O Ringe Amazon
tape	1	aus meinem Büro
Ball bearing 10mm	2	Minilager Amazon
Ball bearing 22mm	5	Skateboard-Kugellager Amazon
Plein bearing 8mm	2	Gleitlager Amazon
Micro switch	2	Mikrotaster Amazon
Motor	1	Motor 12V 400 UpM
PTFE	1	Teflonschlauch Amazon
2-pole changeover switch	3	Mini Kippschalter 2 polig Amazon
12 V DC socket & plug	1	DC Einbaubuchse mit Stecker Amazon
Jack socket 3,5	2	Monoeinbaubuchse Amazon
Power LED, 12V	1	LED Kontrolleuchte Amazon
Linear shaft, rail	1	LLEARPRÄZISIONSWELLE Amazon
Jack plug 3,5	2	Klinkenstecker Amazon

The following matrix shows you which parts are used for which printed part.

(The PDF file of this list can be found in the other parts section. You can download an Excel version [here](#))

1. Preparation of the center plate
2. Installing the sensor for the fill level of the coil
3. Assembling and installing the coil gear wheel
4. Assembling and installing the gear pair Z1 Z2
5. Installing the intermediate gear wheel ZD
6. Assembly and installation of the helix/double helix
7. Installation of the cross plate
8. Installation of the front plate and completion of work on the housing
9. Wiring and installation of the motor
10. Assembling the filament guide system
11. Assembly and installation of the spool axis
12. Commissioning

There is a YouTube video with an explained animation for each chapter.

These animations were created and post-processed with AUTOCAD Fusion.

Important note: I cannot guarantee the correctness of the instructions and videos. They have been created to the best of my knowledge and belief with a lot of effort. I am grateful for any constructive comments on possible errors or ambiguities and will endeavour to make corrections as soon as possible so that other users can also benefit from them.

2.7.1 Vorbereitung der Zentralplatte

You can find the video here: https://youtu.be/_6RhzbnIRk0

2.7.1.1 Required parts:

Printed Parts:

- *centerplate.3mf*

Zusatzteile:

- 3 nuts M3

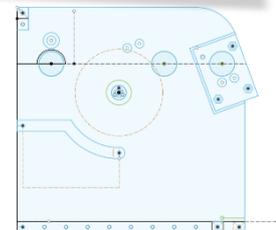
2.7.1.2 Functionality

This plate holds the entire device and especially the gearbox together.

It is designed so that it can be printed flat, which is why external attachments are retrofitted.

2.7.1.3 Assembly

In this step, only 3 nuts are inserted from the inside into the recesses provided. If a nut is difficult to push in, it can be tightened more easily with a screw from behind. The screw-in method is also helpful at other points during assembly.



2.7.2 Installing the sensor for the fill level of the Spool

You can find the video here: <https://youtu.be/Hnqs5V9Edy0>



2.7.2.1 Required parts:

Printed Parts:

- *baseplate.3mf*,
- *completeindicator.3mf*,
- *sensorlever.3mf*,
- *sensorrole.3mf*

Zusatzteile:

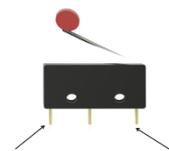
- Micro switch
- 5 M3x20 screws
- 2 screws M3x25
- 1 screw M5x70 (60-80 possible)
- 2 nuts M3
- 3 M3/7 washer
- 7 square nuts M3
- 2 mini ball bearings 10 mm
- cable
- Soldering iron
- Heat shrink tubing (optional)

2.7.2.2 Functionality

This sensor switches the motor off when the coil is full. After correct adjustment, the last layer pushes a spindle down, which triggers the button and switches the motor off.

2.7.2.3 Assembly

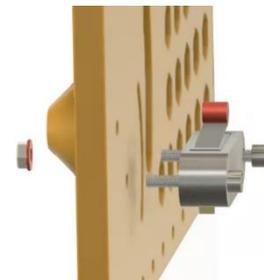
Firstly, we solder two approx. 20 cm long wires (or a 2-pole cable) to the two outer flags of the micro switch. The button functions as an off switch: when it is pressed, it interrupts the power supply.



You can find details on cabling in the chapter **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. Microtaster verkabeln** .



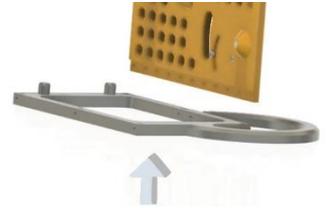
The button prepared in this way is inserted into the button housing. The front screw (M3x20) is screwed into the nut that has already been pressed in. The second screw (M3x20) is inserted through the bend and secured from the inside with a washer and nut. The sensor is later adjusted via this bend.





Next, we prepare the base or floor plate. Insert 7 M3 square nuts and, if necessary, fix them with a piece of tape until they are needed.

Finally, insert the centre plate into the base plate from above between the arch and the leg. Then screw the centre plate in place: 3 M3x20 screws and



1 M3x25 screw (on the arch). We may need to centre the square nuts in advance, e.g. with a needle or tweezers.



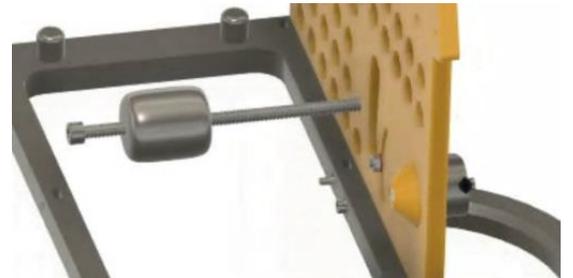
Next, we assemble the lever. We insert the two ball bearings flush and push the nozzle through the bearings. Insert an M3x20 screw with 2 washers (as shown) through the nozzle.

Place the sensor roller on the M5x70 screw as shown..

We now screw the lever firmly into the hole above the microswitch from the outside and tighten it.



Finally, insert the sensor roller with screw through the arch from the inside and screw it into the imprinted thread of the lever.



Here is a real image of the coil sensor with microswitch.



2.7.3 Assembly und Einbau des Spulenzahnrades

You can find the video here: <https://youtu.be/gk-yFkGwqLM>



2.7.3.1 Required parts:

Printed Parts:

- *Z0Rmodule.3mf*
- *flangeplate.3mf*

Zusatzteile:

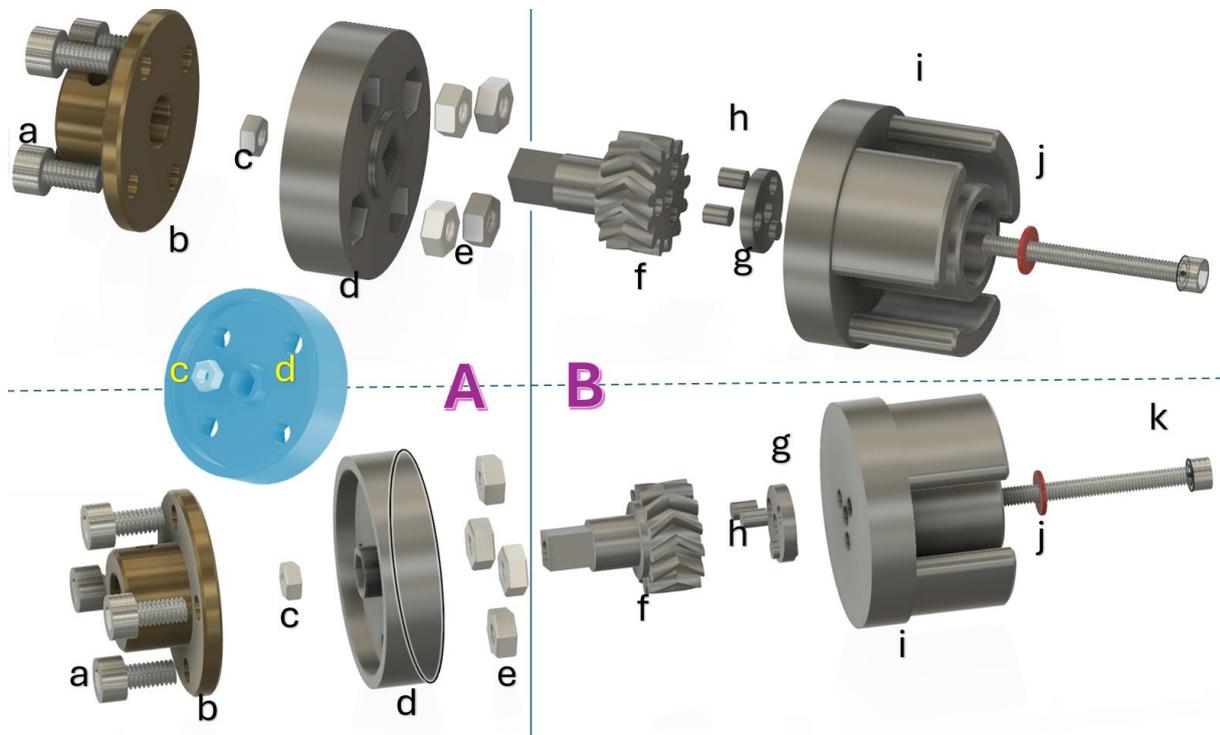
- 4 M4x8 screws
- 4 M4 nuts
- M3x30 bolt
- M3 nut
- Flange 8mm inner diameter
- Ball bearing 22 mm

2.7.3.2 Functionality

The coil is driven directly. The coil is simply attached to the so-called arc plate.

