

Umbau einer konventionelle Tischdrehmaschine zur CNC-Drehmaschine

Vorhanden war eine Tischdrehmaschine „RotWerk EDM 300 DS“, einige Schrittmotoren und eine Steuerungsplatine für einen 3D-Drucker „MTplus 300D“. Das Ziel ist nun die Drehmaschine mit diesen gegebenen Mitteln zu automatisieren.

Klar es gibt mechanische Einschränkungen, Spiel in den Lagern und Spindeltrieben, auch die Reibung der Gleitlager ist relativ hoch, doch die Steuerungsfunktionen sind vergleichbar mit professionellen „High-End“ Maschinen.

Projektstufe 1

Zunächst ist geplant Ansätze und Fasen mittels G-Code gesteuert herstellen zu können.

Schritt 1: Die Leitspindel soll mit einem Schrittmotor angetrieben werden. Der Schrittmotor macht 200 Schritte pro Umdrehung, die Spindel hat 2 mm Steigung, so dass die erreichbare Auflösung 0,01 mm beträgt. Da die originale Gleitlagerung der Leitspindel extrem viel axiales Spiel hat, ist ein neuer Lagerbock mit Rillenkugellager gefertigt worden, der auch als Motorträger dient.

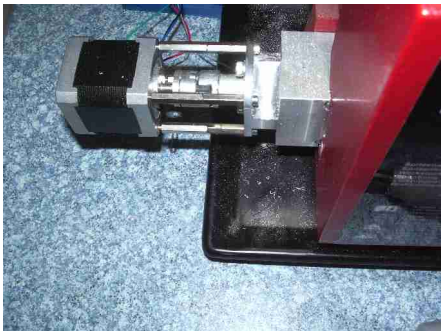


Abbildung 1: x-Motormontage

Schritt 2: Die Montage des Schrittmotors am Querschlitten. Die Spindel der x-Achse hat ein Millimeter Steigung, so dass sich mit den 200 Motorschritten eine Auflösung bezogen auf den Durchmesser von 0,01mm ergibt.

Problematisch bei der z-Spindel ist, dass es keine brauchbare Anschlussmöglichkeit für einen Motor gibt. Zur Lösung diese Dilemmas wurde eine Passbohrung in die Spindel eingebracht und ein Passtift mit einem hochfesten anaeroben Klebstoff eingeklebt. Damit bestand nun die Möglichkeit einen Motor direkt auf die Spindel zu setzen. Durch den Direktantrieb erhält man natürlich deutlich weniger Spiel.

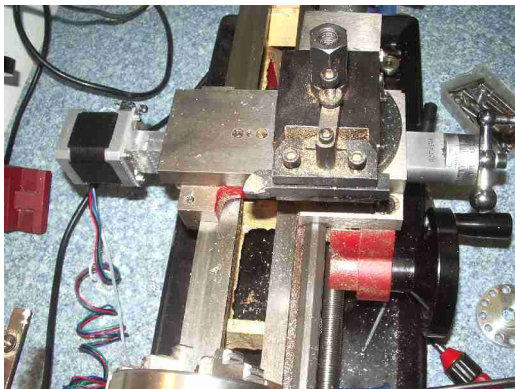


Abbildung 2: z-Motormontage

Schritt 3: Anschluss an die Steuerungsplatine. Verwendet wir ein RepRap Ramps 1.2 Shield mit einem Arduino Mega 2560.

Wie bei solchen Projekten üblich erfolgt der Anschluss zunächst provisorisch. Also die Motoren mussten an die Motortreiber angeschlossen werden, die Endschalter mussten an die richtigen Digitaleingänge angeschlossen werden. Dann noch den Stromanschluss und der USB-Anschluss und die Elektrik ist erst einmal betriebsbereit.

