

Deckel FP-1 Fräsmaschine  
Erlebnisse einer Restauration

Teil 1

## Inhaltsverzeichnis

<b>0 Präambel</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>4</b>
<b>2 Kauf und Transport</b> .....	<b>8</b>
<b>3 Der Vertikalfräskopf</b> .....	<b>12</b>
3.1 Ausbau der Zahnwelle.....	19
3.2 Ausbau der Zugstange .....	20
3.3 Oberes Spindellager ausbauen .....	34
3.4 Im Auftrag des Herrn unterwegs .....	40
3.5 Einbauhinweise für UKF K40.....	41
<b>4 Die wirkliche Ursache!</b> .....	<b>42</b>
<b>5 Schrecken ohne Ende!</b> .....	<b>44</b>
<b>6 ...Hr. Singer macht das schon!</b> .....	<b>50</b>
<b>7 Herzblut</b> .....	<b>51</b>
<b>8 Cut!</b> .....	<b>51</b>
<b>9 Ausbau des X-Supports</b> .....	<b>52</b>
<b>10 Ausbau des Z-Supports</b> .....	<b>83</b>
<b>11 Zerlegen des Z-Supports</b> .....	<b>88</b>
<b>12 Abbau des Maschinenfußes</b> .....	<b>91</b>
<b>13 Zerlegen des Knies</b> .....	<b>95</b>
<b>14 Fuß von der Maschinensäule trennen</b> .....	<b>97</b>
<b>15 Standfuß aufarbeiten</b> .....	<b>102</b>
<b>16 Lackierung</b> .....	<b>106</b>
<b>17 Ausbau der Getriebewellen: Vorbereitung</b> .....	<b>117</b>
<b>18 Ausbau der 0. Welle</b> .....	<b>120</b>
<b>19 Ausbau Welle Nr. 1</b> .....	<b>124</b>
<b>20 Ausbau Welle Nr. 2</b> .....	<b>128</b>
<b>21 Ausbau Welle Nr. 3</b> .....	<b>147</b>
<b>22 Ausbau Welle Nr. 4</b> .....	<b>158</b>
<b>23 Ausbau Welle Nr. 5</b> .....	<b>163</b>
<b>24 Kurze Pause? Kurze Pause!</b> .....	<b>168</b>
<b>25 Schaaaaben!</b> .....	<b>171</b>
<b>26 Voraussetzungen</b> .....	<b>172</b>
<b>27 Die Messplatte</b> .....	<b>173</b>
<b>28 jetzt wird geschabt- aber erstmal in "klein"!</b> .....	<b>176</b>
<b>29 Schaben des Gegenstücks am Ausleger</b> .....	<b>180</b>
<b>30 ...die Messplatte kommt!</b> .....	<b>181</b>
<b>31 Unterstand</b> .....	<b>183</b>
<b>32 Granitplatte installieren</b> .....	<b>184</b>
<b>33 EINSCHUB: Umschlagsmessung</b> .....	<b>186</b>
<b>34 Der Knoten platzt!</b> .....	<b>191</b>
<b>35 Fortsetzung: Ausleger scrapen</b> .....	<b>193</b>
<b>36 Aufspannung</b> .....	<b>194</b>
<b>37 Abschluss-Plädoyer</b> .....	<b>201</b>
<b>38 Bilderrätsel</b> .....	<b>206</b>
<b>39 Disclaimer</b> .....	<b>207</b>

## 0 Präambel

Entgegen meiner sonstigen Gewohnheit, meine Reparaturberichte ausschließlich "positiv" zu formulieren, enthält dieses Dokument auch einzelne Passagen, die der Leser durchaus als "nicht-positive Formulierung" verstehen könnte.

Ich erkläre hiermit, dass diese Äußerungen nur meine eigene, subjektive Meinung zu bestimmten Situationen widerspiegeln und keinesfalls als Angriff, Verleumdung oder Verunglimpfung einzelner, in diesem Bericht vorkommenden Personen und/oder Institutionen misszuverstehen sind.

Der Entschluss, diese Textpassagen hier mit abzdrukken und nicht lieber doch gleich ganz darauf zu verzichten, basiert auf meiner Intention, den interessierten Leser auch über mögliche **Gefahren und Risiken beim Gebrauchtmashinenkauf** zu informieren.

Da es für eine reine Beschreibung dieser "Gefahren und Risiken" absolut nicht notwendig ist, handelnde Personen direkt zu benennen (ich will ja informieren und nicht jemanden kränken!), habe ich mir Mühe gegeben, diese so zu anonymisieren, dass eine Rückverfolgung zu einzelnen Personen und/oder Institutionen bewusst nicht mehr möglich ist. Das betrifft auch Bilder, bei denen spezifische Merkmale, anhand derer man Orte oder Institutionen wiedererkennen könnte, absichtlich übermalt worden sind.

Wird aus diesen Textstellen fälschlicherweise ein gezielter, womöglich sogar persönlicher Angriff herausinterpretiert, so versichere ich, dass dies keinesfalls vom Autor gewollt ist und ich distanzieren mich auch ausdrücklich davon.

Im allgemeinen berufe ich mich in diesem Reparaturbericht auf mein Recht der freien Meinungsäußerung gemäß Artikel 5, Absatz 1 des Deutschen Grundgesetzes.

Nach dieser etwas ungewohnten Einleitung aber nun dennoch viel Interesse bei der Lektüre ☺

Der Autor im November 2018

# 1 Einleitung

“Das Geld muss raus”, sagte mir kürzlich ein Geschäftsmann. Vermutlich von der Angst vor negativen Guthabenszinsen gepeinigt, hat sich dieser Spruch irgendwie bei mir eingeprägt. Also habe ich mir gleich eine 1956er Deckel FP1 Fräsmaschine gekauft. Muss ja.

Dass die mir jetzt und für die nahe Zukunft schlagartig jegliche Angst vor Guthabenszinsen nehmen würde, war so jedoch nicht geplant ;-)



Abbildung 1: so sah ich meine Fräse zum ersten mal: schwebend am Haken!

Nun gibt es ja viele Möglichkeiten, Geld für irgendwas rauszujagen. Ein schickes Auto zum Beispiel. Oder eine schöne Reise. Ein 40GHz-Spektrumanalyzer würde sich bestimmt auch in manchem Wohnzimmer gut machen. Vielleicht auch eine Jahreskarte im Spa-Hotel um die Ecke, wenn man mal wieder so einen richtig doofen Arbeitstag hinter sich hat.

Man kann es sich allerdings –wie ich- auch gleich „richtig“ geben und eine alte Fräse kaufen. Vorher noch eine Flott SB M3 Standbohrmaschine....



**Abbildung 2: Projekt "Die Kohle muss raus"- Aktionspaket Nr. 1**

...und DAVor noch einen Marathon auf der Chinesischen Mauer laufen.



**Abbildung 3: Projekt "Die Kohle muss raus"- Aktionspaket Nr. 2**

Geht alles. Hauptsache, die Kohle ist raus und belastet die arme Sparkasse nicht mehr!

Ausgangspunkt war jedoch mal wieder meine Frau, die sich –zu recht- beschwerte, dass wir jetzt so eine schöne Werkstatt hätten, aber da noch nichteinmal eine Bohrmaschine drin sei, mit der man „mal eben“ ein Lochen bohren könne.

Nunja, es ist ja nicht so, dass ich keine anständige Bohrmaschine hätte. Im Gegenteil- ich habe (genau: HATTE! ;- ) sogar eine sehr gute. Nämlich eine Arboga U2508.



**Abbildung 4: meine gute, alte Arboga U2508**

Mit der kann man nicht nur 30mm-Löcher in Stahl bohren, sondern auch fräsen, wenn man sie ein wenig umbaut. Und genau das ist das Problem: weil ich sie in letzter Zeit oft im Fräsbetrieb hatte, dauert eine Umrüstung auf „Bohren“ doch schon etwas. „Mal eben schnell ein Loch“ ist da nicht. Und erst recht nicht, wenn noch die Höhe verstellt werden muss: anstatt ein kleines leichtes Tischchen hochzukurbeln wie bei einer Standbohrmaschine, muss man hier kräftig schwitzen und gleich den ganzen Bohrkopf hochfahren. Das ist echt anstrengend. Keine Frage, dass meine Frau hier irgendwann streikt.

Würde Eure wahrscheinlich auch.

Also gab es eine schmerzliche Entscheidung: die Arboga muss weg; von dem Geld (und noch deutlich mehr dazu) wird eine vernünftige Standbohrmaschine zum Bohren und eine solide Fräse für Fräsarbeiten (was auch sonst) gekauft. „Dann möchte ich aber eine FP1 haben“, sagte ich zögerlich, während wir abends beim zu-Bett-gehen gerade das Licht ausknipsten. „Kannst Du haben“, sagte meine Frau, zerrte etwas Bettdecke zu sich, dreht sich um- und schlief ein.

Und ich??

Nachdem einem seine Frag gesagt hat, dass man sich eine FP1 kaufen darf?

Schlafen?!?!?!?!?

Witz komm raus!

Es dauerte bestimmt zwei Stunden, ehe ich nach diesem Satz ein Auge zu bekam. Dass mir das mit der FP1 nach dem Kauf gleich noch einmal so gehen würde, wusste ich da noch nicht. Aber die Vorfreude sei ja immer die schönste. Heißt es. Mal sehen.



**Abbildung 5: bei sowas werden wir landen: Kinderarbeit an der Granitplatte und Tuschieerlineal!!! :-)**

## 2 Kauf und Transport

Ihr müsst wissen, dass es bei uns im "Norden" gar nicht so einfach ist, eine Werkzeugmaschine zu kaufen. Zumindest nicht, wenn man nur ein begrenztes Budget zur Verfügung hat und daher nicht bei einem Händler gleich eine komplett überholte Maschine mit Garantie kaufen kann. Die meisten Angebote im Internet sind mindestens ab Stuttgart oder südlicher zu Hause und das bedeutet für uns Nordlichter einen recht anstrengenden und langwierigen Transport. Mal abgesehen davon, dass man nicht mal eben schnell hinfahren, angucken und wieder nach Hause fahren kann, wenn die Maschine nix ist.

Somit war die Anzeige auf Maschinensucher.de in der nur etwa 30km entfernten Nachbarstadt ein echter Lichtblick. Und dann stand da noch "Ausbildungsbetrieb" im Text; ein Argument, zu dem mir ein befreundeter Mechaniker unbedingt rät, weil solche Maschinen angeblich immer gut gepflegt und wenig benutzt seien. Ich persönlich hätte da zwar eher auch Befürchtungen, weil bei jemandem, der eine Arbeit erst LERNT, auch schneller Missgeschicke und Bedienungsfehler passieren können, die auch durchaus Schaden an der Maschine anrichten könnten, aber mein Bekannter winkt ab. So eine Maschine solle man unbedingt kaufen, meint er, weil die Abnutzung normalerweise weitaus geringer ist als bei einer Produktionsmaschine.



Abbildung 6: Deckel FP1 auf Spazierfahrt...zu mir ☺

Recht hatte er. Aber ich leider auch (wie wir noch sehen werden).

Ich rufe also beim Verkäufer an und erkundige mich über den Zustand der Maschine. Sie sei bis zuletzt ohne erkennbare Mängel in Betrieb gewesen, sei eine gute und robuste Maschine und man gebe sie nur widerwillig her, wird mir versichert. Ich hätte zudem Glück, sagte er, die Maschine stünde zwar im 1.Stock zur Selbstabholung ausgeschrieben (das hatte wohl die meisten Interessenten abgeschreckt), aber gerade eben habe er für nächste Woche einen Kranwagen organisiert, der die alte FP1 über ein ausgebautes Fenster aus der Werkstatt heraus- und die neue Maschine hineinheben soll. „Weshalb sie die Maschine denn überhaupt aussondern und eine neue gekauft haben, wenn sie so doch gut sei“, will ich wissen. Zur Antwort heißt es, dass sie die heutigen Sicherheitsvorschriften nicht mehr einhält und ein Umbau auf

den heute notwendigen Sicherheitsstandard nicht mehr wirtschaftlich sei. Das verstehe ich und leuchtet mir auch ein.



Abbildung 7: Das Transportkommando (vlnr): Ich mit Sohn Max und "Sirenen-Matthias" :-)

Leider wurde diese (und eine weitere) FP1 dafür aber bereits schon vom Stromnetz getrennt, so dass man sie nicht mehr laufen lassen und ausprobieren kann. "Das ist ein Risiko", gebe ich zu bedenken, "denn wie soll ich ohne Probelauf sicher sein, dass auch alles heile ist?". Wir reden schließlich über eine Deckel; hier können Ersatzteile schnell mal mit vierstelligen Preisen zu Buche schlagen und nicht immer ist es sicher, dass man das Teil überhaupt noch bekommt. Gerade Spindellager oder Getriebeteile können so eine Maschine schnell zum wirtschaftlichen Totalschaden machen und davor habe ich natürlich Angst. Der Verkäufer beruhigt mich, stellt mich sogar zum Werkstattmeister selber durch, der mir ebenfalls versichert, dass die Maschine bis zuletzt benutzt wurde und mir keinen Grund zum Ärger machen wird.

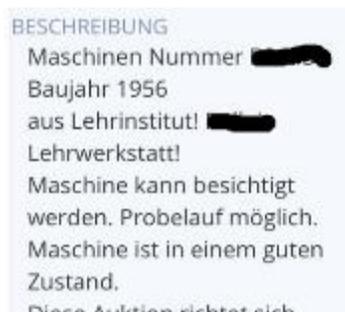


Abbildung 8: originaler Angebotstext (Auszug)

Nun gut, in der Verkaufsanzeige steht ja auch nicht "defekt", sondern "guter Zustand" und ich gewinne aus den Gesprächen mit dem Verkäufer heraus einen sehr positiven, ja sogar sympathischen Eindruck; absolut kein Grund, irgendwie misstrauisch zu sein. Also willige ich ein. Der Preis ist jetzt dementsprechend auch kein Schnäppchenpreis, aber wenn ich eine Maschine aus Süddeutschland kaufe und sowohl Benzin- als auch Übernachtungskosten rechne (und meine Zeit!), findet man schon Argumente dafür, doch lieber diese Maschine hier zu kaufen.

Und damit beginnt alles.

Die Abholung als auch die Rückmeldungen des Verkäufers und die Absprachen klappen alle vorbildlich. Ich erhalte sogar die Handynummer des Werkstattmeisters, mit dem ich mich bezüglich des Transports abstimmen kann. Als ich mit meinem Kumpel "Sirenen-Matthias" samt Anhänger und Spanngurten schließlich auf den Hof gerollt komme, hängt "meine" FP1 bereits am Haken und schwebt vergnügt schaukelnd auf uns zu!

Hastig parke ich das Auto auf der angezeigten Verladeposition und die Maschine setzt sanft auf dem Anhänger auf. Sirenen-Matthias und ich (eigentlich mehr Sirenen-Matthias, denn der hat bei sowas erheblich mehr Erfahrung als ich) vertäuen und verkeilen den 700kg-Stahlklotz sicher auf der Ladefläche.



**Abbildung 9: Glück gehabt: passt geraaaade so unter dem Tor durch!**

Natürlich kommt bei dieser doch etwas "hastig" wirkenden Aktion die Prüfung der Maschine zwangsläufig doch etwas kurz. Erst recht, wenn man sie nicht einschalten und probelaufen lassen kann. Wir drehen sie von Hand durch, schalten alle Getriebestufen, nehmen den Vertikalfräskopf ab und leuchten mit der Taschenlampe auf die Führungen. Uns fällt auf: die Frässpindel scheint nicht komplett eingefahren zu sein und kann mit dem dafür vorgesehenen Handrad nicht zurückgedreht werden, aber dafür machen wir eine angezogene Pinolenklemmung verantwortlich. Weil das Bedienerwerkzeug der FP1 aber noch fehlt, können wir das derzeit nicht weiter überprüfen und nehmen es erstmal so "hin"- ein Fehler von uns, wie sich später herausstellen wird!

Nach der Sicherstellung der ordentlichen Vertäuerung der Maschine auf dem Anhänger wird bezahlt und ich erhalte eine ordentliche Quittung. Auf der kurzen Fahrt nach Hause beginnt es prompt zu regnen- innerhalb einer mindestens 10wöchigen Hitzewelle, die uns den ganzen Sommer 2018 mit Dürre und Wasserknappheit beherrscht hat! Ein Zeichen?

Nun ja, so weit wollen wir nicht gehen ;-). Die FP1 ist eine schöne Maschine und hat in der Tat keinen großen Verschleiß erfahren, wie ich später feststellen werde. Aber leider hält sie dennoch ein paar böse (und kostspielige!) Überraschungen für mich bereit und einige andere Firmen (die von mir kein Geld verlangen werden,) zeigen sich am Ende kooperativer als DIE Firma, die von mir das Geld bekommen hat- nämlich der Verkäufer! :-/

Aber schön der Reihe nach. Sirenen-Matthias und ich kommen nach einer vorsichtigen und besonnenen Fahrt sicher bei mir zu Hause an und entladen die Fracht. Der noch schnell letzte Woche gekaufte Hydraulik-Scherenhubwagen leistet mir hier hervorragende Dienste. Mit einigen untergelegten alten Zaunpfählen und einem Ratschengurt ziehen wir die FP1 auf den Hubwagen und lassen sie schließlich in der Garage ab. Nun beginnt die teilweise Demontage (Motor, Fräskopf, Fuß), denn so kann ich sie leichter in die Werkstatt transportieren. So zumindest die Idee.



**Abbildung 10: per Spanngurt auf den Hubwagen ziehen**

Dass ich bei der Demontage gleich über einige Probleme stolpern werde, die sofort wieder in eine Komplettrestauration ausarten würden, war so nicht geplant. Aber starten wir gleich mit dem "schlimmsten" Teil: dem Vertikal-Fräskopf!



**Abbildung 11: angekommen! :-)**

### 3 Der Vertikalfräskopf

Ich denke, in über 90% meiner geplanten Fräsarbeiten werde ich wohl den ganz "normalen" Vertikal-Fräskopf (also das Ding ganz oben auf der Maschine) benutzen. Was heißt "ganz normal"- bei Deckel ist eigentlich nichts wirklich "normal"! Allein in der Fräspatrone, in der die Frässpindel gelagert ist, sitzen nicht weniger als 6(!) Lager, die für Präzision und Stabilität sorgen. Das besonders Kritische (und Teure) an einem Deckel-Fräskopf dieser Bauart sind die untersten Nadellager. Sind diese in irgendeiner Form defekt oder zu stark abgenutzt, könnte das einen Totalschaden des kompletten Fräskopfes bedeuten! Laut Manual könnte man beim Hersteller einen Satz übergroße Nadellager extra anfertigen lassen, aber bei zu stark verschlissenen Laufbahnen und/oder einer krummen Spindel hat man auch diese Option nicht mehr: der Fräskopf wäre in diesem Falle tatsächlich Schrott und man braucht einen Austausch-Fräskopf!



Abbildung 12: so sieht der Vertikal-Fräskopf bei mir aus

Und das wäre bitter: auf dem Gebrauchtmart kostet ein gut erhaltener Fräskopf kaum weniger als 3000 Euro. Auf so ein Erlebnis wollte ich mich keinesfalls einlassen; und weil ich dieses Risiko bereits vor dem Kauf wusste (erst recht, wenn die Maschine, die man kaufen will, schon abgeklemmt ist und man sie daher nicht mehr unter Strom testen kann, ganz so naiv bin ich halt nicht), hatte ich den Käufer auch explizit nach dem Zustand der Frässpindel und diesem Kostenrisiko befragt. Als Antwort kam, dass die Maschine in einem technisch gebrauchten, aber einwandfreien Zustand sei, da bis zuletzt im Einsatz gewesen und regelmäßig gewartet.

Obwohl ich sicher bin, dass diese Aussage zu diesem Zeitpunkt nach bestem Wissen (oder Unwissen ;-)) gemacht wurde, ist es trotzdem schade, dass ich von diesem Telefonat keinen Mitschnitt gemacht habe, denn so wie versprochen war es am Ende nämlich leider nicht! :-)



**Abbildung 13: okay- ein paar Macken im Lack hat er...aber darauf kommt es nicht an!**

Am Anfang war ich guter Dinge und wusste noch nicht, dass der Fräskopf zwar eine gute, aber leider auch viele schlechte Überraschungen bereithalten und mich das am Ende fast noch einmal den halben Kaufpreis zusätzlich für neue Spindellager und eine neue Antriebswelle kosten sollte, um sie wieder in einen "für den bestimmungsgemäßen Gebrauch verwendbaren" Zustand zu bringen. An die mündliche Zusage am Telefon erinnerte sich der Verkäufer hinterher natürlich nicht mehr, stattdessen redet man von "normalem Verschleiß" einer alten Werkzeugmaschine, den ich akzeptieren müsse.

Liebe Freunde, ich bin kein Jurist (und würde auch nie einer werden wollen, weil ich im Leben möglichst immer versuche, OHNE einen auszukommen). Aber ich gebe durchaus zu, dass ich hier schon in manchen Situationen laut darüber nachgedacht habe, einen zu bemühen. Eine als "einsatzbereit" verkaufte Maschine (zu einem auch "einsatzbereiten" Preis ;-)) sollte zumindest im Moment des Verkaufs für den "bestimmungsgemäßen Gebrauch" zu verwenden sein. An dem, was wir gleich an Spindellagern sehen werden, bezweifle ich das.



**Abbildung 14: Fräskopf abgenommen**

Als ich also den Fräskopf für eine erste Inspektion zerlegte, runzelte ich erst etwas die Stirn über die ziemlich vernaddelte Stirnlochmutter am Fräskopf. Nun gut, das wusste ich ja aber und hatte es auch beim Kauf schon gesehen. Was nun erstmal etwas Skepsis bei mir weckte, war das "braue Zeug", das ich nun auf der Spindeloberfläche finde, nachdem ich den Kopf erstmal mit Öl geflutet und die Pinole ein paarmal hoch und runter bewegt habe. Der Verkäufer erkennt bereits vom Bild (und ohne eine chemische Analyse;-), dass es sich dabei um Öl handeln muss. Ich halte dagegen und behaupte, das es korrodiertes Eisen sein könnte (=Rost).

Später bei der Rundlaufmessung der Spindel werden wir sehen, dass ich recht hatte, aber was nützt mir das :-/



Abbildung 15: so sieht der Fräskopf von "innen" aus. Ordentlich Fett ist drin...



**Abbildung 16: ...aber leider auch unter Öl ausgeschwemmter Rost!**



**Abbildung 17: Also zerlegen! Zuerst diese Stirnlochmutter...**



Abbildung 18: ab isse...



Abbildung 19: diese Stirnlochmutter sieht echt verwarzt aus. Und schief sieht es auch aus...



**Abbildung 20: Aber für einen weiteren Ausbau muss zuerst die Zahnwelle raus. Dazu diese Mutter runter...**



**Abbildung 21: ... dann mit einem Messer den Federkasten abhebeln.**



**Abbildung 22: ...oder mit dem Stechbeitel.**



**Abbildung 23: Schließlich geht der Federkasten ab.**



**Abbildung 24: So sieht er von innen aus.**

### 3.1 Ausbau der Zahnwelle

Ich schaue mir also erstmal die Zahnwelle an, mit der man die Pinole der Fräse hoch- und runterkurbeln kann. Dass diese im letzten unteren Drittel tierisch klemmt und nur mit Gewalt und einem Schraubenschlüssel weiterzukurbeln geht, "hätte ich vor dem Kauf ja bemerken können", wird mit der Verkäufer später vorhalten. Konnte ich aber leider nicht, denn zum Zeitpunkt des Verkaufs fehlte leider noch (von ihm selbst;-) das dafür notwendige Bedienerwerkzeug, das man aber zwingend zum Lösen der Pinolenklemmung für's Hin- und Herkurbeln braucht.



Abbildung 25: Hier kommt Überraschung Nr.1...

Als ich die Zahnwelle herausziehe, bemerke ich schnell, was hier los ist. Was der Verkäufer wieder als "normalen Verschleiß" bezeichnen wird, interpretiere ich eher als Zeichen roher und sinnbefreiter Gewalt. Jemand muss -vermutlich bei geklemmter Pinole- mit extremer Gewalt versucht haben, die Pinole auszufahren und hat dabei sogar ein paar Zähne der Zahnwelle verbogen! Dass das kein natürlicher Verschleiß ist, so wie der Verkäufer behauptet, sondern einfach brutale Gewalteinwirkung kann ich spätestens an dem verbogenen (!!! wie schafft man das???) Bedienerwerkzeug fest machen, das ich einige Wochen später dann doch noch erhalten werde. (Immerhin- danke dafür!)

tut mir leid, aber verbogene Zähne sind Zeichen "roher Gewalt"- und kein Verschleiß!



Abbildung 26: Spuren von Gewalteinwirkung an der Zahnwelle

Es hilft ja nichts; eine gebrauchte Ersatz-Zahnwelle käme auf etwa 300Euro. Also krame ich erstmal den Dremel heraus und glätte damit die Flanken der verbogenen Zähne so weit, dass ich die Pinole wenigstens wieder hoch- und herunter kurbeln kann. Die Präzision einer "jungfräulichen" Maschine werde ich mit dieser Lösung sicher nicht erreichen können, aber hier muss ich dem Verkäufer ausnahmsweise auch mal recht geben: das kann man bei einer 60Jahre alten Gebrauchmaschine auch sicher nicht erwarten. Schade ist nur, dass dieser Verlust der Präzision nicht auf natürlichem Wege durch benutzungsbedingten Verschleiß entstanden ist, sondern durch sinnlose Gewalt und dadurch hätte vermieden werden können!



Abbildung 27: ein wirklicher "Beweis" ist es natürlich nicht- aber der Verdacht liegt nahe, dass hier Gewalt mit im Spiel war...!

### 3.2 Ausbau der Zugstange

Für das weitere Zerlegen muss zuerst die Zugstange raus. Der Kegelstift wehrt sich natürlich....



Abbildung 28: der Durchschläger wird scheitern :-(

Ich muss ihn wirklich ausbohren!!!



**Abbildung 29: das geht mir jetzt mit fast allen Kegelstiften so: alle muss ich ausbohren!**



**Abbildung 30: Hülse der Zugstange abschrauben**



**Abbildung 31: jetzt nur noch hinten draufhauen und die Zugstange fällt nach unten heraus**

Nun gut, es geht weiter in Richtung Fräspatrone. Nach dem Entfernen der Zugstange kommt die Fräspatrone auch schön sauber und glatt angeflutscht und glücklicherweise sieht man auf der Gegenseite der Zahnstange (also da, wo die Zahnwelle angegriffen hat), kaum Abnutzungen.



**Abbildung 32: die Patrone gleitet aus dem Fräskopfgehäuse**



**Abbildung 33: Patrone ist raus- leeres Fräskopfgehäuse :-)**

Ich wische die Fräspatrone mit einem Tuch trocken und drehe sie langsam von Hand durch. Während des Kaufs -die Fräse wurde ja direkt mit dem Kran auf den Anhänger gehoben und dort sah ich sie zum ersten mal- hatten wir das Durchdrehen der Spindel auch gemacht, aber natürlich in zusammengebautem Zustand. Uns blieb daher nichts anderes übrig, als sie mit dem hinteren Handrad auf der Rückseite der FP1 manuell durchzudrehen. Damit fühlt man natürlich nur ganz grobe Defekte (z.B. blockiertes Getriebe). Damals schien alles einwandfrei zu drehen. Doch jetzt, bei ausgebaute Patrone, merke ich ganz deutlich ein Ruckeln und Hacken der Spindel. Kein gutes Zeichen!!! Ich schöpfe Misstrauen!



Abbildung 34: Blick auf das Fräskopfgehäuse

Immernoch in dem guten Glauben, dass der Verkäufer sich an sein Versprechen ("die Maschine selbst und auch Frässpindel ist in Ordnung!") erinnern wird, frage ich mich, wie ich ihm dieses Problem am besten schildern kann. Denn "Hakeln" ist ja sehr subjektiv und wäre ich ein Verkäufer und der Käufer würde mit so einem wenig objektiven Argument kommen, wäre ich auch erstmal skeptisch.

Durch Drehen der beiden Gegenmuttern 7 kann das Lagerspiel eingestellt werden. Nach dem Einstellen werden die fest gegeneinander gezogenen Muttern zweckmäßig wieder durch Einbördeln der dazwischenliegenden Nasenscheibe gesichert.

Bei dicht eingestellter Lagerung soll das Axialspiel höchstens **0,003 mm** betragen.

Bei einer Vergrößerung des Radialspiels in der Nadellagerung des Spindelzapfens sind neue Nadelkäfige **6096 001245** und **6096 001250** anzufordern. Hierbei Nummern der Nadelkäfige, Fabrikationsnummer des Fräskopfes und das Radialspiel angeben. Das Radialspiel ist unmittelbar unterhalb der Frässpindel am Prüfdorn zu messen (bei geklemmter Spindelbüchse ca. **0,01 mm**).

Einbau : Die beiden Gegenmuttern 7 mit Nasenscheibe lösen und die Frässpindel aus der Lagerhülse nehmen. Nadelkäfige abnehmen und wechseln. Vor dem Einbau wird den Nadelkäfigen eine geringe Menge Fett (s.S.19) zugeführt (übermäßige Schmierung bewirkt bei hohen Spindeldrehzahlen eine unzulässige Temperaturerhöhung).

Abbildung 35: Auszug aus Deckel FP1-Manual, S.58

Was also mache ich, um dieses "Hakeln" genauer zu beschreiben? Nun, wenn die Spindel hakt, könnte sich das auch auf den Rundlauf auswirken. Und das kann man messen, also objektiv beschreiben! Aber wie genau muss denn der Rundlauf eigentlich sein? Das kann doch nur der Hersteller wissen! Also das Manual der Deckel FP1 herausgesucht und mal geschaut, was der Hersteller vor fast 60 Jahren(!) in seine Spezifikation schrieb: axiales Spiel max. 3µm; radiales Spiel max. 10µm (=Rundlauf), siehe Abbildung 35.



Abbildung 36: Rundlaufmessung an verschiedenen Stellen

Mag schon sein, dass eine so alte Maschine wie meine diese Werte heutzutage nicht mehr ganz erreicht, aber an irgendwas muss ich mich bei meiner Messung ja orientieren und da ist die Herstellerangabe für mich erstmal der einzig sinnvolle Zielwert!

