

pimp my Steppi

Conny
26.11.2017

Inhaltsverzeichnis

1. Projekt "Pimp my Steppi"	3
1.1 Die Lasten welche mir Vorschwebten waren:	3
2. Kaufteile von StepCraft	4
3. Bauabschnitt Y-Platten.....	5
3.1 Y-Platten mit den 4 Rollen und Kugelumlaufmutter soweit fertig aufgebaut	6
4. X/Z Platte.....	7
5. Z-Achse, neue Kugelumlaufspindel mit Losmutter	8
5.1 und nun verbaut.....	9
6. Spindel/Spindelmutter/Kugelumlaufmutter	10
7. Kugelumlaufspindel die endlose Geschichte oder Kugelumlaufspindel ist nicht gleich Kugelumlaufspindel	12
7.1 Nun mal zu den Mess Prozederen:	12
7.2 Ausmessen der umgebauten Steppi	13
8. Umbau auf Carry Kugelumlaufspindeln	14
8.1 Überprüfung des weiteren Umbaus	17
9. fast alle Teile fertiggestellt.....	18
10. Antriebsoptimierung	19
11. so ist sieht die Steppi heute aus	20
12. Löcher in den Profilen	22
13. Resümee.....	23
Anlage	24
Y-Platte.....	24
X/Z Platte.....	25

1. Projekt "Pimp my Steppi"

Verwende die Steppi nicht im Dauerbetrieb sondern halt ab und an für meine Modellbau Projekte.

Meist CFK ab und an Flugzeugsperrholz und immer mehr Alu, Messing...

Konnte nie klagen, das Teil tut was es soll, und gut eingestellt mit gemäßigter Zustellung auch mit erstaunlich hoher Präzision.

Wie die meisten hier habe ich zuerst mit der Proxxonspindel angefangen (altes Modell mit einem Kugellager) und entsprechend negative Erfahrung gemacht. Dann umgebaut auf neueres Modell mit den 2 Kugellagern, war dann schon besser aber nicht der Durchbruch. Die Spindel ist halt für gewisse Materialien einfach zu schwach und bricht dann in der Drehzahl ein, dann kommt das eine zum anderen und die Genauigkeit geht flöhten.

Der Durchbruch kam bei mir mit der HF-500 von StepCraft. Fräse war nicht wieder zu erkennen und was mir extrem gut gefällt, die Spindel ist total leise kein Gekreische mehr.

Trotzdem, durch die Inspirationen hier im Forum sowohl auch die Verbesserungen welche in die V2 einfließen sind, hatte ich immer mal vor an die Steppi Hand anzulegen.

Somit möchte ich hier einfach mal mein aktuelles Projekt "Pimp my Steppi" vorstellen. Ich weiß, es sind kaum wirkliche neue Ideen dabei, das meiste alles schon mal in der einen oder andren Form da gewesen, prinzipiell nur vieles zusammen gefasst und nach meinen Vorstellungen umgesetzt.

1.1 Die Lasten welche mir Vorschwebten waren:

1. Umbau auf 4 Rollenführung mit zusätzlichen Achsabstand an der X & Z-Achse
=> bessere/längere Hebel in den Linearführungen => erhöhte Steifigkeit
2. Etwas höher aufgehängtes X/Z-Portal um einen Teil der Z-Höhe wegen der HF Spindel zurück zugewinnen, aber nicht zu viel, da das sonst wieder auf die Steifigkeit geht
4. Umbau der Spindelmuttern von den alten Kunststoff- auf Messing- oder den sündhaft teureren Kugelumlaufmutter von Eichenberger => optimieren des Umkehrspiels und weniger Reibung.
5. Versteifung/Verbesserung der Frässpindelaufhängung, Führung der Z-Achse, längere Kugelumlaufspindel + Loslager in die unteren Frässpindelplatte => Versteifung => Reduktion möglicher Schwingungen
6. Schrittmotorantrieb, Konfiguration auf 1/4 Schritt, 19V Netzteil durch 30V ersetzen, stärkere Schrittmotoren.

2. Kaufteile von StepCraft

Die Teile für die 4 zusätzlichen Rollen, Loslager, Schrauben/Ersatzschrauben, Lager, und zur Anschauung eine Spindelmutter aus Messing sowie eine X-Achsenkugelumlaufspindel die ich für die Z-Achse benötigte.

Wichtig wie schon oft im Forum kommuniziert, die Abstandsringe zwischen den Kugellagern der Rollen penibel anpassen dass ja kein Spiel vorhanden ist.



3. Bauabschnitt Y-Platten

Alle Bohrungen wurden auf der Steppi mit Zentrierbohrer an einer der beiden Platten präzise angebohrt. Beide Platten wurden über 2 Passbohrungen verstiftet.

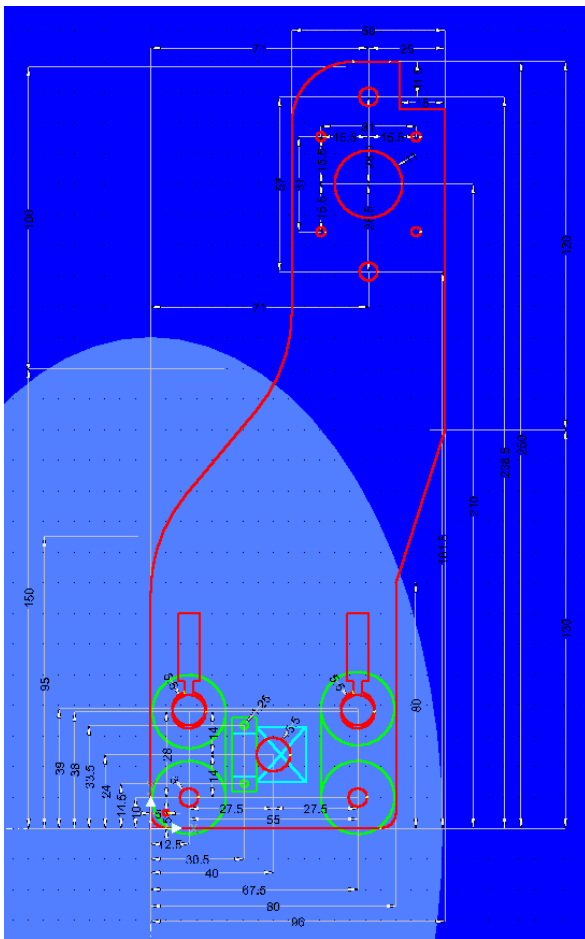
Alle Bohrungen bis zu maximal 11mm Durchmesser wurden dann durch beide Platten an der Bohrmaschine präzise durchgeführt.

Danach wurden die beiden Platten einzeln auf der Steppi fertiggefräst.

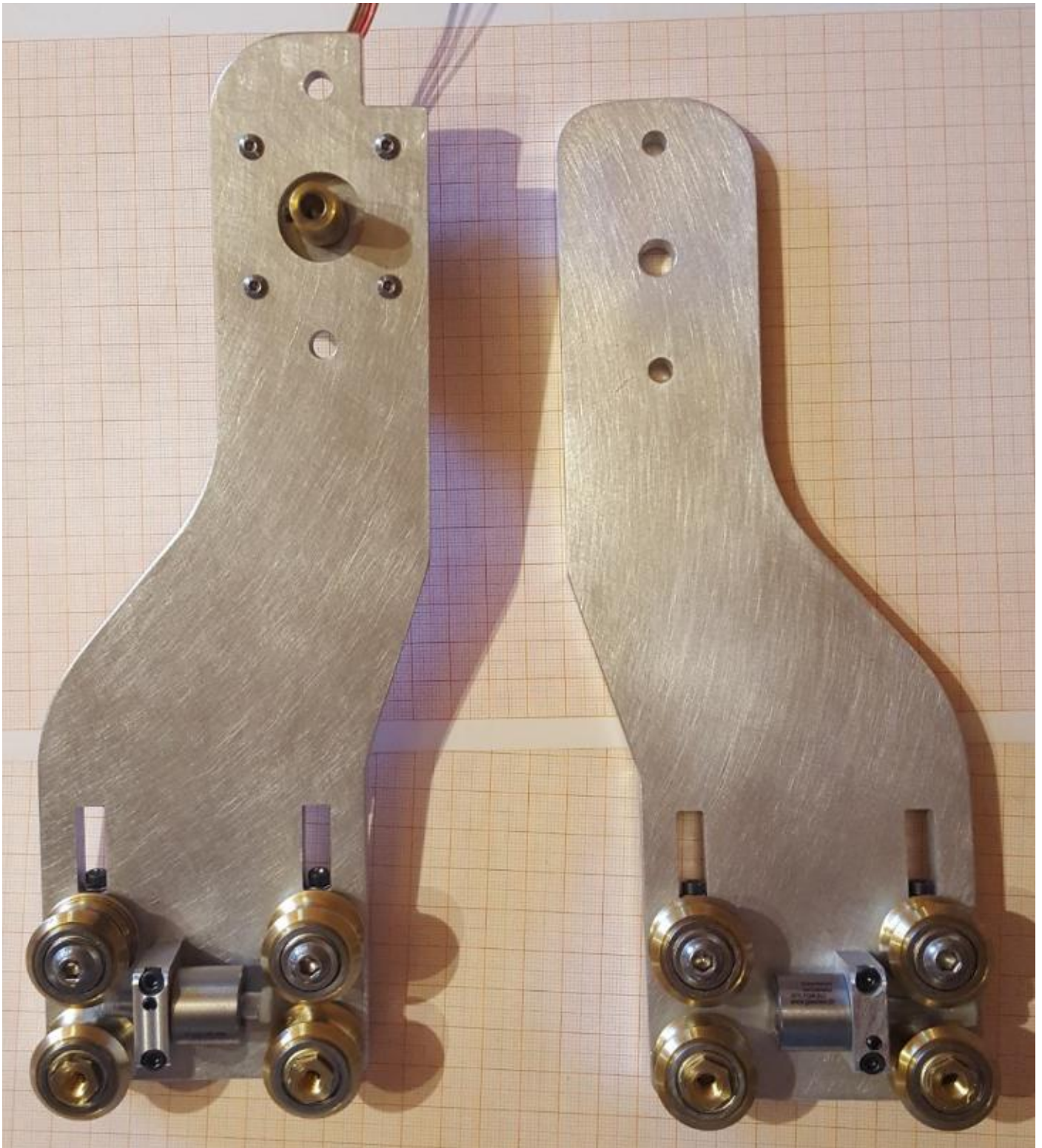
Außenkonturen, Innenkonturen sowie das 22 Loch für den Schrittmotor in die eine Platte mit dem Schrittmotor.