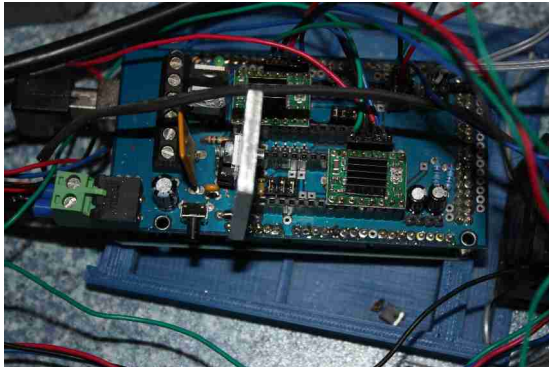


Abbildung 3: Steuerungsplatine

Schritt 4: Aufspielen der Software die Software besteht aus einer Hostsoftware und einer Firmware. Als Software System wird die „Repetier Hostsoftware“ und die „Repetier Firmware“ eingesetzt.

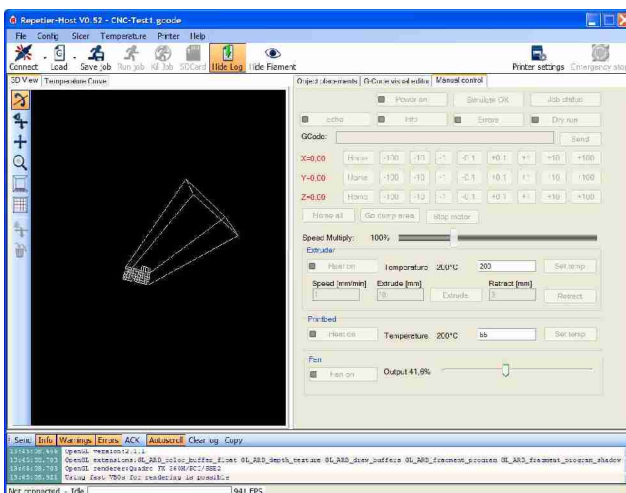


Abbildung 4: Screenshot Repetier Hostsoftware

Die Hostsoftware ist noch nicht für das Drehen angepasst, so ist die 3D-Ansicht nicht für das Drehen optimiert und es gibt viele Steuerelemente für den Extruderbetrieb.

Ein wenig Parametrierung und der Probelauf konnte beginnen.

Die Parameter für die Spindelsteigungen, die Drehrichtungen, den Arbeitsraum sowie die Pinbelegung der Endschalter musste eingestellt werden.



Abbildung 5: Erster automatischgedreht der Wellenansatz

Das Ergebnis des Probelaufes ist erstaunlich. Es ist tatsächlich möglich mit den für viel zu klein gehaltenen Schrittmotoren Späne von 0,5 mm von der 10 mm Aluminiumwelle ab zu tragen. Das Drehen von Absätzen und Fasen ist problemlos möglich.

Projektstufe 2

Für das Drehen ist es besonders sinnvoll den Vorschub synchron zur Spindeldrehzahl zu betreiben, denn nur so ist das Drehen von Gewinden möglich. Die Spindel wird mittels Phasenanschnittsteuerung betrieben. Die Drehzahl ist dementsprechend nicht geregelt, es gibt an der Originalmaschine auch keinen Drehzahlsensor. Standard Drehgeber lassen sich nicht ohne weiteres an der Spindel anbringen und die Montage am Antriebsmotor erscheint auf Grund des zwischengeschalteten Getriebes für wenig geeignet. So ist ein geeigneter Einkanalencoder entworfen worden, der direkt auf der Spindel montiert ist. Die Auflösung des Encoders beträgt 13 Impulse pro Umdrehung. Eine zweite Indexscheibe dient zur Referenzierung für das Gewindeschneiden.

Als Sensoren werden handelsübliche Gabellichtschranken eingesetzt, so ist es leicht möglich bei Bedarf einen zweiten Encoderkanal nach zu rüsten.

Schritt 1: Konstruktion der Encoderscheiben und des Encodergehäuses. Dank moderner 3D-CAD-Systeme ist diese Arbeit sehr anschaulich möglich. Auch die Simulation ist hier bereits möglich und hilft die Funktionssicherheit virtuell ab zu sichern.