2.7.3.3 Assembly

In this step, we will install this direct drive. Here is an overview of the necessary parts from two views



Firstly, press the nut (c) into the flange plate. We may use the previously mentioned pull-in method.

Then press the flange (b) into the flangeplate (d) and screw the flange (b) and flange plate (d) together using 4 M4x8 screws (a) and 4 M8 nuts (e).

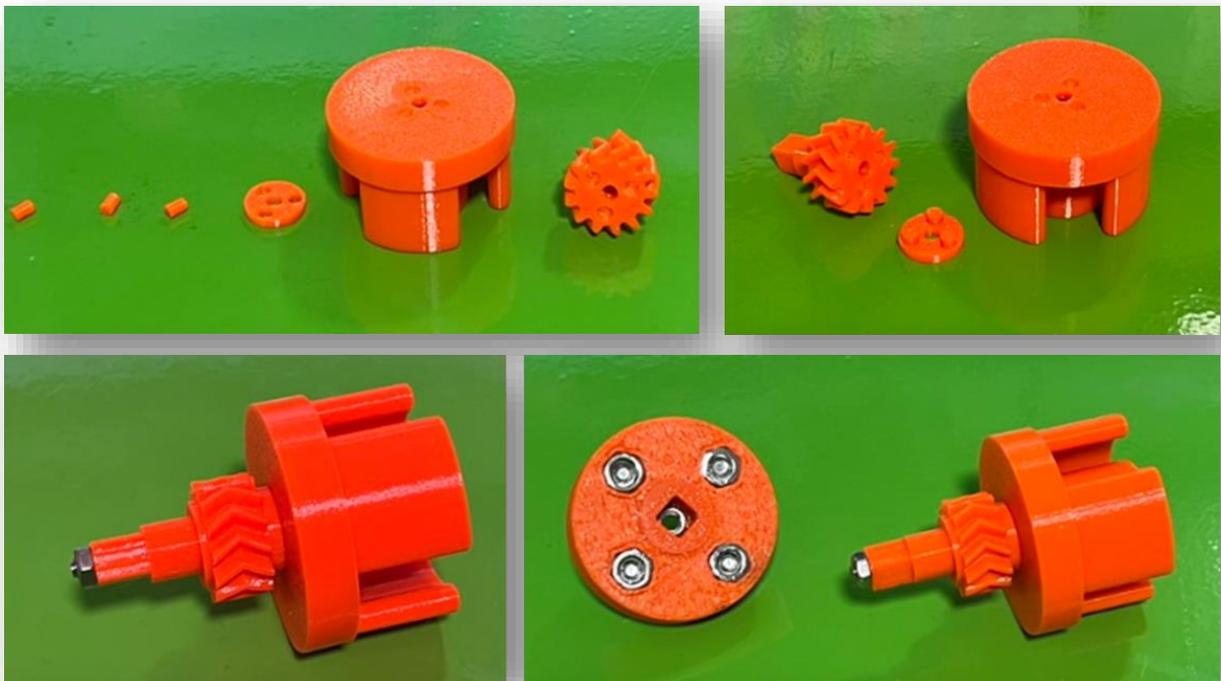
This completes **part A**.

For **part B**, we connect the gear wheel Z0 (f) and the curved plate (i). This is done using the spacer disc (g), into which we first press the 3 pins (h) in the centre. We then plug (f), (h,g) and (i) together. Now loosely fit the 22 mm ball bearing onto the gear wheel Z0 (f).



The two **parts A & B** are now firmly connected in the centre plate via the ball bearing with the M3x30 screw. The screw is screwed into the nut (c), which is clamped in the flange plate (d).

Note: The order of assembly is slightly different in the video, but the procedure described here is the more 'natural' one. Both procedures work.



Here is a real image of the assembled parts.

2.7.4 Assembly and installation of the gear pair Z1 Z2

You can find the video here: <https://youtu.be/gBUzi4eIIc>

2.7.4.1 Required parts:

Printed Parts:

- Z1L.3mf
- Z2L.3mf



Additional parts:

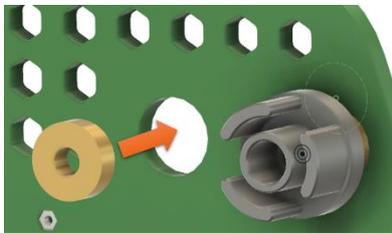
- Ball bearing 22 mm
- Screw M3x25
- Washer M3/7
- nut M3

2.7.4.2 Functionality

This pair of gears sits on an axle. Both gears are left-handed. We have already discussed the transmission ratio and the number of teeth in the chapter Technical **background**. We know that herringbone gears cannot simply be fitted parallel to an existing gear wheel, but should be slid sideways if possible. At this point, it should also be mentioned that the teeth of adjacent herringbone gears must be in opposite directions (hence the suffix L and R).

2.7.4.3 Assembly

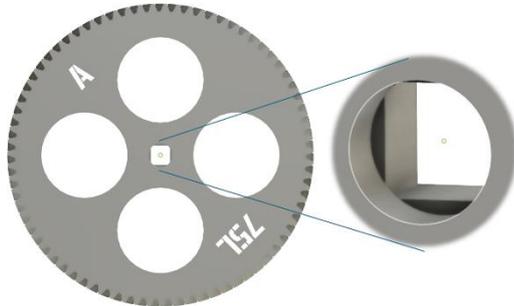
Firstly, we insert the ball bearing into the next bearing bore next to the coil drive so that it is flush on both sides.



Next, we prepare the gear wheel Z2 by inserting an M3 nut into the milled groove or pulling it in using the pull-in method.



Now we slide the Z1 gearwheel (75 teeth), if we can read the labelling correctly, it is correct) to the side of the spool gearwheel so that the centre hole and bearing opening are on top of each other.



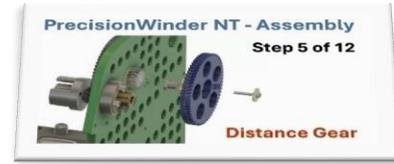
From the outside, we now push the square of Z2 through the bearing into the recess of Z1. Then insert an M3x25 screw with washer through Z1 and screw it to Z2. That's it! The gears should now move easily but be firmly interlocked.

Our winder should now look like this:



2.7.5 Einbau des Zwischenzahnrades ZD

You can find the video here: <https://youtu.be/7eq8Q8eU-RA>



2.7.5.1 Required parts:

Printed Parts:

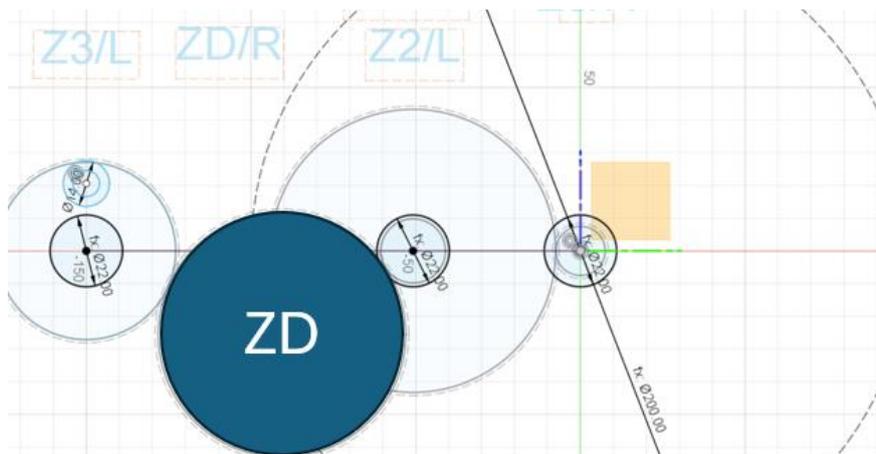
- ZDR.3mf

Additional parts:

- M3 x 18 screw
- Washer M3/15 (13-17 possible)
- Ball bearing 22 mm

2.7.5.2 Functionality

ZD does not contribute anything to the transmission ratio as it is located between 2 gears ($a:b * b:a = 1$). It only serves to realise the desired geometry. As Z2L is a left-hand rotor, ZD must be a right-hand rotor.



2.7.5.3 Assembly



First insert the bearing bush with the 3 pins loosely into the corresponding holes in the centre plate, as shown. Then press the bearing into the centre of the gear wheel, with the gear wheel protruding by approx. 0.5 mm.





Now insert the ZDR at an angle to the already installed small Z2L, pull out the bearing bush at a slight angle and carefully lever the gearwheel and bearing onto the bearing bush until the gearwheel is seated and firmly hooked in with Z2L across its entire width. This can be a little fiddly.

All the gears should now mesh together and be easy to move.

Now we screw the 'package' to the centre plate; we have already pressed the necessary nut into the centre plate in the first step.