Wie man sieht kann das die Steppi auch im Originalzustand.

Die Platten sind ca. 20mm höher/länger für etwas mehr Freiheit in Z.



3.1 Y-Platten mit den 4 Rollen und Kugelumlaufmutter soweit fertig aufgebaut

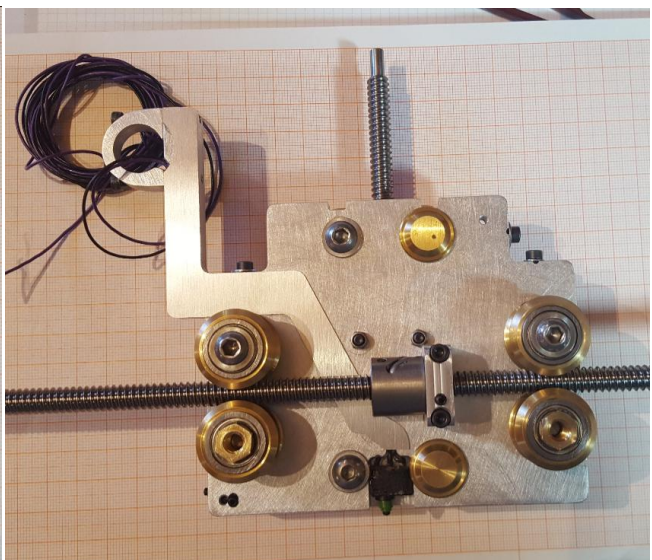
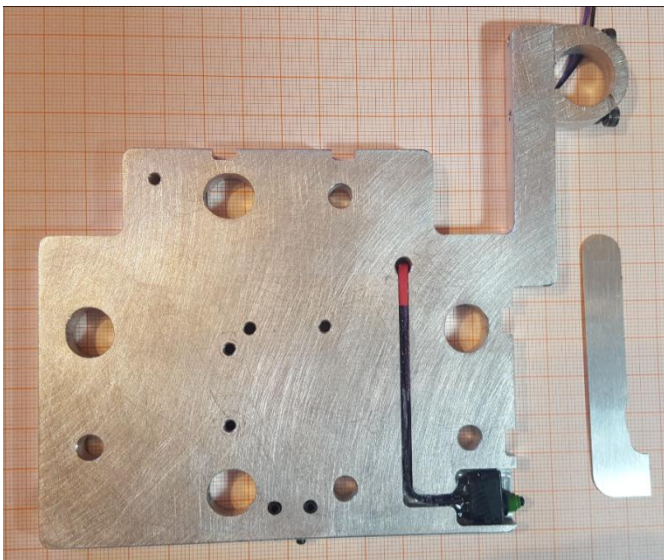
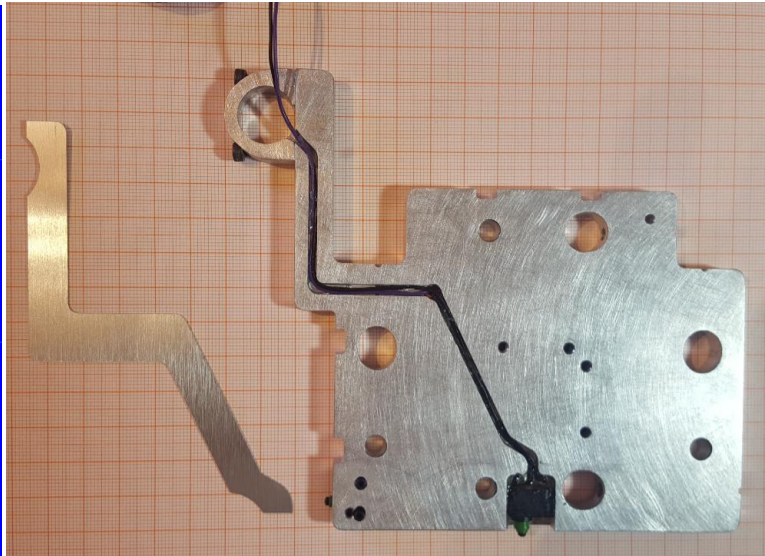
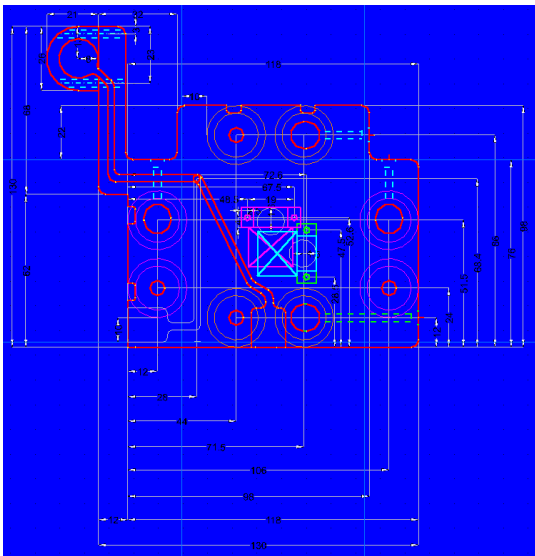


4. X/Z Platte

auch hier, alles was nicht gebohrt wurde, wurde mit der Steppi gefräst.

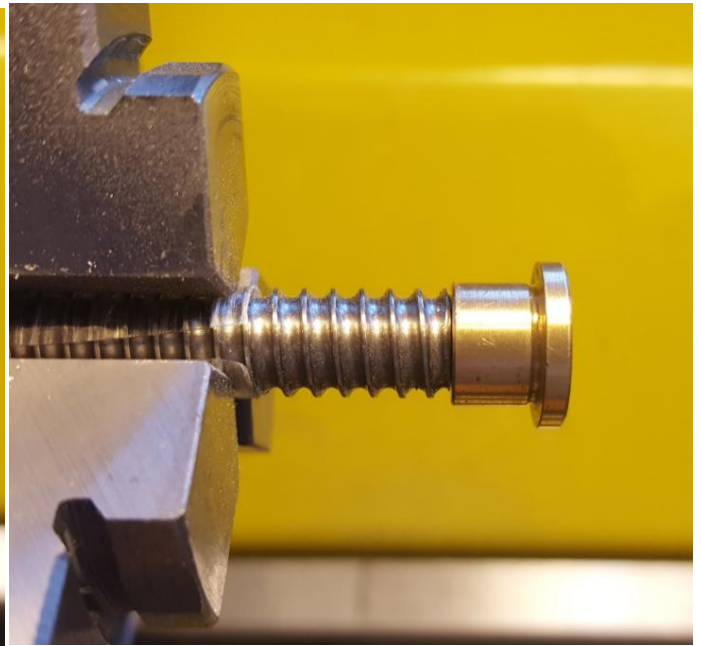
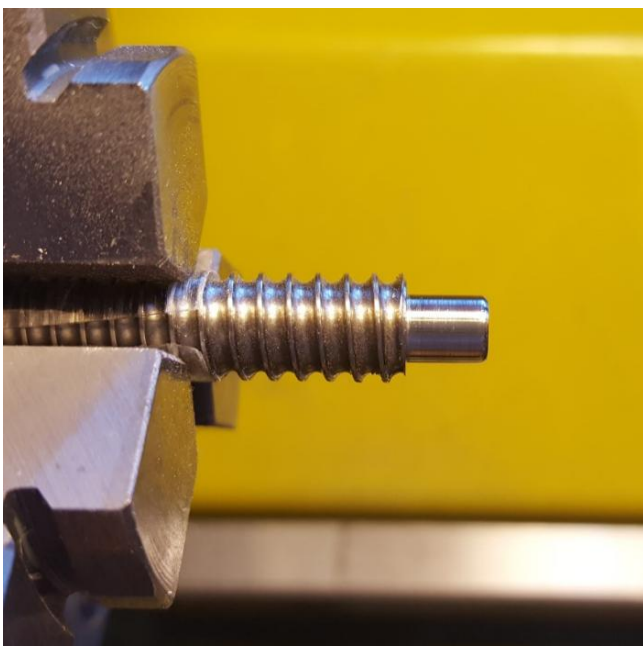
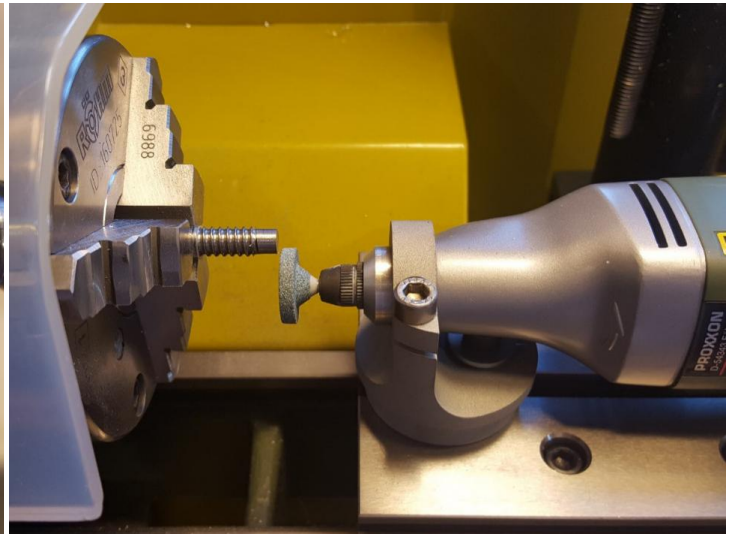
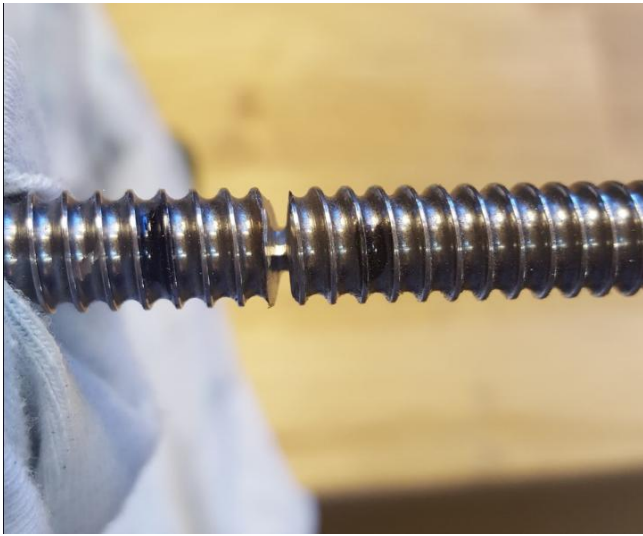
Bei dieser Platte bin ich von der Originalkonstruktion abgewichen in dem ich die Achsenabstände der Rollen in X und auch in Z Richtung verlängert habe um zusätzlich ein besseres Hebelverhältnisse zu bekommen.

