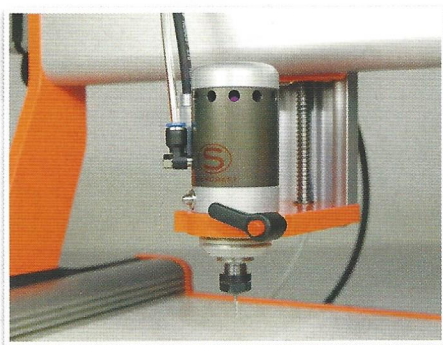




Bild: Stepcraft GmbH & Co. KG



STEPCRAFT-2/600

Universelles Desktop-CNC-/3D-System für den Modellbau

Teil 1: Aufbau und Fräsfunktion

Bei der STEPCRAFT-2/600 handelt es sich um eine kompakte, platzsparende Maschinenkonstruktion, die gleich drei Funktionen in einem Gerät vereint: Fräsen, 3D-Drucken und Heißschneiden. Besonders die ersten zwei genannten Einsatzbereiche machen das Multitalent zu einem interessanten Kandidaten für den heimischen Modellbaukeller, der sowohl als Bausatz als auch Fertigsystem erhältlich ist. Daniel Klüh, der bereits jahrelange Erfahrung mit 3D-Druck- und CNC-Systemen vorweisen kann, hat das vielversprechende Desktop-CNC-/3D-Druck-System aufgebaut und geht in seinem ersten Teil des Beitrags auf den Aufbau und die Fräsfunktion der STEPCRAFT-2/600 ein.

Wir als Modellflieger (bzw. -bauer) haben immer wieder die gleichen Probleme: Entweder es geht etwas kaputt und man muss entsprechende Ersatzteile kaufen, oder man baut einen Scale-Heli und es fehlen wichtige, originalgetreue Teile im Bausatz des Rumpfs. Nun hat man bei beiden obigen Problemen zwei Optionen: Zum einen kaufen der Teile – sofern diese für das Scale-Modell irgendwo erhältlich sind – und zum anderen die Option »selber machen«. Für letzteres gibt es mittlerweile eine

ganze Reihe netter Hilfsmittel, die einen Grund geben, die gute alte Laubsäge in der Schublade zu lassen, bzw. auf einen aufwendigen Formenbau zu verzichten.

Hier ist mit Sicherheit an erster Stelle der 3D-Drucker zu nennen, mit dessen Hilfe schnell und präzise Teile hergestellt werden können – vorausgesetzt, man kann mit ei-

nem CAD-Tool umgehen. Für Teile, die nicht mit einem 3D-Drucker gefertigt werden sollten bzw. können, gibt es die Fräsen. Die Stepcraft 600 ist beides:

Fräse, 3D-Drucker – und Heißschneider, Letzteres ist für die Heli-Gilde aber eher weniger von Interesse. Bevor die STEPCRAFT eingesetzt werden kann, steht zuerst der Zusammenbau an. Angenehmer Nebeneffekt dieser notwendigen Arbeiten: Man erlernt zwangsläufig während der Montage, wie die CNC-Fräse funktioniert!



Alle Teile werden sorgfältig verpackt zum Kunden geliefert. Die Vielzahl an Teilen sieht allerdings schlimmer aus, als es später beim Zusammenbau ist.

Erste Sichtung

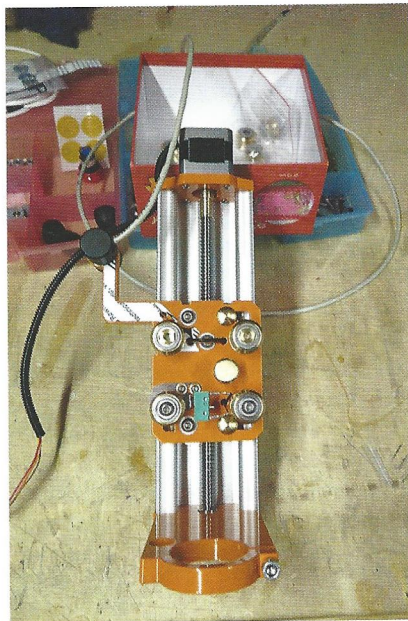
Der Bausatz der STEPCRAFT 600 kam in insgesamt drei relativ großen Paketen bei mir an. In den ersten beiden waren alle Teile enthalten, die für den Aufbau der eigentlichen Fräse inkl. Mechanik und Elektronik benötigt werden. Im letzten Paket waren die bestellte Spindel, der Umbausatz für die 3D-Druck-Funktion und zu guter Letzt der Heißschneider enthalten.