Ich lege die Fräspatrone also in zwei V-Blöcke, platziere das alles -samt Messuhr- auf meiner Granit Messplatte und drehe die Spindel langsam durch. Ich messe erstmal am äußeren Umfang der Frässpindel; das ist nicht ganz richtig, wie ich später lernen werde, man müsste im Innern der Spindel messen (MK4-Aufnahme), aber die Ergebnisse sind bei mir in beiden Fällen gleich schlecht: nämlich **40µm** statt maximal spezifizierten 10µm!

Oh je. Da stimmt was nicht, denn zwischen meinem Messwert und der Angabe des Herstellers liegt hier locker Faktor 4! Das ist ein weiteres Indiz dafür, dass hier was wirklich \*kaputt\* sein könnte. **Ich werde wirklich nervös, denn GENAU DAS wollte ich nicht: eine Fräsmaschine mit defekter Spindellagerung!**

Ich konfrontiere den Verkäufer mit dieser Messung. Erwartet hätte ich wenigstens irgendeine Reaktion der "Einsicht" oder gar des „Entgegenkommens“ (der Verkäufer hatte noch eine zweite FP1 zum Verkauf stehen; man hätte ja z.B. das Angebot machen können, dass ich meinen defekten Fräskopf gegen den der zweiten Maschine hätte tauschen können). Allerdings jedoch eine gut gemeinte Entschuldigung- denn schließlich hatten wir im Vorfeld ja über genau dieses potenzielle Problem gesprochen (ein Jurist würde es wahrscheinlich sogar als "mündlicher Vertragsbestandteil" bezeichnen). Und auch darüber, dass ich so einen Defekt im Vorfeld ja nicht erkennen kann, weil die Maschine ja nicht mehr unter Strom steht und ich sie deswegen ja nicht probelaufen lassen und etwaige Spindellagerdefekte erkennen konnte.

Doch es kommt anders. Angesichts der Angaben aus dem Herstellermanual werde ich belächelt und fühle mich sogar ausgelacht: ich setzte viel zu hohe Maßstäbe an und angeblich hätten selbst heutige, moderne Maschinen mit Keramiklagern nicht einmal derart gute Werte im Rundlauf. „Ich verlange da einfach zu viel“, findet der Verkäufer.

Das macht mich wirklich etwas ärgerlich. Nicht nur, dass nun genau DAS passiert ist, was mir am Telefon ausdrücklich ausgeschlossen wurde - ich fühle mich mit der defekten Maschine nun ziemlich allein gelassen und zudem auch noch verhöhnt. Es folgen noch ein paar gut gemeinte Hinweise der Verkäufers, wie ich das Spindellager für besseren Rundlauf nachstellen könne, aber ich verzichte darauf, hier noch zu antworten. **Dass man Nadellager nicht nachstellen kann**, möchte ich als Hobbybastler einem kommerziellen Ausbildungsbetrieb nicht noch erklären müssen und dass Nadellager keine Axialkräfte, sondern nur Radialkräfte aufnehmen können (sonst wäre es ja z.B. ein Kegelrollenlager), lässt mich tatsächlich schon etwas daran zweifeln, ob wir beide wirklich gerade auf ein und derselben Augenhöhe miteinander diskutieren. Nur eben "anders" als erwartet.

Ich sehe einem Spindellagerschaden und theoretisch möglichen Zusatzkosten von bis zu 3000Euro ins Auge und da werdet ihr sicher verstehen können, dass ich in den folgenden Nächten nur sehr schlecht schlafe.

Was also mache ich? Der Verkäufer redet von normalen Einschränkungen der Performance aufgrund des Alters und vergleicht das mit einem alten Auto, das auch nicht mehr seine Endgeschwindigkeit erreicht. Soweit klingt diese Analogie noch schlüssig- doch in meinem Fall trennen Herstellerspezifikation und IST-Zustand einen Faktor 4. Ich frage mich, ob ein Autoverkäufer, der einen alten Porsche 911er mit (schätzungsweise) angegebenen 270km/h Höchstgeschwindigkeit auch mit dem Argument "normaler, altersbedingter Verschleiß" vom Hof kriegt, wenn der nur noch 67,5km/h fährt (=270 / 4)?

Tut mir leid, aber bei DEM deutlichen Unterschied ist aus meiner Sicht etwas kaputt und nicht nur abgenutzt. Ich werde auch recht behalten, wir ihr gleich seht. Leider.

Mir wird klar, dass ich auch die Patrone zerlegen muss, um dem Grundproblem auf die Spur zu kommen. In diesem Punkt bin ich mir mit dem Verkäufer ausnahmsweise mal einig (klar, es kostet ihn ja auch nix und das Risiko liegt nach wie vor zu 100% bei mir).

Also weiter geht's:



**Abbildung 37: Filzunterlagen abstreifen**



**Abbildung 38: eine weitere Stirnlochmutter**



**Abbildung 39: vorher habe ich mir nen kleinen Strich gemacht, um die genaue Position beim späteren Zuschrauben wiederzufinden**

Ich schraube weiter, entnehme zwei Drucklager und komme schließlich an den unteren Nadelagern an: mit ziemlich zitternden Händen ziehe ich die Frässpindel aus der Patrone und spreche ein Stoßgebet, dass wenigstens die noch zu retten sind.



**Abbildung 40: eines der beiden Drucklager**



**Abbildung 41: oberes Drucklager**



**Abbildung 42: darunter kommt ne Platte...**



**Abbildung 43:...die man mit nem Hammerschlag lösen kann.**



**Abbildung 44: Darunter ein Ring...**



**Abbildung 45:---und noch ein Drucklager.**



**Abbildung 46: So, alles draußen.**



Abbildung 47: die Spindel ist draußen und die Patrone nun leer...



Abbildung 48: ...die alles entscheidende Frage: wie sieht sie von innen aus??

Das Stoßgebet wirkt. Der liebe Gott schickt mir zur Unterstützung vier Sachen:

1. eine **spiegelglatte Lauffläche** der unteren Nadellager
2. Das **Forum "zerspanungsbude.net"** mit teilweise sehr, sehr netten und hilfsbereiten Forumsteilnehmern! (Grüße ins Friesland!)
3. die **Firma Franz Singer GmbH**
4. **meinen Nachbarn Andi**, der Spindellagerungen sogar beruflich für ein norddeutsches Großunternehmen instand setzt und prompt am nächsten Tag zufällig mit seinem Hund an meiner Hofeinfahrt vorbeilatscht und dabei die alte Deckel FP1 in der Garage stehen sieht



Abbildung 49: die Frässpindel



Abbildung 50: eines der beiden, sauteuren Nadellager!

**Ich bin also nicht mehr allein! Und nun wird alles gut, denn ich bin ab sofort "im Auftrag des Herrn unterwegs"!** Daran kann auch ein noch so uneinsichtiger Verkäufer nun nichts mehr ändern, der auf seiner Homepage übrigens mit einem Leitbild der "sozialen Gerechtigkeit" für sich wirbt.

Diesem ehrenwerten Vorsatz ist allen Ehren- finde ich es umso bedauerlicher, dass es ihm leider nicht gelungen ist, zumindest mich von der Ernsthaftigkeit dieses Leitbildes in seinem Ausbildungsalltag zu überzeugen!

Ich beschließe, mich nun nicht mehr weiter zu ärgern und stattdessen einfach positiv denkend nach vorne zu schauen. Denn die Maschine bietet auch viel Gutes- und nicht nur Schlechtes!



Abbildung 51: die Frässpindel

Nach einer Reinigung erfolgt die kritische Begutachtung der hochkritischen unteren Nadella-ger. Sieht doch eigentlich ganz gut aus. Keine Riefen, keine großen Einlaufspuren. Zumindest aus meinen Augen betrachtet.



Abbildung 52: das macht Mut!

Auch die Laufflächen der Spindel sehen noch tadellos und spiegelblank aus. Aber das kann alles täuschen- ich bin schließlich kein Experte für Nadel/Kugellager.

Ich vielleicht nicht- aber ich habe da von einem gehört ☺:

Nach einem kurzen Telefonat mit Hrn. Singer habe ich beschlossen, meinen Fräskopf professionell von seiner Werkstatt überprüfen zu lassen, damit das Rätselraten aufhört und die schlaflosen Nächte ein Ende finden. Ich will endlich wissen, woran ich bin. Ich schicke also den gut verpackten Fräskopf per Post nach Bayern und kurz darauf meldet sich Franz Singer höchstpersönlich bei mir und bringt die erlösende Nachricht: **die Nadellager seien einwandfrei, sogar noch nahezu wie bei einer Neumaschine!** Bei der Gelegenheit habe er den Ober- teil der leicht angerosteten Spindel gleich noch etwas poliert, die beiden Drucklager gewech- selt und den Kopf gefettet und zusammengebaut. Geld wolle er dafür erstmal keins, sei ja "keine große Sache" gewesen.

Ich bin sprachlos!!!!



Abbildung 53: der Fräskopf auf Reisen

Natürlich hatte ich für die Begutachtung des Fräskopfes schon vorab ein wenig Trinkgeld als Unkostenbeitrag für Porto und so mit ins Paket gelegt, aber DAS hatte ich trotzdem nicht erwartet. Nur wenige Tage später kommt die Fräspatrone wieder bei mir zu Hause an- sämtliches Hakeln und Ruckeln ist weg und eine Rundlaufmessung zeigt nun Werte **deutlich unter 10µm!!!**

Sieh an, sieh an! Also doch keine "unrealistische Träumerei" von mir, sondern auch von einer etwa 60Jahre alten Werkzeugmaschine locker noch erreichbar- und sogar noch zu übertreffen! Mein alter 270km/h-Porsche fährt also nun 310! ;-)



Abbildung 54: Maschinenfreund: homepage von Franz-Singer Werkzeugmaschinen!

### 3.3 Oberes Spindellager ausbauen

Eine bittere Pille gibt es aber dennoch: sobald die Patrone in das Fräskopfgehäuse gesetzt wird, ist der schöne Rundlauf wieder dahin. Also muss es was mit dem Rest des Fräskopfes zu tun haben. Folglich nehmen wir den jetzt weiter auseinander!

Jedoch versperrt mir bereits die nächste Stirnlochmutter den Weg und die sieht noch schlechter aus als die erste. Jede Wette, dass hier jemand nicht wusste, dass diese Mutter ein Linksgewinde besitzt und somit in die falsche Richtung gedreht hat! Ich muss mir tatsächlich ein eigenes Werkzeug für den Schlagschrauber bauen, um diese Mutter los zu bekommen.

Damit geht es allerdings ruckzuck und mir kommen die Einzelteile nur so entgegengeflogen.



Abbildung 55: der Schlagschrauber leistet beim Lösen oft wertvolle Hilfe!



Abbildung 56: Achtung: diese Stirnlochmutter hat ein Linksgewinde!



**Abbildung 57: das Kegelrad ist nun lose und fällt nach unten**



**Abbildung 58: hier von der anderen Seite**

Die vermackelte Stirnlochmutter wird auf der Drehbank neu geplant.



**Abbildung 59: Drehbankkosmetik**

Nicht perfekt, aber definitiv besser als vorher!



**Abbildung 60: die überarbeitete Stirnlochmutter**

So sieht das Kegelrad aus. Ein Lager steckt unten drauf...



**Abbildung 61: das erste obere Spindellager**

...und eines ist noch oben drin.



**Abbildung 62: das zweite obere Spindellager**

Dazwischen ein stabiler Springring.



**Abbildung 63: Sprengring**

Den holen wir mit einer einfachen Sprengringzange heraus.



**Abbildung 64: Ausbau**

Ausbeute des oberen Spindellagers.



**Abbildung 65: ...nachdem alles etwas geputzt wurde...**

Unser Hauptaugenmerk lenken wir nun auf die zwei Spindellager, die mit "UKF K40" beschriftet sind. Schon beim bloßen Durchdrehen mit der Hand bin ich mir sicher, dass die etwas mit dem Problem zu tun haben werden.

Man sieht den Typ: K40 des Herstellers „UKF“. Im Innenring sieht man deutlich die Korrosionsspuren (die der Verkäufer mir als goldgelbe Öl-Rückstände zu erklären versuchte).



**Abbildung 66: das macht Probleme: die beiden oberen Spindellager!**

Ich will es genau wissen und schneide eines der beiden Lager mit einem Trennschleifer beherzt auf. Das Bild spricht wohl für sich:



**Abbildung 67: aufgetrenntes Spindellager- ist das wirklich noch "Verschleiß"?**

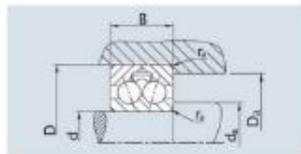
Sowohl die meisten Kugeln als auch die Laufflächen sind komplett hin. Die ansonsten präzisionsgeschliffenen Flächen sehen aus wie die Mondoberfläche mit seinen unzähligen Meteoritenkratern und da gibt es leider auch nichts mehr zu beschönigen: die oberen beiden Spindellager sind nicht mehr benutzbar und müssen ersetzt werden. Ich kann nur froh sein, dass sie im Endeffekt durch den unrunder/rauen Lauf nicht auch noch die unteren Nadellager beschädigt haben. Bestimmt wäre das irgendwann passiert, wenn die Maschine weiterhin und über längere Zeit noch so betrieben worden wäre.

### 3.4 Im Auftrag des Herrn unterwegs

Nun hatte ich ja erwähnt, dass ich ab sofort im Auftrag des Herrn unterwegs bin und der lässt mich natürlich nicht im Stich. Obwohl eigentlich seit Jahren nicht mehr verfügbar, da Deckel FP1-Spezialteil, kriege ich die Adresse des Kugellager-Herstellers heraus und erfahre, dass es dieses Lager seit neuestem sogar wieder als Ersatzteil zu kaufen gibt! Ich lasse mir ein Angebot zuschicken, aber meine Befürchtungen werden wahr: Spindellager sind so ziemlich die teuersten Lager, die es zu kaufen gibt. Vielleicht mal von dem Haupt-Zahnkranz eines Kettenbaggers abgesehen. Ich lache und weine zugleich: es wird mich einen großen Teil meines Urlaubsgelds kosten, aber wenigstens \*gibt\* es sie zu kaufen- das ist die gute Nachricht dabei!!

Diese Information lasse ich gleich dem Herrn Singer zukommen, denn ich wollte mich irgendwie gern für die nette Fräskopfüberprüfung bedanken. Ein alter Hase wie der Franz kontaktiert mit einem ur-bayerischen "Des glaub I net!!! UKF-K40 gibt's scho a lang Zoit nimma!" Ich schicke ihm also den Kontakt der Firma UKF aus Berlin und ein sichtlich zufriedener Franz Singer berichtet mir kurz darauf am Telefon, dass es diese Lager nun tatsächlich wieder gebe und er gleich eine Bestellung dort ausgelöst habe. Es freut mich, dass auch ich ihm mit dieser Information irgendwie helfen konnte.

Typenreihe K und UK



d	D	B	UKF-Type	Tragzahl		Grenzdrehzahl		Anschlußmaße			
				C <sub>0</sub>	C	n <sub>ges</sub> /min <sup>-1</sup>		r <sub>s</sub>	d <sub>s</sub>	D <sub>s</sub>	m
mm	mm	mm		N	N	Fettachmierung	Ölchmierung	mm	mm	kg	
20	40	14	K 20	9600	13300	7000	8500	0,6	26	34,0	0,080
	42	14	UK 20	10200	13800	7000	8500	0,6	26	36,0	0,095
25	47	15	K 25	13000	16900	6000	7000	0,6	33	41,0	0,118
30	55	16	K 30	17300	21100	5000	6000	0,6	37	48,0	0,168
35	60	17	K 35	20300	24400	4500	5500	0,6	42	53,0	0,200
	62	17	UK 35	21300	25000	4500	5500	0,6	42	55,0	0,220
40	67	18	K 40	24700	28400	4000	5000	0,6	48,0	59,0	0,225
	68	18	UK 40	24700	28400	4000	5000	0,6	48,0	60,0	0,270
45	72	19	K 45	27000	29900	3500	4500	0,6	53,0	64,0	0,290
	75	19	UK 45	29500	33100	3500	4500	0,6	53,0	67,0	0,335
50	80	20	K 50	32400	34600	3200	3800	0,6	58,0	72,0	0,380
55	85	21	K 55	35000	36000	3000	3600	0,8	65,0	75,0	0,435
	90	22	UK 55	41500	43200	3000	3600	0,8	65,0	80,0	0,550
60	92	22	K 60	43600	44200	2800	3400	0,8	70,0	82,0	0,510
	95	22	UK 60	46500	48000	2800	3400	1,0	70,0	85,0	0,585
65	100	23	K 65	50500	50000	2500	3000	1,0	75,0	90,0	0,655
70	105	24	K 70	52500	50800	2300	2800	1,0	80,0	95,0	0,720
	110	24	UK 70	52500	50600	2300	2800	1,0	80,0	100,0	0,840
75	110	25	K 75	56500	52200	2200	2600	1,0	86,0	100,0	0,890
	115	24	UK 75	64800	61800	2200	2600	1,0	85,0	105,0	0,895
80	120	26	K 80	67000	62400	2100	2500	1,0	92	108,0	1,000
	125	27	UK 80	69500	63600	2100	2500	1,0	92	113,0	1,210
85	125	28	K 85	72000	64800	2000	2400	1,0	97	113,0	1,165
	130	27	UK 85	72000	64800	2000	2400	1,0	97	118,0	1,310
90	135	30	K 90	89000	89400	1800	2200	1,0	102,0	123,0	1,495

Abbildung 68: der Typ K40 ist bei der Firma UKF tatsächlich wieder aufgelistet!

Ich werde bezüglich der Bestellung übrigens dasselbe tun müssen- aber nach der Prüfung bei Singer weiß ich nun wenigstens, dass sich diese Investition auch lohnen wird: sie bringt den Fräskopf damit in einen quasi nahezu neuwertigen Zustand und davon profitiere ich ja auch irgendwie, denn es wertet die Maschine schon etwas auf. Will sagen: die Kohle ist vielleicht nicht ganz weg, sondern rechtfertigt bei einem späteren Verkauf der Maschine (ich nehme an, sie wird mich dann wohl überleben) zu einem Teil einen etwas höheren Verkaufspreis.

### 3.5 Einbauhinweise für UKF K40

Noch kurz bevor die bestellten Lager bei mir eintreffen, rufe ich bei UKF in Berlin an und wollte mich nach Einbauhinweisen erkundigen. Ich erreiche einen Mitarbeiter, der sich wirklich unglaublich doll bemüht. Er erklärt mir ausführlich, auf was ich beim Einbau zu achten habe, wie die Lager einlaufen müssen und wie die Ausrichtung der markierten Hochpunkte für minimalen Rundlauf sein müssen. Am Ende rechnet er mir sogar noch die benötigte Fettmenge aus (4Gramm, verteilt auf beide Seiten des Lagers und an mehrere Punkte). Er entlässt mich am Ende nicht ohne den abschließenden Hinweis, dass Sie grundsätzlich immer ihr Bestes versuchen, ihren Kunden zu helfen und dass ich auch jederzeit gerne nochmal anrufen könne- egal zu was für einer Frage. Ein Angebot, dessen Ernsthaftigkeit ich ihnen ohne Zögern sofort abnehme! Und das ganz ohne den Hinweis auf die „soziale Gerechtigkeit“ auf der Webseite ;-) Oh, der war jetzt gemein, sorry...:-/

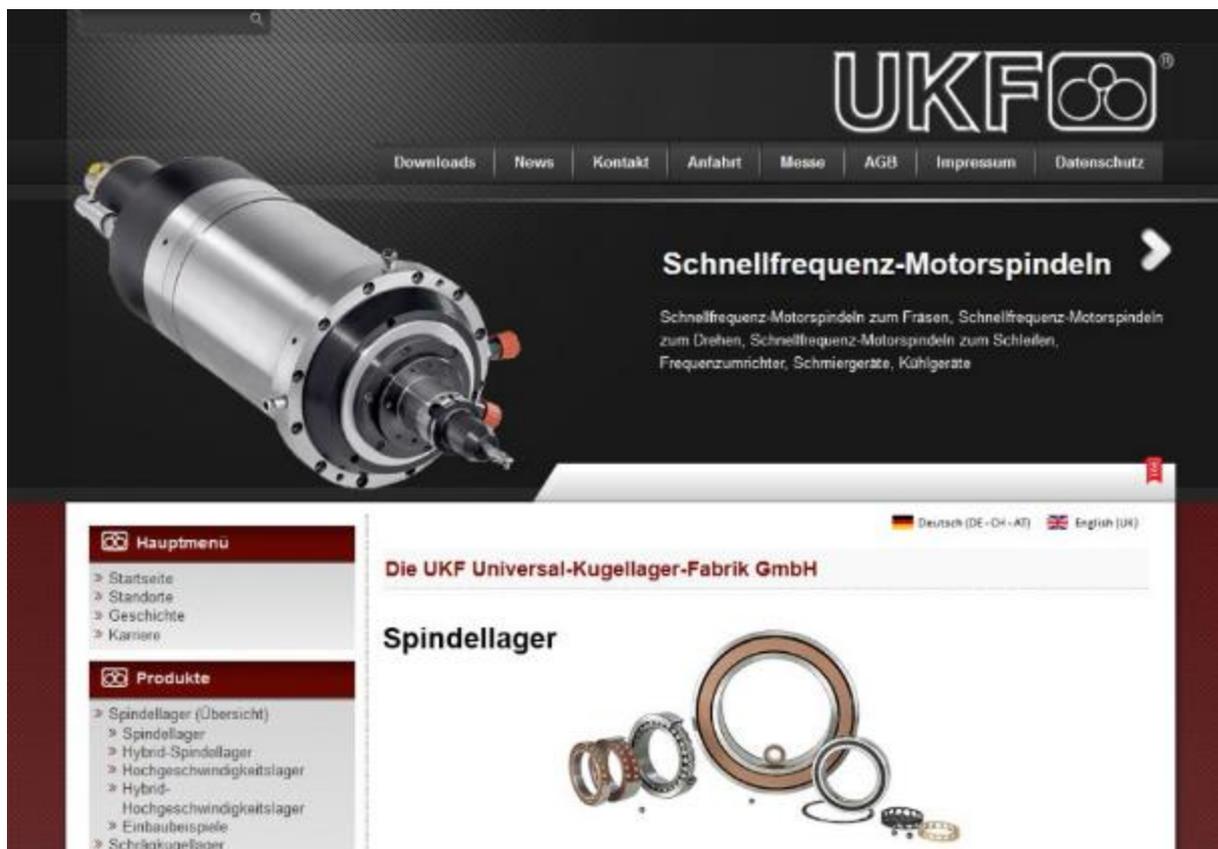


Abbildung 69: Homepage der Firma UKF aus Berlin

Ich muss sagen, so groß meine Enttäuschung über die defekten Spindellager nun war, **umso begeisterter bin ich vom Support der Firma Singer und UKF!** Hier gibt man sich wirklich Mühe, uns Bastlern stets einen guten Tipp oder Rat mit auf den Weg zu geben. Auch wenn ich weiß, dass einige von Euch etwas über die Preisgestaltung für Ersatzteile knurren- aber man muss auch Verständnis dafür haben, dass eine kommerzielle Firma am Ende des Tages Gewinn machen MUSS, um überleben zu können. Das bedeutet natürlich auch, dass sie nicht alles verschenken kann. Wenn wir schon die telefonische Beratung von Hrn. Singer und UKF kostenlos zur Verfügung gestellt bekommen, sollten wir ihnen aber auch gönnen, wenigstens an den Ersatzteilen und/oder Aufarbeitungen seiner Maschinen etwas Profit zu machen. Fair genug für alle?

## 4 Die wirkliche Ursache!

Lang habe ich gerätselt und gemutmaßt, wie ein Spindellager derart heftig beschädigt werden kann, so dass die Lauffläche so zerkratert ist wie in Abbildung 67. Zuerst hatte ich die Vermutung, dass möglicherweise von oben in den Fräskopf hineingefallene Metallspäne (die ja zwangsläufig beim Fräsen entstehen) in das Lager eingedrungen und damit die Laufflächen des Lagers beschädigt haben könnten.

Ich bin sicher, dass so etwas auch wirklich über längere Zeit einen Lagerschaden auslösen könnte. Doch hier ist etwas anderes passiert: **beim Zusammenbau des Fräskopfes (vermutlich im Rahmen einer Wartung) wurde eine Distanzscheibe vergessen!**

Wenn wir uns Abbildung 63 anschauen, erkennen wir, dass zwischen beiden Lagern ein Sprengring eingebaut ist, der die Lagerkombination in seiner axialen Lage fixiert. Als Folge davon entsteht zwischen den beiden Lagern natürlich ein kleiner Luftspalt. Und hier liegt des Rätsels Lösung! Wenn man den Fräskopf auseinanderbaut und dann beim anschließenden Zusammenbau vergisst, die Metallscheibe (mit genau derselben Dicke des Sprengrings) wieder einzubauen, verbleibt am Innenring des Lagers dieser Luftspalt! Zieht man dann schließlich die Stirnlochmutter an, gibt es in diesem Luftspalt nichts mehr, was die aufgebrachte Kraft abstützt- die Lager werden dadurch gegeneinander verspannt und mit Gewalt in den Luftspaltraum gezwängt! Weil es -durch die fehlende Scheibe- im Luftspalt nichts mehr gibt, was diese Kraft aufnehmen und weiterleiten könnte, "fließt" diese Kraft nun voll durch die Lagerkugeln- und flächen. Eine erste Vorschädigung der Spindellager hat also bereits stattgefunden, wenn man bloß die Stirnlochmutter festzieht- das Einschalten der Fräse ist dazu noch nicht einmal notwendig!

Den Beweis, dass es wirklich so war, liefert Abbildung 67. Die beschädigte Lauffläche ist eindeutig nur auf der einen Schulter der Lauffläche zu sehen- nämlich genau da, wo die Kugeln durch die unzulässige Vorspannung hineingepresst wurden!

Ein Bild zeigt den Sachverhalt vielleicht etwas deutlicher. SO ist es richtig:

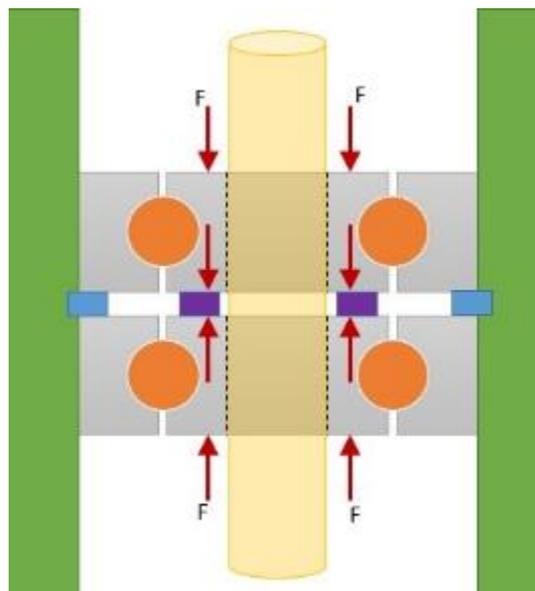
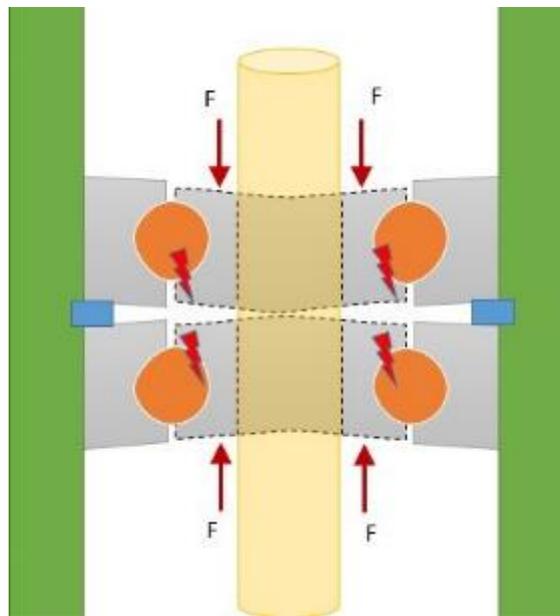


Abbildung 70: korrekter Einbau der Spindellager (mit innerer Scheibe (lila))

Abbildung 70 zeigt einen Schnitt durch die **Spindelachse (gelb)** und deren **Lagerung (grau)** im **Gehäuse (grün)**. Die **blauen Klötzchen** sollen den im Gehäuse verkeilten Sprengring symbolisieren. Die **lila Klötzchen** stehen für die Scheibe, die -beim korrekten Einbau- auf der Spindelachse steckt. (Eigentlich wird ja nur das Kegelrad gelagert und die Spindelachse später hindurchgesteckt, aber das wurde mir beim Malen zu kompliziert und ändert auch nichts am Fehlermechanismus.)

Schraubt man nun die Stirnlochmutter auf (im Bild nicht eingezeichnet, die mit dem Linksgewinde in Abbildung 60) und zieht sie fest, erzeugt sie eine Klemmkraft auf den inneren Ring des Lagers (rote Pfeile). Die lila Scheibe stützt nun diese Kraft ab und verhindert so eine (ungewollte) Verspannung der Lager gegeneinander.

