

The background of the page is a photograph of a CNC machine in a workshop. The machine is a vertical lathe or mill, with a large, cylindrical metal component being processed. The machine is mounted on a sturdy base. In the foreground, there is a computer monitor displaying a technical drawing, a keyboard, and a mouse. The overall scene is dimly lit, with some light reflecting off the metal surfaces of the machine.

Dokumentation zum Eigenbau eines Tiefenreglers für CNC-Fräsmaschinen

Eine Anregung von
Michael (Mic) Schmidt

Copyright - Mai 2005

Einleitung

Ich will das Ganze hier so kurz wie möglich verfassen um niemanden unnötig viel Lesearbeit zuzumuten. Idee ist es, einfach nur denjenigen, die auf der Suche nach einem derartigen Tiefenregler sind, Anstöße zum Selbstbau zu geben. Dabei habe ich mein Vorgehen und die Resultate fotografisch festgehalten und hoffe dass die Aufnahmen viele Erklärungen ersetzen.

Ich warne bereits an dieser Stelle davor, die Erwartungshaltung zu hoch zu schrauben. Ich habe keinerlei Maßzeichnungen oder dergleichen angefertigt, weil ich den Tiefenregler einfach im Kopf entworfen habe und dabei teilweise auf Materialien und Teile zurückgegriffen habe, die einfach schon vorhanden waren. Vermutlich ist diese Vorgehensweise noch als Spätfolge meiner Kindheit mit Lego und Fischertechnik zu erklären, wo auch immer so drauf los gebaut wurde, wie man es sich gerade ausdachte.

Ich gehe bei weiteren Erklärungen davon aus, dass grundsätzliches Wissen über den Aufbau und die Arbeitsweise von CNC unterstützten Portalfräsmaschinen vorhanden ist.

Warum ein Tiefenregler

Ein Tiefenregler hat die Aufgabe das Werkzeug stets so führen, dass es mit einer konstanten Tiefe in das Werkstück eindringt und darauf verfährt. Dies ist vor allem bei feinen Gravuren sehr wichtig, da kleine Unterschiede in der Materialstärke des Rohlings, oder bei leichter Wölbung durch das Aufspannen, zu unterschiedlich breiten Fräsbahnen führen würde.

Besonders letzterer Fall ist durchaus ein gängiges Problem, da die Platten oft derart dünn und flexibel sind, dass eine konstante Entfernung zum Werkzeug an jeder beliebigen Stelle nicht durch einfaches Aufspannen erreicht werden kann. Selbst Vakuumtische sind nicht immer ausreichend.

Meine Intention, einen solchen Regler zu bauen war der Wunsch Platinen, also das Layout, zu fräsen. Platinenmaterial ist oft schon geringfügig verbogen bzw. gewellt, was u.U. auch durch das Aufspannen nicht ausgeglichen werden kann, oder gar dadurch verstärkt wird. Da ein typischer Platinenfräser eine V-förmige Schneide hat, ist die Breite der Fräsbahn unmittelbar von der Eintauchtiefe abhängig.

Prinzipieller Aufbau und Funktionsweise eines Tiefenreglers

Der Tiefenregler ist nichts anderes als ein Maschinenhalter, der in Richtung der Z-Achse der CNC-Fräse beweglich ist. Ein „Gleiter“ setzt dabei auf dem Werkstück auf und tastet somit die Oberfläche ab. Die Z-Achse fährt also ein wenig tiefer, als sie ohne Tiefenregler fahren müsste um den Fräser im Material zu „versenken, damit dieser bewegliche Maschinenhalter etwas Spiel nach oben und unten bekommt. Durch den Gleiter bleibt der Abstand der Maschine und somit des Fräasers immer konstant zur Oberfläche des Materials.

Erste Schritte

Mein grundsätzlicher Ansatz wurde durch die vorhandenen Gegebenheiten meiner Fräsmaschine bestimmt. Ich benutze eine kleine Portalfräse mit Schrittmotoransteuerung, die einen Verfahrweg von ca. 320x220x40mm zulässt.