2.7.6 Zusammenbau und Einbau der Wendel/Doppelhelix

You can find the video here: <https://youtu.be/S4ry9DZ63ok>



2.7.6.1 Required parts:

Printed Parts:

- *xxZ3L.3mf*
- *helixadapter.3mf*
- *doublehelixV2.3mf*

Additional parts:

- Ball bearing 22 mm
- Screw M3x30
- Washer M3/7

2.7.6.2 Functionality

There are several mechanisms to achieve a back and forth movement of the rider or filament guide. One mechanism consists of 2 half gears within a 'threaded rod slot'. However, I was unable to create precise windings with this principle. Professional winding machines work with a self-reversing screw. This is basically a screw on which both a right-hand and a left-hand thread is milled. Both threads are connected to each other at both ends.

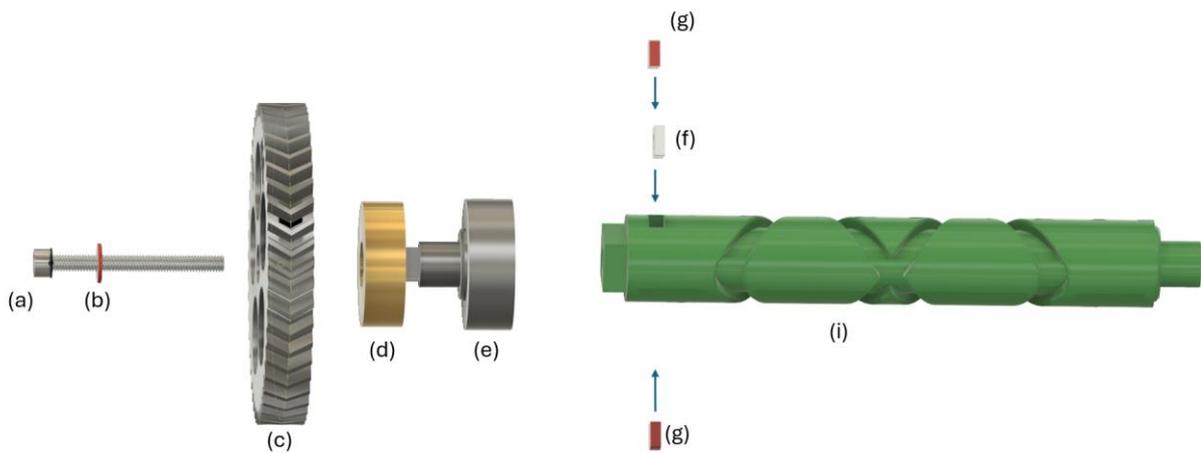
If, instead of a nut on a normal screw, you imagine a needle, which I call a rider, and you place this rider on the thread at the end of the screw and start turning the screw, then the rider will slowly move upwards to the screw head. If you now have a self-reversing thread, then the rider turns round at the screw head and runs back to the beginning although the direction of rotation of the screw does not change. If the thread is also connected at the start of the screw, the tab moves back and forth.

The double helix realises exactly two threads that are connected at the ends. The rider consists of a T piece that runs back and forth in the infinite thread. It is inserted in the rider housing. This is forced into a parallel path by the linear slide.

I recently sent around 30 double helix coils including T-pieces to <https://recyclingfabrik.com>. It took that many attempts to get a pretty perfect helix that doesn't jam and has as little play as possible.

The helix and T-piece therefore differ from the double helix used in my first version. This had more play and, above all, more friction.

2.7.6.3 Assembly



The helix is assembled directly on the centre plate in 2 parts.

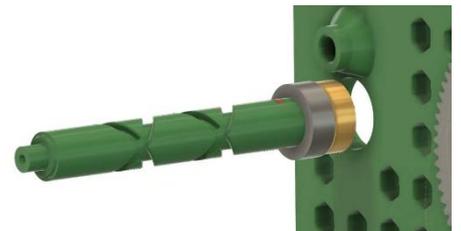
Firstly, insert the square nut (f) into the opening provided. Then centre the nut by inserting the two pins (g).

Then press the helix adapter (e) onto the square of the helix. Finally, place the 22 mm bearing (d) loosely onto the helix adapter.

This completes the first part and we can insert the double helix into the centre plate.



At the same time, we must place the gearwheel **Z3L** (c) against the side of the intermediate gearwheel **ZDR** from behind. The labelling must be legible.



Align the gear with the hole and insert the helix from the inside. Then screw the gearwheel and helix together with an m 3 x30 screw using the M3/7 washer.



2.7.7 Installing the cross plate

You can find the video here: <https://youtu.be/cStCpmGqVbk>



2.7.7.1 Required parts:

Printed Parts:

- *crossplate.3mf*

Additional parts:

- 4 M3 square nuts
- 2 screws M3x20

2.7.7.2 Functionality

The cross plate is essentially responsible for the stability of the device. In contrast to my previous version, they are all realised with printed threads but with inserted square nuts. We have already done the same with the base plate.

2.7.7.3 Assembly



This step is very simple. We insert 4 square nuts into the cross plate and fix them if necessary.

Then press the cross plate into the groove of the centre plate and screw it from the outside with 2 M3x20 screws.



2.7.8 Installing front panel & completing work on the housing

You can find the video here: <https://youtu.be/wPnGRoOTdbS>



2.7.8.1 Required parts:

Printed Parts:

- frontplate.3mf
- frontbearingbush.3mf
- bolt.3mf

Additional parts:

- 5 M3x20 screws
- 3 screws M3x10
- M3 x22 bolt (or M3x25 with M3 nut screwed on)
- Linear rail 100 x 8
- Ball bearing 22 mm
- 2 plain bearings 8 x 10

2.7.8.2 Functionality

The bearing bush for the front mounting of the double helix and guide rail is installed together with the front plate. The fastening bar for the coil is also installed.

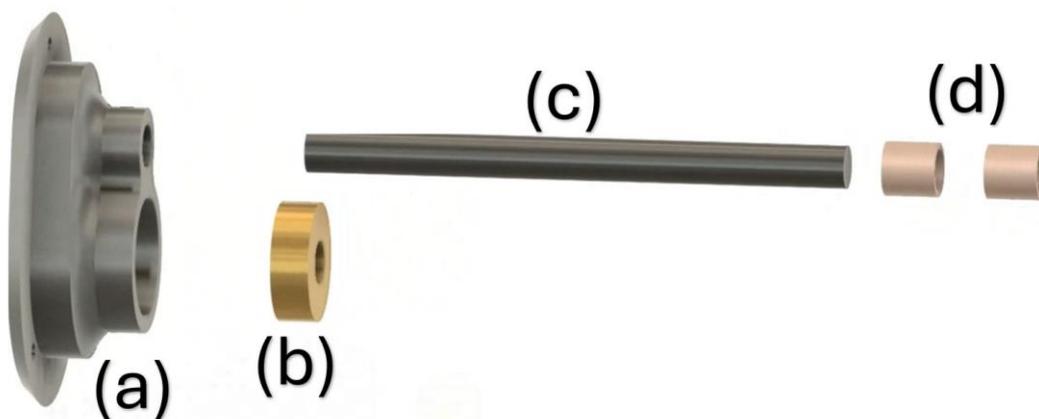
2.7.8.3 Assembly



Firstly, we place the front plate on the base plate and make sure that the cross plate also engages in the pre-milled groove. We also make sure that the double helix protrudes into the keyhole-shaped hole.

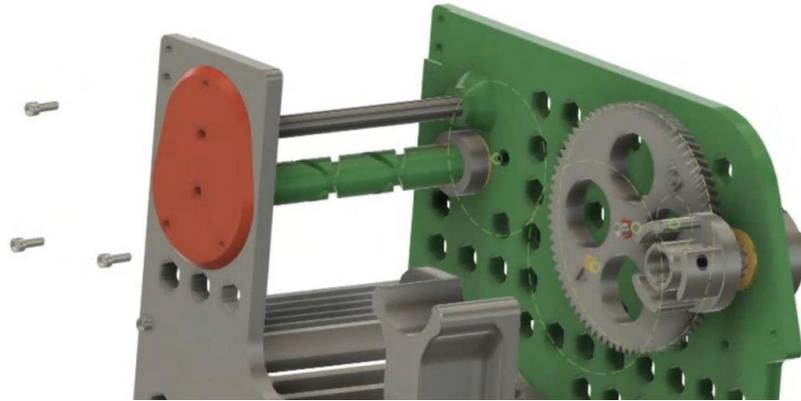
Next, prepare the front bearing bush (a) by inserting the bearing (b) flush. Insert the linear rail (c) into the smaller hole just enough to hold it in place. Slide the two plain bearings onto the linear rail approximately in the centre.

Slide the two plain bearings onto the linear rail approximately in the centre.



We now push the whole package through the keyhole-shaped opening. The double helix must be inserted into the bearing (b), while the rail (c) is inserted into the bushing of the centre plate at

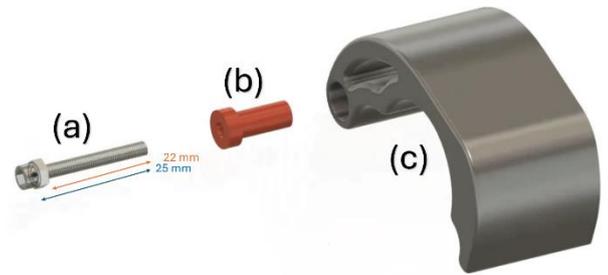
the same time. Press in the bearing bush (A) and make sure that the linear rail (c) is clamped in the centre between the two bushes at the end.