**Anders sieht es aus, wenn man die lila Scheibe beim Einbau vergisst. Dann passiert nämlich das da:**



**Abbildung 71: falscher Einbau (fehlende Scheibe!) zerstört die Lager!**

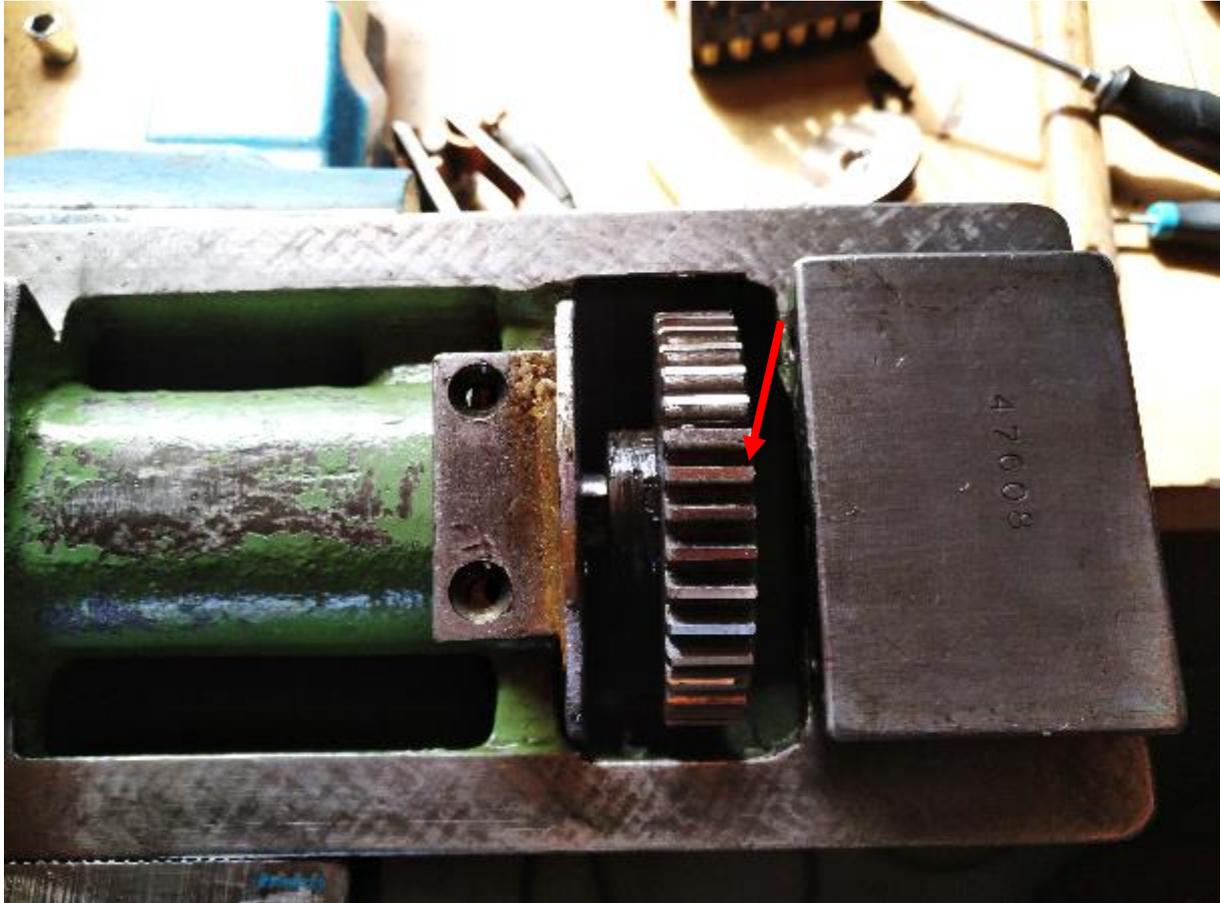
Wie vorher auch, drückt die Klemmkraft der Stirnlochmutter auf den inneren Ring des Lagers. Da jetzt aber die lila Scheibe fehlt, gibt es nichts, das diese Kraft ableiten könnte. Sie sucht sich also einen anderen Weg- nämlich quer durch das Spindellager! Da weder die Laufflächen noch die darin befindlichen Kugeln jedoch für eine so hohe Spannkraft ausgelegt sind, entstehen durch den enormen Druck nun winzige Dellen in der Lauffläche des Lagers (das Fiese: bereits ab diesem Moment ist das Lager vorgeschädigt und es ist nur noch eine Frage der Zeit, bis diese kleinen Dellen sich weiter ausarbeiten und es dadurch irgendwann komplett ausfallen wird!).

Das Einschalten der Fräse und die Bewegung der Kugeln im vorgeschädigten Lager führen dann natürlich dazu, dass diese ständig über die Dellen drüberhoppeln und sie dadurch stetig weiter ausarbeiten. Das geht so lange, bis die Lauffläche schließlich so aussieht wie in Abbildung 67. Es kann sich bestimmt jeder ausmalen (nun gut, fast "jeder"- bis auf den Verkäufer vielleicht ;-)) dass ein so beschädigtes Lager zwangsläufig starke Laufgeräusche, aber auch abnormale Hitze entwickeln wird! Beide Warnsignale blieben aber wohl leider im Arbeitsalltag unbemerkt. Schweren Herzens bestelle ich zwei neue UKF40 Spindellager- die alleine fast noch einmal ein weiteres 1/3 des gesamten Kaufpreises der Fräse ausmachen!

## 5 Schrecken ohne Ende!

Das allein war es aber leider noch nicht!

Noch bevor die neuen Spindellager da sind, bahnt sich bereits das nächste Problem am Vertikalfräskopf an. Dass nicht nur der Kopf, sondern auch der Ausleger, an der der Fräskopf vorne hängt, mir auch nochmal Kopfzerbrechen bereiten würde, das hatte ich nicht erwartet.



**Abbildung 72: im Bild kann man es nur erahnen: das Zahnrad sitzt schief auf der Welle!**

Es begann, als mein alter Herr sonntags zu Besuch kam und meine Fortschritte der Fräsenrestauration sehen wollte. Ich erklärte ihm das mit den unerwarteten Zusatzkosten für die neuen Lager am Fräskopf. Um ihm zu zeigen, wo der Fräskopf angeschraubt wird, zeigte ich ihm den gesamten Vertikalfräskopf und drehte etwas am hinteren Zahnrad. Nanu- habe ich mich getäuscht oder pendelt da das Zahnrad um mindestens 1mm oder mehr hin und her?

Natürlich habe ich mich nicht getäuscht. Ja, es pendelt. Mist.

Ich mache es kurz: nicht nur der Kopf vorne wurde von absoluten "Spezialisten" gewartet, sondern wohl auch der Ausleger. Für mich sieht es aus, als hätte jemand die Welle nachgebaut, aber nicht auf eine professionelle Art und Weise.

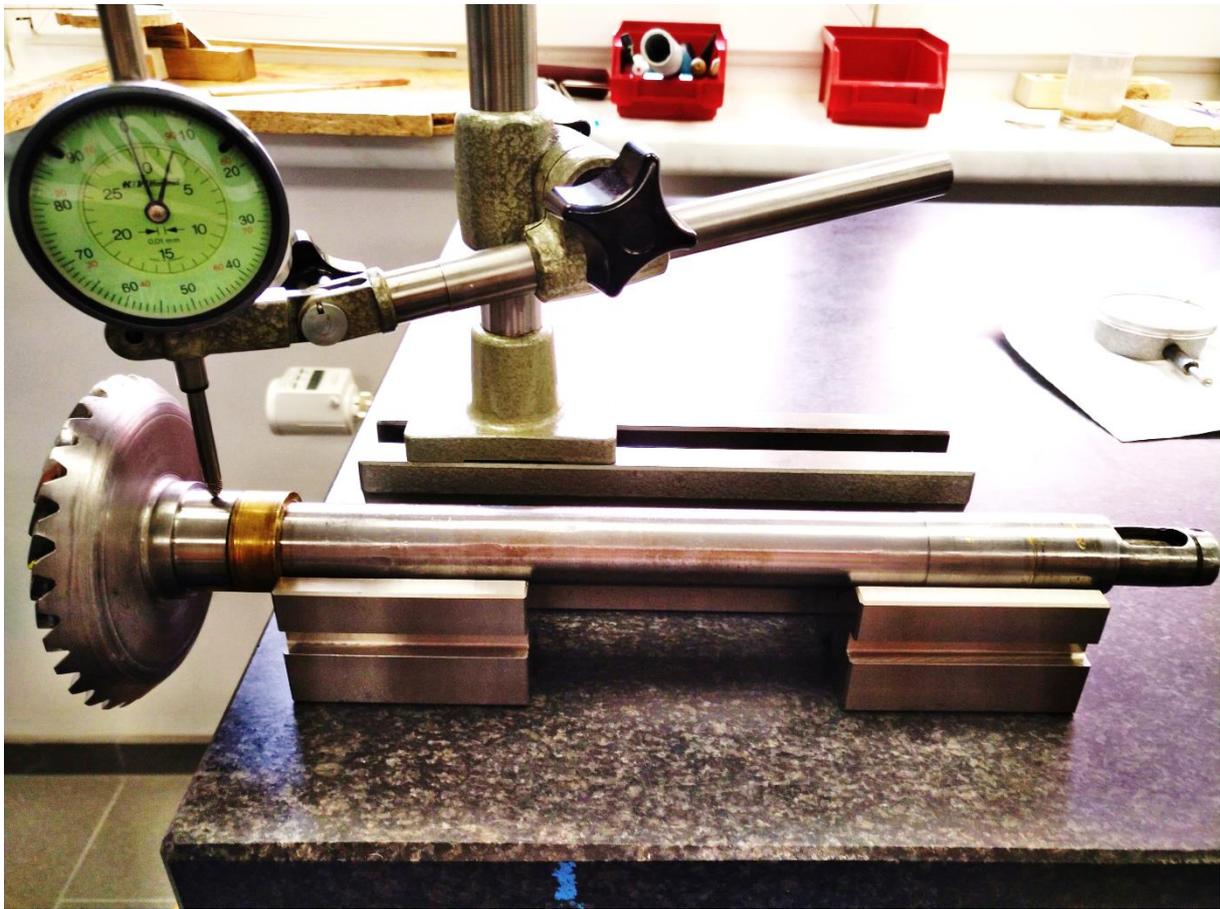
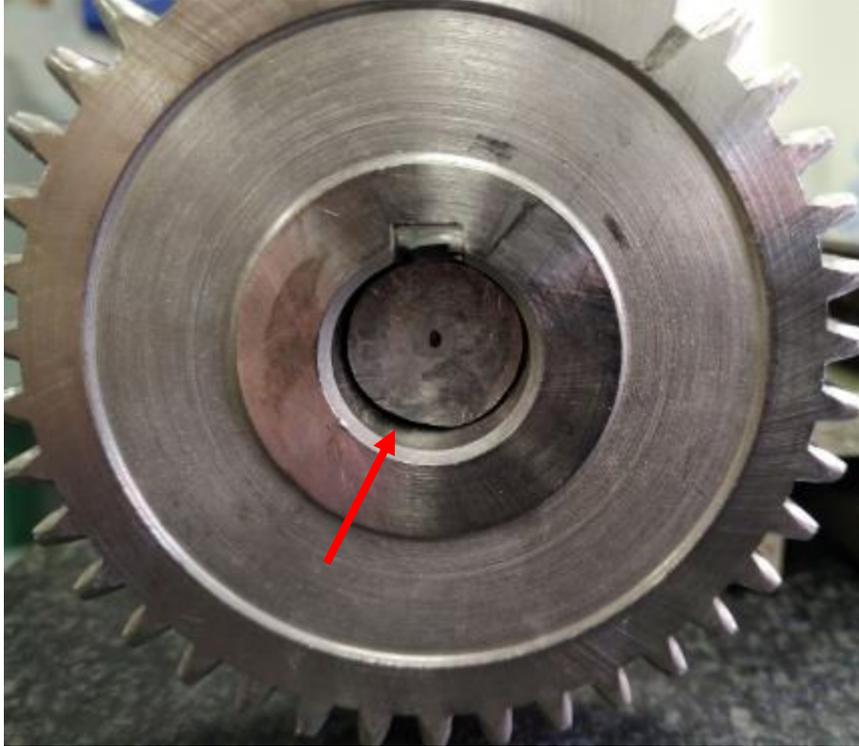


Abbildung 73: die im Vertikalfräskopf meiner FP1 verbaute Welle auf der Messplatte

Der Zapfen, auf den das Antriebszahnrad aufgesteckt ist, ist noch nicht einmal rund geschliffen/gedreht, sondern sieht nach manueller Bearbeitung mit dem Winkelschleifer aus.

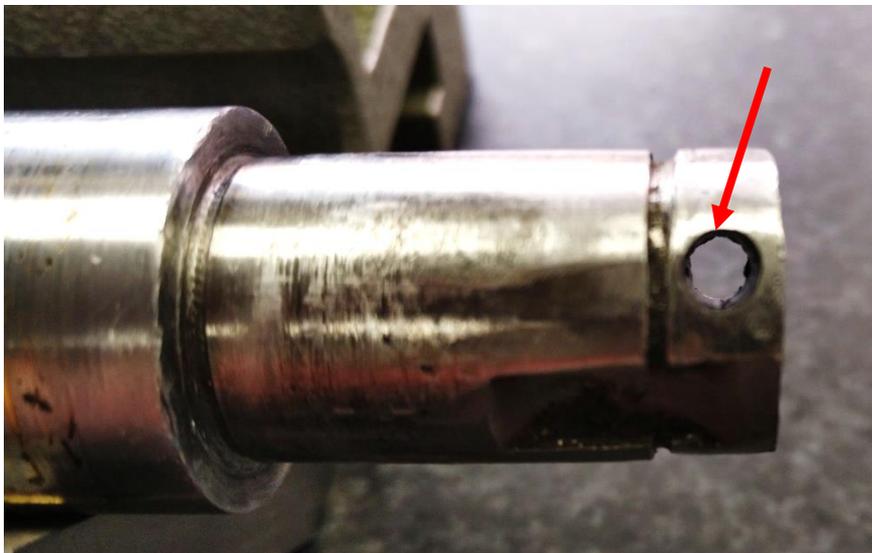


Abbildung 74: so sehen keine originalen Deckel-Teile aus!



**Abbildung 75: die Achse ist noch nicht einmal rund!**

Der Springring, dessen Nut man noch sieht, wurde nicht mehr benutzt, sondern stattdessen ein Splint quer durch die Achse gebohrt- natürlich nicht mittig, sondern schief.



**Abbildung 76: wer bitte tut einer Deckel FP1 so etwas an?!?!?!?**

Das macht aber nichts, denn die ursprüngliche Nut für die Passfeder hat man vernaddelt, dafür eine zweite selber gemacht und zusätzlich auch die Passfeder selbst vernaddelt.



**Abbildung 77: Passfedersitz zerstört**

Das Gleitlager an der einen Seite hat gefressen und zeigt nach dem Ausbau Spiel von bis zu 200µm; also 0,2mm.



**Abbildung 78: das Gleitlager- Fläche und Geometrie inakzeptabel!**

Zudem ist die Lagerfläche auf 5cm Länge schon zu fast 50µm schief gedreht.

Das Lager auf der anderen Seite ist ein Billiglager ohne Herstelleraufdruck und -wie sollte es anders sein- natürlich auch schon "hin". Ich fasse es nicht. Wie kann man einer Deckel FP1 so was Schlimmes antun?!?!? Kommt schon, nicht jeder ist ein FP1-Fan, aber ein bisschen bessere Behandlung hat sie doch trotzdem verdient, oder?



**Abbildung 79: vorne und hinten gemessen, ist diese Lagerfläche etwa 50µm zylindrisch- sogar zu schlecht für eine Standard H7-Toleranz!**

Ich muss das in Ordnung bringen. Also baue ich alles aus und presse mit meiner Hydraulikpresse das defekte Lager heraus. Beim Nachmessen kann ich allein durch die Messwerte schon sicher mutmaßen sagen, was "original" und was "selbst gedengelt" ist. Die Lagerbuchse hat z.B. exakt 32,00 mm Durchmesser. Die Bohrung im Zahnrad exakt 18,00mm. Das sind sicher Originalteile mit der mir von Deckel üblichen Präzision. Die Welle jedoch, mit 23,85mm Außendurchmesser für ein Lager mit Innendurchmesser von 24,08mm ist todsicher "selbst gedengelt". Das sind mehr als 200µm Spiel- viel zu viel für eine korrekte "Rollpassung"!

Natürlich bin ich kein Metallspezialist. Alles, was ich mache, hat ebenso Hobbycharakter wie die nachgebaute Welle und kann ich natürlich nur so gut, wie ich es eben mit meinen Möglichkeiten hinbekomme. Eine normgerechte H7-Passung zu drehen, ist für mich schon nicht ganz einfach und gelingt mir möglicherweise auch nicht gleich auf Anhieb. Aber ich kriege es immerhin so weit hin, dass ich z.B. das Lager für die Kurbelwelle meines Metallhobels so präzise erneuern konnte, dass nun sämtliche Klack- und Umkehrspielgeräusche verschwunden sind und sie sich trotzdem gleitend weich und leicht drehen lässt. Dieselbe Performance muss ich unbedingt auch wieder hinkriegen, wenn eines ist für eine Welle, die bis zu 2kW Kraft (präziser: Drehmoment!) übertragen können muss, klar:



**Abbildung 80: Auspressen des Lagers**

1. die alte Welle muss raus und eine neue gedreht/geschliffen werden
2. das vordere Lager muss erneuert und durch ein Marken-Lager ersetzt werden (vermutlich Typ 6206, da 62mm außen, 30mm innen, d=16mm)
3. die Gleitlagerbuchse muss erneuert werden



**Abbildung 81: die bestellte Präzisionswelle ist so hart, dass die Späne beim Drehen glühen!**

Ich bestelle also eine 40cm lange Präzisionswelle mit 24mm Außendurchmesser in h6 Toleranz. Daraus werde ich die neue Antriebswelle drehen. Dann noch Lagerbronze für das Gleitlager. Wie ich -ohne Fräsmaschine- die Ausfräsung für den Ölkanal fräsen soll, weiß ich im Moment noch nicht. Vielleicht kann mir Sirenen-Matthias da mit seiner "Hermle 3Tonnen-Männerfräse" helfen. Ebenso, wie ich die Nut für die Passfeder herstellen soll. Aber vielleicht fällt mir da ja irgendwann noch was ein!

## 6 ...Hr. Singer macht das schon!

Aber all das muss ich am Ende gar nicht, denn jetzt greift Maschinenfreund Franz Singer beherzt ein! Eigentlich während eines Telefonats nur nach der richtigen Zusammenbaureihenfolge der Welle befragt, höre ich es plötzlich im Hintergrund klimpern und klappern. Erst dachte ich schon, Hr. Singer wäre jetzt angesichts meiner abenteuerlichen Restaurationsaktion umgekippt und ich müsste den Notarzt rufen. Aber dann höre ich ein entferntes "Ah! Da ist sie ja!" aus dem Hörer.

"Nanu. Wer denn?", frage ich ungläubig. "Na, eine Fräswelle für Ihre FP1! Die brauche ich eh nicht mehr. Ich schick' sie Ihnen zu!", höre ich es in der gewohnt bayerisch-gemütlichen Art aus dem Lautsprecher tönen.

Weniger Tage später legt mir der Postbote tatsächlich ein Paket vor die Füße, auf dem mich der Singer-Aufkleber schon meterweit anstrahlt. "Ich glaube es nicht! Er hat doch wohl nicht ernsthaft....!!", geht es mir durch den Kopf.

Aber er hat!

Vor mir liegt eine gebrauchte, aber hervorragend erhaltene und vor allen Dingen originale(!) Fräswelle und grinst mich erwartungsvoll an!



**Abbildung 82: Original (unten) und Nachbau (oben). Noch nichtmal die Länge der Nachbauwelle stimmt!**

## 7 Herzblut

Ich bin absolut baff. Da schickt mir jemand "einfach so" ein originales Deckel FP-1 Ersatzteil zu. Das hat nichts mit dem Sinn nach Profit zu tun! Auch nicht mit Kundenwerbung oder der Wegbereitung für DEN großen erwarteten Deal des Jahrhunderts. Das hat nur mit einem zu tun:

### Herzblut!

Und so etwas kann man gar nicht hoch genug wertschätzen!

Auch ich werde schwach, wenn ich sehe, dass jemand einen alten Rohde&Schwarz SMPU Funkmessplatz liebevoll aufarbeitet und habe schon teilweise meine letzten Ersatzteile an andere Bastler dafür verschenkt. Auch ich teile diese Leidenschaft für altes Zeugs und freue mich über jeden "Spinner", der Mühe und Zeit der Aufarbeitung von altem Kram und Geräten steckt. Ich bin der Meinung, dass man sowas fördern muss wo man kann, und so denkt wohl auch der Firmenchef dieses Unternehmens. Bewundernswert- und vielen Dank nochmals!

## 8 Cut!

Ich weiß ja, dass nun alle Leser darauf warten, dass ich die Fräswelle einbaue, das Lager nachdrehe usw.. Doch muss ich hier erstmal unterbrechen, denn so weit bin ich noch nicht. Während der Arbeit am Fräskopf stellte ich immer wieder fest, dass mir einige Sachen in der Werkstatt fehlen- aber nicht nur das, sondern auch einige Fähigkeiten, die ich mir selber erstmal aneignen muss (z.B. das Schaben). Das alles dauert länger als gedacht und alleine in diesem Moment ist der Bericht mit all den Bildern vom Fräsmaschinen-Zerlegen, Schleifen, Lackieren, usw. schon mehr als 180 Seiten lang und ich weiß nicht, wie lange es noch dauern wird, bis ich hier so weit bin, den Fräskopf final zusammengebaut - geschweige denn die ganze Maschine- zu haben.

Daher muss ich an dieser Stelle mit einem "Cliff hanger" anhalten und auf den zweiten Teil verweisen zu dieser Fräsmaschine verweisen- der sicher noch kommen wird!

Im Moment werde ich stattdessen also den Bericht, so wie der ist, lieber einmal zu Ende bringen und all das Material das ich bis jetzt habe, zusammenstellen, gliedern, und ein bisschen was dazu schreiben, so dass ich wenigstens diesen Teil meiner Arbeit erstmal abschließen kann. Ich werde mir dann auch die ganzen Untertitel unter den Abbildungen sparen, denn kosten wirklich Zeit und helfen im Rahmen einer Anleitung wohl eh kaum weiter.

Die weiteren Kapitel dieser Arbeit behandeln also, wie ich die FP1 weiter zerlege, wie ich sie teilweise lackiere, aber auch wie ich meine Werkstatt aufrüste und ich selbst tatsächlich in das Gebiet es Schabens "abgleite". Ich komme dadurch in Kontakt mit den richtigen "Größen" in dieser Handwerkskunst wie z.B. Jan Sverre Haugjord und sogar von Richard King(!) himself bewahre ich stolz einige emails auf, die er mir geschrieben hat. Es gibt also genug Stoff- fangen wir an!

## 9 Ausbau des X-Supports

Wie gesagt- nun geht es in diesem Bericht etwas "hin und her". Zuerst werde ich etwas beschreiben, wie ich die FP1 weiter zerlege und für die spätere Restauration vorbereite, denn bislang hab ich ja eigentlich nur den Vertikalfräskopf abgebaut. Das meiste davon erinnert etwas mehr an eine "Bildertour" denn an einen Reparaturbericht. Aber ich bin mir sicher, interessant ist es trotzdem. Also los!

Zuerst den Messuhrhalter abschrauben.



Weg isser....



Messuhrhalter auch hier abschrauben:



Die Dinger abschrauben (ich glaube, die sind für die automatische Endabschaltung des orschubs):



Abdeckblech wegschrauben



Abstreifilze entnehmen



Die Klemmsteine von unten ebenfalls abschrauben:



Es geht los. Linke Seite der Spindel: Mutter abschrauben.





Querdorn durchschlagen



Hülse abnehmen. Ggfs etwas mit Spachtel und Schraubendreher hebeln.



Rechte Seite: Abdeckkappe abschrauben (30er Schlüssel)



Handrad abnehmen und Welle abschichten:



Scheibe ab (Einbaulage beachten!)



Den nächsten Stift durchschlagen:



Hülse abnehmen:



Rad abdrehen (mit etwas Kraft), bis Gewindeende erreicht:



Das schiebt die nächste Hülse von der Welle. Eventuell auch hier mit einem Schraubendreher hebeln.



Ab ist das Ding.



Die dahinter liegende Kegelhülse abnehmen.



Nun kann auch das große Rad ab.



Dahinter ist eine Unterlegscheibe.



Bei der Scheibe die Einbaulage beachten!



Das Rad mit der Skale kann herunter:



Sieht dann so aus:



Versuch, die Kontermuttern mit zwei Hakenschlüsseln zu lösen.



Mäßiger Erfolg: (Hakenschlüssel abgebrochen)



Also alternative Methode. X-Support so weit nach rechts herauskurbeln, wie es geht.



Der Support bewegt sich.



Und bewegt sich noch weiter.



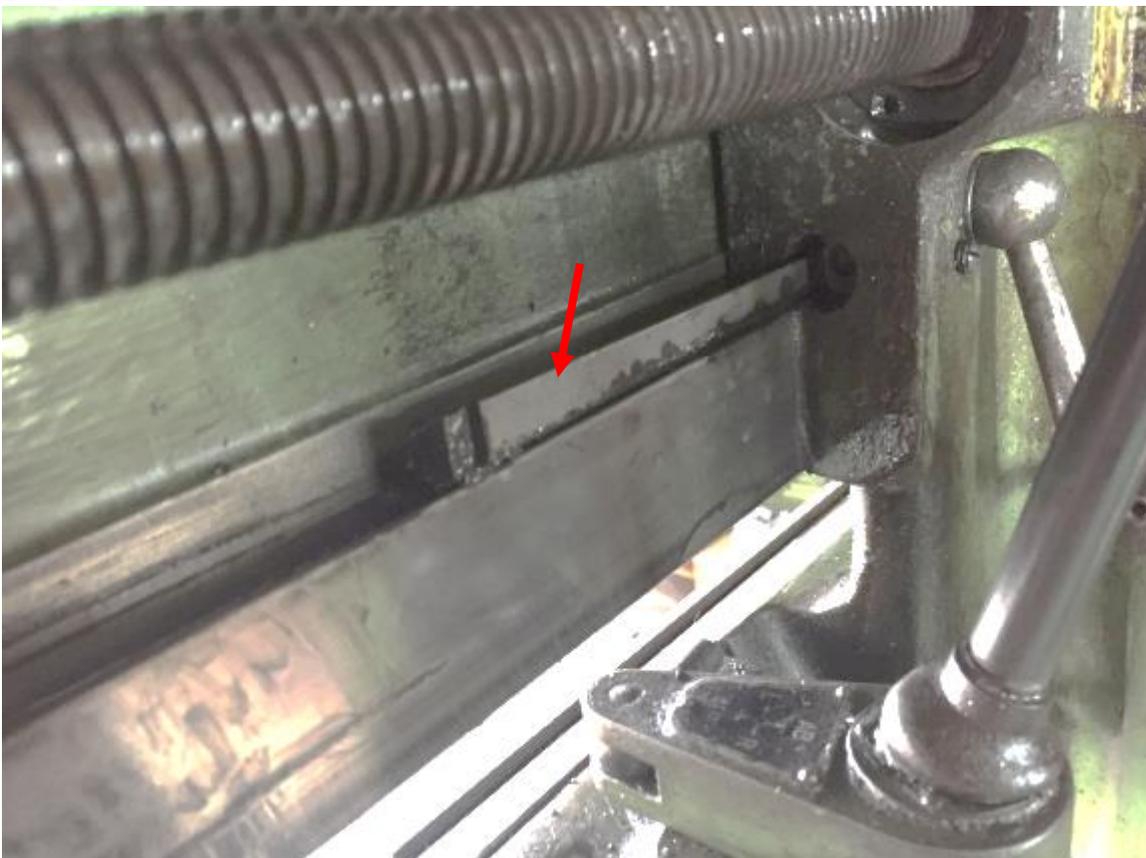
Die Spindel ist schon nicht mehr zu sehen.



Jetzt die Keilleiste herausrauben.



Da kommt sie:



Die Keilleiste in der Hand:



Und jetzt Vorsicht: mit Entnahme der Keilleiste wippt der X-Support rechts nach unten. Weil die Spindel aber noch drinnen steckt, könnte sie nun verbogen werden, wenn man den X-Support nun nicht abstützt auf auffängt!

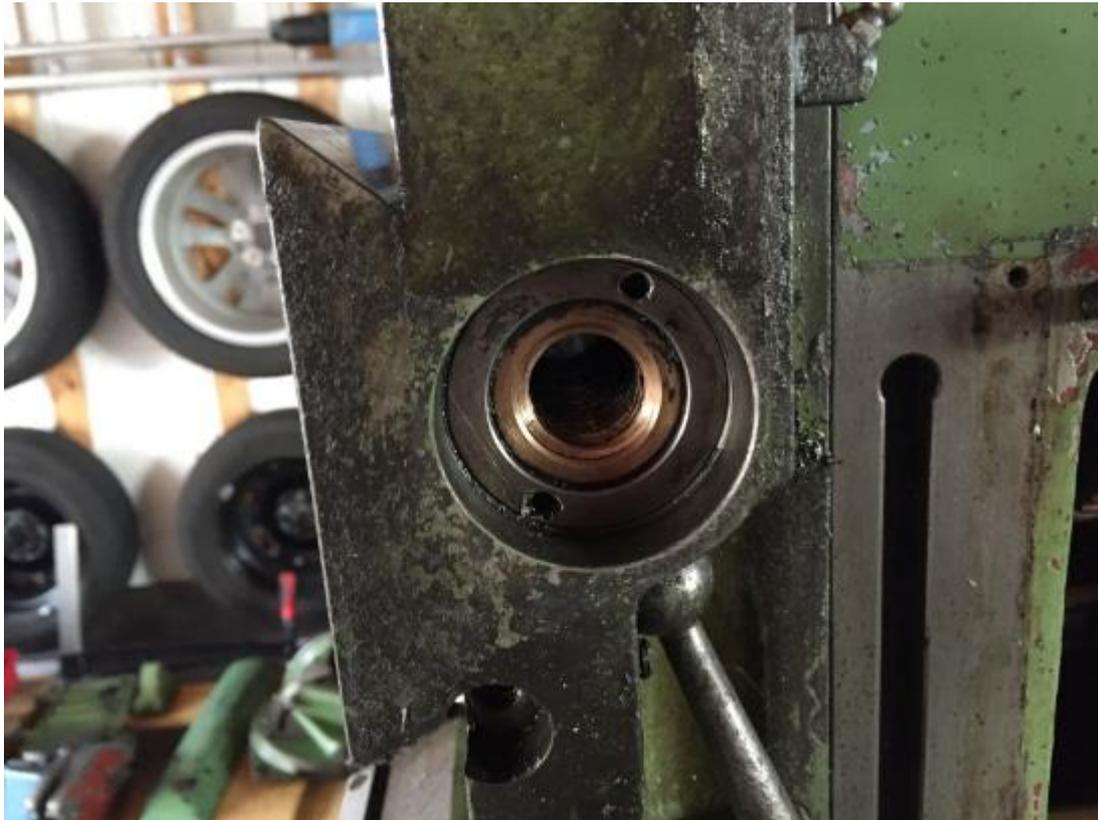
Aus einleuchtenden Gründen habe ich daher nun keine weiteren Fotos mehr gemacht (hatte alle Hände voll ;-)

So sieht die FP1 aus, wenn der X-Support abgenommen ist:





Jetzt kommt man endlich auch an die Stirnlochschraube dran!