Kurz zur Verpackung der einzelnen Komponenten: Alles ist sicher und strukturiert verpackt, so dass während des Transports nichts beschädigt wird. Für den Aufbau des Rahmens der Fräse werden also nur das erste und zweite Paket benötigt; und natürlich die Anleitung. Diese umfasst insgesamt 15 Bauabschnitte und ist – soviel vorweg – als vorbildlich zu bezeichnen! Jeder Bauabschnitt ist auf Basis von vielen Grafiken aufgebaut, jedes kleine wichtige Detail ist aufgeführt. Liest man die Seiten aufmerksam durch, kann man während des Zusammenbaus der STEPCRAFT eigentlich nichts falsch machen. In der Anleitung ist an vielen Stellen ein QR-Code hinterlegt, der auf ein passendes, detailliertes Bauvideo verlinkt.

Hier merkt man, dass sich der Hersteller sehr viel Mühe gegeben hat, typische Baufehler zu erraten und diese mit gesonderten Hinweisen zu unterbinden. Man kann also im Vorfeld sagen: Jeder, der einen Heli zusammenschrauben kann, ist in der Lage, eine hundertprozentig funktionierende Fräse aufzubauen.

Zusammenbau

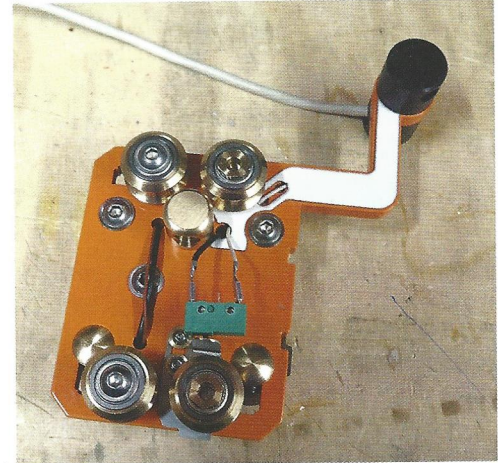
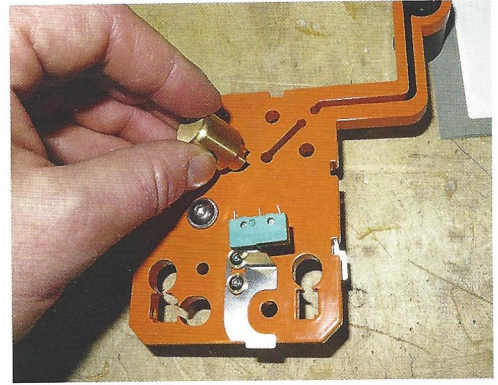
Nun aber zum eigentlichen Aufbau der Maschine. Ich möchte an dieser Stelle nicht jeden einzelnen Bauschritt niederschreiben,



Die montierte X-Z-Einheit in der Z-Achse ist absolut spielfrei und trotzdem leichtgängig. Auf der unteren Platte wird später die Spindel eingesetzt; der Schrittmotor für die Z-Achse ist bereits montiert.

sondern lediglich auf Besonderheiten eingehen. Auf den ersten Seiten der Anleitung ist eine gesonderte Auflistung aller Bauteile abgedruckt, so dass man bei Bedarf aus den einzelnen Bauabschnitten nachschauen kann, um welches Teil es sich handelt; sogar an eine 1:1 Darstellung der enthaltenen Schrauben wurde gedacht.

Begonnen wird mit dem X-Achsen-Wagen. Alle Kabel und Endschalter sind natürlich enthalten. In der Anleitung wird auch beim Einbau der Schalter bzw. Endschalterbleche darauf hingewiesen, dass Metall, das sich auf Metall bewegt, geölt werden sollte. Eigentlich selbstverständlich, aber für den Käuferkreis, der zum ersten Mal eine Fräse zusammenschraubt, ein sinnvoller Hinweis. Ich habe aus Macht der Gewohnheit viele der Schraubverbindungen zusätzlich mit Schrau-



Montage der X-Z-Einheit: Jeder Schritt ist in der Anleitung sehr gut dargestellt; alle Kabel sind strukturiert verlegt. Das türkisfarbene Gebilde ist ein Endschalter.

bensicherungslack Mittelfest gesichert. Muss vermutlich nicht sein, hat sich aber bei den zuvor montierten Fräsen bewährt.

Kleiner Tipp noch zu den Klemmschuhen an den Kabeln der Referenzschalter: Diese sollten vor dem Aufschieben auf die Kontakte leicht auseinander gebogen und danach vorsichtig wieder zusammengedrückt werden. Die Kontakte sind sehr eng und man läuft ansonsten Gefahr, die Kontakte auf den Referenzschaltern abzubrechen. Die Kabel sind allesamt sehr kurz, passen aber bei korrekter Verlegung genau in die Nuten der Bauteile – somit kann kein Kabelsalat entstehen. Nachteil dabei ist, man muss sich wirklich an die Anleitung zur Verlegung halten, sonst sind die Kabel nachher zu kurz. Aber auch an dieser Stelle kann ich nur wiederholen: Die Verlegung der Litzen ist so detailliert beschrieben, dass man keinerlei Fehler machen kann!