Ausschlaggebend war die Konstruktion der Z-Achse. Bei dieser Fräse ist oben und unten an der Linearführung eine 10mm starke Alu-Platte montiert, an der die Basisplatte mit dem Maschinenhalter angeschraubt werden kann.

Diese Basisplatte lässt sich leicht demontieren und daher beschloss ich, eine neue bzw. weitere herzustellen, um darauf den beweglichen Teil zu montieren.



Zur Verdeutlichung was ich damit meine, sieht man hier besagte Basisplatte mit einem Maschinenhalter für große Fräsmaschinen (43er Hals).

Die vier gesenkten Bohrungen dienen zur Befestigung an der Z-Achse.

Da ich beim Fräsen von Platinen aber nicht die große Fräse nutzen wollte, brauchte ich auf jeden Fall einen Halter für die kleine Proxxon.



Ein wesentlicher Bestandteil musste bereits an dieser Stelle berücksichtigt werden, das waren die Mini-Linearführungen. Die Teile haben die Ausmaße 50x10x4 mm und haben einen Verfahrweg von ca. 24mm. Sie sind kugellagert, ziemlich stabil, sehr leichtgängig und trotzdem spielfrei, was ziemlich wichtig ist.

Also entstand eine neue Grundplatte mit den vier Befestigungslöchern und den beiden Linearlagern, die natürlich absolut parallel laufen müssen.

Die Bohrungen kann man sinnvoller Weise mit der vermutlich schon vorhandenen CNC-Fräse machen um die entsprechende Genauigkeit zu bekommen.

Ich habe als kleines Schmankerl die Führungen noch versenkt auf der Platte befestigt, was aber nicht unbedingt nötig ist.

Die Grundplatte, wie auch später andere Alu-Teile, bekam dieses interessante Streifenmuster, weil ich zum Planfräsen nur einen 8mm-Fräser hatte. Man kann die Platte logischerweise auch so lassen, wie sie daherkommt, ich wollte aber gezielt diese Optik erzeugen, zumal die Platte eigentlich stärker war, als ich sie brauchte und somit ein paar mm weniger nicht schaden konnten.



Der bewegliche Maschinenhalter

Nun musste der eigentliche Halter für die Maschine gebaut werden. Diese Konstruktion ist an sich ganz schlicht, was hier gut zu sehen ist. Allerdings ist die Aufnahmebohrung für die Maschine nicht ganz so einfach herzustellen, da das Bohrloch mit 20mm einfach zu groß ist, um es mit normalen Bohrmaschinen zu machen.

Hier hilft wieder die CNC-Fräse. Ich brauchte zwar sehr lange, da ich ziemlich viele Durchgänge mit kleinen Zustellungen benötigte, aber das Ergebnis ist dafür sehr genau. Das Loch habe ich mit feinstem Schmirgelpapier nachbearbeitet und dann noch poliert, damit die Maschine, deren Hals auch aus Alu (Guß) ist, leichter zu befestigen ist.



Vorne ist der Schlitz, (später kann hinten gegenüber ein weiterer hinzu) der es überhaupt erst ermöglicht, eine Maschine einzuspannen. Dort wo unten auf dem Bild die rechteckige Ausfräsung zu sehen ist, befindet sich eine Imbusschraube M5, die zum Spannen dient. Die ungewöhnliche Form der Aufnahme ergab sich aus der Grundform des Alublockes, den ich noch rumliegen hatte. Die Gewindebohrungen auf der Stirnseite waren schon vorhanden und werden nicht benötigt. Diese kegelförmige Wölbung war ebenfalls vorhanden und wurde später als gleichmäßig rechteckige Fuge ausgefräst, was aber nicht weiter von Belang ist.