In X heißt das einen Verzicht auf ca. 30mm Weg rechts und links. Was sich aber in der Praxis nicht wirklich nachteilig auswirkt, da durch den breiten Rahmen der Fräse rechts und links und der Absaugungskonstruktion an der Frässpindel in diesem Bereich eh nicht wirklich gearbeitet werden kann. In Z ist durch die Konstruktion der HF-500 Spindel eh der Weg nach unten begrenzt.



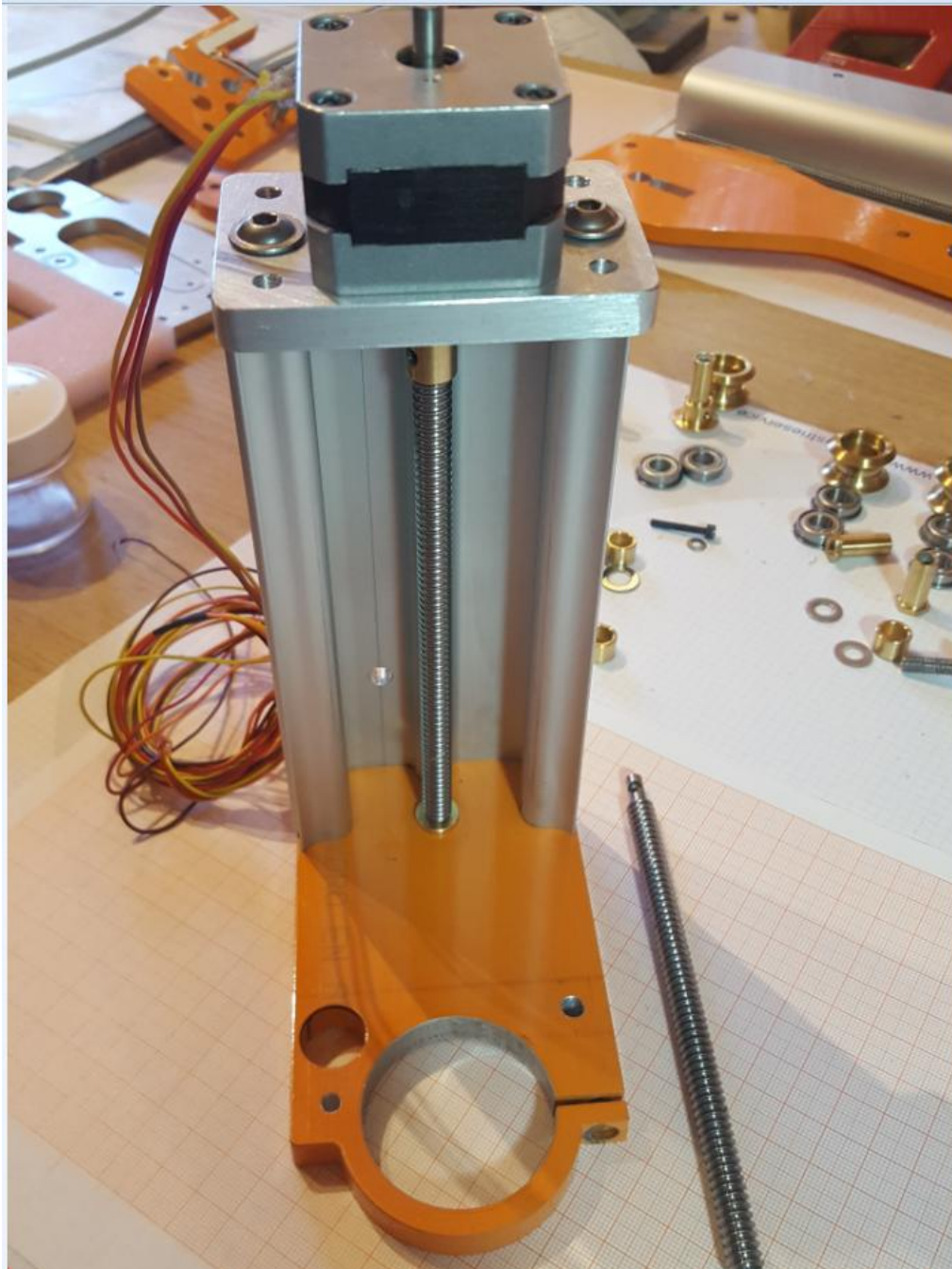
5. Z-Achse, neue Kugelumlaufspindel mit Losmutter

die gekauft X-Spindel wurde grob auf die richtige Länge abgeflext und dann mit der Schleifspindel von Proxxon endbearbeitet.



5.1 und nun verbaut

In die Motorspindelplatte unten musste noch ein Loch für das Loslager gebohrt werden. Die neue Steppermotorplatte oben wurde wie die untere Platte mit 3 M6 Schrauben befestigt. D.h. die hintere Schraube ist unter dem Motor was den Aufbau etwas tricky macht. Zuerst wurden nur die beiden Schrauben rechts und links wie im Original verwendet nach dem kompletten Aufbau der Z-Achse und korrekten Ausrichtung hab ich dann nur den Steppermotor abgebaut die 3-te versenkte zusätzlich Schraube eingeschraubt und den Stepper wieder verbaut. Darf man nicht vergessen wenn man das Teil mal wieder zerlegen möchte.



6. Spindel/Spindelmutter/Kugelumlaufmutter ...

Dieser Punkt hat mich gedanklich am meisten beschäftigt.

Die Entscheidungen die ich für mich treffen musste waren:

Umbau auf 10x3mm Spindeln der Version 2, oder die alten 8x2mm Spindeln belassen?

Ich hab's bei den alten belassen, da mir die 2mm Steigung sympathischer ist.

1/3 höhere Auflösung und 1/3 mehr Kraft. Und bei der Portallänge der 480 Maschine reicht auch die Biegesteifigkeit der 8mm Spindel auf der Y-Achse, ist da eh doppelt vorhanden.

Die Entscheidungen ob Kugelumlaufmutter oder nicht war eine extrem teurere Entscheidung.

Die passenden von Eichenberger aus der Schweiz sind halt sündhaft teuer.

Ich hab mir mal eine Messingmutter von StepCraft kommen lassen und muss sagen, die ist sehr passgenau und ein Spiel konnte ich beim Aufschrauben auf eine Spindel auch keines feststellen.

Aber auf die Dauer wird sich im Laufe der Zeit durch Abrieb sicher ein größer werdendes Umkehrspiel einstellen.

Die Kugelumlaufmutter hat/hätte gegenüber der Messingmutter 2 Vorteile:

1. Nahezu kein und auf die Zeit gesehen stabiles bleibendes wenn überhaupt minimales Umkehrspiel.
2. Da ja kugelgelagert, ergibt sich unter Last ein extrem geringer Reibungswiderstand was wiederum der Belastung des Antriebmotors zugutekommt.

Zuerst habe ich mich für nur 2 Kugelumlaufmutter für die X & Z Achse entschieden, da ja die Y-Achse eh alles doppelt vorhanden ist und dadurch dort das Umkehrspiel gegenüber der X & Z Achse immer geringer war. Man sieht meine 1-te Entscheidung auch auf den Bildern der Y-Platten, wo die Bohrungen für die Originalmutter vorhanden sind.

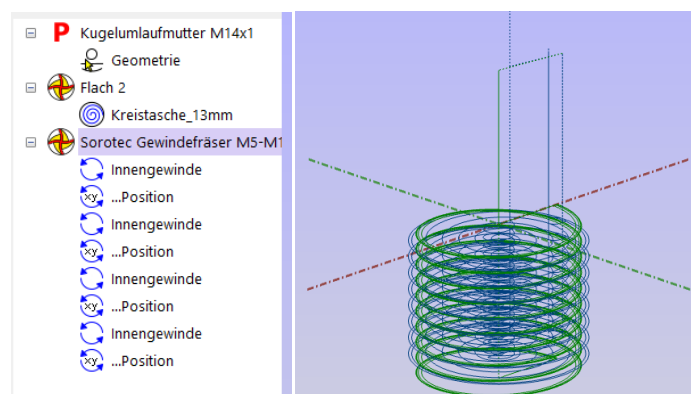
Bei der Bestellung hab ich mich dann scheinbar vertippt und doch 4 statt 2 bestellt ;-)

Letztendlich hab ich es nicht bereut!