Beim Durchfädeln und anschließendem Zusammendrücken der Kabelsammler an der X-Achse habe ich allerdings eine Litze direkt beschädigt, da es teilweise beim Verlegen »sehr kurz« zugeht. Hier sollte man konzentriert herangehen.

Gleiches gilt auch für die Ausrichtung der Z- und X-Spindelmutter mit den entsprechenden Gewindestangen: In der Anleitung ist in mehreren Schritten genau beschrieben



Statt des mitgelieferten Kabelschlauchs habe ich Spiralschlauch (oben) verwendet – hält genauso gut, ist aber deutlich einfacher aufzufädeln.



Montage des Unterbaus: Die beiden Y-Führungen sind montiert und mit einem Schrittmotor versehen.

und mittels Grafiken verdeutlicht, dass man die Gewindestangen genau in diesem Bauabschnitt ausrichten soll. An solche Empfehlungen oder besser Anweisungen sollte man sich unbedingt halten! Hier handelt es sich nicht um eine gut gemeinte Empfehlung, sondern diese Schritte sind genau an dieser beschriebenen Stelle absolut notwendig, möchte man am Ende eine zuverlässig funktionierende Stepcraft vor sich stehen haben! Auch hier kann ich nur abermals auf die sehr guten, ergänzenden Videos verweisen!

Für den kompletten Aufbau der X-Z-Einheit habe ich, bei sorgfältiger Kabelverlegung, gut 90 Minuten benötigt – allerdings handelt es sich bei mir auch nicht um den ersten Bauabsatz einer Fräse.

Übrigens sollte man auch die Anweisungen in der Anleitung beachten, die das Festziehen von Schrauben anbelangt: Wenn ein Viertel Umdrehungen angegeben sind, sollte man die Schraube auch ein Viertel Umdrehungen einschrauben – in diversen Foren las ich immer wieder, dass darauf nicht geachtet wurde und man sich hinterher wunderte, dass irgendetwas nicht mehr funktionierte. An einigen Stellen habe ich dennoch die vor-

gesehenen Wellen- gegen Spiralschläuche ausgetauscht. Diese fixieren die Litzen ebenso gut, sind aber deutlich flexibler und einfacher aufzufädeln.

Nachdem die X-Z-Einheit fertig gestellt und mit Schrittmotoren versehen war, ging es mit dem Bau der beiden Portalseiten weiter. Die Montage verlief unspektakulär und war zügig fertiggestellt. Bei der Portalmontage, also dem Einschieben der Z- in die X-Einheit ist allerdings etwas Vorsicht geboten, da die Schnitte der Träger zwar sehr präzise, aber auch scharfkantig sind – was meine Hand leidvoll erkennen musste. Nach ärztlicher Erstversorgung meiner Hand mussten nur noch ein paar Kabel verlegt und verkleidet werden. Fertig war die fahrbare Fräseinheit – und das nicht einmal nach knapp drei Stunden.

Der nächste Bauabschnitt befasste sich mit der Basis der STEPCRAFT, der Y-Achse. Bei einigen Bauschritten hat man ein Déjà-vu-Erlebnis, da sich Teile der Montage ähneln, was den weiteren Zusammenbau natürlich deutlich vereinfacht. Etwas aufpassen muss man allerdings bei Schritt 6.5, da die beiden Seitenführungen der Y-Achse mit den beiden Frontplatten verschraubt werden müssen. In

Bauabschnitt 5 sind diese Seitenführungen nämlich an den Portalseiten ausgerichtet worden und somit auf rechts und links getrimmt; sie sollten daher beim Verschrauben nicht vertauscht werden. Eine kleine Schwachstelle in der sonst vorbildlichen Bauanleitung, denn hier sollte die Seite gekennzeichnet sein.

Nachdem nun Bodenblech und Maschinenfront verschraubt waren, kam sogleich der nächste Bauabschnitt: die mechanische Endmontage. Dabei wird das Portal in die Y-Schienen geschoben und mit den Gewindestangen verbunden. Auch an dieser Stelle sollten die Hinweise zur genauesten Ausrichtung und Spielfreiheit ernst genommen werden. Zu guter Letzt wurde noch der Zahnriemen für den Antrieb der Y-Achse montiert und leicht gespannt – ein nachfolgendes Prüfen und Ausrichten der Y-Achse ist obligatorisch.

Mechanisch war die STEPCRAFT 600 nun fertig aufgebaut, was noch fehlte, war die Elektronik. Hier habe ich die Version mit dem Parallelinterface genommen, da ich seit Jahren auf LinuxCNC setze. Nachdem das Interface auf die Hauptsteuerplatine



Die Montage des Portals mit der eingesetzten X-Z-Einheit.