Schritt 2: Für die Fertigung der Encoderbauteile wurde die hauseigene CNC-Fräsmaschine benutzt. Die Encoderscheibe und die Indexscheibe bestehen aus einem 0.8 mm Alublech. Die Kontur wurde mit einem 2 mm Stiftfräser ausgefräst.

Das Gehäuse besteht aus einem 80x40x40 mm Aluminiumblock, in dem die Sitze für die Gabellichtschranke, sowie die Freimachungen für die Encoderscheiben eingearbeitet wurden.

Schritt 3: Montage der Encoder- und Indexscheibe auf der Spindel



Abbildung 6: Montage Encoder- und Indexscheibe

Schritt 4: Montage des Encodergehäuses



Abbildung 7: Montage Encodergehäuse

Schritt 5: Montage und Verschaltung der Lichtschranken. Die Lichtschranken benötigen die üblichen Vorwiderstände, von 100 Ohm und 10 kOhm. Da keine weiteren Bauteile erforderlich sind wurden diese Widerstände direkt angelötet und die Verdrahtung durchgeführt.



Abbildung 8: Lichtschrankeneinbau

Schritt 6. Einbindung des Encoders in die Firmware. Die Auswertung des Encoders erfolgt mittels Interrupt-Funktionen. Da die „Repetier Firmware“ eine sehr umfangreiche Software ist, ist das Einbinden in die Maschinensteuerung eine nicht triviale Aufgabe. Dank der Unterstützung des Entwicklers der „Repetier-Software“, ist es gelungen eine Encoderauswertung in die Firmware zu integrieren.

Schritt 7: Vorschubsteuerung bei Encoderbetrieb ist jetzt funktionsfähig. Jetzt muss noch das Gewindeschneiden an gegangen werden. Dazu muss der folgende Zyklus durchlaufen werden:

1. Das Werkzeug auf Startposition fahren (1mm vor Planfläche, Werkzeugspitze auf Außendurchmesser)
2. Die Zustellung in x und y Richtung
3. Warten auf Indexsignal
4. Spindelsynchroner Vorschub bis Gewindelänge
5. Herausfahren in x und z (konischer Auslauf)
Dieser Schruppzyklus wird einige male durchlaufen
6. Schlichtzyklus wie Schruppzyklus nur weniger Zustellung

Zu beachten gibt es einige sonder Fälle wie zylindrische Gewinde, konische Gewinde, - Spirale

Um den Programmieraufwand für die Firmware nicht zu übertreiben, wird auf einen standardisierten Gewindezyklus verzichtet. Der Befehl G33 tastet ein Indexsignal ab, das

immer nur einmal pro Spindelumdrehung auslöst. Wird G33 gesetzt stoppt der Programmablauf bis das Indexsignal aus gelöst hat. So beginnt der Vorschub immer zu einem definierten Startpunkt und das Gewindewerkzeug trifft immer den richtige Gewindegang. Das Drehen von konischen oder mehrgängigen Gewinden kann so sehr flexibel programmiert werden.

Schritt 8: Die Encoder Auswertung war sehr problematisch, es kam immer wieder zu Störungen auf der Signalleitung. Zu nächst vermutete ich einen Programmfehler um dann festzustellen, dass es sich um elektronische Störungen auf den Signalleitungen des Encoders handelt. Nach dem ich die Encoderleitungen abgeschiermt habe geht es jetzt. Die ersten Gewindedrehversucher haben funktioniert. Doch jetzt tritt ein neues Problem auf Die Kommunikation via USB-Schnittstelle setzt sporadisch aus.

Ausblick: Das Problem mit der USB-Schnittstelle muss untersucht und behoben werden.

Ein ordentliches geschirmtes Gehäuse muss angefertigt werden

Eine Fehlerkorrektur für den spindelsynchrone Vorschub muss programmiert werden, diese soll Rundungsfehler der Integerberechnungen korrigieren

Radienfunktionen G2-G3 müssen entwickelt werden

Die Hostsoftware soll auf den Drehbetrieb angepasste werden

Ein G-Code Generator sollte, aufbauen auf den des 3D-Druckers, entwickelt werden