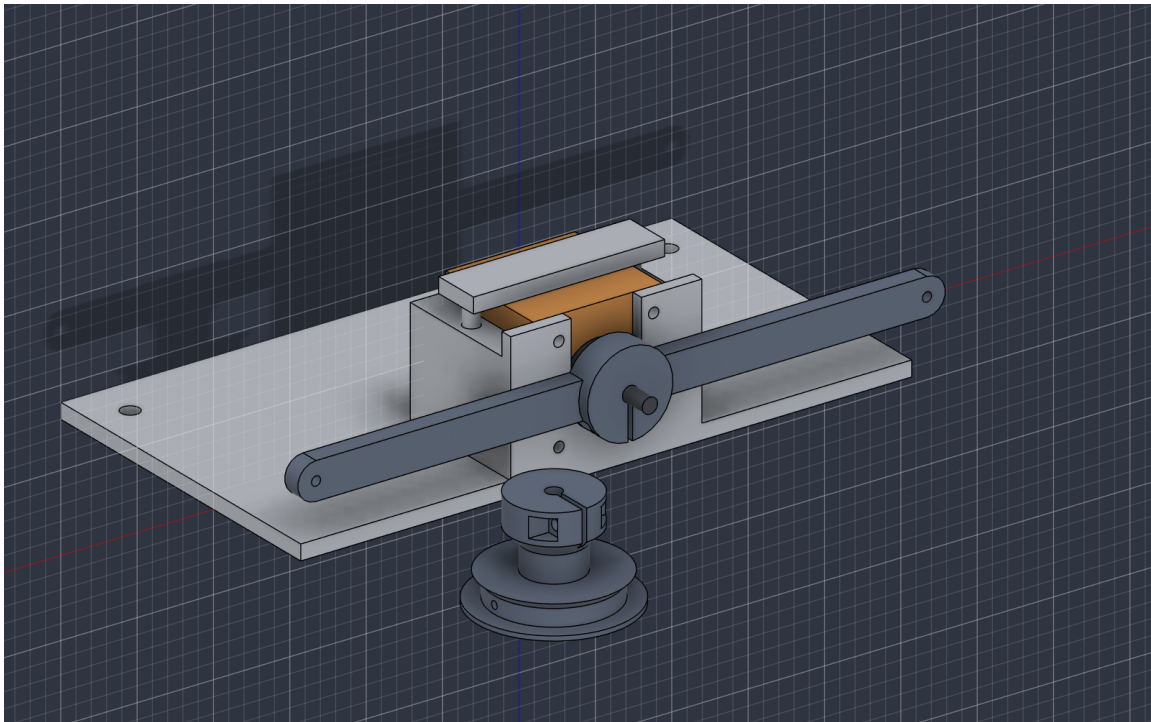


Bauanleitung Motorprüfstand

Für die vorhandenen NEMA-17-Motoren (17CS04A-170E) – ohne Kaufteile



Fertiger Prüfstand: Motorhalter mit Wiege, Niederhalter und Waagebalken

Mit diesem Prüfstand misst du das Moment deiner Motoren: das Haltemoment am Waagebalken, das Moment bei Drehzahl mit der Seiltrommel und ob unter Last Schritte verloren gehen. Als Last dient eine Wasserflasche an einer Schnur, gewogen wird mit der Küchenwaage. Diese Anleitung beschreibt den Aufbau; die Messungen selbst stehen in **docs/motorvermessung.md**.

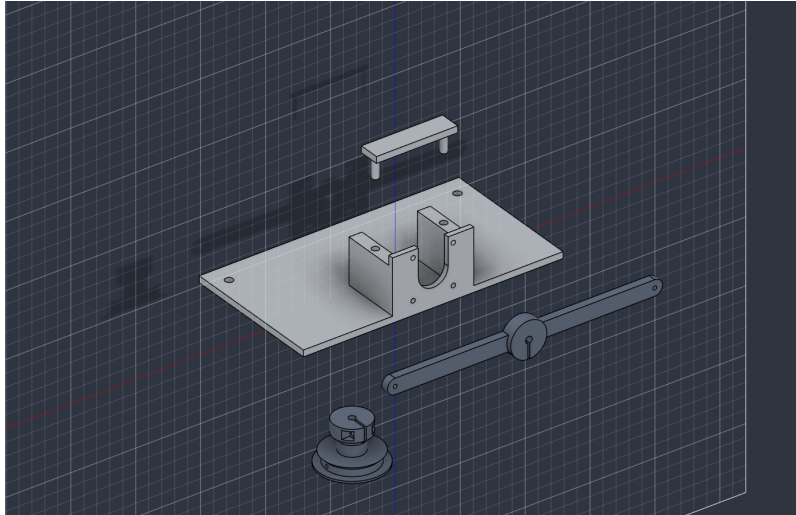
Teil	Was es tut
Motorhalter	Grundplatte 200 × 110 mm mit Wiege. Der Motor wird nur eingelegt; die Wiege hält das Gegenmoment über seine Kanten.
Niederhalter	Wird oben eingesteckt, damit der Motor nicht herauspringt.
Waagebalken	Symmetrischer Hebel mit Schnurlöchern genau 100 mm von der Welle (Test A).
Seiltrommel	Zwei Stufen mit 20 und 10 mm Wickelradius (Tests B und C).

