

## Leinen MLZ4S Drehmaschine: Teil 2

### 1 Warnung!

Dies wird ein heftiges Abgleiten in das Thema „Schaben“. Daher:

Wer beim Thema „Schaben“ an Ungeziefer denkt, ist hier wahrscheinlich falsch.  
Wem dazu jedoch als erstes Richard King einfällt, der sollte weiterlesen ☺



Abbildung 1: Schabemuster auf der Unterseite eines Messuhrhalters

### 2 Einleitung

Wer meinen Reisebericht zur Leinen MLZ4S gelesen hat (=Teil 1), weiß nun, wie ich zu diesem erstaunlich gut erhaltenen Metallspielzeug gekommen bin. Ich bin mir durchaus bewusst, wie viel Glück da im Spiel war, letztendlich so eine super aussehende Maschine kaufen zu können. Daher habe ich am Ende auch nicht mehr gehandelt, als es um das Geschäft ging, denn dieses Glück wollte ich keinesfalls mehr noch durch irgendeine bekloppte Feilscherei um ein paar Euros wieder aufs Spiel setzen. Im Gegenteil: ich habe sogar zu dem veranschlagten Preis sogar noch etwas oben draufgelegt, denn bei all dem beigelegten Werkzeug - zugegeben, nicht alles davon mehr nagelneu, aber trotzdem- war es mir eine Frage der Ehre, mich hier auch nicht lumpen zu lassen.



Abbildung 2: unschuldige 800kg (inkl. Hubwagen und mir;-) auf dem Weg in die Werkstatt

Um diese Maschine geht es also in diesem folgenden Reparaturbericht- denn egal, wie gut ein 60 Jahre altes Maschinchen auch gepflegt wurde: ein wenig was zu tun gibt es eigentlich an JEDER Gebrauchtmachine. Und manchmal sogar an neuen- insbesondere an Importmaschinen aus dem Einstiegssegment gibt es quasi "per default" etwas zu tun; sei es entgraten, säubern oder nicht ganz korrekt gefräste Führungsflächen nachschaben oder zumindest kontrollieren.



**Abbildung 3: bei so einem Gewicht werden selbst die kleinsten Unebenheiten im Pflaster zum Hindernis!**

So ähnlich ist es mit einer 60 Jahre alten Maschine (diese hier in Baujahr 1962) natürlich auch- wenngleich die Art der Arbeiten aufgrund ihres 13 jährigen Dornröschenschlafs zuletzt doch ein paar andere sind, als den Sand vom Guss des Maschinenbetts wegzusaugen. Hier habe ich es eher mit teilweise verharztem Öl zu tun, mit über die Jahre natürlich etwas angegriffenen Gummitteilen (Dichtungen) und nicht zuletzt mit dem Gangbar-Machen von Hebeln, Kurbeln und Schaltern.



**Abbildung 4: bergab mit der Paletten-Bremstechnik-...**

### 3 Quarantäne\*

Nachdem ich die Maschine also mit Lennart in nächtlicher Aktion in unserer Garage abgeladen hatte (siehe Erlebnisbericht Teil1), habe ich sie mir tags drauf mit dem Hydraulik-Hubwagen erstmal an eine gemütliche Stelle in der Garage geschoben. Ziel ist es, die Maschine erstmal etwas auszuprobieren, bevor ich sie nach unten in die Werkstatt wuchte- wo der Zugang zu den Wartungsklappen dann doch eher beschränkt ist und mögliche Reparatur- und Wartungsarbeiten deutlich erschweren würde.



**Abbildung 5: ...dabei lasse ich die Holzpalette bewusst etwas auf dem Pflaster schleifen- eine erstklassig dosierbare Bremse!**

Ich nenne es daher "Quarantäne"- also ein paar Tage warten, alles ausprobieren und dann gucken, was man vielleicht noch alles machen muss, bevor es in die Werkstatt geht. Ich muss dazu sagen, dass es hier ausdrücklich (noch) nicht um das Präzisions-Einschaben von Maschinengeometrie oder so geht. Vielmehr möchte ich erstmal einen Zustand haben, bei dem die Maschine grundsätzlich ohne Einschränkungen nutzbar ist und ich damit bedenkenlos Teile "mit normaler Genauigkeit" drehen kann.



**Abbildung 6: Mist! Im Keller-Eingang steckengeblieben! Es geht weder vor noch zurück!**

\* Dass dieser Begriff in wenigen Wochen wegen Corona eine ganz besondere Bedeutung bekommen wird, konnte zu diesem Zeitpunkt noch niemand wissen!

Die "alte" Drehmaschine, meine Myford Super 7 (die aber eigentlich jünger als die „neue“ ist), konnte ich mit der Beantwortung nur eines einzigen Kaufgesuchs erfolgreich verkaufen. Im Endeffekt dann natürlich viel zu günstig, denn wenn ich mir überlege, was ich an der Maschine alles gemacht und erneuert habe, habe ich bestimmt einen vierstelligen Betrag nur an Ersatzteilen damit "in den Sand" gesetzt. Egal, ich habe einmal (unüberlegt) einen Preis genannt und da ich mein Mann der Ehre bin, habe ich mich dann auch daran gehalten. Die Maschine hat einen neuen und hoffentlich zufriedenen Besitzer gefunden und machte bereits am darauffolgenden Wochenende Platz für die Leinen.



**Abbildung 7: Verflixt- der Fußmatte war die Drehmaschine wohl etwas zu schwer...(verbeult)**



**Abbildung 8: schließlich aber doch noch angekommen- das neue Zuhause für Wilma- so habe ich die Maschine getauft!**

## 4 Öl

Das erste, um was ich mich bei der Leinen kümmern wollte, war ein vernünftiger Ölwechsel. Das darin befindliche Öl war mindestens(!) 13 Jahre alt und da würde ich tatsächlich einmal ein paar Euro für ein neues HLP68 oder HLP46 investieren und pauschal einfach mal alles auswechseln. Von meinem noch immer laufenden Projekt "Deckel FP1" habe ich schon einen 20Liter-Kanister HLP46 Hydrauliköl angeschafft, das ist laut Vergleich und Umrechnung des zu verwendenden Öls aus dem Leinen-Manual bedenkenlos einsetzbar. HLP68 würde übrigens auch gehen, wenn man es ausrechnet und die ISO-Gerade in das Viskositäts-Temperatur-Diagramm einzeichnet, kommt man genau "zwischen" HLP68 und HLP46 heraus.

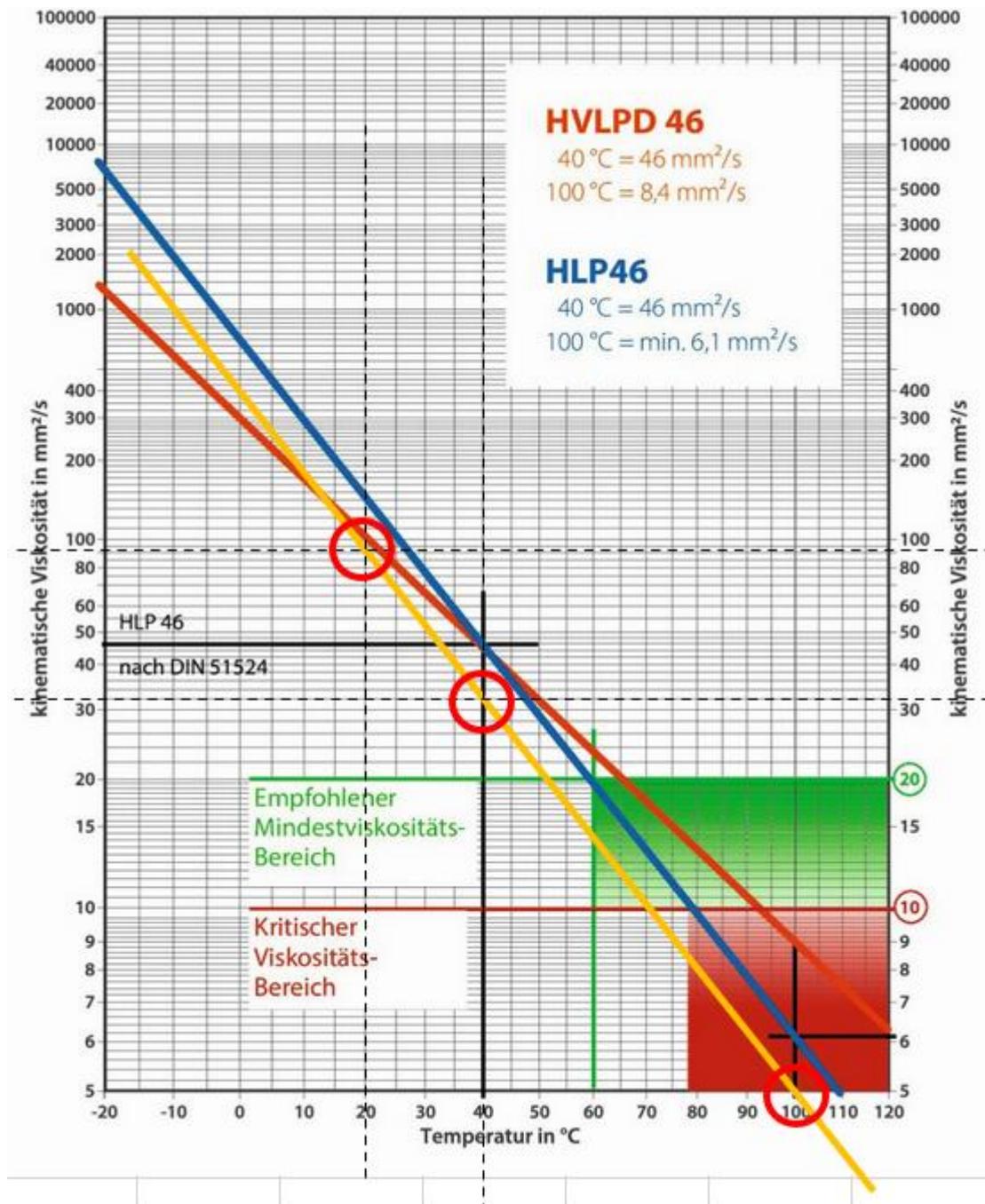
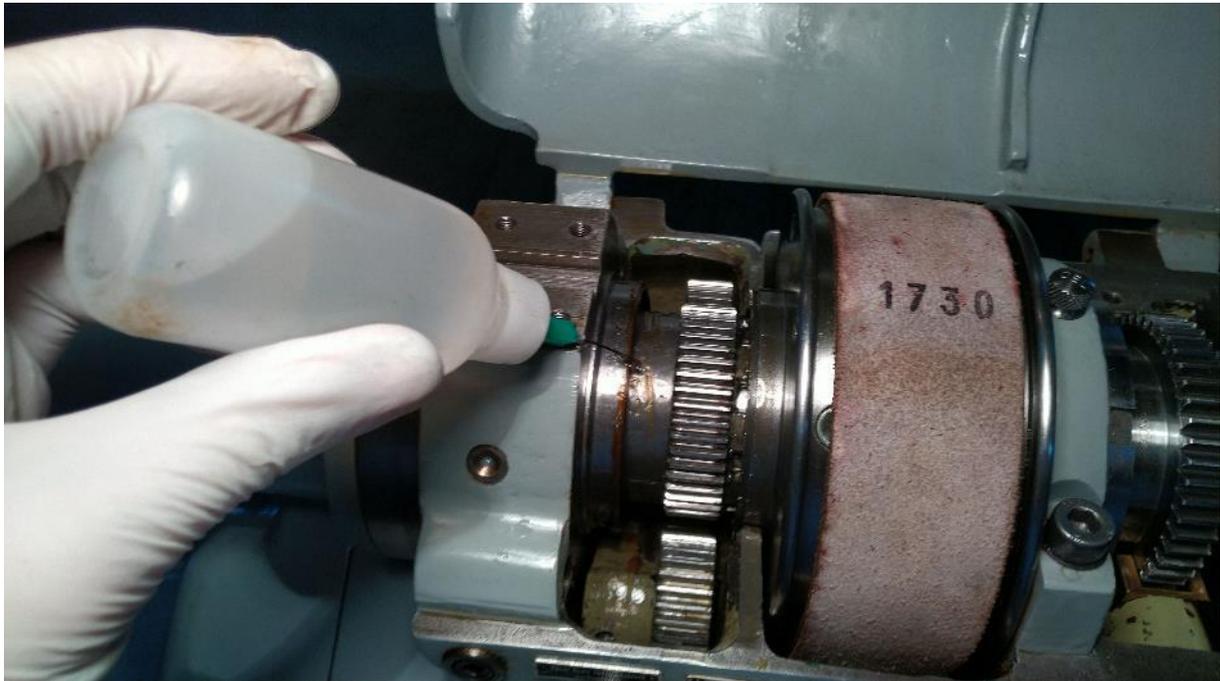


Abbildung 9: in diesem Diagramm kann man sich selbst schön eigene Geraden einzeichnen (Quelle: [www.fluid.de](http://www.fluid.de))

Also lasse ich überall dort, wo Öl drin ist, das alte ab und fülle mit einer Ölspritze für den Kfz-Bedarf neues Öl ein. Als da sind:

- unteres e12 Getriebe
- Spindelstock (2 Stellen)
- Multiplikator
- Bettschlitten



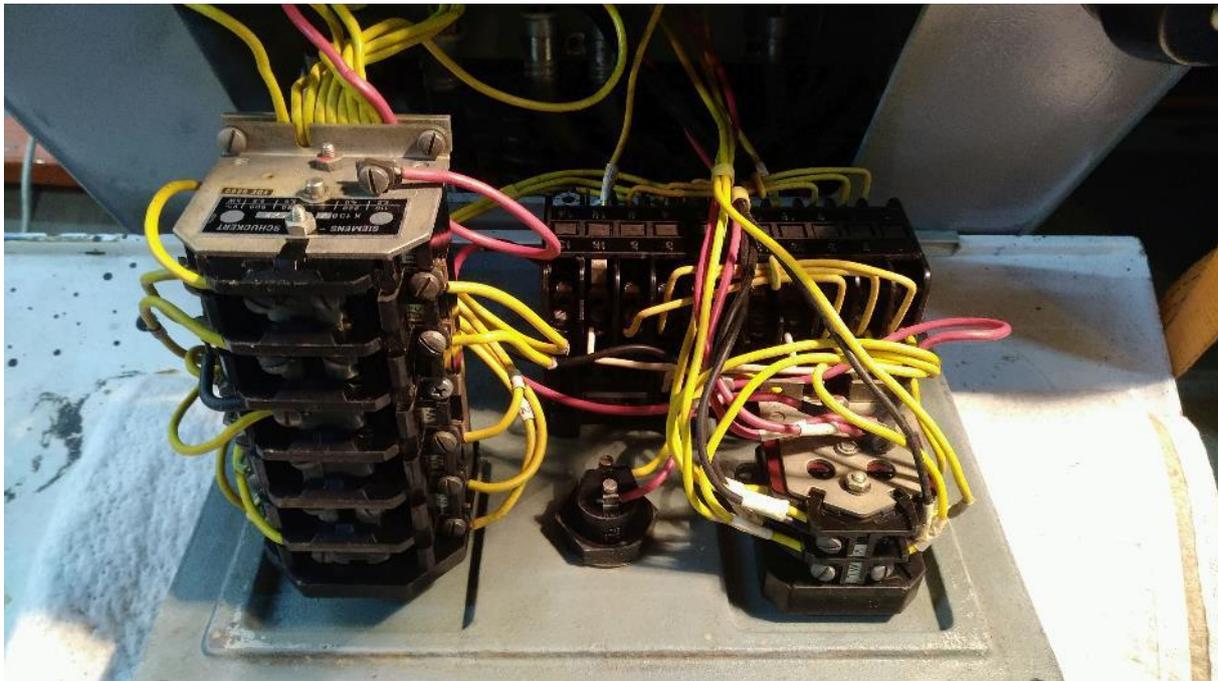
**Abbildung 10: mit ein wenig Petroleum aus dem Nadelfläschchen löse ich alte Fettablagerungen auf und spüle sie nach unten durch die Ölablassöffnung heraus**

Die Ölaugen lassen sich bei mir einfach ausschrauben (Spindelstock, Multiplikator und auch Bettschlitten) und kriegen neue Dichtungen. Das Öl sah überall noch super klar und transparent aus- bis auf den Bettschlitten. Da war es etwas trübe, aber das ist angesichts der Nähe zu dem Drehmeißel und den damit produzierten Metallspänen auch verständlich.

Sohn Max (7 Jahre) möchte mithelfen und läuft mit einem kleinen Ölkännchen um die Maschine herum. Er ölt alles, was er findet. Also nicht nur Schmiernippel und Führungslächen, sondern auch den Innensechskant von Inbusschrauben, die gerändelte Oberflächen von Griffen und insgesamt alle irgendwie nach "Blech" aussehenden Teile, die er findet. Als am Ende die Maschine plötzlich nicht mehr startet, glaubte ich erst, der Schaltkasten sei von ihm in Öl ertrunken worden und sie hätte einen Kurzschluss. Am Ende war es nur eine kleine Schmelzsicherung, aber auch um die herum war gut geölt worden.

## 5 Klassische Nullung

Bevor die Öl-Orgie jedoch stattfand, gab es tags zuvor erst ein anderes Problem zu lösen: kaum steckte ich die Maschine erstmalig an unser Stromnetz, flog sofort pflichtbewusst der FI-Schutzschalter in meiner Garage heraus. Eine kurze Messung mit dem Multimeter zeigte: klassische Nullung! Tja, das war der elektrische Stand der 1960er Jahre- da gab es noch keinen FI. Also musste ich zuerst die Maschine elektrisch überholen und auf den neuesten Stand bringen.



**Abbildung 11: wie alles an der Maschine, sind auch die Schalter für die Ewigkeit gebaut. Leider für eine heutige Elektroinstallation „falsch“ verdrahtet**

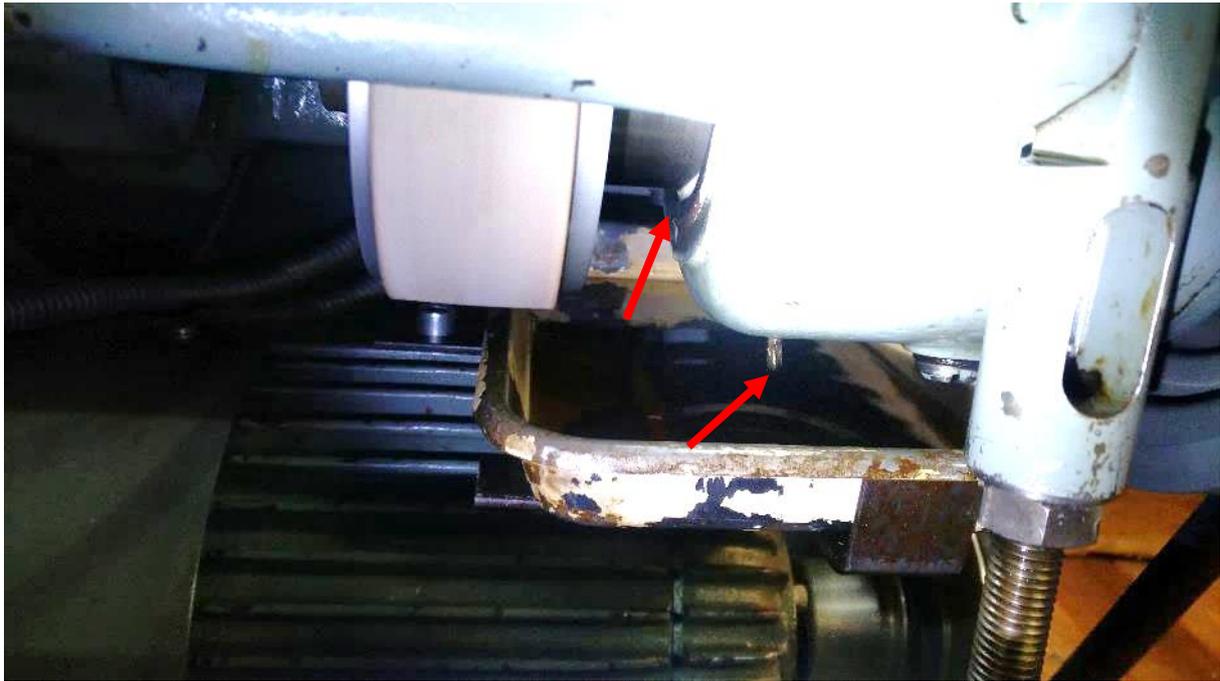
Naja, zumindest einen "neueren", denn bestimmt wird die Maschine alleine dadurch, dass ich nun PE und N sauber auftrenne und neu verkabele, nicht gleich alle gültigen Sicherheitsvorschriften der Berufsgenossenschaft und VDE0100 erfüllen. Hier weiß ich noch nicht einmal sicher, welche sonst überhaupt noch zu beachten sind. Allerdings handelt es sich hier um eine Maschine im Privatbesitz und ohne irgendeinen gewerblichen Bezug, somit bin ich mir ziemlich sicher, dass es nicht illegal ist, wenn ich privat eine Maschine benutze, die noch KEINEN NOT-Aus, keine Futterschutzhaube oder keinen Wiederanlaufschutz besitzt.

Ich gebe mir jedenfalls Mühe und finde auch einige Kabel ohne Aderendhülsen. Wegen der möglichen Brandgefahr bei verzinnnten Litzen in Schraubklemmen (Zinn fließt unter dem Schraubendruck weg!) schneide ich die alle ab und mache sie neu.

Es dauert immerhin einen ganzen Abend, bin ich alles fertig habe. Ich muss am rückseitigen Anschlusskasten und am vorderen Bedienfeld was ändern. Aber danach startet sie problemlos und auch mein FI fühlt sich wieder wohl. Und ich auch 😊

## 6 Das e12-Getriebe

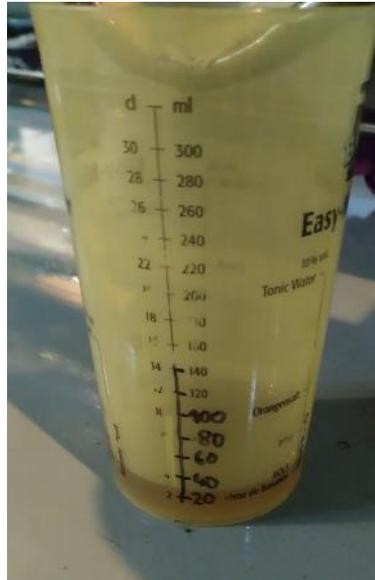
Das Hauptthema jedoch wird an dieser Maschine das leckende 1:8-Getriebe sein. Nach einem ersten Auswaschen mit Petroleum (wofür mich Lennart gleich rügte, weil ich damit den ganzen Dreck schön in der Maschine verteilt habe, sagt er) habe ich erstmal ordentlich HLP68 Hydrauliköl in das als "e12" bezeichnete Getriebe gefüllt (per Handpumpe). 0,1Liter sind im Manual spezifiziert, ich habe erstmal deutlich mehr reingekippt, damit der Rest durch den leckenden Simmerring bewusst herausläuft und so auch noch die letzten Schmutzreste mit ausspült.



**Abbildung 12: meine Petroleum-Spülung tropft durch einen leckenden Wellendichtring gleich 1:1 wieder heraus...**

Doch alles, was herauskam, was absolut klar und sauber- Abnutzung oder gar großer Abrieb scheint wirklich nicht das Problem dieser Maschine zu sein. Da wohl schon eher ihre Undichtigkeit! Nachdem alles Überflüssige Öl abgelaufen ist, habe ich meine Ölwanne ausgeleert, dann neu untergestellt und das verbliebene Öl über Nacht abgelassen. Danach habe ich es in einen Messbecher gefüllt und abgelesen. Das Ergebnis: etwa 25..30mL! Von den 100mL, die da mindestens noch hätten drin sein müssen, ist inzwischen also fast alles schon wieder herausgelaufen- und das innerhalb nur weniger Tage Herumstehen in meiner Garage. Das bedeutet: ich muss aktiv werden, so kann ich das nicht lassen, denn mit so einem geringen Ölstand wird das Getriebe nicht mehr zuverlässig geschmiert. Ich möchte auch nicht jeden zweiten Tag 50mL Hydrauliköl nachfüllen und den inzwischen herausgelaufenen Rest ständig aus der Ölwanne entsorgen müssen. Die Maschine muss wieder dicht werden und weil in dem ganzen Werkzeug, das mit der Verkäufer beilegte, auch zwei nagelneue Simmerringe mit dabei waren, gehe ich stark davon aus, dass der damalige Besitzer bereits auf ähnliche Gedanken gekommen war wie ich.

Meine Meinung: jetzt, wo die Maschine noch auf Palette in der Garage steht, ist es gerade so einfach wie nie: hier habe ich noch Platz, kann von überall ran und muss mich nicht kompliziert hinter eine bereits sorgsam ein-nivellierte und ausgerichtete Maschine quetschen. Auch ist es noch nicht so schlimm, wenn hier mal ein Tropfen Öl auf den Boden fällt und nach dem Abwischen ein leicht dunkler Fleck im Garagenboden zurückbleibt. (Natürlich darf hier nichts ins Grundwasser gelangen, darauf passe ich selbstverständlich auf!)



**Abbildung 13: von den 100mL Öl sind über Nacht gute 70mL wieder ausgelaufen!**

Doch sobald die Maschine erstmal an ihrem vorgesehenen Platz in der Werkstatt steht, wird es bedeutend schwieriger- und enger!. Dann doch lieber gleich: heraus mit dem Getriebe und die Wellendichtringe wechseln. Bei der Gelegenheit kann ich auch gleich nachsehen, weshalb der Bestätigungsmechanismus des 1:8-Wahlhebels bei mir immernoch relativ schwergängig ist und bei der Maschine bei uns in der Firma (Leinen MLZ4SBK in grün und eckiger Abdeckung, jedoch trotzdem mit Gleitlagern) deutlich weicher und sanfter zu verstellen ist.



**Abbildung 14: Sohn Max hilft beim ersten Gängigmachen der Kupplung**

Der Plan ist, das Getriebe nicht komplett auszubauen, sondern nur die Hauptwelle herauszuziehen, so dass man von hinten an den Wellendichtring kommt und ihn wechseln kann. Der Grund für den minimal-invasiven Ansatz ist, dass ich -wenn möglich- das Zerschneiden und Neu-Kleben des Antriebs-Flachriemens vermeiden möchte, denn anders kriegt man das Getriebe nicht aus der Maschine! Der Riemen läuft durch das Getriebe hindurch und es gibt sonst -rein physikalisch- keine andere Möglichkeit, wie man ihn abnehmen kann, ohne ihn zu zerschneiden. Und das anschließende Wieder-Zusammenkleben ist nicht so ganz Ohne- daher wäre es super, wenn mir das erspart bliebe.

Spoiler: Wird es nicht. :-/

## 7 Reitstock greift nicht

Was mir bei der Leinen ebenfalls ziemlich schnell auffiel, war, dass ein fast neues Albrecht MK2 Bohrfutter im Reitstock nicht festklemmt, sondern im Morsekegel mitdreht. Soweit ich weiß, sind Morsekegel "selbthemmend" konstruiert; d.h. wenn die Kontaktflächen sauber aneinander anliegen, klemmt das System von allein bombenfest, so dass hier sehr belastbarer Kraftschluss zustande kommt.

Im Moment kann von diesem "Kraftschluss" aber leider keine Rede sein- das Futter kann ich mit bloßer Hand schon durchdrehen. Eine Suche nach versehentlich in der MK2-Aufnahme eingeklemmter Metallspäne blieb ergebnislos- und der MK2-Schaft des Bohrfutters selbst ist nahezu makellos. Erstaunlich: ein altes Bohrfutter wiederum, das ich vom Verkäufer mitbekommen habe, scheint in dem Leinen-Reitstock jedoch sauber zu klemmen!

Was ist hier nun los?

Lennart vermutet aus der Ferne, dass der Konus im Reitstock vielleicht neu eingerieben werden muss. Super Idee! Denn das ist endlich der jahrelang gesuchte Grund dafür, dass ich mir einen Satz Prüfdorne kaufen kann! Ich werde für 130€ fündig und kaufe einen (gebrauchten) Satz MK2,3 und 4 sowohl als Dorn als auch Hülse. Nicht billig, aber dafür auch in ordentlichem Zustand und nicht groß verrostet oder abgenutzt. In Verbindung mit entsprechender Tuschierpaste werde ich dann mal einen Abdruck machen, wo der Reitstockkegel noch "trägt" und wo nicht- und auch wie es um den Kegel dieses alten Bohrfutters bestellt ist, das mir der Verkäufer netterweise beilegte.



Abbildung 15: ein Satz Prüfdorne für Marc!

Eine MK2-Reibahle habe ich sogar selber. Aber ich möchte sie erst einsetzen, wenn ich genau weiß, dass ich wirklich nachreiben muss und das Problem nicht vielleicht irgendwo anders liegt. Dazu brauche ich eine Referenz- und genau so eine Referenz sind solche Prüfdorne!

Lennart fragt, warum ich als Prüfdorn nicht einfach ein gutes MK2-Futter oder einen MK2-Bohrer nehme. Klar, kann man machen. Aber ich hatte eben einfach Bock auf einen Satz Prüfdorne, deshalb habe ich einen gekauft und nicht einfach einen Bohrer benutzt. Das versteht er.

## 8 Lennarts Besuch

Kaum kommt ein wirklicher Experte vorbei, wird natürlich sofort wieder alles anders. Ich habe mich schon gewundert, warum der gerade neu eingetroffene MK2-Prüfdorn meinem Reitstock ein super Tuschiebild herzaubert- mein Bohrfutter aber trotzdem darin durchrutscht, da klatscht sich Lennart kopfschüttelnd vor die Stirn. Dass man einen MK-Kegel vor dem Benutzen vorher **entfetten** muss, damit er auch greift, habe ich tatsächlich nicht gewusst. Schande über mich. Aber immerhin kam ich so zu einem guten Grund, einen Satz MK2,3,4-Prüfdorne kaufen zu können- auch wenn sie mir nun kaum was nutzen. 😊

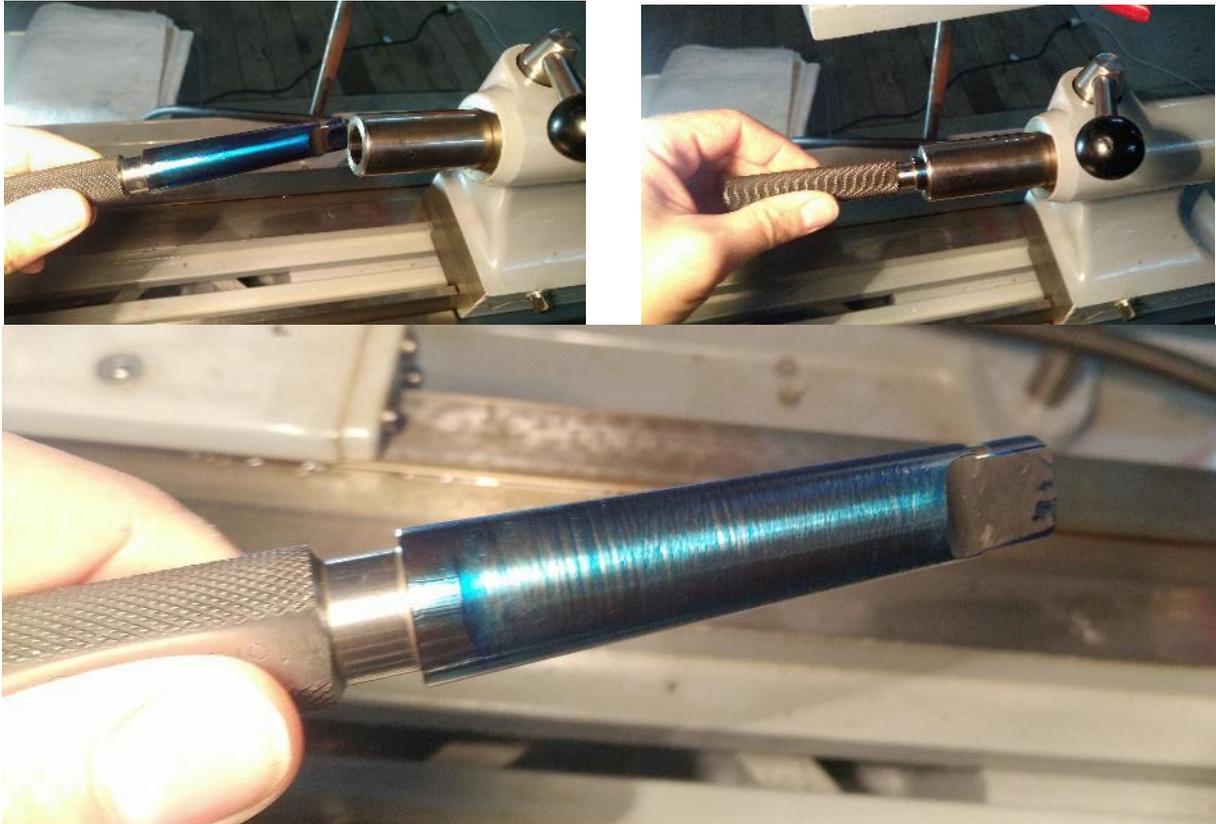


Abbildung 16: Prüfdorn mit Tuschiefarbe einpinseln - rein - und wieder raus: bomben Tragbild!!

Nur zwei Minuten später erkläre ich Lennart, wie ich das Getriebe ohne ein Zerschneiden des Antriebsriemens auszubauen gedenke. "...und dann kippe ich nach dem Ausbau des Motors das Getriebe einfach an seiner Aufhängung herunter, so dass es hinter der Servieklappe zu Liegen kommt und man daran arbeiten kann!", berichte ich stolz. "Und wie soll es herunterschwanken, solange der Flachriemen ihn noch festhält?", fragt Lennart leicht süffisant. Und wieder trifft mich ein Schlag. Das geht natürlich nicht. Das Getriebe kann ich nach dem Entfernen des Motors natürlich nicht herunterkippen- weil es ja noch im Antriebsriemen hängt! Verflixt!!!

