

# Einrichten und Justieren einer Drehmaschine

## 1 Einleitung

Es passiert nicht so oft, dass ich mehrere Reparaturberichte über nahezu dasselbe Thema schreibe. Aber eine Drehbank bietet so viele spannende Möglichkeiten von Fehlersuche und Anwendung, dass ich ständig neue Sachen finde, die mich faszinieren.



Abbildung 1: die Navi weiß schon, wo es das große, schwere Eisen gibt!

Auslöser dieses mal war, dass ich im Vogtland einen uralten Metallhobel gekauft habe. Nein, ich rede jetzt nicht von einem Hobel aus Metall, sondern von einem Hobel, der wirklich das Metall selbst hobelt. Als "Nutenstoßmaschine" oder auch "Schnellhobler" tauchen diese Mordstrümmen immer öfter in Internetangeboten auf und angesichts des Kaufpreises mag man manchmal denken, die Besitzer seien auch manchmal einfach nur froh, den Rosthaufen noch irgendwie los zu werden. Wobei das keine Übertreibung ist: der von mir gekaufte Hobler ist mit seinen 400kg ein wahres Leichtgewicht unter seinen Gattungsbrüdern. Die 375er Klopp-Hobler oder auch die ganzen Wotan's, Cincinnati's und Erdmänner dieser Welt bringen auch gerne mal ein paar Tonnen auf die Waage. Mit solch einem Gewicht wäre vielleicht sogar schon manche Garage überfordert, weshalb man insbesondere solche Werkzeugmaschinen fast schon "hintergeworfen" kriegt.

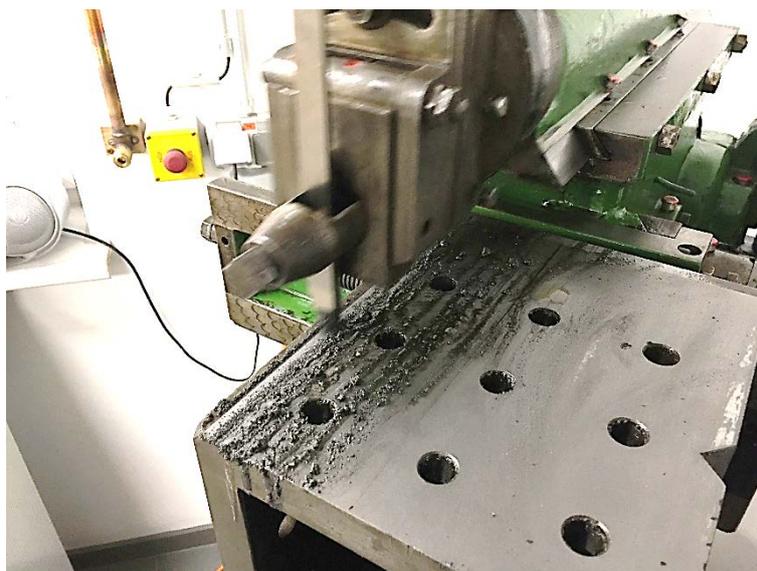


Abbildung 2: Einladehilfe für einen Metallhobel im Vogtland



**Abbildung 3: der Ostzonenhobel - geiles Teil!!!**

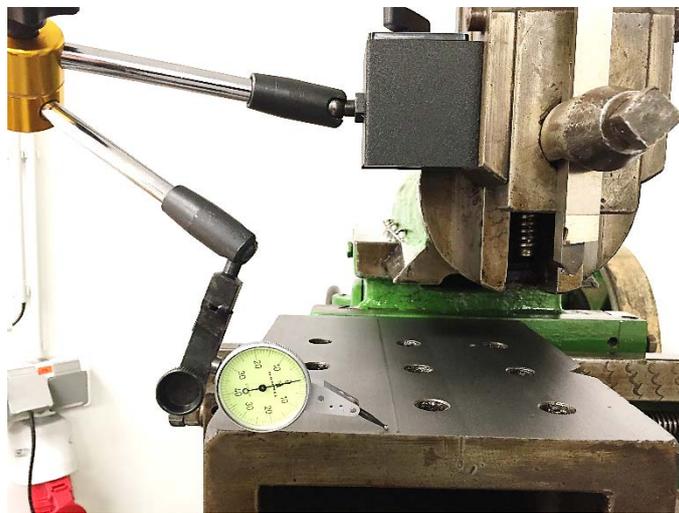
Mein Hobel jedenfalls stammt laut Typenschild von dem Hersteller "Union Werke" aus Mittweida- böse Zungen könnten das Ding also verachtend einen "Ostzonenhobel" nennen! Ich für meinen Teil bin ein ausgesprochener Fan von DDR-Produkten. Nicht nur die Bücher aus dem Osten finde ich meistens f a b e l h a f t, sondern können mich ebenso östlich produzierte Messgeräte oder Werkzeugmaschinen begeistern. Man merkt deutlich, dass hier oft noch mehr Zeit vorhanden war, gute Qualität zu bauen- und das meist mit den einfachsten Mitteln. Gekoppelt mit teilweise echt pffiffigen Ideen kommt manchmal richtig gute Engineering-Leistung heraus. Dieser DDR-Hobel ist ein weiteres Beispiel dafür: Mit einem Alter von mindestens 50 oder 60 Jahren (eher älter) hobelt er -nach der Gabe von etwas Öl- seinen eigenen Hobeltisch mit einer Gesamtabweichung an der schlechtesten Stelle von nicht mehr als  $30\mu\text{m}$  plan- eine super Leistung für so eine uralte Maschine, finde ich. Und das auf Antrieb- ohne irgendwelche Justierungen oder vorausgegangene Servicearbeiten.



**Abbildung 4: er hobelt sich gerade selber einen...**

Wenngleich auch meine Frau erst etwas Zeit brauchte, sich mit dem DDR-Genossen anzufreunden (nach 1h Hobeln stinkt unsere ganze Bude hoffnungslos nach Öl vom Keller bis ins 2.OG), so darf er nun trotzdem in unserer Werkstatt bleiben. Aus Dankbarkeit an meine Frau, die mir diese Nebenbeziehung zu dem DDR-Veteranen erlaubt, wollte ich das Teil dafür nun wenigstens etwas hübsch machen. Motto: wenn er schon so schlecht riecht, soll er wenigstens gut aussehen. (Bei manchen Menschen ist das ja nicht viel anders ;-)

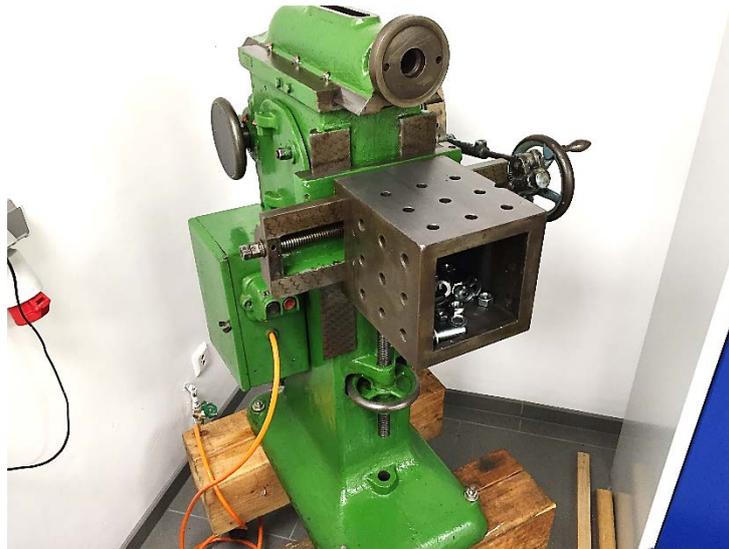
Damit das klappt, habe ich eine große Blechwanne in Auftrag gegeben, die für das Auffangen des Schmieröls oder der Späne dienen soll. Um die dann unter die Füße zu kriegen, brauche ich den Werkstattkran. Damit dieser aber nicht überlastet wird, wollte ich etwas Gewicht sparen. Ich habe also die Ramme abgebaut, den Stoßkopf, den Elektrokasten (der muss sowieso UNBEDINGT neu!), die Schwinge und die Kurbelwelle. Und bei genau dieser fiel mir doch nicht unerhebliches Lagerspiel auf, das im Umkehrpunkt während des Betriebs inzwischen doch deutlich hörbare Klackergeräusche erzeugt.



**Abbildung 5: Messung auf Ebenheit**

Dass ich hier schon einen guten Einsatz für meine Drehbank witterte, werdet ihr sicher verstehen. Der Plan ist:

Kurbelwelle herausnehmen, das Lager aufbohren und eine neue Hülse aus Lagerbronze einsetzen, in der die überdrehte Kurbelwelle dann (nahezu) spielfrei die nächsten Jahrzehnte weiterlaufen kann.



**Abbildung 6: der Hobel wird zerlegt...**

Dieses Projekt ist sehr spannend, denn ich musste mich mit folgenden Themen beschäftigen:

1. planes(!) Abdrehen der alten Welle (und zwar mit entsprechend geringer Toleranz)
2. Ausdrehen der alten Lagerschale, um Platz für das neue Lager zu schaffen
3. Reiben und ggfs. Honen der neu entstandenen Flächen
4. Drehen eines neuen Lagers; entsprechende Passungen berechnen und herstellen. Außen soll es im Lagergehäuse klemmen (z.B. Einschlagen oder Einpressen), innen soll sich die Welle leicht drehen lassen, aber nicht fühlbares Spiel haben.



**Abbildung 7: Ausbau der Kurbelwelle**

Für all die oben beschriebenen Arbeiten werde ich mir Reibahlen kaufen, Probestücke drehen, mich angesichts des Preises von Lagerbronze gewaltig auf den Hosenboden setzen, Erfahrungen mit vibrierenden Bohrstangen und Toleranzberechnungen für Rollpassungen und Übermaßanpassungen machen. Ich werde Toleranzen von  $\pm 12\mu\text{m}$  haben (die ich ganz knapp nicht treffen werde, aber ich habe den Beruf des Drehers ja auch nicht gelernt und mache es daher so gut, wie ich es kann) und dabei wird mir auffallen:

die Drehbank trifft zwar erst den Toleranzschlauch, aber nicht über die gesamte Länge des Werkstücks (ca. 10cm)! Will sagen: die 34,550mm am Anfang der Welle werden gegen Ende der Welle schnell 34,580mm. Bei einer berechneten H7/h7 Buchsen-/Wellenpassung mit gerademal 25µm erlaubter Toleranz ist es einfach aussichtslos, hier gute Ergebnisse zu erzielen. Wenn die Drehbank nicht ganz exakt parallel dreht, sondern beim Fahren über die Welle das Maß schon um 40µm oder mehr verändert, hat man keine Chance. Da kann ich einstellen und berechnen so gut ich will- wenn die Drehe eine Tonne erzeugt und keinen Zylinder mit parallel zueinander stehenden Flächen, kann man einpacken.



**Abbildung 8: vorderes Spindellager meiner Myford Super 7: fast wie neu, daran kann es also nicht liegen!**

Bevor ich also meinen Metallhobel aufarbeite, bahnt sich hier wohl ein anderes Projekt an:  
das korrekte Einstellen meiner Drehmaschine!