Was du brauchst

Gruppe	Teil	Status
Druckteile	Motorhalter, Niederhalter, Waagebalken, Seiltrommel (ca. 110 g PLA)	drucken
Schrauben	1–2 × M3 × 16 mit Mutter; optional 4 × M3 × 8–10	vorhanden
Elektrik	NEMA 17, Arduino Uno mit GRBL, CNC-Shield, A4988, Netzteil 12 V / 4 A	vorhanden
	Motorkabel, USB-Kabel, G-Code-Sender auf dem PC (Universal Gcode Sender oder Candle, kostenlos)	nachsehen
Messen	Küchenwaage, Multimeter, Handy mit Wasserwaage-App	Waage vorhanden
Haushalt	2 PET-Flaschen 1,5 l, eine Tasche, ca. 2 m Schnur (1 mm), Klebeband, Tuch	Haushalt
Aufstellung	Schraubzwinge oder mindestens 4 kg Bücher	nachsehen
Werkzeug	Inbus bzw. Schraubendreher für M3, kleiner Schraubendreher für das Poti	nachsehen

Die vollständige Liste mit allen Positionen: [docs/stuecklisten/motorpruefstand.md](https://docs.stuecklisten/motorpruefstand.md).

Schritt 1: Teile drucken



Die vier Druckteile

Drucker BambuLab A1, Düse 0,4 mm, Bambu Studio. Grundlage ist das Profil «**0.20mm Standard @BBL A1**»; geändert wird nur, was hier steht.

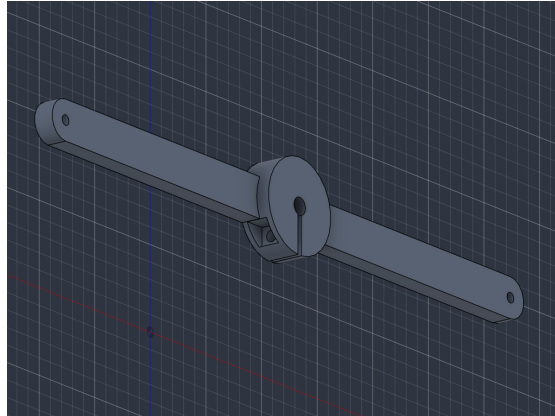
Für alle Teile gleich	Wert
Material	PLA (Bambu PLA Basic oder Generic PLA), Temperaturen laut Filamentprofil
Schichthöhe	0,20 mm
Obere / untere Schichten	5 / 4
Infill-Muster	Gyroid
Stützen	aus
Brim	aus (beim Motorhalter einschalten, falls die Ecken sich lösen)
Druckplatte	Textured PEI oder Smooth PEI, vorher fettfrei

Datei (cad/export/stl/ Motorprüfstand/)	Lage auf dem Druckbett	Wände	Infill
Motorhalter.stl	Grundplatte unten (wie exportiert)	3	30 %
Niederhalter.stl	im Slicer umdrehen: Platte unten, Zapfen oben	3	100 %
Waagebalken.stl	flach, Nabe oben (wie exportiert)	4	40 %
Seiltrommel.stl	Aussenflansch unten (wie exportiert); Kegel 45°, ohne Stützen	4	40 %

Filament gesamt ca. 110 g PLA. Dieselben Angaben liegen als Druckeinstellungen.md im STL-Ordner.

Danach Fäden und Reste aus Schlitzten, Taschen und Bohrungen entfernen. Die 5,1-mm-Bohrung der Naben muss sich leicht auf die Motorwelle schieben lassen; sonst mit einem 5-mm-Bohrer von Hand nachdrehen.