Heute schon zwei Dinge gelernt:

1. **MK-Kegel entfettet man, bevor man sie benutzt, denn sonst greifen sie nicht.**
2. **Ein Flachriemen wird nicht länger allein davon, weil man es sich wünscht.**

Nein, noch was:

3. **Es ist immer gut, sich den Rat eines Experten zu holen, bevor man was selber was verkackt.**

## 9 Ausbau des Getriebes e12

Wenigstens ist Lennart mit mir in dem wichtigsten Punkt einer Meinung: die Intensität der Lackage am Getriebe e12 ist einfach zu groß, die Wellendichtung muss raus und erneuert werden! Wenn wir über zwei oder drei Tropfen pro Tag reden würden, wäre es den Aufwand wohl nicht wert- bei etwa 80% Ölverlust innerhalb nur zwei Tagen macht es allerdings keinen Sinn mehr, immer weiter nur stumpf Öl nachzukippen.

Ich starte den Ausbau.

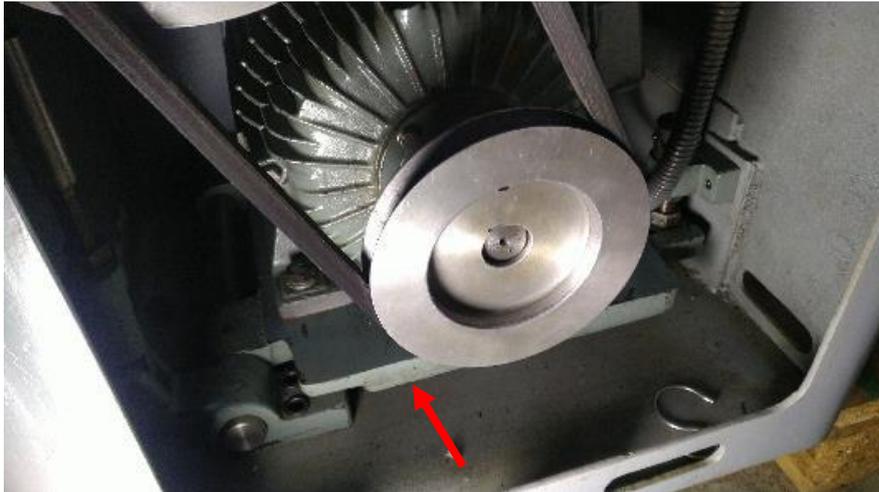


Abbildung 17: e12-Getriebe mit Flachriemen - dieser sieht mir noch ziemlich neu aus!

Zuerst muss der Motor raus, um Platz zu schaffen. Dazu muss man erst seine Wippe hochkurbeln, auf der er steht. Damit entlastet man den Keilriemen (der sieht übrigens sogar nagelneu aus!) und man kann ihn schließlich abnehmen. Das Hochkurbeln selbst kapiere ich wieder erstmal nicht. Erst nach viel Hin und Her verstehe ich, dass man zuerst die 6Kant-Mutter am Verstellmechanismus lösen und hochdrehen muss, bevor man einen Splintentreiber in den Kopf der Verstellstange stecken und sie so Stück für Stück hochdrehen kann.



Abbildung 18: da unten liegt der dicke Motor



**Abbildung 19: die Wippe, auf die der Motor geschraubt ist...**



**Abbildung 20: ... kann man durch Drehen dieses Bolzens hoch- und herunterkurbeln**

Die Wippe ist komplett hochgedreht, damit der Keilriemen entlastet und er kann vom Motor abgenommen werden. Jetzt müssen wir die Schrauben am Motorfuß lösen, damit wir ihn schließlich herausheben können. Die Schraube vorne sind kein Problem, doch hinten komme ich weder mit der 21er-Nuss und Knick-Knarre noch mit einem Schraubenschlüssel dran.

Also mache ich kurzen Prozess und flexe mir einen 21er Doppelmaulschlüssel passend zu-  
recht. Dafür runiniere ich natürlich nicht meinen Stahlwille-Satz, sondern habe zu diesen und  
ähnlichen Zwecken (z.B. die Backen dünner oder schmaler schleifen, damit man irgendwo  
zwischen passt) einen Satz günstiger China-Ware auf Lager. Die tun es für den Zweck meist  
sehr gut und man ruiniert sich nicht gleich seinen teuren Werkstatt-Satz. Also so einen her-  
ausgegrabbelt und dann flugs gekürzt und etwas entgratet. Schon war das Lösen der beiden  
hinteren Schrauben kein Problem mehr.



Abbildung 21: gekürzter 21er Maulschlüssel

Den Motor ziehe ich nach vorne heraus und stelle ihn auf eine kleine Palette. So muss ich ihn  
nicht abklemmen- denn das wäre bei einem 3fach Dahlander-Motor tatsächlich eine ziemlich  
zeitaufwändige Aufgabe.



Abbildung 22: sieht hier so klein aus, ist in Wahrheit aber ein echtes Monster: der 1,5kW Dahlander-Mo-  
tor von Bauknecht (dessen Lager übrigens noch astrein leise und sauber laufen!)

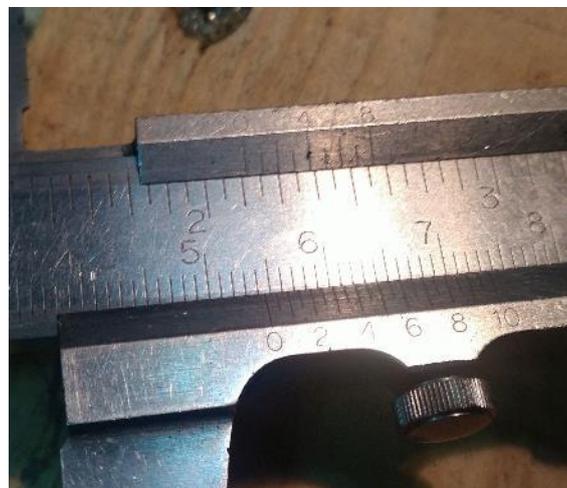
Nun kommt die schwerste Aufgabe der ganzen Aktion- zumindest mental: der Riemen muss durch! Um exakt 19:10 Uhr ist es so weit: schweren Herzens mache ich den Schnitt!

Damit das Getriebe nicht möglicherweise ruckartig herunterklappt, habe ich es mit einem Spannband fixiert. Das war aber eigentlich unnötig, denn nicht zuletzt durch die Klemmschrauben an der Achse wird sein Herunterschwenken doch stark gebremst.

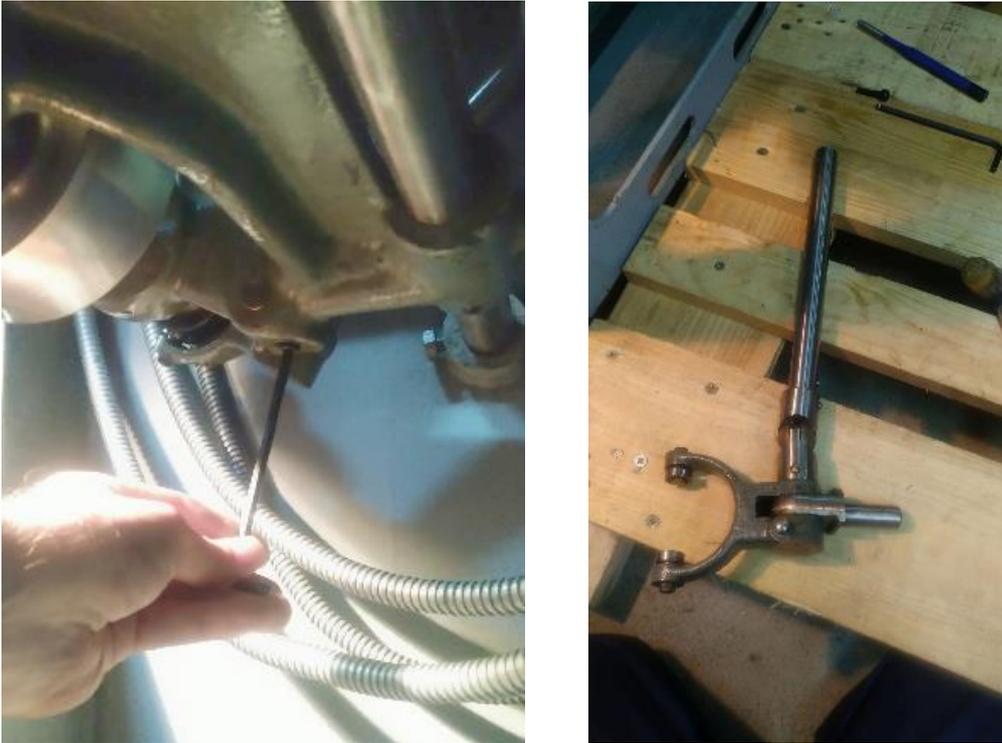


**Abbildung 23: dieser Schnitt wird verhängnisvoll- denn damit startet nicht nur die Getriebereparatur, sondern auch eine komplette Bettschlitten-Einschabeorgie!**

Die nächsten Schritte beschreibe ich jetzt mehr als Fotostrecke, denn sie sind wohl fast selbst-erklärend; bzw. durch die Bildunterschriften hinreichend beschrieben.



**Abbildung 24:** für den späteren Wiedereinbau schreibe ich mir die originale Position der ganzen Verstell-mechaniken und Klemmrings auf (werde ich aber nicht brauchen, es ergibt sich alles von selbst)



**Abbildung 25: Lösen der Madenschraube, Abnehmen des Schalthebels**



**Abbildung 26: Spannelement lösen**



**Abbildung 27: Getriebe mit Spanngurt sichern, damit es beim Herunterschwingen nicht herunterkracht**



Abbildung 28: Getriebe hängt nun frei auf seiner Welle



Abbildung 29: vor dem Ausbau nehme ich wieder die Originalmaße ab



**Abbildung 30: die Welle wird herausgeklopft- vorher natürlich das Getriebe mittels Spanngurt wieder sichern!**



**Abbildung 31: geschafft- das Getriebe liegt sicher und wohlbehalten auf der Werkbank!**

## 10 Demontage des Getriebes

Es ist vollbracht- das Getriebe e12 liegt auf der Werkbank. Nun muss es demontiert werden, damit wir an die defekten Wellendichtringe kommen. Bin sehr gespannt, wie es darin aussieht und wie groß die Abnutzung ist!

Es beginnt mit dem Abdrehen der ersten Einstellschraube mittels Hakenschlüssel. Dann kann man die schwarze Verschiebehülse abnehmen- dazu muss man allerdings mit einem Werkzeug die Achse in der Mitte nach unten drücken (sie federt ein!). Erst dann hat der innen liegende "Hakelgnubbel" so viel Platz, dass er so weit, nach innen schwenken kann und die Hülse freigibt. Ist schwer zu beschreiben- einfach drücken und versuchen, dann geht es.

Auch jetzt wieder eine Fotostrecke!

Hier hat mir übrigens die Fotostrecke von Denis aus der zerspanungsbude.com sehr geholfen! Vielen Dank dafür, Denis!



Abbildung 32: erste Mutter lösen



Abbildung 33: siehe da- darunter ist eine Kugel-Rastmechanik!



Abbildung 34: Schiebehülse abnehmen- dazu den Nippel mit einem Werkzeug runterdrücken



**Abbildung 35: darunter kommt das hier zum Vorschein**



**Abbildung 36: Zylinderstift austreiben**



**Abbildung 37: hier kommt die Betätigungsklaue zum Vorschein**



**Abbildung 38: jetzt kann diese Hülse runter...**



**Abbildung 39: den nächsten Zylinderstift heraustreiben**



**Abbildung 40: weiter geht das Auseinanderbauen**



**Abbildung 41: Schrauben lösen und Schild abnehmen...**



**Abbildung 42: wieder das Originalmaß aufnehmen und notieren- auch wenn ich es später nicht brauchen werde...**



**Abbildung 43: jetzt die Scheibe herumdrehen**

Okay, das war die eine Seite. Nun drehen wir das Getriebe um und demontieren die gegenüberliegende Seite.



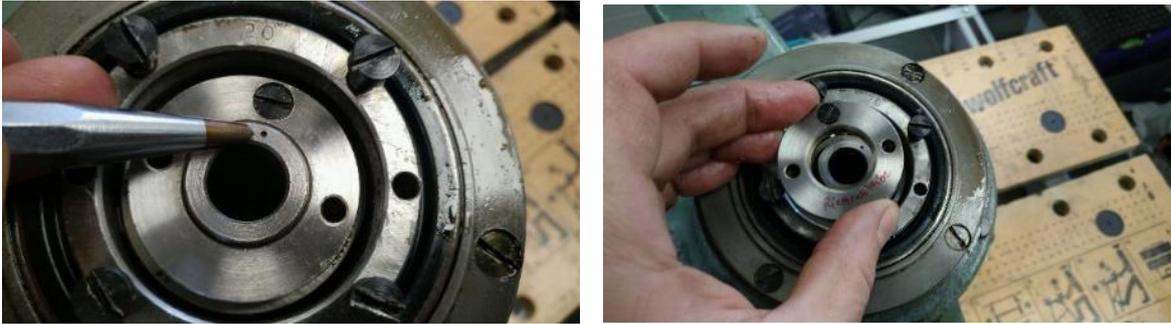
Abbildung 44: auch hier wieder den Abstand messen und das Maß sicherheitshalber notieren



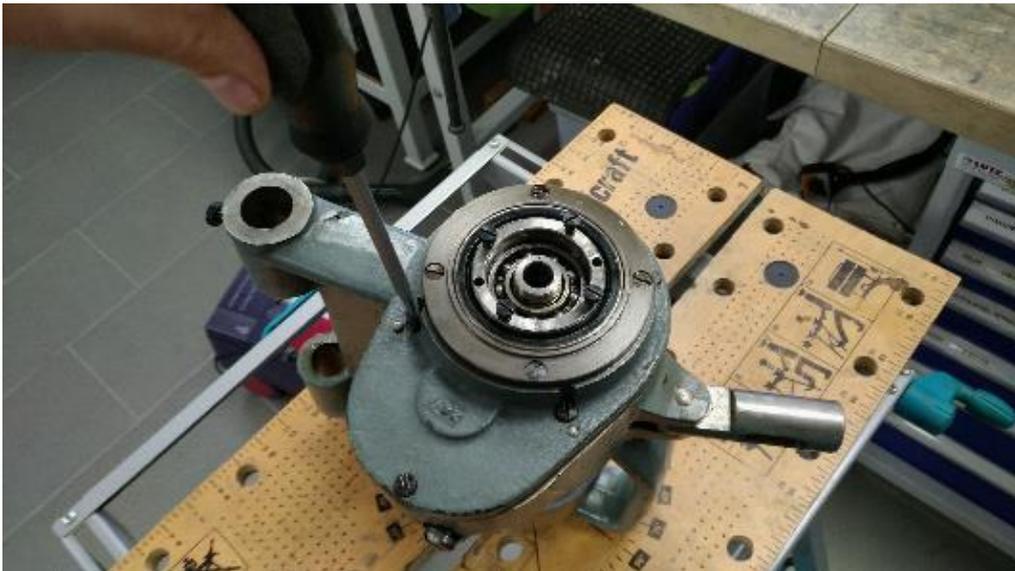
Abbildung 45: wir nehmen die Riemenscheibe ab



Abbildung 46: Höhe zwischen innerem und äußerem Ring



**Abbildung 47: einen Markierungspunkt machen als Hilfe für späteren Zusammennbau**



**Abbildung 48: Getriebegehäuse: Schrauben losdrehen**



**Abbildung 49: mit einem Messer öffne ich die Dichtflächen**



Abbildung 50: geschafft- das Getriebe ist offen



Abbildung 51: das hier ist ein Lamellenpaket der Kupplung



Abbildung 52: links: so sieht es im Innern aus; rechts: Dicke einer Lamelle der Kupplung

## 11 Der Wellendichtring

Wir kommen gleich an den Punkt, wo es spannend wird: den Wellendichtring!

Zuvor klopfen wir jedoch noch die Getriebeachse mit vorsichtigen Hammerschlägen heraus.



Abbildung 53: vorsichtiges Herausklopfen der Achse



Abbildung 54: so sieht sie aus!

Schon beim Herausziehen der Welle kommt mir der im Wellendichtring eingelegte Spiralring entgegen. Und der sieht nicht gut aus: mittendrin hat er einen ganz fiesen Knick! Kein Wunder, dass da nichts mehr dichtet! Aber warum hat er einen Knick?

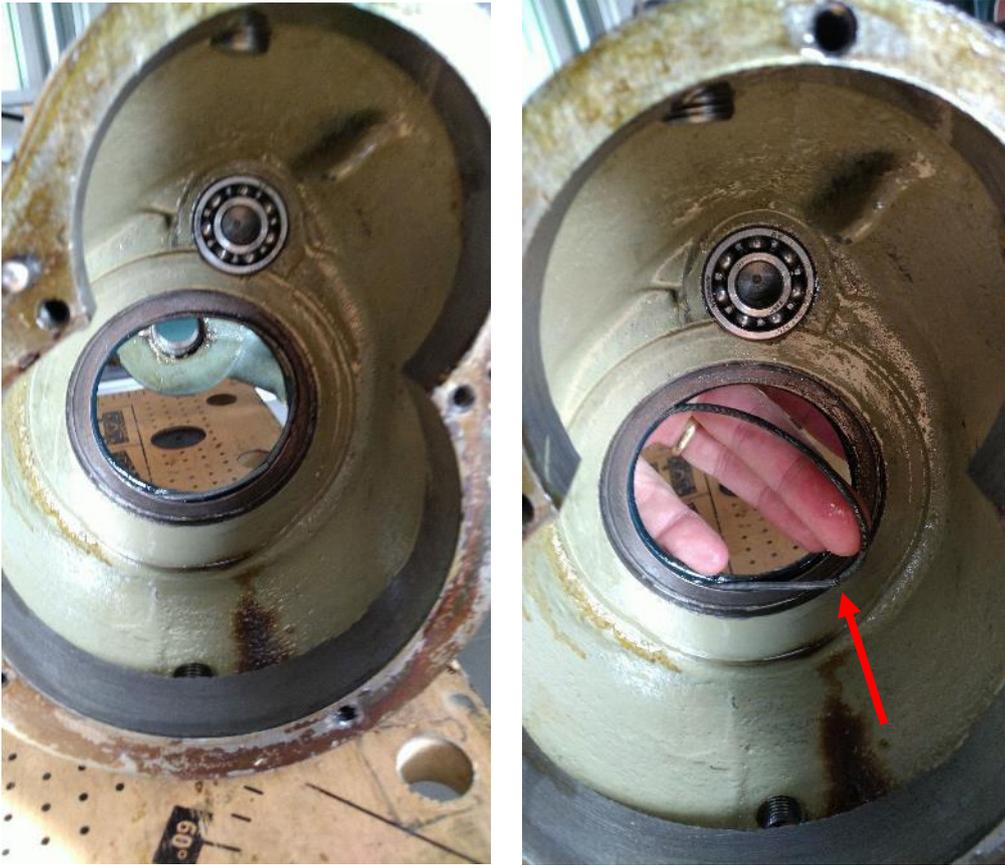


Abbildung 55: Blick ins leere Getriebegehäuse- der Spiralring des WeDis ist schonmal defekt!!

Ich schlage den Rest des Dichtrings mit einem Splintentreiber Stück für Stück heraus.



Abbildung 56: Herausschlagen des alten Wellendichtrings

Und dann sehe ich das ganze traurige Bild:



**Abbildung 57: beschädigter Wellendichtring!**

Wider Erwarten sehe ich hier keinen Verschleiß und auch keine Effekte von Alterung. Was ich sehe, ist eindeutig eine rein mechanische Deformierung! So KANN die Dichtlippe nicht mehr sauber an der Welle anliegen. Ebenso, wie der Spiralring, hat auch die Dichtlippe einige Knicke, wo das Öl munter herauslaufen kann. Genauso wie bei dem eingelegten Spiralring kann das, was ich hier sehe, nicht wirklich nur mit Verschleiß erklärt werden. Auch nicht mit Materialalterung. Was hier passiert ist, ist eindeutig das Ergebnis mechanischer Beschädigung!

Ich wage mal eine steile Hypothese.

Die Maschine ist nun knappe 60 Jahre alt. Ein Gummitteil hätte so eine lange Zeit wohl nie und nimmer unbeschadet überstanden. Es hätte sich zerrieben, wäre porös geworden, vielleicht auch rissig oder brüchig. Das Gummi in diesem Wellendichtring sieht mit jedoch noch ziemlich frisch aus. Es ist geschmeidig, überhaupt nicht rissig und auch nicht verschlissen. Eben nur verknickt.

Und ich behaupte, dass das Verknicken durch einen fehlerhaften Einbau passiert sein muss!  
Aber sicher nicht im Herstellerwerk, denn dann wären die Wellendichtringe schon so alt, dass sie porös und rissig sein müssten!

**VORGUCKER:**

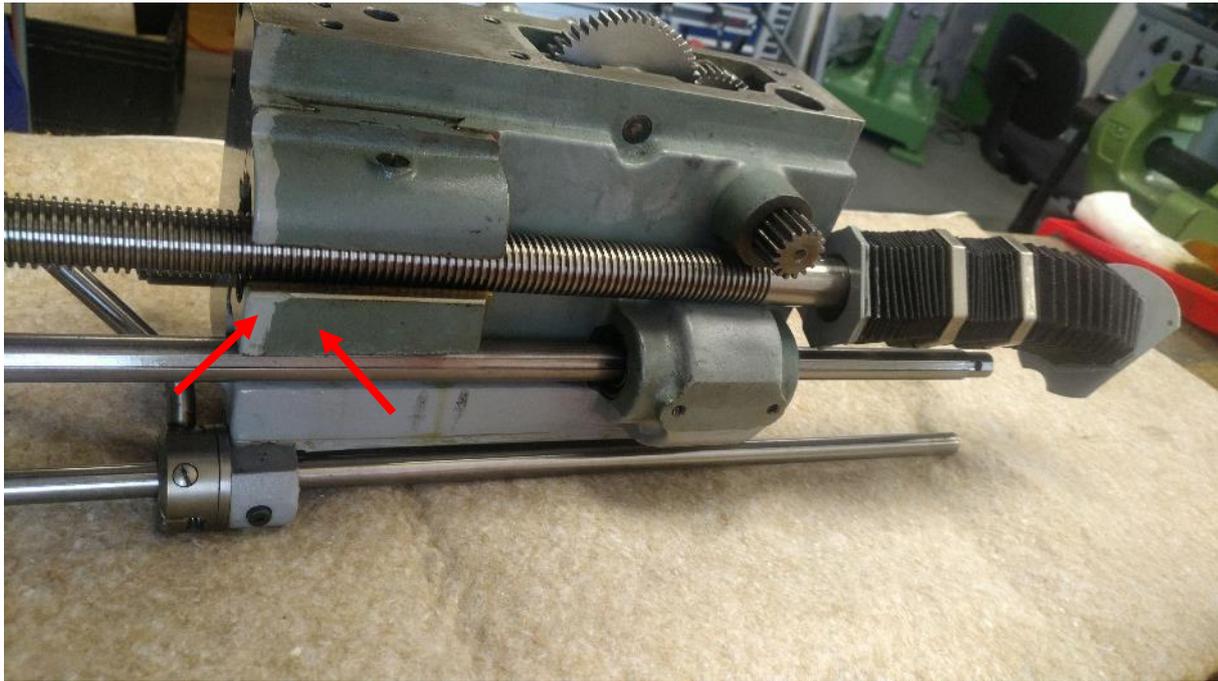


**Abbildung 58: Vorgucker: wer beim Zusammenbau hier nicht aufpasst, zerstört beim Durchstecken der Achse den neuen Wellendichtring gleich wieder!**



**Abbildung 59: ...und zwar mit genau diesem Klemmring, der die empfindliche Dichtlippe des WeDis beim gewaltsamen Durchschieben der Welle durch die Dichtfläche sofort zerstört!**

Was uns zu der Schlussfolgerung führt: die Maschine wurde zwischenzeitlich (mindestens einmal) aufgearbeitet! Weil aber niemand Blechschilder übermalt hat und auch sonst auf den ersten Blick nirgendwo Zeichen von Pfusch oder Schludrigkeit zu sehen sind, behaupte ich, dass das vermutlich eine professionelle Firma gemacht haben wird, die die Maschine wirklich sauber auseinandergelassen und so Stück für Stück aufgearbeitet und auch neu lackiert hat. Damit wäre nicht nur das wohnzimmerhafte Aussehen dieser fast 60 Jahre alten Maschine zu erklären, sondern auch die teilweise am Getriebe nicht immer 100% "neu" und "unberührt" aussehenden Schraubenköpfe, die zwischenzeitlich definitiv auch einmal einen anderen Schraubendreher gesehen haben als damals in der Werkshalle von LEINEN!



**Abbildung 60: Vorgucker2: der nächste Beweis für eine zwischenzeitliche Aufarbeitung- neue und alte Lackierung an der Hinterseite des Schlosskastens!**

Dazu passt auch, dass ich unter(!) dem Spindelstock noch ein ganz kleines Stück die originale Farbe finden werde und auch, dass die Maschine vor dem Überlackieren nicht gespachtelt wurde- also unter dem Decklack (der aber ohne Tadel professionell aufgebracht wurde) noch einige Unebenheiten und kleine "Krater" zu erfühlen sind. Solche Unebenheiten hat keine Maschine mit Originallack und Grundierung!

Aber bitte- das ist jetzt absolut nicht abwertend gemeint; auch wenn es so klingen mag! Ich selber arbeite ja auch gerne als Mögliche auf (Maschinen, Messgeräte, Musikinstrumente,...) und behaupte dabei ebenfalls, hier durchaus wertschöpfend am Werk zu sein. Eine komplette Restauration tut einer Maschine definitiv GUT und -wenn es richtig gemacht ist- bewirkt eine deutliche Steigerung ihrer Performance - und auch ihres Wertes!

Ich behaupte, genau das hat diese Maschine erfahren und daher sieht sie nach all der Zeit auch noch so hervorragend aus. Oder besser gesagt: "...wieder so hervorragend aus".

Die hohe Wahrscheinlichkeit einer Aufarbeitung durch eine beauftragte Firma lässt eine gewisse Aussicht zu, dass aber noch was viel Besseres passiert sein könnte: nicht nur, dass die Maschine wahrscheinlich auch eine geometrische Überholung erfahren hat (siehe noch die Schabespuren im Bett!), so könnte es ja auch tatsächlich sein, dass man in diesem Zug dann

auch das sensibelste Teil mit im Fokus hatte: die Spindellager! Es besteht also eine gewisse Chance, dass auch die gleich mit erneuert wurden- und das wäre natürlich die größte Freude, die mir die Maschine je machen könnte.

Nun, erfahren werde ich das wahrscheinlich nie, aber alleine die begründete Möglichkeit wäre eine tolle Überraschung!

Was leider bei der Aufarbeitung total schief gegangen ist, ist wohl der Wechsel der Wellendichtringe. Höchstwahrscheinlich wurde er beim Wieder-Zusammenbau durch die ausführende Firma unbemerkt beschädigt und nie wieder vernünftig dicht bekommen- weshalb der damalige Besitzer tatsächlich irgendwann eine Ölwanne zwischen Motor und Getriebe konstruiert hat, die das herausleckende Öl auffängt.

Irgendwann muss er dann jedoch so gefrustet gewesen sein, dass er sich dann eine Reparatur geplant und einen Satz neuer Wellendichtringe gekauft hat- die er vermutlich aus gesundheitlichen Gründen dann aber leider nie mehr einbauen konnte.



**Abbildung 61: lag der Maschine bei: ein passender Wellendichtring mit Kaufdatum 21.09.2000!**

Ihm zu Ehren werde ich diese Arbeit nun für ihn vollenden und genau diese Wellendichtringe einbauen, die er damals zu diesem Zweck gekauft hat. Nennt mich gefühllos, aber ich kann dem armen Kerl das schon nachfühlen. Obwohl laut Rechnung bereits im Jahr 1996(!) bzw. 2000 gekauft, sind die WeDis von der Substanz her noch so tadellos, dass ich keine Neuteile kaufe, sondern exakt die einbaue, die der Vorbesitzer damals besorgt hat. Bestimmt würde ihn das freuen, wenn er das heute noch lesen könnte.

Zum Einbau der Wellendichtringe (es sind zwei, aber nur einer hat geleck) verwende ich meine hydraulische Presse. Weil ich leider keine Zweit-Drehmaschine habe, mit der ich mir jetzt ein Druckstück im passenden Durchmesser drehen könnte, muss ich improvisieren und nehmen, was ich in der Werkstatt finde. Aber das klappt und den Wellendichtring kann ich damit schön bündig einpressen. Allerdings presse ich ihn von oben, also also Sicht des WeDi-

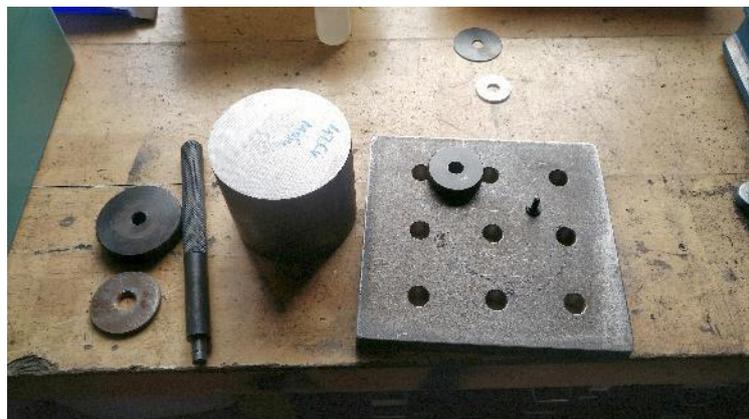
Rings von "rückwärts" ein, da ist der Aufbau mit der Hydraulikpresse einfacher, als von der Innenseite des Getriebes her drücken zu müssen.

Mit einem Verlängerungsstab und sogar einem dicken Grauguss-Klotz als Verlängerung drücke ich durch das Lager durch auf den unteren Wellendichtring.



**Abbildung 62: etwas "improvisiert"- zugegeben- aber es funktioniert!**

Nachteil: der We-Di-Ring braucht zum besseren Fügen nun auch an seiner Rückseite eine kleine Phase, damit er sich besser zentriert. Die schleife ich mit meinem Bandschleifer aber schnell an. Wichtig: danach alles peinlichst saubermachen, denn zurückgelassene Schleifpartikel reiben auf Dauer alle Gleitflächen kaputt!



**Abbildung 63: für das Einpressen verwendete Druckstücke**



**Abbildung 64: aber es klappt! Der WeDi ist bündig und sauber eingepresst**

Sobald der WeDiRing drin ist und ich wieder an das Zusammenbauen gehe, wird mir klar, wie die Firma das Bauteil geschrottet haben könnte: die einzuschiebende Welle hat am Ende einen äußeren Sicherungsdraht eingeklipst. Ist dieser Sicherungsdraht bereits jetzt montiert, rumpelt der beim Einschieben der Welle volles Brett über die empfindliche Dichtlippe des Wellendichtrings drüber- und wird sie 100%ig beschädigen! Das werden die Kollegen von der Restaurationsfirma nicht beachtet haben (siehe Abbildung 59)!

Daher ganz wichtig: den Sicherungsdraht erst später montierten, wenn die Achse schon eingebaut ist! Und: vorher einen alten Schnellhefter in Streifen schneiden und ihn als Gleithilfe und Schutz von innen in den WeDiRing legen- erst DANN die Welle gaaaaaaanz vorsichtig einschieben.



**Abbildung 65: ein Schnellhefter hilft als Gleithilfe und schützt den WeDi**

Und gut ölen, denn auch das hilft beim Rutschen! Sobald die Welle durch den WeDiRing komplett durch ist, hat die Schnellhefterfolie ihren Job als Einführhilfe gemacht und man kann sie zwischen Dichtlippe und Welle wieder herausziehen. Ergebnis: eine korrekt eingebaute und dichtende Dichtung- so, wie es vor Jahren auch schon hätte sein sollen!\*

\* Aber wer weiß- vielleicht war dieses Leck ja auch genau der Grund, weshalb der Vorbesitzer die Maschine überhaupt privat aus dem Betrieb herauskaufen konnte! Bei Öl-Lecks sind Firmen normalerweise immer recht empfindlich, denn sowas wird bei jedem Sicherheitsrundgang sofort bemängelt werden (Möglichkeit der Verunreinigung des Grundwassers, da versteht niemand Spaß). Wenn die Beseitigung dieses festgestellten Mangels zu teuer gewesen wäre, hätte man die Maschine vielleicht zur Aussonderung freigegeben- und der Vorbesitzer hat zugeschlagen! Und weil die Rechnung der beiden neuen Wellendichtringe auf die Privatanschrift des Vorbesitzers lautet (und nicht auf eine Firmenadresse), muss er die Maschine bereits MIT dem Leck bekommen haben und die Reparatur erst dann geplant haben, als er sie schon zu Hause stehen hatte. Denn kein Betrieb lässt eine Maschine erst noch kostenintensiv reparieren, bevor sie dann ausgesondert wird. Nunja...jedenfalls normalerweise nicht ;-)

Egal- ich baue das Getriebe wieder zusammen und freue mich riesig, denn mit den neuen Wellendichtringen wird es später wieder perfekt dicht sein! Das Getriebegehäuse wiederum dichte ich mit normalem Hylomar ab. Vorher säubere und entfette ich natürlich die Dichtflächen.