X-Support abgenommen auf der Werkbank. Das Teil ist echt schwer!



Alternativ hätte man auch die Spindel erst entnehmen können, indem man die beiden seitlichen Platten mit den 10er Inbus-Schrauben gelöst und die Spindel herausgekurbelt hätte. Danach hätte man den X-Support dann OHNE die Gefahr des Verbiegens der X-Spindel abnehmen können.

Nun gut, hinterher ist man immer schlauer.

Problem: wie kriege ich Spindel raus? Also erstmal End-Teil abschrauben und in Schraubstock einspannen.





Ein Hammerschlag:



Obere Kontermutter geht ab!



Normales Rechtsgewinde!



Erstes Drucklager kommt zum Vorschein.





Damit später alles in richtiger Reihenfolge zusammgebaut werden kann, binde ich die Lagerteile mit Draht zusammen.



Ansicht der Spindel:



Noch ein Drucklager!



Damit ist X-Support fertig ausgebaut!

## 10 Ausbau des Z-Supports

Man braucht dafür am Besten eine Seilwinde oder einen Kran, denn das Teil ist schwer!

Vor dem Abheben kurbelt man den Support so hoch, wie es geht. Irgendwann springt der unten aus dem Gewinde der Spindelmutter und kann dann frei angehoben werden.



Ich habe dafür eine solche Elektrowinde benutzt.



Eine gut um den Support gelegte Hebeschlinge ist wichtig, damit das Teil auch nach Verlassen der Führungen der Fräse noch sicher in der Luft schwebt.



Klappt gut, das Gewicht ist gut ausbalanciert.



Beim Ablegen darauf achten, dass man keine Hebel verbiegt. Ich habe ein Holzbrett untergelegt.



Dann ein kritischer Blick auf die Laufflächen- hier scheint aber alles in Ordnung. Teilweise sieht man noch die Schabemuster. Trotzdem: nach über 60 Jahren(!) Betriebs sind die Ölkanäle natürlich ziemlich „dicht“ und müssen gesäubert und die Dichte gewechselt werden.



Noch ein Tipp: vor dem Herausgeben mit dem Kran kann man dem Z-Support etwas mehr Freiheit (=Spiel) geben, indem man die Keilleiste herausnimmt. Damit das geht, muss man diesen einen Schraubnippel entnehmen, denn der hält die Keilleiste fest, so dass sie nicht herausfallen kann. Die Deckel-Ingenieure haben auch wirklich an alles gedacht!



Da guckt die Halteschraube für die Keilleiste heraus!

## 11 Zerlegen des Z-Supports

An dem Z-Support gibt es einen Metalldeckel, den man abschrauben kann. Ich kann natürlich nicht widerstehen und MUSS da einen Blick hineinwerfen!



Also ab das Ding...



Auch die Hartpapierdichtung kann mich nun nicht mehr aufhalten- auch wenn ich noch KEINE Ahnung habe, wo ich eine neue herkriegen werde. Aber die Neugier ist einfach zu groß und ich denke, das ist es, was uns Bastler auch auszeichnet: Neugier!



Zu Vorschein kommt die Mechanik für die seitliche und Höhen-Verstellung des Supports. Natürlich sieht man hier auch etwas hartes Fett und ein paar ranzige Oxidschichten, aber ansonsten sehen die Zahnräder noch aus wie neu- und darauf kommt es an!



Hier gut zu sehen: das Fett ist natürlich nach 60 Jahren etwas grau und „schmuddelig“, aber die Zahnflanken sind alle noch super!



Weiter will ich den Support erstmal nicht zerlegen, dann sonst verzettele ich mich und ich finde kein Ende. Mir war wichtig, dass ich weiß, dass hier alles in Ordnung ist und nicht eine versteckte Baustelle auf mich wartet. Da das aber nicht danach aussieht, lege ich also Schutz erstmal ein Handtuch über die geöffnete Stelle und fahre meine Palette mit dem Support an die Seite.

## 12 Abbau des Maschinenfußes

Die Restauration dieser FP1 möchte ich quasi von „Kopf bis Fuß“ machen. Also fange ich mit dem Fuß an. Der Fuß wird nämlich das erste Teil sein, dass dann restauriert wird und seinen Weg in die neue Werkstatt findet. Später wird dann weiter-restauriert und so die FP1 Stück für Stück in die neue Werkstatt transportiert und dort zusammengesetzt.

Um den Fuß abzubauen, ist der Weg nun nicht mehr weit.

Wir bauen zuerst das „Knie“ ab.

Die Inbusschrauben herausdrehen.



Dann die 6Kant-Muttern ab. Dass das nur Stehbolzen sind und man die Mutter ANZIEHEN (statt losdrehen) muss, um die Stehbolzen damit herauszuziehen, wusste ich da noch nicht. Egal.



Danach schraube ich die Deckelplatte ab.



Mal hochheben und druntergucken....



Hinweis: hier sieht man noch, dass der Z-Support mit seiner Spindel noch eingebaut war, als ich die Knie-Deckelplatte abgeschraubt habe. Ich hatte aber leider keine anderen Bilder, davon also nicht verwirren lassen.

Blick in die Zahnräder: auch hier alles tipp topp!



Mit ganz leichtem und vorsichtigem Hebeln (nicht verkanten!) kann man das Knie nun abbauen.



Da isses.



Jetzt sieht man wohl auch, was ich mit den Stehbolzen meinte...



## 13 Zerlegen des Knies

Nein, ich meine kein Skifahren. Auch wenn die Skifahrer sich ihre Knie leider auch oft „zerlegen“. Ich meine diesmal diesen „Gnubbel“, wo sich die Spindel der Z-Achse drin abstützt.



Zuerst nehmen wie das Kegelrad raus.



Es sind wieder einige Scheiben auf der Achse mit drauf.



Hier noch einmal im Detail. Ich könnte mir vorstellen, dass die Dicke der Scheiben individuell und sorgfältig ausgewählt wurde, damit die Kraftübertragung der beiden Kegelräder optimal zueinander ist.



Das war's schon zum Knie. Ich mach es erstmal wieder zu. Hier ist auch alles heile.

---

## 14 Fuß von der Maschinensäule trennen

Das Trennen von Fuß und Säule geschieht mit den heftigsten Schrauben, die ich bislang kenne. Selbst meine ausziehbare Hazet Schwerlastknarre kam damit an ihre Grenzen!



Unterstützung bekam sie dann von einem ebenso professionellen Berner Schlagschrauber mit 660Nm Nennleistung (@8bar; betreiben tu ich ihn aber mit 10bar ;-). Der löste die Dinger dann innerhalb weniger Sekunden.



Vor dem Abschrauben habe ich die Säule natürlich mit meinem Seilzug gesichert, denn das letzte, worauf ich Bock habe, ist, dass mir eine 200kg Maschinensäule umfällt und mich noch

in der Garage platt macht, bevor ich das Restaurieren an der FP1 überhaupt anfangen konnte ;-)  
Aber dann ist es geschafft: die Säule kann abgehoben werden!



Nun müssen wir uns um den Ansaugschnorchel für die Pumpe kümmern. Der muss nämlich ab, sonst können wir die Säule nicht herablassen.



Dazu nehmen wir einen 32er Maulschlüssel....



Die beiden störenden Bleche kann man glücklicherweise herausnehmen.



Dann ist der Weg frei und der Schnorchel kann raus.



So sieht er von unten aus. Sieht auch hier nach viel Arbeit aus. Allerdings nur zum Reinigen, nicht zum Reparieren!



Hier sieht man noch einmal schön was Ansaugsieb von unten.

## 15 Standfuß aufarbeiten

Das Reinigen eines Standfußes einer Deckel FP1 gehört zu den 50 Dingen, die ein echter Mann meiner Ansicht nach in meinem Leben einmal gemacht haben muss. Es reiht sich nahtlos ein in Dinge wie „mit einer asiatischen Live-Band einen Blues spielen“, „dem Benutzen einer chinesischen Baustellentoilette“ und „dem Reinigen hinter(!) der Türdichtung am Geschirrspüler.“

Hier mal ein Bild, damit ihr wisst, was ich meine...das "braune" da ist mein Arm!!!



Der Fuß ist ja auch gleichzeitig der Kühlmittel-tank. Somit hat sich hier innerhalb von 60 Jahren eine etwa 3cm dicke Schicht aus altem Öl, Metallspänen und Kühlmittelrückständen gebildet. Nur noch mit einem kleinen Spachtel kann man das Zeug abschichten- so ähnlich wie bei einem Tortenboden aus einer industriellen Großbäckerei. Es sieht auch so aus:



Schmeckt vielleicht auch so, ha ha ha :-)

Ich gieße erstmal eine komplette Flasche Pinselreiniger hinein und wische das Teil so gut aus, wie es eben geht. Erst hatte ich überlegt, ob ich das Teil einfach zum nächsten Auto-Selbstwaschplatz fahren und den Hochdruckreiniger hineinhalte, aber vermutlich wäre damit auch der dort installierte Ölabscheider überfordert gewesen. Also beiße ich die Zähne zusammen, greife in die Pampe und wische und wische und wische.....

Am nächsten Tag, als er von innen einigermaßen trocken ist, puste ich in eines der Löcher mit Druckluft hinein und sauge gleichzeitig mit einem Nassstaubsauger am anderen Loch heraus. Das bringt auch noch einmal was. Es fliegen sogar lose Lackfetzen weg. Wahrscheinlich werde ich hier wohl doch noch ein paar mal mit dem Hochdruckreiniger hinterher müssen...



Ganz wichtig bei den Reinigungsarbeiten: persönliche Schutzausrüstung!



Nun muss der Lack runter, denn es soll ja auch hübsch werden.

Bei der Lackierung hat Deckel ganz Arbeit geleistet. Ich bin kein Lackexperte und weiß daher nicht, welche Schicht welchen Zweck erfüllt, aber ich als Laie erkenne hier 7 Lagen:

1. rot (Grundierung)
2. dunkelgrau
3. hellgrau
4. weiß
5. blaugrau
6. hellgrün
7. dunkelgrün (Decklack)

Nun gut, die 8te Lage ist eine Mischung aus 60 Jahren Dreck und Öl, aber das lassen wir mal ;-)



Viele Tage und etliche Schleifscheiben später...



## 16 Lackierung

Nun wird lackiert. Ich habe mich von der Firma Kohlenstock in Braunschweig beraten lassen, was man für Farbe braucht, um eine Industriemaschine zu lackieren. Die Kollegen dort haben sich richtig viel Mühe gegeben und mir auch noch einmal alles ausführlich erklärt. Dafür an dieser Stelle noch einmal ein herzliches Dankeschön!

Ich habe mich für ein 2Komponenten-Lacksystem der Firma MIPA entschieden. Mit denen habe ich übrigens vorher auch telefoniert und auch die haben sich mit mehr sehr viel Mühe gegeben. Auch dafür an dieser Stelle nochmals vielen Dank dafür!

Das Lacksystem ist wie folgt:

Die Grundierung ist eine 2-Komponenten Epoxy-Grundierung in lichtgrau. Darüber kommt dann der Decklack auf Polyurethan-Basis (ebenfalls 2K). „2 Komponenten“ bedeutet übrigens, dass man immer einen Lack hat und ihn vor dem Pinseln erst mit einem speziellen Härter mischen muss. Erst dann wird er „griffig“ und kann benutzt werden.

Zuerst die Grundierung. Sie besteht aus:

- dem eigentlichen Lack (EP 100-20 in der Farbe „lichtgrau“ RAL 7035)
- dem Härter (EP 950-25)
- optional dem Verdünner (EP Verdünnung)



Nach viel Hin- und Herüberlegen habe ich mich entschieden, die Maschine in der Farbe zu streichen, die sie vorher auch hatte (RAL 6011 resedagrün). Dazu muss ich sagen, dass es im Netz unglaublich viele Varianten und Beispiele von optisch hervorragenden Lackierungen zu sehen gibt. Von blau über weiß, grau, ja teilweise sogar metallic-Effekten. Manchmal sehen die Maschinen am Ende so genial aus, dass man sie sich sogar ins Wohnzimmer stellen könnte.

Ich muss zugeben, dass ich bezüglich Farbgestaltung leider weder großes Talent besitze noch wagemutig genug bin, um mal was „zu versuchen“. Also entscheide ich mich für die Originallackierung: „langweiliges“ RAL6011 resedagrün. Aber auch damit sehen Maschinen schick aus, wenn sie sauber und gepflegt sind, finde ich.

Also habe ich das da für den Decklack gekauft:

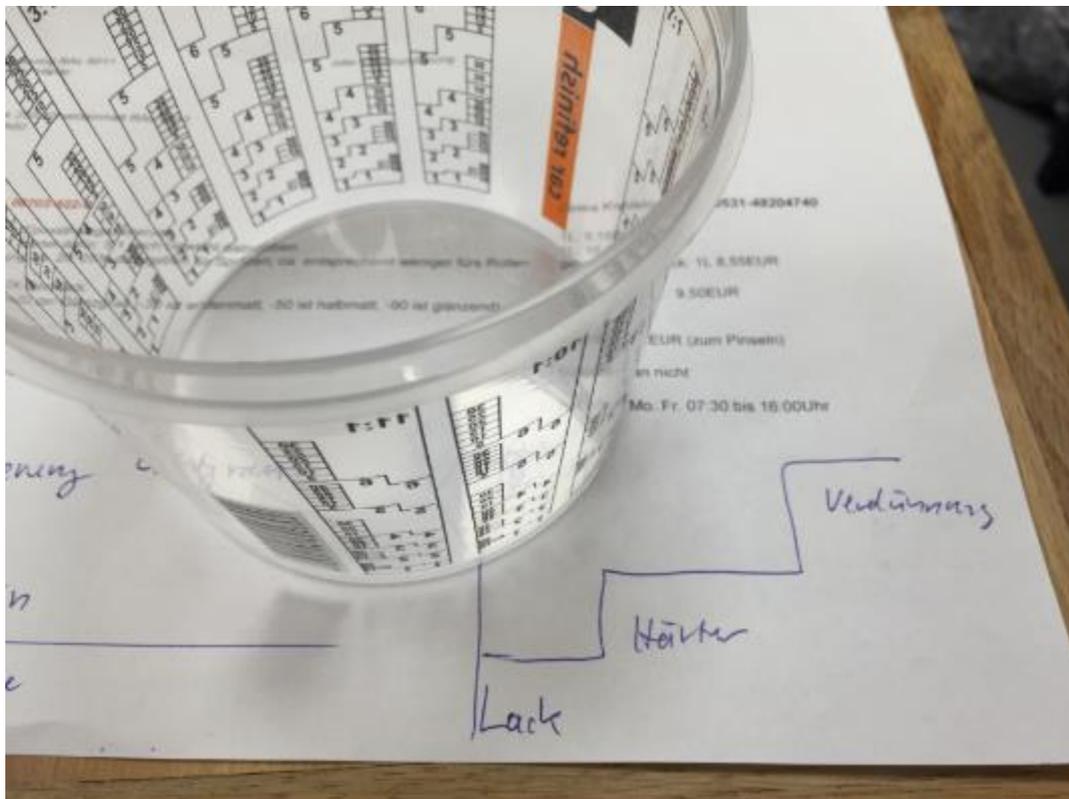


- Decklack PU250-30 (RAL 6011 resedagrün; die „-30“ bestimmt übrigens den Glanzgrad)
- Decklack PU250-30 (RAL 3002 karminrot; damit möchte ich die Nuten im Tisch ausmalen; das habe ich mal irgendwo gesehen und es hat mir sehr gut gefallen)
- Härter A60 (PUR-Plus-Härter)
- V25 Verdünnung

Zum Spachteln habe ich dieses kleine Döschen Multispachtel mit gekauft.



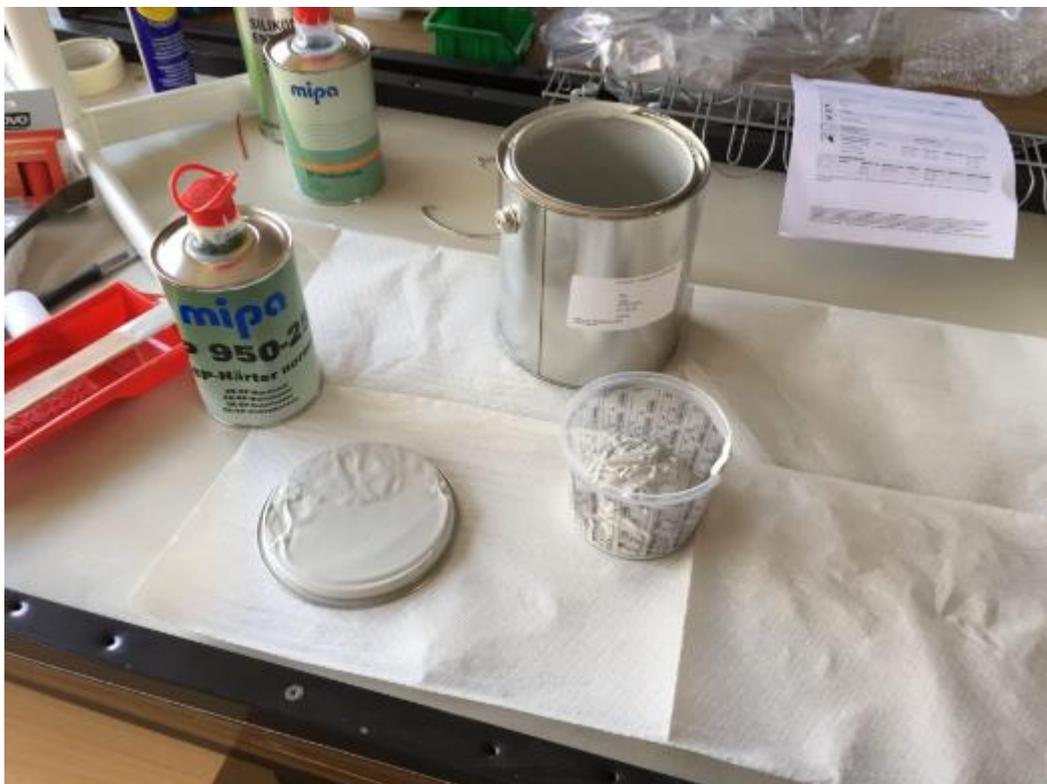
Das rechts daneben sind Mischbecher mit integrierter Skala. Die sind extrem praktisch, um das richtige Mischungsverhältnis von Lack, Härter und Verdünnung zu finden. Das Datenblatt zu dem jeweiligen Lack sagt einem, wie das Mischungsverhältnis sein muss. Es hängt auch davon ab, ob man den Lack nachher pinseln, rollen oder spritzen will.



Vor dem Lackieren wird der Fuß mit Malerband abgeklebt und mit Silikonentferner entfettet. Den Tipp habe ich mal im Forum gelesen.



Dann rühren wir die Grundierung an.



So sieht die Pampe dann aus...



Dann noch Härter rein...



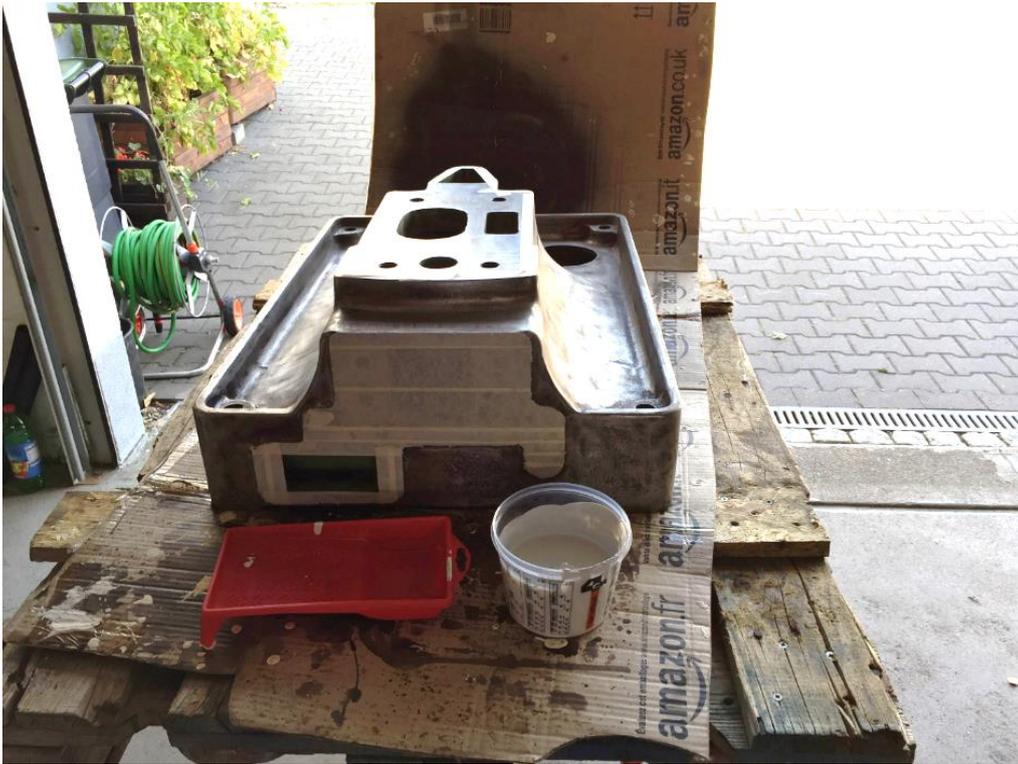
...und schließlich etwas Verdünnung.



Jetzt mit nem Holzstäbchen umrühren



Der Fuß wird auf meinem Hubwagen in Position gebracht.



Dann wird losgerollt. Ich rolle in mehreren Schichten "frisch in frisch" drüber, bis der Lack nicht mehr scheckig aussieht. Ob das richtig ist, weiß ich nicht, aber es hat gut funktioniert.



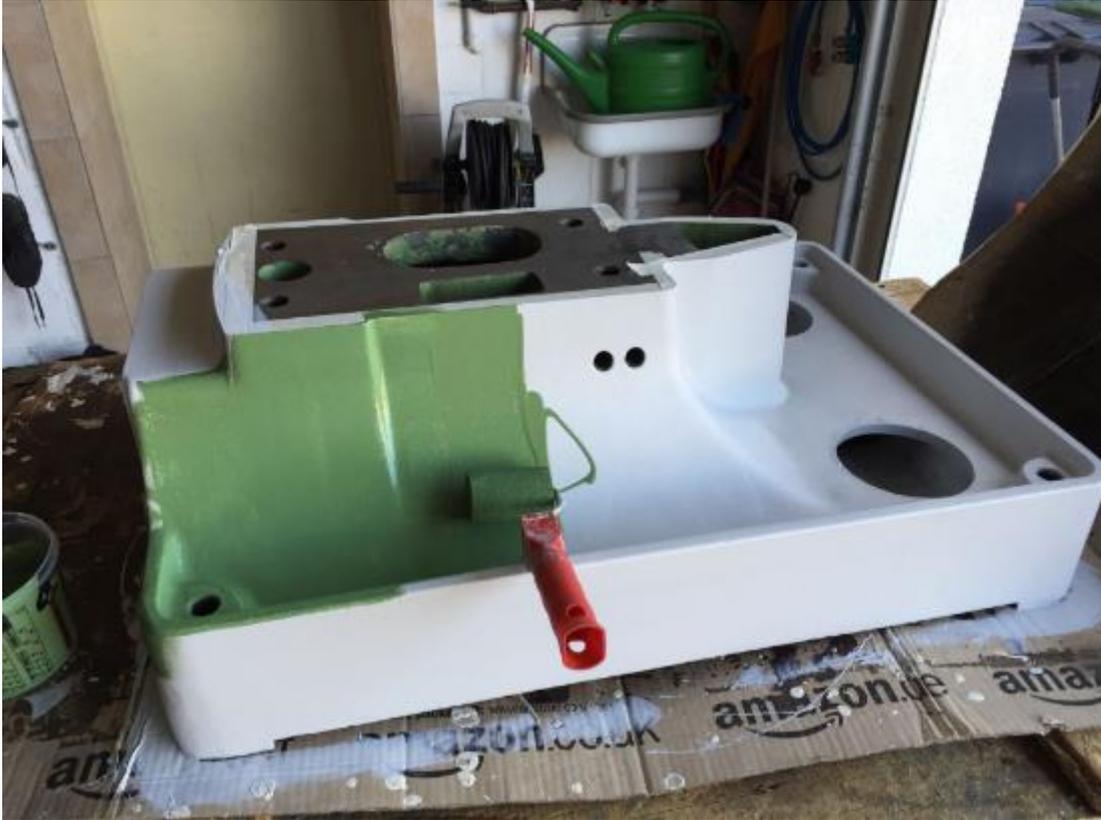
Sieht gut aus, oder?



Nun wird der Decklack angerührt.



Und wieder benutze ich die Rolle zum Auftragen.



Zwischenstand.



Den Rest der Farbe kippe ich einfach in den Maschinenfuß und rolle ihn da -so gut es geht- innen aus. Mir ist klar, dass das nicht fachmännisch ist, aber zum einen habe ich nicht vor, ihn wieder mit Kühlmittel zu füllen und zum anderen wäre es sonst schade um den schönen Lack. Da mache ich doch lieber was Sinnvolles damit!



Hat alles super geklappt!

Nach dem Trocknen fahre ich das Teil schon in die neue Werkstatt.



Nun wollen wir uns um die Säule kümmern. Bevor ich die lackiere, will ich erstmal ihr Innenleben ausbauen. Damit beschäftigt sich das nächste Kapitel.

## 17 Ausbau der Getriebewellen: Vorbereitung

Meine Version der FP1 besitzt 2 Getriebe, die beide über je zwei Hebel angewählt werden. Das obere Getriebe dient zur Auswahl der gewünschten Fräskopfgeschwindigkeit, das untere dient zur Auswahl der Vorschubgeschwindigkeit. Das Gute ist, dass man beides voneinander unabhängig umschalten kann, daher sind diese Versionen der FP1's auch so beliebt. Das schlägt sich auch immer im Preis nieder, denn insbesondere die Version mit den "Wählscheiben" (anstatt der Hebel) ist bei FP1-Verliebten besonders heiß begehrt.

Nun gut, eine Wählscheibenmaschine mit SK30-Aufnahme und Nadellager ist es bei mir dann leider nicht geworden, aber eine Hebelmaschine mit MK4 und Nadellager ist sicher auch eine gute Wahl.



Abbildung 83: recht moderne Version der FP1 mit Wählscheiben und SK30

Ich habe mich entschlossen, die Maschinensäule von innen und außen komplett leerzuräumen, denn nur dann kann ich sie anschließend wirklich gut lackieren- und auch das Schaben der Maschinenführungen wird so bedeutend leichter gehen. Das bedeutet natürlich auch den Ausbau der ganzen Getriebewellen- von deren sich nicht weniger als 6(!) in der Maschine befinden. Für deren Ausbau startet man mit dem Öffnen der Revisionsklappen. Das machen wir jetzt.



Abbildung 84: obere Revisionsklappe (Fräsgetriebe)



**Abbildung 85: Hinterhebeln mit dem Messer...**



**Abbildung 86: ...schließlich mit dem Hebeleisen**

Da die Revisionsklappe öldicht sein muss (im Innern des Getriebes befindet sich ja Öl, das man vorher ablassen muss), gibt es auch eine Klappendichtung. Nach all den Jahrzehnten ist diese natürlich schon ganz schön "fest" und man muss recht stark hinterhebeln, bis man die Klappe abheben kann.



**Abbildung 87: die Wahlhebel**



**Abbildung 88: Blick in das Fräsgetriebe**

Die Klappe ist ab, das Öl ist raus. Nun können wir loslegen.

## 18 Ausbau der 0. Welle

Höchstwahrscheinlich ist die Bezeichnung nicht ganz korrekt, aber ich benenne die Wellen von Welle Nr.0 bis Welle Nr.5 von oben nach unten aufsteigend durch. "Welle Nr. 0" ist für mich die, die sich ganz oben in der Säule befindet und wo die lange "Walze" drauf sitzt. (Ignorierend, dass es im Vertikalfräskopf noch eine weitere Welle gibt, die müsste dann eigentlich "Welle Nr. -1" heißen, siehe Kapitel 5).

Der vollständige Ausbau von Welle von Nr.0 gelang mir leider erst ganz zum Schluss. Der Grund ist einfach: manchmal muss ich erst einige Tage überlegen, wie genau ich ein Lager oder eine festsitzende Verbindung ausbaue, ohne sie zu beschädigen. Nicht immer finde ich gleich eine gute Idee und manchmal ergibt sich die "richtige" Ausbaureihenfolge auch erst während der weiteren Demontage. Genauso war es hier. Dass ich ein Eichenholzstück nehmen werde, um die Welle Nr.0 nachher aus der Lagerung zu treiben, habe ich mich erst getraut, nachdem alle meine anderen Ideen nicht gefruchtet hatten. Damit ging's dann auch ganz leicht- aber darauf muss man erstmal kommen; und dann muss man sich auch trauen :-)

Also der Ausbau gelang mir wie folgt:



Abbildung 89: mit Zapfenschlüssel 30..32 lösen, mit Handrad gegenhalten



Abbildung 90: Erst geht die Mutter ab...