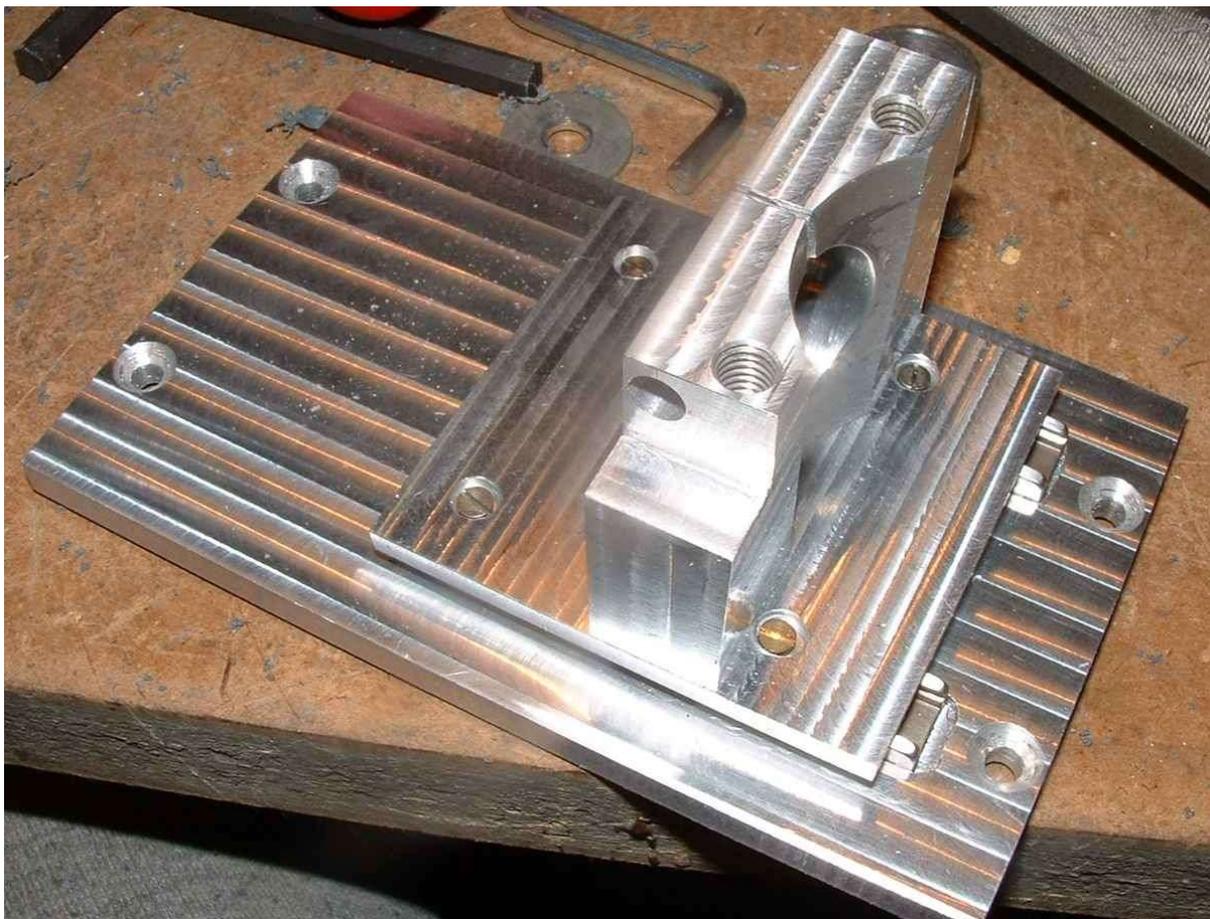
Wie sich im Laufe der Konstruktion herausstellte, konnte der gesamte Halter nur dann zusammengebaut werden, wenn die Linearführungen erst auf dem beweglichen Maschinenhalter montiert wurden, was man hier sieht.