Die vier Führungsrollen für die Y-Achse im Detail.



aufgesetzt war, wurde diese am Unterboden der Fräse verschraubt und war bereit für die Verkabelung. Besonders das Kabel für den Not-Aus-Schalter war relativ kurz geraten, die Kabel der Referenzschalter mussten dagegen gekürzt werden, um keinen unnötigen Kabelsalat zu produzieren. Nach dem Kürzen sollten die Litzen verzinkt werden, damit diese aus den Kabelklemmen der Platine nicht herausrutschen können. Vor-sichtshalber sollten die Kabelschuhe, die auf die Referenzschalter gesteckt werden, auf Kontakt geprüft werden.

Mit der Montage der Auflageplatte war die Maschine dann bereit, um eingestellt und getestet zu werden. In der Anleitung ist geschil-dert, wie dies zwecks genauer Ausrichtung aller Komponenten zu geschehen hat – auch danach sollte man vorgehen, damit die STEPCRAFT einwandfrei funktioniert. Dafür müssen einige Schrauben der Fräse gelöst und die jeweilige Achse mittig gefahren werden. Wenn dies durchgeführt ist, können alle Schraubverbindungen wieder festgedreht werden.

Verwendete Software

Von STEPCRAFT kann unter anderem ent-weder die Software UCCNC als Maschinen-steuerung bezogen werden, oder man setzt auf seine eigene, favorisierte Software. Hier wäre zum Beispiel Estlcam (estlcam.de) möglich, oder, wie bereits erwähnt, Li-nuxCNC. Letzteres setze ich bei meinen Frä-sen ein, daher war dies meine erste Wahl. Ich wollte mich eigentlich nicht an eine neue Software gewöh-nen, zudem kannte ich den Ablauf der Konfiguration der Maschinenparame-ter genau. Nichts-destotrotz habe ich mir auch die UCCNC-Software angeschaut, da die-se in Verbindung mit der STEPCRAFT als All-in-One-Lösung bezogen werden kann.

Im Gegensatz zu LinuxCNC kann UCCNC direkt auf

AUF EINEN BLICK

gefallen hat:

- Erstklassige Verarbeitung aller Komponenten
- Vorbildliche Anleitung inkl. Video-Ergänzungen
- Einfach auch von ungeübten Modellbauern montierbar
- Vielfältige Ausstattungsmöglichkeiten der Maschine mit Sonderzubehör
- Vollständige Ausstattung
- Günstiger Preis für die hervorragende Qualität

nicht ganz überzeugen konnte:

- Kabelschläuche teilweise etwas fummelig

dem Windows-Rechner installiert werden. Dazu gibt es einen komfortablen Installer bzw. genauer gesagt zwei, die eine bereits konfigurierte Software auf den Rechner bringen. Hierfür wird zuerst das Standard-Setup der UCCNC-Software gestartet; nach dessen Abschluss muss noch der zweite In-staller mittels Doppelklick gestartet werden. Fertig – damit werden direkt die für die Ma-schine passenden Profile und Einstellungen in UCCNC angelegt. Die Treiberinstallation erfolgt automatisch beim Einstecken des USB-Kabels mit angeschlossenem und mit-gelieferten Controller.

Die Software ist in deutscher Sprache, daher wird es auch Laien nach kurzer Lek-türe der mitgelieferten Anleitung möglich sein, die Maschine manuell zu steuern, den

TECHNISCHE DATEN

STEPCRAFT 600

Aufspannfläche (X Y)	432 x 680 mm
Arbeitsraum (X Y Z)	420 x 600 x 140 mm
Durchlasshöhe	175 mm
Verwindungssteifigkeit (20 N) X, Y, Z	0,09 – 0,13 mm
Wiederholungsgenauigkeit	± 0,05 mm
Programmierbare Auflösung	0,005 mm
Umkehrspiel	0,08 mm
Verfahrgeschwindigkeit	3.000 mm/min
Spindeln	Rundgewindespindel 10x3
Linearführungen	Aluminiumprofil (EN AW-6063 T66) mit Rollenführung
Antrieb	Schrittmotoren
Werkzeugaufnahme	Ø 43 mm (optional kleinere Durchmesser)
Gesamtmaße (LxBxH)	737 x 558 x 510 mm
Gewicht	19 kg
Arbeitsplatte	HPL
Eingangsspannung	100 – 240 V
Ausgangsspannung	30 V
Leistungsaufnahme	90 W
Schnittstelle	Parallel/USB
Preis Bausatz mit Parallelschnittstelle	€ 1259,01 (auch als USB-Version erhältlich)
Hersteller/Bezug	STEPCRAFT, www.stepcraft-systems.com