Finally, we prepare the clamping bolt for the coil axis:

To do this, push the spacer grommet (b) into the latch (c) as far as it will go, as shown.

We now need an M3 screw with a length of 25 millimetres. If we have used the screw set from my source, which does not contain this screw, we can use a 25 mm M3 screw and then shorten the thread length with an M3 nut.



We now attach the latch to the right-hand side of the front panel.



2.7.9 Wiring and installation of the motor

You can find the video here: <https://youtu.be/OQ4dmVkudow>



2.7.9.1 Required parts:

Printed Parts:

- *motorplate.3mf*
- *motorplatelabel.3mf* (optional, in Kontrastfarbe, oder in Teilmehrfarbig gedruckt)

Additional parts:

- motor
- 3 two-pole changeover switches
- 12 V DC socket & plug
- 2 jack socket 3.5 mm, mono
- 2 jack plugs 3.5, mono
- Built-in LED, 12V
- 2 M3x10 screws
- 2 screws M4x40

2.7.9.2 Functionality

The motor and motor plate form a single unit. The motor plate is actually more of a box that contains the wiring, switches and sockets.

The wiring is simple and is done directly on the components without a PCB.

The switches have the following functions:

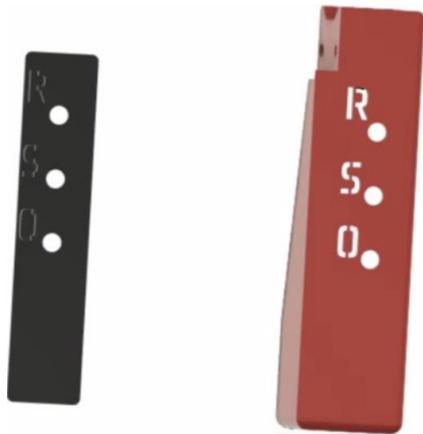
- Switching the motor on/off
- Reversing the direction of the motor, e.g. when adjusting and threading the filament
- Switching all sensors on/off, e.g. when adjusting the filament guide

The motor is controlled via a regulated 12 V voltage source. A housing and an example of the motor control can be found under my models here: <https://www.printables.com/de/model/866381-parametrisches-motor-regler-gehause-parametric-mot#preview>



2.7.9.3 Assembly

2.7.9.3.1 Labelling inlay



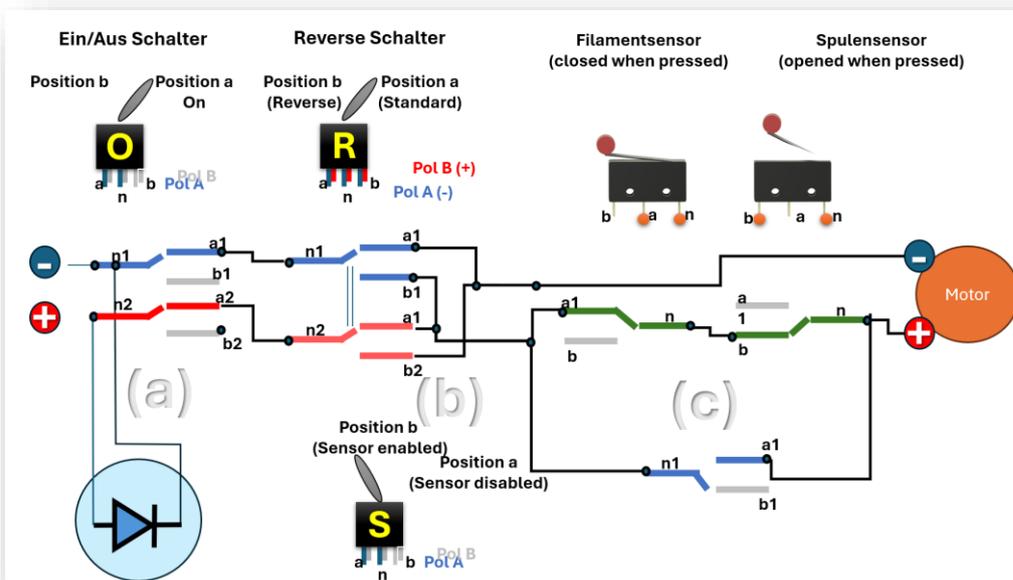
The first step is optional: you decide whether you want to create the lettering as an inlay in a second or even multiple colours, or simply leave it as a die-cut. Here are some examples from the prototype series.

If you decide to use the inlay, simply print it out in a contrasting colour, then place this 'foil' on the inside of the lettering and start hammering it in from the centre using a suitable tool. If the 'foil' frays a little, as in the example below right, it doesn't matter, the lettering will still come out well

at the front. A wooden mallet, a caipirinha pestle or even a nut extension are suitable tools. As you can see in the example on the right, the inlay can also be divided into 3 parts and printed in 3 colours.



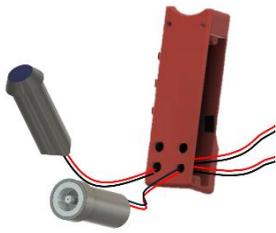
2.7.9.3.2 Wiring



These cables are connected to the DC power socket. The built-in LED is also soldered to the polarity here.

This is a standard pole-changing cabelling.

The two sensors are connected in series here, both must be active for the motor to run. However, they can be bypassed with the switch connected in parallel so that the motor runs independently of the sensor positions. This position is useful for adjusting the rider.



The LED and the DC power socket are already pre-assembled with cables, so we have to push their cables through the lower left (LED) and right (DC) holes. We then solder them to the on/off switch.

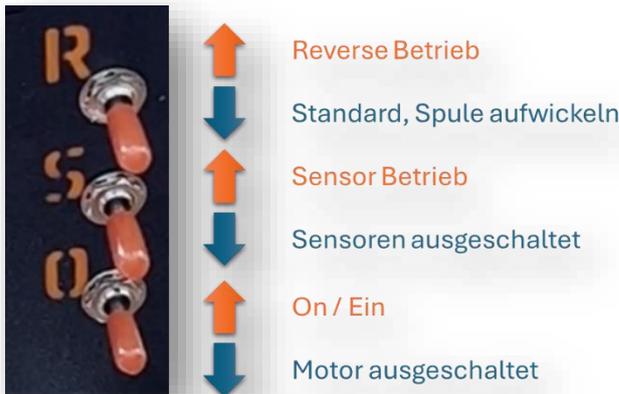
By the way: I use the third hand from **Omnifixo**.



Then we solder the reverse switch according to the circuit diagram, first a1, b2 and b1 b2 crosswise, then the connections to (a) and (c). We solder the two cables or 4 wires to the sensors, i.e. to the jack sockets, to the switches and lead them out from the inside to the outside. Polarity and sensor position are not important as the sensors are connected in series.

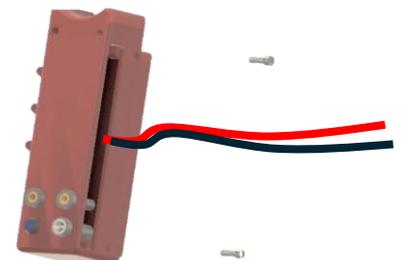
Finally, we solder the cables of the motor to a1 of the reverse switch and the sensor switch.

Now install the 3 switches in their positions. Make sure that the alignment and labeling match the switching function. My suggestion



We now solder the jack sockets to the loose sensor cable ends. Attention: do not forget to pull the cables through the fixing nuts beforehand!

Then screw on the cover with 2 M3x10 screws, inserting the motor cable through the cut-out.



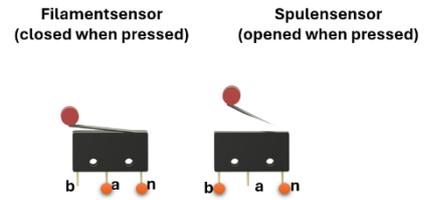
2.7.9.3.3 Wiring the micro switch



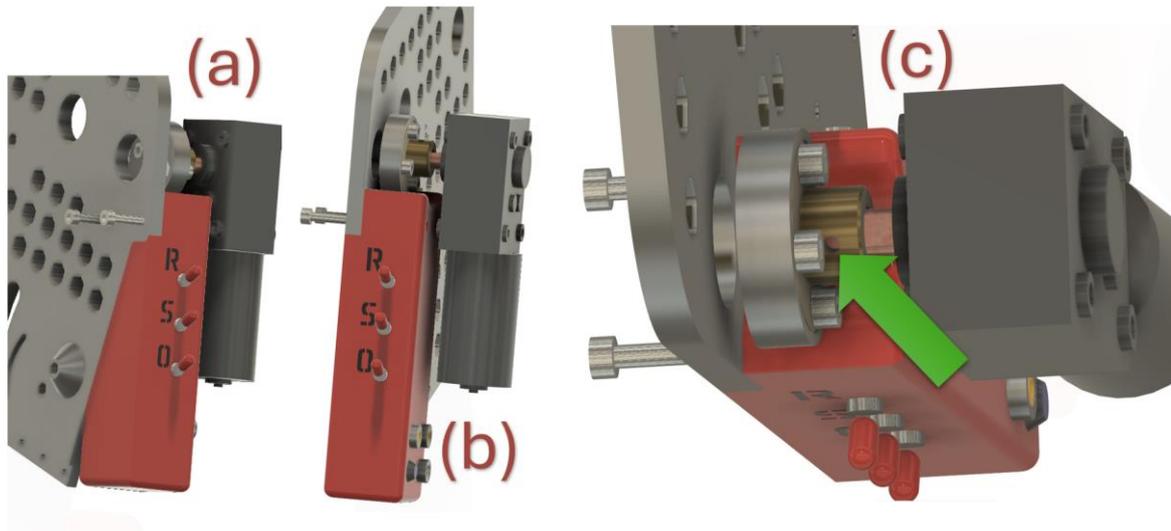
You have already been referred to this point when installing the coil sensor.