**Abbildung 91: dann das Kegelrad.**



**Abbildung 92: Schlitz-Schrauben herausdrehen,...**



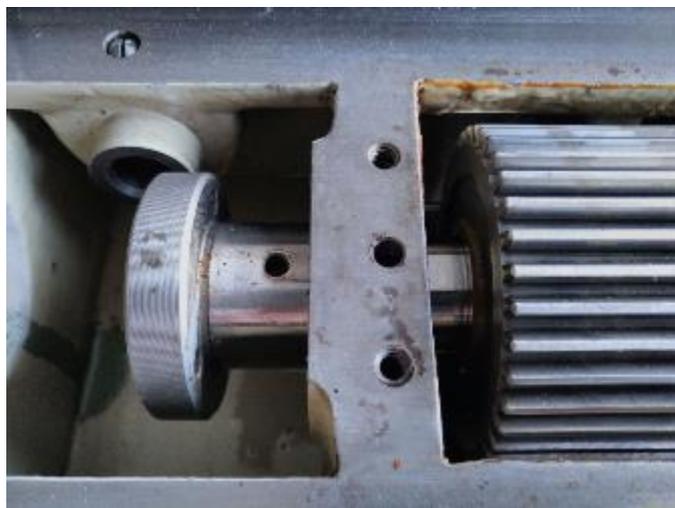
**Abbildung 93: ...und dann abziehen.**



**Abbildung 94: Zapfen herausziehen**



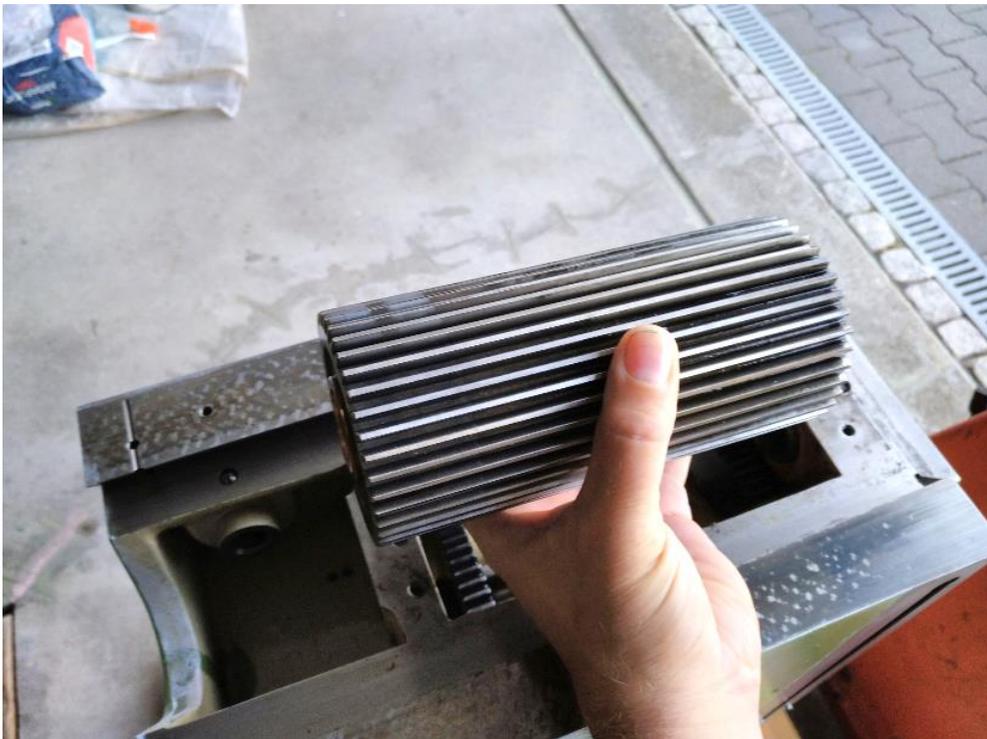
**Abbildung 95: dann mit einem Holzstab und leichten Hammerschlägen die Welle austreiben**



**Abbildung 96: sie kommt! Aber immer vorsichtig und wechselseitig hämmern, damit nichts verkantet!**



**Abbildung 97: ...da ist sie!**



**Abbildung 98: jetzt kommt auch die Walze heraus**

Damit ist der Ausbau der obersten Welle erledigt.

## 19 Ausbau Welle Nr. 1

Auch die Welle Nr.1 ist ein klassisches Beispiel dafür, dass man erst den richtigen Trick kennen muss, um voran zu kommen. Das hintere Lager (=Motorseite) saß so fest am Gehäuse, dass sich selbst mit einer Messerklinge kein Spalt öffnen wollte, um dahinter hebeln und sie so austreiben zu können. Und ein selbstgebautes Auszugswerkzeug erschien erst vielversprechend, erwies sich aber als völlig verkehrt, weil die Auszugskräfte hier fälschlicherweise in den Maschinenkörper geleitet werden und nicht in die ausziehende Welle. ich hätte also ziehen können bis zum Gewinde-Ausriss. Glücklicherweise bemerkte ich das noch rechtzeitig und nahm mir die Gelegenheit zum Überdenken meines Ansatzes.

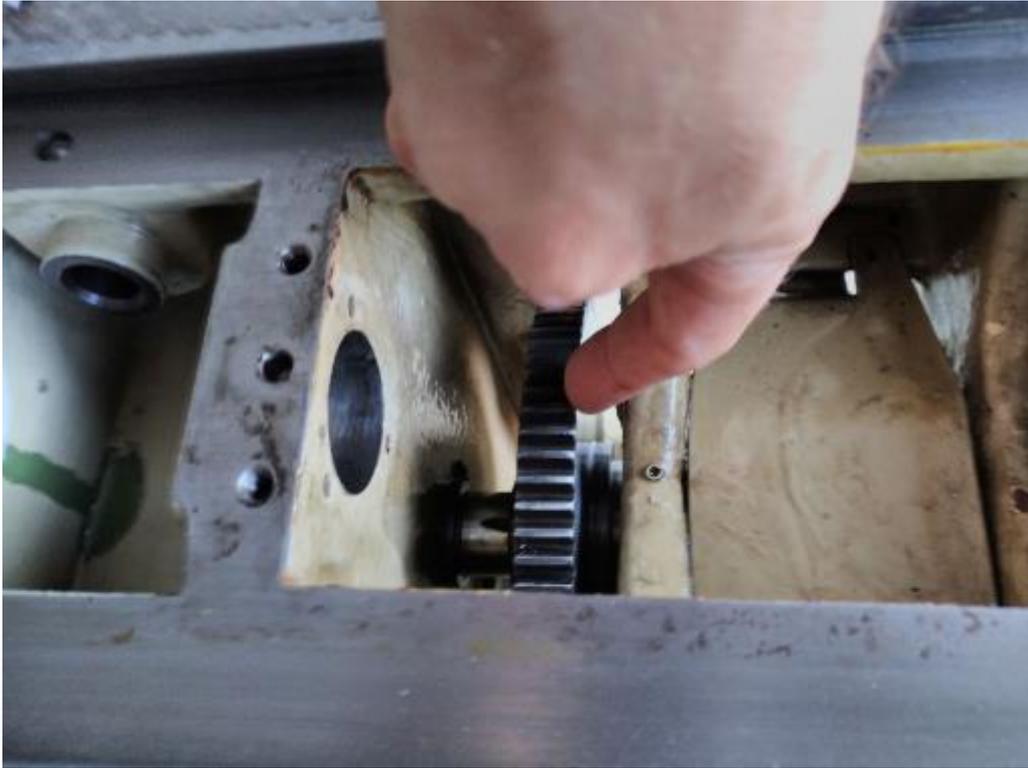
Die Lösung geht hier anders: sobald man Welle Nr. 0 ausgebaut hat, kommt man recht gut an eines der großen, auf der Welle 1 verschiebbar gelagerten- Zahnräder. Das nutzen wir aus und benutzen es wie einen Flughammer: wir schubsen es mit Schwung in Richtung Motorseite. Dort trifft es auf einen kleinen vorstehenden Bund des Lagers und treibt es mit ein paar mal Schubsen so weit hinaus, dass sich ein kleiner Spalt öffnen, in den man dann vorsichtig mit Hebelwerkzeugen einhaken und schließlich die gesamte Welle heraushebeln kann (Achtung: nicht verkanten! Ggfs. zwei Hebel auf gegenüberliegenden Seiten benutzen!)

Das abschließende Herausfummeln der riesigen Zahnräder aus der Revisionsklappe erfordert aufgrund der Größe etwas Geschick, klappt aber.

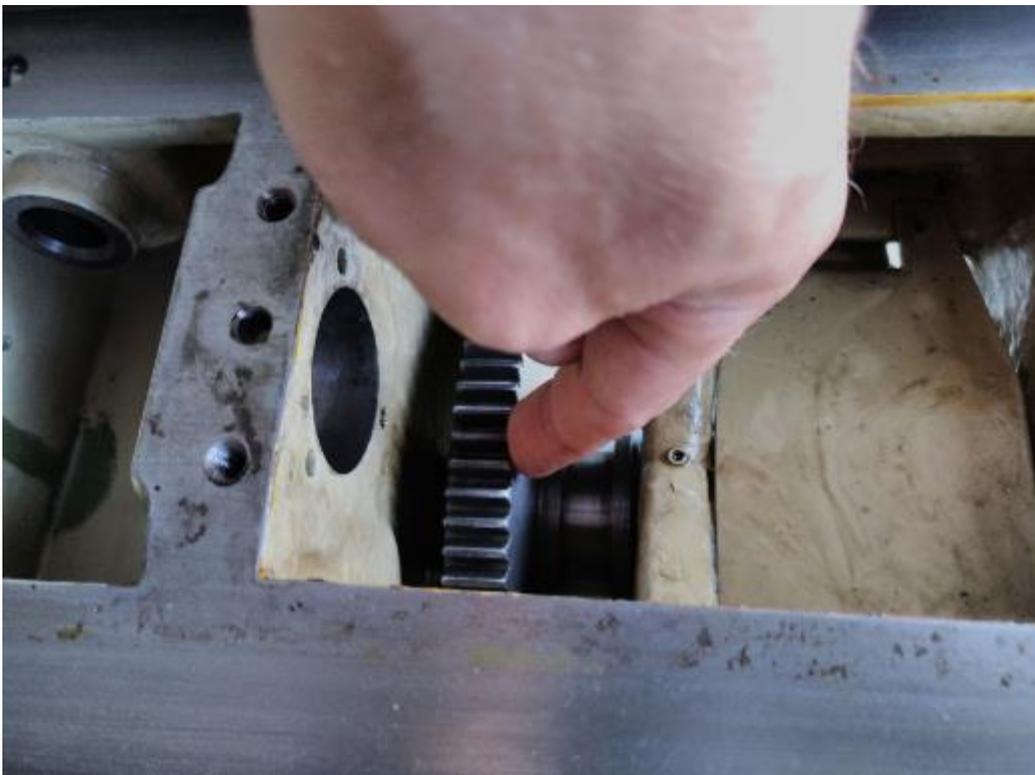
Also los:



**Abbildung 99: erstmal diese beiden Schrauben lösen**



**Abbildung 100: Dieses Zahnrad nehmen...**



**Abbildung 101:...und mit Schwung nach links schubsen!**



**Abbildung 102:** als Folge davon bildet sich hier nun ein Spalt...



**Abbildung 103:**...dann nicht lange fakeln und mit einem Hebeleisen hinterhaken!



**Abbildung 104:** stetiges Ruckeln (abwechselnd links/rechts) bringt schließlich Erfolg



**Abbildung 105: Da haben wir die Welle Nr.1 draußen!**



**Abbildung 106: Welle Nr.1 und seine Zahnräder**

## 20 Ausbau Welle Nr. 2

Der Ausbau von Welle Nr.2 beginnt mit dem Abnehmen der Riemenscheibe.



**Abbildung 107: Riemenscheibe abnehmen**



**Abbildung 108: Hülse abnehmen. Geht nicht? Dann Abziehwerkzeug benutzen!**

Ein Stück Blech als Unterlage dient als Abstützung der Press-Spindel des Abziehwerkzeugs.



**Abbildung 109: Kugellager-Abziehwerkzeug**



**Abbildung 110: ab :-)**

Dann vorsichtig das Kettenrad herunterhebeln. Wechselseitig links und rechts leicht hinterhaken und etwas hebeln.



**Abbildung 111: Montiereisen als Hebelwerkzeug**



**Abbildung 112: dann ist auch das kleine Kettenrad ab!**



**Abbildung 113: Nun die Flanschplatte abschrauben.**

Deckel (oder einer seiner Service-Mitarbeiter) hat hier eine Markierung an Flansch und Gehäuse eingeschlagen. Man tut sicher gut daran, beim Wiedereinbau sich an diese Markierung zu halten!



**Abbildung 114: Markierung an der Platte**

Die Flanschplatte geht schlecht ab, sie sitzt sehr stramm. Ich habe zuerst wieder eine Messerklinge dahintergehauen, dann mit dem Spargelstecher vorsichtig in den sich öffnenden Spalt gehandelt. Wichtig: immer wechselseitig links/rechts hebeln, denn sonst verkantet man und es klemmt nur noch umso strammer.



**Abbildung 115: Spargelstecher als Montier-/Hebeleisen**

Schließlich kann man die Platte abnehmen.



**Abbildung 116: Platte ist ab**



**Abbildung 117: so sieht sie von hinten aus**

Dahinter kommt eine Art „Kugellager“ (Zylinderrollenlager?) zum Vorschein.



**Abbildung 118: ein Zylinderrollenlager des Typs NJ205**

Dann habe ich innen die eine Madenschraube gelöst...



**Abbildung 119: Madenschraube**

...und dann vorne den Stirnlochdeckel abgebaut.

Erst mit dem Schraubendreher....



**Abbildung 120: Stirnlochplatte abschrauben**

...dann mit dem Stirnlochschlüssel.



**Abbildung 121: ein verstellbarer Stirnlochschlüssel ist hier sehr hilfreich**

Dann kann man das Ding drehen und herausrauben.



**Abbildung 122: das geht sogar von Hand**

Sehr interessante Bauweise. In der Mitte gibt es eine Längsnut. Wenn man die kleine Schlitzschraube anzieht, verbiegt sich das Bauteil (gewollt) etwas und verspannt sich so im Gewindengang. So kann sie nicht mehr herausfallen. Genial!

Nut



**Abbildung 123: geniales Konzept!**



**Abbildung 124: mit etwas Putzen sieht man's besser**

Hinter der Stirnlochscheibe sitzt das Lager. Ein NJ205 der Firma FAG.



**Abbildung 125: Rollenlager NJ205**

Bevor wir es herausnehmen können, müssen wir einen Abstandsring herausfischen...



**Abbildung 126: Abstandsring**



**Abbildung 127: mit etwas Wackeln kann man es herausnehmen**

Dann haben wir einen besseren Blick auf das Lager. Es ist derselbe Typ wie auf der Motor-Seite.



**Abbildung 128: auch hier ein NJ205**

Wenn wir nun auf diese Seite etwas klopfen, kann man auf der Motorseite das Lager herausnehmen.

Da kommt es: (auf die Einbaulage achten!)

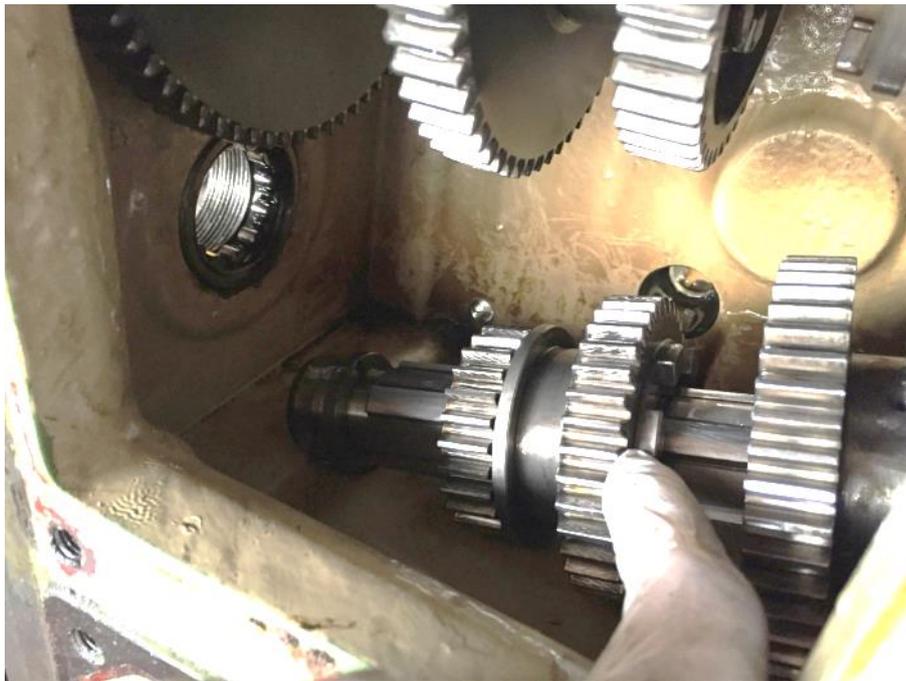


**Abbildung 129: die Welle Nr.2 kommt heraus**



**Abbildung 130: Stück für Stück...**

Die Antriebswelle kann man nun auch aus dem anderen Lager herausziehen.



**Abbildung 131: noch hakt die Welle!**

Leider nützt einem das nix, denn man kriegt die Welle trotzdem noch nicht komplett aus dem Gehäuse heraus. Sie hakt überall an. Also weiter auseinanderbauen.

Wichtig: auf diesem Ende der Welle sind folgende Sachen aufgesteckt:



**Abbildung 132: die innere Lagerhülse des NJ205 und ein Distanzring**

Beachte die Lage der Kerbe auf dem Ring (zur Motorseite hin):



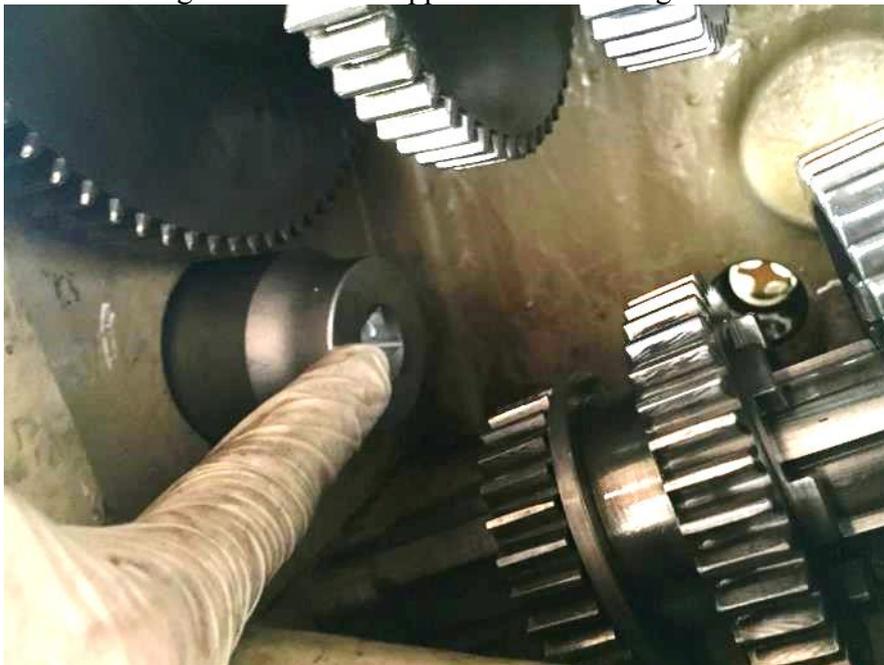
**Abbildung 133: die Kerbe dient sicherlich der Einleitung von Öl**

Nun nehme ich eine 36er Nuss...



**Abbildung 134: eine 36er..meine größte! :-)**

...und treibe damit das Lager auf der Fräsupportseite vorsichtig nach außen heraus.



**Abbildung 135: bitte vorsichtig hämmern!**

Es kommt langsam....



**Abbildung 136: der äußere Teil des NJ205 kommt...**

...da isses!



**Abbildung 137: draußen!**

Der Grund für den Ausbau der Welle war, dass ich beim Durchdrehen von Hand hin und wieder ein kleines Hakeln bemerkt habe, das nach einigen Versuchen auf genau diese Welle zu lokalisieren war. Als ich dieses Lager hier in die Hand nahm und durchdrehte, war mir klar: das hat es hinter sich! Ich brauche ein neues!

Auf der anderen Seite muss nun der innere Lagerring runter, denn sonst kriegt man die Welle nicht raus. Der sitzt sehr, sehr stramm. Also helfen wir mit Heißluft und WD40 nach.



Abbildung 138: auf dieser Seite sitzt der NJ205-Ring sehr stramm auf der Welle



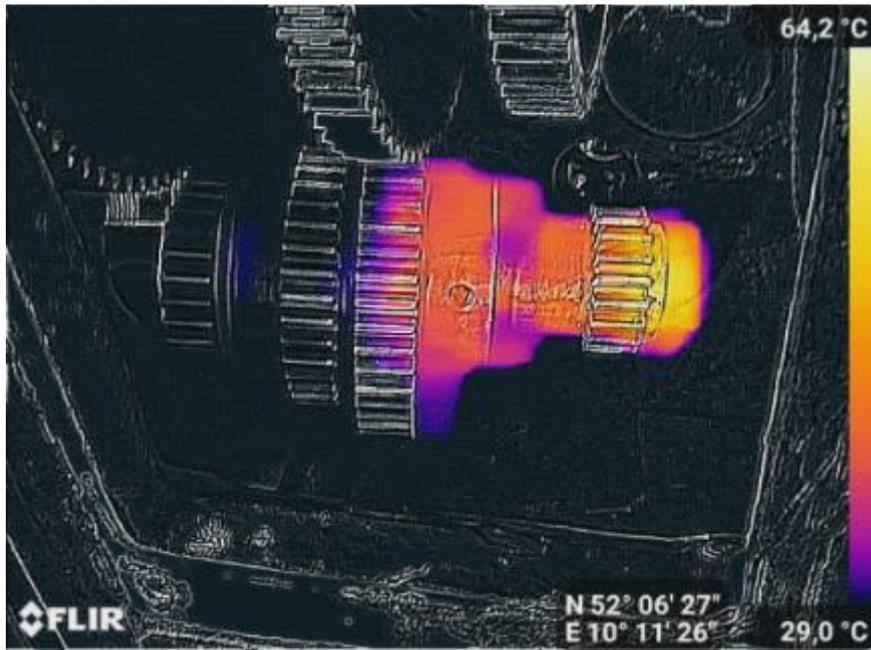
Abbildung 139: ich muss ihn erwärmen!

Die Heißluft stammt aus dieser SMD Reworkstation. Es dauert aber fast 10 Minuten des Aufwärmens, bis der Lagerring heiß genug ist und er sich dadurch etwas weitet.



Abbildung 140: eine SMD Heißluftstation geht dafür sehr gut

Natürlich wird natürlich nicht nur der Lagerring heiß, sondern auch seine Umgebung. Aber das macht nichts. Der Lagerring wird deutlich am wärmsten, wie man auf dem Thermografiebild sieht (hellgelbe Farbe)!



**Abbildung 141: so sieht das auf dem Wärmebild aus**

Achja: die im Bild eingeblendeten GPS-Koordinaten geben den Standort der Hollywoodschaukel meiner Frau bei uns im Garten an. Für den, der's braucht....;-)

Wir werden die Welle gleich nach vorne hin (=in Richtung Frästisch) herausklopfen. Damit das vorderste Zahnrad keinen Schaden nimmt, lege ich einen Holzspan unter.



**Abbildung 142: Holzteilchen zum Abstützen**

Von der anderen Seite her benutze ich ein kleines Stück Hartholz als Unterlage und dann einen Hammer. Und tatsächlich kommt die Welle damit nun endlich langsam nach vorne hin- aus!



**Abbildung 143: auch hier: Wellenschutz**

Es kommen zwei Distanzringe zum Vorschein, die auf der Welle saßen.



**Abbildung 144: gute Ausbeute :-)**

Hier die Ansicht aller Elemente auf der 2. Welle. Sie ist recht komplex:



**Abbildung 145. Welle Nr. 2**

Damit ist der Ausbau der 2. Welle geschafft. Der Innenraum sieht nun so aus.



**Abbildung 146: Langsam wird's leer!**

Hinweis: auf diesem Foto sind die 0. und 1. Welle noch eingebaut. Ich hatte ja bereits geschrieben, dass ich nicht alles in „idealer Reihenfolge“ ausbauen konnte, sondern auch hin und wieder erstmal auf gute Ideen warten musste. In der Zwischenzeit habe ich mich dann um andere Arbeiten gekümmert und weitergemacht.

## 21 Ausbau Welle Nr. 3

Es geht weiter. Welle Nr. 3 sitzt im unteren Teil der Fräse.

Zuerst muss die Gabel raus. Wie immer, ist der Kegelstift (3mm x 23mm, DIN1) wieder so fest, dass ich ihn nicht ausdrücken kann, sondern ausbohren muss. Weitere Schwierigkeit: es ist so wenig Platz, dass man nur mit einem ganz schlanken Bohrfutter drankommt. Also benutze ich die Dremel Biegewelle und spanne einen 2,5mm Bohrer ein. Der Dremel kommt ganz schön ins Schwitzen, aber ich ackere mich durch.



Abbildung 147: Kegelstift ausbohren

Schließlich kann ich mit einem alten Splintentreiber den Kegelstift herausklopfen.



Abbildung 148: Langwierige Arbeit, aber anders geht es nicht

Dann geht die Gabel runter (vorher die kleine Schraube an der Seite lockern).



Nun kommt auch die Schubstange im Innern des Getriebes raus:



**Abbildung 149: Schubstange nach innen herausziehen**

Da isse.



**Abbildung 150: Schubstange**

Weiter geht's. Feder weg...



**Abbildung 151: Feder**

Dann das Kettenrad runternehmen...



**Abbildung 152: Zahnrad**

Dahinter ist noch eine Feder. Nur größer ☺



**Abbildung 153: zweite Feder**

Schraube runter. Die hatte ich nach dem Entfernen des großen Kettenrades damals wieder reingedreht, um sie nicht zu verlieren.



**Abbildung 154: Schraube**

Passfeder raus...



**Abbildung 155: Passfeder- nicht verlieren!**

Und schon kann man diese Hülse abnehmen.



**Abbildung 156: Hülse herausnehmen**

Danach muss diese Buchse herausgeschraubt werden. Die kleine Madenschraube geht noch leicht....



**Abbildung 157: Madenschraube**

...aber für die Buchse selber muss ich mir wieder ein Spezialwerkzeug anfertigen. Warum gibt es eigentlich keine verstellbaren Stirnlochschlüssel für „von vorne“?



**Abbildung 158: wieder brauche ich den Schlagschrauber!**

Hier mein Spezialwerkzeug. Ein Klotz rundes Eisen mit 17mm Bohrung, zwei 4mm Stiften im Abstand von 44mm. Am Ende eine angeschweißte Mutter, so dass ich mit dem Schlagschrauber dran kann.



**Abbildung 159:** der erste Versuch der Mitnehmerstifte ging daneben, daher zwei Bohrungen zu viel ;-)

Damit kommt die Mutter sofort angeschossen.

Ich frage mich nur, wie man das können soll, wenn man keine Drehmaschine besitzt.

Wahrscheinlich gar nicht.

So sieht die Mutter jedenfalls aus:



**Abbildung 160:** Mutter



**Abbildung 161:** Von der anderen Seite her öffnen wir wieder so einen Deckel...



**Abbildung 162:** heraus kommt wieder ein Distanzring...



**Abbildung 163:** Nun geht es wieder auf der Motorseite weiter...



**Abbildung 164: mit vorsichtigen Hammerschlägen klopfen wir die Welle heraus**



**Abbildung 165: sie kommt!**



**Abbildung 166: der Rest geht per Hand!**



**Abbildung 167: die Welle wird nach links (in Richtung Schwalbenschwanz) herausgezogen**

Da ist sie!



**Abbildung 168: Welle Nr.3 ist ausgebaut**

## Achtung! Einbauhinweis!

Bei dem Lager (Typ 6203) auf der Rückseite (=Motorseite) muss man beim Einbau aufpassen! **Es darf erst ganz zuletzt rein**; nämlich nachdem die Welle schon wieder in der richtigen Position ist und auch der Lagerdeckel auf der Schwalbenschwanzseite mit seinem Distanzring bereits montiert wurde (der gibt nämlich die finale Position vor), **erst dann darf man das hintere Lager (=Motorseite) einsetzen!**

Grund: beim Einschieben der Welle in das Getriebehaus brauch man etwas Spiel, um an einem großen Zahnrad der 4.Welle vorbeizukommen. Hat man das hintere 6203 Lager bereits montiert, zwingt es die Welle (natürlich!) zentrisch in die Mitte und nimmt ihr so das Spiel, das man aber zum Vorbeinavigieren braucht! Das Getriebe bei der Deckel FP1 ist wirklich ganz akkurat und präzise engineert- es passt nur so und nicht anders!



Abbildung 169: geschafft! Die nächste Welle wartet ;-)

## 22 Ausbau Welle Nr. 4

Wir sind bei Welle Nr.4 angekommen- sind also bald am Ziel. Welle Nr. 4 hat sowohl auf der Frästisch- (=Schwalbenschwanzseite) als auch auf der Motorseite eine herausschraubbare Kappe. Sie mit einem 2mm Stirnlochschlüssel zu lösen, ist eine Kleinigkeit. Beachten muss man lediglich, dass die unter der Kappe befindlichen Distanzringe eine unterschiedliche Breite haben. Man darf sie also nicht vertauschen, sonst hat Welle Nr.4 beim späteren Einbau eine falsche Position. Folglich lege ich sie in kleine, verschließbare Tütchen und beschrifte sie ordentlich.



Abbildung 170: Deckel abschrauben



Abbildung 171: auch hier ein Distanzring zur korrekten Längs-Positionierung der Welle



**Abbildung 172: dasselbe auf der Schwalbenschwanz-Seite**



**Abbildung 173: Vorsicht: der Distanzring auf dieser Seite hat eine andere Dicke als auf der Motorseite!**

Nun kommt aber eine weitere Hürde: die Welle Nr.4 kann man nicht so einfach herausklopfen. Vorne und hinten ist ein 6203 Kugellager montiert, das vorher erstmal abgebaut werden muss. Und das wiederum geht nur, wenn man zwei Stirnlochmuttern abschraubt, mit denen sie auf der Welle gehalten werden. Weil man in eingebauter Position da aber mit einem normal käuflichen Schlüssel sehr schlecht drankommt (und diese Muttern sehr fest sitzen), muss ich mir wieder was einfallen lassen!