Ich sag's ja, mit ordentlichem Planen wäre das sofort klar gewesen ;-)

Die beiden Schrauben, die etwa mittig aus der Platte ragen sollen dazu dienen, später den Schlitten zu arretieren, damit nach dem Fräsen eines Layouts zum Bohren der gleiche Halter benutzt werden kann. |



Um zu sehen, wie sich die Gesamtkonstruktion bis hierher macht und auch leichtgängig funktioniert, wurden beide Teile testweise miteinander verschraubt. Sieht doch schon ganz passabel aus. Wie heißt es noch...das Auge fräst schließlich mit ;-)



Der Gleitkopf

Nun musste ich mir Gedanken zur Konstruktion des Gleiters machen. Wichtig war mir dabei, dass dieser in der Höhe verstellbar sein musste, sonst wäre die Frästiefe nur über die Einspanntiefe des Fräasers in der Maschine festzulegen gewesen und das wäre reichlich unpraktisch.

Also bemühte ich wieder meine Kramkiste und fand eine Stahlhülse mit 20mm (s.u.) Außendurchmesser, die vorne spitz zulief und unten bereits eine 4mm Bohrung hatte. Außerdem befanden am oberen Rand einige 3mm Gewindebohrungen. Es stellte sich heraus, dass der Spannkopf einer Proxxon problemlos darin Platz fand und so benötigte ich nur noch einen Halter, der diese Hülse exakt unter das Bohrfutter der eingespannten Maschine bringt und dafür sorgt, dass sich der Abstand möglichst feinfühlig variieren lässt. Dazu benutzte ich ein Stück 20mm starken PVC's, welches von der äußeren Form unter den bereits fertigen Aluhalter passte.

Auf Dauer werde ich diesen Gleiter aber durch ein Teflonteil ersetzen, da es bessere Gleiteigenschaften aufweist. Außerdem wird es dann im Bereich der Auflage geschlitzt, wodurch die Späne besser von der Frässtelle weggebracht werden können.

Hier bin ich bei der Herstellung manuell vorgegangen, da mir beim Bauen erst die Feinheiten der Konstruktion „eingegeben“ wurden.

Ich hatte mir in Ermangelung eines Teileapparates schon früher die hier abgebildete Pertinax-Platte gebaut, welche an der Unterseite ein massives Kugellager hat. Dieses ist in dem Schraubstock unter der Fräse so eingespannt, dass sich die Platte von Hand darauf drehen lässt. Die Platte habe ich vorher noch mit der CNC-Maschine gelocht und dann teilweise mit Gewinde versehen, so dass sich eine ziemlich genaue Aufspannmöglichkeit ergab. Damit konnte ich das Werkstück unter dem Fräser drehen und musste nur noch nach jeder Drehung die Fräse etwas tiefer zustellen.



Auf diese Weise ist sowohl das 20mm Loch für die Hülse, als auch der halbrunde Bogen an der Vorderseite entstanden, der genau parallel zum Umfang des inneren Loches verläuft. Natürlich lässt sich diese Arbeit auch von der Maschine erledigen – würde ich beim nächsten mal wohl auch machen.

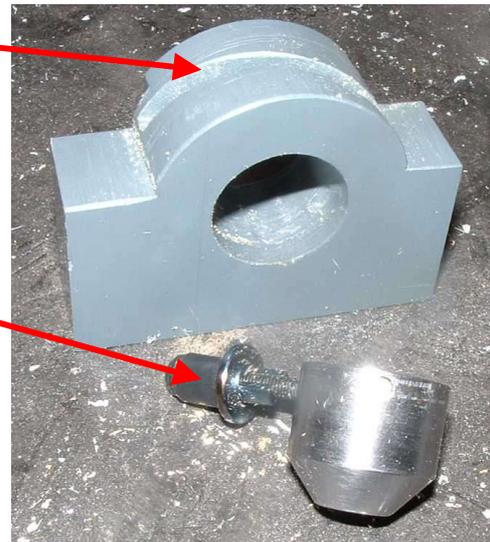
Hier noch ein paar Aufnahmen von der Herstellung und dem Ergebnis.