Schritt 2: Klemmung an den Naben vorbereiten



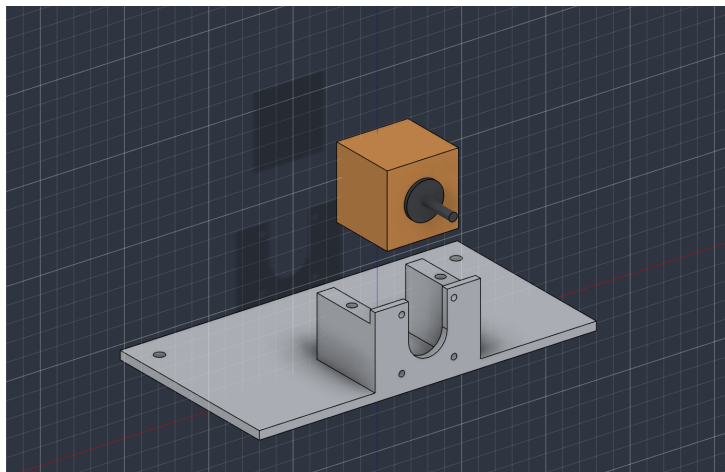
Klemmnabe am Waagebalken: Schlitz und Mutterfalle

Jede Nabe hat einen Schlitz und quer dazu ein Loch für die M3-Schraube.

- 1 Die M3-Mutter seitlich in die rechteckige Tasche schieben.
- 2 Die M3 × 16 von der Gegenseite durchstecken und zwei, drei Umdrehungen eindrehen. **Noch nicht anziehen.**

Bei der Seiltrommel genauso.

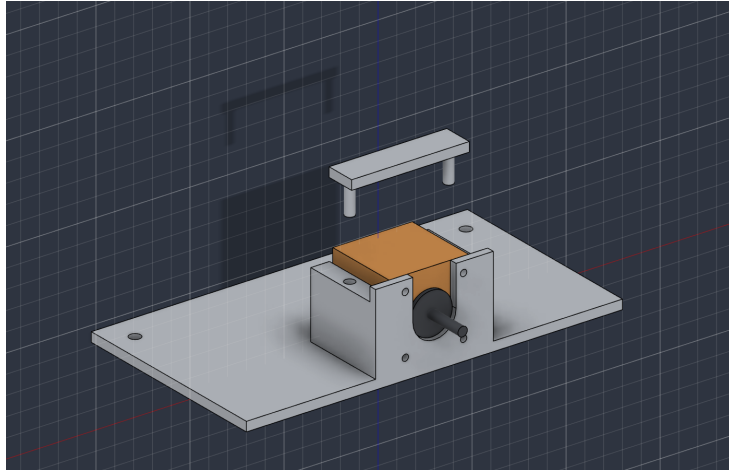
Schritt 3: Motor einlegen



Motor von oben in die Wiege legen

- Der Kabelstecker zeigt nach hinten, zur offenen Seite der Wiege.
- Der runde Bund vorne am Motor steckt im Schlitz der Stirnwand; die Stirnfläche liegt an der Wand an.
- Optional mit vier M3 × 8–10 durch die Löcher der Stirnwand in den Motor schrauben. Nötig ist das nicht.

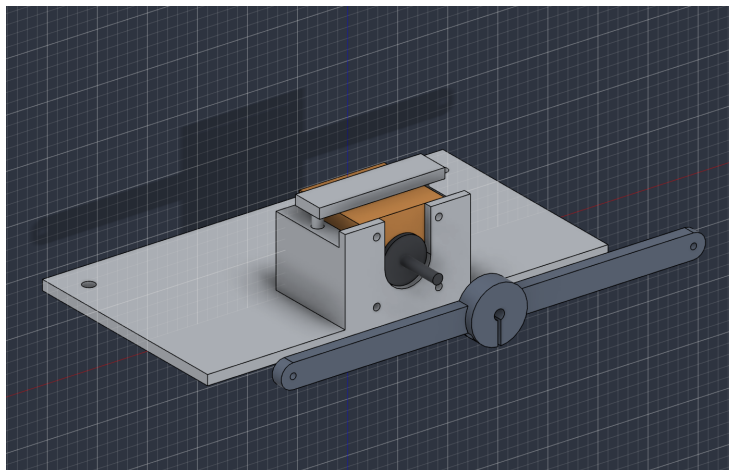
Schritt 4: Niederhalter aufstecken



Niederhalter mit zwei Zapfen

Den Niederhalter mit den zwei Zapfen oben in die Löcher der Seitenwände stecken. Er liegt auf dem Motor und verhindert, dass der Motor herauspringt.