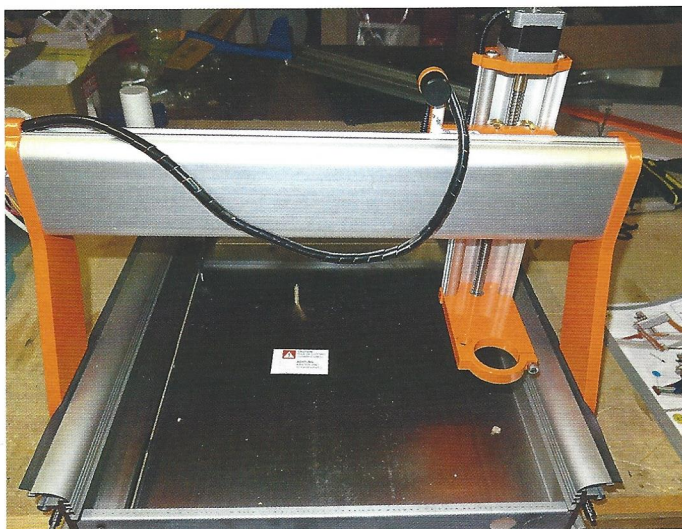
Werkstück-Nullpunkt zu setzen bzw. eine notwendige Referenzfahrt durchzuführen. Wenn man möchte, kann man bei UCCNC sehr stark in die Tiefe gehen – für die ers-ten Fräsarbeiten ist dies allerdings nicht nötig. Da der Anleitung auch sämtliche Ma-schinenparameter zu entnehmen sind, war die Einstellung von LinuxCNC allerdings ebenfalls sehr schnell vorgenommen und die Fräse konnte erstmalig in Betrieb ge-nommen werden.

Laut Anleitung sollten nun die einzelnen Achsen genau ausgerichtet werden, daher wurden alle Achsen entsprechend angefah-ren und die zuvor zu lösenden Schrauben wieder fest angezogen. Nach der Feinjusta-ge funktionierten alle Achsen bestens, selbst auf der langen Y-Achse konnte das Portal ohne Hänger oder gar Schrittverluste gefahren werden.

Wichtig ist, dass gemäß Anleitung die Ach-sen ordentlich mit dem mitgelieferten Fett geschmiert werden. Empfohlen wird zudem, die Achsen regelmäßig neu zu fetten – dafür gibt es in den Foren entsprechende Tipps, wie diese Wartungsintervalle in LinuxCNC in-teгриert werden können.

Nun musste nur noch die HF-Spindel mon-tiert werden. Da alle Teile perfekt aufeinander abgestimmt sind, war auch das Einsetzen der Spindel in die Aufnahme kein Problem.

Bei der Software ist es also wirklich dem Be-nutzer überlassen, was dieser zur Steuerung der Maschine (beim CAD und CAM sowieso) benutzt. Mit UCCNC bietet STEPCRAFT in



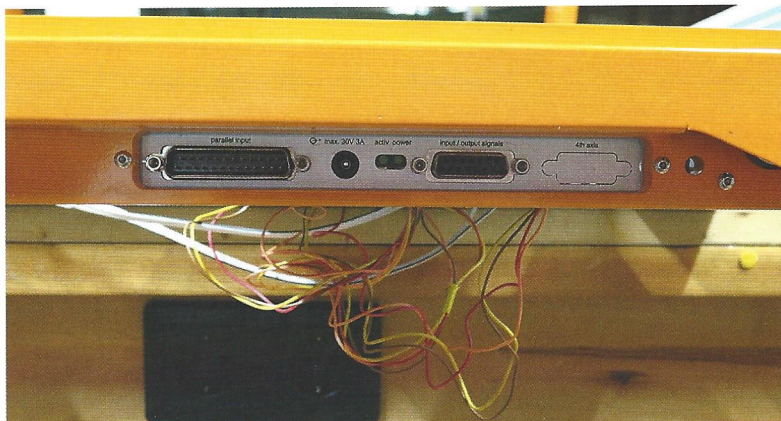
Das Portal sitzt bereits auf den Y-Ach-sen, allerdings noch ohne Elektronik.



Die Riemenumlenkung der Y-Achse. Selbst diese ist einfach zu montieren und auszurichten.



Zur Wartung aufklappbar: die Y-Achse. Die Kabel sind in einer Nut hinter den »Aufklebern« verschwunden.