**Abbildung 66: Einbringen von Klüber Isoflex NBU 15 Spindelfett in die alten, aber gereinigten Lager**

Bei den Kugellagern (ich lasse die bereits montierten drin, denn sie laufen noch tadellos und ohne Geräusche) bin ich mir nicht sicher, wie sie geschmiert werden. Immerhin läuft das Getriebe ja im Ölbad, daher vermute ich, dass überall dort, wo das Öl durch die Zahnräder hochgeschleudert werden kann und die Lager erreichen kann, das Schmiermittel "Öl" ist.

Doch an mindestens drei Lagern gehört vermutlich Fett hinein, denn sie wären durch einen Ölfluss vermutlich nicht erreichbar. Hier verwende ich das gute Isoflex NBU15 - das ich auch für die Spindellager benutze! Nach Art von Robrenz auf Youtube "massiere" ich das Fett unter langsamem Drehen in die Lager ein, während ich von oben mit einem kleinen Spachtel das Fett immer wieder in die Lager zurückdrücke. Robrenz hat dazu ein Werkzeug aus Hirsch-

horn (so meine ich verstanden zu haben). Ich benutze dafür -mangels eines greifbaren Hirschens- ein Kaffee-Umrührstäbchen von der Lufthansa. Es erfüllt denselben Zweck und ist auch noch gut biegsam, so dass man damit auch etwas "um die Ecke" kommt.

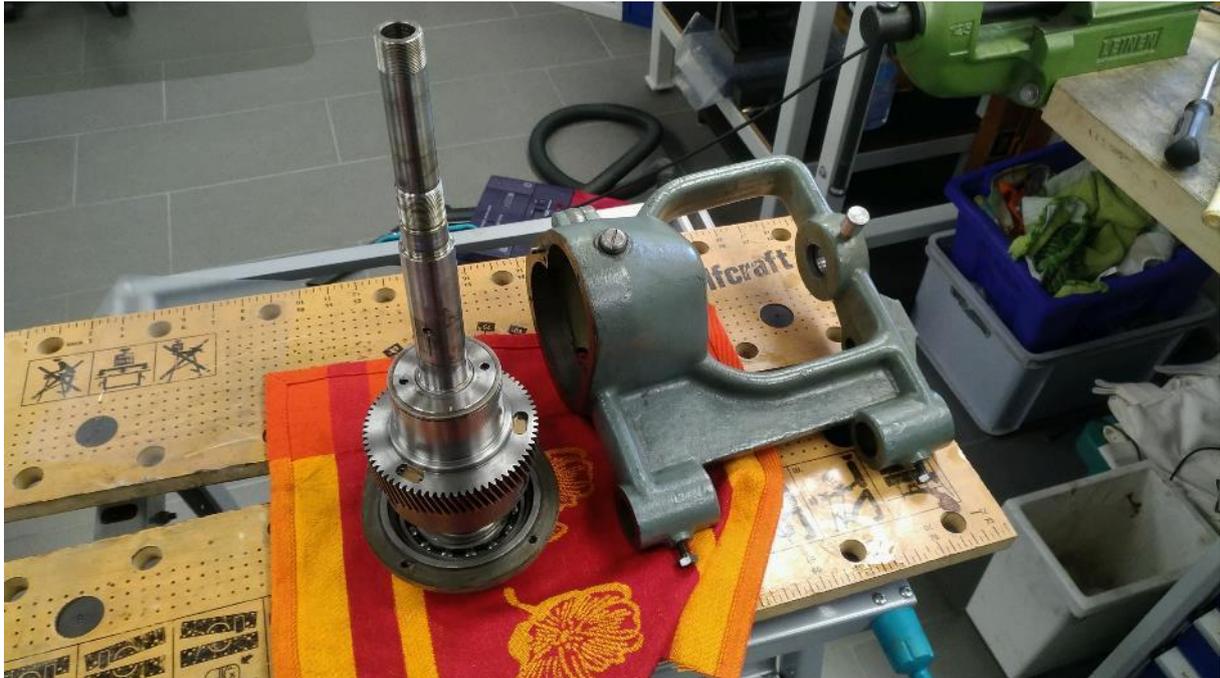
Am Ende sind die Lager super gefettet und drehen sich leicht und geräuschfrei.



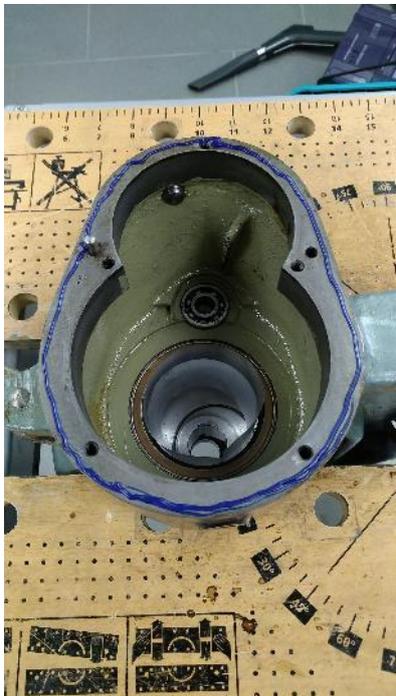
**Abbildung 67:** auch beim zweiten WeDi verwende ich den Schnellhefter-Trick



**Abbildung 68:** kurz vor dem Zusammenstecken



**Abbildung 69:** als nächster Schritt kommt das Einsetzen der linken Teils in die rechte Getriebeglocke- und dabei hat der damalige Instandsetzer den WeDi geschrottet!



**Abbildung 70:** mit normalem Hylomar aus dem Autobau dichte ich das Getriebe ab



Abbildung 71: Zusammenbau fast fertig



Abbildung 72: wieder Isoflex NBU15 hier hinein...



**Abbildung 73: ...und auch hier NBU15. Der Druck des neuen presst noch das alte Fett aus der Lager-  
schale heraus...**

Ich fülle brav die 100mL Öl ein (HLP46 Hydrauliköl), gebe noch einen kleinen Schluck auf's Haus zu, dann lasse ich es über Nacht auf der Werkbank stehen. Am nächsten Morgen: nicht ein einziger Tropfen Öl zu sehen! Super!



**Abbildung 74: hinein mit dem neuen Getriebeöl (HLP46, 100mL)**

## 12 Wiedereinbau



Abbildung 75: das aufgearbeitete und reparierte Getriebe e12- nun vollkommen dicht! 😊

Beim Wiedereinbau in die Maschine mache ich alles nur in umgekehrter Reihenfolge. Weil ich nun alles vorher einölen kann, flutschen die Achsen nun weitaus besser als vorher beim Ausbau und ich brauche nur wenig Hammerschläge. Die Position des Getriebes auf der Achse, die ich mir vorher mit einem Messschieber so akribisch ausgemessen habe, ist völlig unkritisch und ergibt sich durch Keilriemenlage zum Motor und der Spannhalterung quasi von selbst. Einzig und allein das Einsetzen der Passfeder zum Getriebe-Wahlhebel hin ist aufgrund des beengten Platzes etwas fummelig und erfordert Geduld.



Abbildung 76: das Getriebe e12 sitzt - und schnurrt wie ein Kätzchen!

Dann ist es soweit: die Maschine wird bestromt und in der langsamsten Position ein paar Minuten laufen gelassen, damit sich das neue Fett in den Lagern noch besser verteilen kann. Ich bin baff: das Getriebe läuft nun viel leiser als vorher. Auch das Umschalten zwischen den beiden Drehzahlen ist nun DEUTLICH sanfter und leichter als zuvor. Okay, das liegt sicher auch daran, dass ich die beiden Anschlagpunkte auch vorher gewissenhaft per Hand eingestellt habe, aber auch das ganze Gestänge ist nun sehr viel leichtgängiger als vorher.

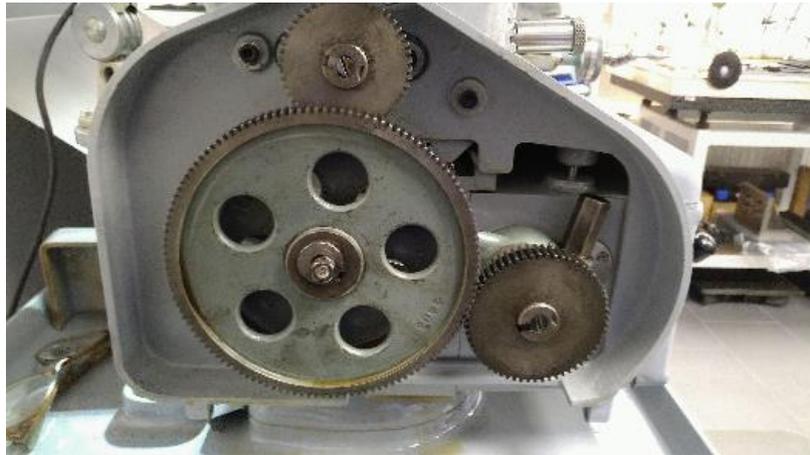
Ich schalte hoch. Höchste Drehzahl. Der Motor surrt, ebenso das Getriebe. Alles sauber und ohne störende Nebengeräusche. Wie eine tadellos laufende Nähmaschine. Und es bleibt trocken- nicht ein einziger Tropfen findet den Weg nach draußen! Herrlich!! Die Getrieberevision hat sich definitiv gelohnt.

Auch wenn es nun um was Doofes geht.....das Erneuern des Flachriemens!

## 13 Ich kann es nicht lassen...

Vorher jedoch ist die Versuchung einfach zu groß!

Nun, wo noch der Flachriemen ab ist, ist der Weg zum Abnehmen des Spindelstocks nicht mehr weit! Zu neugierig bin ich, einen Blick darauf zu werfen, wie das Bett darunter wohl aussieht, wie das mechanische Kraftschluss-Konzept ist, und auch, ob die Bettführungen einigermmaßen gerade sind. Ich wage es!



**Abbildung 77: Zahnräder im Getriebekasten**

Von hinten gibt es zwei dicke Innensechskant-Schrauben, mit denen man die beiden Spindelstock Klemmbolzen entriegelt. Die drehe ich. Schon kann ich den ganzen Spindelstock um ein oder zwei Zentimeter hin- und herschieben. Jetzt hängt er noch am linken Getriebekasten. Ruckzuck sind die Zahnräder abgeschraubt und die Schwinde (Schere) etwas heruntergeklappt. Nur noch zwei Innensechskantschrauben, dann kann der komplette Gehäusekasten abgenommen werden.



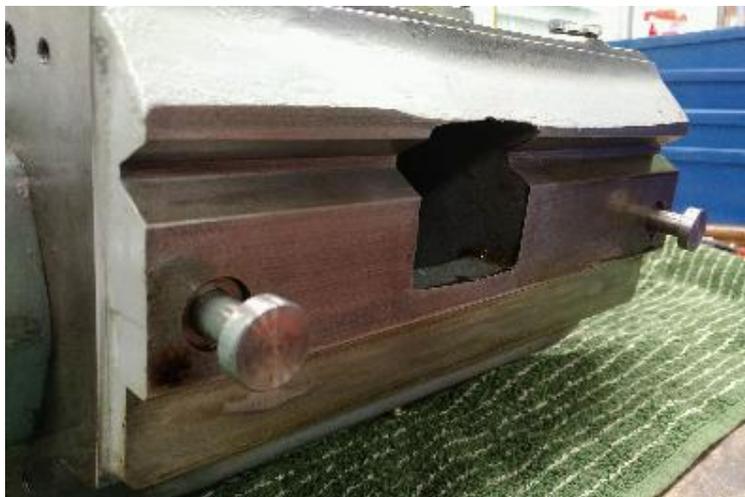
**Abbildung 78: linker Getriebekasten ist weg**

Ich schiebe den Spindelstock leicht nach rechts- und kann ihn schließlich abheben! Allerdings mit echter Anstrengung, denn das Teil ist wirklich schwer und nichts für Schwächlinge!



**Abbildung 79: der Spindelstock ist abgenommen**

Ich fotografiere schnell die unten liegenden Führungsflächen, denn wenn das Teil auf dem Rücken liegt, läuft natürlich sofort das Öl heraus. Dann stelle ich ihn auf zwei Holzleisten wieder hochkant hin auf die Werkbank.



**Abbildung 80: der Spindelstock von unten**

## 14 Ein Angebot

Dann flattert eine Email ein. Sie ist von Hrn. Kilgenstein persönlich, der mich kürzlich zum Erwerb der Leinen Maschine beglückwünscht hatte. Das fand ich sehr nett und zeigte mir, dass man trotzdem -bedeutet: obwohl man ein Geschäft führt, mit dem man Geld verdienen muss!- noch Leidenschaft für die Dinge empfinden kann, die man auch beruflich tut. Mir hat das so gefallen, dass ich ihn nach einem Angebot für einen neuen Flachriemen fragte.

Das kam prompt- und auch hier zeigt sich mal wieder die besondere "Klasse" der Leinen Maschinen. Natürlich werden hier nur die allerbesten Materialien verwendet und das -zusammen mit der leihweise zur Verfügung gestellten Presseinrichtung zum Verkleben- kommt schon auf einen nennenswerten Betrag. Meine Frau sagt, ich solle jetzt nicht am falschen Ende sparen und die Maschine mit einem falschen Riemen gleich wieder zerschrotten, aber ich zögere noch. Warum? Nunja- sobald ich in der Zukunft mal für irgendwas mal wieder den Spindelstock herunternehmen muss, bedeutet das gleich wieder einen neuen Riemen- und erneut diese Kosten! Mein Plan, die Maschine erstmal in einen normalen, betriebsbereiten Zustand zu bringen und dann erstmal zu BENUTZEN und nicht gleich wieder komplett zu restaurieren, gerät ins Wanken! Sollte ich die Investition des Riemens nicht lieber erst dann machen, wenn auch wirklich vorher alles "erledigt" ist, wozu man den Riemen zerschneiden müsste?

Also wirklich "alles"? ;-)

Was genau genau kann man den alles so "erledigen", wozu der Riemen runter muss?

### 1. Das e12-Getriebe.

Klar, das war ja auch der Initialgrund. Das ist aber wieder heil und ich glaube, dass die darin verbauten Kugellager auch noch eine lange Zeit störungsfrei laufen werden.

### 2. Das Spindellager und die Spindel

Beides sind ja die kritischen Bauteile an der MLZ4S. Sollte da was defekt sein, kommt es auf einen zerschnittenen Riemen auch nicht mehr an. Außerdem: hier wird man wahrscheinlich die Spindel selbst ausbauen müssen; dann muss man den Riemen sowieso gar nicht zerschneiden :-)

### 3. Geometrie zwischen Bett, Spindelstock und Reitstock

Bingo. Da wären wir dann doch wieder beim Schaben.



Abbildung 81:...und es geht schon wieder los!

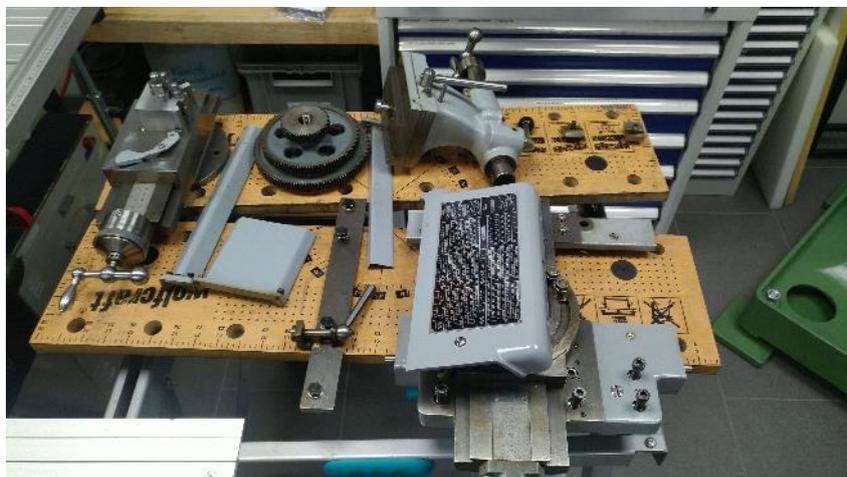
## 15 Das Bett

Es ist Sonntag Abend und wir wollen gleich eine gemütliche Fernsehstunde einlegen. Doch bevor die Familie zum entspannenden Teil des Tages übergeht, ist die Spannung einfach zu groß: ist das Bett -wie sonst bei Gebrauchsmaschinen üblich- direkt vor der Spindelnase auch bauchig abgenutzt? Ich eile in den Hausanschlussraum und hole mein 75cm Tuschierlineal heraus. Hastig drücke ich etwas von der Diamant Tuschierpaste auf das Lineal und rolle es aus. Dann rüber zur Leinen- ein erster hastiger Abdruck auf die hintere Flachführung- boah! Vielleicht nicht perfekt, aber sooo schlecht ist das auch nicht!



**Abbildung 82: erstes Tuschierbild der Führungsflächen**

Nun muss man genau gucken, welche Führung welchem Zweck dient. Der Bettschlitten läuft auf einem Prisma und einer Flachführung. Da 90% aller Dreharbeiten zumeist direkt vor dem Drehfutter stattfinden, erwartet man dort die stärkste Abnutzung im Bett. Doch hier scheint es anders: das Tuschierlineal liegt eher dort hohl, wo man (zumindest ich) eher weniger arbeiten würde: nämlich viel weiter rechts! Würde sich dieser Eindruck weiter erhärten, dann müsste das Bett der Leinen durch die weitere Benutzung (=Abnutzung im vorderen Bereich)= erstmal sogar noch BESSER werden, bevor es wieder schlechter wird!



**Abbildung 83: weg mit dem Bettschlitten!**

Aber so schnell schießen die Preußen nicht. Für ein belastbares Tuschiebild muss ich wirklich die gesamte Fläche von vorne bis hinten tuschieren und nicht nur den Bereich vor dem nach rechts gekurbelten Bettschlitten. Der Schlitten muss also ab, damit ich mein 1m-Tuschierlineal auflegen kann (das Bett ist genau 1,10m lang). Erst dann kann ich verlässliche Schlüsse ziehen. Doch ist das so einfach?



**Abbildung 84: der Oberschlitten ist abgebaut**

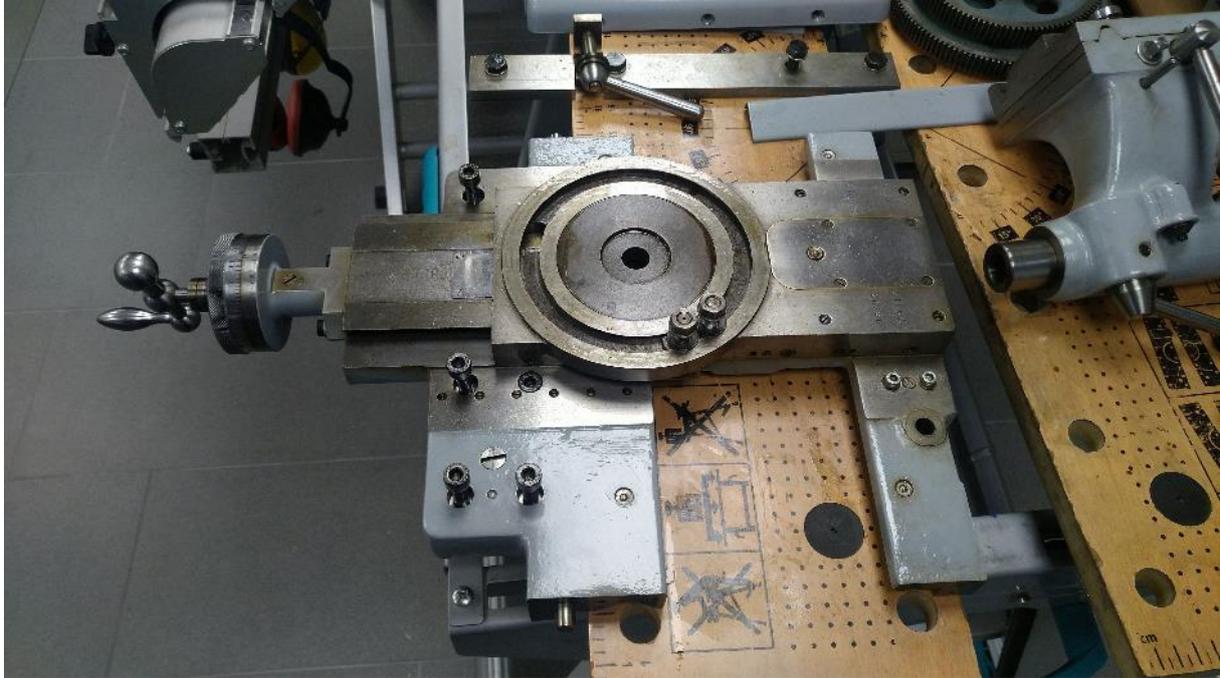
Man könnte ihn komplett abnehmen- dazu muss man allerdings auch die Zug- und Leitspindel ausbauen. Eine von beiden ist mit einem Sicherheitsstift im Innern des Multiplikatorkastens befestigt. Das bedeutet also: Multiplikator wieder öffnen, vorher das gesamte Öl wieder ablassen. Dazu habe ich\* keine Lust, sorry, denn den Kasten hatte ich gerade auf (sogar 2x, weil ich den Sitz eines Zahnrades nach dem 1. Zuschrauben nochmal korrigieren musste) und nochmal will ich die Sauerei nicht. Zumindest nicht so schnell- ich will die Maschine ja nicht komplett restaurieren, sondern nur was über den Zustand des Bettes wissen.

Kann man den Support vielleicht auch einfach oben abschrauben und den Schlosskasten hängen lassen? Sprich: der Schlosskasten mit Zug- und Leitspindel bleibt montiert; lediglich das Oberteil mit den beiden Schlitten für Quer- und Oberschlitten würde ich abnehmen. Geht das? Vielleicht- in der Anleitung steht leider nix. Doch eines muss ich von vorneherein sagen: wenn das alles ZU kompliziert wird, lasse ich das sein, denn solange ich noch immer eine zerlegte Deckel FP1 habe, die endlich auf Fertigstellung wartet, fange ich jetzt keine Nebenbaustelle an, die auch wieder Wochen oder Monate brauche würde. Jedenfalls keine \*weitere\* Nebenbaustelle ;-)

\* noch 😊

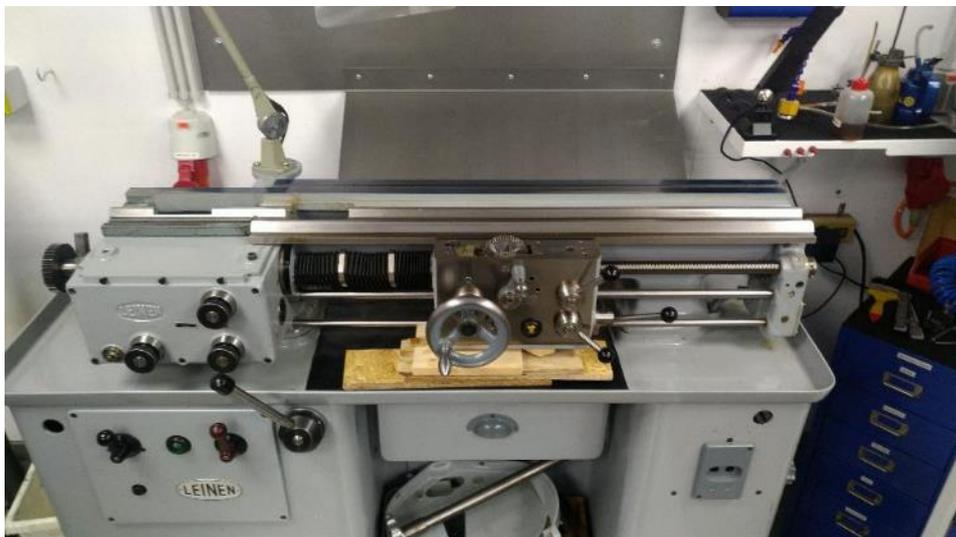
## 16 Support abbauen

Aber der bedarf es auch gar nicht. Das Abbauen des Oberteils des Bettschlittens ist gar nicht so schwer.



**Abbildung 85: der Support ist abgebaut!**

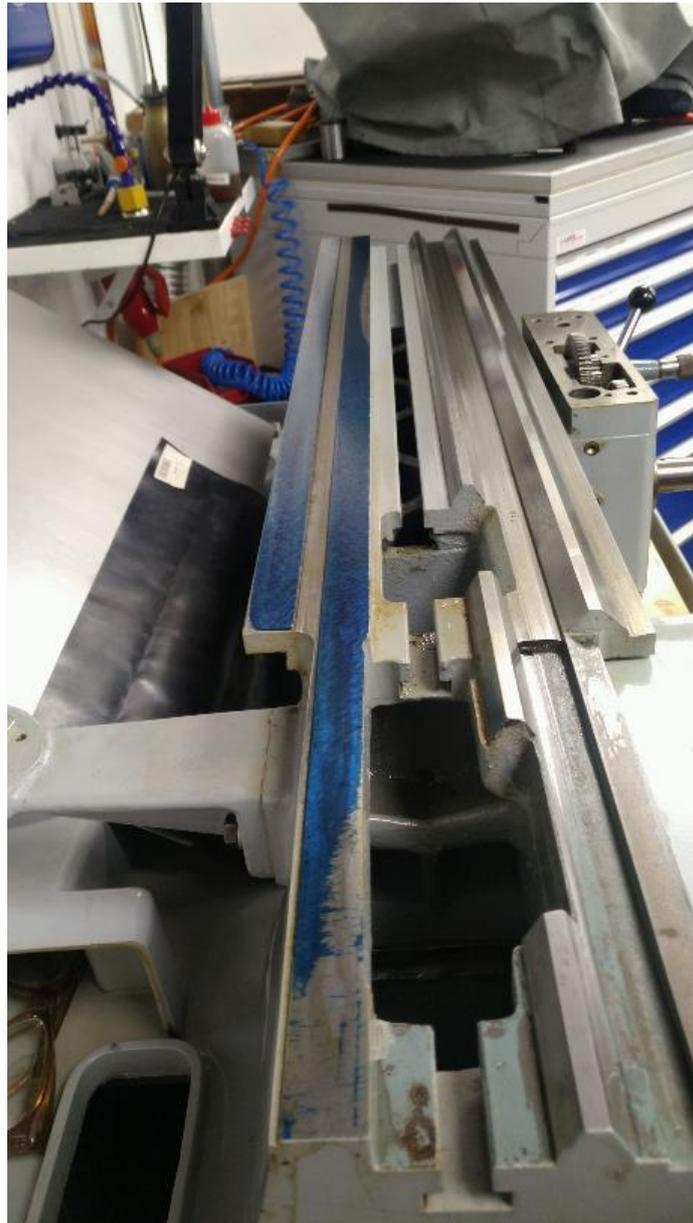
Erst vier 6Kant-Schrauben von hinten, die eine lange Metall-Schiene von unten gegen die Flachführung des Bettes drücken, und zwei von vorne. Dann ein paar Inbusschrauben von oben gelöst und schon kann man das komplette Oberteil mitsamt Quer- und Oberschlitten abnehmen und hat freie Sicht auf das Bett. Wichtig: weil der Rest des Bettschlittens (also der Schlosskasten) nun herunter hängt, habe ich ihn von unten mit ein paar Brettern und Keilen abgestützt, denn sonst laufe ich Gefahr, die Zugspindel zu verbiegen. Achja- die Schlossmutter habe ich natürlich geöffnet, damit auch hier keine Zuglast auf die Leitspindel kommt und ich sie nicht verbiege!



**Abbildung 86: so wird es einfacher gehen!**

## 17 Es geht los

Es hilft doch alles nichts. Ich beginne tatsächlich mit dem Überholen des Maschinenbettes. Denn wenn ich den neuen Flachriemen kaufe und einbaue, will ich ihn nicht gleich zwei Jahre später wieder zerschneiden müssen, nur weil ich dann vielleicht DOCH beschließe, das Bett einzuschaben. Dann mache ich das lieber gleich und baue den neuen Riemen erst dann ein, wenn wirklich alles fertig ist!



**Abbildung 87: nicht so wirklich schlecht, aber dennoch Spielraum für Schabearbeiten**

## 18 Die Situation

Das Maschinenbett der Leinen ist recht komplex. Es bietet sowohl für den Bettschlitten als auch für den Reitstock je eine eigene Flachführung und eine Prismenführung. Innen laufen Flach- und Prismenführung für den Reitstock; außer Flach- und Prismenführung für den Bettschlitten. Alles muss zusammen passen und parallel sein- und das auch noch zusätzlich zur Drehachse! Das ist quasi die Komplexität meiner LIP515 Flachscheifmaschine hoch 2!

Trotzdem beginnen wir mit der Flachführung. Die können wir "in einem Rutsch" machen- nämlich den Teil für den Bettschlitten und den Reitstock gleichzeitig.



**Abbildung 88: es geht los mit dem Schaben**

## 19 Flachführung

Das Bett ist genau 1,10m lang. Normalerweise ein Fall für mein 1,50m langes Tuschieerlineal. Weil das allerdings über 40kg wiegt und nur sinnvoll von zwei Personen gleichzeitig gehoben werden kann (ich kriege sonst immer "Rücken", wenn ich es allein anhebe), starte ich mit meinem 1m-Lineal. Das ist zwar auch schwer, aber noch durch eine einzelne Person bedienbar. Die restlichen 5cm an jeder Seite erreiche ich durch seitliches Verschieben des Lineals nach links und rechts. So groß ist der Fehler dann nicht, wenn man etwas aufpasst (z.B. könnte es Tuschiefehler geben, wenn die Enden höher liegen als die Mitte, aber das ist hier nicht der Fall).

Mein erster Abdruck mit extrem viel Farbe drauf zeigt grundsätzlich erstmal, dass das Bett gar nicht so schlecht ist. Wir reden von einer Abnutzung von etwa 20µm- und zwar auf der Reitstock-Bahn! Dort, wo die meisten Maschinen die stärkste Abnutzung haben (nämlich direkt vor dem Drehfutter) ist hier sogar ein Hochpunkt! Kaum zu glauben!

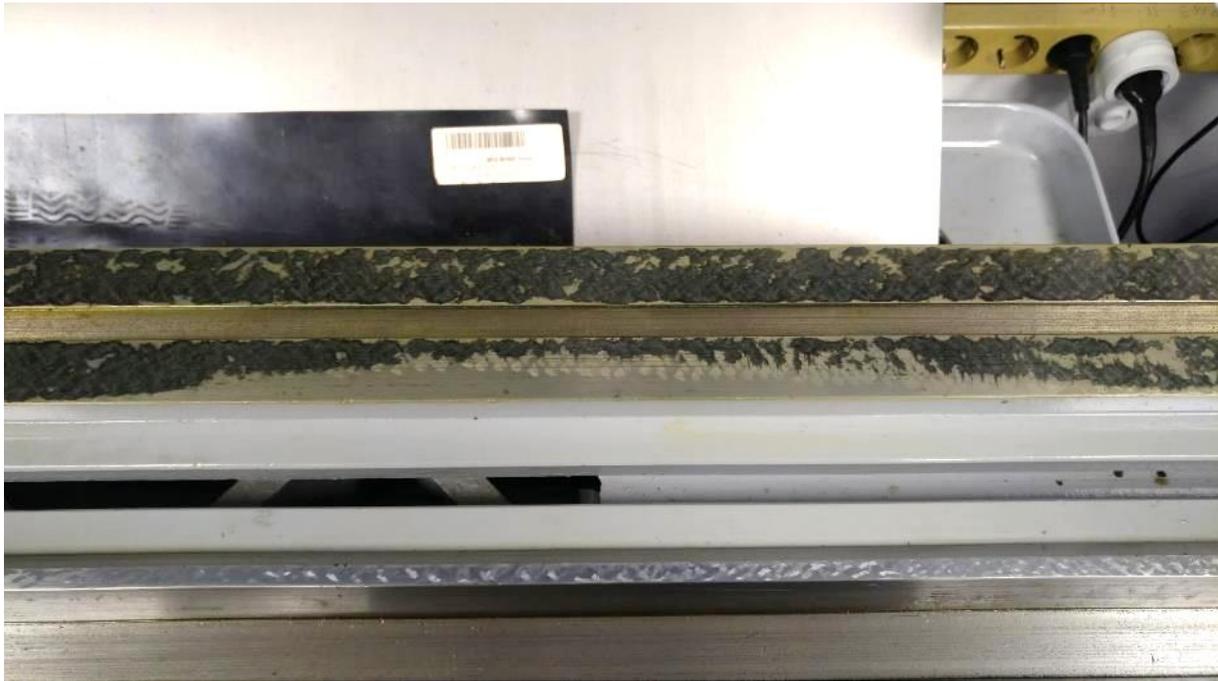
## 20 In Waage

Natürlich habe ich, bevor ich die Maschine schabe, die Aufstellung kontrolliert. Durch die 3-Punkt Lagerung des Maschinenunterstands ist das Ausrichten ein Kinderspiel. Das Bett selber habe ich ja nie vom Unterstand getrennt, daher muss ich davon ausgehen, dass hier auch noch alles original und korrekt ausgerichtet ist und keine unzulässige Verspannung auf dem Maschinenbett liegt. In der Bedienungsanleitung steht zwar, wie man das messen soll, aber nicht, wie man es korrigieren soll/kann, wenn die Ausrichtung "daneben" ist! Vielleicht durch Einschaben?!?!? Am Fuß des Maschinenbetts erkenne ich keinerlei Einstellschrauben und der Unterstand kann sich durch 3-Punkt-Lagerung -nach meinem Verständnis- konzeptbedingt nicht verspannen.

Ich fummele da also nichts herum, sondern kontrolliere mit einer Wasserwaage die im Manual beschriebenen Schritte. Das sah alles gut aus, also Feuer frei für die Schabemaschine.