**Abbildung 9: Abdrehen der alten Welle aus dem Metallhobel auf der Drehmaschine: leider nicht ganz exakt parallel!**

Die Anleitungen im Internet empfehlen dazu meist alle, sich Probestücke zu drehen und dann mit einem Mikrometer den Durchmesser entlang des Werkstücks zu messen. Ändert sich der, könne man durch Verstellen der Maschinenfüße (z.B. hinten rechts) den Abstand vom Drehmeißel zur Drehachse justieren und damit irgendwann eine exakte Parallelität herstellen.

Nun gut.

Das Herstellen von Probestücken und das Nachstellen der Auflagepunkte des Maschinenbetts gelingt zwar immer erst, führt bei mir aber leider nicht zu langfristig reproduzierbaren Ergebnissen. Sobald ich meine 100mm Stahlstange durch Justieren des Maschinenbetts auf eine Durchmesserabweichung  $<10\mu\text{m}$  gebracht habe (damit wäre ich ja schon zufrieden), spanne ich am nächsten Tag eine Messingbuchse ein und erlebe, dass ich die vortags gemachten Justierungen schon wieder einen Kegel erzeugen und keinen Zylinder!

Die Justier- und Einstellanleitungen reden hier bei den Myford Super7-Drehbänken (so wie ich sie habe) oft von erreichbaren Durchmesserabweichungen von  $2\mu\text{m}$  und weniger auf 100mm. Tut mir leid, aber das schaffe ich beim besten Willen nicht.

Was ist also hier los? Warum klappt das bei allen anderen, nur bei mir wieder nicht?

Ich werde dem wohl nachgehen müssen.



**Abbildung 10: viele Probestücke, aber kein langfristiger Erfolg...**

(Anmerkung zum Bild: Ich weiß, dass man beim Probezylinder-Drehen keinen Reitstock benutzt!)

Nach dem dritten versauten Probestück und einer weiteren versauten H7-Passung fasse ich einen beherzten Entschluss: ich baue die Spindel aus, prüfe und ggfs. erneuere alle Lager und sehe mal im Spindelstock nach dem Rechten.

Meine Vermutung ist nämlich inzwischen, dass nicht ein mechanisch verzogenes Maschinenbett die Ursache für die schlechte Oberflächenparallelität meiner Werkstücke ist, sondern ein verdrehter Maschinenstock! Wenn seine Drehachse nämlich nicht ganz exakt zum Maschinenbett steht, erzeugt das ebenfalls tonnenförmige Werkstücke- und keine Zylinder.

Das Verstellen des Maschinenbettes würde in diesem Fall nämlich nur einen Fehler mit einem anderen kompensieren- jedoch nicht mein Problem lösen.

## 2 Das Ergebnis vorab: Ablauf der Justierung!

Kleiner Einschub:

Wie man eine Drehmaschine korrekt einstellt, ist ein riesiges Thema und das komplette Internet ist voll von Ratschlägen und Videos.

Die sind auch alle hilfreich, doch meistens beschreiben sie nur einen einzelnen Schritt der gesamten Justier-Kette. Dass zum Drehen eines Probestücks (Schritt 5) z.B. vorher zwingend die korrekte Ausrichtung des Spindelstocks überprüft werden muss, erklären leider nur sehr wenige der Autoren. Wir hier also mit Schritt 5 beginnt (wie ich anfangs), fällt auf die Fresse.

Eine sinnvolle Reihenfolge wäre diese hier:



Abbildung 11: Abfolge der einzelnen Justier-Schritte

Ich halte es trotzdem für legitim, wenn man die Überprüfung seiner Drehbank mit Schritt 5 beginnt. Das Drehen eines 25mm dicken und ca. 100mm lang aus dem Drehfutter herausragenden Prüfstabs (ohne(!) Abstützung durch den Tailstock!) könnte ja auch schon so bereits klappen. Die Chance ist klein, -zugegeben- aber nicht null. Bei mir jedenfalls ging es voll daneben, das Ergebnis war ein Kegel und kein Zylinder und somit musste ich dann am Ende doch brav bei Schritt 1 anfangen und alles Schritt für Schritt nachmessen und einstellen. :-)

Ich schreibe dieses Kapitel übrigens gerade, nachdem ich meine Justierung und den restlichen Bericht bereits fast fertig habe. Nehmt die Abbildung 11 also als bereits bestätigten und erprobten Leitfaden für all das, was nun noch kommt.

Achja- und n a t ü r l i c h kann man das Justieren auch anders machen. Bestimmt kennen einige von Euch noch bessere oder pfiffigere Methoden, um eine Drehbank korrekt zu justieren. Bedenkt aber bitte, dass ich in diesem Bereich Anfänger bin und mich bereits freue, wenn ich ein paar gelesene oder "youtube-te" Grundkenntnisse erfolgreich anwenden kann. Und genauso ist dieser Leitfaden gedacht. Er ist das Ergebnis meiner try-and-error Phase.

Dieser ganze Bericht ist try-and-error :-)

Trotzdem gute Unterhaltung, auch wenn die Themen nun vielleicht etwas springen werden. Wir beginnen daher mit der Durchführung der RDM-Messung (Schritt 4), um dann auf das Maschinenbett zu kommen (Schritt 1). Lasst Euch dadurch nicht verwirren.

Also weiter im Text.

### 3 Ursachenforschung

Ich weiß, dass die RDM-Messung (Rollie's Dad's Measurement) nicht ganz mängelfrei im Internet davonkommt. Mir wurde von den Kritikern allerdings leider nie wirklich deutlich, was genau sie der RDM-Methode vorwerfen und welche Alternative sie stattdessen vorschlagen. Rückblickend kann ich aber sicher sagen: selbst wenn die RDM irgendwelche Konzeptungenauigkeiten eingehen sollte, so waren diese nachweislich deutlich kleiner als die Ungenauigkeiten, mit denen ich gerade an meiner eigenen Drehbank zu kämpfen habe!



Abbildung 12: Prüfstab für RDM-Messung (hier schon mit tlw. ausgebautem Spindelstock)

Die RDM-Methode basiert auf der Ermittlung der wahren Drehachse durch das Aufnehmen von Abständen zum Bettschlitten mit der Messuhr entlang eines Prüfstabes. Weil sie min- und max-Werte benutzt und daraus den Mittelwert bildet, spielt es noch nicht einmal eine Rolle, ob der verwendete Prüfdorn groß eiert oder nicht. Nur wirklich rund muss er sein, aber das ist bei den meisten geschliffenen MK2 Precision bars ja der Fall. Meine hatte allerdings über die Länge (200mm) leider keinen konstanten Durchmesser; am Anfang war er 17,233mm und am Ende 17,212mm. Das sind immerhin 21µm Unterschied, die in das Messergebnis mit eingehen würde. Glücklicherweise kann man bei der RDM aber den absoluten Durchmesser des Prüfstabes entlang seiner Länge vorher mit der Mikrometerschraube ermitteln und dann später als Korrekturwerte mit in die Messung einbringen. So habe ich es beispielsweise auch gemacht.

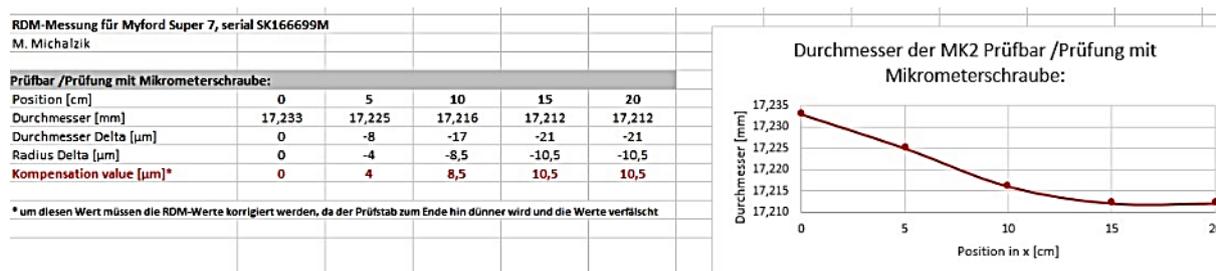


Abbildung 13: Korrekturwerte meines MK2 Prüfdorns (Durchmesser)

## 4 RDM-Messung

Die RDM-Messung kann man horizontal, aber auch vertikal machen. Dadurch sehen wir, ob die Drehachse irgendwie "schieft" und auch, wohin. Die vertikale Ausrichtung ist tatsächlich gar nicht so kritisch, wie man denkt. Natürlich hat es auf den Durchmesser des Werkstücks auch Einfluss, wenn der Drehmeißel entlang seines Zerspanungsweges am Werkstück mal höher oder mal tiefer ansetzt. Doch noch deutlich empfindlicher reagiert der gedrehte Durchmesser auf die horizontale Abweichung der Drehachse zum Maschinenbett. Jegliche Ungenauigkeit geht hier direkt und unmittelbar auf das Werkstück über.

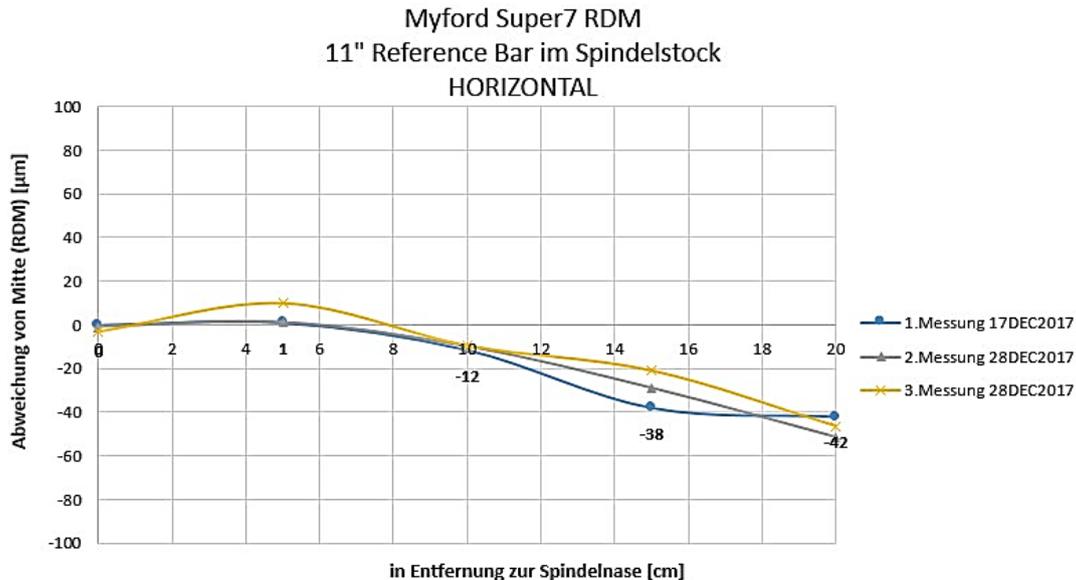


Abbildung 14: RDM-Messung Horizontal (vorher)

Zur Sicherheit mache ich Messung gleich drei mal, mit teilweise verschiedenen Messuhren und spanne die Testbar zwischendrin sogar absichtlich aus und wieder ein. In welchem sensiblen Bereich wir hier unterwegs sind, können wir schon durch die große Variabilität der Messkurven sehen. Trotzdem: es gibt hier definitiv einen globalen Trend, bei dem sich alle drei Messkurven einig sind: das Ende meiner MK2 Prüfbar ist etwa 40µm zu weit in Richtung "Bediener" gerichtet. Das bedeutet, dass sämtliche Werkstücke zu ihrem Ende hin dünner werden, weil sie dort näher am Drehmeißel liegen. Das entspricht tatsächlich meinen Beobachtungen aus der Praxis!

