



# Stark wie eine OX

## Stabile Portalfräse OX-CNC selbst bauen

**Die OX-CNC aus der Open-builds-Community ist eine stabile Portalfräse zum Selberbauen. Die Konstruktion mit Rollen in Aluminiumprofilen, Nema-23-Motoren und GT3-Riemen ist stark und stabil genug für flottes Fräsen in Hartholz, Alu und Verbundmaterial. Wir haben sie gebaut.**

Von Pina Merkert

**P**ortalfräsen für Profis kosten meist über 10.000 Euro. Kein Wunder, dass Hobby-Ingenieure solche Preise mit selbst

gebauten Maschinen unterbieten möchten. Die Mostly Printed CNC [1] lässt sich bereits für 650 Euro aufbauen, allerdings mit Motoren und Riemen in 3D-Drucker-Stabilität. Die von Mark Carew und der Open-builds-Community entwickelte OX-CNC kommt Profifräsen dagegen erstaunlich nah, weil sie wie die meisten Profi-Fräsen ein maximal versteiftes Portal verfährt und alle Rahmenteile aus Metall bestehen.

Sie nutzt kräftige Nema-23-Schrittmotoren, fünf Millimeter dicke Aluplatten und sechs Zentimeter hohe Aluprofile für den Rahmen sowie spielfreie GT-3 Riemen für den Antrieb. Riemen und Schrittmotoren sind eine Nummer größer als bei 3D-Druckern. X- und Y-Achse laufen auf Rollen in den Einkerbungen der Profile, bei der Anzahl der Rollen übertrifft die OX den 3D-Drucker „Ender 3“ aber um Faktor 3.

Viel stabiler als die OX lässt sich eine Portalfräse mit solchen Standardteilen gar nicht aufbauen. Wer für Hartmetall eine noch stabilere Maschine braucht, müsste sie wohl mit Stahlrahmen und Kugellaufrspindeln bauen, was erheblich teurer wäre.

Wie groß die OX wird, darf man vor dem Bau selbst entscheiden. Wir haben uns für eine Fräse mit 75 Zentimeter Breite und 100 Zentimeter Tiefe entschieden. Alle mechanischen Teile kauften wir für 750 Euro als Bausatz bei der Firma „Ooznest“, was die Bestellung einfach machte. Die OX besteht aber weitgehend aus Standardteilen für den Anlagenbau, einzig die im Bausatz mitgelieferten 5-mm-Aluplatten müssen nach den frei verfügbaren Konstruktionszeichnungen hergestellt werden. Aber auch die Aluplatten gibt es als Teilesatz, beispielsweise beim portu-

giesischen Versender „RatRig“ (siehe [ct.de/ydke](http://ct.de/ydke)). Die 750 Euro unseres Bausatzes kann man durchaus unterbieten, wenn man die Teile von den günstigsten Händlern bestellt.

750 Euro reichen aber leider nicht für eine ganze Maschine, da der Bausatz nur Profile, Verbinder, Schrauben, Rollen, Riemen und Motoren enthält. Dazu kommen vier Schrittmotortreiber, ein Arduino Mega, Energieketten, Kabel, Endschalter und nicht zuletzt auch ein Fräsmotor. Wir haben letztlich 1200 Euro ausgegeben, weil wir die Fräse auch auf eine stabile Siebdruckplatte auf einem rollenden Ikea-Schrank namens „Enhet“ geschraubt haben. Den Bau unserer OX-CNC haben wir in elf Videos auf YouTube dokumentiert.

### Bauvergnügen mit Bauanleitung

Ooznest stellt die Bauanleitung samt vollständiger Teileliste zum Download bereit (siehe [ct.de/ydke](http://ct.de/ydke)). Die Anleitung ist hervorragend! Wer Ikea-Schränke aufbauen kann, wird den mechanischen Teil mit dieser Anleitung hinbekommen. Wie beim Möbelschweden auch, kann man manche Teile seitenverkehrt zusammensetzen; da aber alles nur verschraubt ist, lassen sich Fehler leicht korrigieren. Wir genossen den Bau wie bei einem großen LEGO-Modell für Erwachsene. Auf der letzten Seite der Anleitung kamen wir am dritten Samstag an.

Nach dieser Zeit steht der Rahmen, und die Riemen samt Schrittmotoren sind installiert. Wir empfehlen, danach direkt an die Aufstellung der Fräse in der Werkstatt zu denken. Für maximale Stabilität greifen die Aufhängungen des Portalchlittens nämlich um die Profile herum, sodass man seitlich an die Rahmen nichts anschrauben kann. Setzt man die Fräse sofort auf eine Platte, kann man die Elektronik und die Befestigungen für die Energieketten an diese Platte anschrauben. Für unseren Schrank unter der Platte konnten wir also direkt mit der Ikea-Anleitung weiterbauen.