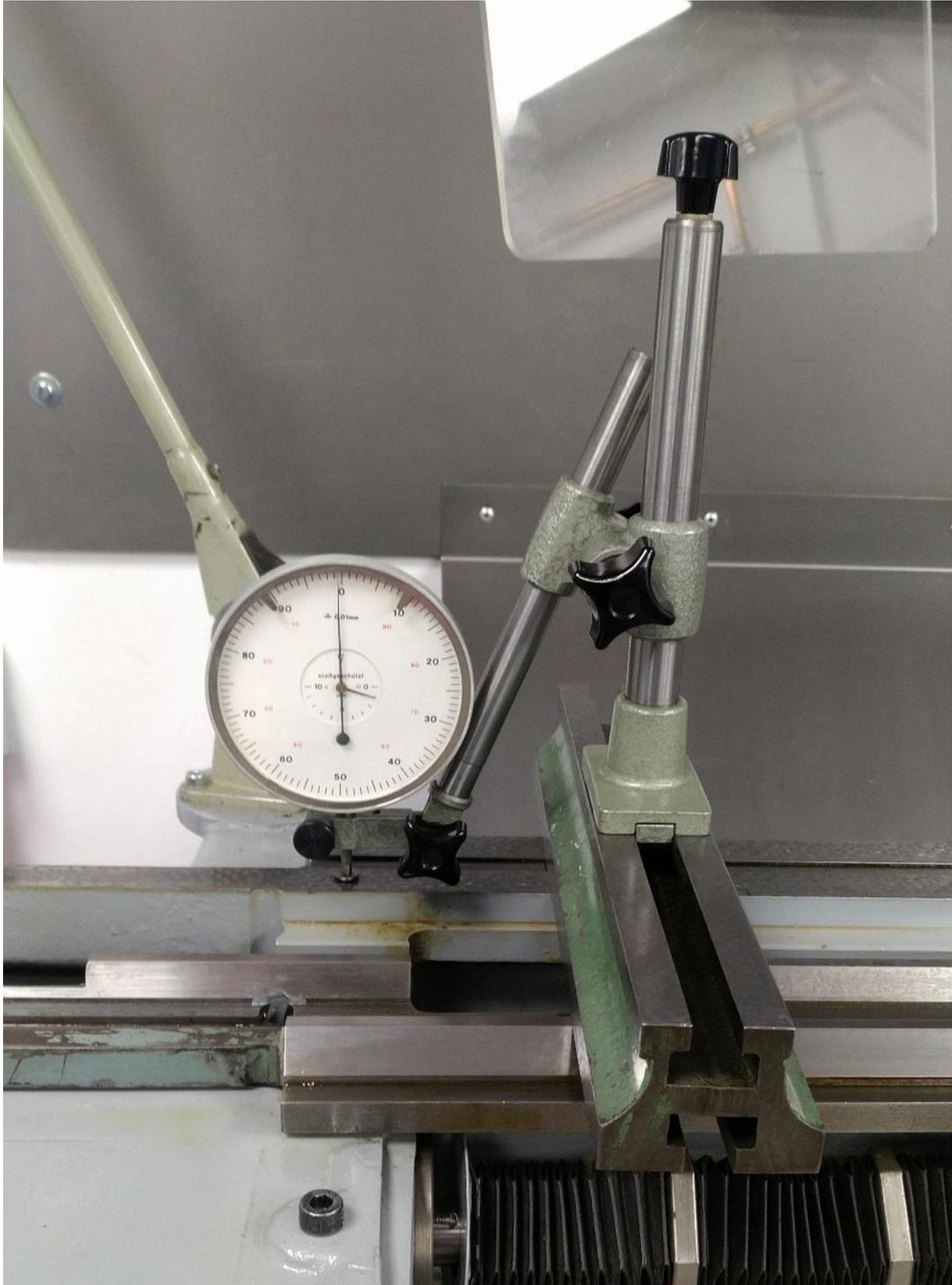
## 21 Flachführung schaben

Ich starte mit langer Biax-Klinge und mache auf dem blau tuschierten Bereich erstmal das Checkerboard-Pattern. Ich will die Fläche zuerst strukturieren, bevor ich geometrisch verändere. Sobald ich zwei bzw. dreimal drüber bin, zeigt sich weiterhin die Erhebung in der Bettmitte. Hier benutze ich noch eine Roughing-Technik; nämlich mit derselben Klinge das Abtragen von Material in kleinen Kreisen. Das mache ich aber vorsichtig und mit wenig Druck, denn diese Technik kann auch schon mal 100µm in einem Schlag wegnehmen, wenn man eine kurze Klinge mit viel Druck einsetzt und vorher gut gefrühstückt hat.



**Abbildung 89: da ist doch ein ziemliches Loch in der einen Flachführung**

Der Test mit der Messuhr und (eingeschabtem!) DDR-Messbalken legt nahe, dass wir es im rechten Drittel des Betten mit einem "Loch" von etwa 20µm Tiefe zu tun haben. Das ist nicht viel, daher werde ich die Roughing-Technik wohl nicht lange anwenden müssen. Die Bestätigung mit dem 75cm Haarlineal (ein längeres Haarlineal habe ich leider nicht) und Lichtspaltmethode bzw. Fühlerblattlehre bestätigt die Messung.



**Abbildung 90: Abfahren mittels DDR-Messuhr**

Ich stehe übrigens auf die Messinstrumente aus der alten DDR. Sie kosten meistens auch nicht mehr als asiatische Nachbauten- sind aber bedeutend stabiler.

Grundsätzlich sollte man sich bei solchen Schabe-Aktionen nie auf eine Messmethode allein verlassen, sondern sie durch alternative Prüfverfahren bestätigen, bevor man Späne macht. Mir bekannte Prüfmethoden sind z.B.:

1. das Tuschieen mittels Tuschieerlineal und Farbe
2. das Haarlineal mit Lichtspaltmethode
3. dito, mit Fühlerblattelehre
4. Klopfen mit dem Gummihammer (Geräusch analysieren)
5. Abfahren mit der Messuhr
6. Hinge-en mittels Tuschieerlineal (Drehpunkt(e) ermitteln)
7. Messung mit Präzisions-Wasserwaage (bis zu  $20\mu\text{m}/\text{m}$ )
8. Abfahren mittels Schlitten; z.B. Kingway-Tool
9. Hi-Spots mittels Granitplatte polieren (Dive-Bomb Technik)
10. inverse Messung mittels Planekator (= Referenzlineal z.B. aus Granit im genau definierten Abstand drüber legen und von unten hochmessen)
11. 3D-Messverfahren (z.B. Lasermessung, Koordinatenmessmaschine usw.)

Es ist manchmal gar nicht so leicht, die "richtige" Prüfmethode zu finden bzw. anzuwenden. Quasi *\*immer\** setzt das auch das profunde Verständnis über Sinn und Zweck der relevanten Führungsflächen der Maschine voraus. Erst wenn man verstanden hat, wie die Maschine funktioniert und auch was das angewendete Prüfverfahren leisten kann (und was nicht!), kann man sich darauf verlassen.



**Abbildung 91: immernoch gute  $20\mu\text{m}$  zu holen**

Bei mir setze ich das Flachführungs-Schaben fort. Eine Flachführung gerade und eben zu machen, ist zu Beginn immer erstmal der richtige Schritt. Ggfs. wird man die Führung dann noch neigen oder drehen müssen (Step-Scraping), aber auch das gelingt umso besser, je gerader und gleichmäßiger die zu bearbeitende Bahn zu Beginn erstmal ist.

## 22 Denis

Ich komme über das Thema "Flachriemen" mit Zerspanungsbude-Mitglied Denis in Kontakt, dem ich dank seiner hervorragenden bebilderten Berichte sehr viel Wissen über die Leinen MLZ4 verdanke. Es zeigt sich, dass er sich zum "Probieren" auch erstmal einen einfacheren Lederriemen zum Zusammennähen geordert hat. Das ist vielleicht eine gute Idee, denn den kann man auch mal schnell eben wieder ohne große Folgekosten auftrennen, wenn man irgendwann merkt, dass man an der Maschine doch noch was nachträglich korrigieren muss. Und danach eben wieder zunähen ;-)

Denis schreibt, dass bei ihm die Führungen gehärtet seien, er also dort nicht schaben könne, sondern vermutlich schleifen müsse. Und er fragt, ob es auch bei mir so sei, dass die Oberkante der Prismenführungen ebenfalls exakt auf Höhe der Flachführungen sei. Ja, ist sie! Und es muss ja auch so sein, denn sonst könnte man ja den in der Bedienungsanleitung vorgeschlagenen Test mit der quer über das Bett gelegten Wasserwaage ja nicht machen!

Mein Tuschieerlineal ist allerdings nicht so breit, dass ich immer alles mit erfassen kann, somit ist mein Plan, die Oberseite der Prismen erst in einem zweiten Gang auf Höhe zu bringen – und zwar mit meiner kleinen Granitplatte (300x200mm), die ich ja auch schon für das Planen der Oberseite meiner Deckel FP1 Maschinensäule benutzt habe.

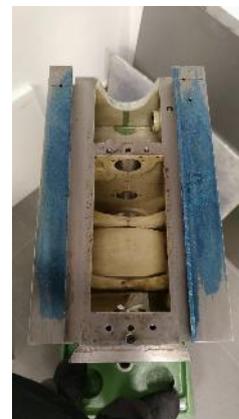


Abbildung 92: kleine Granitplatte als Tuschieerlineal – hier bei der Fräse angewendet

Natürlich wäre es am allerbesten, das Maschinenbett vom Unterstand zu lösen und dann kopf-über auf eine große Tuschieplatte zu legen. Aber dafür müsste ich nicht nur alles andere vom Bett abschrauben (Multiplikator, Leitspindel, Schlosskasten, Elektrik), sondern das Bett selbst ebenfalls. Und dann müsste ich das Bett jedes mal mit einem Kran auf meine Granitplatte heben, um 180° drehen und dann tuschieren. Nebenbei bemerkt ist meine Tuschieplatte auch "nur" 1000x630mm groß, das Bett aber 1,10m lang. Ich müsste also entweder über die Diagonale tuschieren oder das Bett über die Ränder der Platte hinaus hin- und herschieben. Optimal wäre auch das nicht.

Aus diesen Überlegungen heraus möchte ich mir das "nicht geben". Ich werde die Maschine also an Ort und Stelle einschaben, wie man es bei großen Maschinen ja auch macht. Möglicherweise werde ich irgendwann gegen Ende der Schabeaktion mal Lennart bitten, mit mir zusammen den "finalen Abstrich" ;-)) mit meinem 1,50m 40kg Tuschieleinal zu machen, aber auch das wird vermutlich gar nicht nötig sein.

## 23 Messung

Denis fragt ebenfalls, ob ich das Bett denn "gemessen" hätte. Das ist so eine Sache, aber dazu kommen wir jetzt, denn ohne richtiges Messen kann der allerbeste Schaber keine Qualität herstellen.

Das richtige Messen geht grundsätzlich immer nur gegen eine vorhandene Referenz. Und da ich das Heben des Maschinenbettes auf meine Granitplatte aus den eben beschriebenen Gründen nicht machen möchte/kann, muss ich mir meine "Referenz" erst einmal schaffen. Das kann z.B. ein aufgelegtes Parallel-Tuschierlineal sein- oder wird die Flachführung selbst. Dazu mache ich sie erstmal richtig gerade, damit sie anschließend erstmal zum richtigen Messen taugt.

Vorher kann ich natürlich mit Messuhrhalter und Puppitast über die Flachbahn sausen und lokale Löcher damit erkennen. Aber es ist immer gefährlich, wenn man mit der Messuhr auf demselben Bett herumfährt, das man eigentlich misst. Man hat keine unabhängige Referenz mehr, sondern die Referenz selbst ist noch Unebenheiten unterworfen, die die Messung verfälschen. Man misst quasi die "1.Ableitung" der Höhe, nicht mehr die Höhe des Bettes selbst!

Trotzdem: für erste Eingangsuntersuchungen kann (und sollte man) das machen. Aber primär nur dafür, um das erhaltene Tuschierbild zu bestätigen. Die "richtige" Messung geht in dieser Situation eigentlich nur mit einer Konstruktion wie dem Kingway-Tool! (und auch das benötigt immer eine wirklich gerade geschabte Fläche als Bezugspunkt!)

Apropos...



Abbildung 93: mein selbstgebauter "Mini-Richard" beim Einsatz an der Fräse

## 24 Mini-Richard wird erwachsen

Ich stehe schon wieder vor derselben Situation: ich muss mir ein Messgerät bauen. Und diesmal nicht nur ohne eine funktionierende Fräse, sondern ebenfalls ohne eine funktionsbereite Drehmaschine!

Aus meinem letzten Schabeprojekt (LIP515 Flachschleifmaschine) ging ja "Mini-Richard" hervor. Nun muss ich Mini-Rich um eine neue (größere) Abtast-Röhre erweitern, denn die bislang selbstgebaute ist zu klein und passt nicht auf die Prismenführungen der Leinen.

Im Internet finde ich die Original-Abmessungen der Röhren, wie sie im Kingway-Alignment-Tool verwendet werden. Diese nachzubauen, wären sicherlich ein sehr interessantes Projekt, allerdings nur für Besitzer einer funktionierenden :- ) Drehmaschine und Fräse.



Abbildung 94: neue Abtaströhre für Mini-Richard

Bis dahin muss ich mir also was anderes einfallen lassen. Ich krame in meinem Materialschrank. Ich finde zwei alte Kugellager, die ich mal aus meiner Myford ausgebaut habe. Aus Kugellagern kann man oft was Tolles bauen, denn sie haben gehärtete und meist sehr gut rund laufende Oberflächen und im Innern ebenfalls meist sehr rund laufende und gehärtete Kugeln. Ich schlage mit einem Körner Stück für Stück den Kugelkäfig heraus. Dann rolle ich alle Kugeln an einer Ecke zusammen und hebele (mit etwas Gewalt) den inneren Ring heraus.

Dieser hat genau 15,86mm Innendurchmesser. Davon habe ich zwei. Mein Plan ist, diese beiden Ringe aufzutrennen, die Trennstelle an der Flachschleifmaschine paarweise zu schlichten und dann auf ein Stückchen 16mm-Rohr an beiden Enden aufzuschieben. Das Rohr selbst schlitze ich mit der Bandsäge längs auf, so dass ein etwa 1cm breiter Längsschlitz entsteht. Oben noch ein Loch mit Gewinde rein, dann müsste die neue "Tube" für Mini-Rich fertig sein. Oder?

Klar, eigentlich müssten die Kanten an den vier Kontaktflächen der Kugellager-Ringe leicht rund sein (ballig). Das kann ich mit meiner Flachschleife wahrscheinlich nicht hinkriegen. Vielleicht kann ich hinterher mit dem Dremel die Kanten etwas glätten, aber mit einer Feile werde ich an dem gehärteten Ring nicht viel ausrichten können. Aber auch wenn ich die Kanten vermutlich nicht perfekt hinkriege: egal- einen Versuch ist es trotzdem wert! Und außerdem habe ich ja eh keine andere Wahl. Zu kaufen kriegt man so ein Kingway-Tool ja quasi nicht. Zumindest nicht gebraucht und für Bastler-kompatible Preise!

Ich bestelle einen halben Meter Präzisions-Rundrohr mit 16mm Außendurchmesser und 3mm Wandstärke. Ich möchte das deshalb so dick, damit man genug Gewindegänge in das Material kriegt, wenn man später ein Gewinde für Rundstab reinschneidet.

Soweit ich weiß, hat das kleinste der Kingway-Tools (HK100) eine Hülse mit Außendurchmesser von 0,875 inch = 22,225mm und Innendurchmesser von 0,475inch = 12,065mm bei einer Länge von 3,5 inch = 88,9mm. Der Winkel der geschlitzten Öffnung beträgt angeblich 60° bei einer Balligkeit von 3/32 inch = 2,38mm Kantenradius. Die Breite der vorspringenden Auflageflächen (=die 22,225mm) sei 1/2 inch = 12,7mm. Die Bohrungen zum Einschrauben der Stange liegen bei 150, 180 und 270°.

Nun, ich will ja hier keine 1:1 Kopie bauen. Nein, ich KANN hier auch keine 1:1 Kopie bauen :-). Ich mache mir was Eigenes, aber es schadet ja nicht, sich vom dem Original, das ja zweifelsfrei funktioniert, grob inspirieren zu lassen. Bei 16mm Außendurchmesser des Rohrs und 3mm Wandstärke ergibt sich bei mir einen Innendurchmesser von 10mm. Also etwas kleiner als das HK100 (ca. 12mm). Das macht nix, denn auch der Außendurchmesser wird etwas kleiner sein der des HK100. Ich rechne hier mit etwa 20mm Außendurchmesser. Insgesamt wird meine Version also etwas kleiner als das Original (ca. 17% kleiner), aber die Proportionen stimmen. Macht nix, heißt ja auch "Mini-Rich", daher ist der Name Programm. Wenn ich die 17% Verkleinerung ebenfalls auf die Rohrlänge übertrage, müsste mein Rohr dann auch etwa nur 74mm lang werden (statt 89mm beim HK100).

Prima, das scheint doch alles gar nicht so schlecht zu werden. Wichtig ist nur, dass der Ausschnitt des Kugellager-Innenrings genau so breit ist, dass er die Prismenführung etwa in der Mitte erwischt; also nicht ganz unten am Boden, aber auch nicht ganz oben auf der Krone entlangrutscht. Das werde ich durch Versuch und Irrtum einfach Stück für Stück anpassen müssen. Am besten mit einem kleinen Schlitz anfangen und ihn so lange breite schleifen, bis der Ring ungefähr mittig auf der Führung aufsetzt.

Ich zerlege also meine alten Kugellager und bestelle 50cm des 16mm-Rohrs. Während ich auf die Bestellung warte, schabe ich weiter.

## 25 Schaben

Nach etwa 5 oder 6 sehr vorsichtigen Durchgängen erhalte ich zum ersten mal zwei Drehpunkte und nicht mehr einen einzigen. Bedeutet: von jetzt ab werden die Drehpunkte des Tuschierlineals immer weiter nach außen wandern, bis sie schließlich bei etwa je einem Drittel vom Ende des Lineals liegen. Wenn das erreicht ist, ist die gewünschte Ebenheit meist erreicht und geht es bei der weiteren Bearbeitung dann eher um die Erhöhung der Anzahl der Kontaktpunkte pro Fläche und nicht mehr um die Erreichung weiterer "Gradheit".

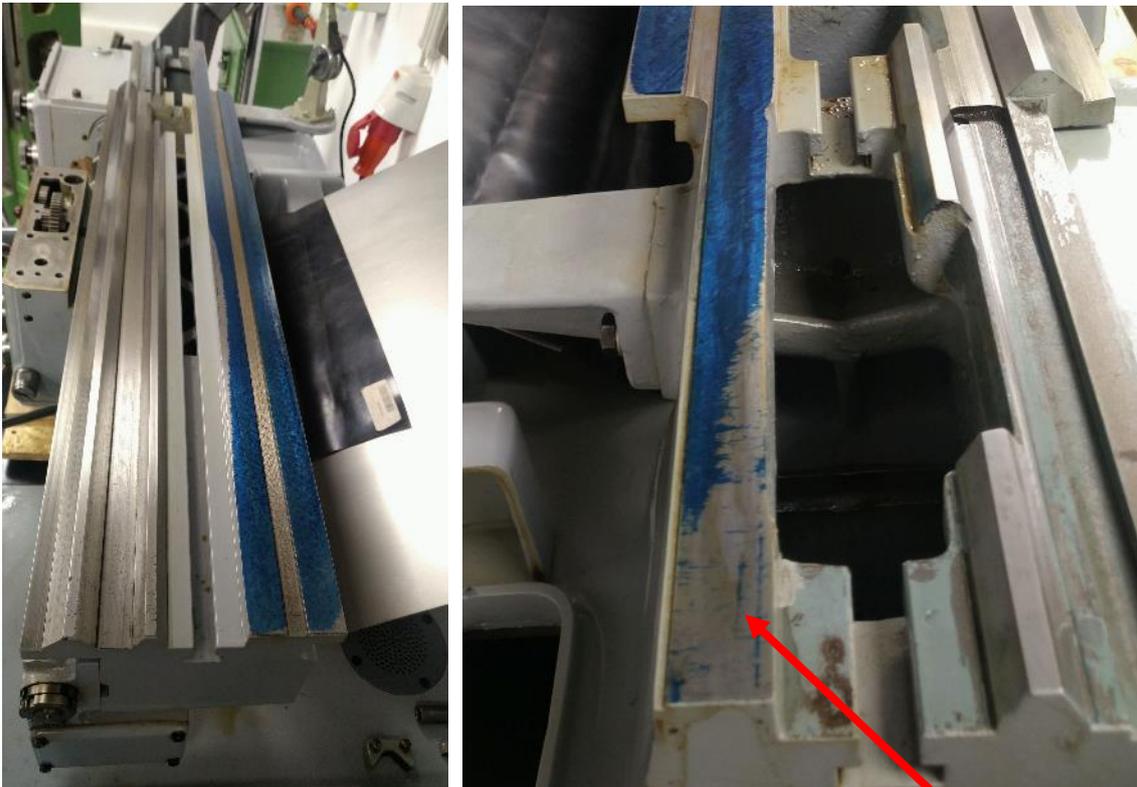


Abbildung 95: links: Tuschierbild der Flachführung; rechts: unter dem Spindelstock ● kippt die Fläche jedoch ab!

So weit sind wir aber noch nicht. Insbesondere im Bereich des unteren linken Endes des Spindelstocks scheint das Bett ebenfalls um etwa 20...30µm abzufallen. Hat hier vielleicht jemand bewusst versucht, den Spindelstock so auszurichten, dass sich seine Drehachse etwas in der Höhe nach oben anhebt? Nur- geschabt ist die Fläche nicht, sondern geschliffen! Denn hätte sie jemand geschabt, würde man das unter dem Spindelstock heute definitiv noch sehen, denn der stationär stehende Spindelstock hätte die Fläche darunter für die Ewigkeit konserviert!

Ich frage mich, ob man das Bett bei der Aufarbeitung (da bin ich bin inzwischen sicher, dass diese Maschine irgendwann einmal eine erfahren hat!) auch neu geschliffen wurde? Ich könnte es mir bald vorstellen, denn wenn man erstmal alles an Teilen an der Maschine auseinander- und abgebaut hat, ist der Weg zur Schleiferei nicht mehr weit. Nur- warum sehe ich dann hier so ein untypisches Abnutzungsbild? Dort, wo normalerweise die höchste Beanspruchung ist, habe ich noch am meisten Material? Wurde die Maschine beim Nachschleifen vielleicht verspannt, so dass man unfreiwillig einen kleinen "Buckel" ins Bett geschliffen hat?!?! Im Moment sieht das fast so aus!

Wie immer es auch ist- ich werde das hier korrigieren. Und dabei muss ich unbedingt beachten, dass ich das Bett nicht nur flach, sondern auch in der Geometrie korrekt einschabe. Natürlich müssen die Flächen alle parallel zueinander sein- aber eben auch zur Drehachse der Maschine! Und da wird es jetzt interessant...

## 26 Drehachse

Die MLZ4S hat mit knapp 25mm ja einen deutlich größeren Spindeldurchlass als meine Myford vorher hatte. Das freut natürlich, aber gleichzeitig ist das nun auch ein kleines Problem: während ich in die Myford mit ihrer MK2-Aufnahme ganz bequem einen MK2-Prüfdorn einstecken und den mit der Messuhr abfahren konnte, so verfügt die Leinen leider über keinen Standard-Morsekonus in der Spindel, sondern eine Aufnahme für 363E Zugspannzangen! Davon habe ich zwar vom Verkäufer gleich 2 Sätze mitbekommen, allerdings sind die natürlich auch nicht neu und können mir damit natürlich weitere Probleme einbringen (Rundlauf, Fähigkeit zum Festspannen, Abnutzung). Erstmal gehen die Dinger "nur" bis 22mm- d.h. eine MK3-Testbar passt da leider auch mit ihrem gerade Ende nicht hinein, weil sie zu dick ist. Also die MK2-Testbar. Die hat am einen Ende ja den MK2-Kegel, aber am anderen etwa 17,3mm konstante Prüfstabdicke. Ich wähle eine 17,5mm Spannzanze und setze den Prüfdorn ein (aber natürlich "verkehrt" herum- mit dem Morsekonus-Ende zum Reitstock zeigend). Ich ziehe fest- und sie wackelt leicht! Verflixt! Dasselbe mit einer anderen 17,5mm Spannzanze! Warum wackelt sie denn- darf das denn sein? Ist das freie Ende vielleicht zu lang? Ragt es zu lang heraus? Ist das normal oder nicht? Ist der Spannbereich mit 0,2mm vielleicht zu groß? Aber wenn sich die Spannzanze nur um 0,1mm zusammenziehen könnte, dann müsste es doch auch Spannzanzen in 0,1mm-Schritten geben und nicht 0,5mm, oder?

Hmm....

Wenn ich also meine MK-Prüfstäbe nicht benutzen kann, dann muss ich auch hier improvisieren. Ich habe gute Erfahrungen mit Präzisionswellen aus dem Internet gemacht. Die sind auf h6 Genauigkeit geschliffen und nach eigenen Messungen halten die ihre Maße wirklich sehr gut ein. Weil ich keine Ahnung habe, mir wieviel Auskrägung eines 363E-Spannzanze so eine 20mm-Welle noch sicher hält, bestelle ich gleich drei Wellen in 100mm, 200mm und 300mm Länge. Mehr hat wohl keinen Sinn, denn dann ist der ganze Aufbau irgendwann nicht mehr steif genug und die Welle hängt durch ihr Eigengewicht am Ende schon zu sehr durch, um noch vernünftige Messungen machen zu können.



Abbildung 96: Prüfung der Spindelausrichtung in Z- und X-Achse

Ich bin also (leider) auf die Spannzanzen angewiesen. Auch wenn es von den 363E-Zugspannzangen auch theoretisch im Leinen-Prospekt einen Adapter auf MK2 gab, so lag meinem Satz so eine Hülse leider nicht bei. Schade, denn das hätte mir jetzt echt geholfen!

Doch am Ende finde ich für knappe 100€ eine Lösung: ein 18mm Präzisions-Prüfdorn mit knapp 20cm Länge und einer garantierten Zylindrigkeit von max. 1,6µm. Ich bestelle mir einen und finde mit der Messuhr keinen Grund zur Klage! Nun gut, so richtig „brauchen“ werde ich den Stab erst, wenn ich den Maschinenstock einschabe, aber das wird noch ein wenig dauern.

## 27 Teenage-Rich

Bereits am nächsten Tag kommt das bestellte Rohr und mit einem Durchmesser von 16,02mm verdient es wirklich den Namen "precision". Ich schneide mit der Berg&Schmidt Metallkreissäge ein 75mm langes Stück ab und schneide mit der Flex zwei lange Schlitzte hinein. Klar, meine Metallbandsäge hätte das auch geschafft, aber ich hatte Bedenken wegen einer sicheren Aufspannung, und da es hier nur um eine Freimachung geht und keinen Einfluss auf die Genauigkeit hat, ging es auch super mit einer dünnen Trennscheibe. Danach mit der Feile noch etwas nachgearbeitet und mit Schleifvlies poliert, sieht es gar nicht so schlecht aus.



Abbildung 97: neue ● Abtasterröhre von unten gesehen

Nun kommen die Kugellager-Innenringe dran. Auch hier schneide ich mit der Flex eine erste Kerbe hinein. Mit meiner Stichschleifmaschine und Edelkorund-Topfscheibe erweitere ich die Kerbe bis auf etwa 10mm. Zwischendrin probiere ich immer wieder den Sitz auf der Prismenführung. Also ich der Meinung bin, dass der Ring gut aufsitzt, wechsle ich auf eine feine Diamantscheibe und versuche (von Hand!), die Seiten leicht ballig zu schleifen. Das wird mir einigermaßen gelingen, aber natürlich wird mein Schliff am Ende nicht absolut rechtwinklig sein, so dass die fertige Röhre nachher nur an Punkten, aber nicht vollflächig aufliegen wird. Das ist aber nicht so schlimm- der zum Teenager gewordene Mini-Rich wird trotzdem funktionieren!

Ich klopfe die geschliffenen Ringe auf den geschlitzten Grundkörper auf, bohre oben ein Loch mit M3-Gewinde und fertig ist die Sache. Nicht perfekt, aber immerhin muss ich alles von Hand machen und dafür ist es ziemlich gut geworden, finde ich.



Abbildung 98: funktioniert!

## 28 Eigentlich wollte ich doch nicht...

...aber natürlich kommt es so, wie es bei mir IMMER kommen muss: ich ziehe die MLZ4S „blank“!

Bereits während des Schabens der ersten Prismenführung kamen mir so langsam Zweifel, ob ich die Maschine nicht noch weiter auseinander bauen muss. Natürlich kann man die Flachführungen –und auch die Prismen- mit etwas Akrobatik und Verbiegen vor der Maschine schaben. Nicht immer ist es leicht und auch die schwere Schabemaschine von oben in „Doppelgehrung“ zu halten und auch noch präzise dabei zu führen, verlangt Kraft und Ausdauer.

Aber das geht alles noch. Schlimmer: wie jedoch soll ich die Unterkanten der Flachführungen schaben (Fläche A und J)?

Ignorieren kann ich diese Flächen nicht, denn dort krallt sich später der Bettschlitten von unten fest. Eine stabile und gerade Führung ist hier genauso wichtig wie bei den Prismen- denn schließlich soll sich der Schlitten später nicht bei Belastung durch den Drehmeißel aus dem Bett heben und irgendwo unterwegs klemmen!

Und da kommt jetzt das Problem: spätestens bei Fläche J ist mir da immernoch der Schlosskasten und die Leitspindel im Weg. Ich komme mechanisch einfach nicht dran- selbst wenn ich schon den Weg des „Kopfüber-Schabens“ akzeptieren würde.

Was also machen?

Am liebsten natürlich alles abschrauben und das Maschinenbett mit einem Kran komplett runterheben. Logisch.\*

Aber vielleicht gibt es auch einen Kompromiss- nämlich nur das Abschrauben des Schlosskastens mit seinem Zug- und Leitspindelgedöns. An einem Samstagmorgen gegen 8 Uhr entschlief ich mich dazu.

\* Spoiler! Ihr ahnt das Unheil schon, oder?



Abbildung 99: Spoiler-Alarm!!!

## 29 Abschrauben des Schlosskastens

In der Leinen Bedienungsanleitung steht das grundsätzliche Vorgehen drin. Und genauso muss man es auch machen. Hier noch ein paar Details dazu.

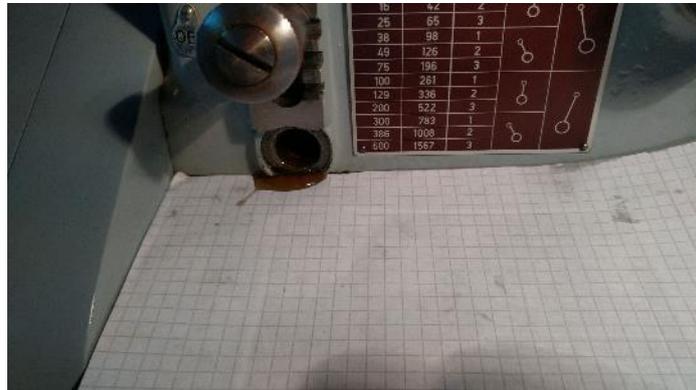


Abbildung 100: Öl mal wieder aus dem Multiplikator rauslassen...

### 29.1 Multiplikator

Auch ich habe zuerst das Öl aus dem Multiplikator (mal wieder- jetzt schon zum vierten mal!) abgelassen und ihn geöffnet, damit ich an die beiden Zylinderstifte draufkomme, um die Leitspindel abkoppeln zu können. Wichtig ist hierbei, dass man wirklich ganz oft die Achsen (wo sonst die Verstellknöpfe drauf sind) wieder in das Gehäuse zurückdrückt, während man die Multiplikator-Frontplatte vom Gehäuse abhebelt. Macht man das nämlich nicht, fluppen die Achsen aus dem Multiplikator heraus. Das Zurückstecken an sich ist gar nicht das Problem- vielmehr jedoch, wieder die richtige Position der Zahnräder zu finden! Steckt man die Achse versehentlich auch nur um einen einzigen Zahn verkehrt wieder zurück, rasten die Gängen später nicht an den richtigen Positionen ein! Dann muss man wieder alles auseinanderbauen (Öl ablassen inklusive ;-), die betreffende Achse herausziehen und einen Zahn weiter verdreht neu einstecken. Dann wieder zusammenbauen und probieren, ob die korrekte Zusammenbauposition getroffen wurde. Wenn nicht- nochmal alles auseinander und einen Zahn weiter einstecken. Try and error! Das kann dann dauern!

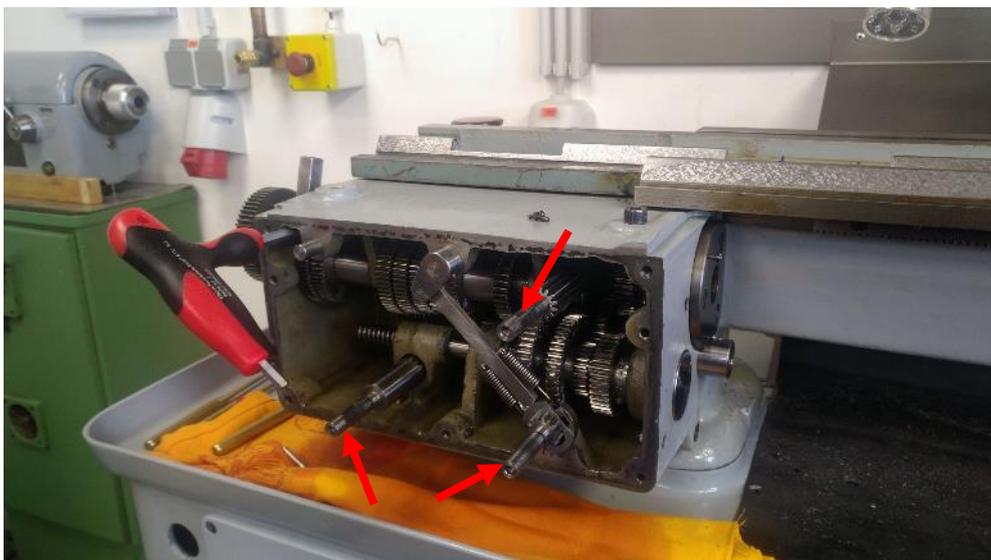


Abbildung 101: aufpassen: diese drei Achsen dürfen während der Montage keinesfalls herausfallen, denn sonst findet man die richtige Einsteck-Position nicht mehr so einfach!