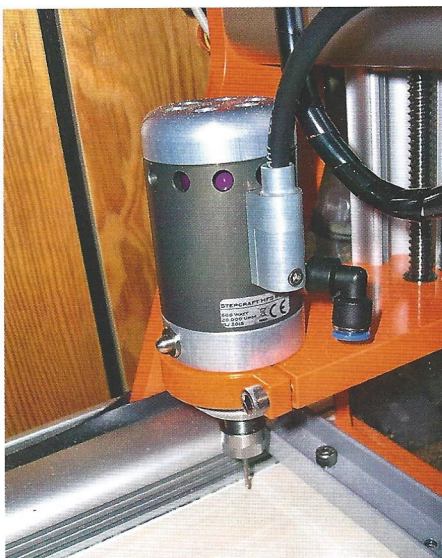


In der Anschlussblende an der Stirnseite der Maschine befindet sich der Parallelport für die direkte Verbindung mit LinuxCNC bzw. mit dem beiliegenden USB-Parallel-Adapter für UCCNC.

Verbindung mit der entsprechenden Maschine eine Art »Rundum-sorglos-Paket« an.

Erste Fräß-Versuche

Da jede Fräse anders ist, wurden nun alle getätigten Einstellungen mit einem Testobjekt überprüft. Ich bevorzuge für die ersten Versuche einen Smiley – wenn die Maschine korrekt funktioniert, hat man den lächelnden Smiley auf dem Arbeitsbereich liegen. Allerdings nutze ich bei einem Test nie direkt die Spindel mit einem Fräser. Ich habe mir angewöhnt, neben der Spindel zunächst einen Edding einzusetzen, der einen Durchlauf auf ein eingelegtes Blatt Papier zeichnet. So erkennt man z.B. Schrittverluste etc. oder man kann im schlimmsten Fall den Stift wegwerfen, anstatt Fräser und/oder Spindel, sollte zum Beispiel das Antasten bzw. der Nullpunkt der Z-Achse nicht passen. Gesagt, getan: Der Smiley wurde nach Festlegung der Werkstücknullpunkte korrekt und ohne Probleme während des Durchlaufs gezeichnet. Nun wurde die Spindel mit einem 2-mm-Fräser ausgestattet und der Smiley in zwei Durchläufen in ein 2-mm-Balsabrettchen ge-



Der montierte Fräskopf konnte in der Praxis überzeugen.

fräst. Das Ergebnis dieses ersten Tests sah schon mehr als vielversprechend aus!

Software

Wie bereits erwähnt, empfiehlt STEPCRAFT die Verwendung von UCCNC als Maschinensteuerung. Da man sich nicht unbedingt an etwas Neues gewöhnen will, wenn das bereits

vorhandene Tool bestens funktioniert, habe ich auf LinuxCNC gesetzt. Selbst wenn man mit dieser Software zuvor noch nicht gearbeitet hat, wird man sich schnell zurechtfinden – zumal sowohl im STEPCRAFT-Forum als auch bei Youtube viele Beiträge zum Einsatz dieser Kombination zu finden sind.

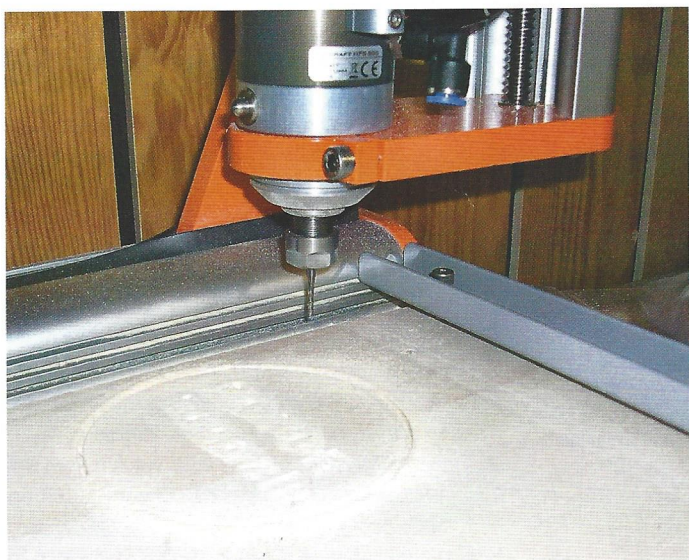
Seit Version 7 nutze ich allerdings auch für meine vorhandenen Fräsen das Tool Estlcam von Christian Knüll (estlcam.de), bei dem es sich ebenfalls um ein CAM-Programm handelt, das nicht nur den für die STEPCRAFT benötigten Maschinencode (gcode-Format) generieren, sondern auch direkt, mittels Nutzung eines billigen Arduino Uno, die Steuerung jeder Fräse übernehmen kann. Da es hier allerdings primär um den Test der STEPCRAFT geht, werde ich die Software Estlcam in einer der nächsten ROTOR-Ausgaben separat vorstellen. Primär geht es an dieser Stelle auch nicht um den Test entsprechender Steuerungssoftware, sondern um die STEPCRAFT 600-Fräse.