**Fazit:** nicht nur meine Werkstücke, sondern auch die RDM-Messung zeigt: der Spindelstock schieft leicht in Richtung Bediener. Oder?

Nicht unbedingt. Eine "schiefe" RDM-Messung kann man auf zwei Arten bekommen:

1. ein verdrehter Headstock (Winkelfehler)
2. ein verzogenes Maschinenbett (Twist)
3. ein abgenutztes Maschinenbett (Schlitten mit daran befestigter Messuhr fährt "schiefe")

Bevor der Headstock also abgeschraubt und neu eingemessen wird, muss unbedingt vorher zweifelsfrei feststehen, dass die aufgenommenen RDM-Messwerte wirklich von einem Winkelfehler des Headstocks herrühren und nicht von einem Twist des Maschinenbetts oder einer abgenutzten Führungsfläche! Da beide Ursachen (Twist/Abnutzung Maschinenbett oder Winkelfehler Headstock) dieselben Auswirkungen am Werkstück haben (das Drehen eines Prüflings erzeugt einen Kegel und keinen Zylinder) kann man sie durch das bloße Drehen eines Eisenstabs oder durch eine RDM leider nicht voneinander unterscheiden! Einziger Ausweg:



Abbildung 15: Einsetzen eines MK2 Prüfdorns für RDM-Messung

Wir überprüfen vorher alle Einflüsse, die am Werkstück eine Tonnenform erzeugen könnte.

## 5 Bett ausrichten (Leveln)

Zuerst also stellen mit einer Präzisionswasserwaage sicher, dass das Maschinenbett wirklich exakt ausgerichtet ist, bevor wir unsere RDM-Messung machen. Denn nur wenn das nach Wasserwaage wirklich "in Level" ist, kann man mit der RDM-Messung vernünftige Schlüsse ziehen.

Dieser Aspekt kommt leider aus den Beschreibungen im Internet viel zu wenig heraus. Alle reden davon, dass man die Drehe zum Paralleldrehen kriegt, wenn man den Maschinenfuß hinten rechts nachstellt. Doch muss das gar nicht die eigentliche Fehlerursache sein. Auch ein verdrehter Spindelstock (=Headstock) sowie ein abgenutztes Bett erzeugen dieselben "Taper" in den Werkstücken. Doch die Anleitungen gehen meist stillschweigend davon aus, dass der Headstock ab Werk sicher noch korrekt eingestellt sei. Bei einer fabrikneuen Drehbank mit Abnahmeprotokoll mag das der Fall sein- doch bereits bei einer gebrauchten kann man nie wissen, wieviele Crashes die gute Maschine schon mitgemacht hat und welche Kräfte auf den Spindelstock eingewirkt haben. So wie beispielsweise bei mir, als die eine Backe in voller Fahrt herausflog und so das Futter blockierte.

Aber egal, wie bringen das nun ja wieder in Ordnung.

Beim Leveln mit der Waage ist es wichtig, dass -egal wie das Ergebnis ist- es immer gleich für beide Seiten ist. Es ist also gar nicht so entscheidend, ob die gesamte Drehbank wirklich exakt entlang der Gravitationslinien unserer Erde ausgerichtet ist. Sie darf auch gerne etwas schief stehen. Nur -wenn sie das tut- muss sie auf beiden Seiten ganz exakt gleich schief stehen. Solange sie das tut, haben wir auch keine Verwindung im Maschinenbett. Und das ist die unbedingte Voraussetzung für alle weiteren Messungen und Einstellarbeiten.

Manche richten die Maschine sogar bewusst mit etwas Neigung aus, damit z.B. später das Kühlmittel später immer zur richtigen Seite in Richtung Ablassschraube läuft.

Prüfen wir mal über die kurze Seite der beiden Shears. Erst rechts (am Reitstock):



**Abbildung 16: Prüfung über die kurze Seite: rechts**

Das sieht super aus. Und dann links (am Spindelstock):



**Abbildung 17: Prüfung über die kurze Seite: links**

Das ist ein halber Teilstrich. Also weniger als 50µm auf 1Meter. Das lassen wir so, denn das können wir durch daran-Herumfummeln fast nur noch schlechter machen!

Was sagt die vordere Bahn? Aha, etwa 150µm/m links zu hoch.



**Abbildung 18: Prüfung auf dem vorderen Shear**

Aber da die hintere Bahn fast genau denselben Wert hat, ist das gar nicht schlimm.



**Abbildung 19: Prüfung auf dem hinteren Shear**

Mit den Ergebnissen der Wasserwaage bin ich also sehr zufrieden- insbesondere mit den Ergebnissen über die kurze Länge. Hier ist die Libelle auf beiden Seiten fast 100%ig exakt in der Mitte- das bedeutet so gut wie keinen Twist des Maschinenbetts. Sämtliche Messwerte, die nun aus der Drehachse laufen, liegen dann also an einem Winkelfehler des Headstocks und nicht an einem verspannten Maschinenbett!

**Diese Erkenntnis ist sehr wichtig für die weiteren Schritte!**

## 6 Bettschlittenspiel

Bei den drei Worten "Bett", "Schlitten" und "Spiel" könnte man ja durchaus auf andere Freizeitbeschäftigungen schließen. Aber um bei meiner Maschinenausrichtung auch weiter zu kommen, muss ich nun den Bettschlitten abbauen.

Das Maschinenbett selbst habe ich in meinem ersten Reparaturbericht eigentlich schon hinlänglich untersucht. Dachte ich. Doch fehlte mir damals noch die passende Mikrometerschraube, um über die gesamte Breite zu messen, der Endmaßkasten, um den Luftspalt zwischen den beiden Shears zu ermitteln sowie das 75cm Haarlineal, um die Lichtspaltprobe zu machen. Alle drei Sachen habe ich inzwischen, weshalb ich den Entschluss fasste, das Maschinenbett noch einmal zu untersuchen. Warum nicht, man wird ja nicht dümmer dadurch.

Insbesondere für die Lichtspaltprobe muss ich aber vollen Zugang zu den Führungsflächen haben, also muss der Bettschlitten weg!

Zuerst den Cross-Slide abbauen samt Gewindespindel und Leadscrew-Nut.



Abbildung 20: Slides abbauen

Dann die Keilleiste (die gar kein Keil ist ;-)) raus. Nur drei Schrauben.



Abbildung 21: Keilleiste raus

Dann schrauben wir die Zahnstange ab, mit der sich der Bettschlitten hin und herdrehen lässt. Die Zahnstange muss weg, weil man sonst später den Bettschlitten nicht abbekommt.

Also raus das Ding. Schrauben von vorn, alle lösen und dann die Zahnstange nach rechts raus.

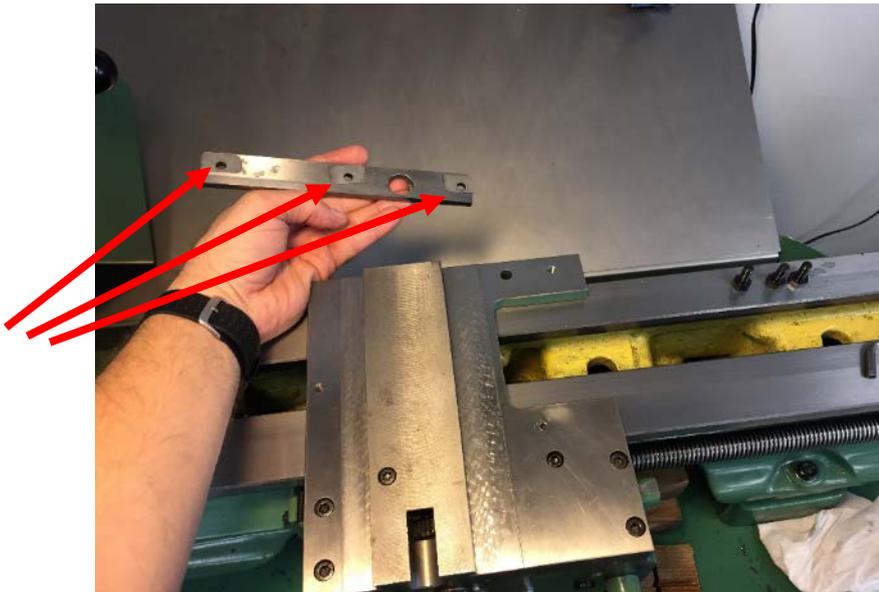


**Abbildung 22: Zahnstange ausbauen**

Nun kommt der Bettschlitten dran. Von hinten drei Schrauben, aber bitte die zwischengeklemmten Shims in der richtigen Reihenfolge(!) abnehmen und nicht vertauschen!



**Abbildung 23: hintere Klemmleiste abschrauben**



**Abbildung 24: auf die drei Shims achten! (Pfeil)**

Sie kleben nach dem Abnehmen der Klemmleiste meistens am Metall. Man darf sie keinesfalls vertauschen, denn sie haben teilweise eine unterschiedliche Dicke und dienen dem korrekten Einstellen des Anpressdrucks des Bettschlittens an die hinteren Shears.

Bei mir hatten sie folgende Dicken:



**Abbildung 25: Messung der Dicke der Shims**

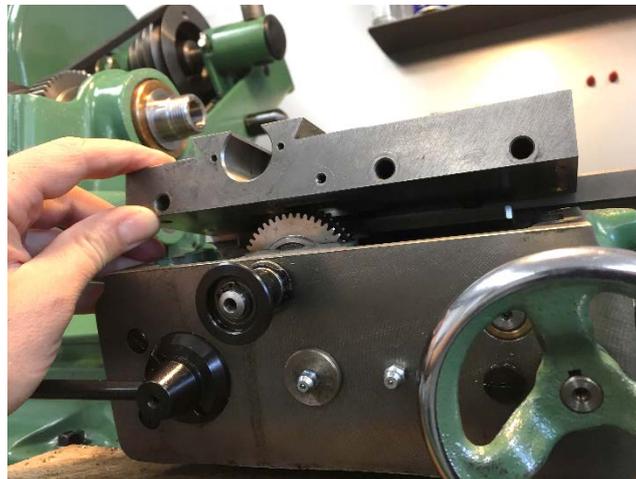
Nun schrauben wir den Schlosskasten ab. Weil ich den Kasten aber nicht komplett abnehmen, sondern nur so weit nach links schieben will, dass ich mit meinem Haarlineal an den Shears messen kann, möchte ich diesmal nicht die Leitspindel ausbauen, sondern wirklich nur die Platte oben abnehmen (und den Schlosskasten dranlassen).

Ich stelle also zuerst ein paar Holzklötze unter, damit der nun heruntersenkende Schlosskasten nicht auf die Leitspindel fällt und diese dadurch vielleicht noch verbiegt. Dann schraube ich die Inbus-Schrauben los.