Die beiden Zylinderstifte im Multiplikatorkasten kann man mit einem Durchschläger einfach raushauen. Das Problem: sie fallen nach hinten in den Multiplikatorkasten und verschwinden dort irgendwo. Nur mit Taschenlampe und Magnetstab finde ich die beiden und fische sie schließlich heraus!



**Abbildung 102: da hinten sind die beiden Zylinderstifte für die Leitspindel versteckt!**



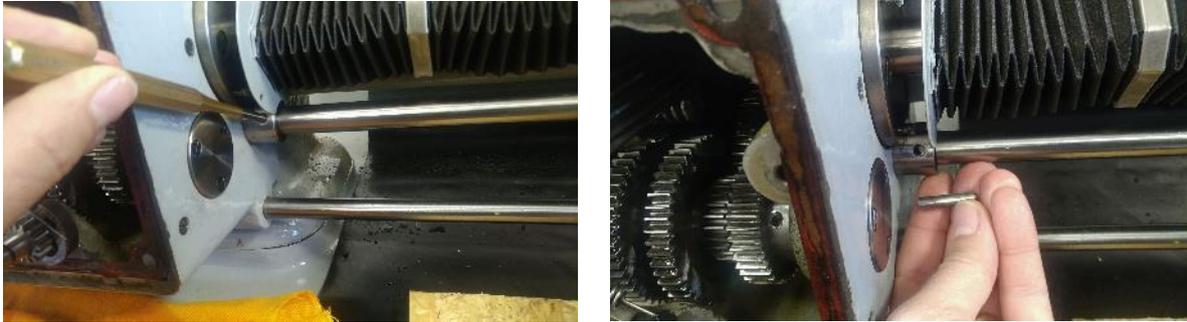
**Abbildung 103: einer der beiden Zylinderstifte!**

Danach schnell wieder den Deckel provisorisch drauf, damit die drei Schaltwellen nicht doch noch versehentlich herausfallen.



**Abbildung 104: schnell den Deckel wieder drauf!**

Nun klopfen wir auch den Zylinderstift der Zugspindel heraus. Der liegt netterweise frei zugänglich außen und ist leicht erreichbar. Wenige Schläge, und er ist draußen.



**Abbildung 105: Zylinderstift der Zugspindel herausklopfen**

Nun schrauben wir das rechte Spindellager ab. Doch weil ich den Schlosskasten samt Leit- und Zugspindel komplett abnehmen und auf die Werkbank legen will, muss aber der Schaltkasten auch ab. Am einfachsten ist es, das Kabel im Innern abzuklemmen und den Schalter auszubauen. Das war eine gute Idee, denn wie ich sehe, sind an den Enden der Kabel keine Aderendhülsen angebracht, sondern nur lose angeschraubt. Wie wir heute wissen, kann so etwas über die Jahre schlechten Kontakt und damit potenzielle Schmorstellen erzeugen. Das werde ich vor dem Wiederausbauen auf jeden Fall korrigieren und Aderendhülsen draufcrimpen.



**Abbildung 106: rechtes Spindellager und der Schaltkasten**

Nach dem Abklemmen ziehe ich das Kabelbüschel aber erstmal aus dem Kasten. Jetzt noch die beiden 6Kant-Schrauben herausgedreht und das Lager ist frei.

Das vorsichtige Herausklopfen aus den Passstiften geht noch einfach- das Herausziehen von Zug- und Leitspindel aus dem Multiplikatorkasten jedoch nicht. Die einzige Methode ist tatsächlich die im Manual beschriebene. Ich baue den Bettschlitten wieder an den Schlosskasten, schließe die Schlossmutter und kurbele dann den Bettschlitten vorsichtig nach rechts. Über die geschlossene Mutter zieht dies die Leitspindel sehr leicht und problemlos aus dem Multiplikatorkasten heraus!

Ich entferne wieder den Bettschlitten und lege ihn beiseite. Dann nehme ich den Schlosskasten mitsamt den Spindeln ab und lege sie auf die Werkbank. Der Weg ist nun frei für weitere Schabearbeiten!

## 30 Das Bett ist gemacht

Ich erspare Euch jetzt das Beschreiben aller Schritte für das Einschaben des Bettes. Es hat mich bestimmt 100 Stunden gekostet, ehe alle Flächen zueinander eben und innerhalb 10..15µm parallel sind. Viele Messreihen habe ich unterwegs gemacht und mit einem neben die Maschine gestellten Laptop in Excel gleich online ausgewertet. Ich bin dabei so vorgegangen, dass ich mir nach einer durchgeführten Messung erstmal den nächsten Schritt überlege. Den schreibe ich mir auf, führe ihn durch und kontrolliere das Ergebnis erneut durch eine weitere Messung. Auf diese Weise entsteht eine Art dokumentiertes „Logbuch“ zum Einschaben des Maschinenbettes, in dem man jeden Schritt verlässlich nachverfolgen kann. Das dafür benutzte Excel hat am Ende in seinem Tabellenblatt fast 1000 Zeilen!

Abschließend muss ich zwei Dinge sagen:

### **1. Man hätte alles noch besser, noch genauer machen können.**

Natürlich: mit unendlich viel Zeit kann man alles auch unendlich viel besser machen. Das soll nicht implizieren, dass ich nun gepfuscht hätte. Doch ist das hier eine Drehmaschine und kein Tuschierlineal. Es reicht hier aus, auf die 20ppi zu kommen- und auch wenn es an einer Stelle mal nur 15 sind, geht die Welt nicht gleich unter. Denn wenn die Maschine in dem originalen Zustand bereits funktioniert hat, so kann es selbst mit beispielsweise erreichten „nur“ 5ppi trotzdem nur besser sein als vorher!

Mit dem erreichten Ergebnis bin ich persönlich zufrieden und es stellt meiner Ansicht nach einen vernünftigen Kompromiss zwischen meiner Zeit und der benötigten Güte für eine Präzisionsmaschine dar. Der Firma rumema würde es wahrscheinlich nicht reichen, aber für mich schon.

### **2. Das Einschaben der Über-Kopf-Flächen A und J war das Schlimmste, was ich je an Maschinenschaberrestaurierung machen musste!**

Hier habe ich richtig leiden müssen. Auf beiden Seiten waren etwa 70µm Material abzutragen und das kann einen richtig fertig machen. Weder mit dem Biax noch von Hand wurde ich hier glücklich und obwohl ich alles mögliche ausprobierte- die „Schabeschmerzen“ wurden nicht besser. Teilweise musste ich nach nur einem einzigen Durchgang das Werkzeug erschöpft aus der Hand legen und in einer Pause das durchgeschwitzte Unterhemd wechseln und die verschwitzten Haar trockenfönen. Man kann sich kaum vorstellen, wie anstrengend diese Arbeit ist und wie lange sowas dauern kann. Und: am Ende kann man von einem perfekt erreichten Schabemuster nicht die Rede sein! Man ist froh, wenn man überhaupt die Geometrie hier einigermaßen korrigiert gekriegt hat.

[Klugschreiberkommentar, etwa 1 Monat und im CORONA Zwangsurlaub später:](#)

[Zu 1\):Ja. Noch genauer. Mach ich tatsächlich . Ich schraube die Leinen herunter bis auf die letzte Schraube.](#)

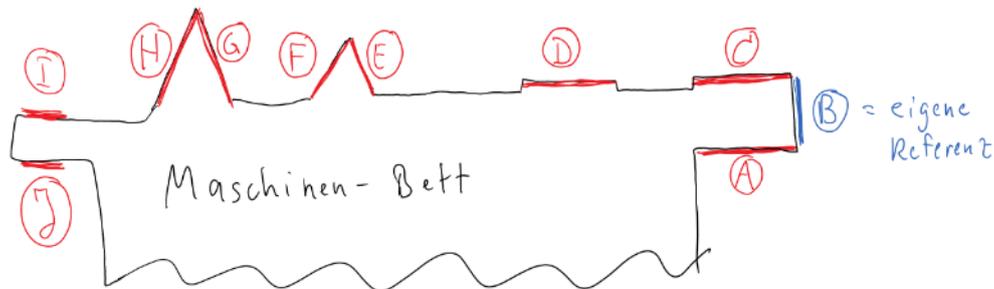
[Zu 2\): Ja, und ich hätte es mir sparen können. Am Ende nehme ich das Bett sowieso ab und so hätte ich mir viele Schweißperlen sparen können.](#)

## 31 Notizen zum Einschaben

Hier in Notizform einige meiner Tabellen und Messreihen zum Maschinenbett.

Nicht alles, denn das würde selbst diesen Bericht hier sprengen. Aber das wichtigste.

Ich habe alle für mich wichtigen Flächen der Maschine benannt. Siehe hier:



**Abbildung 107: Flächen des Maschinen-Betts**

Alle nun folgenden Diagramme beziehen sich auf diese Flächenbezeichnung. Wenn möglich, mache ich immer auch eine Grafik „vorher“ zu „nachher“. Die Messprinzipien können variieren zwischen Mikrometerschraube (Dicke), Messuhr mit gezogenem Anschlagstift an der Surface Gauge sowie Teenage Richard.

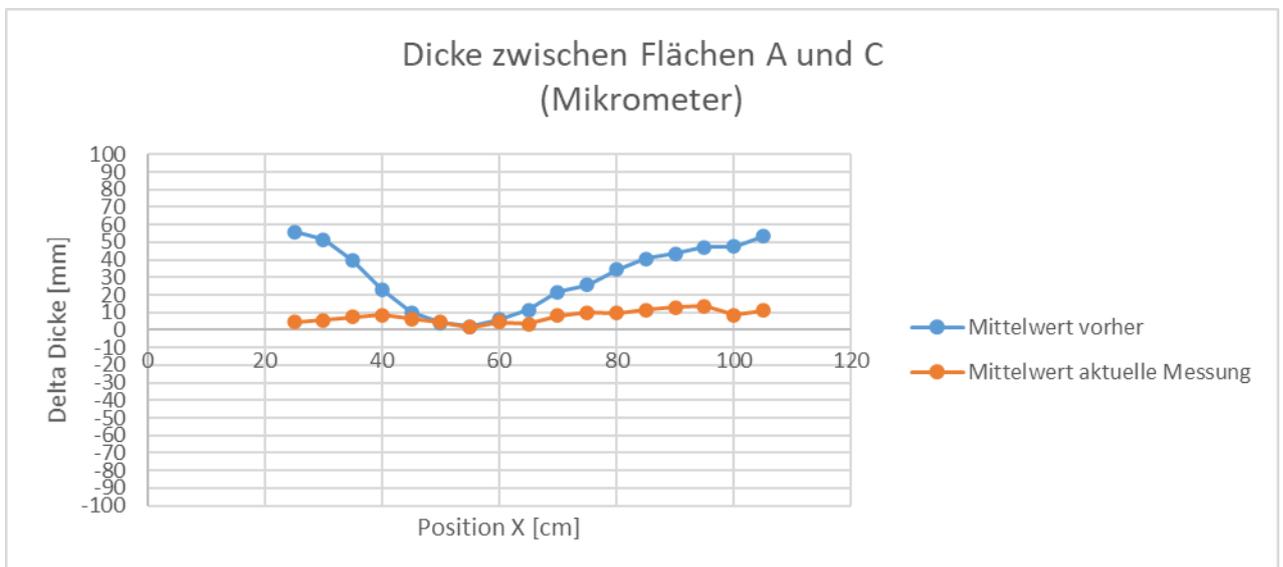
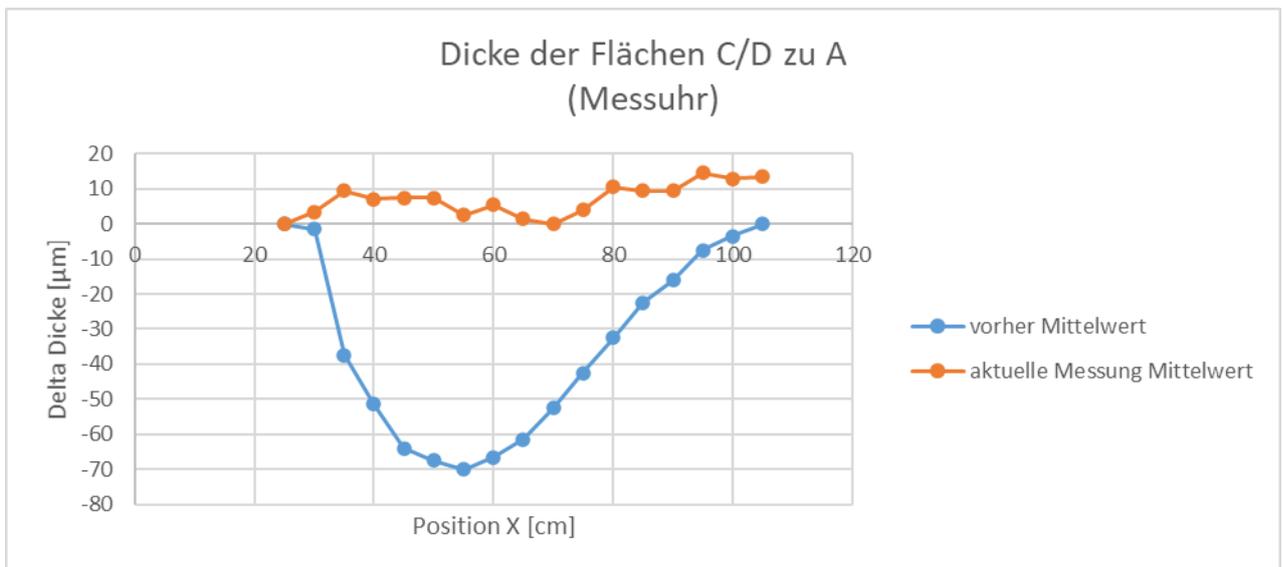
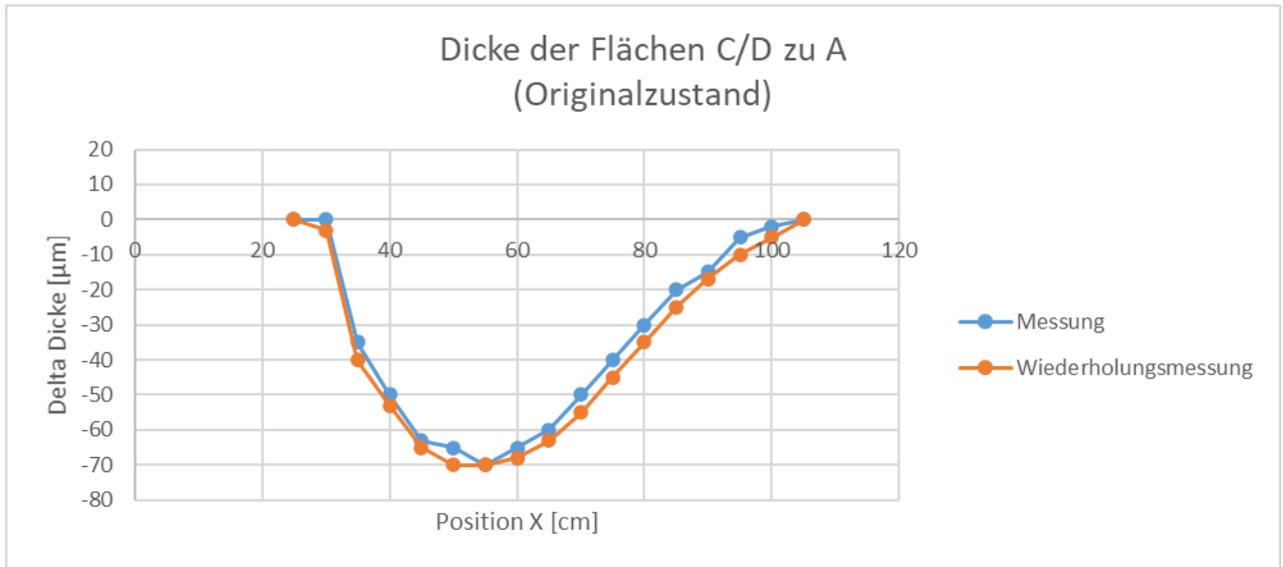
Ich werde hier jetzt nicht alle Details beschreiben, denn das wäre letztendlich das nochmalige Abschreiben meiner 1000Zeilen-Excel-Liste. Ich gebe hier ein paar Diagramme wieder, kein Anspruch auf Vollständigkeit.

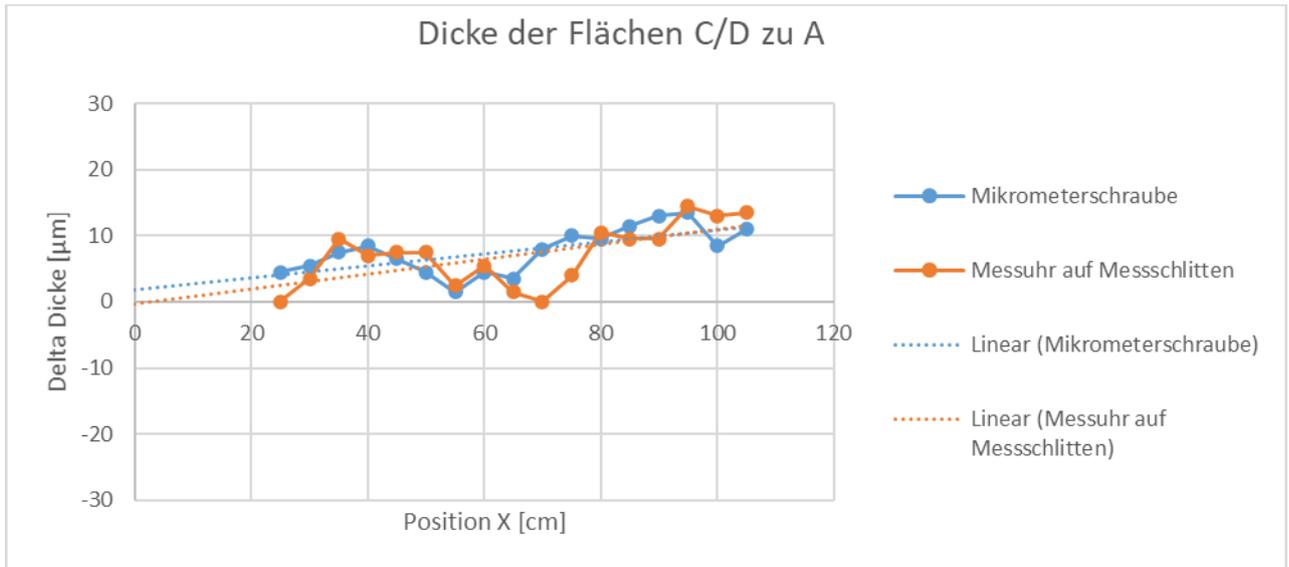
Wer dazu mehr Details braucht, muss mir eine Mail schreiben und mich direkt danach fragen.

Und nochwas:

Wie wir in den nächsten Kapiteln noch sehen werden, werde ich die Maschine komplett zerlegen und nochmal auf meiner Granitplatte vermessen und insbesondere Flächen C/D und A und J nochmal nachschaben. Das bedeutet, dass das Endresultat mindestens so gut ist wie die Diagramme hier; eher noch besser! Aber nun zu den Diagrammen.

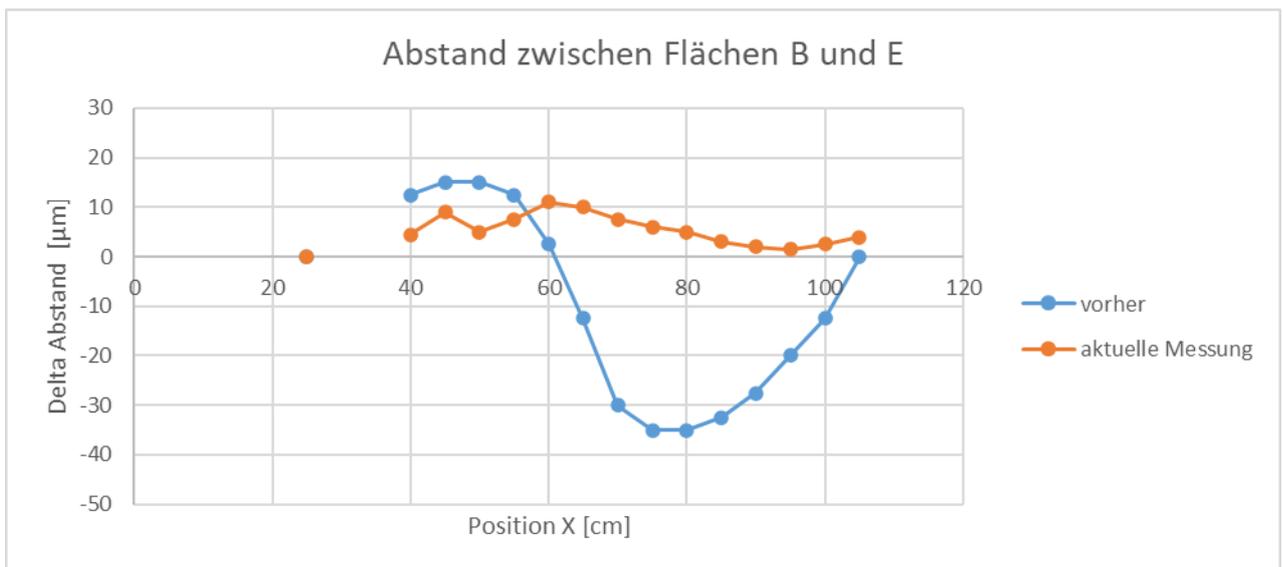
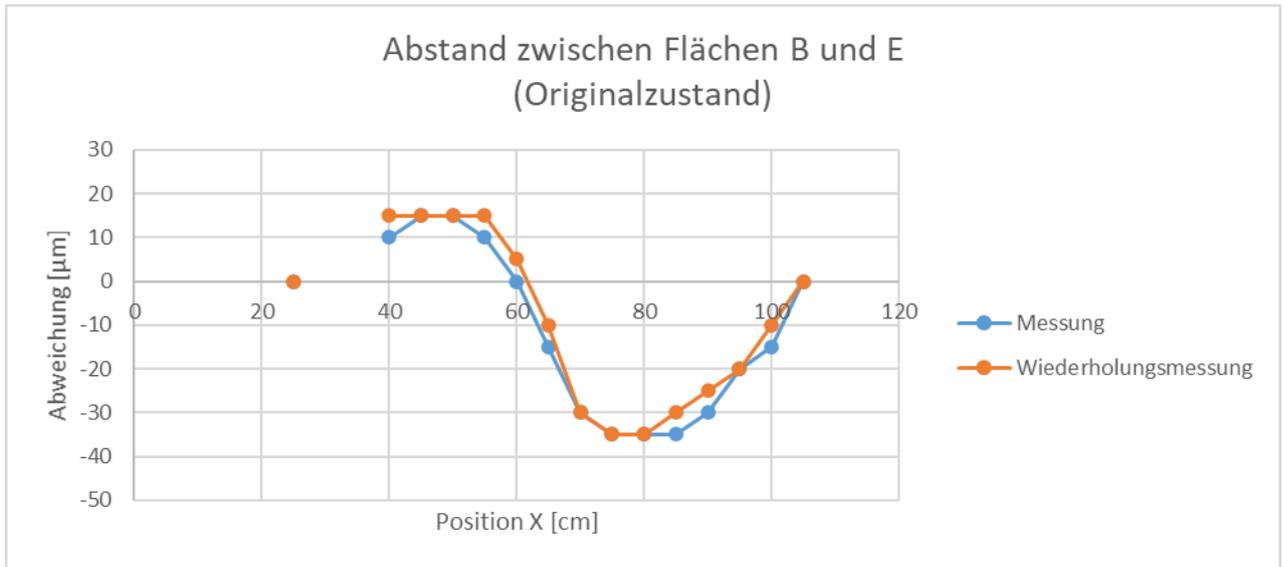
### 31.1 Fläche C/D zu A



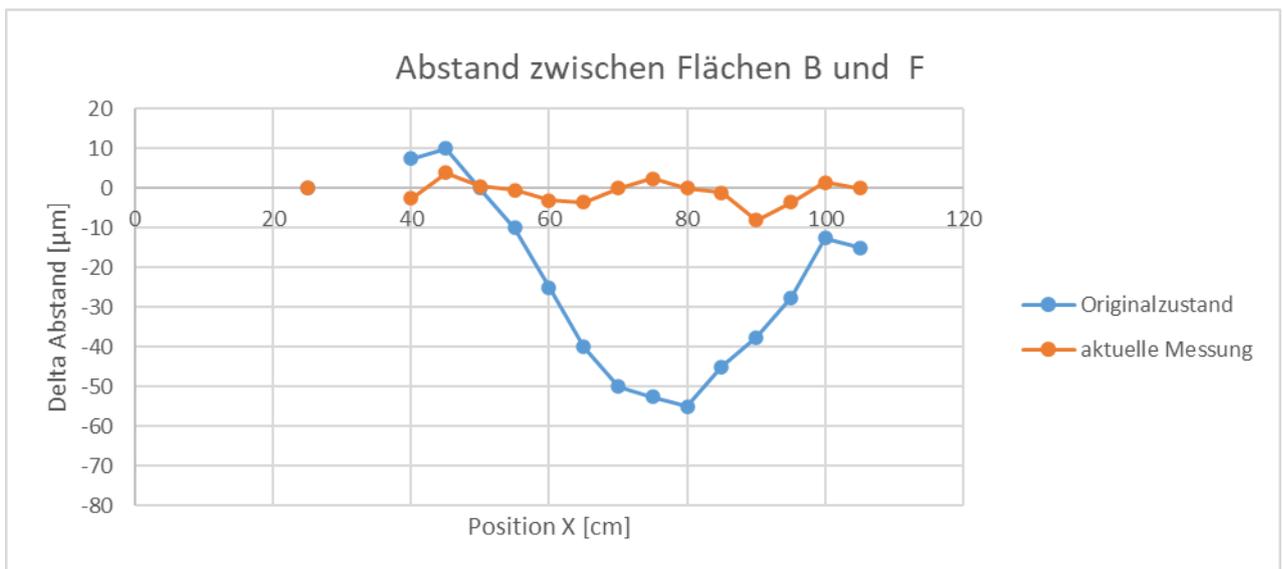
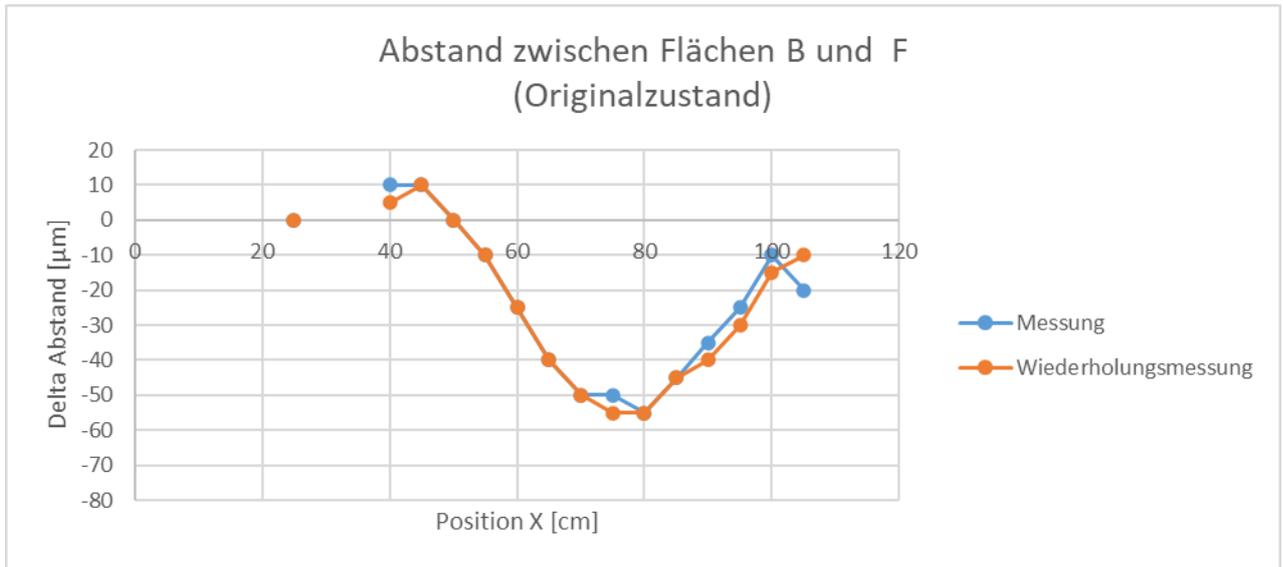


Fazit: beide Messungen belegen, dass zwischen  $x=80$  und  $x=105$ cm eine leichte Erhöhung ist. Hier könnten noch knappe  $10\mu\text{m}$  abgeschabt werden, da wir hier noch eine Tendenz sehen!