Fräsen der Testobjekte

Nun musste ein geeignetes Testobjekt her! Damit der Vergleich mit zuvor getesteten Fräsen stattfinden kann, sollte es sich um die gleiche Basis handeln, sprich gleiches CAD-File. Hierzu wurde wieder mein bewährtes Senderpult für die Taranis X9D hervor gekramt. Die Datei im dxf-Format wurde in Estlcam geöffnet

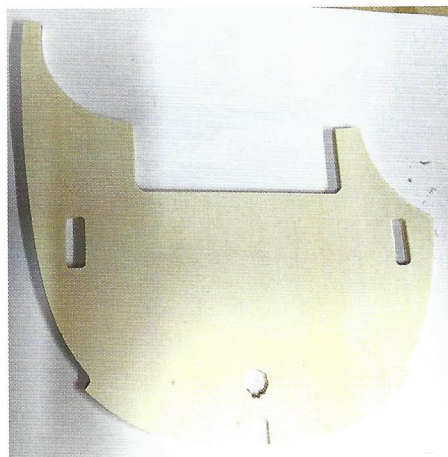
und für eine Weiterverarbeitung in LinuxCNC vorbereitet. Dazu wurden die Fräsbahnen mit Vorschub, Eintauchtiefe etc. angelegt.

Estlcam verfügt über Profile, wobei eines direkt für LinuxCNC vorhanden ist. In der Steuerungssoftware der Fräse braucht das erstellte Fräsprogramm nur noch



Ein Testemblem mit dem ROTOR-Schriftzug entsteht.



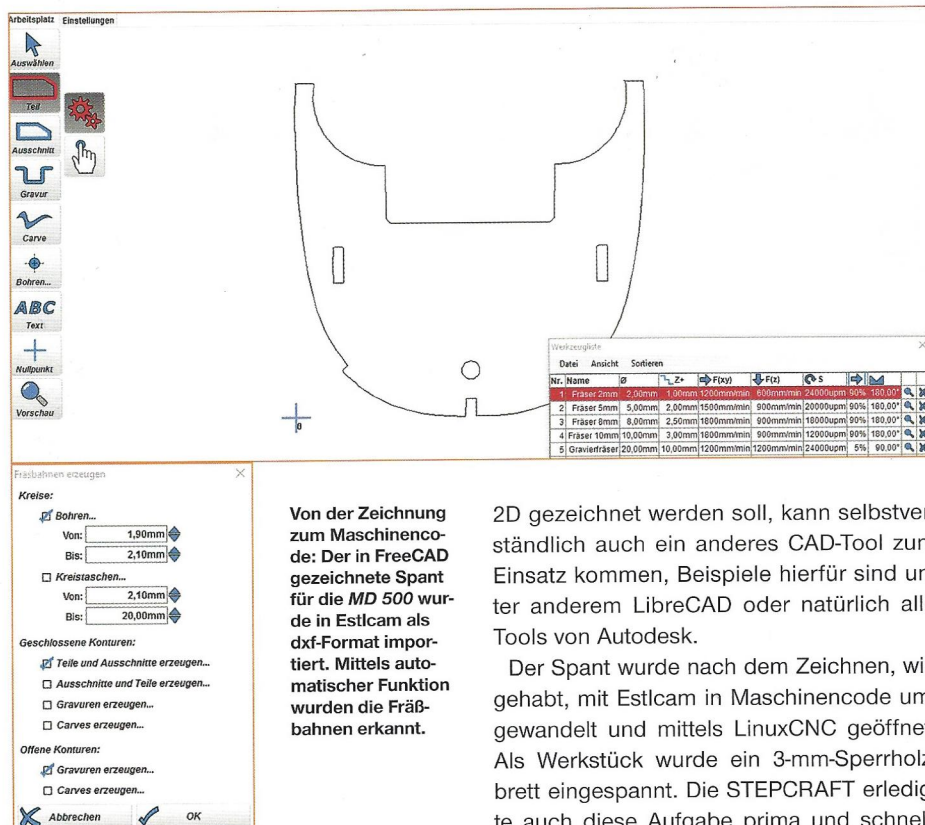


Ein weiteres Werkstück war ein Spant für meine MD 500E in 450er Größe. Auch hier wurden alle Kanten passgenau und sauber gefräst.

geöffnet und der Werkstücknullpunkt eingestellt werden, danach kann es auch schon losgehen.

Die Spindel vorsichtshalber auf maximale Geschwindigkeit eingestellt, begann die Stepcraft ihre Runden über dem Werkstück zu ziehen. Nach ein paar Minuten war die Grundplatte fertig! Das Resultat konnte sich sehen lassen: absolut gradfrei und präzise gefräst! Das war das bisher beste Ergebnis, das eine Testfräse zustande gebracht hatte – und auch das schnellste!