**Abbildung 26: Schlosskasten ablassen (1)**

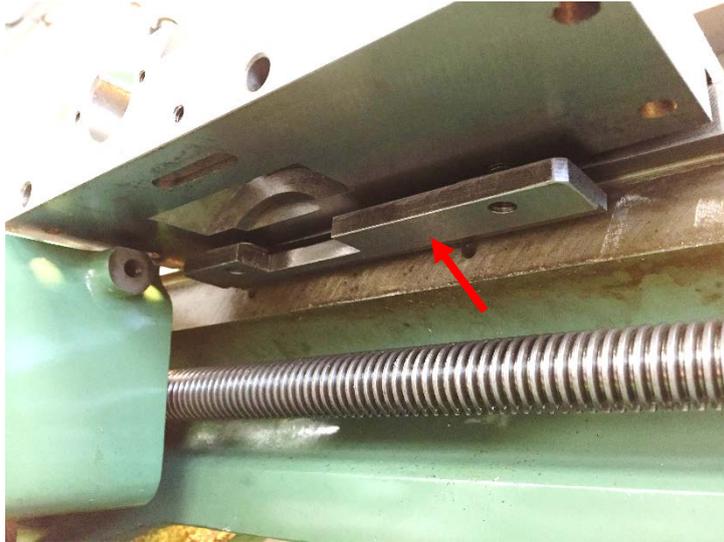
Die beiden Schrauben mit dem Pfeil haben noch eine besondere Bedeutung. Dazu kommen wir gleich.



**Abbildung 27: Schlosskasten ablassen (2)**

Nach dem Lösen der vier Inbusschrauben wird man den Schlosskasten noch nicht vollständig abnehmen können. Warum? Weil im Innern noch eine zweite Klemmleiste installiert ist, die mit den beiden Schrauben mit dem roten Pfeil markiert ist.

Wenn wir die aber lösen.....



**Abbildung 28: eine zweite Klemmleiste von innen**

... geht das Teil endlich ab!

Wir halten die Grundplatte in der Hand.



**Abbildung 29: die Grundplatte mit nur sehr geringen Abnutzungsspuren!**

Natürlich hatte ich zweite Klemmleiste auch zwei Shims untergelegt. Noch schnell gemessen....



Abbildung 30: nochmal Shims messen

Scheinen beide dasselbe Maß zu haben. Nun sind wir fertig mit dem Abbau und es kann losgehen mit der Messung.



Abbildung 31: abgebaute Teile



Abbildung 32: Badezeit!

## 7 Haarlineal

Zuerst reinigen wir den ganzen Kram, denn die Lichtspaltmethode hat das Zeug, bis auf nur wenige Mikrometer genaue Aussagen zu liefern. Jeder noch so kleine Span oder Grad würde das Messergebnis sofort verfälschen.

Dann holen wir gaaaaanz vorsichtig das (sauteure) 75cm Haarlineal (Grade 00) heraus und legen es an. Weil das so schwierig mit nur einer Hand ist (in der andere halte ich die Kamera), habe ich auch nur ein einziges Foto gewagt. Denn nur einmal mit dem Haarlineal irgendwo angestoßen und ne winzige Delle an der Schneide reingehauen, ist es sofort wertlos!

Daher sollte man ein Haarlineal, sobald man es benutzt hat, auch sofort wieder gut einölen und in die Schutzhülle zurücklegen.

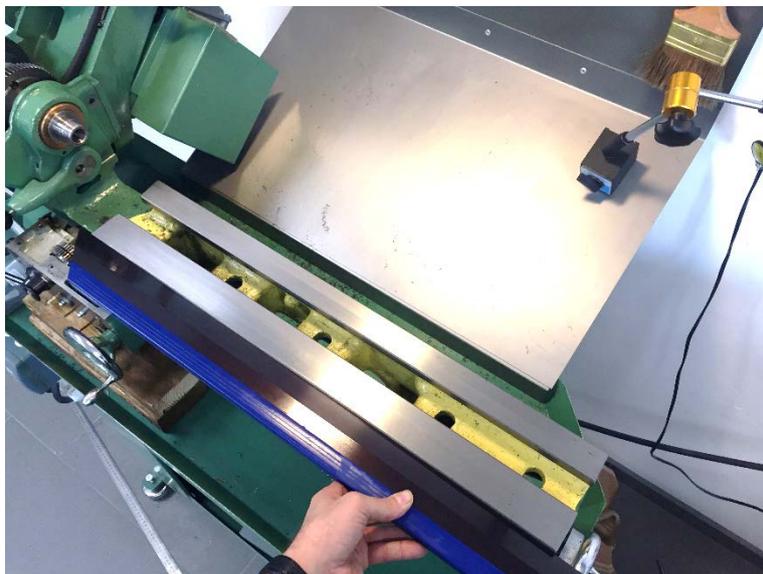


Abbildung 33: Haarlineal anlegen

Aber nun zur Super 7. An der vorderen Führungsfläche kann ich so gut wie keine auffälligen Lichtspalte erkennen. Ebenso oben auf den Flächen- bis auf die schon im ersten Bericht erwähnten Schleifspuren des Reitstocks gibt es hier nichts zu beanstanden.

Leiiiiider finde ich an der hintersten Fläche doch ein wenig was zum Meckern. Nun gut, wir wollen wir Kirche stets im Dorf lassen. Ich habe eine gebrauchte Maschine gekauft und da muss ich natürlich mit "Gebrauchsspuren" leben. Meine ermittelten Spalte lagen im Bereich von etwa 10 $\mu$ m. Da es gibt weitaus schlimmere Maschinen als die hier, mein Wort drauf.

Trotzdem: wir wollen auch nichts beschönigen, sondern dazu lernen, also prüfen wir die mit dem Haarlineal gesichteten Lichtspalte mal mit der Mikrometerschraube nach.

## 8 Mikrometerschraube

Ich erwähnte ja bereits, dass ich mir inzwischen einen Satz Mikrometerschrauben zugelegt habe. Meine größte ist derzeit die 125..150mm und die kann ich nun prächtig einsetzen, um die Über-Alles-Breite des Maschinenbetts entlang seine Länge zu messen.



Abbildung 34: Mikrometerschraube

Ich lege ein Stahllineal an und messe alle paar cm die Breite des Maschinenbetts.

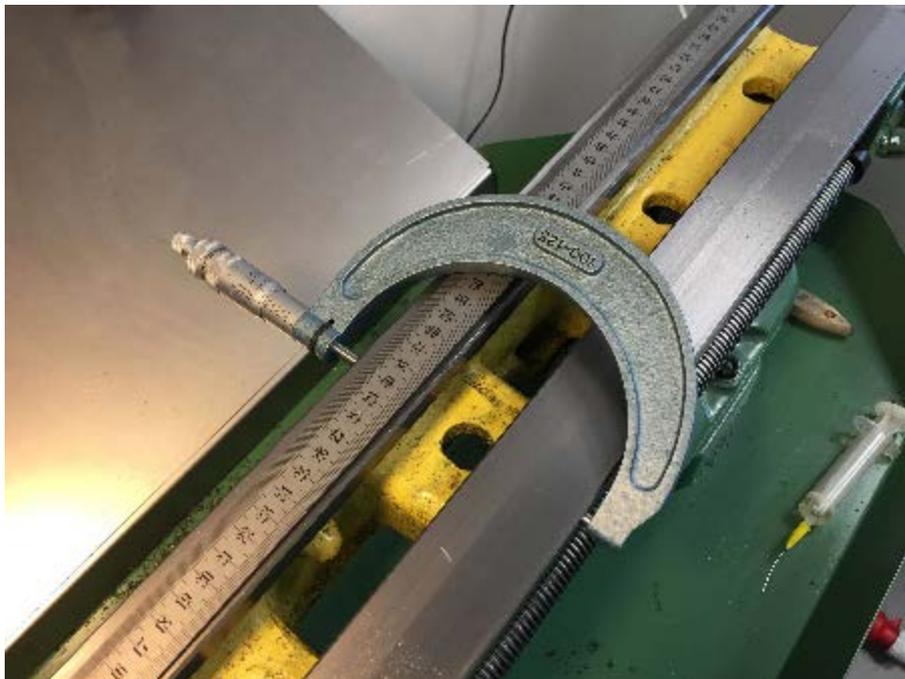


Abbildung 35: Breite messen

Bei der Messung muss man den Umgang mit der Mikrometerschraube schon etwas üben, denn ein nur minimales Verkanten führt gleich zu deutlich abweichenden Messwerten.

Nicht zuletzt aus diesem Grund habe ich jede Messung auch gleich 3x gemacht und anschließend den Mittelwert gebildet. Deutliche "Ausreißer" habe ich aus der Messung gestrichen und dann lieber noch ein Viertes mal nachgemessen. Wie gesagt- den Umgang mit der Mikrometerschraube muss man üben. Inzwischen habe ich's aber ganz gut raus. Man muss möglichst viel Wackeln und ein Gespür dafür bekommen, wann die Messflächen wirklich ganz exakt parallel auf dem Messobjekt aufliegen und wann sie noch verkantet sind (man misst dann zu große Messwerte).

Und weil ich schon dabei bin, messe ich die beiden anderen Bahnen auch noch einmal separat nach. Hier verwende ich jetzt die Mitutoyo Serie 193 Mikrometerschrauben mit mechanischem Zählwerk. Ich finde die Dinger super, weil man sich da sicher sein kann, dass sich der Offset nicht aus Versehen verstellt hat (infolge leerer Batterie oder man ist versehentlich an die Taste gekommen) und funktionieren jederzeit und immer- auch ohne Strom.



Abbildung 36: auch die anderen Bahnen messe ich nochmal nach

Am Ende klimpere ich alles in mein Excel hinein und werte die aufgenommenen Messwerte aus. Und weil ich die Messkurven von damals auch noch auf der Festplatte habe, hab ich die heute mit den Mitutoyos aufgenommenen Werte auch nochmal mit den alten Messreihen verglichen. Nur so lernt man, ob man seinen eigenen Messungen vertrauen kann- indem man sie mit anderen Messmitteln wiederholt und vergleicht.

## 9 Maschinenbett

Was aber wollen wir denn nun alles auswerten?

Zuerst einmal das, was wohl am meisten interessiert: die gesamte Breite des Maschinenbetts von Fläche 1 auf Fläche 4- also der Fläche, zwischen denen sich der Bettschlitten festkrallt.