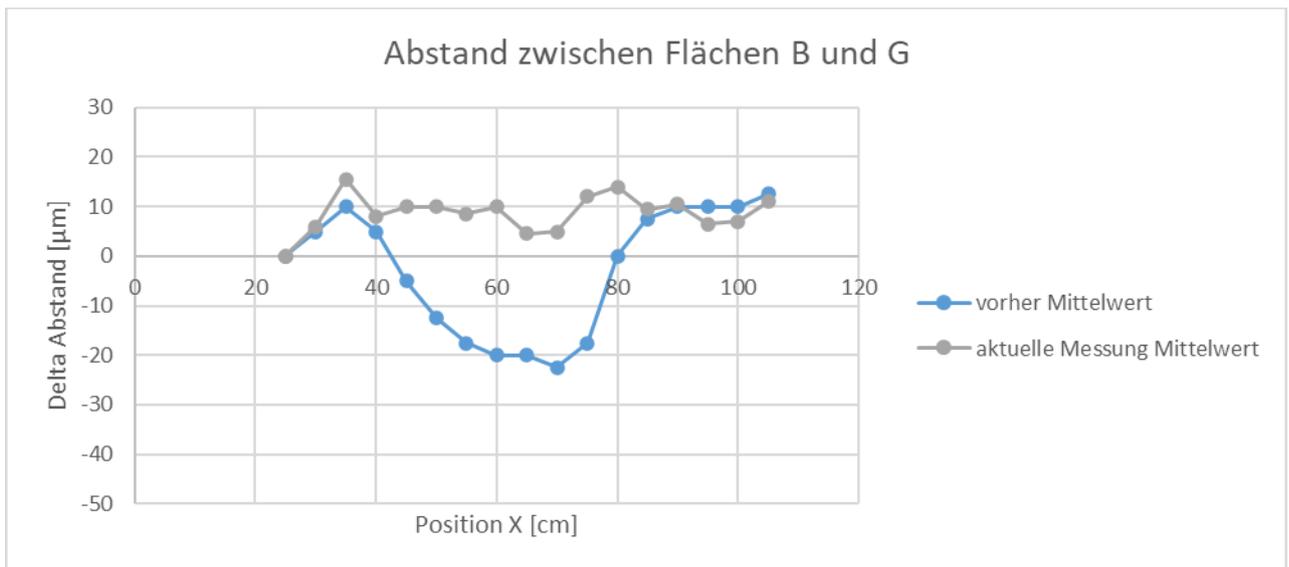
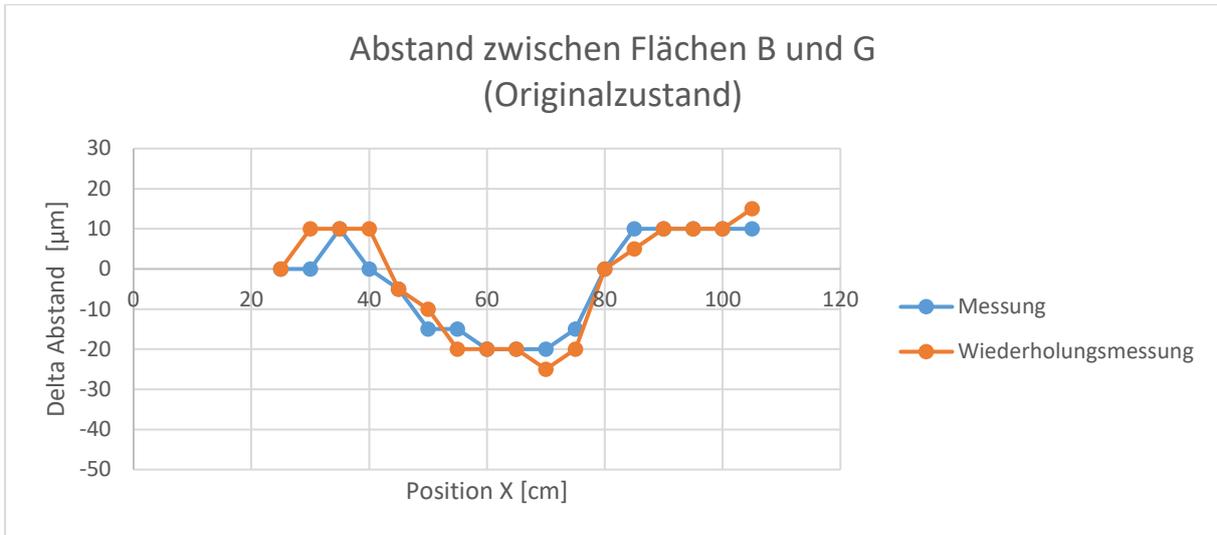
## 31.2 Fläche B gegen E



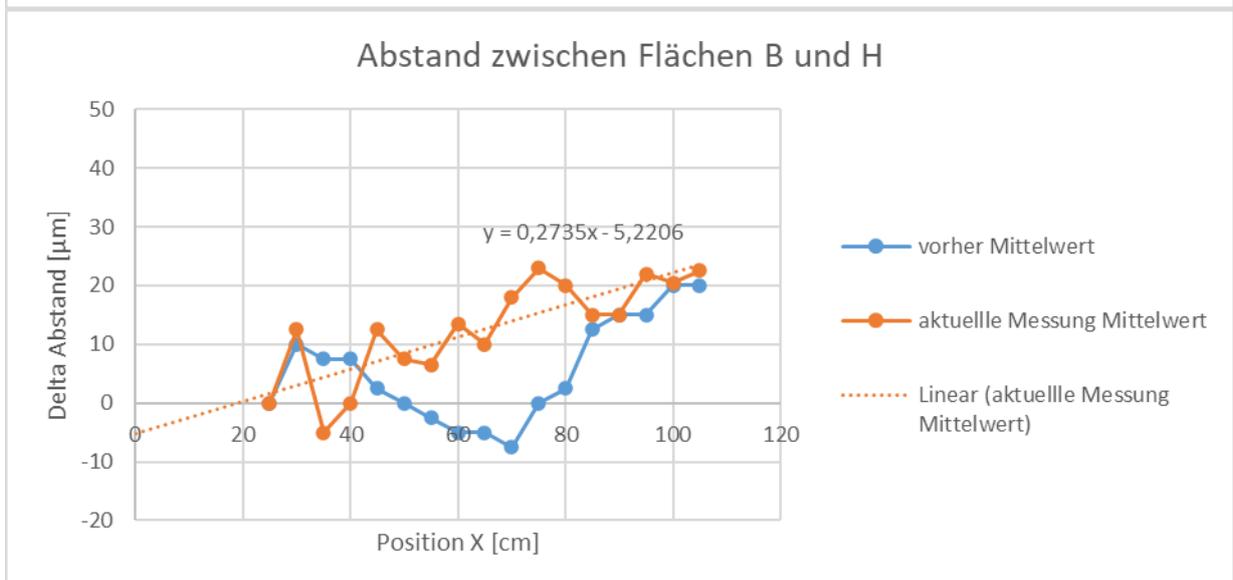
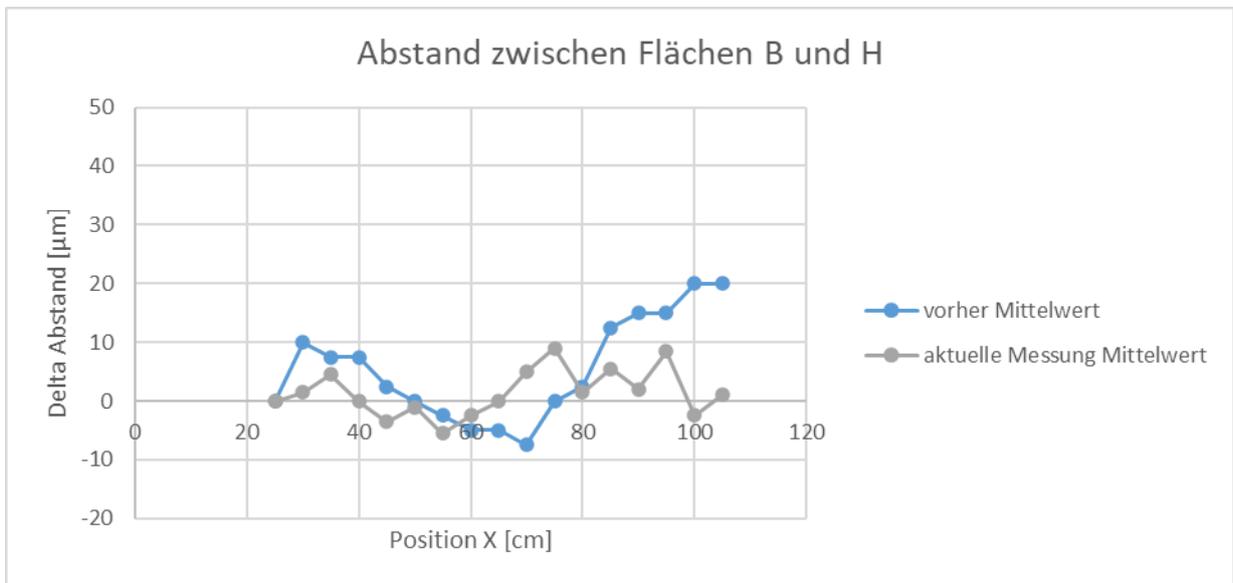
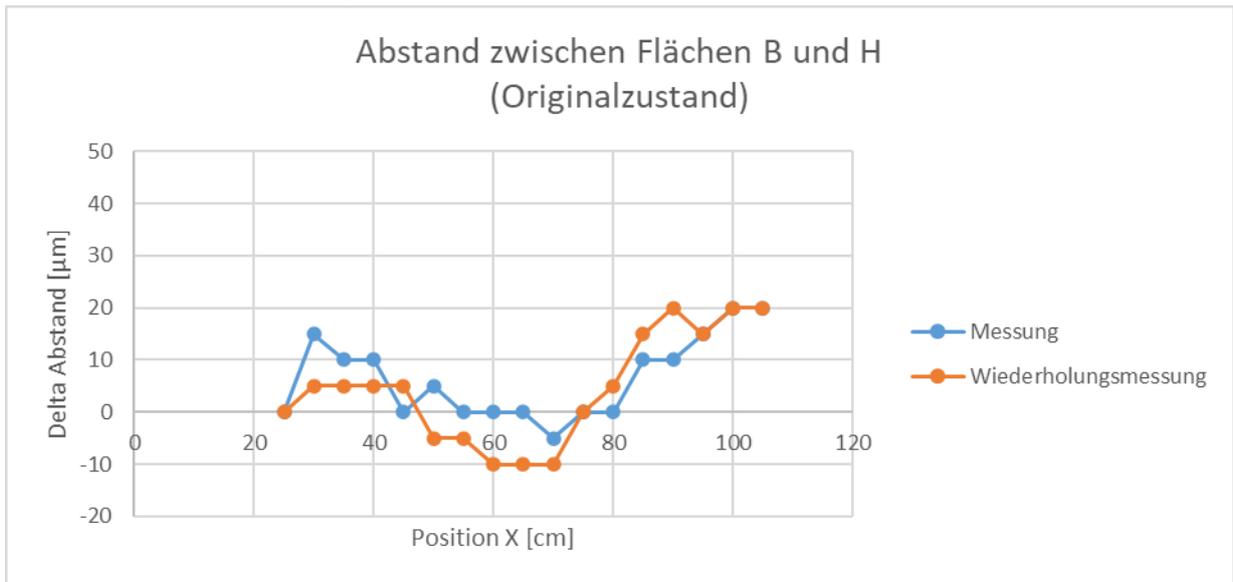
### 31.3 Fläche B gegen F

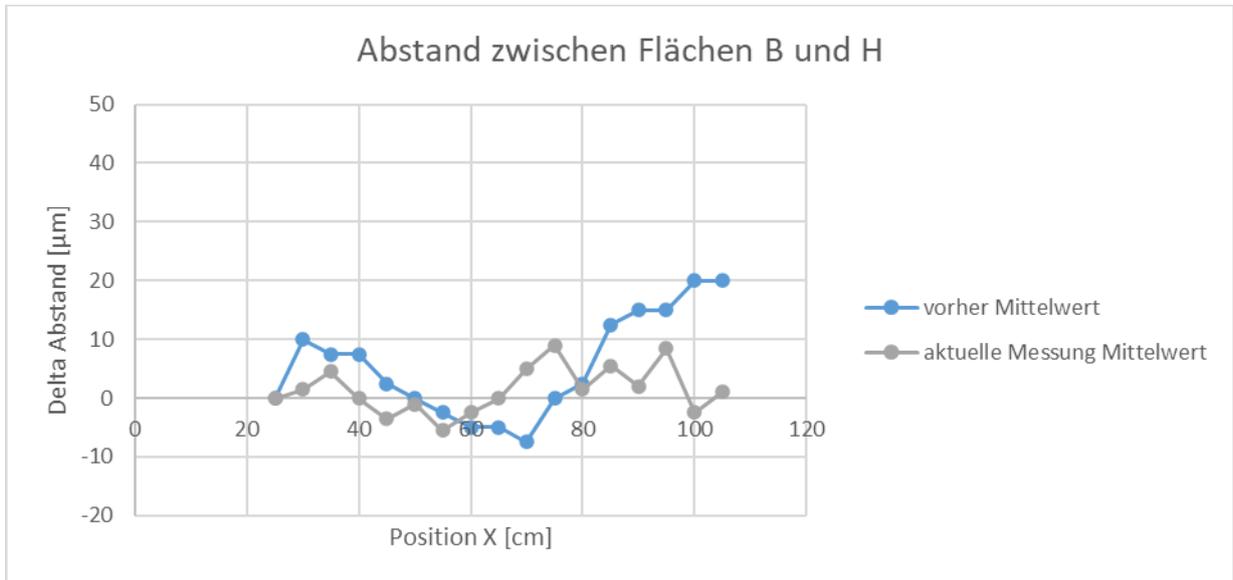
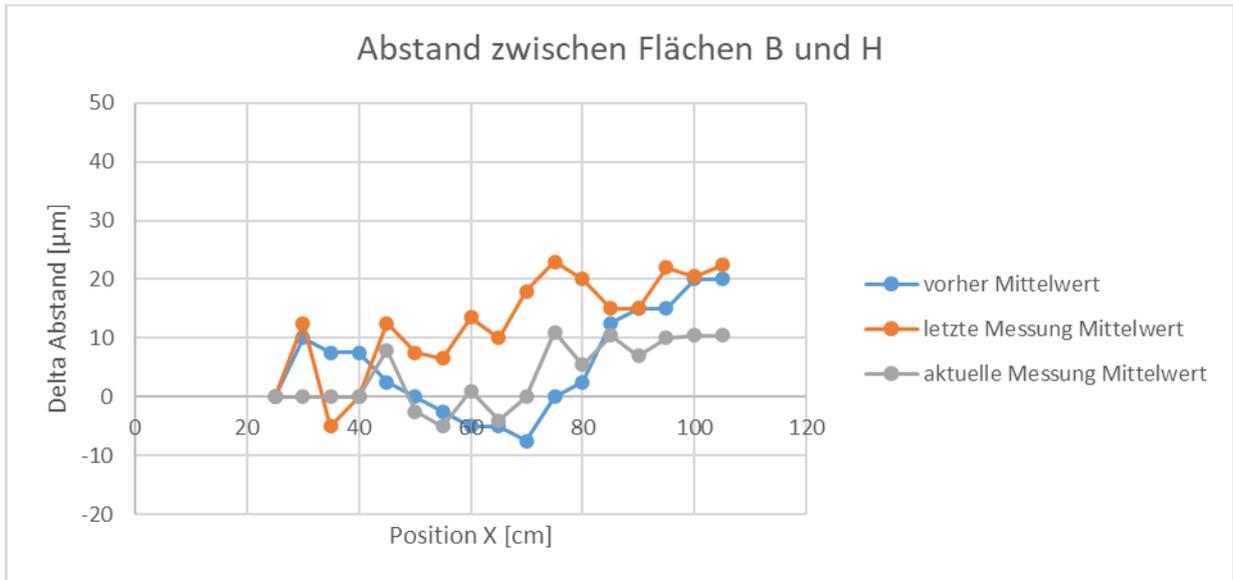


### 31.4 Fläche B gegen G



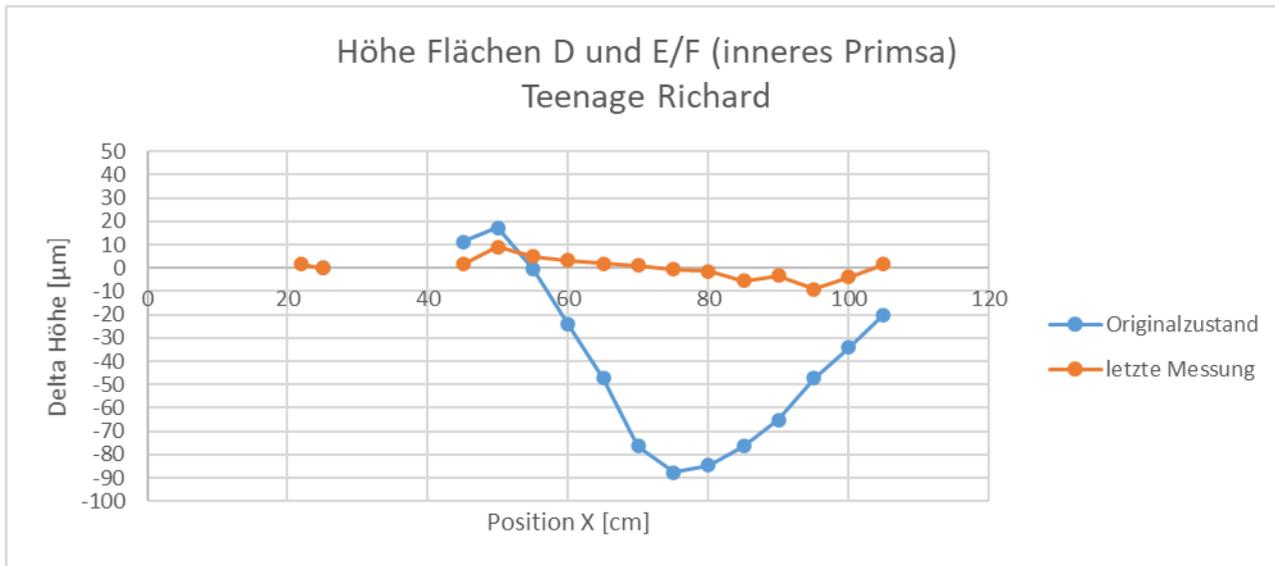
### 31.5 Fläche B gegen H





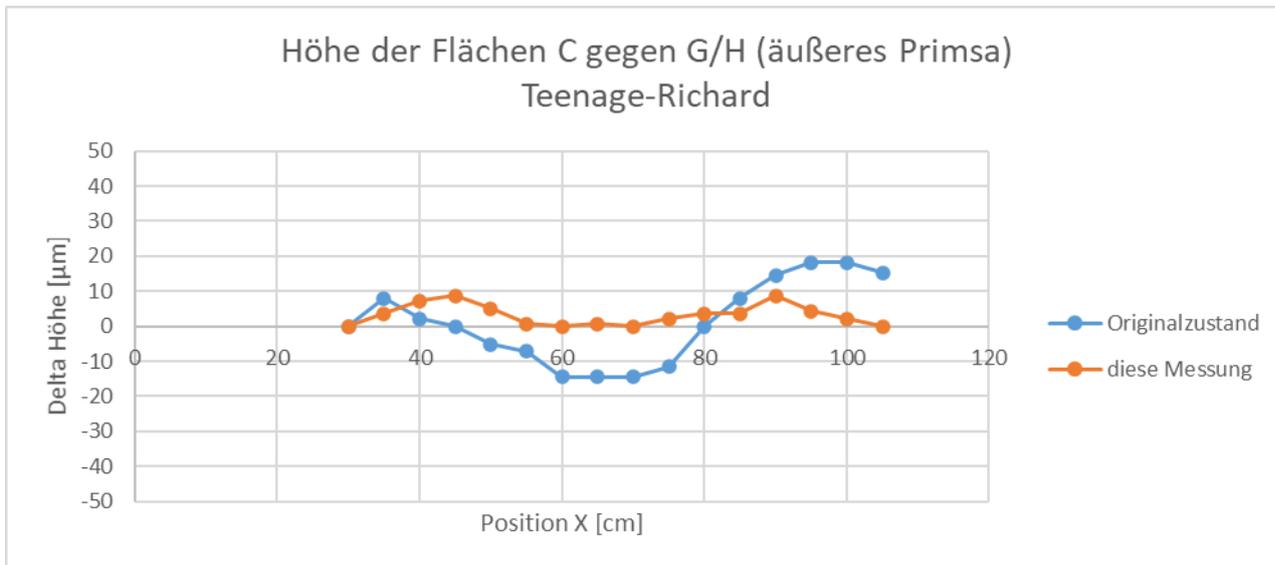
### 31.6 Fläche C/D gegen inneres Prisma E/F

Messung mit Teenage Richard, Umrechnung auf  $\mu\text{m}$



Finale Messung

### 31.7 Fläche C/D gegen äußeres Prisma G/H

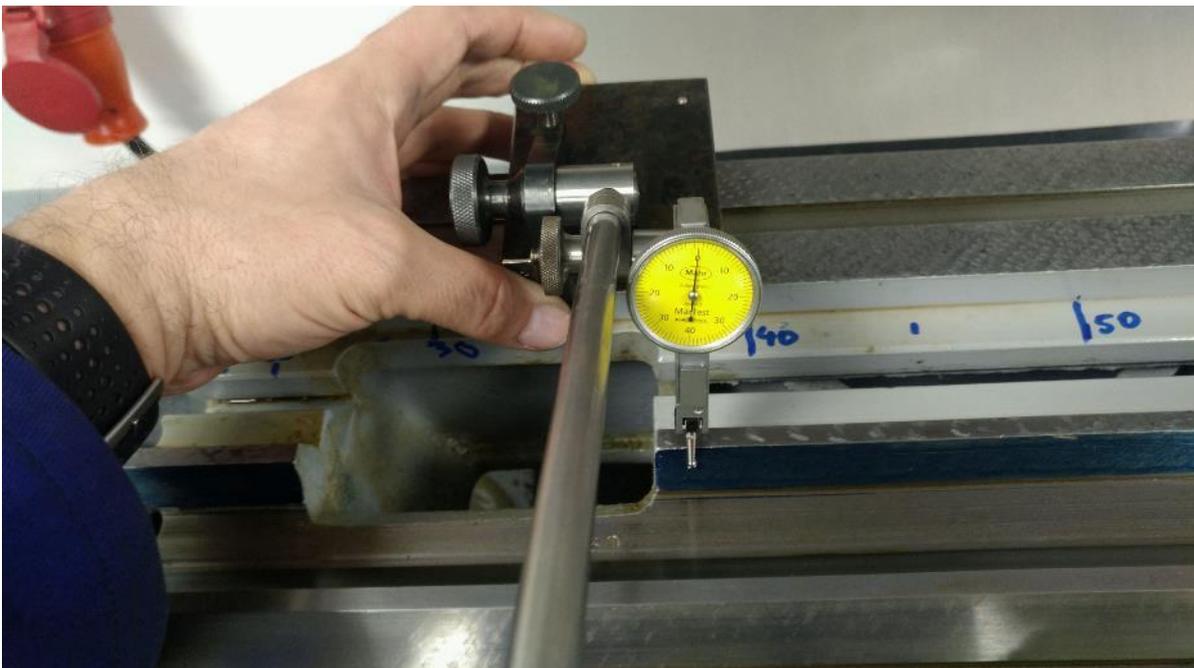


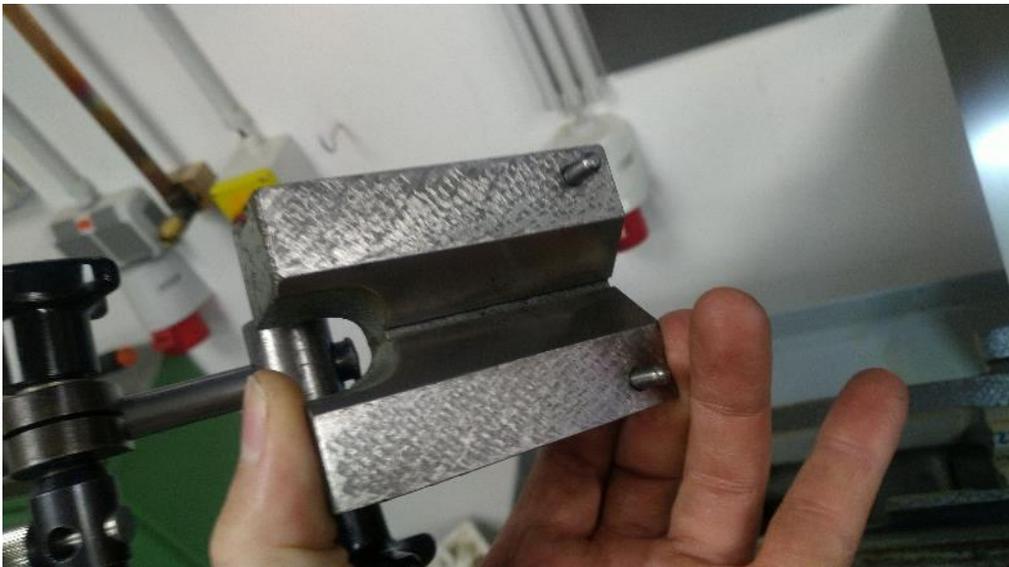
Finale Messung

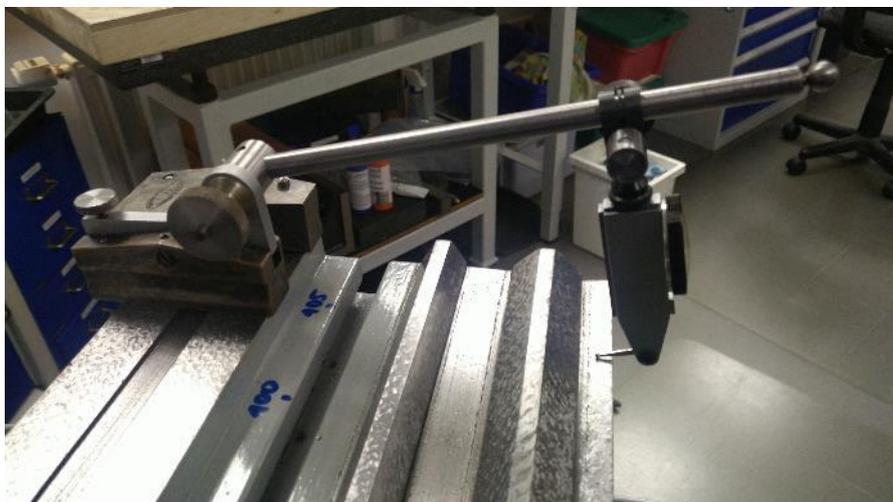
### 31.8 Beispielbilder für Messverfahren: „Mikrometer“



### 31.9 Beispielbilder für Messverfahren: „Messuhr mit gezogenem Stift“



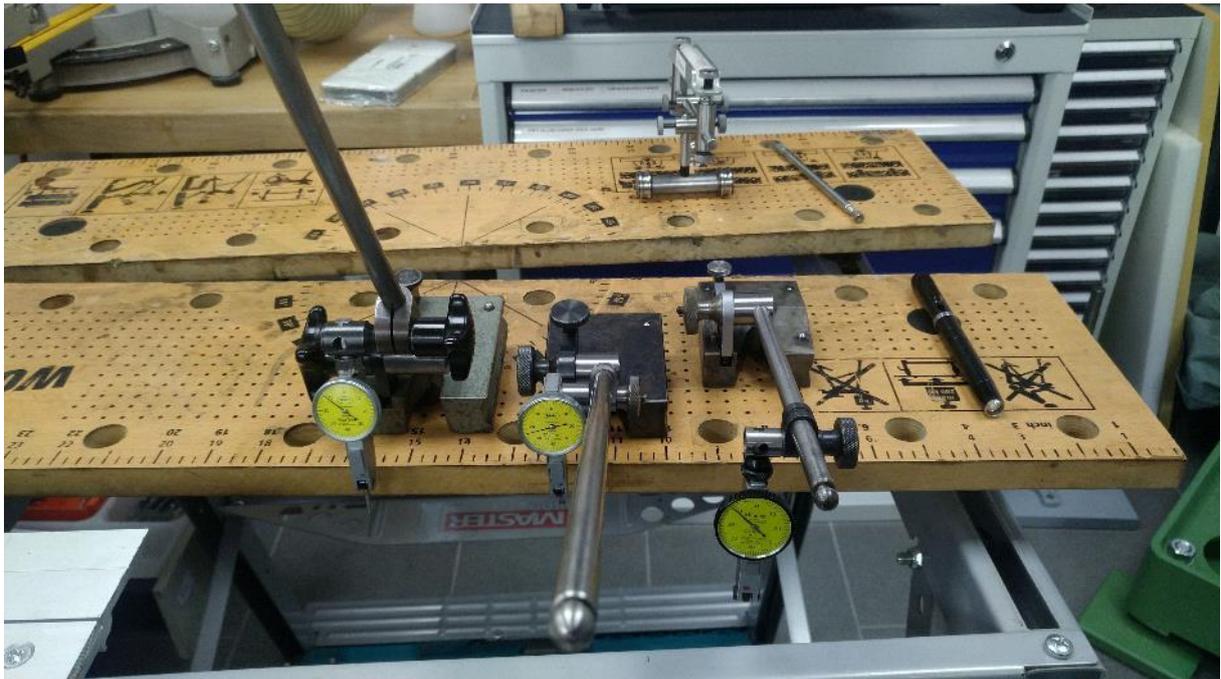
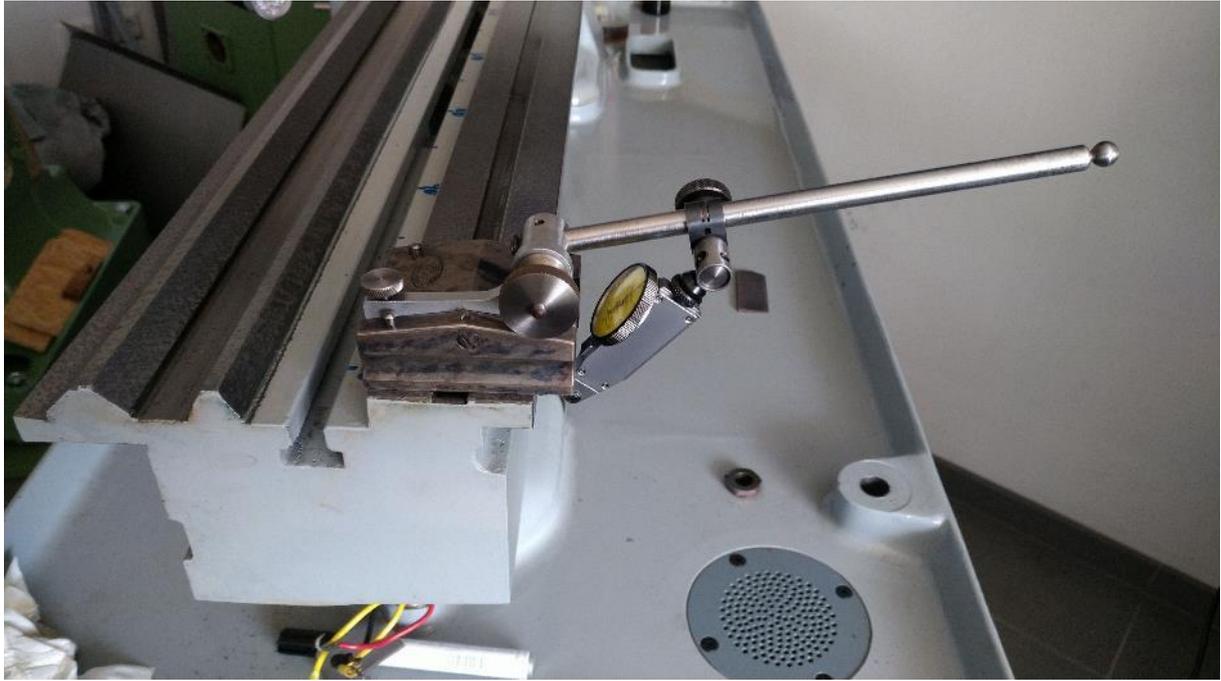




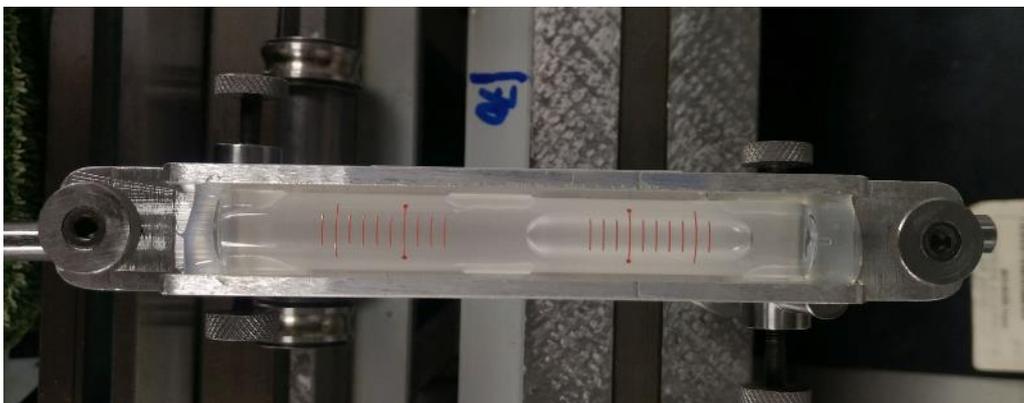
Leinen MLZ4S Drehmaschine: Teil 2







### 31.10 Beispielbilder für Messverfahren „Teenage Richard“ – auch im Vergleich mit Messuhr



## 32 Schabeschmerz

Das Bett ist fertig\*- das war ein wichtiger Meilenstein. Nun geht es an den Bettschlitten, denn der muss nun auf das Bett eingeschabt werden.



Abbildung 108: jetzt geht es dem Support an den Kragen

Das wiederum gelingt leichter als gedacht. Die Kontaktflächen tragen bereits nach wenigen Durchgängen recht gut und der Schlitten liegt satt und wackelfrei in seinem Bett. Zur Bearbeitung des Schlittens habe ich übrigens seinen Oberschlitten und Spindeln ab-/ausgebaut, damit das Handling einfacher ist.

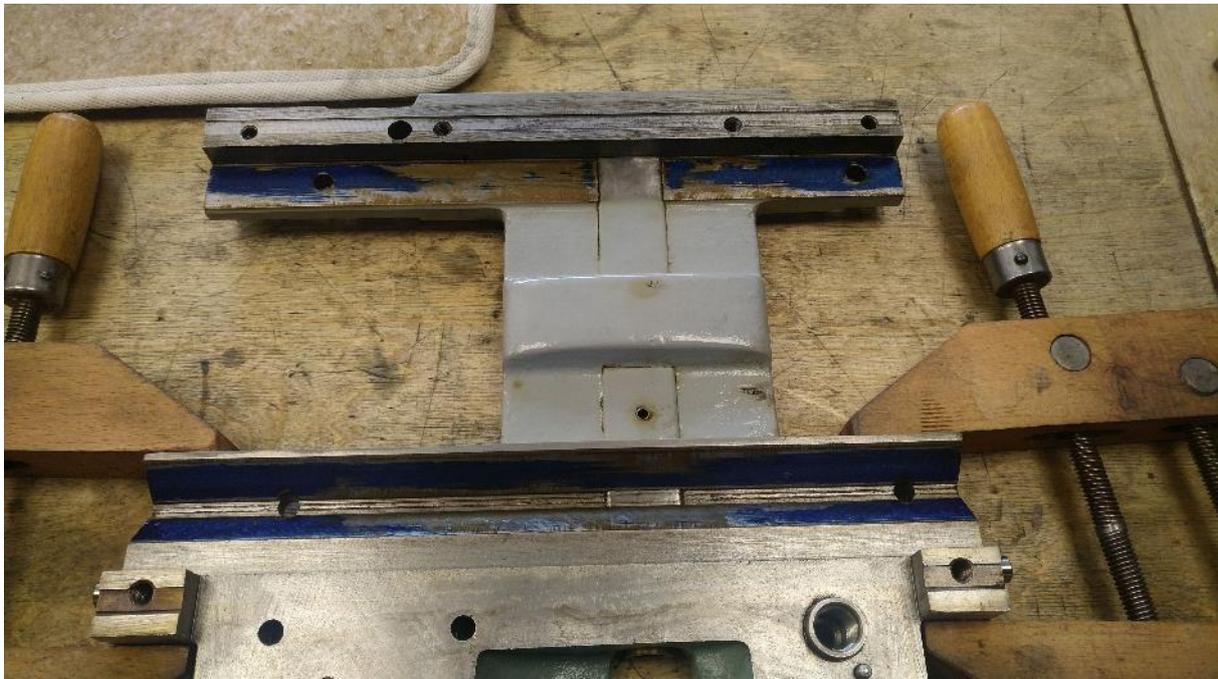


Abbildung 109: für die ersten Male schon gar kein schlechtes Tuschiebild!

\* Ha ha ha! Ist es nicht! 😊

Es wird schon etwas besser:



Abbildung 110: das Blau breitet sich aus



Abbildung 111: hmm.... also wer immer da vor mir „geschabt“ hat, sollte mal einen Kurs bei Richard King besuchen...oder bei den Lüftinger-Brüdern (maschratur.at) 😊

Gegen Ende des Schabens sieht die Verteilung schon besser aus. Die der Flachführung gefällt mir schon ganz gut; an der Prismenführung ist es rechts (also da, wo mein Vorgänger herumgekratzt hat) aber noch etwas hohl...