Ich baue mir (mal wieder) einen weiteren Stirnloch-Aufsatz für den Schlagschrauber. Also ein etwa 3cm langes Stück vom 1 Zoll dicken Metallrundstab abgesägt, glatt abgedreht und vorne in der benötigten Distanz von 19mm eine kleine Furche als Anreißhilfe hineingedreht. Dann mit einem Zentrierwinkel die Mitte angerissen und auf Höhe der 19mm-Furche zwei 2,9mm dicke Löcher gebohrt.

Einen alten 3,0mm Bohrer geopfert und seinen Schaft in zwei Stücke geflext. Die Schnittkante dieser kleinen Stückchen frei Hand einigermaßen gerade geschliffen und in die zwei 2,9mm Löcher gehauen, so dass sie nachher noch ca. 3..4mm heraussehen.

Am anderen Ende dieses Werkzeugs wird noch eine alte 1/2-Zoll Werkzeugnuss geopfert und angeschweißt, so dass man sie auf den Schlagschrauber stecken kann.

Dieses Werkzeug baue ich mir gleich 2x, denn wie ich ja vorher sagte, gibt es diese Stirnlochmutter sowohl vorne als auch hinten- und irgendwo muss ich ja auch noch vernünftig gegenhalten.



**Abbildung 174: Stirnlochmuttern lösen mit Spezialwerkzeug**

Das jedoch klappt mal wieder hervorragend. Die Muttern kommen angesaut wie nichts Gutes. Danach kann ich die gesamte Welle nach vorne raus (=in Richtung Maschinenbediener) herausklopfen. Natürlich ganz vorsichtig, ggfs. ein kleines Holz unterlegen.



**Abbildung 175: eine der beiden Stirnlochmuttern**



**Abbildung 176: mit dem Schlagschrauber geht's dann einfach!**



**Abbildung 177: die Welle kriegen wir dann mit einem einfachen Fingertipp heraus**



**Abbildung 178: Schwupps- da kommt sie!**



**Abbildung 179: Job done, Welle Nr.4 draußen**

Und dann hatte ich dennoch ein kleines Problem- aber ein selbstgemachtes. Ich hatte vergessen, vorher Fotos der Welle zu machen, so dass ich deren genaue Lage der ganzen Zahnräder nicht mehr richtig wusste. Wie Positionen müssen aber unbedingt stimmen, denn sonst greifen sie nicht richtig und/oder das Getriebe schaltet nachher nicht richtig. Es dauert einen kompletten Vormittag, um die richtigen Positionen wieder zu evaluieren!

Beim Ausbau der Wellen jedoch habe ich bislang von der Qualität der Maschine nur Gutes berichten können. So ein Gebastel oder verbogene Zähne wie beim Fräskopf gibt es hier nicht. Ich sehe nur saubere Zahnräder in goldgelbem Öl- die Maschine wurde definitiv gewartet! Nur leider hatte die Firma, die die Wartung machte, offensichtlich keine Ahnung vom Rest der Maschine!

## 23 Ausbau Welle Nr. 5

Das eigentlich Anspruchsvolle an Welle Nr.5 ist, dass man sie kaum sehen oder fassen kann, denn sie liegt sehr tief im unteren Getriebebereich.



**Abbildung 180: Welle Nr.5 treibt die Bewegungsachsen des Frästisches an**

Das vordere Zahnrad kriegt man mit einer 11er-Nuss und Schlagschrauber ab, wenn man die Zahnräder von innen mit einem Lappen gegenhält. Achja- und man muss natürlich den Abscherstift eingesetzt haben, denn sonst gibt's ja (absichtlich) keinen Kraftschluss zwischen dem Antriebsrad vorne und den Zahnrädern innen.



**Abbildung 181: die Stirnschraube lockert man am besten mit einem Schlagschrauber**



**Abbildung 182: zum Gegenhalten bietet sich ein alter Putzlappen an, mit dem man die Welle blockiert**



**Abbildung 183: so kann man die Schraube leicht entfernen**



**Abbildung 184: dann geht das Zahnrad einfach ab**



**Abbildung 185: nachdem die Passfeder entfernt wurde, reicht auch hier ein einfacher Fingerdruck...**

Den passenden Abscherstift inklusiver der Haltefeder (bei mir zerbrochen) bietet passenderweise Bastler Rudi in den Kleinanzeigen an- da schlage ich zu. Rudi wohnt so nah dran bei mir, dass ich die Teile sogar persönlich abholen kann. Dabei erfahre ich, dass er -wie ich- ebenfalls in unserer Betriebssportgruppe "Laufen" aktiv ist -allerdings in der Nachmittags-Gruppe; ich selber bin in der Vormittagsgruppe, daher hatten wir vorher leider kaum Kontakt. Aber das wird sich nun ändern, denn Rudi hatte früher auch einmal eine FP1- sogar eine schöne mit den Wälscheiben. Ich werde mir also von Rudi als erfahretem FP1-User sicher viele schöne Tipps holen können, wenn meine mal fertig ist!



**Abbildung 186: ...und schon schiebt sich die Welle heraus (vorher Stift entfernen!)**



**Abbildung 187: durch das hintere Loch kann die Welle entnommen werden**

Damit das aber passiert, geht es weiter:

Sobald das Kegelrad weg ist, kann die die Welle nach hinten (=Motorseite) vorsichtig herausgedrückt werden. Dazu ist es sehr praktisch, dass die Deckel-Entwickler an der Säule ein passendes Loch gelassen haben, durch das das gesamte Wellenpaket nach außen geschoben und in Empfang genommen werden kann.



**Abbildung 188:** zurück bleiben die Zahnräder, die man dann per herausfummeln muss



**Abbildung 189:** so sieht Welle Nr.5 aus

Das vorne an der Bedienerseite eingebaute Lager (auch ein 6203) kann vorsichtig herausgedrückt werden, wenn man von hinten einen Hammerstiel einschleibt und leicht gegenklopft.



**Abbildung 190:** das vordere Lager kann z.B. mit einem Hammerstiel herausgeklopft werden



**Abbildung 191: da kommt es :-)**

Fertig. Alle Wellen sind raus!

Die Gabel für die Getriebewahl habe ich auch versucht zu entnehmen, ist mir aber nicht gelungen, weil irgendwas beim Abziehen vom Dorn hakt. Selbst mit der Endoskopkamera kann ich den Grund dafür nicht erkennen, aber egal. Ich lasse die Gabel drin, denn für das Lackieren der Säule und Putzen des Getrieberaums stört sie nicht und so schrecklich viel "lernen" kann man da auch nicht, so dass ein Verkämpfen an dieser Stelle hier nicht lohnt

Damit ist der Ausbau aller Wellen beendet und die Maschinsäule leer!

## 24 Kurze Pause? Kurze Pause!

Nachdem unsere Garage seit einigen Wochen von keinem Auto mehr befahren werden kann, weil überall Paletten mit Fräseanteilen herumliegen, gönne ich mir mal einen Zwischenschritt, um abzuschätzen, wie lange dieser Zustand wohl noch herrschen wird.

Die Messuhr meint: sehr lange!

Aber der Reihe nach.

Natürlich mache ich mir mit der ganzen Aufarbeitung der Fräse nicht solche Mühe, um nachher an einem der wesentlichsten Themen zu kneifen: den Führungsflächen und der Maschinengeometrie! Auch wenn die Maschine „nur“ in einer Lehrwerkstatt stand, so wurde sie natürlich benutzt. Und selbst bei nur geringer Benutzung hinterlässt eine Zeit von 60 Jahren sicherlich ihre Spuren. Durch das Arbeiten mit der Fräse und dem Kurbeln an den Achsen nutzen sich die Führungsflächen zwangsläufig etwas ab. Auch wenn man noch so viel ölt- ein wenig reiben die Gleitpartner eben doch aufeinander und schmirgeln sich etwas ab, das ist unvermeidbar.

**Das ist hier übrigens mein Verständnis von „Verschleiß“, den ich bei so einer alten Maschine selbstverständlich akzeptiere und auch erwartet habe.**

Defekte Spindellager gehören meiner Ansicht nach allerdings nicht dazu ;-)

Lass uns doch einmal schauen, ob wir nicht einen Eindruck von der Größenordnung des Verschleißes bekommen. Ich beginne mit der am einfachsten zugänglichen Fläche: der Oberseite der Säule. Wenn man genau hinschaut, erkennt man schon am Muster (Schabemuster), dass die Fläche nicht gleichmäßig abgenutzt ist. Ich stelle also einmal eine Messuhr mit Stativ darauf und fahre damit hin und her. Ich weiß, dass man hier keine absoluten Messwerte bekommt, denn wenn ich die Messuhr auf die zu prüfende Fläche selbst stelle (die Ebene unter meinem Stativ wird dann zur Referenzfläche), kann ich immer nur Unterschiede vom Ort der Messuhr zum Ort des Stativs messen. Und da die zu prüfende Fläche ja mit Sicherheit nicht exakt gerade ist, verändert sich beim Herumschieben des Stativs auch zwangsläufig immer meine Referenz und verfälscht so meinen Messwert. Das kann ich leider nicht vermeiden, denn ansonsten müsste die die ganze Maschine auf eine entsprechend große und stabile Messplatte legen und mit einem Monster-Stativ abfahren können. So etwas gibt es, und nennt man "Koordinaten-Messmaschine".

Eine für diesen Zweck geeignete Messplatte dürfte ebenfalls 2 bis 3 Meter groß sein, mehrere Tonnen wiegen und –in DIN867/00- ein Vermögen kosten. Hier muss ich leider passen. Es gibt in der Hobbywerkstatt eben Grenzen, die wir akzeptieren müssen. Daher müssen wir Bastler eben leider oft improvisieren und uns fragen, ob man manche Arbeitsschritte nicht auch mit alternativen Ansätzen lösen kann. Vielleicht mit etwas Abstrichen bei der Präzision, aber immer noch besser als gar nix.

Aber schauen wir erstmal, was wir mit meinem Mini-Messaufbau schon alles herauskriegen.

Ich nulle die Messuhr an einer Stelle in der Mitte, wo ich noch am meisten von dem – vermutlich originalen- Schabemuster sehen kann.



**Abbildung 192: Messuhr nullen**

Dann schiebe ich das Stativ hin und her und schaue mal, was ich hier bereits an Änderungen sehen kann.



**Abbildung 193: hier sind es 23µm...**

Wow, das sind ja schonmal 23µm. Und am Rand sogar 30µm:



**Abbildung 194:...da sogar 30µm**

Wenn man genau hinsieht, erkennt man am Rand einen Streifen, der noch recht „unbenutzt“ aussieht. Vielleicht hat der Gleitpartner am Fräsbock diesen Bereich vielleicht gar nicht erreicht? In dem Fall wäre dieser Streifen quasi noch im Originalzustand und könnte uns als Referenz dienen (z.B. für den Winkel zwischen senkrechter und horizontaler Ebene). Halten wir also mal die Messuhr drauf. Das wäre nicht schlecht!



**Abbildung 195: dieser Streifen scheint noch „jungfäulich“ zu sein!**

Zuerst auf der offensichtlich verschlissenen Fläche nullen und dann auf dem Streifen messen:



**Abbildung 196: mal schauen...**

Aha. 13µm Unterschied. Die ist jetzt vielleicht nicht die Welt und für eine 60 Jahre alte Maschine sicher nicht schlecht! Bestimmt könnte man das schon so lassen, aber vielleicht kann ich das später durch etwas Schaben ja noch verbessern.

Nun gut, mit diesem Zwischenstand will ich die ersten Abschätzungen mit Messuhr erstmal beenden. Es geht im nächsten Kapitel nun nämlich langsam ans Eingemachte!

## 25 Schaaaaben!

Dieses Gebiet ist für mich wohl die größte Herausforderung von allem- aber auch das, was mich hier besonders reizte. Gerade weil ich auf dem Gebiet des Schabens und Schleifens ein absoluter Neuling bin, ist wohl das allerletzte Projekt, bei dem man damit beginnen und erste Erfahrungen sammeln sollte, eine zerlegte Deckel FP1 im Wert eines kleinen Gebrauchtwagens. Jan Sverre Haugjord, von dessen Youtube-Videos ich schon sehr viel lernen durfte, rät mir zur Beginn auch erstmal zu einem deutlich billigeren Trainingsobjekt.



Abbildung 197: zwei meiner Tuschierlineale

Verstehe ich ja alles, bei manchen Dingen setze ich auch schonmal alles auf eine Karte. Genauso wie beim Akkordeon-Stimmen damals, gehe ich auch hier genauso blauäugig in die Materie und werde mich -mit etwas Hirn und Geschick- schon irgendwie erfolgreich durchschlagen. Sicherlich wird mir sehr oft in der kommenden Zeit die Fingerfertigkeit fehlen, das Ergebnis wird sicherlich auch nicht so perfekt wie bei den Hobby-Zerspanern im Internet, aber die Maschine wird definitiv besser werden als vorher. Bestimmt nicht optimal, aber das muss sie auch gar nicht. Wenn man bedenkt, dass sie in dem jetzigen Zustand sogar Jahrzehntelang für die Ausbildungswerkstatt "gut genug" war, würden die meisten Hobbyschrauber sogar wahrscheinlich GAR NICHTS machen und die Maschine einfach nur so in Betrieb nehmen, wie sie ist. Das finde ich allerdings langweilig, denn so lerne ich nichts. Was ich will, ist, mir das Gebiet der "Aufarbeitung von Maschinenführungen" etwas näher zu bringen und das geht am besten, wenn man gleich loslegt.

Trotzdem werde auch ich erstmal den obligatorischen Graugruss-Klotz schaben und danach noch zwei Tuschierlineale, bevor es dann an die FP1 geht. :-)

## 26 Voraussetzungen

Glücklicherweise hat mich der liebe Gott auch mit etwas Verstand zwischen den Ohren ausgestattet, so dass ich das Thema "Aufarbeitung der Führungen" nicht mit dem Flachscher, sondern erstmal mit dem Hirn beginne. Was also wird zu tun sein, was brauche ich an Werkzeugen, Messgeräten, Fähigkeiten, sonstigen Tools? Und da geht es schon los. Nicht nur, dass ich momentan noch gar nicht so richtig weiß, wie man Schwalbenschwanzführungen wirklich korrekt einschabt- wie aber stellt man sicher, dass dieses Einschaben dann auch wirklich in der Geometrie der Maschine stimmt- also wirklich rechtwinklig wird? Gar nicht so einfach!



**Abbildung 198: nur eine Messplatte, von der man ganz sicher ihre Ebenheit kennt, bringt einen wirklich weiter! Ein Job für Profis!**

Ich gucke viele youtube-Videos, zücke erneut den schon recht strapazierten Geldbeutel und kaufe eine Menge Zeugs.

- einen Flachscher, 25mm Breite
- einen weiteren Flachscher, mit nur 20mm Breite
- Tuschieerlineal, L= 1m
- Dreikantlineal, L=75cm
- Schwalbenschwanz-Tuscherleiste, L=20cm
- Granit-Tuschieerplatte 300x200x50mm, DIN867/00, zu Verwendung als Flächen-"Tuschieerlineal"
- einen Granitwinkel, L=30cm, DIN 874/00
- einen Haarwinkel, L=30cm, Grade 0
- einen Präzisions Maschinenwinkel aus Japan, Grade unbekannt, l=450mm
- mehrere Haarlineale L=75cm, L=30cm, L=20cm, L=15cm, Grade 00
- eine Maschinenwasserwaage 0,1mm/m
- eine Maschinenwasserwaage 0,02mm/m
- eine Rahmenwasserwaage 0,05mm/m
- eine Rahmenwasserwaage 0,02mm/m
- einen Horex Endmaßkasten, Grade 1 (besser ist fast unbezahlbar!!)
- einen Satz Mikrometerschrauben bis 175mm; vorwiegend Mitutoyo

Zusammen mit meinen beiden vorhandenen Tuschieerlinealen von 1,5m und 0,75m Länge reden wir bereits über Klamotten im Wert von bestimmt 2000 Euro. Aber damit ist es noch immer nicht genug- mir fehlt leider noch etwas ganz Wichtiges: eine große Messplatte!

## 27 Die Messplatte

Schnell lerne ich, dass fast sämtliche Präzision in der Metallwerkstatt von genau so einer "maximal ebenen" Granitplatte abgeleitet wird. Hier drauf wird gemessen, tuschiert, geprüft und mit der Messuhr der Prüfling abgefahren- ohne so eine Platte geht es nicht, wenn man Maschinenführungen wirklich "ehrlich" und reproduzierbar verbessern will. Denn nur wenn man weiß, \*wo\* genau man schaben muss, kann man wirklich erst loslegen. (Dann bleibt zwar immernoch die Frage des "wie" unbeantwortet, aber jetzt erstmal bitte immer nur einen Schritt nach dem anderen!)



Abbildung 199: meine neue Messplatte- 1000x630mm von Planolith

Zuerst schaue ich im Internet nach gebrauchten Messplatten. Die von mir favorisierte Größe (1000x630mm) soll die bestmögliche (also für uns Normalos) Ebenheit nach DIN876/Grade 00 haben- also über die 1m Länge maximal 4 $\mu$ m "schief" sein dürfen. Ich rufe viele Verkäufer solcher gebrauchten Platten an- aber niemand kann mir wirklich verlässlich garantieren, dass die gebrauchten und dadurch zwangsläufig schon etwas abgenutzten Platten eine solch gute Ebenheit, wie sie meist noch auf dem Aufkleber angegeben steht, heute noch immer haben.

Also frage ich in meiner Not eine fabrikneue Platte an. Das Angebot beläuft sich inklusive Untergestell auf weit über 2000EUR- und das selbst bei einer "low-cost" Granitplatte chinesischer Herkunft!

So viel kann und will ich nicht mehr ausgeben- schließlich brauchte ich auch noch etwas Budget für die defekten Spindellager und sonstige Ersatzteile, die bei meiner FP1-Restauration noch auf mich zukommen werden. Da habe ich eine Idee: wenn ich mir genau eine solche gebrauchte und abgenutzte Platte "günstig" aus dem Internet kaufe und anschließend "etwas" Geld investiere, um sie von einer Schleiferei professionell auf DIN876/00 bringen zu lassen- wäre das insgesamt nicht billiger- bei gleichem Ergebnis?

Die Kunst ist, so eine Schleiferei zu finden. Bis ich im Forum der Zerspanungsbude.de davon las, dass es im deutschen Aschaffenburg gleich zwei Hersteller von Granitplatten gibt, die auch die Aufarbeitung alter Platten anbieten! Nach einigen Telefonaten fühle ich mich schließlich bei der Firma PLANOLITH sehr gut aufgehoben: wenn es bei der angelieferten Gebrauchtplatte keine unerwarteten Zusatzarbeiten gibt (z.B. weil der Zustand \*zu\* schlecht ist, sie Risse hat oder irgendwelche tiefen Dellen, so dass sie besonders intensiv bearbeitet werden muss), macht mir diese Idee im Preis schon echt Mut!



**Abbildung 200: meine alte Messplatte: immerhin eine echte 63x63cm von Novalith, aber leider reicht ihre Oberflächengüte nicht mehr zum Scrapen**

Dann ist der Entschluss gefasst: bei der Firma Stange Maschinen bei Kassel finde ich eine gebrauchte 1000x630x100mm Messplatte in Grade 1, die dem Design des Aufklebers zufolge sogar mal von Planolith selber hergestellt sein worden muss. Sie verfügt über ein stabiles Untergestell und gegen einen kleinen Aufpreis wird mir das ganze Teil sauber verpackt und sogar per Spedition direkt bis nach Aschaffenburg zur Firma Planolith gebracht- gänzlich organisiert vom Verkäufer!

Dort erwartet man die Platte schon und kurz nach dem Wareneingang erhalte ich von der äußerst netten und emsigen Sachbearbeiterin von Planolith einen Bestätigungsanruf. Ich kriege eine Vorab-Rechnung, die ich hastig überweise und auch hier plane ich eine Lieferung per Spedition direkt zu mir nach Hause ein, so dass ich nicht mit Anhänger quer durch Deutschland gurken muss (denn auch das kostet mich Zeit und Geld!). Viel bequemer und reibungsloser geht es nicht!!!

Am Ende werde ich eine aufgearbeitete, geprüfte und offiziell DAkkS-kalibrierte Messplatte in DIN876/Grade 00 bei mir zu Hause im Keller stehen haben für nur etwas mehr als die Hälfte des Angebots für eine fabrikneue Platte!

Wenn also jemand von Euch mal eine Messplatte braucht, kann ich Euch diesen Weg und diese beide Firmen wärmstens empfehlen. Natürlich wird dort sicher niemand sein "Jahrhundertsschnäppchen" machen, denn die Firmen müssen ja auch von irgendwas leben und deshalb

auch seriös kalkulieren. Aber trotzdem ist es sehr gute Alternative zum Neukauf und eine professionell aufgearbeitete Granitplatte ist von der Oberfläche und der Substanz her hinterher quasi wie "neu"! Und von "alt" oder "gebraucht" kann bei Granit ja sowieso keine Rede sein, wenn man bedenkt, wie viele Milliarden Jahre das Gestein schon in der Erdkruste lag, bevor wir Menschen überhaupt auf die Idee kamen, daraus Messplatten zu machen :-)

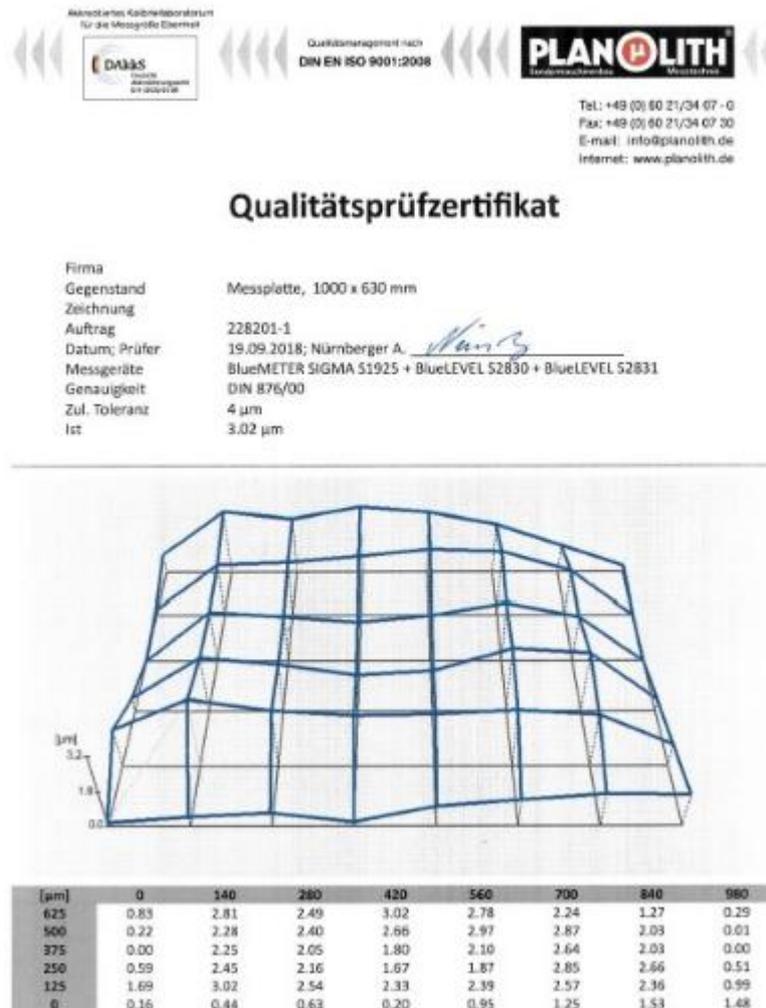


Abbildung 201: so was Geiles kriegt man, wenn man es "richtig machen lässt"

Bei meinem Ansatz ist einzig allein die lange Wartezeit unschön, die momentan etwa 4 Wochen beträgt. Aber gut, ich verstehe, dass eine von Hand geläppte Platte eine ganze Menge Arbeit macht und sowas nicht von einen Tag auf den anderen geht. Dann sollten sich die Kollegen lieber die Zeit nehmen und ihre Sache ordentlich und in Ruhe machen, da haben wir alle am Ende mehr davon.

Auf jeden Fall freue ich mich, dass auch mal was so schön reibungslos läuft und an dieser Stelle mein Dankeschön an Stange-Maschinen und Planolith!

## 28 jetzt wird geschabt- aber erstmal in "klein"!

Ich muss gestehen, dass ich die vier Wochen Wartezeit auf die große Platte mit einem weiteren Anschaffung überbrückt habe: einer kleinen 200x300mm chinesischen DIN876/00 Platte aus dem Internet- zum Üben!



Abbildung 202: auch mit einer kleinen Granitplatte kann man schon viel machen!

Mit insgesamt 65Euro in den Kosten noch absolut überschaubar und als ich nach deren Erhalt mein Haarlineal einmal quer darüberlegte, war ich erstaunt über den kleinen Haufen Granit. Ob das beigelegte Messprotokoll wirklich zu dieser Platte gehört oder nur exemplarisch beiliegt (es stehen keine Seriennummern darauf), so verrät mir aber mein Haarlineal mit dahintergestellter Taschenlampe, dass die Ebenheit dieser kleinen Platte soooo schlecht trotzdem nicht sein kann.

Also beginne ich damit, was zu schaben. Und damit der Anreiz auch groß genug ist, entscheide ich mich als erstes Schab-Objekt für das Fräskopfgehäuse des Vertikalfräskopfes. Wenn schon schief schaben, dann gleich richtig und vor allen Dingen gleich richtig teuer! :-)

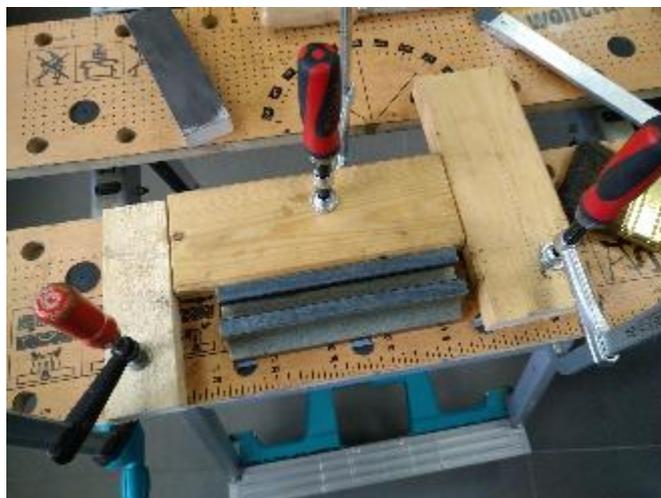


Abbildung 203: auch mit sowas kann man erstmal üben- ein Messuhrstativ!

Ich möchte hier jetzt keinen Kursus im Schaben geben. Dazu gibt es hervorragende Videos im Internet und derjenige, der das auch ernsthaft betreiben will, wird sich wohl eh irgendwann einmal eine originale Richard-King Scraping-Class gönnen. Ich jedenfalls mache meine ersten Versuche, stelle auf der kleinen Chinamessplatte schnell (und vor allem reproduzierbar!) fest, wie uneben die Kontaktfläche des Fräskopfgehäuses zum Ausleger ist und dass dort, wo die beiden Anzugsschrauben sind, tatsächlich ein wenig Material (=Stahl!) ausgetragen und der Metallflansch unter diesem Druck tatsächlich etwas "buckelig" geworden ist. Vermutlich nur ein paar  $\mu\text{m}$ , aber im Tuschiebild deutlich sichtbar!



**Abbildung 204: Fräskopf im Schraubstock. Deutlich ist das Blau (nur!) in der Nähe der Schraublöcher zu sehen**

Leider kann ich diesen Buckel nicht wirklich mit der Messuhr nachmessen, weil das Fräsgewehäuse auf der Gegenseite rund ist und ich es deshalb nicht fest auf eine Messplatte legen kann, ohne dass es wegrollen würde. Schade, denn mir ist bewusst, dass der Fräskopf und sein mechanischer Anschluss an den Ausleger einen wichtigen Einfluss auf die Rechtwinkligkeit haben und daher genau zueinander passen müssen. In vollem Bewusstsein dieser Tatsache plane ich aber jedoch, die Rechtwinkligkeit erst später in zusammengebautem (und montiertem) Zustand nachzumessen- und dann ggfs. nachzuschaben\*. Dazu muss ich ja auch gar nicht die gesamte Maschine zusammenbauen. Es reicht ja, erst die Spindelbüchse wieder einzusetzen und den Fräskopf dann auf die Granitplatte zu legen. Ein MK4 Prüfdorn, den man dann vorsichtig in die Spindel klopft, sollte dann zeigen, ob dieser korrekt parallel zur Granitplatte ist oder nicht.

Im Moment geht es mir also erstmal darum, den Anschlussflansch eben und vollflächig aufliegen zu lassen. Und dazu braucht es schon was: viele Schabe-Durchgänge leiste ich, aber die Verbesserung wird auch langsam sichtbar. Wahrscheinlich schabe ich noch viel zu vorsichtig (und mit zu wenig Druck), daher brauche ich auch so viele Durchgänge. Aber das macht nichts, lieber langsam und vorsichtig, als schnell und das Teil dabei aus Hast verhunzen.

\* mir wird vorher noch eine bessere Methode einfallen, aber lest weiter!

Besonderen Wert lege ich beim Tuschieren auf die vorherige sorgfältige Reinigung von Werkstückoberfläche und Granitplatte. Selbst kleinste Metallspäne, die ja beim Schaben (gewollt) entstehen, können einem hier das Tuschierbild schon völlig versauen. Wer aber genauinhört, kann solche -meist kratzend klingenden- Geräusche beim Tuschieren des Werkstücks recht zuverlässig erkennen und den Tuschiervorgang zugunsten einer weiteren Reinigung abbrechen. Auch die Tuschierspuren auf der Granitplatte sind oft aufschlussreich. Erkennt man hier kleine, scharfe Rillen oder Riefen im Tuschierpastenfilm, treibt hier mit Sicherheit irgendwo ein Metallspan oder Grat sein Unwesen. In allen diesen Fällen heißt das: Tuschiervorgang abbrechen, Werkstück nochmal entgraten und putzen, dann Platte putzen, Farbe neu ausrollen und nochmal von vorne anfangen und sich ein "frisches" Tuschierbild holen!