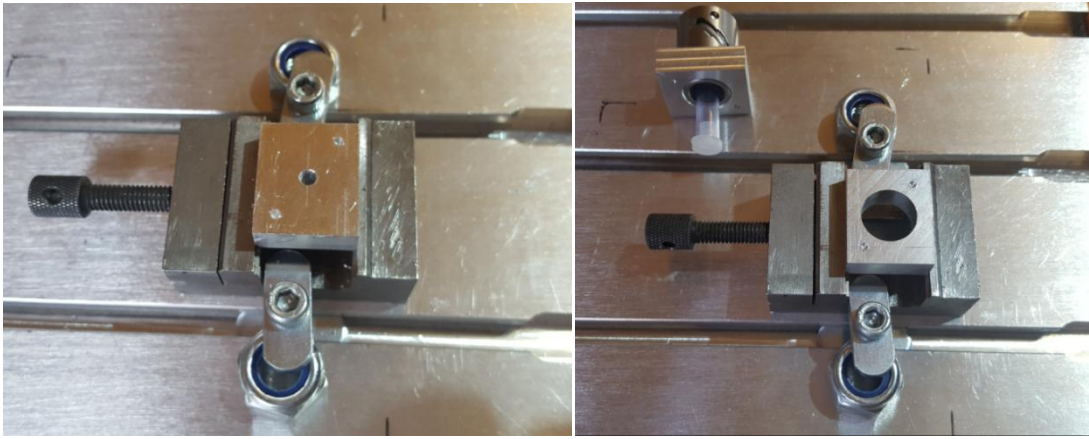
Die Konstruktion der Halterung ist eigentlich trivial, besteht aus Klötzchen mit Befestigungsbohrungen und einem Innenfeingewinde M14x1 und einer M3 Madenschraube zusätzliche zum Schraubensicherungslack als zusätzliche verklemmende Schraubensicherung.

Was das M14x1 Gewinde angeht "Ich habe gar keinen M14x1 Gewindebohrer und auch keine Bohrer größer 11mm" :-{

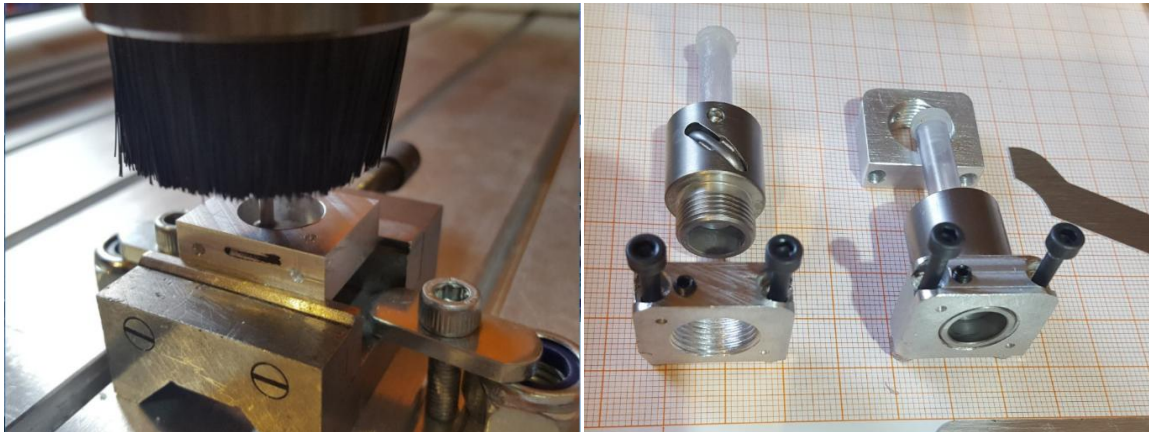
Was tun? Anstatt so einen Gewindebohrer und einen 13mm Bohrer zu kaufen habe ich das Experiment gewagt und bei Sorotec einen Sorotec Gewindewirbler M5-M10 bestellt. Dieser reicht für die Gewindetiefe eines M14 Feingewinde aus. Und das komplett auf der Steppi erledigt, ging völlig problemlos!



Rohling vor der Fräsen der 13mm Bohrung 13mm Bohrung fertig, bereit fürs Gewinde



Gewindefräser beim 1-maligen eintauchen zum Einbau fertig



7. Kugelumlaufspindel die endlose Geschichte oder Kugelumlaufspindel ist nicht gleich Kugelumlaufspindel

Seit neuem habe ich mir eine neue digitale Messuhr mit theoretisch 1µm Auflösung gegönnt, da meine alte (die hab ich vor Jahrzehnten mal gebraucht bekommen) leider nicht mehr richtig zuverlässig funktionierte.

Mit dieser hab ich nun mal die ganze Maschine auf absolute Genauigkeit und vor allem das Umkehrspiel an allen Achsen nach meinem Umbau exakt vermessen.

Ich muss gestehen, ich hatte davor einen peinlichen Fehler gemacht und das Umkehrspiel völlig falsch vermessen.

Das ist mir auch nicht sonderlich aufgefallen, da die Messuhr eh nur ein 1/10 mm Auflösung hatte und nicht mehr zuverlässig anzeigte bzw. immer mal wieder hängen blieb und oder Sprünge machte.

Na ja, wer viel misst, misst oft Mist ;-)

7.1 Nun mal zu den Mess Prozederen:

Falsch:

Man fährt z.B. die X-Achse von links nach rechts oder rechts nach links, langsam auf die Messuhr z.B. auf 0 bei analogen Messuhren. Oder halt bei modernen Digitalen einen Teil des Messweges rein.

Nullt dann die X-Achse und die digitale Messuhr.

Fährt dann wieder in die andere Richtung, beliebig weit, 1, 10 oder noch mehr mm weg.

Fährt dann wieder zurück auf X=0, wiederholt dass etliche male vielleicht noch an anderen Positionen.

Jup, man freut sich, man kommt je nach vorhandener Messauflösung nahe zurück auf 0.

Nur dass ist nicht das Umkehrspiel sondern die wiederholte Anfahrgenauigkeit.

Das Umkehrspiel eliminiert sich hierbei!

Richtig:

Man fährt z.B. wie oben, auf die Messuhr und nutzt einen Großteil des Messweges.

Die modernen digitalen Messuhren haben ja meist über 10 mm Messweg.

Nullt die Messuhr und die Achse, und verfährt dann, nach Vorgabe, z.B. exakt 1, 2 oder auch 10mm in die entgegengesetzte Richtung.

Die dann zu sehende Differenz der Messuhranzeige und der Vorgabe ist das Umkehrspiel.

Man kann auch in ganz kleinen z.B. 1/100 mm Schritten rausfahren, aber da zeigt die Messuhr meist sofort eine oder mehrere kleine Bewegung an, und dann vielleicht mal wieder nichts bis es nach mehreren Schritten, nach dem das Umkehrspiel überwunden wurde, wieder gleichmäßige Schritte sind.

Das kommt daher, dass sich das System mechanisch etwas entspannt und so nicht wirklich die Antriebsbewegung angezeigt wird. Erst nach dem die Schritte wieder gleichmäßig groß sind, kann man davon ausgehen dass das Umkehrspiel komplett überfahren wurde.

Wie dem auch sei, Versuch macht klug.

7.2 Ausmessen der umgebauten Steppi

Das Ergebnis war dann irgendwie ernüchternd!

Eichenberger gibt im Datenblatt bei der verwendeten Kugelumlaufmutter $\leq 60\mu\text{m}$ Axialspiel an, ich hatte aber auf allen Achsen eher das 2 fache davon.

Und auf der X Achse war es dann auch, je nach Position, auch noch unterschiedlich hoch!?

In der Mitte der X-Achse scheint das Spiel geringer zu sein wie an den Endbereichen.

Als ich dann den Antrieb der X-Achse untersuchte stellte ich fest dass die X-Spindel einen leichten Bauch hatte und so in der Mitte, bei Drehung einen Radialhub von vielleicht 0,5mm erzeugte. Dies verspannte dann leicht in der Mitte das System, was das Axialspiel in der Kugelumlaufmutter scheinbar nur messtechnisch verminderte. Man konnte aber reibungstechnisch, wenn man die Motorachse von Hand drehte nicht wirklich einen Unterschied an den verschiedenen Stellen feststellen.

Die Spindel auf der Drehbank zu richten war eine Kleinigkeit, es zeigte sich hierbei aber, dass die Spindel nicht gehärtet war !!!

Und somit hatte ich eine Unschöne Vermutung was sich nach einiger Recherche auch bestätigte.

Die 8x2 mm Spindel passt nicht zu den Kugelumlaufmutter !!!

Eichenberger hat was die Spindel von dieser Art angeht 2 Produktlinien, die Carry und die Rondo Linie. So wie es scheint handelt es sich hier bei meiner Steppi um Rondo Spindeln und die sind eigentlich nicht für die Kugelumlaufmutter vorgesehen. Sie sind nicht gehärtet und haben nicht exakt das selbe Spindelprofil und somit mehr Spiel.

Was nun tun !?

Da ich nun diesen Weg schon soweit gegangen war, war es halt konsequent ihn auch zu Ende zu gehen. Also wurden 4 Spindeln vom Typ Carry 8x2 entsprechender Länge bestellt.

Die Spindeln waren nicht endbearbeitet sondern halt sozusagen abgetrennte Meterware. Auch ist zu beachten dass die Spindel komplett durch gehärtet sind und somit entsprechend aufwendig ist die Endbearbeitung.

Als ich diese Spindeln bekommen hatte, hab ich gleich mal mit den originalen Kunststoffmutter und auch der Messing Mutter von StepCraft getestet ob es einen Unterschied gibt.

Und der ist sehr deutlich!

Die alten gebrauchten Kunststoffmutter lassen sich nur mit Kraft aufschrauben und sitzen sehr stramm. Die Messingmutter ging gar nicht drauf.