We now assemble the jack plugs and solder a 50 cm two-core cable to each plug, the polarity is not important. (You may have already soldered the micro switch for the coil sensor, in which case

please use this cable) Then solder the cables to the micro switches as shown in the illustration, if not already done. When soldering, please take care to use a small amount of solder so that the buttons still fit into their “ housings ” without a thick “ solder bulb ” getting in the way. Label the buttons for later testing and installation (filament or coil sensor).



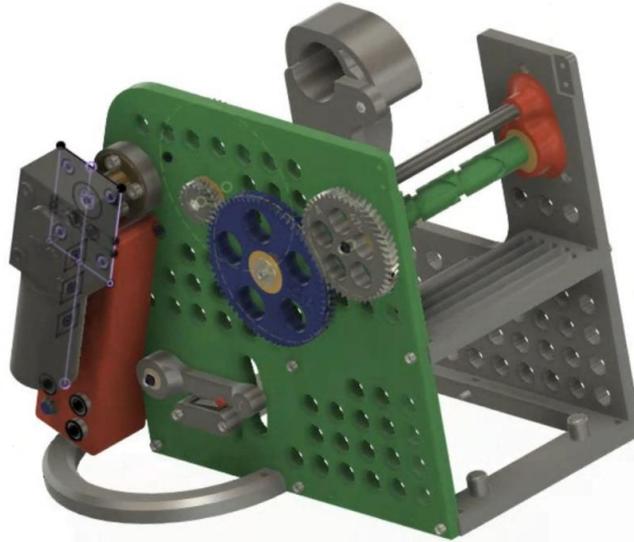
2.7.9.3.4 Motoreinbau



For reasons of clarity, only the parts required for this assembly cut are shown in the illustration above.

We place the motor plate on the side of the “ nose ” of the central plate (a). Then insert 2 M4x40 screws from the inside through the central plate and motor plate (b). Position the motor and guide the axle into the flange. Then screw it tight with the two screws.

Finally, we only need to connect the flange firmly to the motor axle using the enclosed grub screw (c). Turn the gearbox until the flat part of the motor axle is “ synchronized ” with the screw. If necessary, briefly supply the motor with power.



Our winder now looks finished. We can now test the gearbox, switches and sensors. We carry out the following test procedures:

1. On/Off to OFF. Switch off sensors, switch off reverse
2. Plug in voltage, either directly 12 volts or via motor controller. The blue LED must now light up
3. Switch motor controller on to 10% (if available). Spooler switch to ON: The motor must now rotate in the “winding direction”.
4. Activate sensors: The motor should now go out, as no sensors are connected.
5. We now plug in the cable of the already installed spool sensor. We also plug in the second connector for the filament sensor. If we have not yet soldered on a button, we connect the loose ends to form a short circuit: the motor should now run again.
6. Now press the coil sensor from top to bottom. This simulates a full coil: the motor stops.
7. We switch the sensors off again: The motor runs.
8. We switch the motor off: The motor stops.
9. We switch to Reverse and then switch on the motor switch: The motor runs in the other direction
10. We turn the motor switch off and set Reverse to off as well. The motor stops. The test has hopefully been completed successfully.

2.7.10 Zusammenbau des Filament Führungssystems

You can find the video here: <https://youtu.be/YajlSlrffK4>

2.7.10.1 Required parts:

Printed Parts:

- *riderT.3mf*
- *rider.3mf*
- *filamentrubberdiscs.3mf*
- *filamentclampingdiscs.3mf*

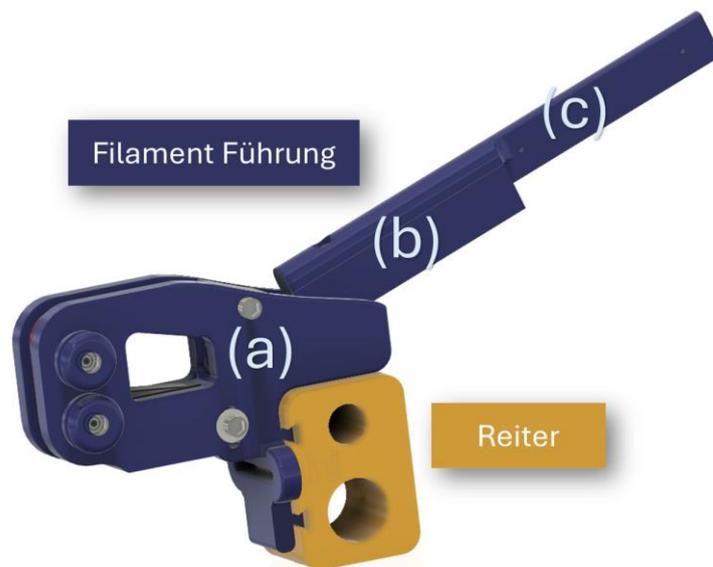


- *filamentguidanceV2.3mf*

Additional parts:

- M3x8 screw
- M3x12 screw
- 2 screws M3x18
- 2 M3x25 screws
- 2 M3 nuts
- 2 M3 square nuts
- 3 washers M3/7
- Mini ball bearing 10 mm
- Micro probe
- PTFE tube approx. 15 cm
- 2 rubber rings or O-rings

2.7.10.2 Functionality

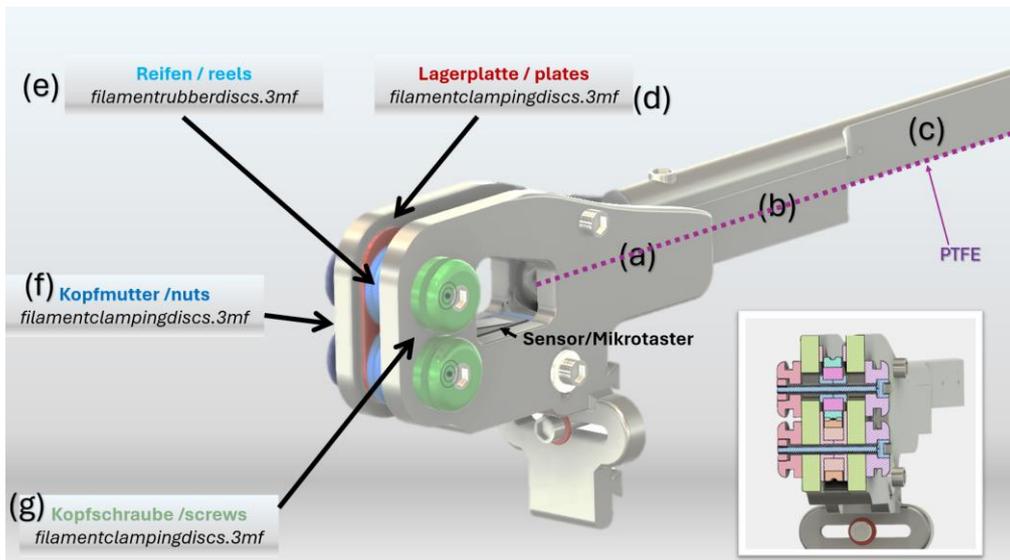
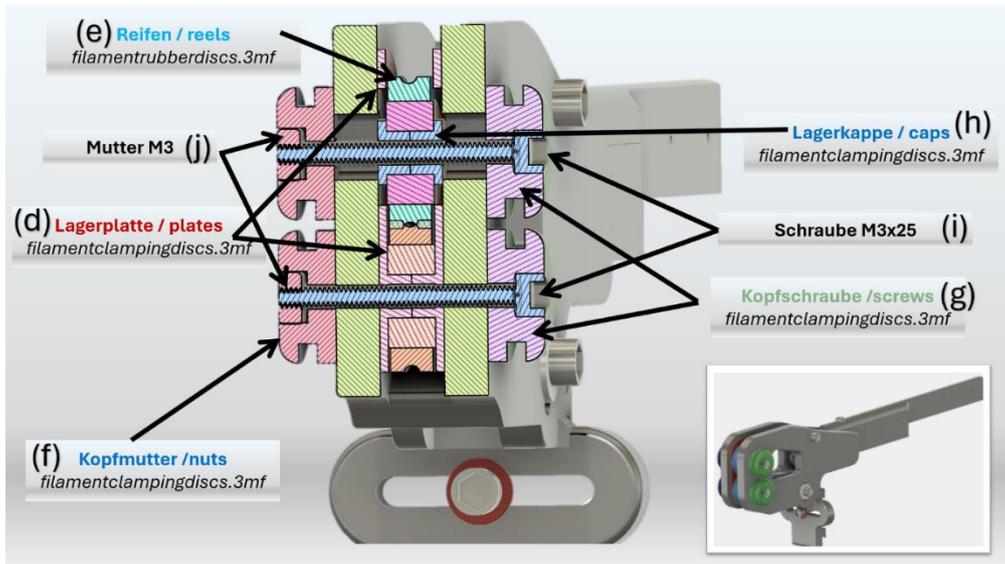


As the name suggests, the task of the filament guide system is to guide the filament as precisely as possible in order to achieve clean windings. The two main parts of this system are:

- **The filament guide:** It guides the filament as close as possible to the winding and keeps it under constant tension. The tension is generated by two “tires” (e) printed from flex material/TPU (see next illustrations). These two tires are pressed together by 2 clamping rollers on the outside on each side - head nut (f) and head screw (g) - and a rubber band wrapped over them. A sensor is also built into the filament guide, which switches off the power supply to the motor when there is no more filament in the system. The sensitivity of the sensor is adjustable. The filament guide sits on the rider and can be adjusted there.
- **The Rider.** It is mounted on the double helix spiral and rides continuously from one side to the other, exactly once each time, while the spool rotates 32 times. The rider is guided by the internal T piece in the double helix.