Schritt 5: Waagebalken aufstecken

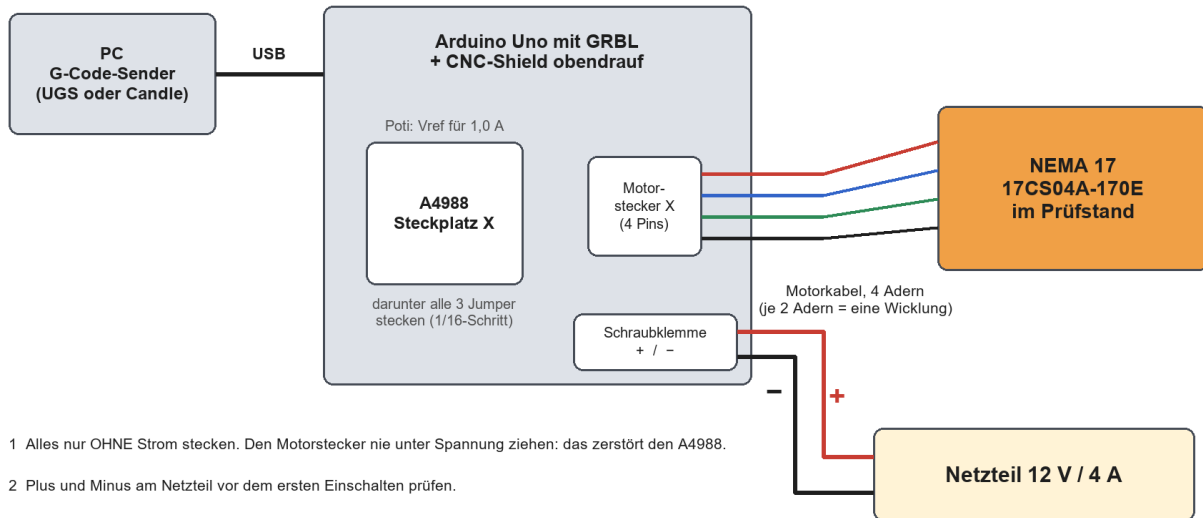


Waagebalken auf die Motorwelle

- 1 Den Waagebalken auf die Welle schieben, mit der flachen Seite des Balkens zur Stirnwand. **1–2 mm Luft** zur Stirnwand lassen, damit nichts schleift.
- 2 Hat die Welle eine Abflachung, gehört der Schlitz der Nabe darüber.
- 3 Die M3-Schraube anziehen, bis sich der Balken von Hand nicht mehr auf der Welle verdreht. Nicht mit Gewalt, sonst reißt die Nabe.

Schritt 6: Verdrahten

Motorprüfstand: Verdrahtung (Schema)



- 1 Alles nur OHNE Strom stecken. Den Motorstecker nie unter Spannung ziehen: das zerstört den A4988.
- 2 Plus und Minus am Netzteil vor dem ersten Einschalten prüfen.
- 3 A4988 richtig herum einsetzen: nach Aufdruck auf Shield und Treiber (Pin EN zu EN). Falsch herum zerstört ihn das beim Einschalten.
- 4 Vref zwischen Poti und GND messen. Für 1,0 A: R100 → 0,80 V, R050 → 0,40 V, R200 → 1,60 V.

Alles nur ohne Strom stecken. Den Motorstecker nie ziehen oder stecken, solange Spannung anliegt – das zerstört den A4988.

- 1 Das CNC-Shield auf den Uno stecken.
- 2 Unter Steckplatz X alle drei Mikroschritt-Jumper stecken (1/16-Schritt).
- 3 Den A4988 in Steckplatz X setzen, richtig herum nach Aufdruck (Pin EN zu EN). Falsch herum zerstört ihn das beim Einschalten.
- 4 Das Motorkabel an den 4-Pin-Stecker X.
- 5 Das Netzteil 12 V an die Schraubklemme des Shields. **Plus und Minus prüfen.**
- 6 USB vom Uno zum PC.