Als nächstes folgte ein zusätzlicher Spant für meine in ROTOR 6/15 vorgestellte MD-500E in 450er Größe. Aus Stabilitätsgründen



Von der Zeichnung zum Maschinencode: Der in FreeCAD gezeichnete Spant für die MD 500 wurde in Estlcam als dxf-Format importiert. Mittels automatischer Funktion wurden die Fräsbahnen erkannt.

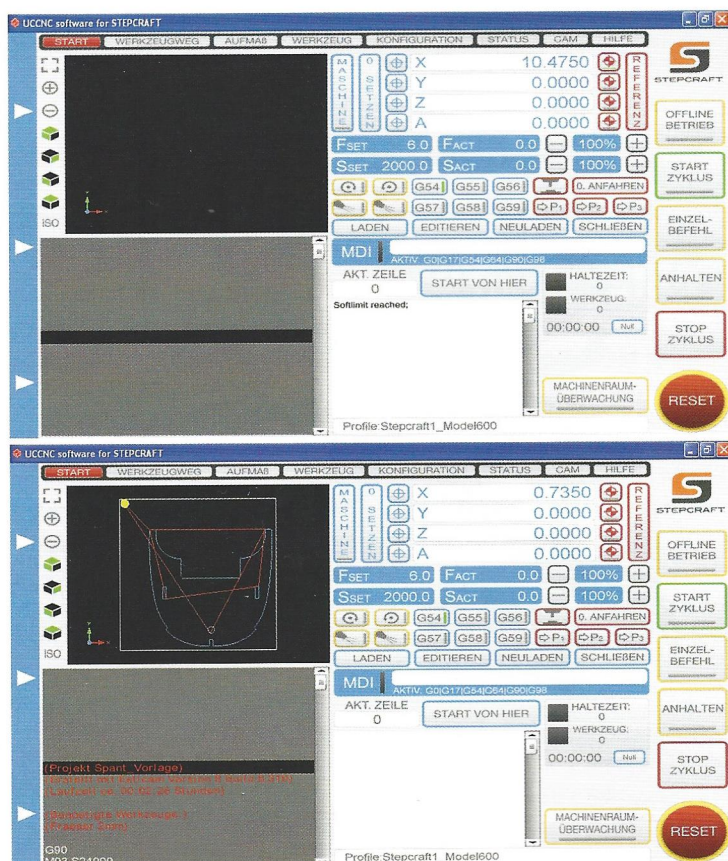
2D gezeichnet werden soll, kann selbstverständlich auch ein anderes CAD-Tool zum Einsatz kommen, Beispiele hierfür sind unter anderem LibreCAD oder natürlich alle Tools von Autodesk.

Der Spant wurde nach dem Zeichnen, wie gehabt, mit Estlcam in Maschinencode umgewandelt und mittels LinuxCNC geöffnet. Als Werkstück wurde ein 3-mm-Sperrholzbrett eingespannt. Die STEPCRAFT erledigte auch diese Aufgabe prima und schnell. Keine Franse war zu erkennen, alles war erstklassig und passgenau gefräst worden.

Vorläufiges Fazit

Mit der STEPCRAFT 600 ist dem Hersteller ein großer Wurf gelungen. Die gedruckte, deutschsprachige Bauanleitung ist vorbildlich ausgeführt und alle mitgelieferten Teile sind qualitativ hochwertig und sehr passgenau. Mit ein wenig handwerklichem Geschick, was die meisten Modellbauer haben sollten, ist die STEPCRAFT-Fräse zügig und fehlerfrei zusammengebaut. Wenn die Anleitung alleine doch mal an der einen oder anderen Stelle nicht zum Ziel führt, schaut man sich eines der verfügbaren Video-Tutorials an.

Die Fräs-Ergebnisse sind mehr als sehenswert und ich kann guten Gewissens behaupten, dass diese Maschine die bisher beste Fräse ist, die ich getestet habe. Ganz besonders interessant ist zudem, dass STEPCRAFT eine lange Liste an Zubehör anbietet. Da ist zum Beispiel eine Wanne, in der CfK oder auch Plexiglas graviert und gefräst werden kann. Zudem existieren Heißschneider- und 3D-Drucker-Aufsätze für das Maschinengerüst. Daher folgt in der nächsten Ausgabe ROTOR ein Bericht über die Möglichkeiten des Heißschneidereinsatzes und ein ausführlicher Test der 3D-Druckfunktion. Die STEPCRAFT könnte daher eine hervorragende All-in-One Lösung sein, um zum Beispiel einen Multikopter von Grund auf selbst zu fräsen und zu drucken. Doch dazu mehr in der nächsten Ausgabe.



Der Startbildschirm der Software UCCNC (links). Die Maschine ist mit dem voreingestellten Profil sofort startbereit.

Die Erstellung des *MD-500E*-Spants kann starten.