Abbildung 112: fast am Ziel

### 33 Hintere Gleitleiste

Damit der Schlitten durch den Schnittdruck später nicht aus dem Bett gehoben wird, wird er an jeder Seite von unten durch eine angeschraubte Leiste „(Gleitleiste“) festgehalten. Diese Leisten laufen auf den so mühsam über-Kopf geschabten Flächen A und J!

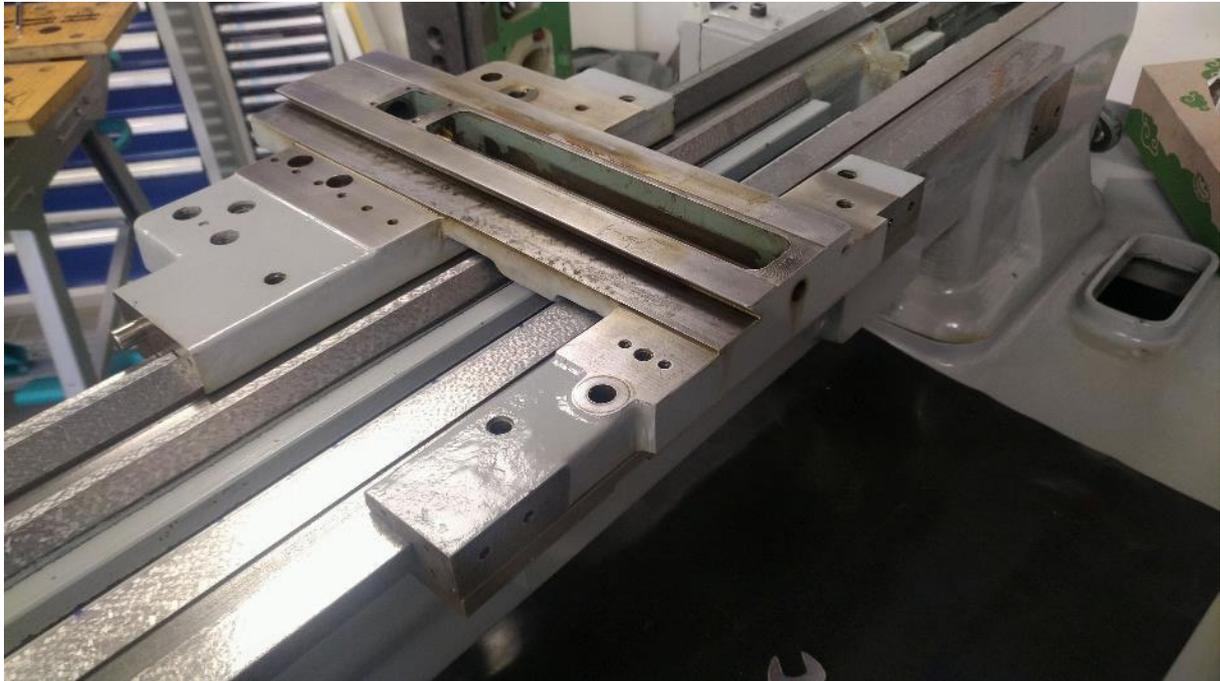


Abbildung 113: der Support von hinten

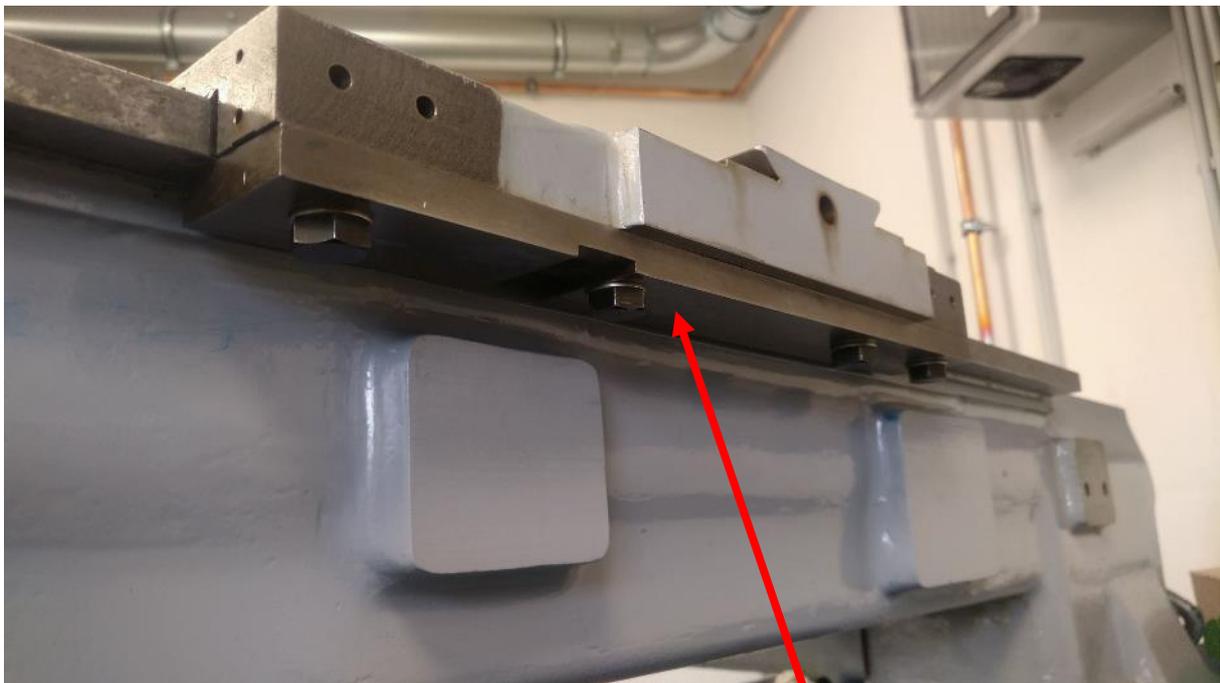


Abbildung 114: da ist die hintere Gleitleiste!

Also wieder Einpassen! Zuerst mache ich die Leiste aber erstmal „gerade“- eine vernünftige Voraussetzung für eine gelungene Einpassung. Das Teil ist aus Stahl, strenggenommen müsste man dafür seine Schabeklingen zur Bearbeitung erst auf einen positiven Schneidwinkel umschleifen, aber wenn man etwas Chatter akzeptiert, geht es auch so mit den 3,5Grad. Nach etwa einer Stunde ist die Leiste eben und alle Zeichen von Abnutzung verschwunden.



**Abbildung 115: die Gleitleiste**



**Abbildung 116: Abfahren mit der Messuhr**

Nun kommt das Einpassen:



**Abbildung 117: die Gleitleiste wird erstmal gerade gemacht**

Ich setze den Schlitten auf das Bett, pinsele Fläche A mit Tuschiefarbe eine und schraube die geebnete Gleitleiste von unten gegen. Dann versuche ich, den Schlitten im Bett hin- und herschieben, damit die Leiste die Tuschiefarbe aufnehmen kann. Doch das klappt nicht: der Schlitten klemmt! Also Schrauben so weit leicht lösen, bis man den Tisch mit Kraft hin- und herschieben kann.



**Abbildung 118: So, die Gleitleiste ist erstmal ziemlich gerade. Jetzt kommt das Einpassen!**

Die Gleitleiste scheint vorwiegend an den Enden und vorne anzuliegen. Ich schabe los. Anders als sonst, wo wir immer möglichst VIELE Tuschiefarbe auf dem Werkstück sehen wollen, versuchen wir nun, die Berührungspunkte wegzuschaben! Die Gleitleiste soll im Idealfall gerade so wenige  $\mu\text{m}$  unter dem Bett berührungsfrei entlangfahren und sich nur dann an dem Bett abstützen, wenn der Bettschlitten wirklich durch den Drehmeißel große Schnittkräfte aushalten muss (z.B. beim Abstechen). Das zu erreichen, ist ein ziemlicher Balance-Akt.



**Abbildung 119: komisch...fast nur die beiden Enden wurden blau eingefärbt**

Nach etwa 10 Durchgängen wird die Situation etwas besser, aber noch immer sind es vorwiegend die Enden, die nach Bearbeitung schreien und klemmen. Das kann doch nicht sein, wenn hier alles gerade ist (Fläche A und auch die Leiste), kann es doch nicht zehn oder mehr Durchgänge dauern, um die Anpassung zu machen!? Hier stimmt doch was nicht!

Nein, tut es auch nicht. Denn Bandschleifer kann heutzutage leider jeder kaufen und sinnlos anwenden. Aber lest weiter.

## 34 Bandschleifersünden

Jetzt kommt es ganz hart. Weil ich zunehmend Verdacht schöpfe, baue ich alles auseinander und untersuche alle meine Flächen nochmals mit Haarlineal und Taschenlampe.

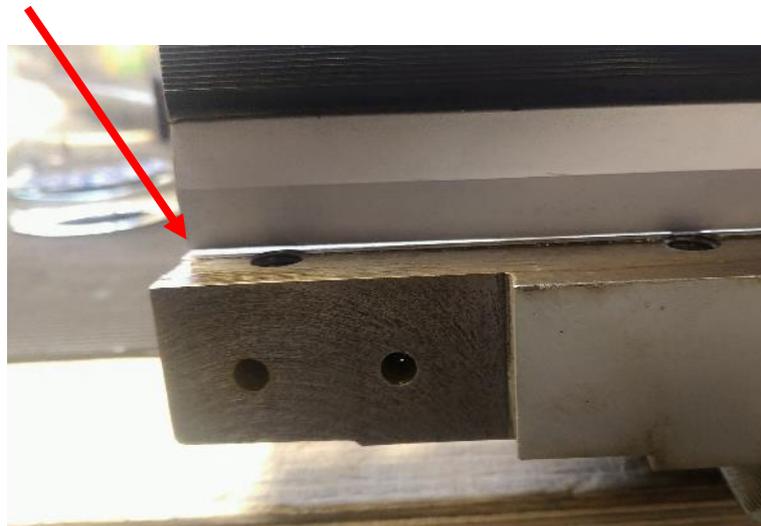
Die Leiste, die vorher gerade war, ist durch die „Anpassung“ an den Enden nun krumm geworden. Die Fläche A im Bett ist gerade. Aber warum?

Und jetzt kommt's: die Unterseite am Schlitten, also da, wo man die Leiste anschraubt, ist absolut krumm! An dem einen Ende sogar ein halber Millimeter!



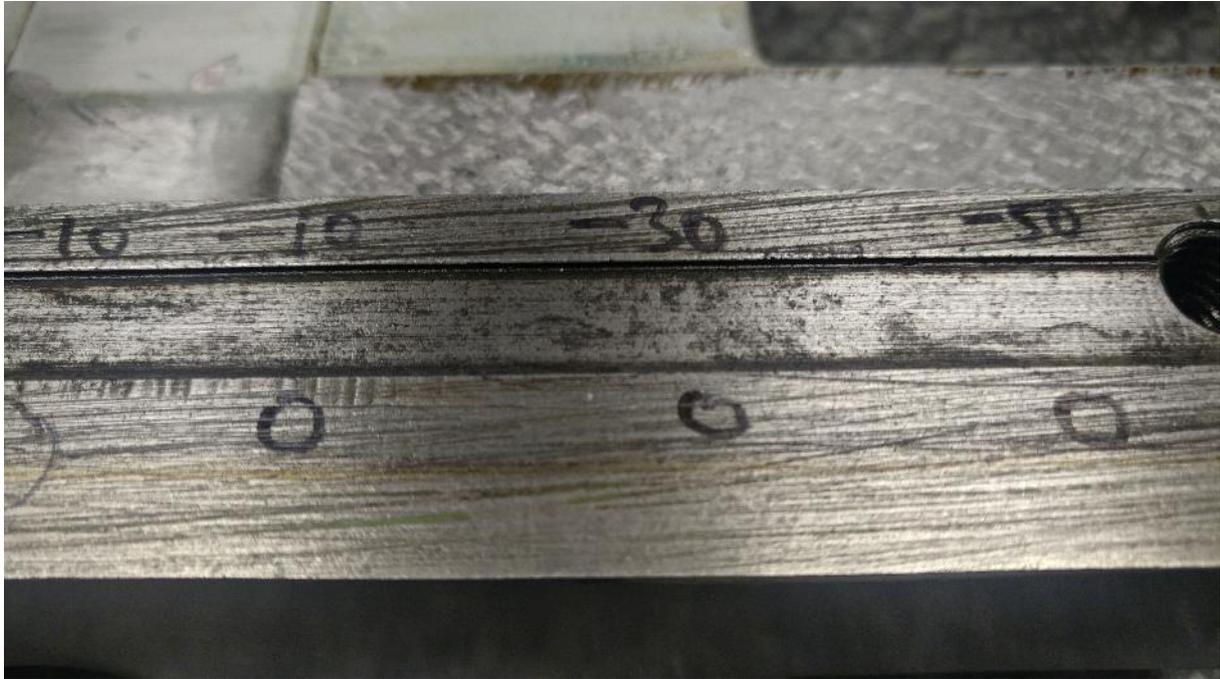
**Abbildung 120: krumme Auflagefläche am Support!**

Ich bin entsetzt. Neben dem defekten Wellendichtring im e12-Getriebe nun die zweite grobe Fahrlässigkeit- hier hat wohl jemand versucht, entstandenen Verschleiß an der Gleitleiste durch bloßes Abschleifen der Kontaktfläche am Bettschlitten mit einem Bandschleifer zu kompensieren!



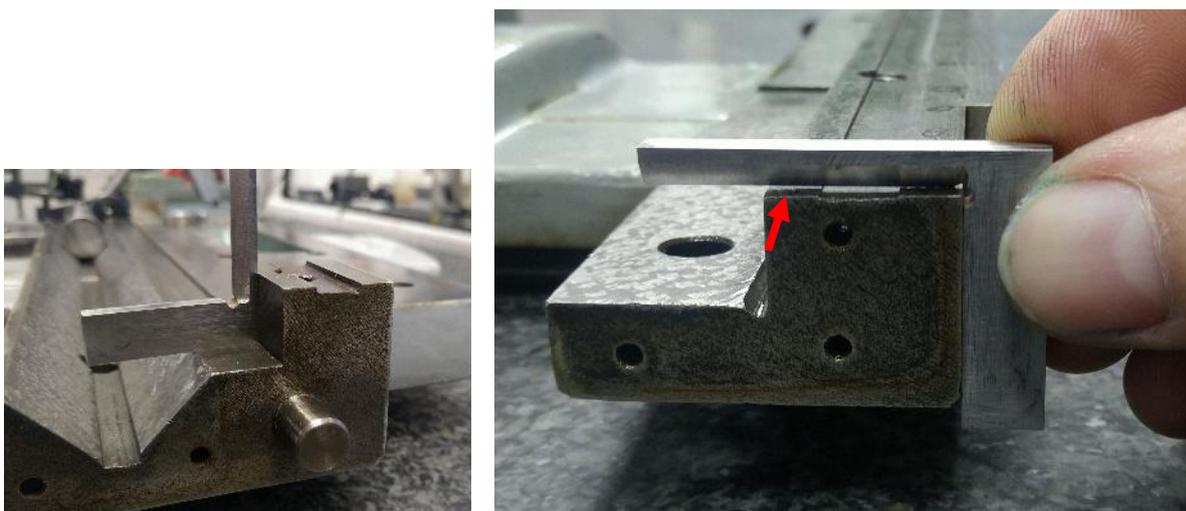
**Abbildung 121: fast ein halber Millimeter !**

Fest steht: so riefig und schief sieht keine vom Hersteller original bearbeitete Kontaktfläche aus! Selbst reine Sichtflächen, die eigentlich keine weitere technische Funktion erfüllen, haben bei Leinen stets ein einwandfreies Oberflächenfinish. Ich muss wirklich davon ausgehen, dass hier jemand gepfuscht hat!



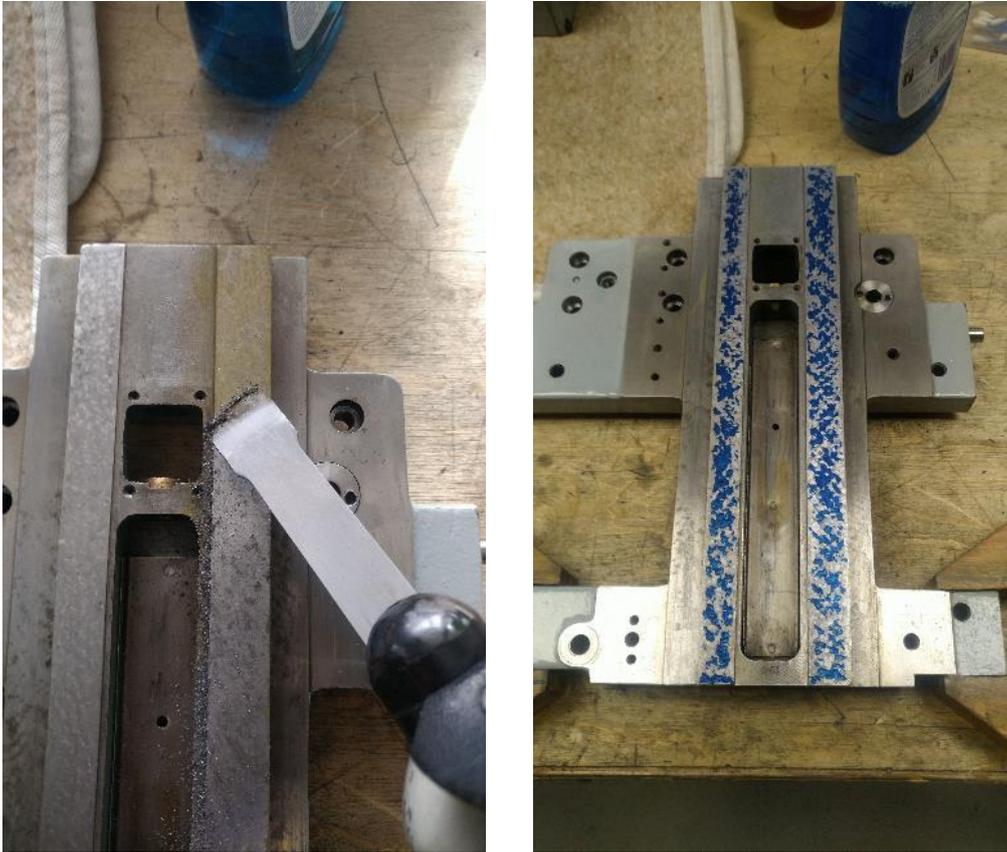
**Abbildung 122: sicher nicht original: furchtbares Oberflächenfinish mit tiefen Riefen!!!**

Das rächt sich nun. Leider aber auf meiner Werkbank ☹️ und nicht auf der des Pfuschers. Egal, die Fläche muss glatt, der fast halbe Millimeter muss ausgemerzt und begradigt werden. Und natürlich soll diese Fläche auch parallel zur Bewegungsebene des gesamten Bettschlittens sein, denn wenn ich schon was schabe, dann geometrisch richtig!



**Abbildung 123: innen eine perfekt rechtwinklige Fläche (links) – sicherlich vom Hersteller original. Rechts hingegen die schiefe Bandschleiferfläche! Deutlich sieht man das Licht unter dem Schnittmacherwinkel, was auf eine krumme Geometrie hindeutet!**

Also muss ich mir vorher eine saubere Referenz- Messebene schaffen. Dazu schabe ich die – normalerweise berührungsfreie- Oberfläche der Prismenführung für den Oberschlitten sauber ein, damit ich den Bettschlitten in Rückenlage auf meine Messplatte legen und dann von oben messen kann.



**Abbildung 124: eigentlich keine Führungsfläche- aber zum Messen brauche ich sie später trotzdem!**

Mit der Messuhr fahre ich beide Enden der Flachführung ab und schabe so lange an der Auflage-Seite des Bettschlittens, bis beide Enden der Flachführung auf exakt derselben Höhe zum Liegen kommen. Mit einem Stück 20mm Präzisionsstab überprüfe ich genau dasselbe nicht nur für die Flach- sondern auch die V-Führung. Und die gute Nachricht: sie ist exakt parallel zu Flachführung. Sowohl die Flach- als auch die V-Führung liegen am Ende des Schabens auf der rechten Seite knapp 10µm tiefer als links. Noch wichtiger als die erreichte Balance zwischen Links und rechts ist nämlich die Parallelität zwischen Flach- und V-Führung. Also habe ich gut gearbeitet, prima ☺



Abbildung 125: Messen der Höhenlage links und rechts am Sattel

Die 10 $\mu$ m Unbalance schabe ich auch noch weg.



Abbildung 126: dasselbe Ergebnis auch bei der Prismenführung

Viel wichtiger ist hingegen, dass die Flachführung auch parallel zum Prisma ist. Und das ist sie: hiermesse ich genau dieselben 10 $\mu$ m wie bei der Flachführung.

## 35 Bandschleifersünden ausmerzen

Jetzt, wie ich auf der Oberseite des Bettschlittens eine geeignete Auflagefläche geschaffen habe, kann ich ihn rücklings auf die Messplatte legen und die Bandschleifer-Kontaktfläche abtasten. Es zeigt sich wirklich, dass insbesondere die Enden katastrophal konisch geschliffen wurden. Absichtlich oder nicht- das muss ich begradigen!

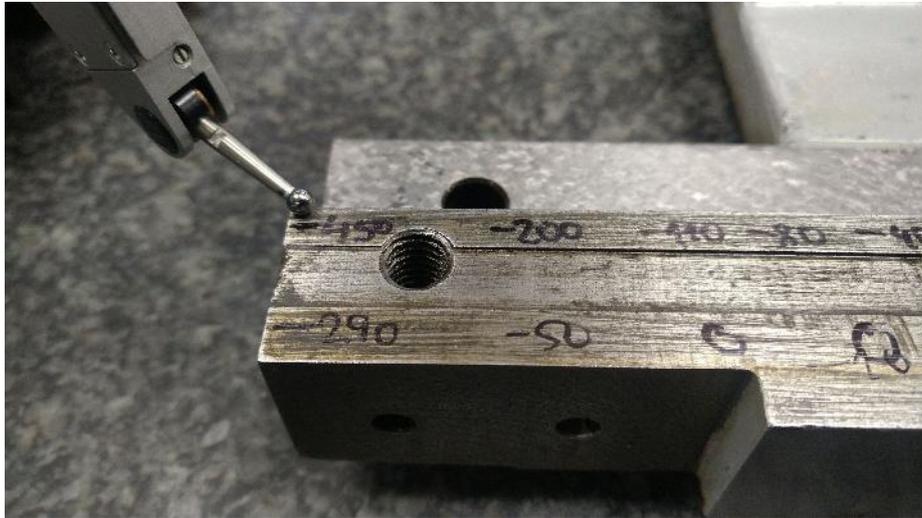


Abbildung 127: teilweise bis zu 450µm tiefer als erlaubt- eine Bandschleiferkatastrophe!

Eigentlich ein Job für eine Fräse. Lennart protzt mit dem 500mm Verfahrweg seiner Deckel FP2, aber ich benutze stattdessen Biax und meine Vierkantfeile. Stück für Stück wird das Teil immer ebener.

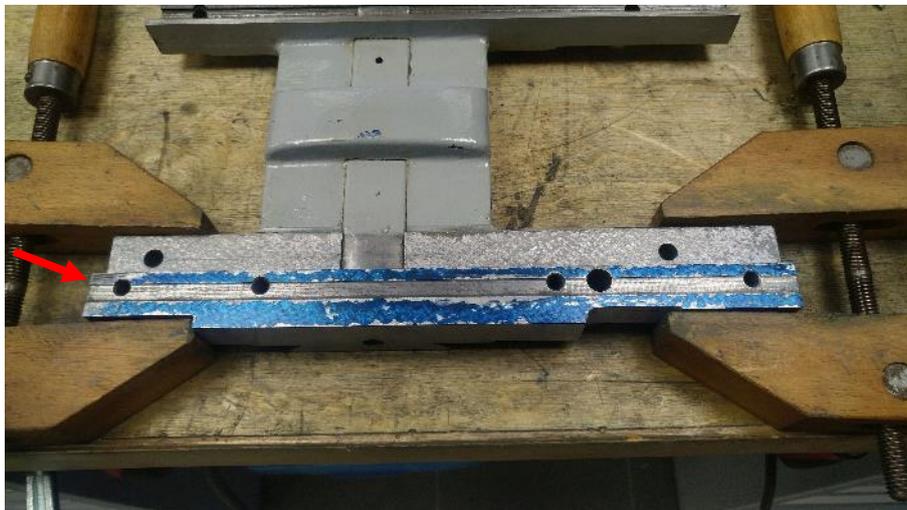


Abbildung 128: es wird langsam...aber die Tiefstelle links macht mir Kopfzerbrechen

Es zeigt sich gegen Ende der Arbeiten, dass ich –um den letzten Zentimeter auch noch zu begradigen- ich die gesamte Kontaktfläche zur Gleitleiste um weitere 200µm herunterschaben müsste. Hier zögere ich ein wenig, denn grundsätzlich versuche ich ja immer, so viel Originalsubstanz einer Maschine wie möglich zu erhalten. Daher will ich nicht einfach hirnos Material wegnehmen, sondern durch Versuch dem Ganzen erstmal eine Chance geben, ob der erreichte Stand vielleicht schon ausreicht, die Gleitleiste weitgehend verwindungsfrei gegen den Bettschlitten zu ziehen.

## 36 Einschaben der Gleitleiste

Jetzt, wo ich an der Unterseite des Bettschlittens ja bestimmt 250µm oder mehr herunterholen musste, erwarte ich, dass die Gleitleiste nun klemmen wird wie verrückt. Daher hatte ich sogar erst überlegt, den Kontaktbereich zur Fläche A vorher mit der Flachsleifmaschine kurz um 100µm oder mehr herunterzuschleifen, bevor ich erste Anpassversuche mache. Leider ist die Gleitleiste jedoch erheblich länger als der Fahrweg meiner LIP515. Somit hätte ich in zwei verschiedenen Aufspannungen nacheinander schleifen müssen und darauf hatte ich keine Lust. Das Anpassen der Gleitleiste an das Maschinenbett mache ich dann doch lieber manuell mit Tuschierpaste, Schaber sowie einer Menge Try-and-error. Aber was soll ich sagen-schließlich gelingt es mir. Es war aber selbst mit dem Biax noch eine Menge Arbeit!



Abbildung 129: die hintere Gleitleiste wird langsam "frei"!

## 37 Kugeldrucköler

Wo ich schonmal dabei bin, schlage ich natürlich alle alten Ölnippel am Bettschlitten heraus. Weil ein korrekter Ölfluss für eine Werkzeugmaschine meiner Ansicht nach essenziell wichtig ist, plane ich nicht, die alten wieder einzubauen, sondern ersetze sie durch neue. Bei der Leinen sind es 8mm dicke, mit etwa 10mm Länge. Leider kriege ich die schönen mit der hübschen roten Glaskugel nur für 6mm (mafa-shop.de) Außendurchmesser, daher muss ich hier auf die „normale“ Ausführung zurückgreifen. Wichtig ist mir dabei, dass die Kugelöler eine gerade Oberfläche haben und keinen Trichter, denn sonst können sich hier schnell Späne und Schmutz verfängen, den man dann mit der Ölkanne prima versehentlich in den Ölkanal mit hineinspült und ihn verstopft. Eine gerade Oberfläche ist hier praktischer, denn die kann man einfach besser vorher mit einem Tuch sauberwischen als solche mit einer Mulde drin.

Ich muss noch einen 3/4Zoll VARIO Segmentschlauch-Set mit in den Warenkorb legen, um über den Maximalbestellwert zu kommen, aber das ist nicht schlimm. Ich will mir eh daraus eine Absaug schnorchelhalterung für den Staubsauger basteln, die ich dann auf meine Stichschleifmaschine schrauben kann, so dass ich die Polsterdüse für meinen Werkstattstaubsauger dort einspannen und Schleifstaub direkt an der Schleifscheibe absaugen kann.

## 38 Flüssiges Metall = flüssiges Gummi?

Einen Rückschlag erlebe ich mit einem 2K-Kleber, der als „flüssiges Metall“ verkauft wird. Angeblich kann man damit Risse überbrücken und Fehlstellen ausbessern. Ich bestelle so einen Kleber, mische ihn an und versuche, die letzten 200µm Fehlstelle am Rand zu überbrücken.



Abbildung 130: möglicherweise für andere Zwecke gut- bei mir jedoch völlig ungeeignet

Nach 20min soll man angeblich schon damit arbeiten können. Aber selbst nach einem Tag ist die Masse immernoch so klebrig, dass man Fingerabdrücke in die Masse und Dellen mit einem Fingernagel reinmachen kann.



Abbildung 131: flüssiges „Gummi“ statt Metall...

Ich pule das Zeug wieder herunter (geht auch mit dem bloßen Fingernagel!) und versuche es noch einmal. Aber mit demselben Ergebnis. Und selbst die Reste im Anrühr-Schüsselchen bleiben gummiartig und klebrig. Das hilft mir also nicht weiter. Ein völliger Fehlschlag. Ich kratze das Zeug wieder herunter. Auch diesmal reicht das der bloße Fingernagel.



**Abbildung 132: Sohn Max rührt eine weitere Portion an...**



**Abbildung 133: ...und Papa trägt auf.**

Interessant: auf eBay will ich eine negative Produktbewertung, eine Beschreibung und ein Foto hinterlassen. Ich gebe alles ein, aber meine Bewertung geht nicht online! Den Grund dafür kenne ich nicht, aber ein Schelm, wer Böses dabei denkt und hier vermutet, dass positive Bewertungen bevorzugt werden könnten!

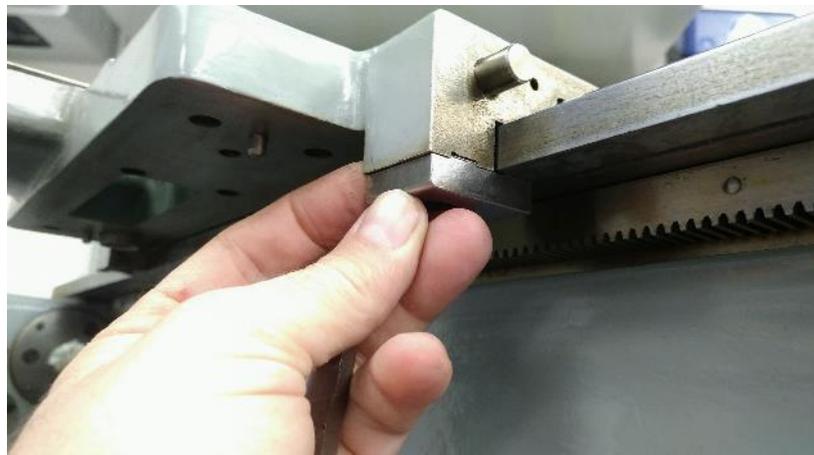
## 39 Vordere Gleitleiste

An der Vorderseite gibt es natürlich auch eine Gleitleiste- genauer gesagt zwei kleine Gleitstücke. Beim probeweisen Anbau stelle ich fest, dass hier durch das Bett-einschaben nun fast ein halber Millimeter Luft zwischen den Gleitstücken und der Fläche J ist!



**Abbildung 134: auch an der vorderen Seite des Supports gibt es eine Gleitleiste**

Diesmal mache ich es mir einfacher: ich ziehe die Stücke auf einem Abziehstein gratfrei ab, dann lasse ich meine LIP515 die Arbeit machen. Eine doch relativ komplexe Schleifaufgabe, denn es gibt verschiedene Höhen-Niveaus zu beachten.



**Abbildung 135: nun ja, es sind eher kleine Gleit"stückchen"**

Aber am Ende gelingt es mir: die Gleitstücke kann ich schließlich so anschrauben, dass sie das Bett von unten umklammern und kein Spalt mehr entsteht.



**Abbildung 136: mein Schatz: meine restaurierte LIP515!**

Nun beginnt also wieder die Technik des Frei-Schabens- die Gleitstücke sollen auch hier möglichst berührungsfrei unter dem Bett entlanggleiten und nur ein Abheben des Supports bei hohen Schnittkräften verhindern.

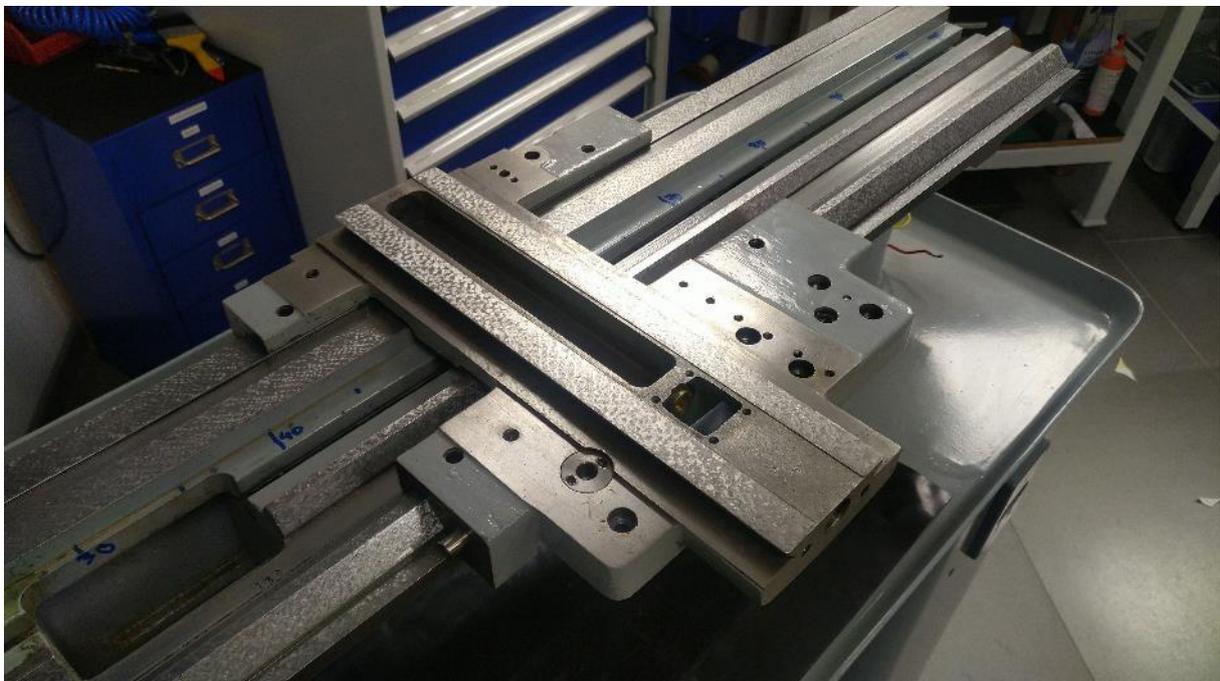


**Abbildung 137: Funkenflug beim Schleifen der Gleitstücke**



**Abbildung 138:** klar, die meisten von Euch könnten das besser- aber für mich schon ein guter Erfolg!

Achja: das Schleifen mache ich nur so weit wie unbedingt notwendig. Eine ganz kleine Ecke bleibt noch unberührt, aber das wird das Schaben schon richten 😊



**Abbildung 139:** aber es lohnt sich- die Maschine wird langsam richtig "sexy" mit dem ganzen blanken und geschabten Metall!