### Verdrahtung

Die Verdrahtung dauert länger als der Zusammenbau der gesamten Mechanik. Die starken Schrittmotoren könnten herumhängende Kabel leicht abscheren, weshalb man die Kabel von Anfang an in Energieketten unterbringen sollte. Wie man die Ketten am Rahmen anbringt, erklärt die Anleitung leider nicht. Wir haben Winkelprofile aus Alu in zwei Größen bestellt und uns für die Befestigungen passende Stücke

abgesägt. Wer Geduld hat, kann dafür aber auch den 3D-Drucker anwerfen. Die Energieketten müssen nämlich keine großen Kräfte aufnehmen.

Die Anschlusskabel der Schrittmotoren müssen bis zu 2,8 Ampere über mehr als zwei Meter transportieren. Vieradrige Kabel mit 0,75 mm<sup>2</sup> pro Ader sollten reichen. Ideal ist spezielles Energiekettenkabel, wir haben, um Geld zu sparen, flexibles Saunakabel mit Silikonmantel verwendet. Kabel dieser Dicke verlangen nach mindestens vier Zentimeter breiten Energieketten.

Die Anschlusskabel der Motoren enden bei uns an Schrittmotortreibern vom Typ TB6600 mit maximal 4A. Die Treiber kommen im Alugehäuse mit Anschlussklemmen, was die Verdrahtung vereinfacht. Mit den wesentlich kleineren Treibern für 3D-Drucker laufen die Motoren auch, allerdings liefern die meisten der steckbaren Platinchen nicht genug Strom, um die Motoren auszureizen. Wer wegen des ruhigeren Laufs auf die Mini-Treiber schießt, sollte auch einen Blick auf die MKS SERVO57A werfen, die den Schrittmotor als Servomotor betreiben. Laufruhige Schrittmotoren nutzen bei einer Fräse allerdings wenig, da der Spindelmotor alles übertönt, sobald er läuft.

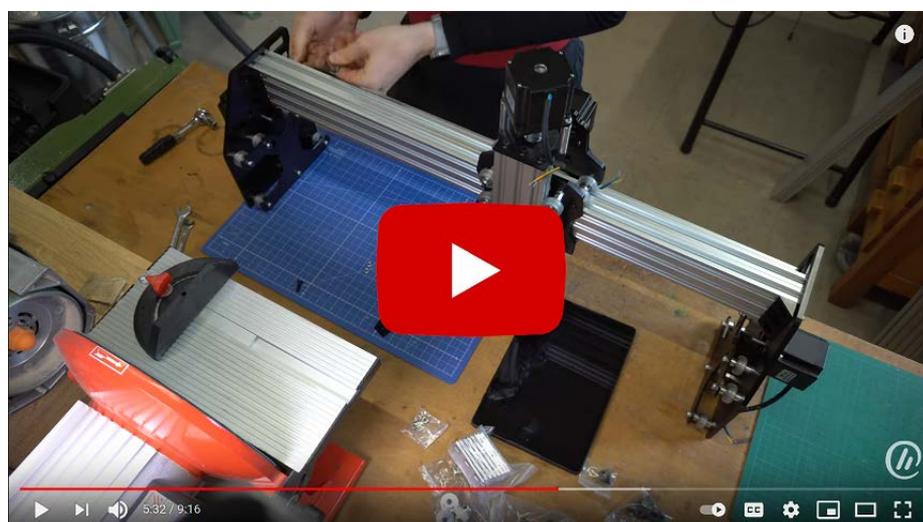
Auch wenn eine Portalfräse ohne Endschalter funktioniert, empfehlen wir, sofort einen für jede Achse zu installieren. Denn nur mit Endschaltern kann man beispielsweise nach einem Nothalt die gleiche Position nochmal exakt anfahren. Wir haben Mikroschalter an 3D-gedruckten Haltern (STL-Dateien finden Sie über

[ct.de/ydke](http://ct.de/ydke)) verwendet, die wir mit Koaxialkabeln verdrahtet haben. Leider kann es elektromagnetische Einstreuungen in die Kabel geben, was dazu führt, dass die Fräse abrupt stoppt. Von der alten BNC-Verkabelung war noch etwas übrig und die geschirmten Kabel sollten induktive Einstreuungen reduzieren. Wichtiger als geschirmte Kabel ist es aber, offen leitende Endschalter zu verbauen. Wenn die Maschine fährt, fließen Ladungen dann nämlich ab. 100nF-Kondensatoren sollen als weitere Maßnahme Spannungsspitzen abflachen. Trotz aller Vorsicht beobachteten wir hin und wieder Abbrüche durch fälschlich ausgelöste Endschaltersignale. Wir mussten den Nothalt beim Anfahren des Endstops letztlich deaktivieren.