2.7.10.3 Assembly

2.7.10.3.1 Structure of the filament guide

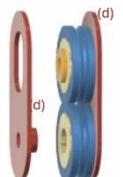


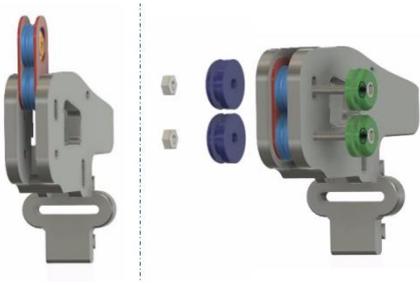
The following description refers to the illustrations above, which show the filament guide from the side and in section.

First, prepare the outer clamping device consisting of the head nuts (f) and the cap screws (g). Press an M3 nut into each of the head nuts (f) and insert an M3x25 screw into each of the cap screws (g). Then prepare the clamping tires (e).



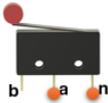
If possible, these should be printed from flexible material. We now place the two tires (e) on the 10 mm mini ball bearings. Then insert the two bearing caps (h) into the upper bearing. Now insert the two bearing caps (d) onto the lower bearing from both sides. This also fixes the upper bearing, which can still move freely in the slotted hole groove.



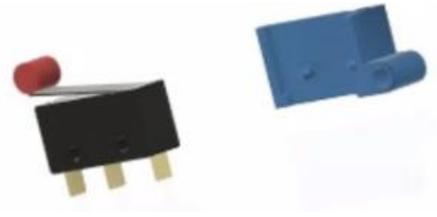


The whole “package” is now inserted into the body (a) from above and then screwed together with the cap screws (g) and cap nuts (f), but not too tightly, so that both rollers can be moved and the upper roller can also be easily moved vertically. We then place an O-ring or a small or multiple rubber ring around each pair of head pulleys. The rubber also prevents the screws from coming loose. Optionally, this can also be ensured with screw varnish.

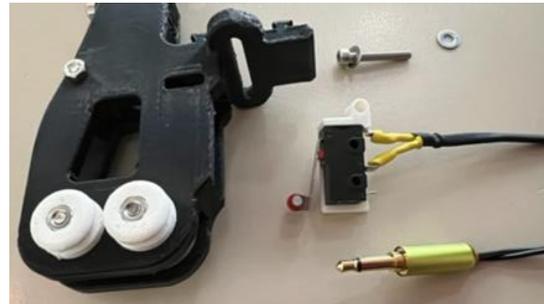
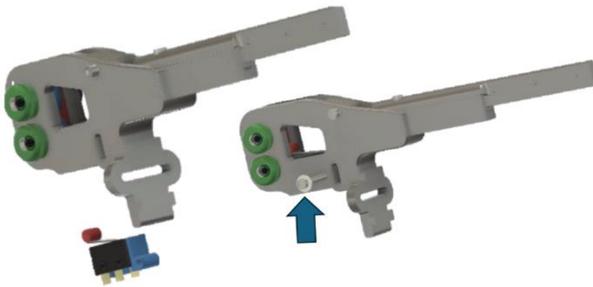
Filamentsensor
(closed when pressed)



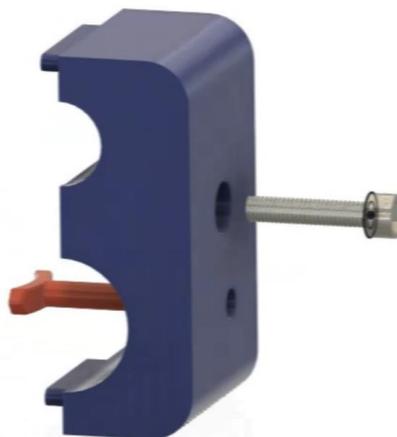
Finally, we install the filament sensor. This must already be prepared. A two-pole cable with a jack plug (see chapter [Wiring the micro switch](#)) was soldered to the two flags a-n (left flags in the illustration). Insert the micro switch into the “housing” as shown and push it into the filament guide from below. Then screw it in with an



M3x18. 2 M3/7 washers and an M3 nut. The sensor will also be adjusted here later.



2.7.10.3.2 Assembling the rider



First, we prepare the rider. We insert two M3 square nuts into the slots and fix them in place by inserting the two printed pins flush.

Insert the T piece into the lower hole. If necessary, we can fix it with a little Super Lube grease. Then insert the M3x12 screw into the middle hole as shown.

Further assembly must be carried out directly on the already installed spiral/rail pair.



To do this, we push the two built-in plain bearings into a central position on the rail and then push the rider part shown in blue onto the two plain bearings. Make sure that the T piece is positioned correctly and is placed in a thread of the double helix. We press both rider parts together. When there is no longer a visible gap and they can no longer be pushed back and forth on the helix, we can screw them together.



Finally, we slide the filament guide with the dovetail groove onto the tab and fix it in the center with an M3x8 screw including an M3/7 washer.

The filament guide system is finished.

2.7.11 Construction and installation of the coil axis

You can find the video here: <https://youtu.be/31UcKOhLvL4>



2.7.11.1 Required parts:

Printed Parts:

- *axle.3mf*
- *axlebearing.3mf*
- *spoolnut.3mf*
- *Spoolcapsprusa.3mf*
- *Spoolcaps Universal 50.3mf (optional Universal)*
- *Spoolcaps Universal 55.3mf (optional Universal)*
- *Captool.3mf (optional Universal)*

Additional parts:

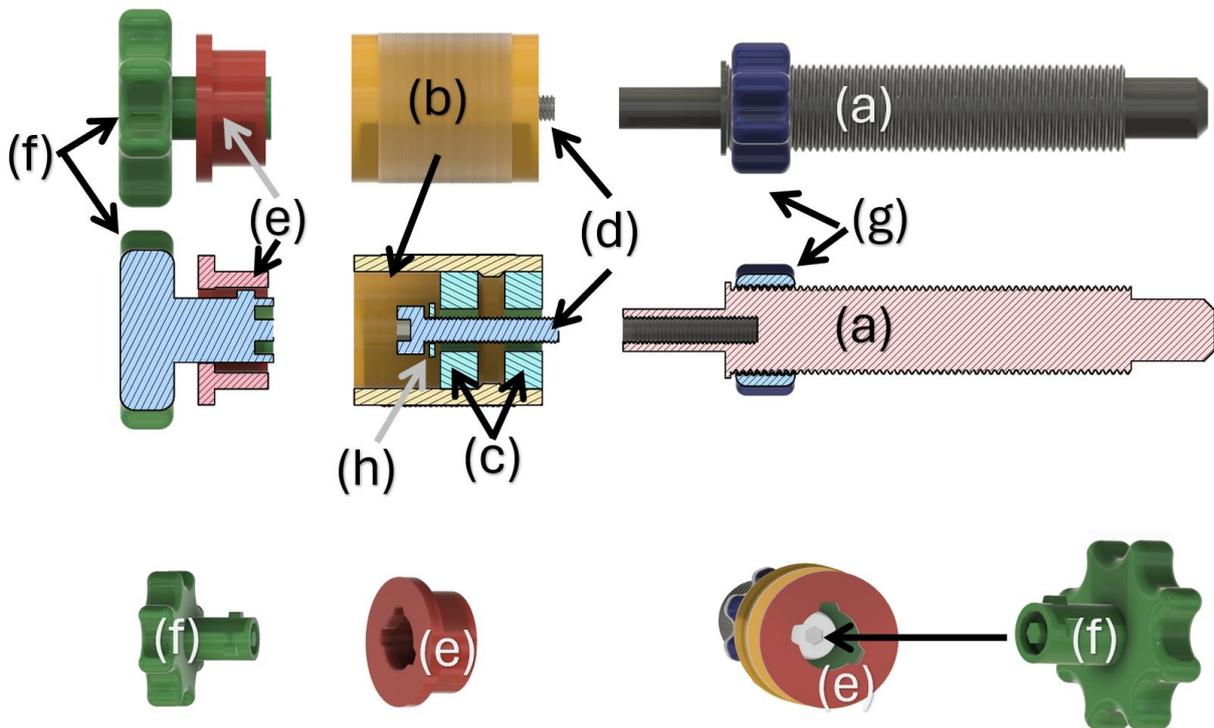
- 2 ball bearing 22 mm
- Screw M5x25

- Washer M5/12

2.7.11.2 Functionality

The bobbin axle is inserted into the bobbin and then inserted and clamped in the **PrecisionWinder NT**. In the axle bearing (b), the axle can rotate freely on one side and is inserted into the bobbin drive on the other side. The axle bearing (b) has a grooved structure on the surface, which can also be seen in the illustration. The groove structure allows the axle to be clamped securely.