## 40 Schlittengeometrie

Und gleich kommt es zum Äußersten. Und zwar durch folgende Entdeckung:

Beim Einpassen des Supports und seiner Gleitleisten kam ich irgendwann natürlich auf die Idee, seine Lage bezogen zur Bettenebene zu messen. Und da stellte ich fest, dass er zu etwa  $150\mu\text{m}$  in Richtung Bediener abfällt- er also „schief“ im Bett liegt.



Abbildung 140: Abtasten der Lage der Führungen in Bezug zum Bett

Dann fragte ich mich, ob das überhaupt schlimm sei und die Präzision der Maschine beeinflusst. Kurz nachdenken, kurze Zeichnung- nein, das ist eigentlich nicht wichtig.

Aber was anderes ist wichtig: dass die Flachführungen parallel zur Spindel mit seiner Spindelmutter sind. Also Messuhr drauf und abfahren.



Abbildung 141: ...aber auch hier fällt die Messuhr um  $150\mu\text{m}$ !

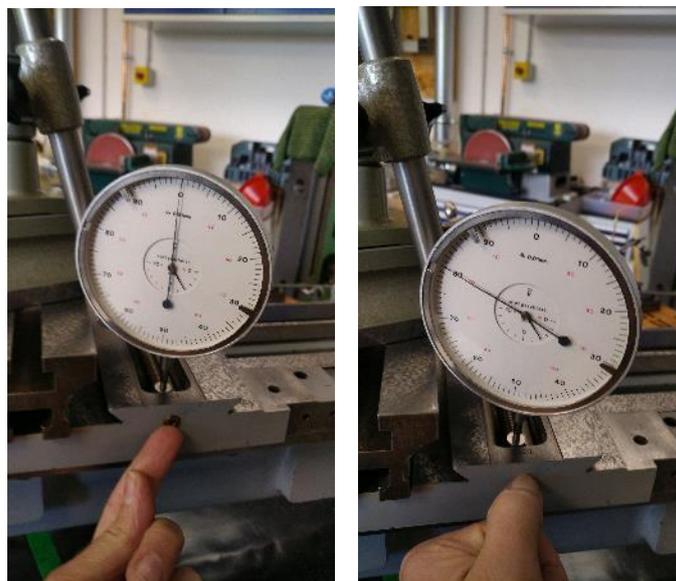
So, und das ist jetzt aber Mist!



**Abbildung 142: meine DDR-Mesuhr lügt nie- 150 $\mu$ m!**

Damit ist nämlich die Achse des Antriebs nicht mehr genau die Achse der Bewegung! Und auch wenn die gesamte Drehmaschine irgendwo im Weltraum quer zur Erdachse steht- das ist für die Präzision der Maschine komplett ohne Einfluss (naja, sehen wir von der Schwerkraft mal ab); jedoch wenn die Spindel leicht in eine andere Richtung zieht als die Führungen den Schlitten nachher fahren lassen, zerrt das an der Spindel! Und das wäre Mist, denn das könnte sie im schlimmsten Fall sogar verbiegen!

Aber dann entdecke ich noch was:



**Abbildung 143: Spiel im Lager der Spindelachse**

Wenn ich meine Messuhr auf die Spindel stelle und mit dem Finger an der hinteren Lagerstelle hoch und runter drücke, kann ich hier genau 200 $\mu$ m Spiel messen! Nanu? Ist das Absicht??!

Mal messen....das Spindelende hat dort überall etwas mehr als 8,98mm....



Abbildung 144: Spindelende messen

Die Bohrung (also das Lager) hat etwas mehr als 9,2mm. Jawoll, das gibt die mit der Messuhr beobachteten ca. 200 $\mu$ m Spiel!



Abbildung 145: Messung mit dem Schnelltaster

Und sowohl in X als auch in Y derselbe Messwert. Das deutet doch auf Absicht hin! Denn wenn hier Abnutzung im Spiel wäre, wäre die sicherlich nicht so gleichmäßig und rund. Aber die Bohrung der Lagerstelle ist rund, und seine Wände sehen glatt und riefenfrei aus. Sollte das Übermaß vom Hersteller also wirklich Absicht sein? Und wenn die Zentrität an dieser Stelle wichtig ist- warum hat dann Leinen dort nicht ein Kugellager eingebaut? Am fehlenden Budget hätte hier bei solch einer Maschine doch wohl nicht gemangelt, oder? Ich vermute daher, dass das Absicht ist. Der Hersteller will, dass eventuelle Abnutzungen auf der Gleitbahn des Schlittens nicht sofort dazu führen, dass Querkräfte auf die Antriebsspindel wirken und sie damit verbogen wird!

Ob ich damit Recht habe?

## 41 Wilma zieht blank

Ich stelle die Frage an Denis im Zerspanungsforum. Noch bevor er antworten kann, wird mir das mit den ganzen Messungen auf dem Bettschlitten ohne eine vernünftige Referenz zu bunt und ich mache das, was ich schon vor Wochen hätte machen sollen:

Ich ziehe blank!!

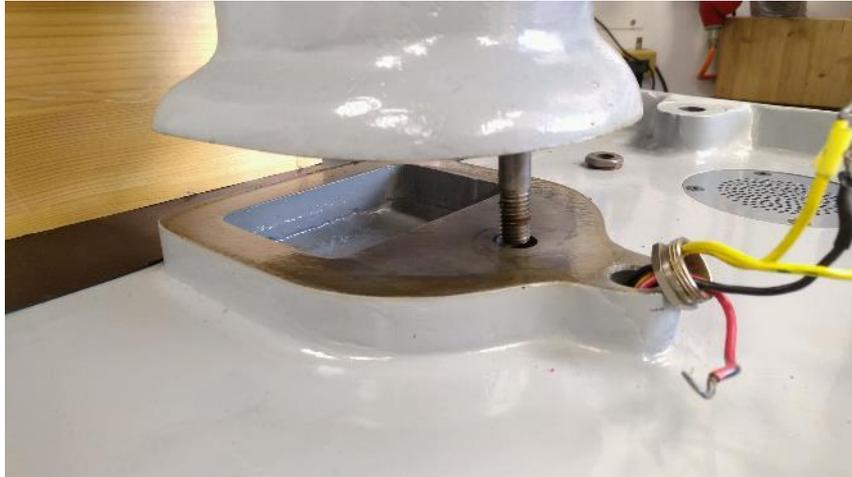


Abbildung 146: Wilma hebt ab

Es sind nur zwei Bolzen, die man von unten lösen muss. Dann kann man das Bett schon hochheben. Und wie vermutet: das Bett kann man rein physikalisch gar nicht verspannen, denn es liegt nur an diesen Flächen auf und wird von zwei Bolzen darauf festgehalten.



Abbildung 147: Das Bett ist runter!! (Foto: Max Michalzik)

Etwas provisorisch, mit untergelegtem Regalbrett, lasse ich das Bett vorsichtig auf meine Granitplatte rutschen. Später werde ich das mit meinem Werkstattkran machen, aber ich war in dem Moment (noch) zu faul, ihn aus der Garage zu holen und aufzubauen.



Abbildung 148: ab auf die Granitplatte (Foto: Max Michalzik)

Und dann die Sensation: stelle ich das Bett diagonal auf die Platte, reicht sie geraaaaaade so aus! Glück gehabt, ich habe vorher nicht nachgerechnet. Meine Granitplatte ist 100x63cm; misst also diagonal dann etwa 118cm. Das Leinen-Bett hat etwa 1,10m, daher passt das wirklich drauf. Aber mehr geht wirklich nicht, meine Platte habe ich damit komplett ausgereizt!



Abbildung 149: Wilma passt gerade so auf meine Platte

Nach dem ersten Verdauen der Begeisterung hole ich dann doch den quietschenden Werkstattkran aus der Garage und überlege mir Ankerpunkte, wie ich Wilmas Bett möglichst sicher und kontrolliert damit bewegen kann.



**Abbildung 150: Kraneinsatz**

Ich entschieße mich dazu, M10 Schrauben zu benutzen, die ich mit ihrem Kopf in die vorhandene T-Nut einschiebe und festschraube. Daran hänge ich die Kette des Krans. Das erscheint mir stabil und ziemlich sicher.



**Abbildung 151: Bolzen in der T-Nut als Aufhängepunkt**

Natürlich mache ich sofort ein erstes Tuschierbild der Füße, denn damit beginnt man normalerweise das Einschaben eines Drehmaschinenbetten. Zumindest mache ich das so.



Abbildung 152: Tuschierbild der beiden Füße nach 2 Durchgängen

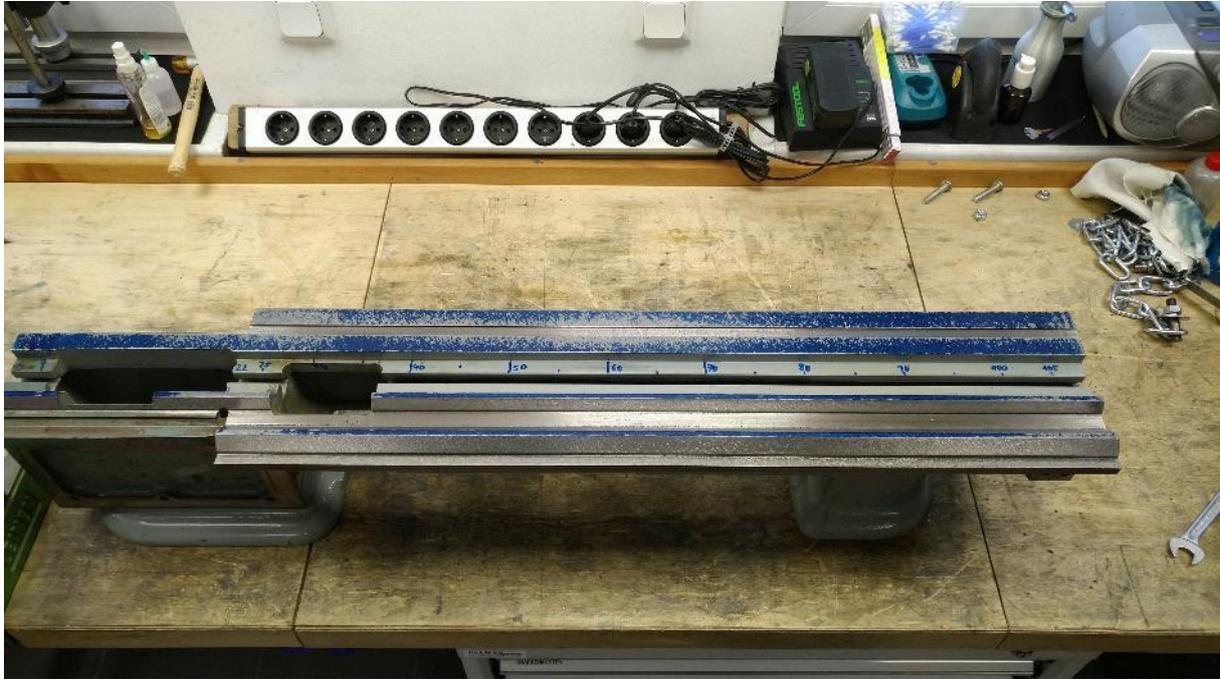
Aber schon die Gegenseite auf dem Maschinenunterstand macht wieder etwas Grund zur Besorgnis: auch hier wieder Bandschleiferspuren, die bei mir inzwischen wenig Vertrauen in eine korrekte Geometrie auflösen. Aber ein Problem nach dem anderen.



Abbildung 153: auf der Gegenseite (Maschinenunterstand) hat wohl leider wieder der Bandschleifer gewütet 😞

Zuerst tuschiere ich die Oberseite des Bettes. Hier bin ich sehr gespannt, dann noch nie konnte ich die gesamte Fläche auf einer gemeinsamen Ebene tuschieren, sondern musste immer einzelne Teilstücke schaben (kleine Granitplatte von oben aufgelegt) oder einzelne Bahnen (Tuschierlineal), von denen ich dann mehr oder weniger nur hoffen konnte, dass sie auch alle zueinander passen werden.

Jetzt kann ich es endlich nachprüfen. Und muss sagen: sooo schlecht ist das Erreichte nicht! Bestimmt noch verbesserbar, aber auch so könnte man mit diesem Maschinenbett sicher Werkstücke in zufriedenstellender Qualität produzieren. Ok, ich vielleicht nicht. Aber ein Profi sicher.



**Abbildung 154: erster Abdruck auf der Granitplatte- so schlecht nicht!**

Nehmen wir als Beispiel mal diese Feldwalze. Sie steht in der Feldmark zwischen meinem Wohnort und dem Nachbardorf. Die Walzennabe wird auf beiden Seiten in je einem Lager geführt.

Ich bin mir sicher, dass sogar ich mit der Leinen die aktuell zu sehende Güte der Passung (siehe Bild rechts) hinbekommen würde.



**Abbildung 155: Beispiel für eine gelungene Lagerpassung an einer Feldwalze**

Egal, es geht aber sicher noch besser. Ich mache meinen treuen Biax EL-7 scharf und los geht's.



**Abbildung 156: der Biax wird scharf gemacht (Foto: Max Michalzik)**

Insgesamt scheint das Maschinenbett in der Mitte noch immer ein ganz wenig tief zu sein, also bearbeite ich vorwiegend die äußeren Stellen im checkerboard-Muster. Sohn Max ist so nett und fotografiert.

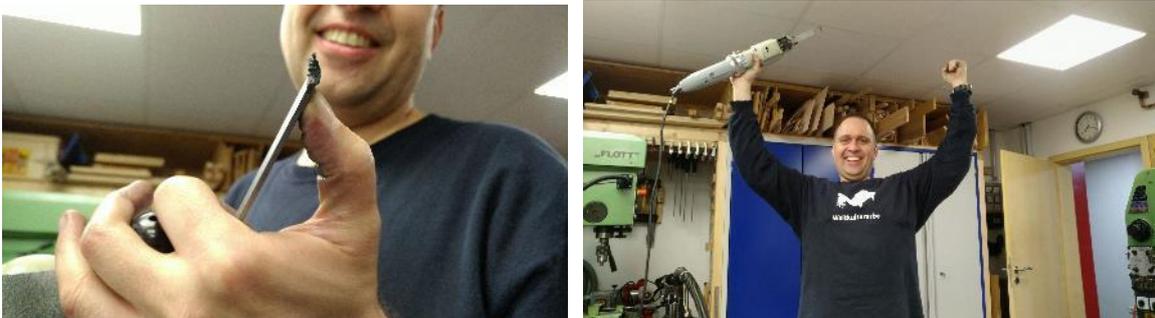


**Abbildung 157: Nachschaben der Flachführung**



**Abbildung 158: ich ziehe meine Reihen... (Foto: Max Michalzik)**

Innerhalb eines einzigen Tuschierdurchgangs schafft er knappe 300 Fotos. Es dauert Stunden, um die „nicht ganz so guten“ Fotos wieder auszusortieren. Aber immerhin- ein paar schöne sind trotzdem dabei!



**Abbildung 159: wir dürfen endlich wieder schaben! (Foto: Max Michalzik)**

Nach dem Schaben muss natürlich entgratet werden. Bei den schmalen Kronen der Trapezführungen breche ich auch regelmäßig die Kanten, damit ich mir später die Granitplatte nicht verkratze.



**Abbildung 160: entgraten**

## 42 Kraneinsatz!

Damit ihr mal wisst, wie aufwändig alleine ein einziges Tuschiebild ist und ihr euch das etwas besser vorstellen könnt, hier mal eine Fotoserie. Natürlich wieder von Ausnahmefotograf Max gemacht.



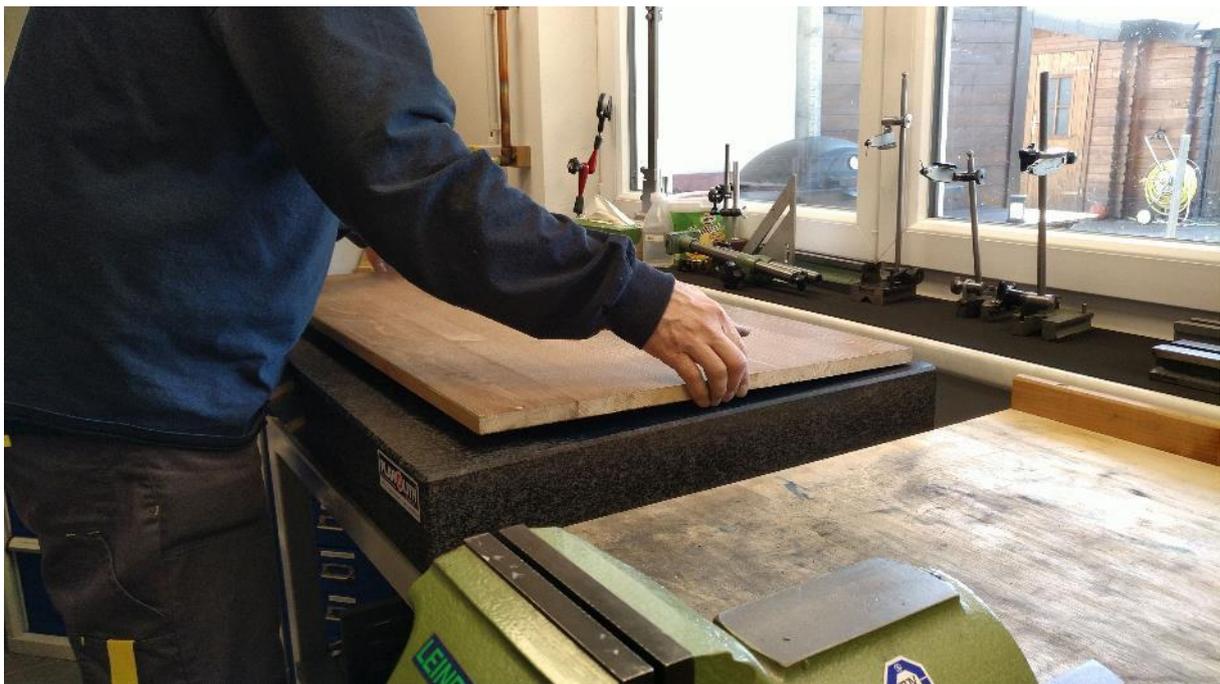
Abbildung 161: zuerst die Granitplatte vorbereiten: Tuschiefarbe aufpinseln



Abbildung 162:...und gut ausrollen



**Abbildung 163: und schön per Hand glattstreichen und Staubkörnchen runterrubbeln**



**Abbildung 164: zum Schutz erstmal eine saubere Holzplatte drauflegen**



**Abbildung 165: jetzt den Hi-lighter auf die zu tuschierende Fläche auftragen**



**Abbildung 166: wir kippen das Bett mit einem Holz als Hebel kontrolliert auf die Seite**



**Abbildung 167: wieder das Holz einstecken**



**Abbildung 168: ganz laaaaangsam...**



**Abbildung 169: jetzt von unten die Bolzen eindrehen**



**Abbildung 170: die Kette dranhängen....**



Abbildung 171:.....und das Bett mit dem Kran langsam anheben



Abbildung 172: schön hoch, damit es nicht am Schraubstock anstößt



**Abbildung 173: das Schieben geht ziemlich schwer, man muss gut und kräftig lenken**



**Abbildung 174: erst wenn das Bett direkt über der Platte ist und nicht mehr schwankt oder schaukelt, nehme ich die Schutzplatte herunter**



**Abbildung 175: dann die Platte nochmal kurz abwischen (Achtung: schwebende Last über den Händen!) und dann vorsichtig im Zeitlupentempo ablassen**



**Abbildung 176: jetzt kann tuschiert werden!**



**Abbildung 177: wegen der Größe und des Gewichts ist das manchmal nicht so leicht...**



**Abbildung 178: aber mein glückliches Gesicht zeugt davon, dass es geht!**



**Abbildung 179: nun wird das Bett wieder angehoben- auch vorsichtig und in Zeitlupe, denn der Kran federt beim Hochheben etwas und könnte beim Schwingen das Bett unsanft auf die Granitplatte hauen**



**Abbildung 180: schnell wieder die Schutzplatte drauf!**



Abbildung 181: ok, jetzt wieder Flughöhe gewinnen für den Überflug über den Schraubstock...



Abbildung 182: sobald das Bett wieder auf der Werkbank aufgesetzt ist, den Kran in seine Parkposition zurückschieben



**Abbildung 183: mit dem Hebelholz kippe ich das Bett wieder herum**

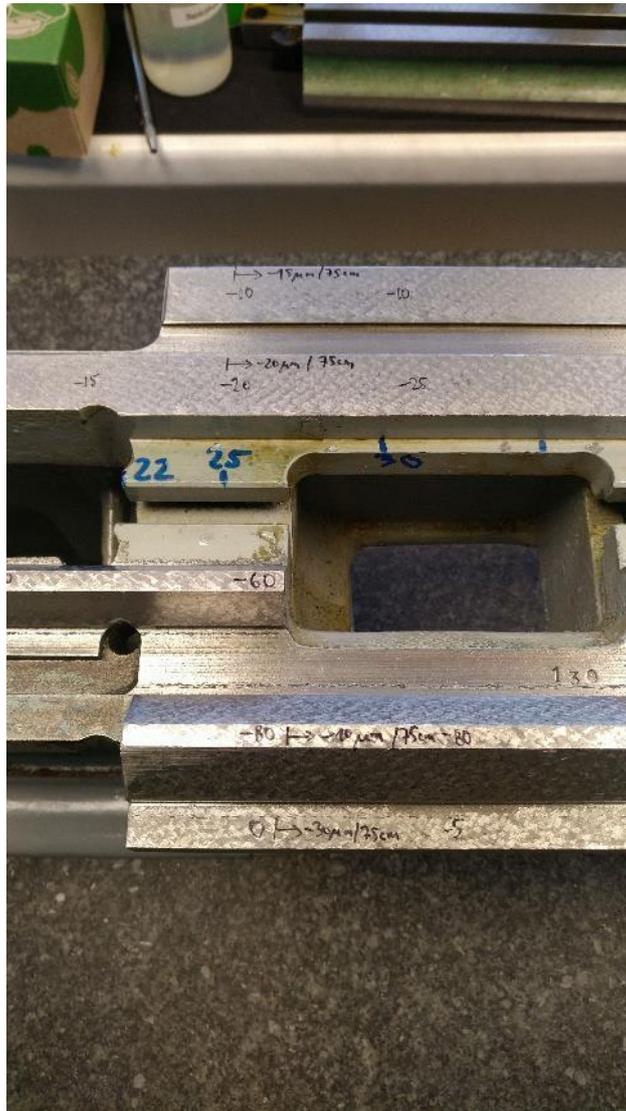


**Abbildung 184: Fertig! Da ist das Tuschierbild!**

Ein ganz schöner Aufwand, was? Jetzt versteht man vielleicht auch, warum industriell aufgearbeitete Maschinen so immens teuer sind: es stecken einfach viele hundert Stunden Arbeit darin, die bezahlt werden müssen!



Dabei stelle ich fest, dass die geometrischen Flächen in sich zwar alle bis auf max. 20 $\mu$ m parallel sind, allerdings sind sie das nicht zu seiner Grundfläche: zu den Füßen!



**Abbildung 187: Messergebnis**

Eigentlich ist das kein Problem, denn solange die Füße nachher ordentlichen Kontakt zu dem Unterstand haben und dort nicht kippln, kann die Lage dieser Ebene sein, wie sie will. Sie hat absolut keinen Einfluss auf die Präzision der Maschine.

Trotzdem: mein stets emsiger Lehrmeister Jan Sverre Haugjord jedoch meint, er würde es an meiner Stelle trotzdem auf Parallelität einschaben. Wahrscheinlich eher aus ästhetischen Gründen, aber ihn würde das stören.

Und so kommt es, wie es kommen muss...

## 44 Fußpflege

Also ran an die Füße.



Abbildung 188: Stufenschaben

Um es kurz zu machen: am Ende hole ich die 100 $\mu$ m Schiefelage zwischen vorn und hinten sowie die 20 $\mu$ m zwischen links und rechts durch Schaben heraus.



Abbildung 189: Kontrolle der Parallelität

Inzwischen habe ich mich auf eine Mitutoyo Messuhr, einen selber eingeschabten DDR-Messbalken mit umgebauter Stativmechanik (Umbau von einer gemeinsamen Feststellschraube auf zwei getrennte) und eine kleine (von mir selbst 😊) geschliffene Passfeder als Unterlage eingeschossen. Damit kriege ich erheblich stabilere und reproduzierbarere Messwerte als mit allen anderen Messaufbauten, die ich bislang probiert habe.

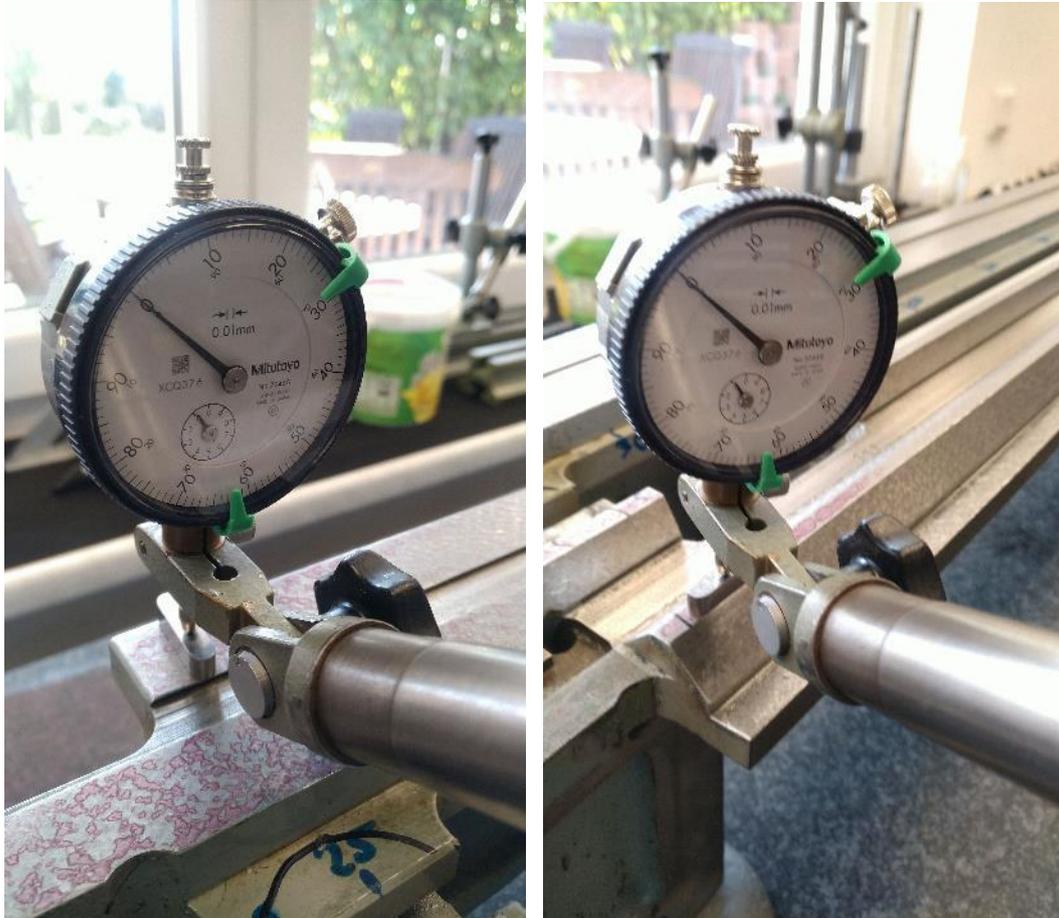


Abbildung 190: Messung vorne und hinten: nun perfekt!



Abbildung 191: auch die "links/rechts"-Orientierung ist nun ohne Tadel

Nachdem die Parallelität erreicht ist, möchte ich das Kontaktbild der Füße noch ein wenig verbessern.



**Abbildung 192: Füße- geometrisch nun korrekt, aber nun schabe ich auf mehr Punkte**



**Abbildung 193: ein schönes Muster, das mir da gelungen ist, oder?**

## 45 Flachführungen die 11522ste

Nachdem nun die Flächen zueinander parallel und die Füße „schön“ sind, optimiere ich die Flachführungen weiter. Ich benutze dazu meine rote Diamant Tuschierpaste, weil ich die nicht so sehr mag, also noch sehr viel davon „über“ habe und sie außerdem auf Öl basiert- und nicht so schnell austrocknet, wie die Canode/Chardonnell-Mischung.

Und für den aktuellen Stand des Schabens reicht sie noch locker in ihrer Deckungskraft aus.



**Abbildung 194: es geht mal wieder weiter mit den Flachführungen**

Ich werde nun nicht weiter darüber berichten, denn irgendwann wird es mit dem Thema auch langweilig. Wichtig ist, dass die komplette geometrische Vermessung auf der Messplatte eine super solide Basis für korrekte Schabearbeit darstellt und mir deutlich mehr Sicherheit gibt als mit Tuschierlinealen, die man Stück für Stück versetzt über das Bett schieben muss.

Wie auf der Fotostrecke vorhin gezeigt, hieve ich das Bett nun einige Dutzende male auf die Granitplatte, um mit kleiner Klinge und kurzen Hieben gezielt die Stellen zu bearbeiten, die mir noch etwas „dick“, also „hoch“ erscheinen. Dabei geht es jetzt wirklich nur noch um Unterschiede von vielleicht  $10\mu\text{m}$  oder weniger. Aber eine Leinen sei eine Hi-End-Drehmaschine, sagt Jan Sverre, da müsse man schon auf Ungenauigkeiten von maximal  $5\mu\text{m}$  oder weniger kommen, sonst würde man der hohen Qualität dieser Maschinen nicht gerecht.

## 46 Abschluss von Teil 2!

Seit einigen Wochen ist nun Corona über uns hereingebrochen und diese weltweit erstmalig als „Pandemie“ bezeichnete Entwicklung dieses Virus hat unsere Welt verändert. Auch bei mir- wochenlang homeoffice, teilweise sogar Zwangsurlaub und aktuell Kurzarbeit. Da könnte man doch glauben, dass hier viel Zeit sei für Werkstattarbeiten.

Oder?

Nunja- „homeoffice“ bedeutet ja erstmal nicht, dass man gar nicht arbeitet, sondern nur, dass man von zu Hause aus arbeitet. Da gibt es natürlich mehr „Frei“heiten als im Büro, aber wirklich „frei“ hat man dann natürlich auch nicht.

Zwangsurlaub und geschlossene Schulen bedeuten automatisch die ganztägige Betreuung von Kindern- und da wir unseren Sohn auch nicht 24h am Tag vor dem iPad sitzen lassen wollen, sind hier Kinderbetreuung und -bespaßung angesagt; und weniger Schabearbeiten in der Werkstatt!



Abbildung 195: Licht am Ende des Tunnels! – Warten auf Teil3 😊

Dann gibt es noch Testberichte, die ich für eine Amateurfunkzeitung schreibe; hier hat mir gerade ein japanischer Hersteller einen neuen Breitbandempfänger auf den Messplatz gelegt.

Nebenbei gibt es auch noch weitere Nebenarbeiten- und jobs, die ich mache (natürlich alle beim Finanzamt angemeldet), wenngleich auch Sachen wie das Spielen einer Rittertafel im Restaurant gerade natürlich wegen Corona ausfallen müssen.

Alles in allem bin ich aktuell trotz Kurzarbeit also noch immer ziemlich eingespannt in verschiedene Aktivitäten. Langweilig wird mir aktuell daher gerade nicht. Und wenn doch, dann überrascht mich meine Frau auch gerne mal mit einer spontanen Wohnzimmerrenovierungs- Stemm- und Spachtelarbeiten inklusive.



**Abbildung 196: angeblich soll Hochprozentiges ja gut sein gegen Corona...**

Auf jeden Fall ist aktuell aber genug Zeit für Spaziergänge und kleine Fahrradtouren bei strahlend sonnigem Wetter. Und -aller Sorge um Corona zum Trotz- das ist tatsächlich etwas, was wir genießen können ! Ich ende mit dem Satz, den man aktuell nahezu überall hört:



**Abbildung 197: Bleibt gesund!**

## 47 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 wider. Sie sind weder als Werbung noch Verunglimpfung dieser Firmen oder Hersteller zu verstehen, sondern als persönliche Meinungsäußerung aufzufassen.
7. Vor dem Veröffentlichen 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.  
V1.16, Marc Michalzik, 14APR2020