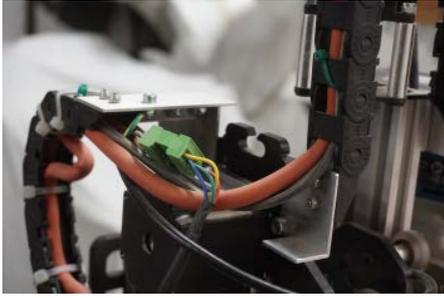
### Doppelcomputer

Die Ansteuerung der Motoren übernimmt ein Arduino Mega mit der verbreiteten Fräsen-Firmware GRBL. GRBL läuft auch auf einem Arduino Uno, der Fork für den Mega (siehe [ct.de/ydke](http://ct.de/ydke)) nutzt den zusätzlichen Speicher aber für eine bessere Planung der Bewegungen. Für die Verdrahtung ziehen Sie das Pinout im Git-Repository der Firmware zurate. Wir haben uns das Leben mit einer Lochrasterplatine in passender Größe – verkauft als „Experimentier-Hat“ – leichter gemacht, die jede Menge Platz für Stecker bietet.

Den Arduino haben wir an den USB-Anschluss eines Raspberry Pi 4 gehängt, auf dem wir Cnc.js installiert haben. Was Octoprint für 3D-Drucker, ist Cnc.js für Fräsen: ein Webinterface, um die Fräse mit jedem Gerät im Heimnetz steuern zu können.



Wie wir unsere OX-CNC gebaut haben, erzählen elf Videos, die Sie über diesen Link finden: [ct.de/ydke](http://ct.de/ydke).



**Für die Befestigung der Energieketten gibt es ausreichend viele ungenutzte Löcher in den Aluplatten. Wie die Halter aussehen sollen, muss man sich aber selbst überlegen.**

### Fräsmotor

Wenn die Achsen schön verfahren, fehlt nur noch der Fräsmotor. Wir haben eine Oberfräse von Makita verwendet. Es gibt ein gleichwertiges Modell von DeWalt mit leicht unterschiedlichem Durchmesser. Beliebte sind auch die etwas stärkeren Motoren von AMB Elektrik (ehemals Kress) oder wassergekühlte Spindeln mit bis zu 2000 Watt von diversen chinesischen Herstellern. Auch wenn die Rahmensteifigkeit der OX möglicherweise Vorschübe zulässt, die auch eine 2kW-Spindel ausreizen, sollten Sie überlegen, ob Sie das wirklich brauchen. Während die Industrie stets auf Zeit optimiert, sind Ihnen im Hobbybereich saubere Oberflächen vermutlich wichtiger als eine gesparte Minute.

Uns reichte die Leistung der günstigen Oberfräse. Auf eine Drehzahlstellung durch die Firmware haben wir einfach verzichtet: Bevor es losgeht, schalten wir den Fräsmotor per Hand ein und drehen das Drehrad an der Oberfräse auf die gewünschte Drehzahl. Bei Holz sind die maximal möglichen 30.000 Umdrehungen pro Minute meist angemessen, bei Metall wäre es für Fräser mit sechs Millimetern oder mehr wünschenswert, langsamer als die minimalen 10.000 Umdrehungen zu können. Der Motor ist ein Kompromiss.

Als Aufnahme haben wir für 35 Euro eine Klemme aus gegossenem Aluminium verbaut. Rückblickend hätte eine 3D-gedruckte Klemme wohl für weniger Geld ebenso gut gehalten. Bei der hätten wir auch nicht zwei Aluplatten mit mehreren Bohrungen als Adapter und Abstandshalter dazwischensetzen müssen. Für das hypothetische Druckteil haben wir aber keine Erfahrungswerte, das Aluteil über-

zeugt mit perfekter Steifigkeit und leitet zudem Wärme ab.