2.7.11.3 Assembly



First, screw the axle nut (g) onto the axle (a) as far as it will go.

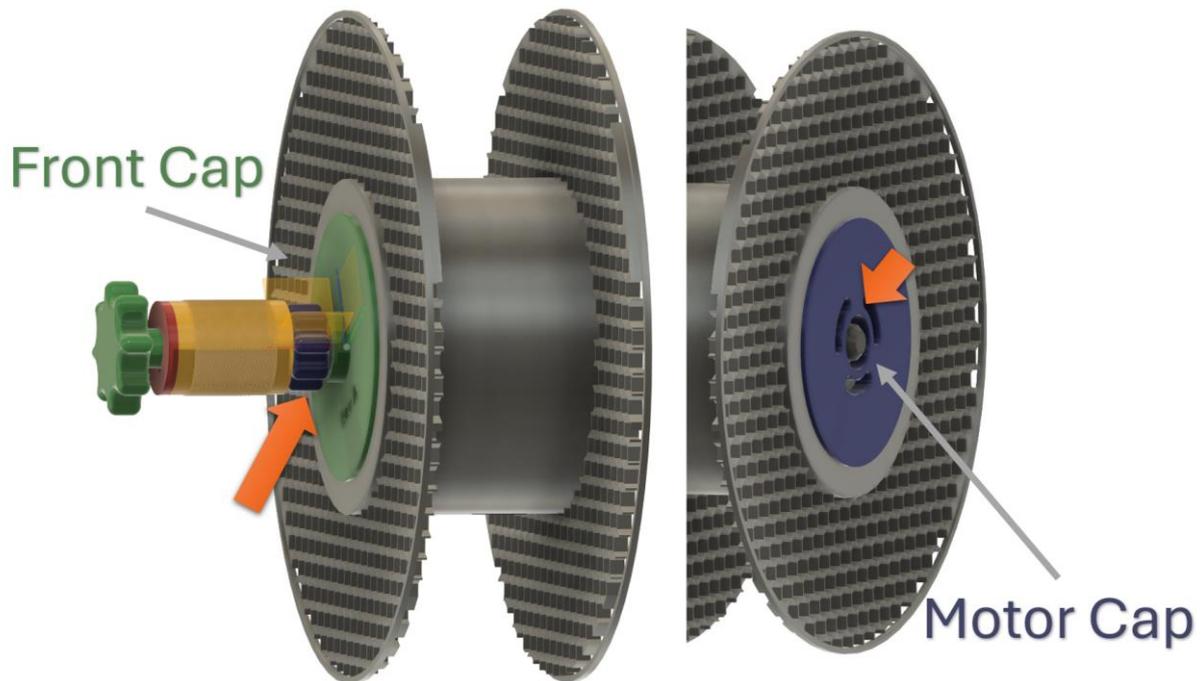
Then press the two ball bearings (c) into the axle bearing (b) from both sides as far as they will go. On the right (in the picture) the bearing is flush, on the left it can be pressed further in, as can be seen in the picture. Then insert the M5x25 screw (d) with an M5/12 washer through the two bearings and screw it into the axle. The axle bearing (b) should then be very easy to turn. Then fit the cap (e).

If we only use Prusament coils, the knurled nut (f) is not needed. It is needed for all other bobbins: Other bobbins are screwed tight between the caps. These would not be able to be loosened when installed. For this reason, an Allen key is integrated into the knurled nut (f) (see illustration below right), which can be inserted into the axle to loosen the caps. The knurled nut (f) can only be inserted into the cap (e) in a certain position.

2.7.11.4 Use of different Spool variants

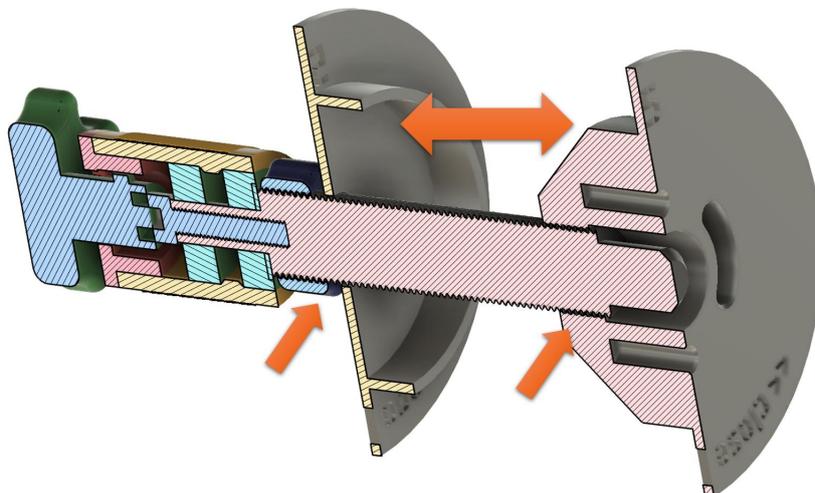
2.7.11.4.1 Prusament spools

Prusament spools are used with the **Spoolcapsprusa.3mf** spool caps. These are simply pressed onto the spools. They then sit firmly in the spool and the force is transmitted directly via the arc plate. The only thing to note is that we tighten the spool nut until the axle is flush with the spool cap. (see orange arrows)

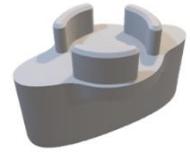


2.7.11.4.2 General spools

In principle, coils can be used that allow more or less exactly 32 windings per layer. Special universal spool caps are available for this purpose. Currently set are **Spoolcaps Universal 50.3mf** for spools with an inner diameter of 50 mm and **Spoolcaps Universal 55.3mf** for spools with an inner diameter of 55 mm (other dimensions on request.).



In this case, the coil is clamped between the universal coil caps. This is done by turning the motor cap to the left onto the axle until the axle and cap end on the same level again. The coil is then clamped in place with the coil nut on the left. The left-hand knurled nut with built-in Allen key is used for this. The **cap tool** is also helpful on the 'motor side'



2.7.12 Start-up the System

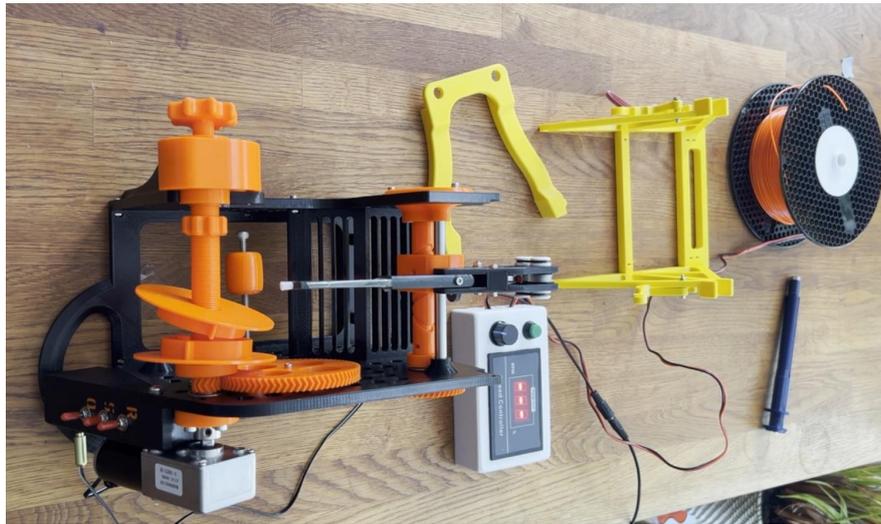
You can find the video here: <https://youtu.be/J6QSDaRD1Oc>

In the Video I have used the following models of **PrecisionWinder NT**:



- **PrecisionWinder NT**
- Filament Dispenser <https://www.printables.com/de/model/853272-filament-dispenser-abroller-v2-fur-precisionwinder>
- Motor control (<https://www.printables.com/de/model/866381-parametrisches-motor-regler-gehause-parametric-mot>)

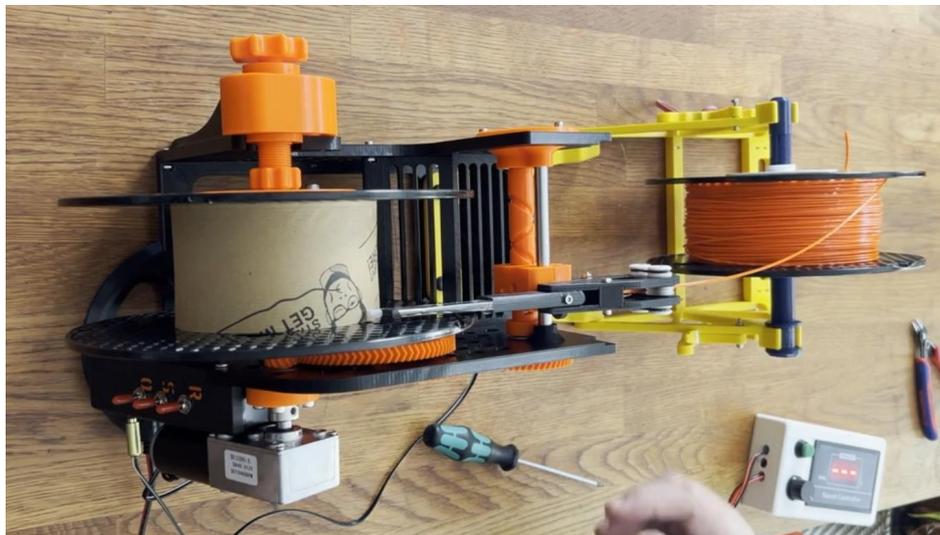
I use a standard 12 V switching power supply with at least 50 W as the voltage source.