8. Umbau auf Carry Kugelumlaufspindeln

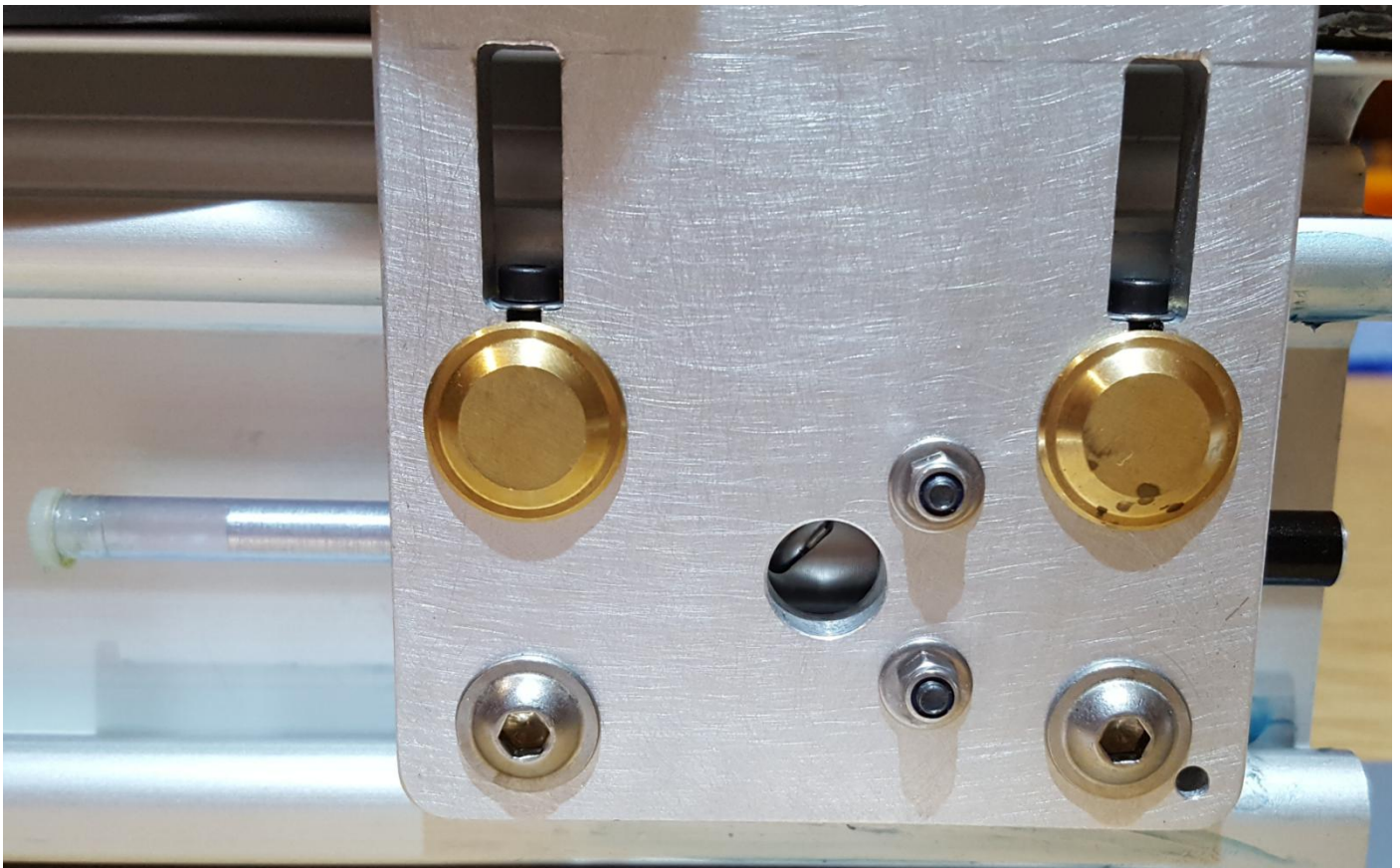
Angefangen habe ich mit den beiden y-Spindeln.

Um den Demontageaufwand in Grenzen zu halten, habe ich mir als erste eine etwas länger Sicherung für die Kugelumlaufmutter gebaut, damit ich die Spindel komfortabler demontieren kann ohne Gefahr zu laufen das die Kugeln der Mutter sich selbstständig machen.

Sicherungstool für die Kugelumlaufmutter



Sicherungstool eingebaut



Dann ging es an die Bearbeitung der Enden. Hierzu wurde zuerst auf exakt notwendige Länge abgeflext.

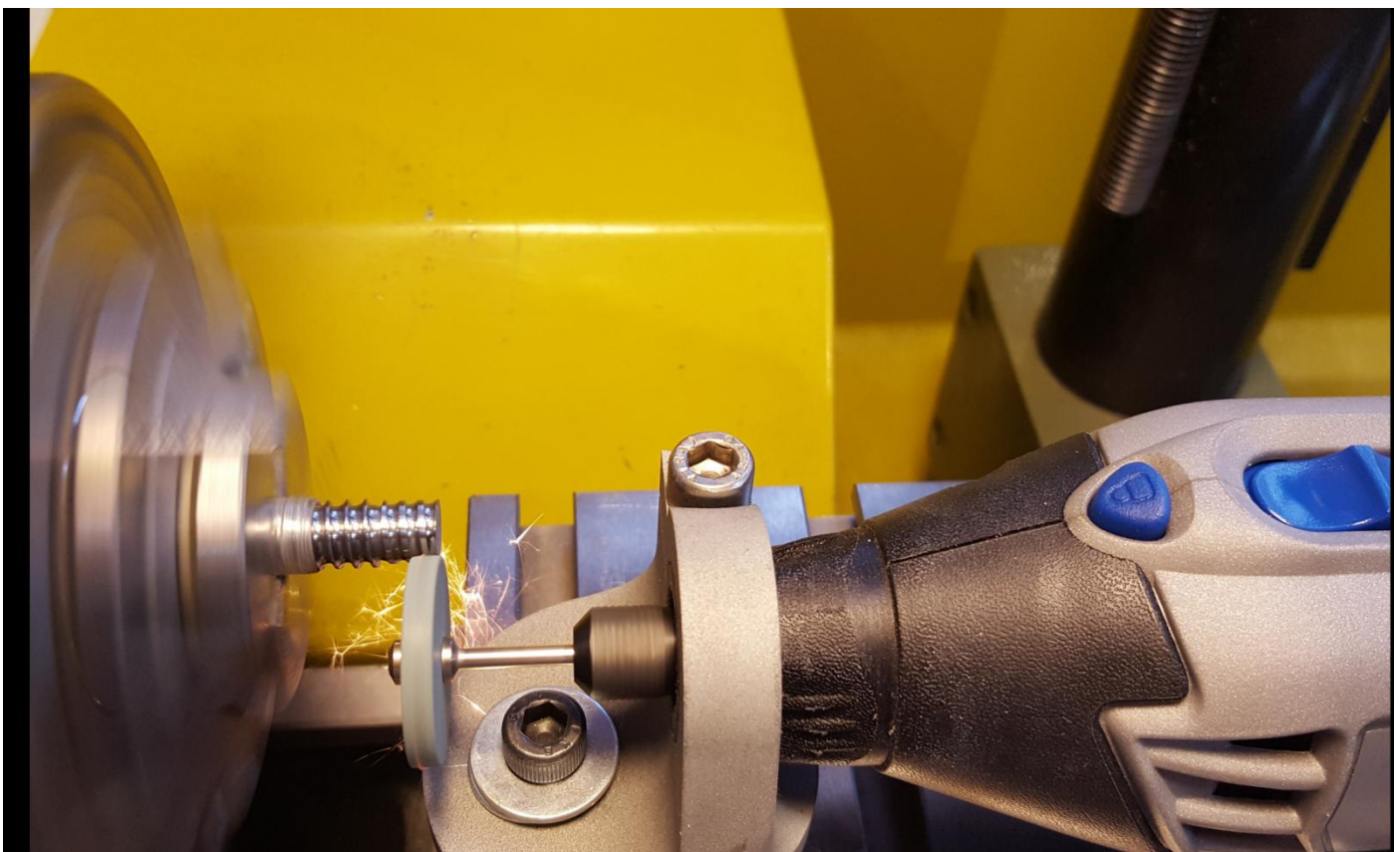
Dann wurde mit der Proxxonspindel wie schon mal bei der Z-Spindel (siehe Kapitel 5) auf entsprechendes Maß abgeschliffen. An dem einen Ende musste dann zum Schneiden des M5 Gewindes der Stahl weichgeglüht werden.

Bei der 2-ten Y-Spindel machten dann, bei dieser langwierigen Schleiferei, die Lager der Proxxon wieder mal die Grätsche und ich musste mit der Dremmel weiter machen, was auch nicht so der Bringer war.

Es war zuerst notwendig einen Adapter für die Proxxonhalterung zu drehen damit es passte. Die Dremmel hat wohl viel bessere und größere Lager als die Proxxon und ist auch stärker, aber durch das Kunststoffgehäuse ist halt alles weniger steif.