### Erweiterungen

Nach elf Samstagen war unsere OX-CNC betriebsbereit und hatte gerade ihre Opferplatte plan gefräst. Sobald der Regelbetrieb losgeht, entstehen aber auch Begehrlichkeiten: Nervöse Gemüter dürften auf einen Notschalter Wert legen – GRBL sieht zum Pausieren einen Pin am Arduino vor. Wer Werkzeugwechsel im G-Code einbaut, wünscht sich bald eine Tastplatte, für die ebenfalls ein Pin am Arduino bereitsteht. Außerdem ist nicht zu unterschätzen, mit wie viel Schwung die Fräser Späne aus dem Werkstück schleudern. Wir fanden einige Späne mehr als zwei Meter von der Fräse entfernt. Wer nicht die ganze Werkstatt mitsamt der Riemen und Rollwege der Fräse mit Spänen bedecken möchte, wünscht sich eine Absaugung. Üblich sind da Absaugschuhe, die mit Borsten einen Raum um den Fräser schaffen, aus dem der Staubsauger die Späne saugt. Eine gute Spanabfuhr erlaubt auch größere Vorschübe und glattere Oberflächen.

### Fazit

Die OX-CNC ist ein vergnügliches Bauprojekt und eine solide Fräse für alle Arten von Holz. Metallverarbeitung ist möglich, allerdings nicht mit den beim Fräserkauf empfohlenen Vorschüben. Wer behutsam vorgeht, kann aber gute Ergebnisse erzielen. Die Aluplatten für eine weitere OX-

CNC kann die Maschine auf jeden Fall herstellen. Wenn Sie jeden Samstag ein paar Stunden an der Fräse bauen, ist sie nach drei Monaten betriebsbereit.

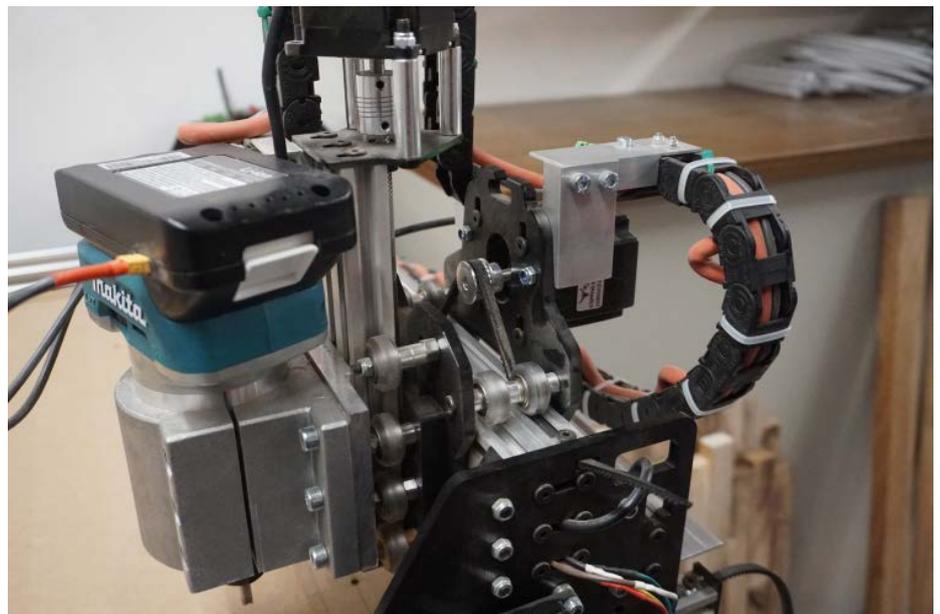
Bedenken Sie bei der Planung von Projekten, dass, nachdem Sie die Opferplatte aufgeschraubt haben, nur noch etwa sechs Zentimeter Verfahrenhöhe unterm Portal frei ist. Die Hälfte davon ist die Fräserlänge, weshalb Sie in der Praxis auf maximal drei Zentimeter dickes Material festgelegt sind. Mit einer tiefer positionierten Opferplatte fräst die OX auch dickere Bretter, allerdings geht das auf Kosten der Stabilität der Z-Achse, die dann weit ausfahren muss.

Wer die Maschine hobbymäßig einsetzt, verbringt vermutlich bis zu zehn Mal so viel Zeit vor CAD- und CAM-Software wie vor der Fräse. Unterschätzen Sie nicht, wie viel Einarbeitung eine CNC-Fräse braucht. Erfahrungen aus dem 3D-Druck sind nur bedingt übertragbar, da Sie Schnittgeschwindigkeiten, Schnitttiefe, Fräsmuster und Fräserauswahl per Hand festlegen müssen. Die OX hat aber mechanisch die nötigen Reserven für anspruchsvolle CNC-Projekte. (pmk@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Jan Mahn, CNC für alle, Mostly Printed CNC: Eine Portalfräse selbst ausdrucken, c't 6/2021, S. 154

**Videos, Anleitung, Verdrahtung, Firmware: [ct.de/ydke](http://ct.de/ydke)**



**Die gegossene Spindelaufnahme konnten wir von der Stange kaufen – ein 3D-gedruckter Halter hätte auch gereicht.**