Die Einstellmechanik

Um die gewünschte Funktion und Bedienbarkeit herzustellen musste diese schräg verlaufende Nut in die Wölbung gefräst werden. Darin wird später die Schraube, welche hier in die die Gleithülse gedreht wurde, geführt.

Die Schraube selbst ist noch durch eine Art Abstandshalter gesteckt, damit sich ein kleiner Hebel ergibt, mit dem durch Verdrehen der Gleithülse im Halter die Eintauchtiefe des Fräasers bestimmt werden kann. Ich habe dafür wieder ein Teil aus der Kramkiste genommen, welches einseitig gekröpft ist und dadurch gut auf dem äußeren Bogen gleitet. Eine U-Scheibe hätte es wohl auch getan.

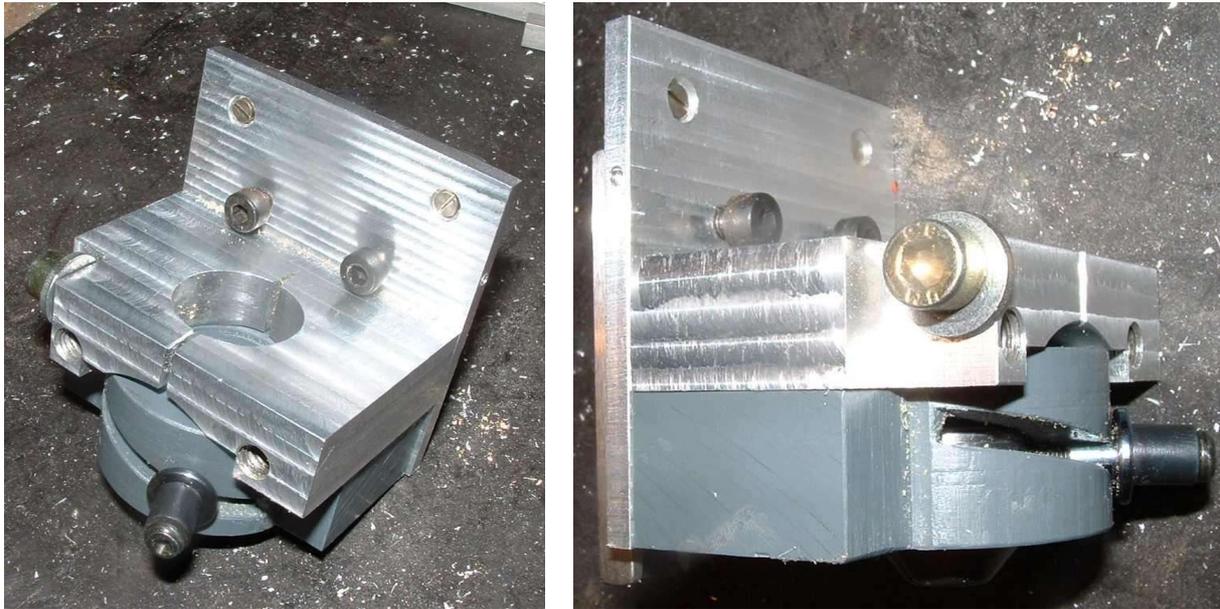


Zusammengebaut sieht dieses Teil dann so aus.

Hier kann man sich sicherlich schon gut vorstellen, wie sich die Bewegung am Hebel auf die Stellung der Hülse unten auswirkt.

Übrigens ist die Hülse unten poliert worden, damit sie möglichst leicht über das Werkstück gleitet.

Nachdem diese Mimik mit dem beweglichen Maschinenhalter verschraubt wurde sieht es so aus:



Der PVC-Block wurde einfach von der Rückseite des Halters festgeschraubt (Natürlich mussten einmal mehr die Linearführungen dafür abgeschraubt werden ;-)

Hier sieht man auch die Spannschraube ganz gut und die beiden Arretierschrauben für das Festsetzen zum Bohren.

Nun wollte ich eine Möglichkeit haben, das Gewicht der Maschine mittels Federn etwas kompensieren zu können. Die fertige Lösung sieht man bereits hier auf dem Bild.