**Abbildung 205: deutlicher Abdruck im Tuschierfilm: scheint überall anzuliegen**

Das Schaben des Fräskopfes selbst erledige ich in einem Schraubstock, in den ich vorher eine dicke Schaumstoffunterlage eingeklemmt habe. Schließlich soll der so mühsam abgeschliffene und neu lackierte Kopf nicht gleich wieder ein neuer Fall für die Farbrolle werden. Ich achte darauf, dass ich bei den ringförmigen Kontaktflächen abwechselnd nach innen und nach außen schabe, damit ich beide gegenüberliegende Kanten möglichst gleichmäßig abtrage und nicht unbeabsichtigt zwischen Innen- und Außenseite ein Art "Gefälle" erzeuge.

Aber nach insgesamt 52 Schabe-Durchgängen erteilt mir Jan schließlich "grünes Licht" und ich blicke stolz auf meine erste selber-geschabte Fläche. Die Kontrolle mit dem Haarlineal gibt keinerlei Grund zur Beanstandung (zumindest für mich nicht). Die Kontaktfläche sieht gut aus, und außerdem schillert sie durch die Schabe-Taschen so herrlich schön. Wenn das so weitergeht, werde ich mir bald als Wohnzimmertisch sogar einen geschabten und lackierten Grauguss-Tisch hinstellen ;-)



**Abbildung 206: zwar kein "Checkerboard"-Muster, wie es Richard King gefallen würde, aber für einen statischen "fit" sicher ausreichend**

Nachtrag:

nach etwas Übung habe ich diese Fläche dennoch weiter geschabt und in Richtung "20ppi" getrieben. Dafür habe ich dann gelben Hi-Lighter und schwarze Tuschiefarbe verwendet (gemischt aus Beton Färbepulver und Motoröl). Inzwischen erkenne ich auch die 5 verschiedenen Klassen von High-Points einigermaßen, und auch das "Dive Bomb"-Verfahren ist mir nicht mehr unbekannt. Fremdwörter für Euch?

=> Schabe-Video von Richard King kaufen! ;-)

## 29 Schaben des Gegenstücks am Ausleger

Nun lerne ich meine erste Lektion. Nämlich die, warum man sich auf ein Tuschiebild selbst nie verlassen darf, ohne mindestens 1 weitere, unterstützende Prüfung zu machen!

Nachdem der Fräskopf-Flansch so schön eben ist, benutze ich ihn im nächsten Schritt als "Master", rolle dort, wo ich vorher noch geschabt habe, meine blaue Tuschiepaste aus und stecke ihn dort drauf, wo er später mal final sitzen soll: am Ende des Auslegers des Vertikalfräskopfes.



Abbildung 207: so sieht der Ausleger aus, an den der Fräskopf geflanscht wird

Die Tuschiepaste überträgt die Kontaktpunkte auf den Ausleger und ich beginne auch hier das Schaben. Zuerst sieht es ganz gut aus, aber irgendwas scheint nicht zu stimmen: ab dem ca. 10. Durchgang verbessert sich bis zum 20. Durchgang kaum mehr etwas. Es scheint so, als ob ich immer wieder dasselbe Tuschiebild kriege, obwohl ich doch Metall abtrage!

Was macht man nun?

Erstmal STOPPEN und Hirn einschalten!

Ich erinnere mich an einen Spruch von Richard King, den er in einem Video mal (sinngemäß frei übersetzt) sagte: "Die Kunst am Schaben ist nicht das Erlernen der Technik an sich, sondern, WO genau man sie anwenden muss!"

Ein guter Punkt, um eine Gedankenpause zu machen, denn:

## 30 ...die Messplatte kommt!

Schließlich geht aber auch irgendwann selbst die längste Wartezeit zu Ende und die lang ersehnte KW39 ist da: meine Messplatte ist fertig! Pünktlich auf den Tag verlässt meine Platte das Planolith-Werk und auch wenn die gewünschte telefonische Avisierung des Anliefertermins bei der Spedition dann letztendlich doch nicht ganz klappt, hilft mein Nachbar, der zufällig gerade zu Hause ist, unkompliziert aus und nimmt die Palette in Empfang.

Als ich abends von der Probe nach Hause komme, kann ich es kaum erwarten, die Lieferung eiligst in den Keller zu rollen. Hektik zahlt sich selten aus, und so wundert es nicht, dass ich mitsamt Hubwagen und Palette zuerst versehentlich die Garagenecke "tuschiere" und danach die Garagenwand ein paar Meter weit "scrape". Das Tuschierbild an der Garagenwand in braun (Holzpalette) sieht ziemlich scheiße aus auf der gerade letztes Jahr frisch neu gestrichenen Wand.



Abbildung 208: Juchu---- sie ist endlich da!!!!

Aber egal, die Palette ist jetzt drin im Keller und darf sich nun erstmal langsam klimatisieren. Obwohl die Verpackung etwas "provisorisch" aussieht, ist alles sicher und beulenfrei angekommen. Die Oberfläche der Platte sieht tatsächlich astrein aus und sogar das kleine ausgebrochene Stückchen in der Seite haben die Kollegen von Planolith mit einer Kunstmasse verfüllt, so dass sie auch optisch wieder einen guten Eindruck macht. Das Wichtigste jedoch ist das beiliegende Kalibrierzertifikat nach DAkkS, das dieser Platte bei streng definierten Prüfbedingungen eine maximale Abweichung von  $3,02\mu\text{m}$  (erlaubt wären  $4\mu\text{m}$  nach DIN876/00) bescheinigt! Und der Profi erkennt sogar, dass die Platte leicht "konvex" geläpft wurde-ich vermute hier sogar eine Absicht von Planolith! Denn normalerweise arbeitet man auf einer solchen Platte in der Mitte der Fläche. Dort wird sich sie also am stärksten abnutzen. Wenn sie dort aber am höchsten ist, bedeutet das, dass sich allein durch die Benutzung ihre Genauigkeit sogar erstmal weiter VERBESSERN wird, bevor sie dann irgendwann erst wieder schlechter wird! Eine eingebaute "Verlängerung der Lebensdauer", die ein unerfahrener Benutzer aber vermutlich erst gar nicht so also solche erkennen wird. Die Hersteller von Granitplatten sind ja aber natürlich Profis und ich bin mir daher ziemlich sicher, dass das so gewollt ist- aus genau aus diesem Grund!

Nun muss ich noch ein wenig grübeln, wie ich die 200kg-Fliese einigermaßen sicher von der Palette und auf den Unterstelltisch hebe. Diesen will ich übrigens vorher noch einmal kurz aufarbeiten, damit er optisch netter aussieht und auch farblich in die Werkstatt passt. Okay, für die Genauigkeit bringt das nix, aber es ist ja auch nicht verboten, wenn die teure Granit Schlachteplatte am Ende auch noch etwas hübsch in der Werkstatt aussieht und zum Rest der Möbel passt, oder?



**Abbildung 209: der Unterstand bekommt kleine Füßchen**

Etwas wundern tut es mich, dass das Gestell mit den 5 Beinen (Support unter den Besselpunkten, daher das 5. Bein!) keine Verstellmöglichkeit zum Fußboden hin besitzt. Ich bin mir nicht sicher, ob der Fliesenboden in der Werkstatt wirklich so eben ist, dass das Gestell nicht doch etwas wackeln wird. Eine justierbare Aufstellung mit Maschinenfüßen oder zumindest Füßchen mit Gewindestangen dran (sogenannte "Regulierschrauben") fände ich hier doch vorteilhaft. Ich denke, hier braucht man aber keine schwingungsdämpfenden Profi-Maschinenfüße, sondern hier reichen auch einfache Versionen aus dem Baumarkt. Es geht hier ja nur um den Ausgleich von Boden-Unebenheiten, damit das ganze Gestell nicht wackelt. Die korrekte Ausrichtung der Granitplatte in Waage wird dann ja über die drei verstellbaren Kugelauflagen in den Besselpunkten erledigt! Das Gestell selber muss auch nicht wirklich perfekt in Waage sein, nur sicher stehen muss es. Und dafür braucht man kein High-Tech.

Was man aber tatsächlich braucht, ist eine ordentliche Schutzhaube! Dafür habe ich 12mm Birkensperholz gekauft und leime mir daraus einen stabilen Deckel für die Fleischplatte. Nachdem man einige hundert Euro in die Aufarbeitung der Oberfläche gesteckt hat, würde ich mich ohrfeigen, wenn ich mir dort gleich Macken reinhauen würde nur wegen eines fallen gelassenen Schraubendrehers, usw. Sowieso ist so eine feinst geschliffene Oberfläche zu behandeln wie ein rohes Ei. Auch wenn es Granit ist, so kann ein nicht ordentlich entgratetes Werkstück -wenn es schwer genug ist- trotzdem dort Riefen und Macken einritzen. Das wollen wir natürlich nicht. Auch in Mike Stets' Video sieht man ihn sämtliche Messwerkzeuge stets mit extremer Vorsicht ablegen, so dass weder Werkzeug noch Messplatte irgendwelche Dellen oder Kratzer kriegen. Klar, das Zeug war sicher auch teuer genug!

## 31 Unterstand

Nach einem Besuch im Baumarkt finde ich dort sowohl meine verstellbaren Tellerfüßchen als auch eine Dose Sprühlack RAL 7035 lichtgrau, hochglanz. Zuhause angekommen, wird der Unterstand auf die Rückseite gedreht und M10 Gewinde in seine 5 Stellfüße gebohrt. Da werden später die verstellbaren Füßchen aus dem Baumarkt eingeschraubt. Dann entrostete ich das Gestell- was länger dauert als erwartet. Das Teil hat einfach ne Menge Oberfläche mit seinen 5 Beinen, Querverstrebungen und der großen Dimensionierung. Aber mehr als etwas Flugrost ist trotzdem nicht zu entfernen, da habe ich schon Schlimmeres gesehen. Trotzdem ist die Metallfläche so groß, dass selbst meine große Dose Sprühlack nicht reichen und ich eine zweite werden kaufen müssen. Aber jetzt so halbfertig aufzugeben, macht keinen Sinn. Lieber einen Tag länger, aber dafür vernünftig. Denn wenn die Platte erstmal steht, werde ich sie zum Nachlackieren ganz bestimmt nicht gleich wieder abbauen, sondern mich wohl jahrelang über den scheckigen Lack ärgern. Also lieber etwas Geduld beweisen und brav nochmal zum Baumarkt fahren und eine neue Dose holen.



Abbildung 210: sieht gut aus so mit neuem Lack, oder?

Den Einlegeboden des Untergestells, den ein paar Hirnis als Teil der Verpackung interpretiert und daraufhin mit einem Edding einen Haufen von Zahlencodes bekrickelt haben (vermutlich irgendwelche Auftragsnummern?), will ich erst mit dem Bandschleifer etwas abziehen und dann mit einer Lage Rillengummi beziehen, so wie ich es auf meinem Bat'leth-Transportwagen ja auch schon gemacht habe. Da kann ich dann einige meiner Messwerkzeuge drauf ablegen (Messuhrhalter, Höhenanreißer, Wasserwaagen, Endmaßkasten, Granitwinkel, usw.). Motto: keinen Platz ungenutzt lassen!

Meine Frau meint am Ende sogar, dass es "ziemlich gut" aussähe. Na, wenn man sowas hört, weiß man, dass man Vieles richtig gemacht hat.

## 32 Granitplatte installieren

Nachdem der Unterstand steht und die Nivellierfüßchen auf den Fliesenuntergrund eingestellt sind, kommt die Platte drauf! Die greife ich mir mit meinem Werkstattkran unter Zuhilfenahme zweier stabiler Ratschengurte sowie eines weiteren Gurtes, der die ersten beiden Gurte am Verrutschen (auch unter Last!) hindert. Macht man das nämlich nicht, rutschen die Spanngurte unter der Last in der Mitte zusammen- und die Platte kippt aus der Schlinge heraus!



**Abbildung 211: erstes Anlupfen. Die Schutzhaube, die ich vorher gebaut habe, ist schon drauf!**

So abgesichert sieht das Ganze aber ganz gut aus und das einzige Problem ist, dass mein Werkstattkran leider für das Herausheben von Motoren aus dem Auto gemacht ist und daher zwischen seine beiden Füße keine Euro-Palette passt. Ich muss die Platte also erstmal schräg greifen und so Stück für Stück an den Kran heranziehen, dass sie schließlich genau unter seinem Greifarm liegt und ich sie sicher anheben kann. Nicht schön, aber mit solchen Einschränkungen müssen sicher auch viele andere Hobbybastler leben, die -wie ich- leider keinen fahrbaren Portalkran in der Werkstatt haben und daher hin und wieder auch einfach mal improvisieren müssen.



**Abbildung 212: noch etwas ausbalancieren, dann geht es sicher!**

Nach der erneuten Überprüfung des sicheren Sitzes hebe ich die Platte nun final an und bugsiere sie in die drei Kugelmulden des Unterstands. Die habe ich vorher mit Öl abgerieben und ganz wenig gefettet, denn wenn die Platte erstmal sitzt, kommt man so schnell an diese Teile nicht mehr dran und ein wenig Korrosionsschutz macht sicher Sinn. Das Absenken klappt bereits im 3. Versuch (es ist nicht so einfach, die Punkte zu treffen) und der Unterstand mit seinen Baumarkt-Füßchen scheint den 189kg der Platte mehr als gewachsen. Es knackt und wackelt nichts, die Platte sitzt satt und sicher auf dem Gestell.



**Abbildung 213: das wird klappen! :-)**

Nachdem der Kran abgebaut ist, möchte ich die Einstellung checken. Die zwei äußeren Schrauben sind nur eine Kippsicherung- dementsprechend muss zwischen ihnen und der Platte etwas Luft sein! Das ist es momentan nicht, wie ich mit dem Versuch des Durchziehens eines Fühlerstreifens erkenne. Also Mutter lösen und Schraube einen Millimeter reindreihen. Doch das ist gar nicht so leicht: sie sitzt bombenfest und da mir der passende Schraubenschlüssel (41mm!) in allen meinen Sätzen fehlt, fahre ich in den Baumarkt, um mir weinen 41er oder wenigstens einen Rollgabelschlüssel in dieser Größe zu kaufen. Aber weit gefehlt- genauso wie meine eigenen Sätze- endet das Sortiment dort auch bei 36mm und ich muss unverrichteter Dinge wieder nach Hause fahren. Also wird ein 41er Maulschlüssel im Internet bestellt. Wenige Tage später ist er da.

Ich brauche trotz korrektem Maulschlüssel und Einweichen mit WD-40 über mehrere Tage und tatsächlich einen meiner größten Schlosserhämmer, um die Kontermutter endlich zu bewegen. Aber schließlich ist alles frei und leichtgängig und ich kann die Justierung der Granitplatte vornehmen.

Und das geht bedeutend leichter als gedacht: mit Präzisionswasserwaage und dem 41er-Schlüssel kann ich die drei Kugelmulden so präzise und feinfühlig ausrichten, dass die Einstellarbeit in wenigen Minuten getan ist! Die 20 $\mu$ m/m Wasserwaage ändert sich um vielleicht noch maximal einen halben Teilstrich (=2 $\mu$ m), wenn ich sie umdrehe (Umschlagmessung). Ein Beweis für gute Ausrichtung der Platte und korrekte Einstellung der Wasserwaage zugleich.

### 33 EINSCHUB: Umschlagsmessung

Bei einer Umschlagsmessung merkt man sich den Ausschlag der Luftblase in der Libelle und dreht danach die Wasserwaage um und misst (an derselben Stelle der Granitplatte!) nochmal. Nur wenn sie exakt in Waage ist, erreicht die Wasserblase genau dieselbe Stelle auf der Libelle wie vorher! Das wird man jedoch nur sehen, wenn sowohl Wasserwaage als auch die darunter befindliche Granitplatte korrekt ausgerichtet sind!



Abbildung 214: Messplatte nivellieren

Glaubt ihr nicht?

Ich musste es mir auch erstmal klar machen. Aber es ist wirklich so.

**1.FALL: Untergrund gerade, Waage falsch justiert**

Malen wir mal den ersten Fall auf: wir setzen eine nicht korrekt justierte Wasserwaage auf eine super gerade eingerichtete Messplatte. Was passiert, wenn wir die Wasserwaage umdrehen und nochmal messen? Die Luftblase wird sowohl bei der 1.Messung als auch der 2.Messung immer in einer bestimmten Ecke der Wasserwaage hängen bleiben (im Bild mit "L" angedeutet). Logisch- wenn der Untergrund ganz exakt eben und in Waage ist (= "ideal"), hat er keinen Einfluss mehr auf das Messergebnis und alles das, was noch als "schief" angezeigt wird, ist der Messfehler (=Fehljustierung) der Wasserwaage selbst!

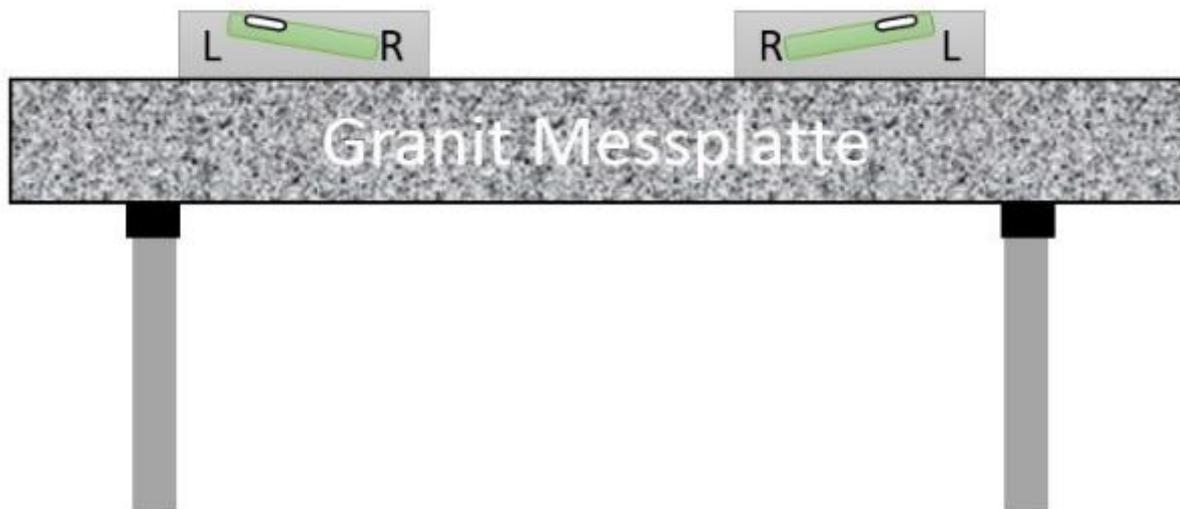


Abbildung 215: Untergrund gerade, Wasserwaage falsch justiert

Man erkennt es daran, dass die Luftblase immer an derselben Seite der Libelle zum Stehen kommt- egal, wie herum man die Wasserwaage hinstellt. Die Anzeige ist also abhängig davon, wie herum man die Wasserwaage hält!

**2.FALL: Untergrund schief, Waage korrekt justiert**

Hier ist es einfach: eine korrekt justierte Wasserwaage wird einem immer die höchste Stelle des Untergrunds anzeigen- und zwar egal, wie herum sie steht. Im Gegensatz zum 1. Fall kann hier nun der Einfluss des Messinstruments (=Wasserwaage) vernachlässigt werden.

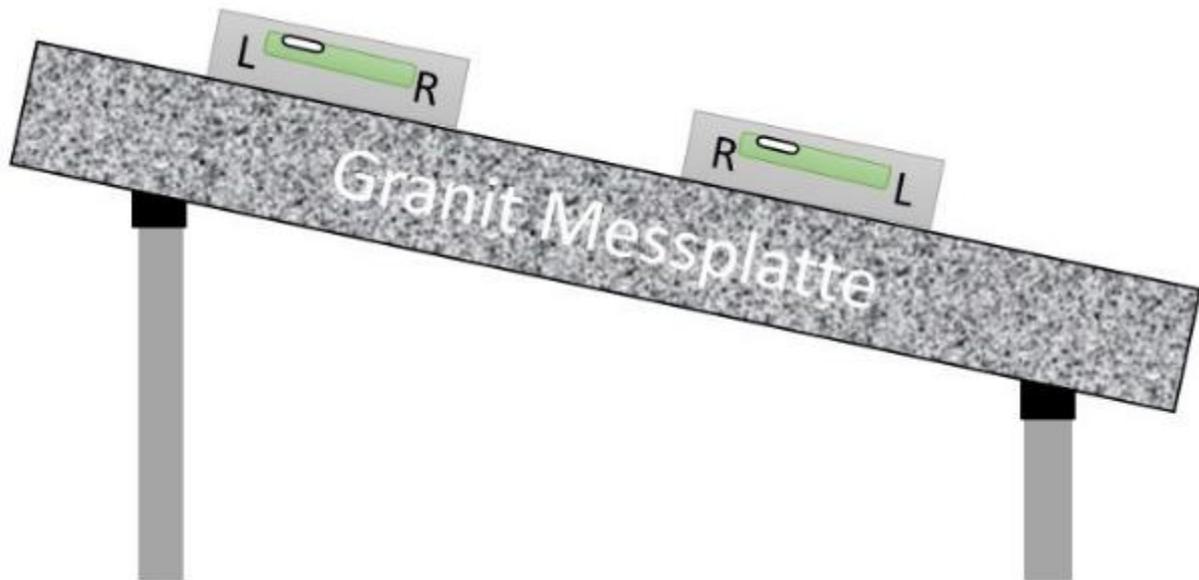


Abbildung 216: Untergrund schief, Wasserwaage korrekt justiert

**3. FALL: Untergrund schief, Waage falsch justiert**

Der "Kraut-und-Rüben"-Fall: keine wirklich "sinnvollen" Ergebnisse bei der Umschlagsmessung; d.h. keiner der Fälle 1 oder 2 ist hier eindeutig zuordenbar, weil Fehlbeiträge sowohl von der Granitplatte als auch von dem Messinstrument selbst die Luftblase beeinflussen. Mit diesem Zustand beginnen üblicherweise alle Ausrichte-Organen.

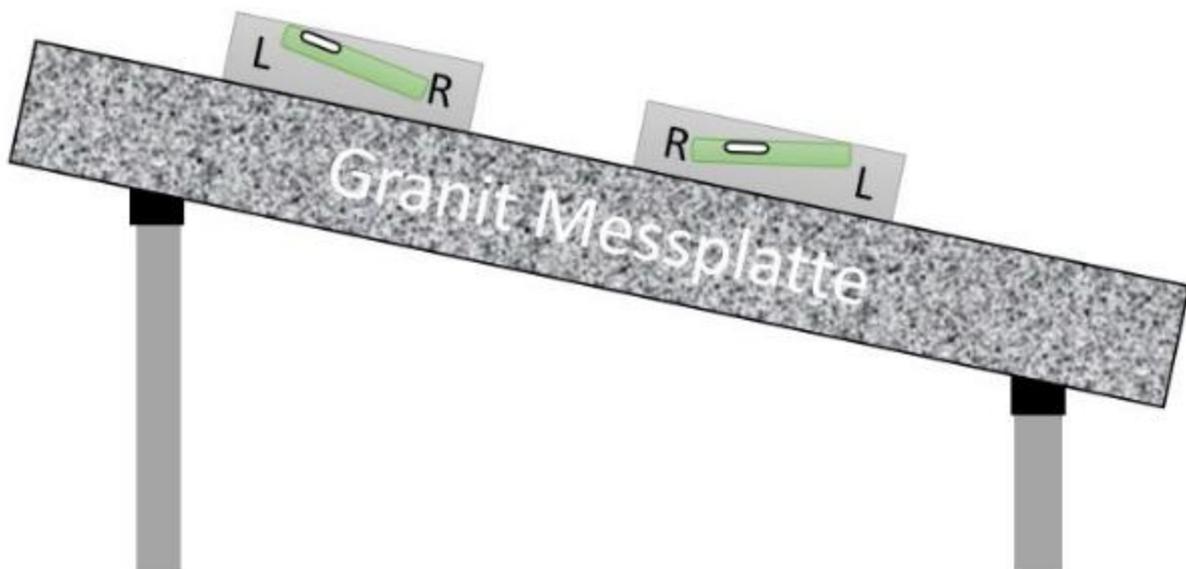


Abbildung 217: Untergrund schief, Wasserwaage falsch justiert

#### 4. FALL: Untergrund gerade, Waage korrekt justiert

Das ist der Fall, den wir haben wollen: die Luftblase bei der Umschlagsmessung erreicht immer dieselbe Stelle in der Mitte der Libelle. Wie wir aus dem Gedankenexperiment der Fälle 1 bis 3 analysiert haben, wird das nur passieren, wenn sowohl(!) Granitplatte als auch(!) Wasserwaage korrekt justiert sind!



Abbildung 218: Untergrund gerade, Wasserwaage korrekt justiert

In der Praxis startet man mit einer "einigermaßen" korrekt justierten Wasserwaage (also nahe "Fall 2"), wird dann die Granitplatte so lange verstellen, bis die Luftblase in der Mitte der Waage ist. Dann wird man irgendwann feststellen, dass das Nachstellen der Granitplatte keine weitere Verbesserung der Umschlagsmessung mehr bringt- ein Hinweis darauf, dass man sich nun nahe Fall 1 befindet und nun erstmal die Waage selbst genauer nachstellen muss, bevor man wieder die Granitplatte weiter optimieren kann.

Man schaukelt man sich also iterativ abwechselnd zwischen Fall 1 und 2 zu einem "bestmöglichen Ergebnis", das ich als "Optimum" bezeichnen darf. Bei mir ist der Umschlagsunterschied am Ende nur einen halben Skalenstrich; d.h. bei meiner 20cm langen Waage mit  $20\mu\text{m}/\text{m}$  ist das:

- 1 Skalenstrich  $\Rightarrow 20\mu\text{m}/\text{m}$
- 1 Skalenstrich  $\Rightarrow 4\mu\text{m}/20\text{cm}$
- 0,5Skalenstriche  $\Rightarrow 2\mu\text{m}/20\text{cm}$

Der kombinierte Fehler von Granitplattenschiefstellung und Wasserwaagenwinkelfehljustierung ist insgesamt also nicht mehr als  $2\mu\text{m}$  auf 20cm Messstrecke- wobei ich hier jetzt nicht mehr wirklich sagen kann, welcher der beiden Fehlbeiträge (Granitplatte oder Wasserwaage) hier jetzt noch den dominanten Einfluss auf diesen "halben Skalenstrich" hat. Spielt aber auch keine Rolle mehr- wir sind mit der Justage nun in der Größenordnung des Ebenheitsfehlers der DIN876/00 selbst angekommen und da wäre weiteres Trimmen auf "in Waage" nicht mehr wirklich sinnvoll. Wir beginnen dann nämlich bereits, nicht mehr die Ausrichtung der Platte in Waage, sondern schon eher die "Ebenheit" der Platte zu messen- und das brauchen wir nicht, denn dafür haben wir ja bereits ein zertifiziertes Messprotokoll!

Wir treiben den Wahnsinn also nicht mehr weiter und konzentrieren uns eher darauf, dass die nun erreichte Ausrichtung auch über längere Zeit Bestand hat!



**Abbildung 219: na das sieht doch gut aus!**

#### WEITER IM TEXT

Ich wiederhole die Messung also nochmal früh morgens bei geschlossenen Rolläden, denn es könnte ja sein, dass die Sonne, die den ganzen Nachmittag auf die Platte geschienen hat, sie ungleichmäßig erwärmt und damit (minimal) verformt hat! Schließlich sind wir in solchen Genauigkeitsklassen unterwegs, wo so etwas schon eine Rolle spielt!

Aber es gibt hier sowieso noch weitere "Fehlerquellen". Die neue Werkstatt befindet sich im Kellergeschoss eines relativ modernen und sehr gut isolierten Einfamilienhauses. Dementsprechend gibt es auch unter dem Estrich im Kellergeschoss eine Wärmeisolierung, die durch hohe Druckkräfte natürlich verformt wird. Unsere kann nach Rücksprache mit dem Hersteller maximal  $4,5\text{t/m}^2$  aufnehmen (Flächenlast), aber sie arbeitet natürlich auch etwas unter der Last. Die 200kg Granitplatte plus Untergestell, verteilt auf 5 Lastpunkte, sind für den Fußboden sicher kein Problem. Trotzdem kann auch schon mein Eigengewicht dazu führen, dass die Wärmedämmung unter dem Estrich etwas "arbeitet" und sich verformt. Natürlich nicht viel. Aber bei einer Wasserwaagenauflösung von  $2\mu\text{m}/20\text{cm}$  könnte es schon sein, dass alleine anwesende Menschen nahe der Messplatte den Untergrund (=Estrich) schon etwas belasten, so dass sie Platte um  $2\mu\text{m}$  wandert. Will sagen: wenn wir im  $\mu\text{m}$ -Bereich unterwegs sind, hat fast ALLES Einfluss: daneben stehende oder sich an die Platte anlehrende Menschen, Sonneneinstrahlung, Wärme durch einen Heizkörper (die Planolith-Spec gilt für  $20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ !), Luftfeuchtigkeit, aufgebrachte Last des Prüflings durch sein Eigengewicht (Durchbiegung der Platte), usw..!

Aber die Platte gibt sich hier dennoch keine Schlappe- sie scheint 1a stabil und felsenfest zu stehen. Für mich eine neue Situation, denn bislang habe ich mit meiner alten Platte so gut wie nie reproduzierbare Ergebnisse erhalten können.

## 34 Der Knoten platzt!

Das wird nun alles anders! Ich will es fast selber nicht glauben, wie gut meine Messwinkel sind, wie präzise meine Messuhren anzeigen, und wie gut meine als "minderwertig" geglaubten chinesischen Haarlineale wirklich sind! Auf einmal passt alles zusammen und eines fügt sich zum andern!



Abbildung 220: Ob Überprüfung auf Rechtwinkligkeit....

So einen Zustand habe ich bei meiner HF-Messtechnik natürlich schon lange erreicht: wenn Kalibratoren und HF-Messköpfe um nicht mehr als 0,05dB unterschiedlich anzeigen, der Signalgenerator ebenfalls nicht mehr als 0,1dB "weg" ist und auch der Netzwerkanalysator auf fast dieselben Messergebnisse der Dämpfungsglieder kommt wie die Messung mit dem Präzisions-Powersplitter, dann weiß man, dass man sich auf das gesamte Messsystem wahrscheinlich wirklich verlassen kann. Um das in der Elektronik bis 26GHz zu erreichen, hat mich das ganz schön Aufwand gekostet. Aber irgendwann war der Punkt da- und dann weicht der Frust und es macht einfach nur noch Spaß.