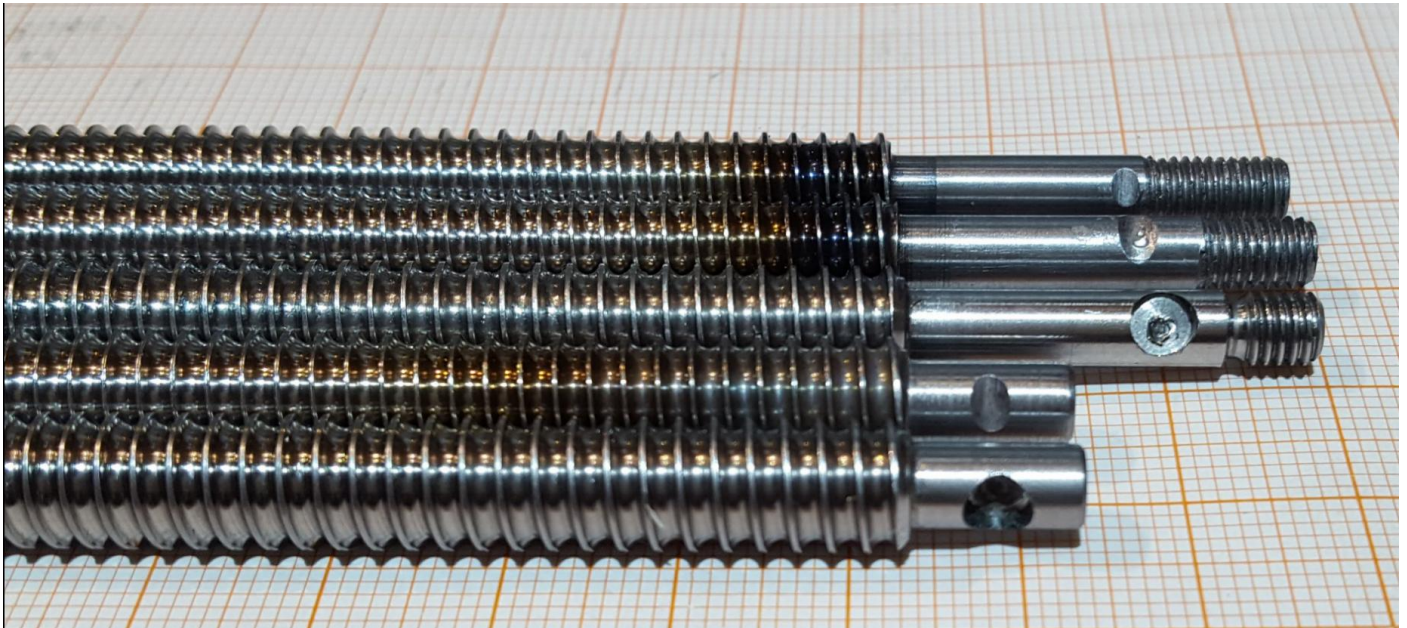
Bei Gelegenheit fertige ich da auch mal was Gescheites für die Dremmel an.

weiter ging es mit der Dremmel

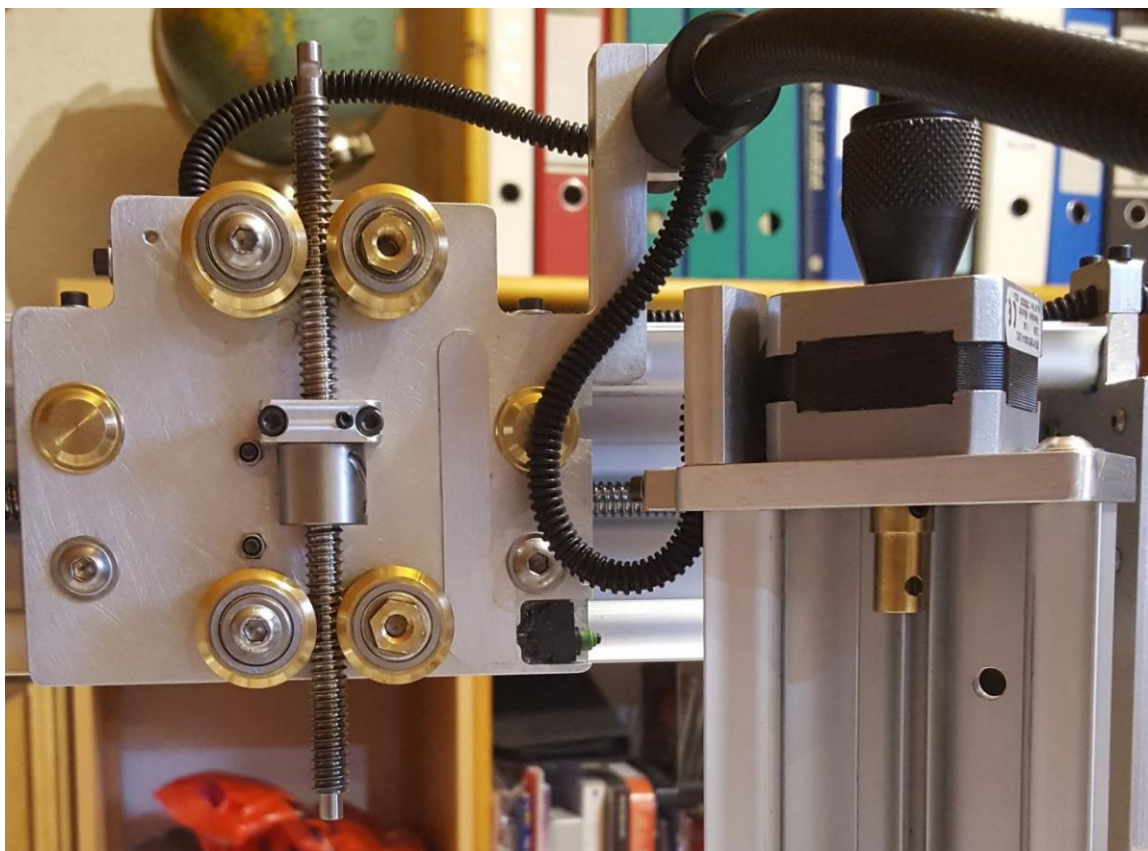


Ich hab danach die Taktik geändert und bei den nachfolgenden Spindeln die Enden zuerst komplett weichgeglüht. So war es möglich diese auf der Drehbank abzdrehen und dann fein zu schleifen. Das ging viel schneller.

Hier sieht man von vorne nach hinten die alte X-Spindel, neue X-Spindel, eine alte Y-Spindel, beiden neuen Y-Spindel.



Die Z-Spindel kam als letztes dran.



8.1 Überprüfung des weiteren Umbaus

Nach dem Zusammenbau wurde alles sauber gefettet, ich lies die Maschine eine Zeit lang sprichwörtlich im Kreise laufen und danach wurde die Spannung der Führungsrollen auf allen Achsen sauber eingestellt.

Dann kam die Überprüfung....

Und ja, der Unterschied war deutlich messbar auf allen Achsen.

Das gemessene Umlaufspiel liegt bei der X und Y Achse bei ziemlich genau $30\mu\text{m}$.

Die Z-Achse ist etwas besser da sind es $20\mu\text{m}$.

Das Umkehrspiel wurde dann in WinPC NC entsprechend der Achsen eingetragen und nochmals gegengeprüft.

Hier mal eine exemplarische Überprüfung an der Y-Achse mit durch WinPC NC eliminierten Umkehrspiel.

Das ist natürlich Best Case hier und Zufall dass in der letzten Ziffer immer eine Null stehen bleibt.

Das schwankt im Normalfall um ± 2 Digits

Null Stellung



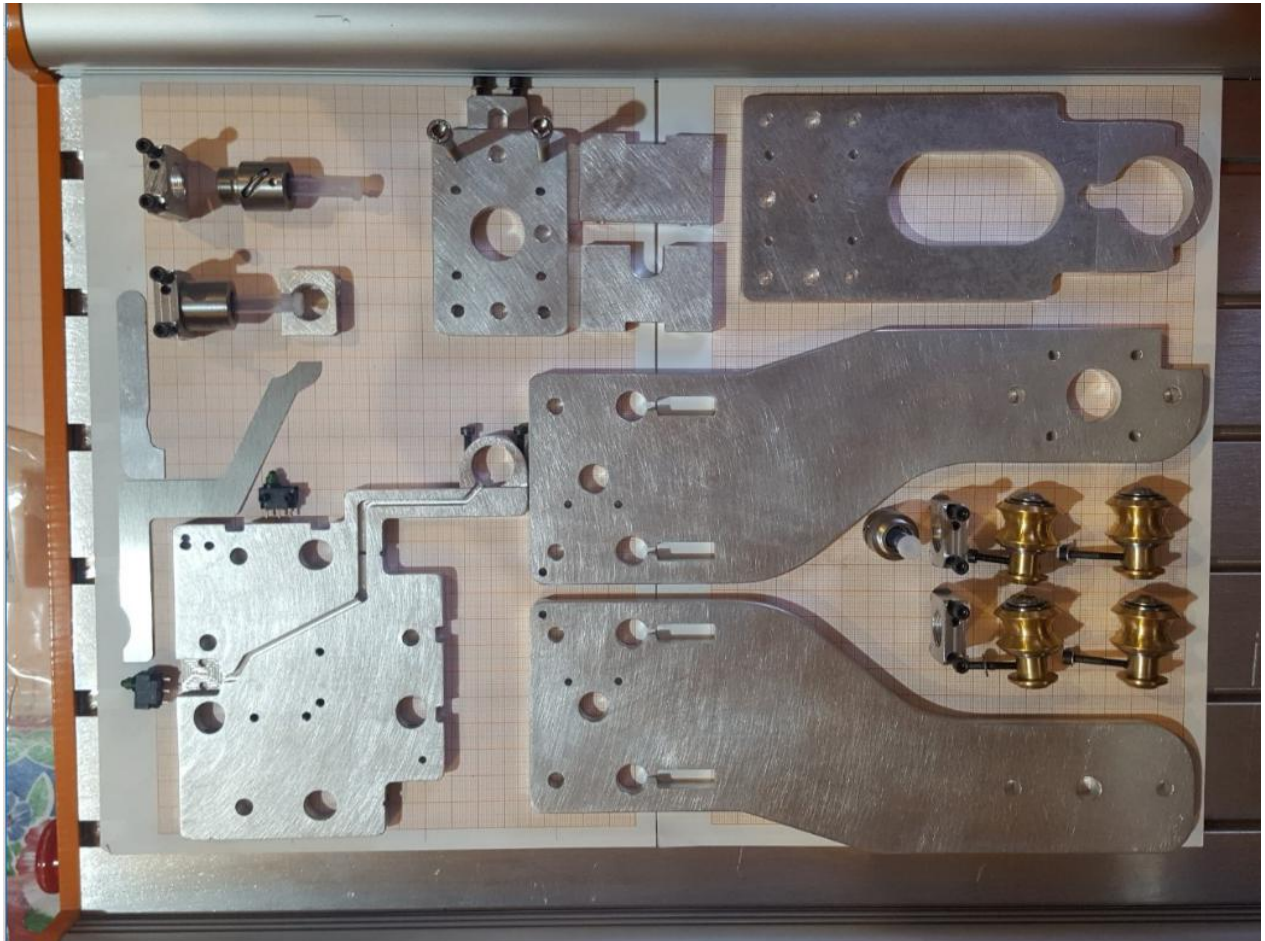
1mm rausgefahren



2mm rausgefahren



9. fast alle Teile fertiggestellt



10. Antriebsoptimierung

Da meine Steppi damals noch mit einem 19V Netzteil ausgeliefert wurde, hab ich mir von StepCraft das mit 30V kommen lassen.