Wir sehen das da:

Fläche 1 => 4

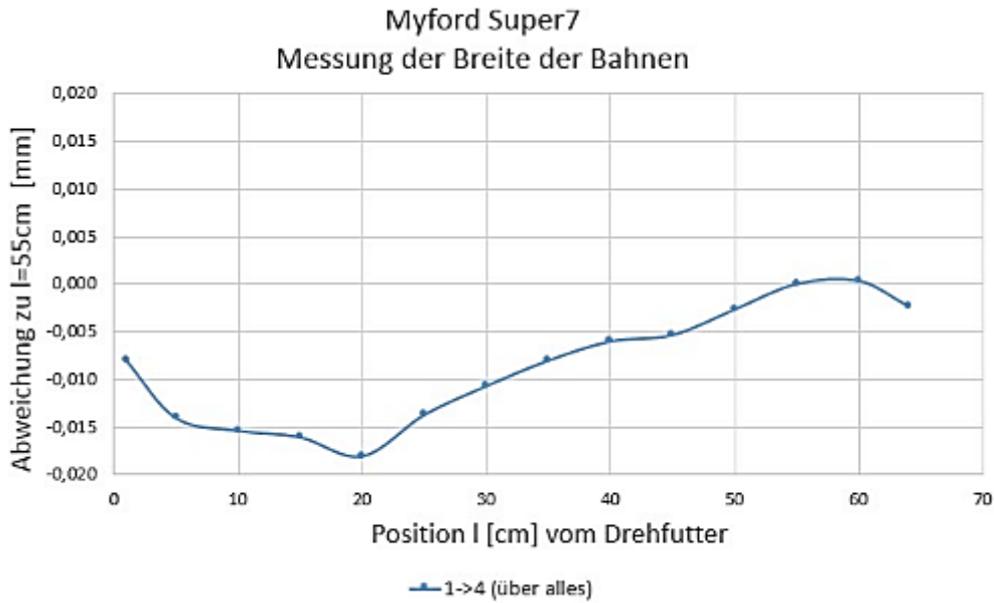
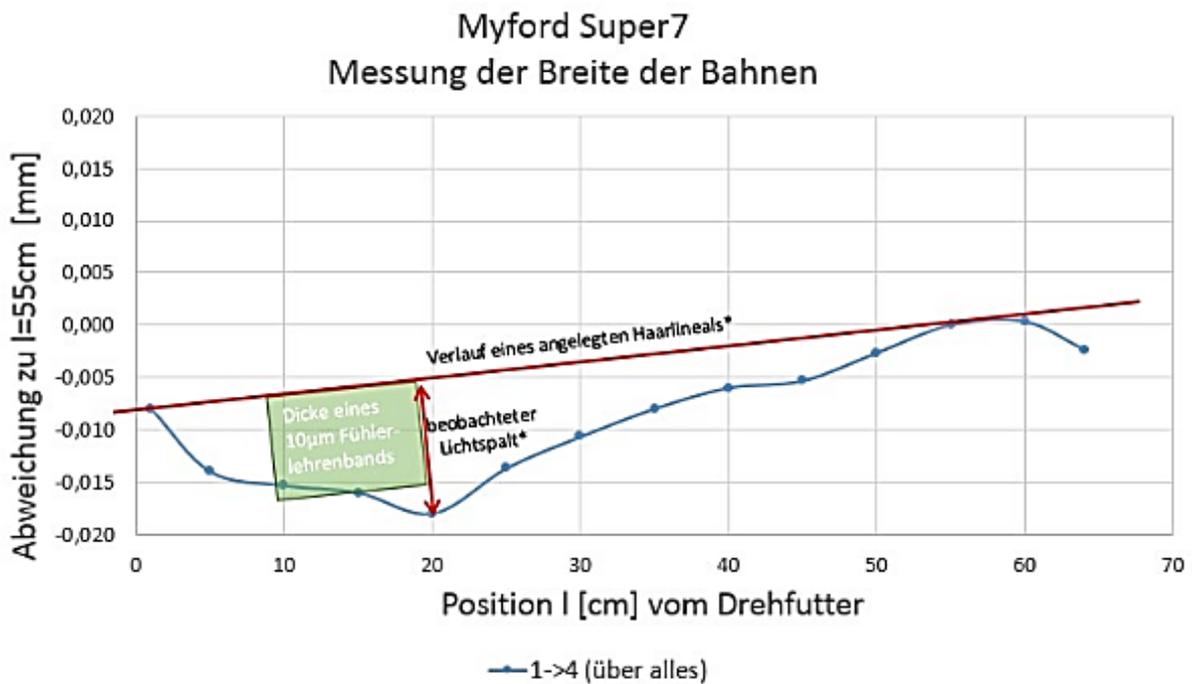


Abbildung 37: Über-alles-Breite des Maschinenbetts (Nullpunkt bei Positon l=55cm)HmMMMM..... Jetzt weiß ich, warum die Myford Serviceanleitung einem dazu rät, den Unterschied der Bettbreite zwischen der Position l=10..15cm und dem Ende zu machen. Am rechten Ende ist das Bett in den Flächen 1 und 4 quasi unbenutzt (da kann der Bettschlitten ja nicht mehr hinkurbeln) und in der Position 10..15cm sehe ich hier auch in der Tat die größte Abnutzung. Myford misst also wirklich den "worst case". Sehr gut.

Wie aber passt das zu meiner Messung mit dem Haarlineal und den 10µm?



\* unter der Voraussetzung, dass 100% der beobachteten Abweichung auf das Konto der gerade geprüften Fläche geht

Abbildung 38: dito, aber mit virtuell angelegtem Haarlineal

In Abbildung 37 habe ich einmal die Kante eines Haarlineals angelegt, wie es sich verhalten würde unter der Bedingung, dass sämtliche Abweichung des Gesamtmaßes wirklich zu 100% auf das Konto von Fläche4 geht. Ob das wirklich so ist, kann ich leider nicht sagen, denn dazu müsste ich das komplette Maschinenbett auf eine etwa 1m lange Referenzfläche legen und mit der Messuhr abfahren. Das kann ich momentan noch nicht. Aber die Annahme, dass Fläche4 am ehesten abgenutzt wird (weil hier die ganzen Meißelkräfte abgestützt werden) ist wohl für den ersten Ansatz sicher nicht ganz falsch.

Wenn wir diese Annahme treffen, lassen sich die mit dem Haarlineal gefundenen  $10\mu\text{m}$  hervorragend erklären: auch die Mikrometerschraube bestätigt, dass ein an die Kanten angelegtes Haarlineal in der Position bei ca.  $l=10..25\text{cm}$  durchaus Platz für ein untergelegtes  $10\mu\text{m}$  Führerlehrband bieten würde!

Tja, es scheint so, als ob bei mir die Führungsfläche 4 irgendwie um  $10\mu\text{m}$  "durchgelatscht" sein könnte.

### Fläche 1=>2

Schauen wir uns mal die einzelnen Bestandteile dieses Maßes an. Vielleicht finden wir ja Hinweise darauf, wo die  $10\mu\text{m}$  her kommen.

Fläche1->2 beschreibt die Breite der vorderen Bahn. Wir schauen uns mal an, was alte und neue Messung dazu sagen:

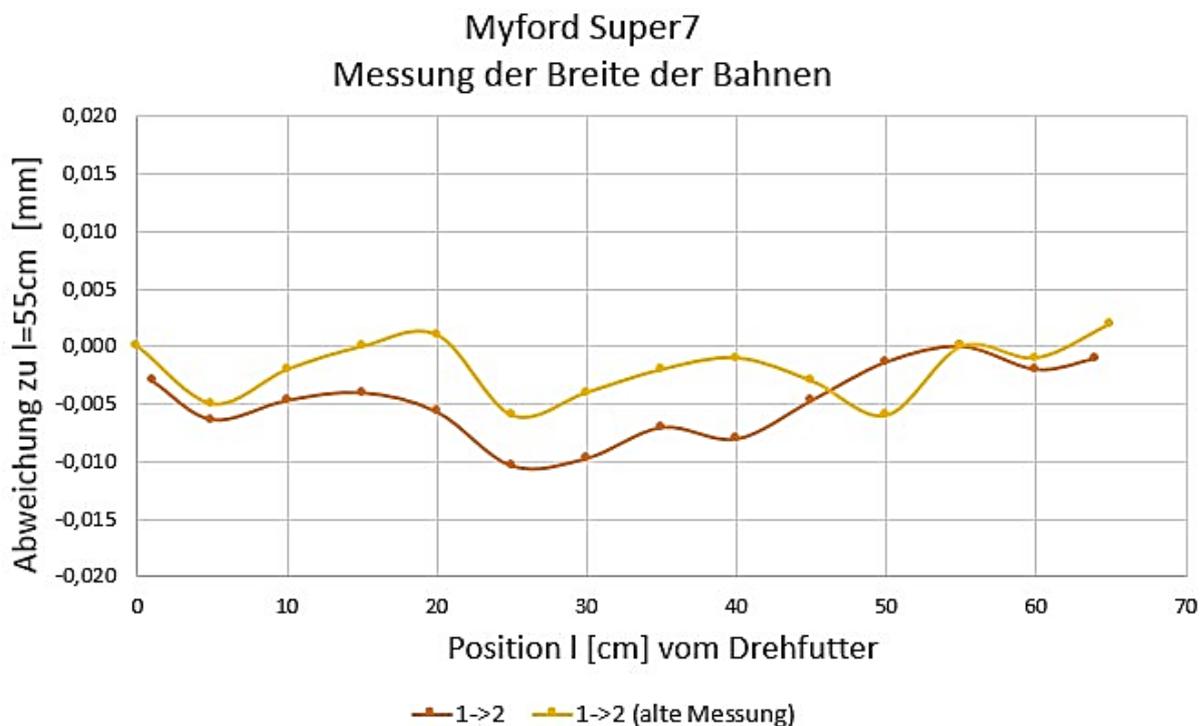
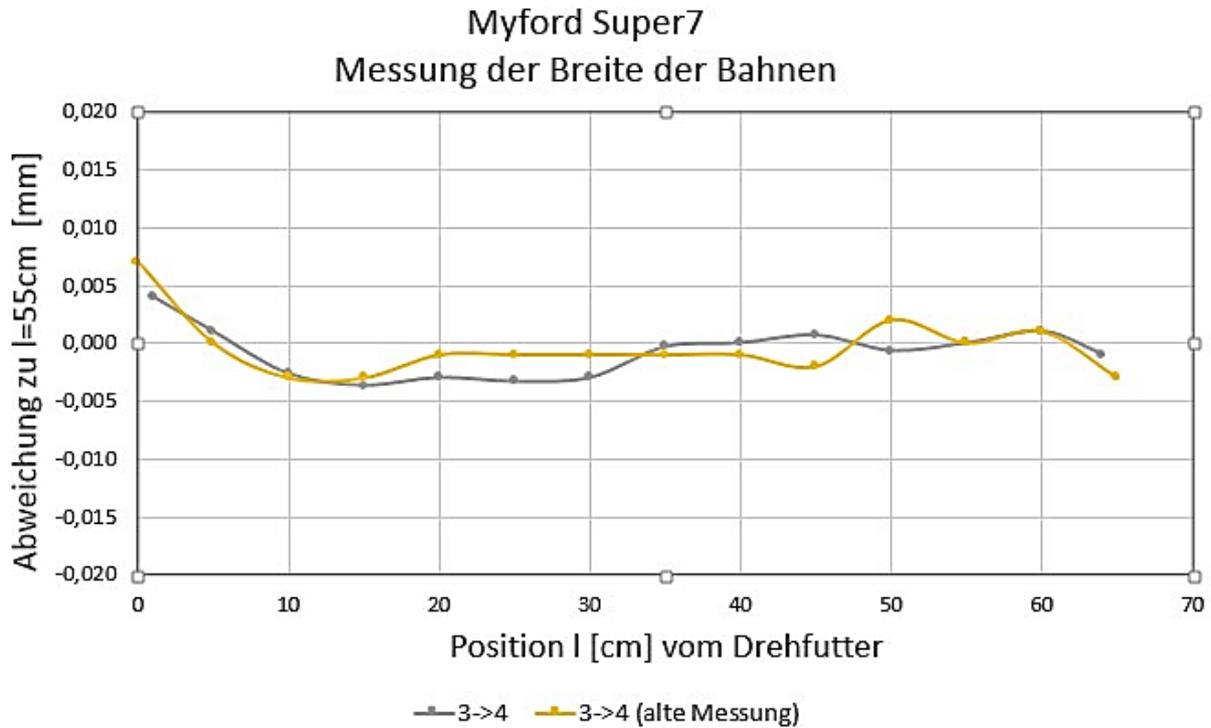


Abbildung 39: Messung Fläche1->2

Die gelbe Kurve zeigt die alte Messung, die orange farbene Kurve die neue. Wir erkennen immerhin bis zu guten  $10\mu\text{m}$  Abweichung an meinen Stellen zwischen alter und neuer Messung. Ich würde allerdings der neuen mehr vertrauen, denn damals war ich im Umgang mit den Mikrometerschrauben noch etwas ungeübt und habe daher bestimmt manchmal etwas "zu groß" gemessen. (Wäre typisch)

**Fläche 3->4**

Das ist die hintere Bahn.