Abbildung 221:...oder Check der Parallelität von Fräsunterlagen- auf einmal passt alles zusammen!

Und hier in der Mechanik habe ich nun endlich das Gefühl, einen ähnlichen Punkt erreicht zu haben: Messuhren, Endmaße und Winkel sind sich endlich untereinander einig, Haarlineale und Wasserwaagen weichen so gut wie nicht mehr voneinander ab und sämtliche Messungen werden auf einmal reproduzierbar. Das hatte ich vorher nicht!



Abbildung 222: auch hier ist Präzision gefragt: das neue Messplatzzimmer in der Entstehung!

Aber um zu diesem Zustand zu kommen, muss man tatsächlich eine Menge Geld investieren- soweit habe ich schon gelernt. Das ist bei HF-Technik übrigens nicht viel anders als in der Mechanik. Wer es genau haben will, muss investieren. Anders geht es nicht. Wobei es die Mechaniker meiner Ansicht nach hier noch recht "gut" haben: ich habe zum Beispiel noch nie einen gebrauchten 18GHz Präzisions-Thermistormesskopf (wie den Rohde&Schwarz NRV-51) für deutlich unter 1000 Euro gesehen- eine 20 $\mu$ m/m Maschinenwasserwaage hingegen kriegt man mit etwas Glück manchmal sogar schon für 50Euro und weniger! Eine neue Granit-Messplatte in 1000x630mm kostet in neu etwa 2500Euro- ein gebrauchter, aber kalibrierter Multifunktionskalibrator wie der Fluke 5700 sicher aber nicht viel weniger als 25.000Euro!

Trotzdem haben die beiden Gebiete eins gemein: Präzision ist einfach kostenintensiv, aber nur damit macht es wirklich Spaß!

## 35 Fortsetzung: Ausleger scrapen

Das Thema mit der großen Messplatte war eine wichtige Voraussetzung, um den Ausleger weiter scrapen zu können. Denn: jetzt endlich kann ich auch nachmessen, ob ich rechtwinklig schabe oder nicht!

Das Anspruchsvolle bei der Vermessung des Auslegers ist es, dass man erstmal seine Referenzflächen finden muss, zu denen der vordere Flansch rechtwinklig sein soll. Das kann hier eigentlich nur die untere, gerade Fläche der Schwalbenschwanz-Klemmung sein, mit der der Ausleger im Betrieb auf den Spindelbock geklemmt ist.

Das müssen wir nutzen! Wenn wir an allen vier Ecken eine Parallelunterlage unterlegen, kann man den Ausleger sauber auf eine (entsprechend große) Granitplatte stellen. Sobald das erreicht ist, steht uns alles an Messmethoden offen, was die Messwerkzeugkiste hergibt! Im Falle unseres Flansches würde ich die Rechtwinkligkeit natürlich als wesentliches Merkmal sehen. Also wäre hier mein erster Ansatz, es so zu tun, wie Mike Stets in seinem Video: man lehnt einen Präzisionswinkel an die zu beurteilende, rechtwinklige Fläche und prüft mit Fühlerbandlehren, ob sich zwischen Winkel und Prüffläche ein Luftspalt bildet, in den der Streifen hineinpasst. Tut er das, ist das ein Anzeichen für eine Winkelabweichung.

Zusätzlich kann auch ein Winkel-Haarlineal dazu verwendet werden, mit der Lichtspaltmethode etwaige Abweichungen zu erkennen. In beiden Fällen sollten vergleichbare Erkenntnisse herauskommen. Tut es das nicht, stimmt wahrscheinlich was an den Prüfwinkeln oder dem Messaufbau nicht.

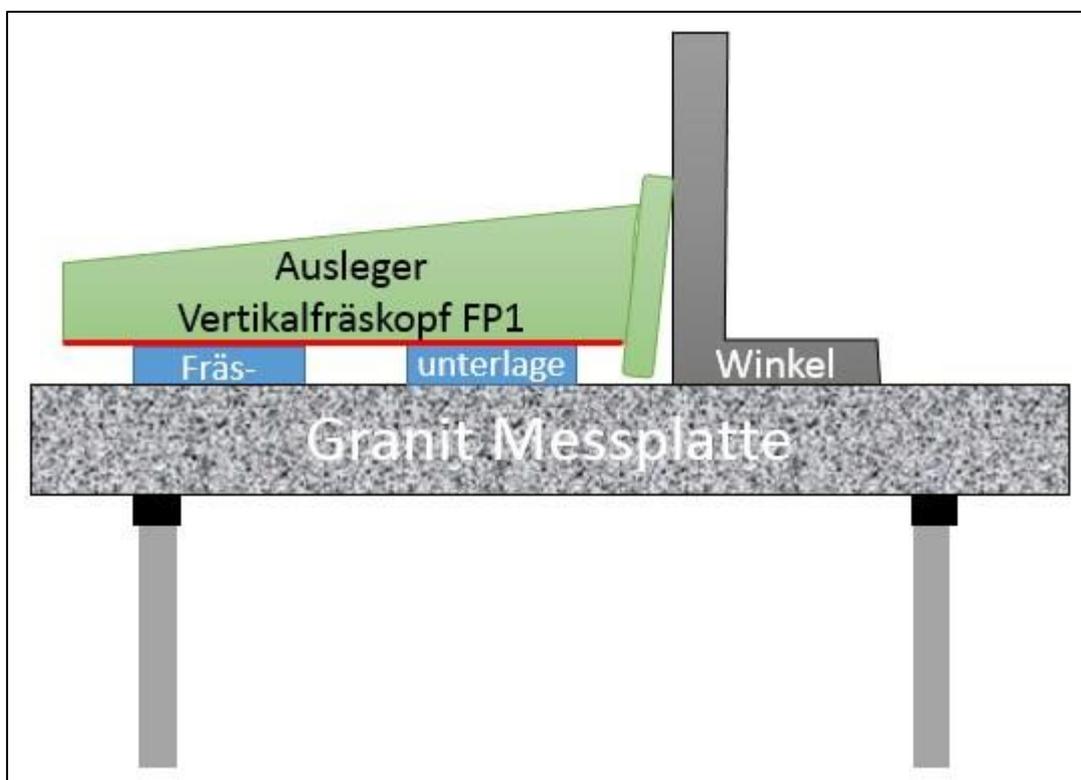


Abbildung 223: geplanter Messaufbau

## 36 Aufspannung

So einfach, wie es sich sagt, ist es für mich aber leider nicht. Wenn ich den Ausleger auf vier Punkten auf die Messplatte stellen muss, bedeutet das, dass ich einen Satz von vier identisch geschliffenen Parallelunterlagen brauche. Gibt es so etwas überhaupt zu kaufen? Aber es könnte eine Alternative geben: ich kaufe mir ein normales Pärchen- und flexe es einfach in der Mitte durch. Nachdem ich alle Grate entfernt und die Kanten geschliffen habe, sollte ich vier kleine Metallstückchen in derselben Höhe haben, die ich als Auflagefüße verwenden kann.

Im Internet-Auktionshaus finde ich ein Einzel-Pärchen von 150x14x37mm mit einer angegebenen Toleranz von 10µm für etwa 30Euro. Okay, vielleicht nicht geschenkt, aber sicher noch irgendwie bezahlbar und aus meiner Sicht ein reeller Preis. Nach dem Teilen werde ich 4 Klötzchen von etwa 60mm Länge haben; jeweils 14mm breit (das war das Größte, was ich in "normalen" Angeboten gefunden habe) und 37mm hoch. Die genauen Abmessungen sind hier gar nicht so kritisch. Hauptsache, die 4 Klötzchen habe alle dieselbe Höhe. Das wäre natürlich ein super Fall für eine Flachsleifmaschine. Leider habe ich sowas (noch) nicht, also kann ich die Teile am Ende nur auf die Messplatte stellen und mit dem Puppitaster auf Einhaltung der Höhentoleranz überprüfen.

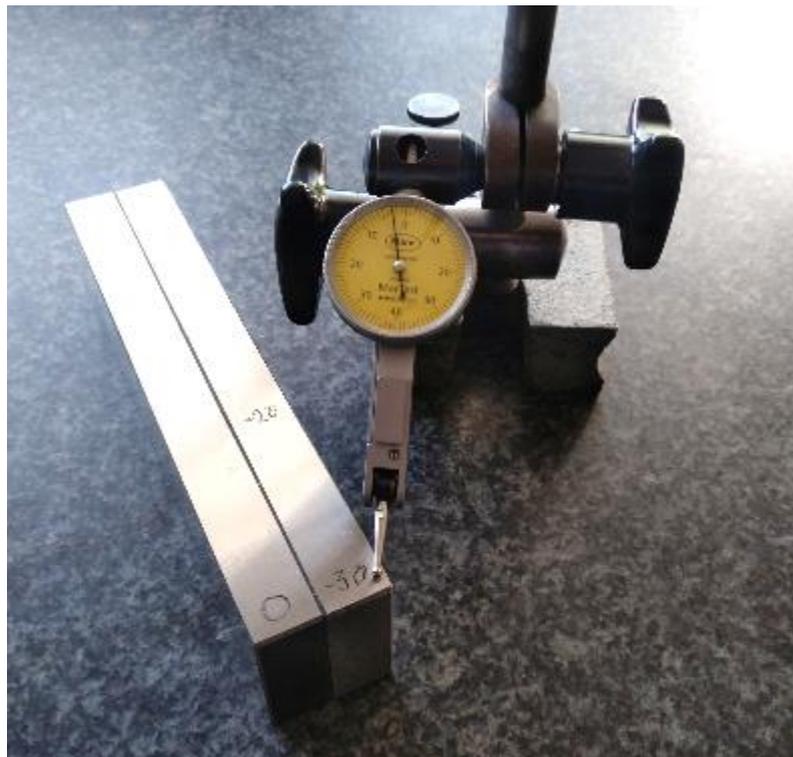


Abbildung 224: schlechte Noten kriegt dieses Pärchen: 30µm Abweichung sind zu viel für unsere Zwecke!

Soweit der Plan. Ich klicke auf den "Kaufen"-Knopf und hoffe auf eine schnelle Lieferung. Das Teilchen werde ich mit dem Winkelschleifer machen (händisch). Das anschließende Begraden der senkrechten Flächen wäre eigentlich nicht nötig, wäre aber sicherlich eine schöne Aufgabe für meinen Ostzonen-Hobel, bei dem ich mir noch immer nicht sicher bin, ob ich ihn verkaufen oder behalten soll. :-)

Doch am Ende macht mir der FP1-Ausleger einen Strich durch die Rechnung! Die 37mm hohen Fräsunterlagen erweisen sich als zu niedrig! Sie heben den Kopf nicht hoch genug- ich hatte nicht berücksichtigt, dass der Flansch natürlich mit seinem Kragen mehr Freiraum benötigt als diese 37mm. Also wird eine zweite Bestellung hinterhergeschossen, die Mike Stets sowieso empfohlen hat: er benutzt in seinem Video zwei "precision parallels" mit einer Größe von 1 x 2 x 12 Zoll; also etwa 25 x 50 x 300mm. Wie es der Zufall will, bietet jemand einen Satz 22 x 80 x 240mm für knapp 90 Euro an. Etwas dünner und kürzer, dafür auch etwas höher (muss ja auch, sonst passt der Flansch ja wieder nicht über die Messplatte), also wird kurzerhand bestellt. Inzwischen traue ich mich kaum noch zusammenzurechnen, welche Ausgaben die Fräsmaschine alle nach sich ziehen. Allerdings: dafür, dass mir noch immer viele wichtige Teile der Messausrüstung für Maschinenaufarbeitungen fehlen, die ich nun nach und nach kaufen muss, dafür kann sie ja nichts!

Ich nehme dann allerdings auch von meiner 4-Punkte-Lagerung Abstand: so teure Fräsunterlagen möchte ich dann doch lieber nicht zersägen (außerdem braucht man sie für einige Messungen in der vollen Länge) und einen zweiten Satz kaufen möchte ich auch nicht. Ich werde sie daher so unterstellen wie in dem nächsten Bild gezeigt oder alternativ sogar quer:



Abbildung 225: na so langsam wird's...

Die korrekte Ausrichtung der Referenzfläche kann man übrigens überprüfen! Dazu nimmt man eine Messuhr im Prüfstand und fährt die Unterkante der Führungsbahnen des Vertikalkopfes ab. Bei korrekter Auflage müssten die genau parallel zur Messplatte sein. Sind sie das nicht, sind entweder die Parallelunterlagen nicht wirklich "parallel", die Positionierung unter dem Ausleger vielleicht ungünstig (der Ausleger "kippt", da Schwerpunkt woanders), oder die Führungsbahnen sind schief geschabt. Denn erst wenn diese Messung bestanden ist, ist das Messergebnis der nun folgenden Prüfung mit dem Referenzwinkel überhaupt gültig!



**Abbildung 226: also dann mal mit der Messuhr prüfen! Erste diese Ecke hier...**



**Abbildung 227: so greift der Fühltaster unter die Referenzfläche**

Ist das Ergebnis der Prüfung also positiv, schiebt man vorsichtig einen Präzisionswinkel gegen den Flansch des Auslegers. Dieser muss exakt rechtwinklig zur Referenzfläche (in rot eingezeichnet) des Auslegers sein. Das kann man nachweisen, indem man mit einem dünnen Streifen Fühlerlehrenband (z.B. 10µm dick) versucht, ihn zwischen Winkel und Flansch zu schieben. Gelingt einem das, bedeutet dass, dass der Flansch nicht ganz korrekt im 90°-Winkel zu seiner Referenzfläche steht- und dieses wäre durch Schaben zu korrigieren!



**Abbildung 228: ...dann jede andere Ecke!**

Bei mir sind die Abweichungen aller vier Ecken zueinander deutlich kleiner als  $10\mu\text{m}$ , das sollte für's Messen des Flanschwinkels an Präzision also reichen!

Man erkennt wohl recht schnell, dass die Qualität von Granitplatte, Fräsunterlagen und Winkel(!) in diesem Fall wirklich tadellos sein müssen, um so winzige Abweichungen von der idealen Senkrechten noch feststellen zu können. Bei mir habe ich meinen Winkel gegen einen neuen (chinesischen) Grade 00 Granitwinkel geprüft, dem auch ein Messprotokoll beilag. Inwieweit die Daten dieses Protokolls natürlich belastbar sind, kann ich nicht sagen, darauf muss ich mich letztendlich verlassen. Aber da auch der zweite (und dritte) gekaufte Präzisionswinkel gegen diesen Granitwinkel um nicht mehr als  $5\mu\text{m}$  voneinander abweichen (Messhöhe: 150mm), bin ich geneigt zu behaupten, dass entweder alle 4 die gleiche Abweichung haben (unwahrscheinlich) oder dass sie alle eine -für mich- noch hinreichende Genauigkeit haben (eher wahrscheinlich).



**Abbildung 229: Winkelcheck!**

Kleiner Tipp: Parallelunterlagen kann man prüfen! Dazu das Teil auf die Messplatte legen und oben mit einer Messuhr drüberfahren. Auch hier sollten Unterschiede  $>10\mu\text{m}$  unbedingt korrigiert werden, wenn man sie später für Messungen verwenden will! Siehe dazu auch Abbildung 221.

Das muss ich übrigens auch, denn der 1. gelieferte Satz Fräsunterlagen unterscheidet sich bereits um  $30\mu\text{m}$  von einer Unterlage zur anderen. Das ist zu schlecht, um damit vernünftig messen zu können- und auch 3x so groß wie in der Toleranz angegeben. Also ich die Präzision dann reklamiere und auch ein paar Bilder des Kalibrierzertifikats meiner Messplatte mitschicke, um die Glaubwürdigkeit meiner Beanstandung zu untermauern, endet sofort jegliche Diskussion über mögliche Fehlmessungen mit dem Verkäufer und die Reklamation wird anstandslos anerkannt! Nach nur einer Woche habe ich ein neues Paar Parallelunterlagen im Haus, die jetzt so "gleich" sind, dass der Zeiger an meiner  $10\mu\text{m}/\text{div}$  Messuhr (ich habe mir jetzt eine von Mahr gegönnt) beim Abfahren nicht mal mehr ausschlägt!!! Super!



**Abbildung 230: Messwinkel am Ausleger**

Nachdem ich den Messaufbau also so verifiziert habe, kann die eigentliche Messung des Flanschwinkels beginnen. Dazu schiebe ich einen großen Messwinkel mit seiner Rückseite an die Flanschfläche und prüfe, ob sich irgendwo ein Spalt bildet (=Abweichung).

Also fahre ich die Kontaktfläche mit einem  $10\mu\text{m}$  Fühlerlehrenband ab und prüfe, ob es irgendwo einen Spalt gibt. Ergebnis: ja, gibt es!



**Abbildung 231: Prüfung mit Fühlerlehrenband**

Mann kann natürlich auch einen Haarwinkel nehmen und mit einer Taschenlampe hinterleuchten (Lichtspaltmethode).

Genau das mache ich dann auch noch zusätzlich, denn ich fühle mich immer etwas unwohl, wenn ich mich nur auf eine einzige Messmethode verlassen muss. Besser finde ich es, wenn mehrere Methoden zum selben Ergebnis führen. Dann kann man sich einigermaßen sicher sein, keinen Unsinn gemessen zu haben.

Ich schnappe mir also noch ein kleines Haarlineal und lege es über die Fläche, so dass es sowohl Innen- als auch Außenring erfasst: Tatsächlich! Im unteren Teil des Flansches passt am Außenring sogar noch eine 80µm Fühlerblattlehre zwischen Haarlineal und Flanschfläche!



**Abbildung 232: Problem gefunden!**

Der innere Ring hat also ein deutlich zu hohes Niveau, das ich erstmal auf den äußeren Ring absenken muss, bevor ich weiter auf eine möglichst gute Kontaktfläche hin schaben kann! Und etwas "aus dem Winkel" scheint er auch zu sein. Das werde ich dann nochmal in einer zweiten Messung mit Haarwinkel und Fühlerblattlehren ergründen.

Ich lerne: hätte ich nicht mein Gehirn eingeschaltet, das Scrapen unterbrochen und stattdessen diese Prüfung gemacht hätte, wäre ich nie darauf gekommen, was hier in Wahrheit los ist. Die meiste Farbe auf dem äußeren Ring sind also "false prints", d.h. keine echten Kontaktpunkte, sondern nur die Folgen dessen, dass der Fräskopf auf dem Flansch ganz wenig hin und her kippt und nur deswegen seine blaue Farbe auf den Außenring übertragen kann. In Wirklichkeit ist der nämlich noch 80µm weit entfernt und würde nie und nimmer etwas von der Tuschierfarbe abkriegen!

Ich hätte also noch hundert weitere Durchgänge schaben können- am Verhältnis von Innenniveau zu Außenniveau hätte sich rein GAR NICHTS geändert und das Problem noch weiterhin bestanden!

"Scrapen" ist also tatsächlich mehr als nur "blaue Punkte wegschaben" :-)

## 37 Abschluss-Plädoyer

Wir überschreiten gerade die Seite 200 und das Deckel FP1-Projekt habe ich gerade mal erst so richtig "begonnen". Ich denke, ich sollte es mit diesem ersten Teil nun gut sein lassen und ein Zwischenfazit ziehen.



Abbildung 233: mein 750mm Tuschierlineal vorher...

Auf der Reise einer relativ "naiv" gestarteten Restauration habe ich schnell gemerkt, was es dazu alles braucht, wenn man es ordentlich machen will. Im Gegensatz zu manchen Maschinenverkäufern, die das "Restaurieren" für den bloßen Akt des "mal-eben-neu-mit-RAL6011-drübermalen-damit's-hübsch-aussieht" halten, begnüge ich mich natürlich nicht mit nur einer glänzenden Oberfläche. Mir ist es eben auch wichtig, dass eine Maschine nicht nur eine äußerlich ansehnliche Hülle hat, sondern auch von der Substanz her mindestens ebenso schön ist wie von außen. Der Reiz, dass man auch eine 60 Jahre alte Maschine wieder so herrichten, dass man sie zumindest sehr nahe an die ursprüngliche Hersteller-Spezifikation bringen kann, treibt mich an!



Abbildung 234:...mittdendrin...

Nicht immer gelingt das perfekt, aber als nicht gelernter Hobbybastler darf einem das wohl verziehen werden. In jedem Fall ist es aber besser, als gar nichts zu tun und mit dem Beschäftigen mit der Materie beginnt man auch Schritt für Schritt, Dinge zu begreifen und "richtig" zu machen.

So war es auch in diesem ersten Teil meiner Restauration. Eigentlich habe ich gar nicht sooo viel restauriert- ich habe die FP1 in erster Linie erstmal zerlegt- und dann einen Großteil meiner Zeit (und des Geldes) damit verbracht, mir erstmal eine Werkstattumgebung zu schaffen, in der man Werkzeugmaschinen überhaupt aufarbeiten kann!

Eine kalibrierte Granitplatte gehört ebenso dazu wie die Maschinenwasserwaage, der Kontrollwinkel oder das legendäre Richard-King-Scraping-Video, das man übrigens noch immer bei Biax bestellen kann. Die Kunst des Schabens spielt bei der Maschinenrestauration noch immer Schlüsselrolle und auch ich bin irgendwie dieser Faszination verfallen.



**Abbildung 235: ...fast fertig**

Eine Faszination, die übrigens starke Parallelen mit meinem Langlauf-Hobby hat: auch dort braucht man eigentlich nur ein Paar guter Laufschuhe und eine Portion "Lust"- und schon kann es losgehen. Genauso beim Schaben: eine Tuschierplatte und ein Handschaber- mehr braucht man nicht, um selbst die ältesten Maschinen in eine Präzisionsklasse zu bringen, die sie möglicherweise noch nicht einmal ab Werk hatten. Schaben und Laufen sind meiner Meinung nach Aktivitäten, wie sie "ursprünglicher" kaum sein können. Zudem haben sie beide etwas Meditatives an sich- keine App und kein ständig klingelndes Tamagotchi-Smartphone braucht man, um den Genuss dieser geradezu "stupide" wiederkehrenden Bewegungen zu erleben! Es hat zweifellos was Archaisches und "Grundsätzliches"! Toll :-)



**Abbildung 236: nach einem Lauf durch den Malayischen Urwald ("Hash-Run")...Schuhe und Läufer kannste beides wegschmeißen ;-)**



**Abbildung 237: meinTuschierlineal für Schwalbenschwanzführungen - braucht auch eine Auffrischung!**

Alles in allem hat mein FP1-Projekt bislang Höhen und Tiefen gehabt. Die Enttäuschung über die defekten Spindellager steckt noch immer etwas in mir drin, betrachte sie inzwischen aber mit der notwendigen Distanz, so dass ich mich über die Maschine nicht nur ärgern, sondern auch über ihre Vorzüge durchaus freuen kann. Denn wenn man den total verwarzten Vertikalfräskopf mal gedanklich außer acht lässt, war die Maschine durchaus ein realistischer Kauf. Natürlich freuen sich alle Führungsbahnen auf den einen oder anderen Schabedurchgang, aber es gibt im Gebrauchtmarkt sicherlich Maschinen, die deutlich mehr "ran-genommen" wurden und dementsprechend mehr Abnutzung erfahren haben als diese hier. Sowohl das Getriebe als auch Frästisch und Spindeln scheinen in noch gutem Zustand zu sein und das ist natürlich auch eine Menge wert.



**Abbildung 238: links: nein, das ist kein Foto aus dem Zoo, sondern wirklich DIESE Affen sind wirklich ECHT!**

**Abbildung 239: rechts: in Deutschland undenkbar: offenes Reservoir für Trink(!)wasser im Urwald!**

Bevor ich jedoch die Maschine weiter bearbeite, "übe" ich noch etwas das Schaben, denn nicht alle meine erworbenen Tuschierlineale sind aktuell so gut, dass sie für die Aufarbeitung einer Werkzeugmaschine taugen (ich auch nicht ;-)! Entdecken konnte ich das übrigens erst jetzt erst mit der neuen Granitplatte, daher beschäftige ich mich nun erstmal mit einer Korrektur meiner Straight Edges, bevor ich es ernst wird und ich sie für das Einschaben der FP1-Führungen benutzen werde.

Um diesem Ziel näher zu kommen, bin ich ständig auf der Suche nach mechanischen Messwerkzeugen. Hin und wieder habe ich auch richtig Glück, so wie beispielsweise bei diesem Kontrollwinkelmonster von Hahn&Kolb, den ich aufgrund seiner Größe (70cm!) hervorragend für die Vermessung der Winkligkeit zwischen Vertikal- und Horizontalführungen der FP1 werde einsetzen können.



**Abbildung 240: ein echter Leckerbissen: 700mm Kontrollwinkel von Hahn&Kolb!**

Bis es soweit ist, dauert es noch etwas, aber das Ziel ist in Sicht. Bedenkt bitte, dass wir "nebenbei" noch immer am Umbau unseres Kellers sind- nach dem Umzug von Musikzimmer und Werkstatt ist nun auch das neue Messplatzzimmer auf dem Weg der Vollendung! Auch hier sind wieder deutlich vierstellige Investitionen gefragt für Möbel und Magazinschränke.

Womit wir wieder beim Eingangsmotto wären. Wir erinnern uns. Einem provokanten

"Das Geld muss raus!"

kann heute nur müde erwidern: "Ist es..... ist es!"

Viele Grüße an alle Elektronik- und Werkstattbastler  
Marc



**Abbildung 241: im Aufbau: neues Messplatz-Zimmer!**

## 38 Bilderrätsel

Ach, einen hab ich noch!

Und zwar ein neues Bilderrätsel: wem gehört dieses Auto? (Es ist übrigens ein Maybach, also eines der edelsten Autos der Welt.)

Kleiner Tipp: das Foto stammt aus Malaysia und das Kennzeichen könnte es verraten....



Abbildung 242: Bilderrätsel- wer fährt (bzw. lässt fahren) dieses Auto?

## 39 Disclaimer

### Hinweise

1. Wer auf dieser Grundlage bastelt, bastelt auf eigene Gefahr!
2. Das hier ist ein privat und hobbymäßig zusammengestellter Reparaturbericht. Ich übernehme keine Garantie für die Korrektheit der hier beschriebenen Inhalte.
3. Ich übernehme keine Folgekosten, die durch evtl. Anwendung der hier beschriebenen Informationen entstehen könnten.
4. Das Basteln in elektrischen Geräten kann für nicht Sachkundige ein hohes Risiko von Verletzungen aller Art bedeuten. Sollten Sie nicht sachkundig sein, lassen Sie bitte lieber die Finger davon.
5. Die kommerzielle Nutzung des hier beschriebenen Wissens ist nicht vorgesehen.
6. Alle Meinungsäußerungen (insbesondere über Firmen oder Hersteller) sind stets rein subjektiver Natur und spiegeln nur meine eigenen Erfahrungen oder persönlichen Vorlieben wieder. Sie sind weder als Werbung noch Verunglimpfung dieser Firmen oder Hersteller zu verstehen, sondern als persönliche Meinungsäußerung aufzufassen.
7. Vor dem Veröffentlichenden meiner Berichte bemühe ich mich stets im Vorfeld um eine Zustimmung der in meinen Berichten vorkommenden Personen/ Firmen. Wenn Sie der Meinung sind, dass das in Ihrem Fall einmal (unabsichtlich!) vergessen wurde und über bestimmte Darstellungen oder Beschreibungen verärgert sind, so setzen Sie sich zur Problemlösung bitte zuerst direkt mit mir in Kontakt (und nicht gleich mit Ihrem Anwalt ;-).

Die Berichte wurden von mir nach bestem Wissen und Gewissen erstellt.

### Disclaimer

Alle Artikel unterliegen dem deutschen Urheberrecht. Keine unerlaubte Vervielfältigung, Aufführung, Weitergabe, Druck. Eine kommerzielle Nutzung des hier beschriebenen Wissens ist nicht vorgesehen. Weiterhin übernehme ich weder Gewähr für die Richtigkeit der Inhalte noch übernehme ich Haftung für Risiken und Folgen, die aus der Verwendung/Anwendung der hier aufgeführten Inhalte entstehen könnten. Nicht-Sachkundigen rate ich generell von Eingriffen in elektrische Geräten und Anlagen dringend ab! Insbesondere verweise ich auf die strikte Einhaltung der aktuell gültigen Sicherheitsvorschriften von VDE und Berufsgenossenschaft über die elektrische Sicherheit!

### Rechtliche Absicherung

Grundsätzlich berufe ich mich bei meinen Dokumenten auf mein Menschenrecht der freien Meinungsäußerung nach Artikel 5, Absatz 1 des Grundgesetzes. Dennoch mache ich es mir zu eigen, von den in den Berichten namentlich vorkommenden Personen vor der Veröffentlichung eine Zustimmung einzuholen. Wenn Sie jedoch der Meinung sind, dass Sie persönlich betroffen sind und das in Ihrem Fall versäumt wurde, und Sie sind darüber verärgert, so bitte ich um eine umgehende Kontaktaufnahme (ohne Kostennote!) mit mir. Das gilt auch für den Fall, wenn meine hier bereitgestellten Inhalte fremde Rechte Dritter oder gesetzliche Bestimmungen verletzen sollten. Ich garantiere, dass die zu Recht beanstandeten Passagen unverzüglich entfernt werden, ohne dass von Ihrer Seite die Einschaltung eines Rechtsbeistandes erforderlich ist. Dennoch von Ihnen ohne vorherige Kontaktaufnahme ausgelöste Kosten werde ich vollumfänglich zurückweisen und gegebenenfalls Gegenklage wegen Verletzung vorgenannter Bestimmungen einreichen.

### Haftungshinweise

Trotz sorgfältiger inhaltlicher Kontrolle übernehme ich keine Haftung für die Inhalte externer Links. Für den Inhalt der verlinkten Seiten sind ausschließlich deren Betreiber verantwortlich.

### Kontakt:

Marc.Michalzik@bymm.de

Dieser Artikel unterliegt dem Urheberrecht. © ®. Alle Rechte vorbehalten. Keine Vervielfältigung, Nachdruck.  
2018, Marc Michalzik

V1.38,09DEC2018

Korrektur „Linksgewinde“, 08NOV2019