Dann noch einen günstigen 3-er Set Schrittmotoren NMEA 17 mit 59Ncm 47mm Länge erworben. Motortreiber IC's mit kleinen Kühlkörper bestückt.

Umverdrahtung der Steuerung auf 1/4 Schrittauflösung.

Umverdrahtung des Maximalstromes der y-Achse auf ca. 2A

Vorab zum Test hab ich mal nur einen der neuen Motoren an der Y-Achse verbaut.

X-Achse wird auch umgebaut falls sinnvoll, Z-Achse bleibt.

Beim der 1-ten Inbetriebnahme nach dem Umbau, zeigt sich dass das mit den größeren Motoren völlig unnötig ist. Allein durch das 30V Netzteil und die geringere Reibung durch die Kugelumlaufmuttern haben alle Achsen auch bei 1/4 Schrittauflösung genug Kraft.

Den an der Y-Achse habe ich drin gelassen da er schon verbaut war, nur die Stromerhöhung habe ich wieder auf Originalzustand zurückgebaut.

Mit der jetzigen Konfiguration ergab das Motortestprogramm auf allen Achsen bei 200-300ms Rampen eine fehlerfreie maximale Geschwindigkeit um 80mm/s.

Ich hab die Eilgeschwindigkeiten bei X & Y eh auf 40mm/s stehen das reicht mir völlig.

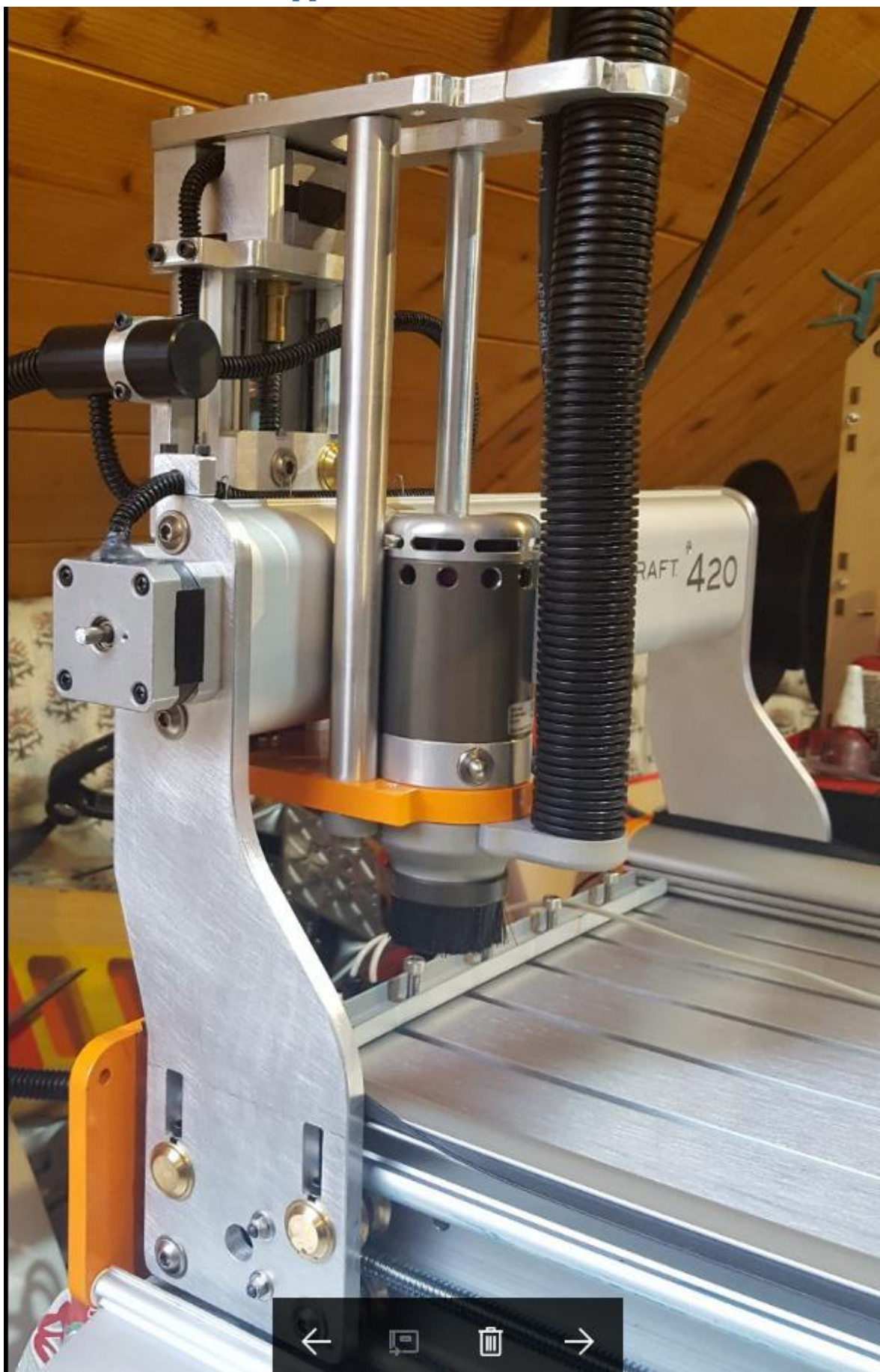
Mehr Strom brachte auch nix, da man bei 800Schritte pro mm und 80mm/s sich frequenzmäßig eh jenseits des maximalen Drehmoment befindet.

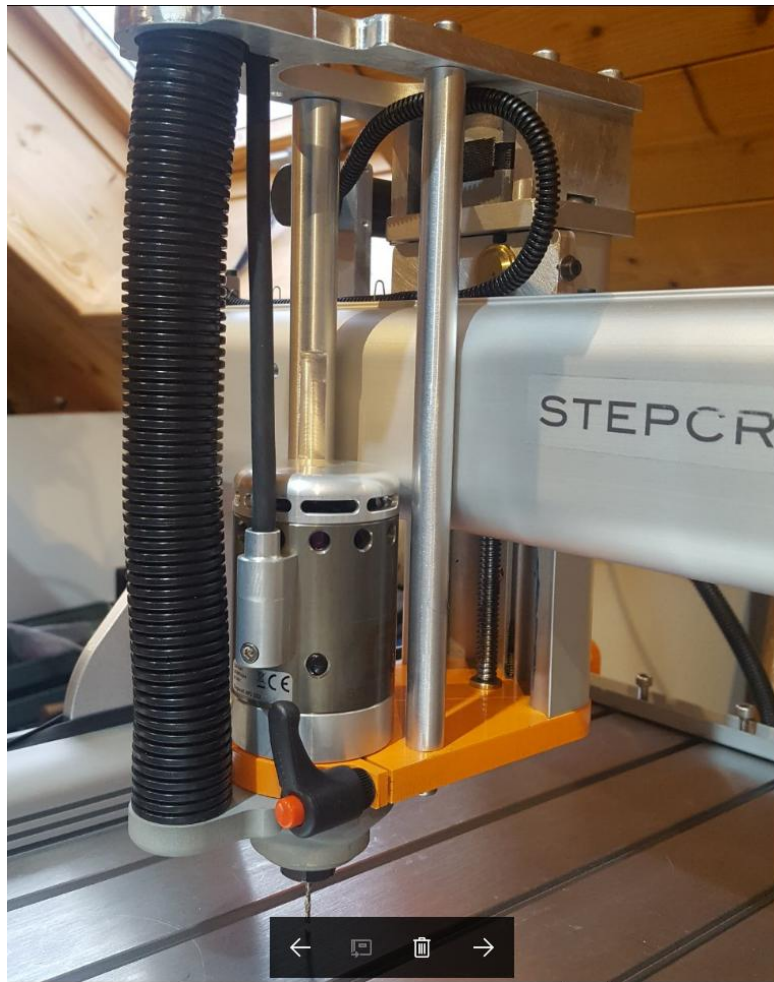
Und unten herum noch mehr Kraft halte ich auch nicht für sinnvoll.

Die Kraft muss groß genug sein dass beim Fräsen keine Schrittverluste auftreten, soll aber wenn die Maschine mal auf Anschlag fährt nicht anfangen sich selbst irgendwo zu verbiegen.