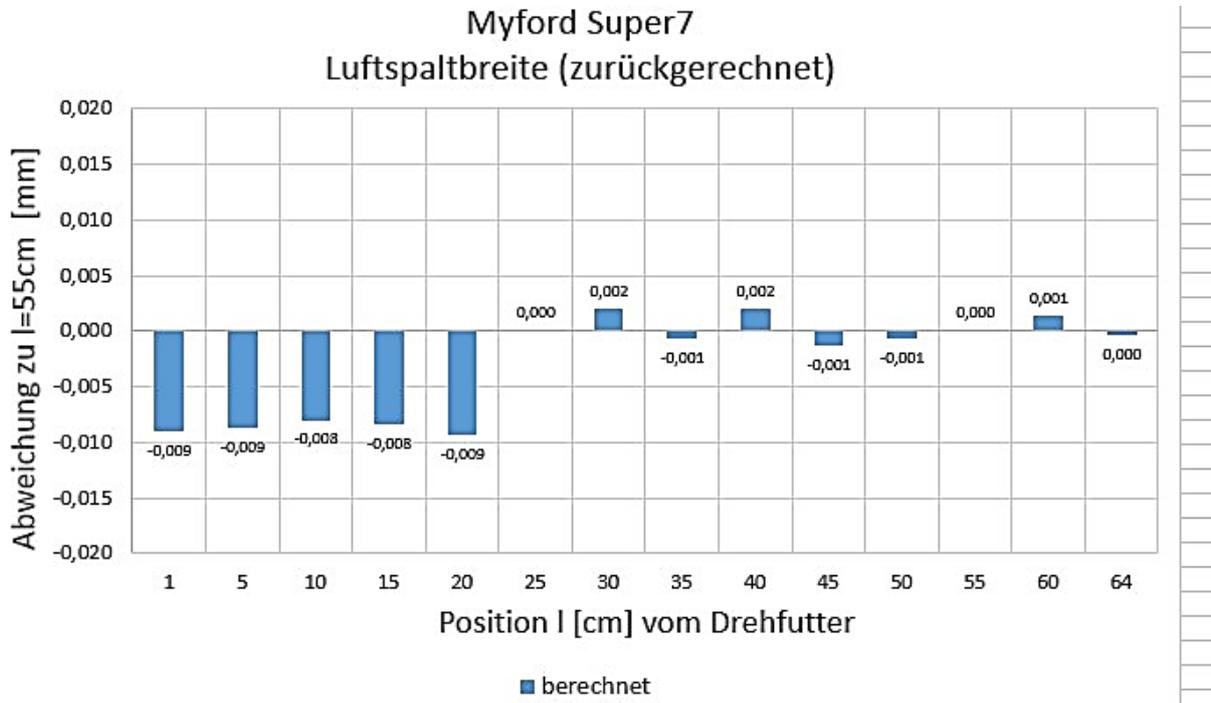


**Abbildung 40: Messung Fläche 3->4**

Hier stimmen die beiden Messungen hervorragend überein. Immerhin messen wir hier im  $\mu\text{m}$ -Bereich! Generell kann man aber sagen, dass die hintere Bahn am Anfang schon eine ganz leichte Tendenz zur "Badewannenkurve" hat (Position 5..30cm). Zwar nur im Bereich von ein paar Mikrometern, aber dennoch nachweisbar (graue Kurve).

**Fläche 2=>3 (Luftspalt)**

Interessant wird es aber nun, wenn man auf Basis der gewonnenen Messwerte für die Gesamtbreite die ermittelten Werte für die beiden Bahnen von ihr abzieht- es müsste ja theoretisch die Luftspaltbreite zwischen beiden Bahnen übrig bleiben. Und da sehen wir:

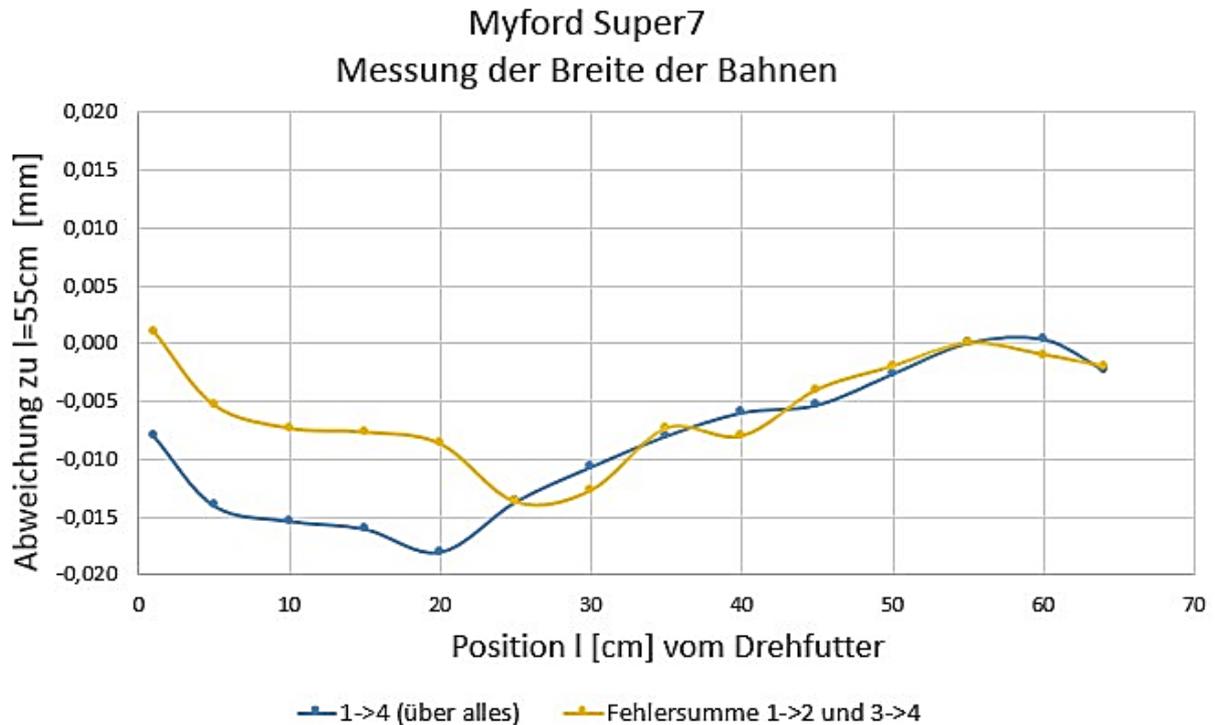


**Abbildung 41: berechnete Luftspaltbreite**

Nach dieser Rückrechnung sieht es fast so aus, als ob die beiden Führungsbahnen innerhalb der ersten 20cm einen ganz kleinen "Schlag" weg bekommen hätten und nun etwas mehr zueinander stehen. Weitaus wahrscheinlicher wäre aber die Reibung eines Reitstocks, der den Bereich von 20..65cm ein wenig "abgenutzt", also "aufgeweitet" hat, indem er zwischen den Führungsflächen 2 und 3 gerieben hat. Wenn das so wäre, müsste sich der Reitstock ja maximal bis zu dieser Position l=20cm schieben lassen und nicht weiter nach links zu schieben gehen- denn wenn man ihn da auch hinschieben könnte, wäre der Luftspalt infolge der Abnutzung dort ja auch größer.

In einer anderen Ansicht vergleichen wir noch einmal die Fehlersumme der beiden Shears (also Abweichung der Fläche 1->2 und Fläche 3->4) zur gesamten Abweichung. Auch hier können wir schon sehen: In einem Bereich von 25...65cm kann die Gesamtabweichung mit der Summe der Abweichungen der beiden Shears erklärt werden.

In dem vorderen Bereich jedoch (0..25cm) tragen die Shears nur noch mit etwa 5µm zum kleiner werdenden Gesamtmaß bei- der Rest kann eigentlich nur durch einen kleiner werdenden Luftspalt erklärt werden. Oder durch Messfehler ;-)



Alles Mutmaßung?

Kann sein. Auch ob das Rückrechnen wirklich klappt, kann ich nur mit einem Mittel beweisen: Endmaße in den Spalt stecken und langsam nach links zum Spindelstock schieben. Ab Position l=25 müssen sie dann ja anfangen, leicht zu klemmen (da der Luftspalt dann ja 10µm kleiner wird). Ob man das merkt? Ausprobieren!

## 9.1 Luftspalt

Jüngst habe ich in den Kleinanzeigen eines online-Auktionshauses tatsächlich einen schönen Endmaßkasten gefunden. Das war mir schon öfter passiert, aber bislang war ich leider immer zu spät gewesen. Diesmal hatte ich aber Glück und war der Erste, der zusagte.

Es ist zwar nur ein Grade2 Kasten, d.h. mit der "schlechtesten" Genauigkeits-Klasse, aber da der Hersteller "Horex" durchaus auch in seriösen Werkzeugkatalogen vorkommt, werde ich mit diesem Set nicht so verkehrt liegen. Die teilweise noch in Ölpapier eingepackten Endmaße habe ich alle im Ultraschall sauber gespült und anschließend getrocknet, geölt und in seinen kleinen Holzkoffer zurückgelegt- abgedeckt mit einem in Öl getränkten Tuch, denn gute Endmaße sind normalerweise nicht rostfrei und schon die kleinste Rostschicht macht sie natürlich sofort unbrauchbar.



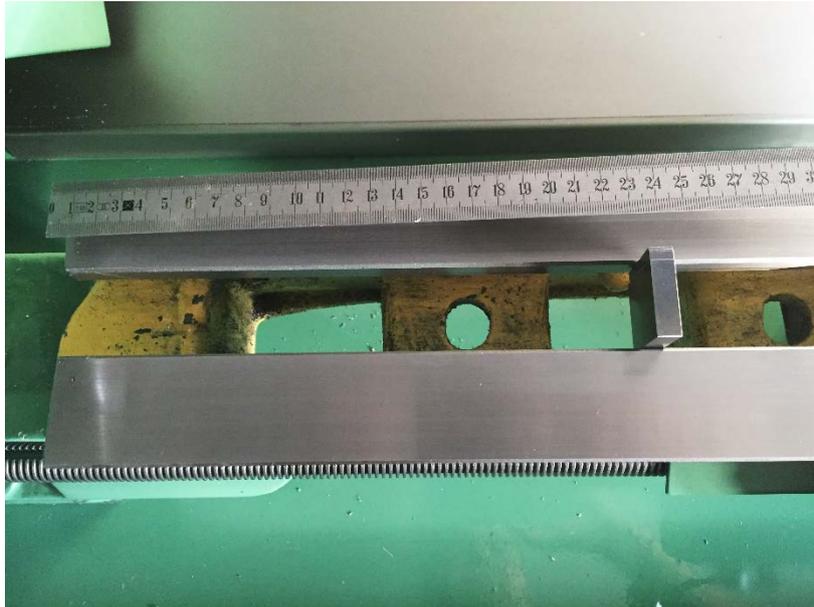
Abbildung 42: Endmaßblock mit 35,075mm

Ich bastele mir aus meinen Endmaßen also einen Block zusammen, der geraaaade so noch in den Luftspalt des Maschinenbettes auf der rechten Seite passt. Das passiert bei einer Dicke von etwa 35,075 mm.