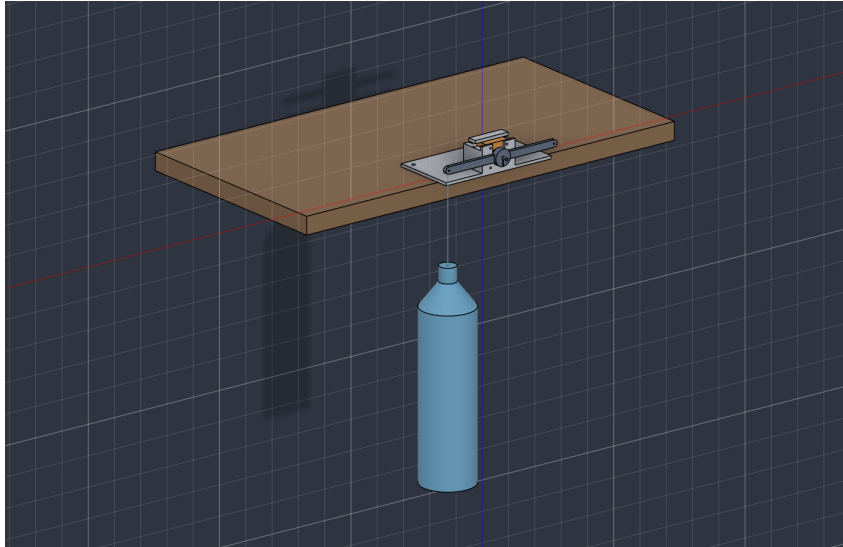
Schritt 7: Strom einstellen und Wärmetest

- 1 Das Netzteil einschalten.
- 2 Mit dem Multimeter die Spannung zwischen dem Poti des A4988 und GND messen (Vref).
- 3 Mit einem kleinen Schraubendreher auf den Wert für **1,0 A** drehen. Welcher Wert das ist, hängt vom Widerstand ab, der auf dem Treiber aufgedruckt ist:

Aufdruck auf dem Treiber	Vref für 1,0 A
R100	0,80 V
R050	0,40 V
R200	1,60 V

Wärmetest: Im G-Code-Sender verbinden (115200 Baud), dann **\$1=255** senden und **G91 G0 X1**. Der Motor bleibt jetzt bestromt. 5 Minuten warten. Wird der A4988 so heiss, dass man ihn nicht anfassen kann, oder lässt der Motor zwischendurch los, braucht es einen Kühlkörper oder Lüfter.

Schritt 8: Aufstellen



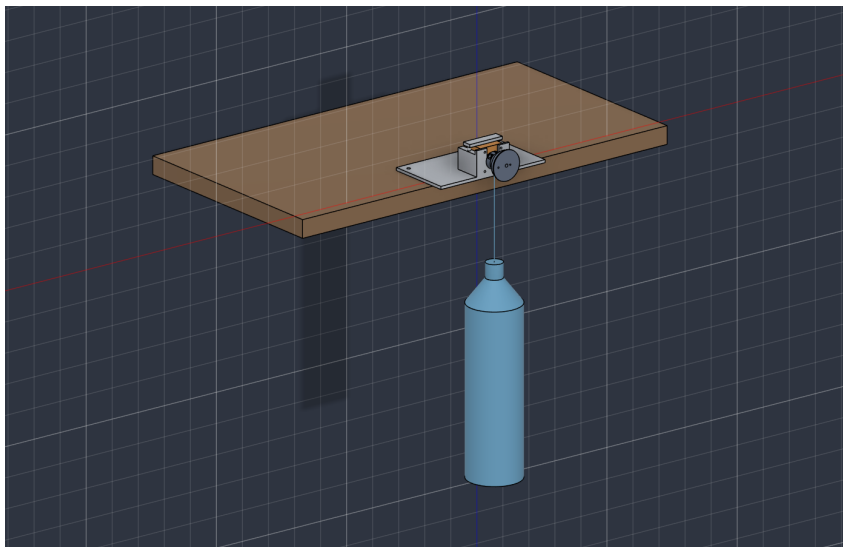
Aufstellung an der Tischkante, Test A

- 1 Die Grundplatte so auf den Tisch legen, dass ihre Vorderkante (Seite mit Welle und Balken) **20 mm über die Tischkante** ragt.
- 2 Hinten mit der **Schraubzwinge** durch eines der zwei Löcher festmachen. Ohne Zwinge: mindestens 4 kg Bücher hinten auf die Platte legen und zusätzlich mit der Hand drücken.
- 3 Ein Tuch oder einen Karton unter die Stelle legen, wo die Flasche hängt.

Schritt 9: Last anhängen

Test A (Haltemoment): eine Schnurschleufe durch das Loch am Ende des Waagebalkens (100 mm von der Welle) und die Flasche fest am Hals anbinden.

Tests B und C (Seilwinde): den Waagebalken abnehmen und die Seiltrommel genauso aufklemmen (Schritt 5). Die Schnur durch das radiale Loch der gewünschten Stufe und das axiale Loch nach aussen fädeln, unter dem Aussenflansch verknoten und **einlagig nebeneinander** aufwickeln.



Seiltrommel mit Flasche, Test B

Der Prüfstand ist fertig. Weiter geht es mit den Messungen in docs/motorvermessung.md (Test A, B und C mit Protokoll).