11. so ist sieht die Steppi heute aus

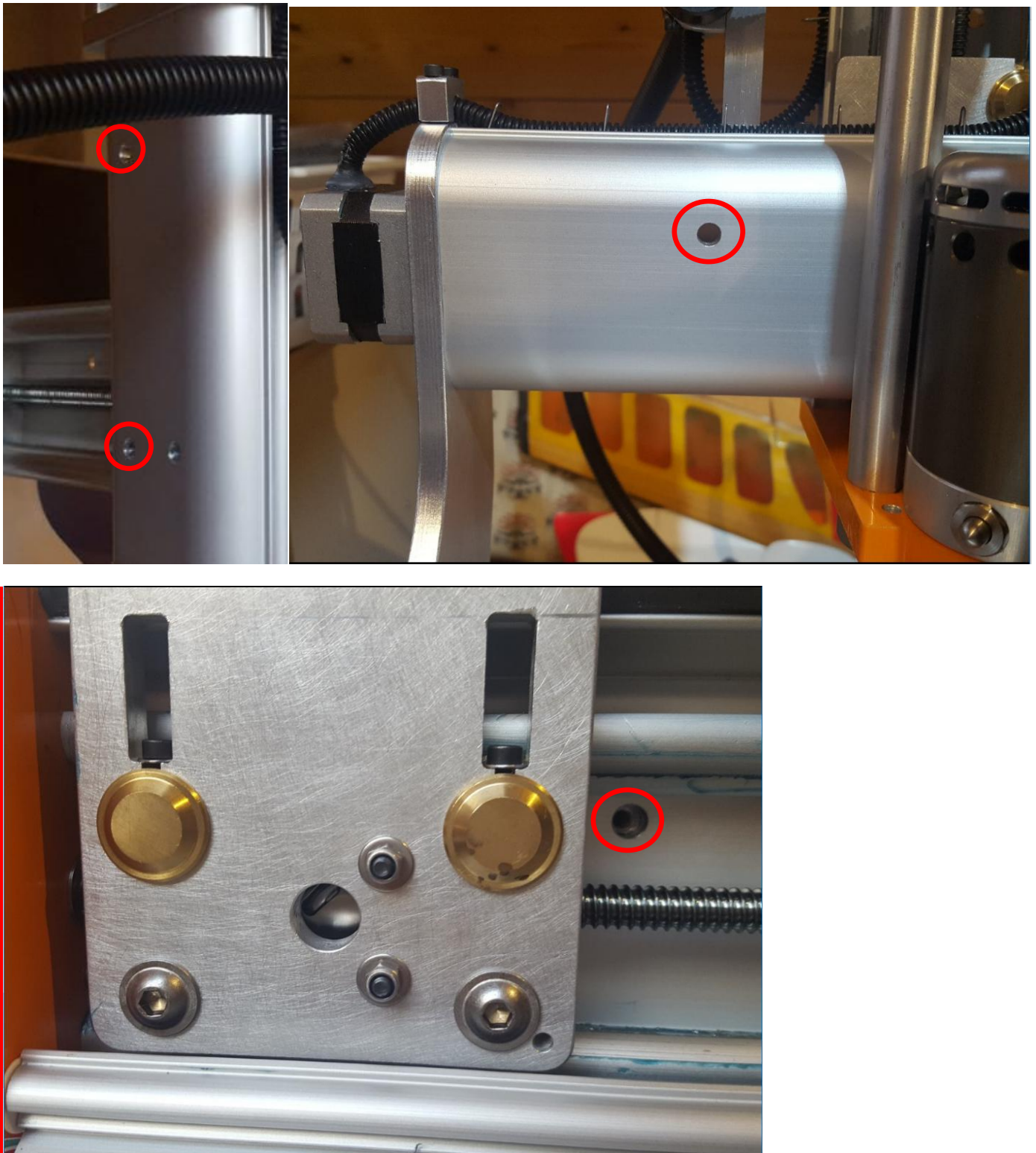




12. Löcher in den Profilen

kleiner Tipp, in die Profile habe ich Bohrungen eingebracht, mit denen ich die Achsschrauben von den einstellbaren Rollen lösen oder fest zuschrauben kann.

Dies ist eine große Hilfe beim nachträglichen Einstellen der Rollen.



13. Resümee

Hat sich der Aufwand gelohnt, wo die Steppi sozusagen sich die Teile selbst gefräst hat und bewies dass sie auch im Originalzustand gut funktioniert ?

Also für mich ist die Antwort eindeutig Ja.

Ja, es war sehr aufwendig aber hat auch recht viel Spaß gemacht:

Die Steppi ist extrem viel steifer, ~~Umkehrspiel gemessen mit der Messuhr geht gegen 0, man kann für jede Achse 1 oder 2 Ticks (ca. 2,5µm) prophylaktisch eintragen weil unter Last muss ja irgendwas da sein. Aber gegenüber vorher kein Vergleich.~~ (siehe Kapitel 7 u. 8)

Im Originalzustand war es so, dass z.B. an der X Achse, die war immer die schlechteste, ca. 2 bis 3/100 messbar waren. Hat man die Achse durch das Spannen der Laufrolle deutlich versteift wurde das Umkehrspiel messbar größer. Da war einfach mehr Elastizität im System.

Die Versteifung/Verkastung der Z-Achse um die X Schiene herum bringt nicht nur in Richtung Steifigkeit viel sondern hilft zum Unterbinden von Schwingungen.

Schwingungen am Fräser, auch wenn nur leicht vorhanden, führen dazu, das die Spannstärke welche sich ja in 1/100 Bereichen pro Zahn befindet, zu stark variieren kann und so das Fräsergebnis verschlechtern oder gewisse Zustellungen gar nicht erst zulassen.

Ein kleines augenscheinliches Beispiel der Verbesserungen.

Am oberen Teil im Bild hab ich die zu sehende vordere Stirnseite nach dem Umbau der Maschine etwas kürzer gefräst, da wie sichtbar das Teil schon in den Bogen der Y-Platte übergeht.

Auf der Stirnseite der Y-Platte sieht man deutlich die Struktur der Tiefenzustellung, obwohl ich dort zusätzlich jeweils einen Schlichtgang gefahren bin. Die Zustellung mit dem 2mm Fräser war jeweils mit ca. 1mm in Z und 2mm/s Fräsvorschub.

Das obere Teil wurde ohne Schlichtgang, da nicht notwendig da schon so besseres Ergebnis, mit gleicher Z-Zustellung aber mit 4mm/s Fräsvorschub wie durch Butter und war in keiner Weise grenzwertig. Da geht sicher mehr.

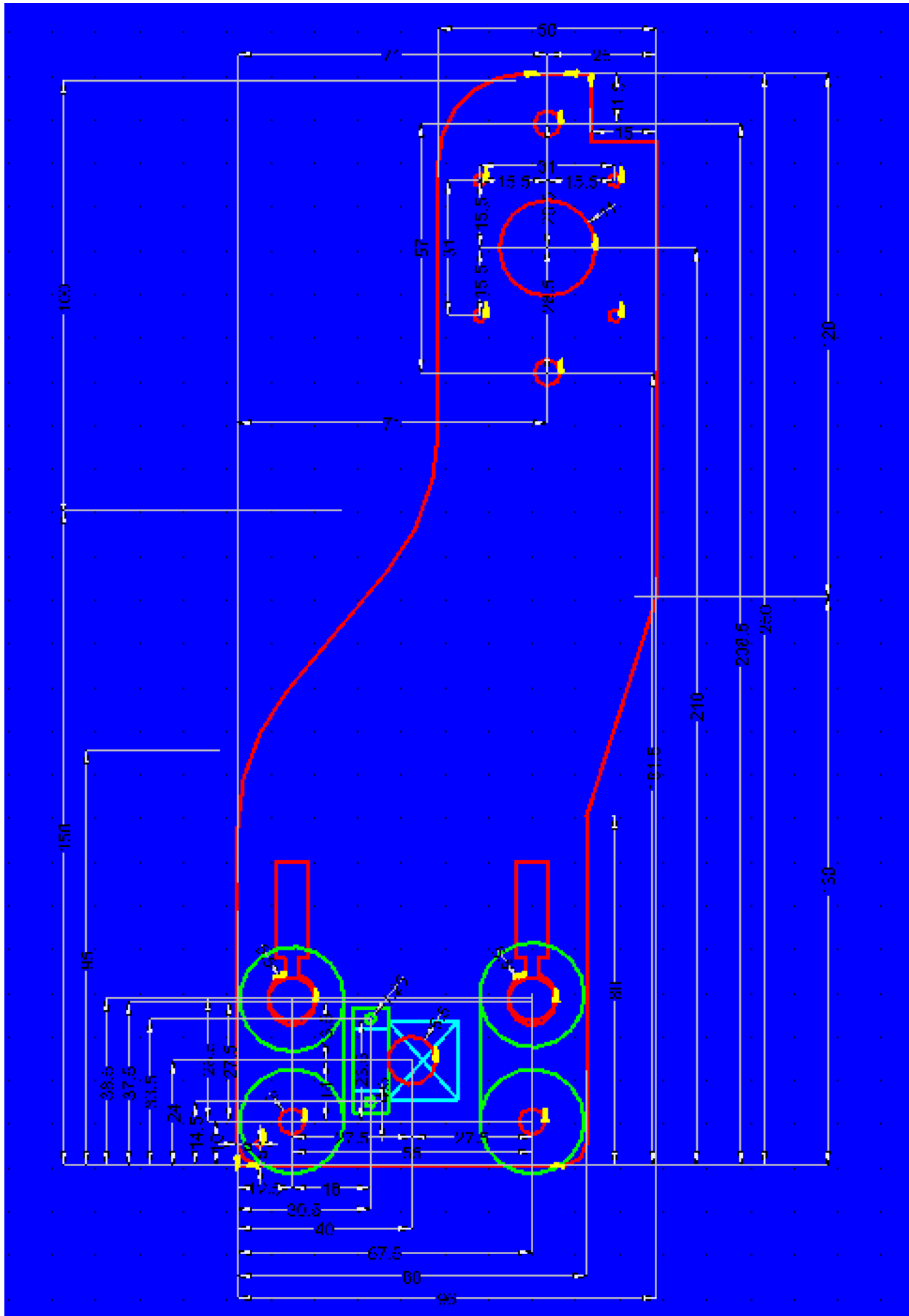


Jupp, das war's, ist ein langer Bericht! Hoffe trotzdem dass er interessant war.

Gruß Conny

Anlage

Y-Platte



X/Z Platte