Abbildung 43: da passt er noch rein...

Diesen Endmaßblock schiebe ich dann -von rechts kommend- langsam nach links in Richtung Drehfutter. Und siehe da- bei Position  $l=24\text{cm}$  bleibt er plötzlich stecken!

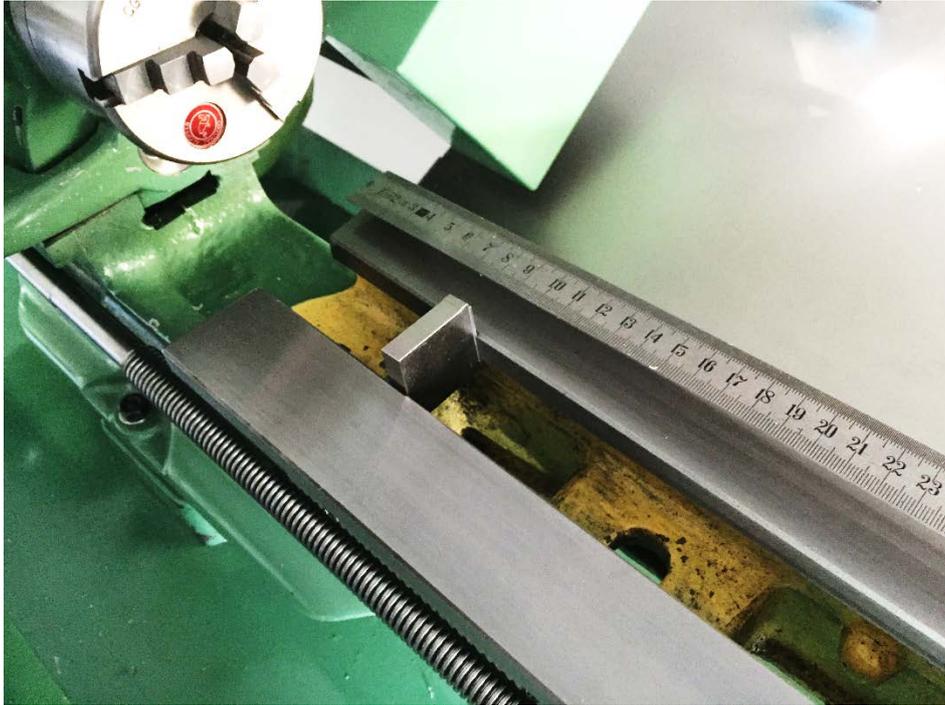


**Abbildung 44: aber ab hier bleibt er stecken!**

Erst mit einem anderen Endmaß der Dicke  $35,065$  (also  $10\mu\text{m}$  weniger) lässt sich der Klotz auch bis ganz an die linke Seite durchschieben!



**Abbildung 45: also basteln wir uns was mit  $10\mu\text{m}$  weniger...**



**Abbildung 46: ...und siehe da: der geht bis ganz nach links zu schieben!**

Und jetzt guckt mal bitte zurück auf die Abbildung 40: abgesehen davon, dass mein berechneter Luftspalt mit 35,09mm etwa 15 $\mu$ m breiter berechnet ist als aktuell mit den Endmaßen ermittelt (35,075mm), passt das Ergebnis sonst aber ganz genau! Exakt ab der Position kleiner als  $l=25\text{cm}$  klemmt's und das tatsächlich deswegen, weil hier der Luftspalt etwa 10 $\mu$ m schmaler sein muss!

## 9.2 Fazit

Was sagt uns das alles?

Was bedeutet das für uns?

Wie schon im damaligen Bericht erkannt, ist meine Drehbank nicht fabrikneu- das Maschinenbett ist im Bereich vor dem Drehfutter schon messbar abgenutzt. Doch wie schlimm ist das wirklich?

Einerseits sind knappe  $20\mu\text{m}$  Änderung der Bettbreite entlang seines Verlaufs schon deutlich fühlbar, wenn man seine Führungen gerne spielfrei einstellen möchte. Wenn man sie so einstellt, dass sie im (abgenutzten) "Hauptbereich" vor dem Drehfutter richtig greifen, werden sie in weiter entfernt liegenden Bereichen schnell klemmen. Justiert man sie aber an den entfernt liegenden Bereichen richtig, wird der Schlitten im Hauptbereich schnell sehr "locker" werden und möglicherweise beim Drehen sogar zum Rattern neigen. Wie also macht man es richtig? Eigentlich kann man hier nur eine Kompromisseinstellung vornehmen: im Hauptbereich etwas "wacklig", im Endbereich etwas "stramm".

Bastlerfreund Uwe, der sich ebenfalls gerade eine Super7 "aufgehalst" hat, kann über sowas jedoch nur lachen. Mit einer gemessenen Breitenvariation seines Maschinenbetts von sage und schreibe  $230\mu\text{m}$  hat er ein Problem, das mehr als 10x so groß ist wie meins. Ein Justieren der Führungen ist bei so großen Unterschieden nicht mehr möglich und das weiß auch Uwe. Eine Schleiferei, die sich auch auf Myford-Betten spezialisiert hat, rät ihm sogar zu einem (gebrauchten) Austauschbett. Zusammen mit dem korrekten Schleifen kommt das alles dann schnell auf einen vierstelligen Betrag- allerdings dürfte das Bett sich nachher benutzen lassen wie bei einer fabrikneuen Maschine!

So gesehen bin ich hier eigentlich noch ganz gut dran. Was ich trotzdem nicht verstehe, ist der eingengte Luftspalt zwischen den Bettführungen im Bereich  $0..25\text{cm}$ . Ob hier möglicherweise zu stramm eingestellten Schlittenführungen des Bettschlittens die beiden Shears über die Jahre einfach etwas zusammengedrückt haben? Man darf nicht unterschätzen, wie viel Kraft ein paar angeknallte Madenschrauben erzeugen können, wenn man sie mit Gewalt gegen ein Maschinenbett drückt!

Herauskriegen werde ich das wohl nicht mehr. Letztendlich ist es auch egal- entscheidend ist, dass ich den Zustand des Maschinenbettes jetzt recht gut kenne und auch über alle seine Schwächen Bescheid weiß. Und die gibt es:

- Führungen des Bettschlittens nicht 100%ig spielfrei über die gesamte Länge einstellbar
- durch leichte Delle in der Kontur des Bettes ( $10\mu\text{m}$ ) wird der darüber laufende Bettschlitten genau diese Kontur auch auf das Werkstück übertragen. Zumindest so weit, wie ihm seine Abmessungen das leichte Verkanten auf dem Maschinenbett erlauben.

Inwiefern das meine Einsatzzwecke einschränken wird, werde ich erst im Laufe der Jahre lernen müssen. Aber ihr wisst ja: bei sowas bin ich kritisch :-)

## 10 RDM-Messung

Nach all den Vorbereitungen machen wir nun aber endlich unsere RDM-Messung.



**Abbildung 47: der MK2 Prüfstab wird mit Filzstift in Abschnitte eingeteilt und so alle 5cm mit der Messuhr vermessen**

Das Ergebnis sahen wir bereits in Abbildung 14. Wir hatten daraufhin bereits gemutmaßt, dass die  $40\mu\text{m}$  Versatz nun nur von einem Winkelfehler des Headstocks kommen können und nicht mehr von einem verzogenen Maschinenbett.  $10..15\mu\text{m}$  konnten wir ja durch Abnutzung der Fläche<sup>4</sup> des hinteren Shears und dem variierenden Luftspalt erklären, den Rest aber leider nicht. Also: Headstock ausrichten! Prima!

Das folgende Kapitel beschreibt den Ausbau der Spindel.

Die muss zwar für die Verdrehung des Headstocks eigentlich gar nicht raus, aber das wusste ich zu diesem Zeitpunkt noch nicht. Egal.

Also erstmal eine weitere Baustelle aufmachen und dann erst nachdenken ;-)



**Abbildung 48: RDM-Messung mit Prüfdorn bei  $l=0\text{cm}$**

## 11 Spindel ausbauen

Irgendwie werde ich aus den mechanischen Zeichnungen der Bedienungsanleitung nicht schlau. Vielleicht geht es ja auch anderen so, daher hier noch einmal in der Reihenfolge, wie ich es gemacht habe.

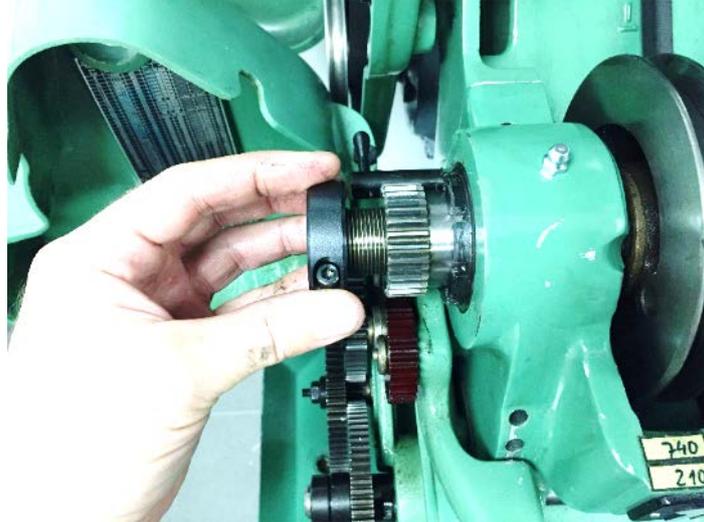


Abbildung 49: Collar abschrauben

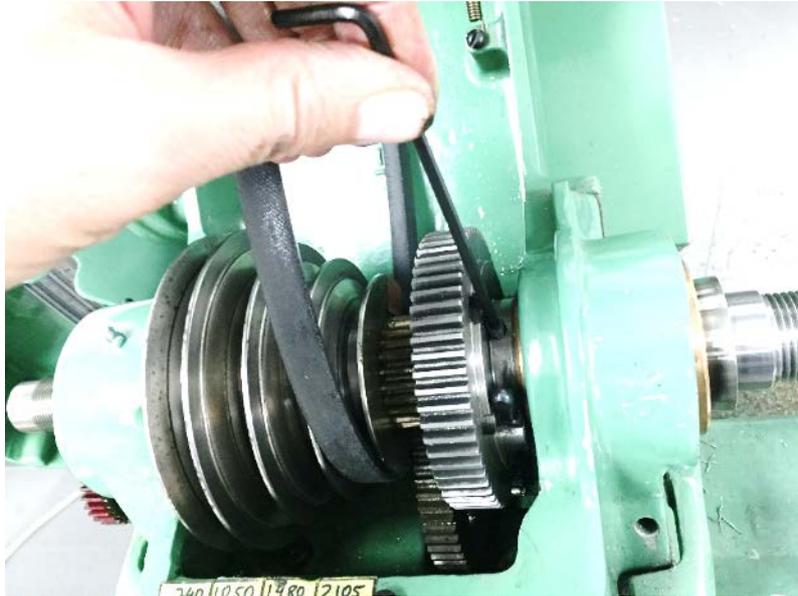
Zuerst den Klemmring am äußeren Ende der Spindel abschrauben. Dazu die Madenschraube lösen, dann das Ding abdrehen. In der Bedienungsanleitung nennt Myford den Klemmring "collar".