Firstly, we need to adjust the filament guide (once).

To do this, we install an empty spool (in the video it is a 1 kg Prusament spool). We put the spooler into operation (sensors switched off) and check whether the filament guide runs exactly between the spool walls. If not, we adjust the guide on the tab, as shown in the video.

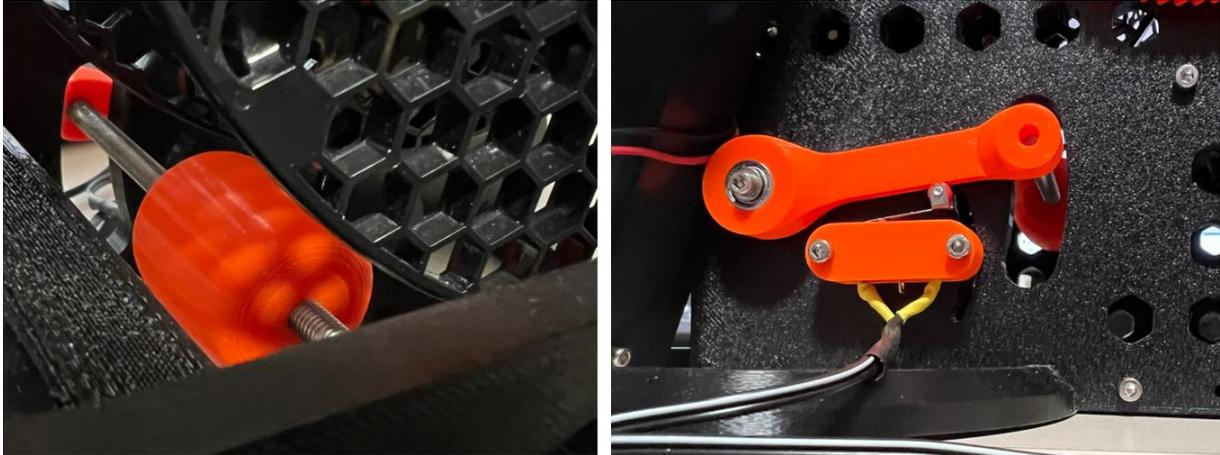
We then place the source spool in the dispenser and insert the filament between the two clamping rollers.



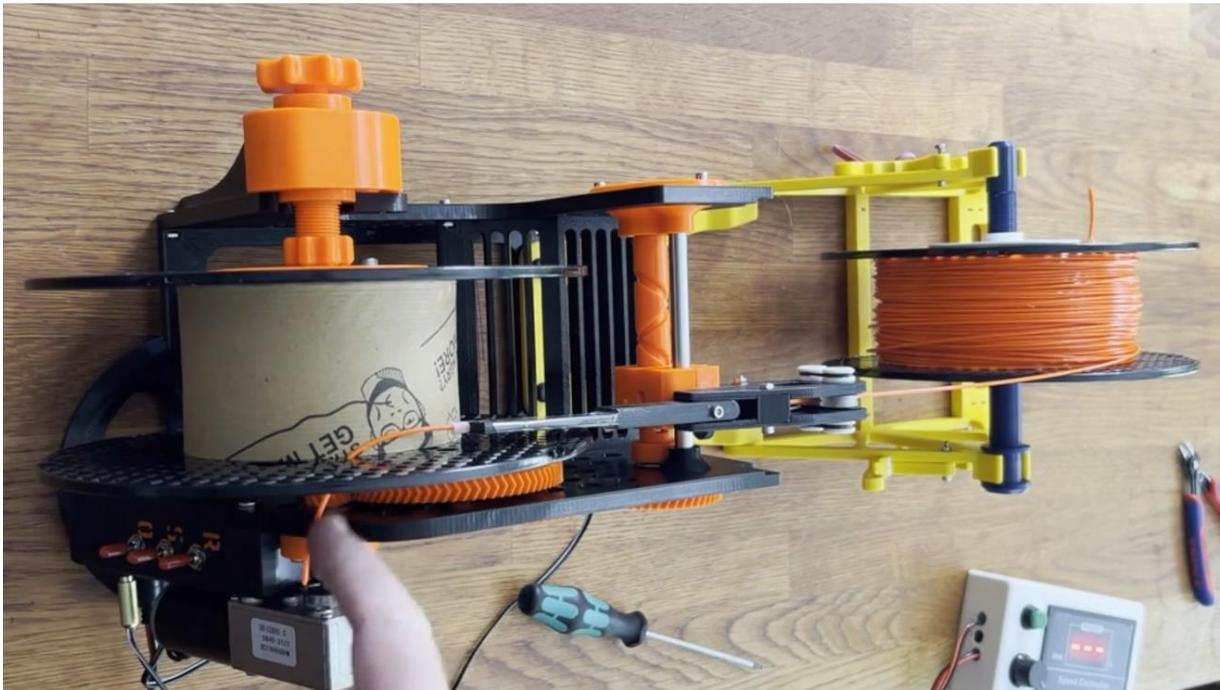
Now we may have to use our hand or a small screwdriver to press the roller of the micro switch down slightly to thread the filament into the PTFE tube.

You should hear a clear click from the microswitch. The switch is correctly adjusted when it is open without filament and 'pressed' after threading.

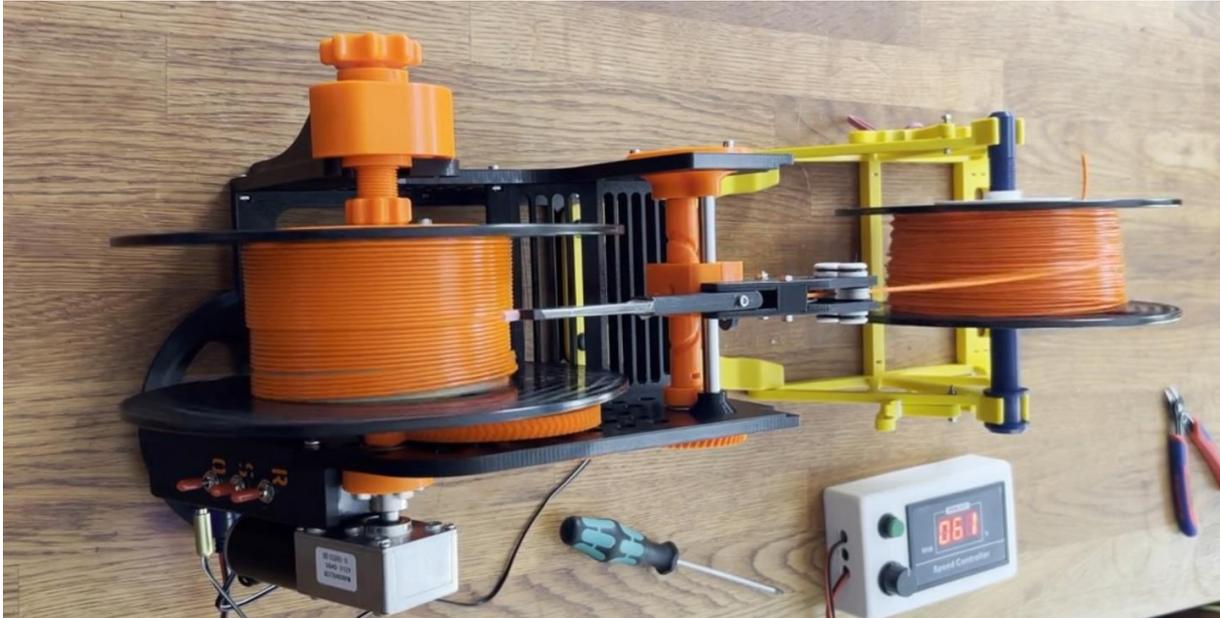
Now we adjust the spool sensor once. The spool roller should point inwards about 5 mm over the edge of the spool so that the sensor triggers before the spool becomes too full.



We then thread the filament into the target spool.



We wind the first layer at a moderate speed.



You can see everything else in the video. The credits also contain interesting information about a planned AUTOCAD Fusion course in which I would like to develop this project for beginners as well.