Das Ganze entstand aus einem kleinen Alu-Träger, der an beiden Seiten ein Langloch bekam, welches etwa 2,2 mm breit und 4,2 mm lang ist. Dafür bastelte ich aus einer abgesägten M4-Schraube den eigentlichen Federhalter, indem ich sie auf beiden Seiten abfeilte.

Dadurch verkantet die so entstandene Gewindestange in dem Langloch und lässt sich durch die Rändelmutter in der Höhe verstellen. Durch ein ins untere Ende gebohrte Loch konnte die Feder gezogen werden.



Auf dem folgenden Bild sieht man detailliert diese Konstruktion. Die kleine Aluhülse unterhalb der Rändelmutter ist lediglich als Abstandshalter eben dafür nötig, da ich den Aluhalter nicht nah genug an die Oberkante der Basisplatte schrauben konnte, da sonst die Befestigungslöcher verdeckt worden wären



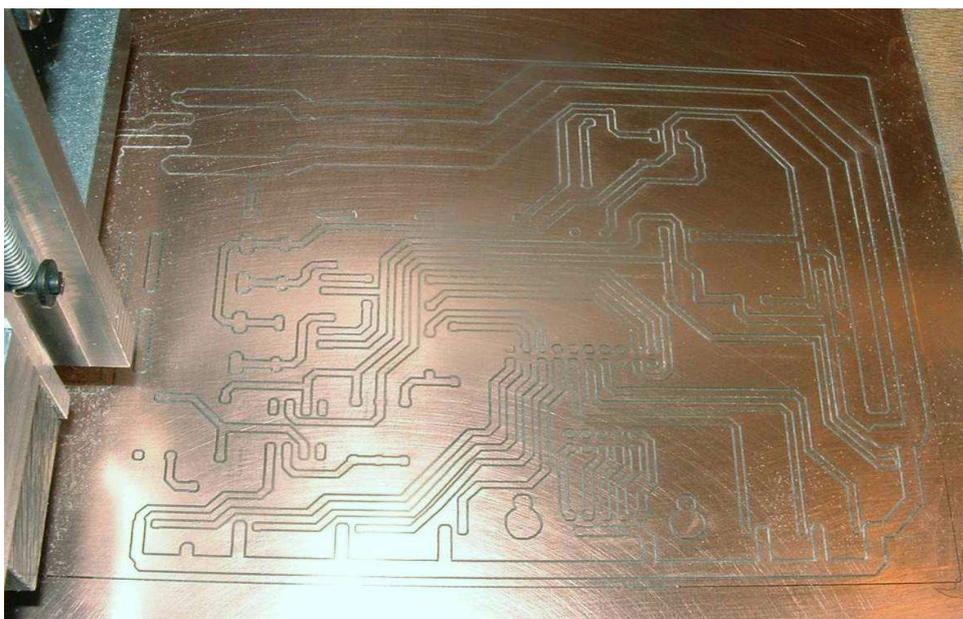
Nachdem für die Federn im beweglichen Maschinenhalter an beiden Seiten je ein kleiner Gewindebolzen zur Befestigung angebracht wurde, sieht der fertige Tiefenregler nun folgendermaßen aus:



Hier noch mal das komplette Teil und anschließend auf die Maschine gebaut:



Hier mal das Ergebnis des ersten „Platinen-Layout-Fräsen“. Ist übrigens eine Platine für die 3D-Step, die einerseits das Netzteil mit den Unterspannungen 12V und 5V, und darüber hinaus zwei Relais für die Spindel und Kühlung beherbergt.



Außerdem habe ich noch eine Mimik zur die Übertemperaturabschaltung (für die 3D-Step bis Version 2.6) eingebaut und die LED's und Endschalteranschlüsse darauf untergebracht.

Soweit diese Anregung. Ich bin für alle Fragen dazu offen, sendet einfach eine Mail an: mic@micmic.de