Abbildung 50: Zahnrad und Passfeder abnehmen

Ist der Collar ab, kann das Zahnrad und mit seiner integrierten Distanzhülse abgenommen werden. Achtung: die Passfeder auf der Welle kann leicht verloren gehen!

Wenn man jetzt diese Madenschraube löst...



**Abbildung 51: Madenschraube lösen**

...könnte man die Spindel schon durch vorsichtiges Klopfen mit dem Handballen nach vorne hin austreiben.

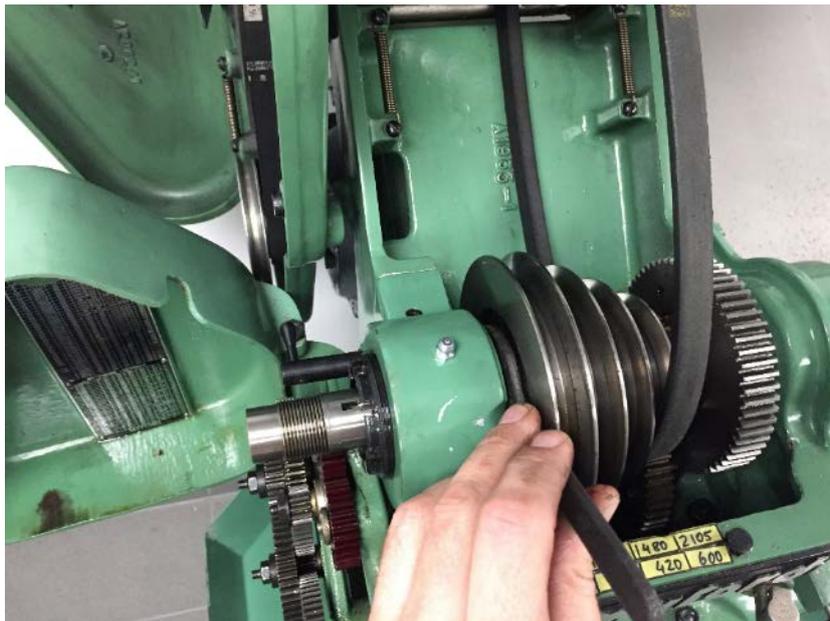


**Abbildung 52: Spindel herausdrücken**

Ich löse aber trotzdem erstmal die beiden schwarzen Wellenmuttern mit dem passenden Hakenschlüssel.



**Abbildung 53: linke Wellenmutter lösen (normales Rechtsgewinde)**



**Abbildung 54: dann rechte Wellenmutter leicht lösen (auch Rechtsgewinde)**

Es handelt sich um normale rechts-Gewinde. Also die innere und das äußere Wellenmutter leicht lösen. Die äußere kann man auch gleich komplett herausrauben. Vorsicht: das gelingt nur, wenn der Hebel des Leitspindelvorschubs in Stellung "neutral" steht! (Sonst stößt die Mutter am Hebel an!)



Abbildung 55: die linke Wellenmutter abschrauben

Aber spätestens jetzt sollte man die gesamte Spindel nach vorne hin herausklopfen. Bei mir hat ein wenig Schlagen mit dem Handballen schon gereicht; möglicherweise muss der eine oder andere hier auch einen Gummihammer benutzen. Aber bitte: sanft klopfen, nicht draufschlagen wie ein Holzfäller!

Die gesamte Spindel kommt nun langsam nach vorne herausgerutscht. Schön sicher fassen und nicht fallen lassen- eine verbogene Spindel nützt Euch nichts!



Abbildung 56: geschafft! Die Spindel ist draußen!

Nun kann Vieles entnommen werden. Zuerst den Block mit der Riemenscheibe und dem "Bull Gear", also der Getriebeuntersetzung. Dann natürlich den Keilriemen (den würde ich - wie eine Wasserpumpe beim Zahnriemenwechsel gleich rein prophylaktisch mit ersetzen) und zuletzt die beiden Kugellager- nachdem man auch die rechte Wellenmutter vollständig herausgedreht hat.



**Abbildung 57: Riemenscheibenpaket mit Bullgear**



**Abbildung 58: eine Wellenmutter und ein Abstandhalter**

Die Lager sind extrem präzise und stramm eingesetzt. Das geringste Verkanten führt sofort zum Verklemmen. Hier die Teile also schön Stück für Stück langsam herausrucken. Alternativ mit z.B. dem Holzstiel eines Hammers leicht nachklopfen. Vorsicht: zwischen den beiden Lagern befindet sich ein ca. 0,5mm dicker Distanzring, der dafür sorgt, dass immer eine kleine Ritze offen bleibt, wo das Öl hineinlaufen und die Lager schmieren kann. Diesen Ring brauchen wir noch, also gut aufheben!



**Abbildung 59: die beiden Spindellager von links und von rechts**



**Abbildung 60: Spindellager herausrucken**



**Abbildung 61: geschafft! Man beachte den dünnen C-Distanzring rechts**

Nun haben wir den Spindelstock leergeräumt und es darf munter geputzt werden. Muss der Spindelstock nachher noch einmal sauber ausgerichtet werden, würde ich die 6mm Innensechskantschrauben leicht lösen, so dass man den gesamten Spindelstock dann mit den beiden vorne liegenden Madenschrauben parallel zum Maschinenbett ausrichten kann (Messuhr!).



**Abbildung 62: alles leer! Man sieht gut die beiden Gewinde für die Wellenmuttern**

Damit endet der Ausbau der Spindel. Das geht eigentlich alles ganz leicht. Schwieriger wird es, das Spindelspiel einzustellen. Zumindest bei mir, weil die linke Wellenmutter klemmte und mir damit eine falsche Einstellung bescherte. Aber lest selbst.

## 12 Spindeljustierung

Jetzt kommt's. Dieses Kapitel ist definitiv das schwerste von allen, denn es beschäftigt sich mit der korrekten Einstellung der Spindellager. Wenn man die englische (oder deutsche, ist egal) Anleitung zu diesem Thema liest, werden Leute wie ich so ihre Schwierigkeiten haben, denn ich habe fast nichts verstanden.

Eigentlich ist das Prinzip ganz einfach. Aber den Autoren der Bedienungsanleitung ist es leider nicht gelungen, den Stoff für mich ausreichend verständlich zu erklären. Ich hoffe, ich kriege das besser hin.

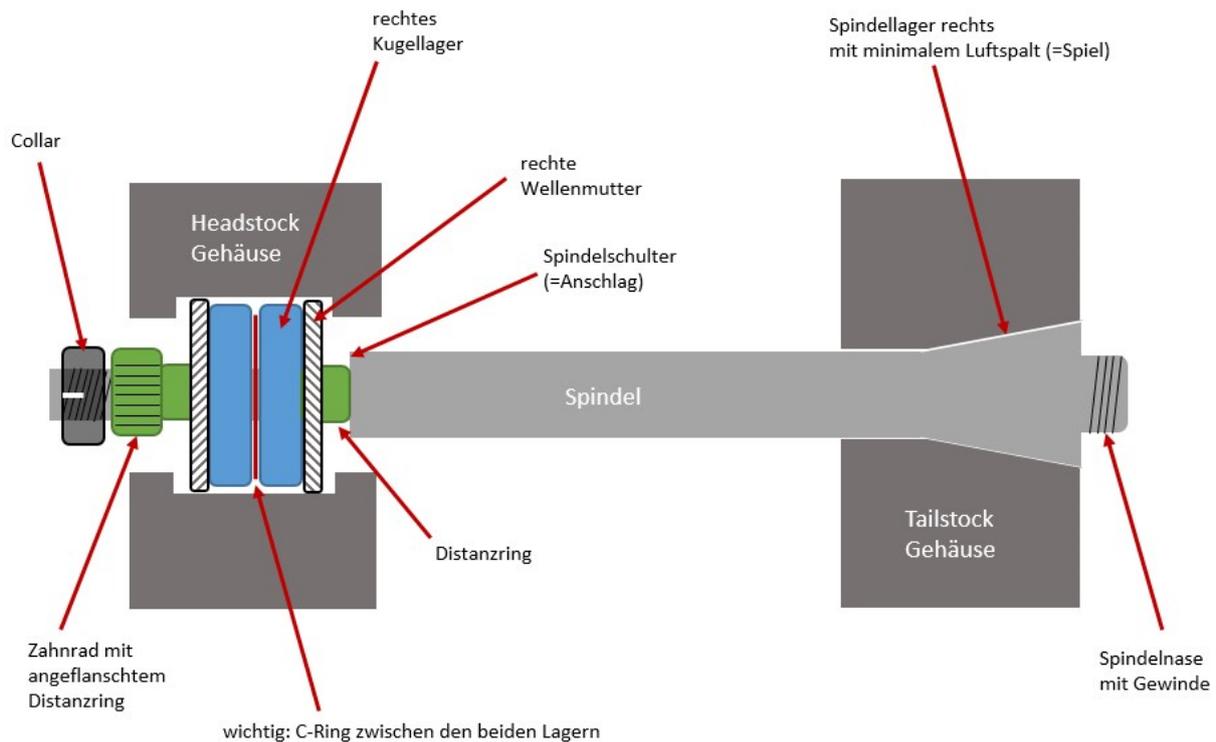


Abbildung 63: Elemente der Spindellagerung der Myford Super 7

Also: die Spindel der Drehmaschine ist dann korrekt eingestellt, wenn sie einerseits nicht mehr fühlbares Spiel im Spindellager hat, aber andererseits auch noch nicht scheuert oder klemmt. Und ganz wichtig: diese Position muss sie auch im Lastfall (z.B. Tailstock drückt mit einer mitlaufenden Zentrierspitze) behalten!

So etwas erreicht man nur mit einer "Vorspannung".

Wie das geht und was das ist, erkläre ich Euch nun.

## 12.1 Das rechte Lager (Spindellager)

Die Spindel läuft auf der Spindelseite in einem Lager, das wie ein Kegel ausgeformt ist. Dieses Lager ist ein Gleitlager, denn es benutzt weder Kugel- noch Rillenger, sondern verlässt sich einzig und allein auf einen winzigen Ölfilm zwischen Lagerwand und Spindel. Daher muss man es auch immer gut ölen. Das übernimmt ein im Innern aufragender Filzdocht (Pfeil), der das vorne in den Becher eingeträufelte Öl sicher ins Lager und an die Gleitflächen leitet.

Bei Gleitlagern ist die korrekte Einstellung des Spiels essentiell, sonst klappt das mit dem Ölfilm nämlich nicht. Das nervt zwar etwas, hat aber den Vorteil, dass man sie nach vielen Jahren auch nochmal spielfrei nachstellen kann. Bei einem Kugellager geht sowas nicht: das muss von Anfang an passen und ist es einmal ausgeleiert, braucht man ein neues. Mit Nachstellen ist da meistens nix.

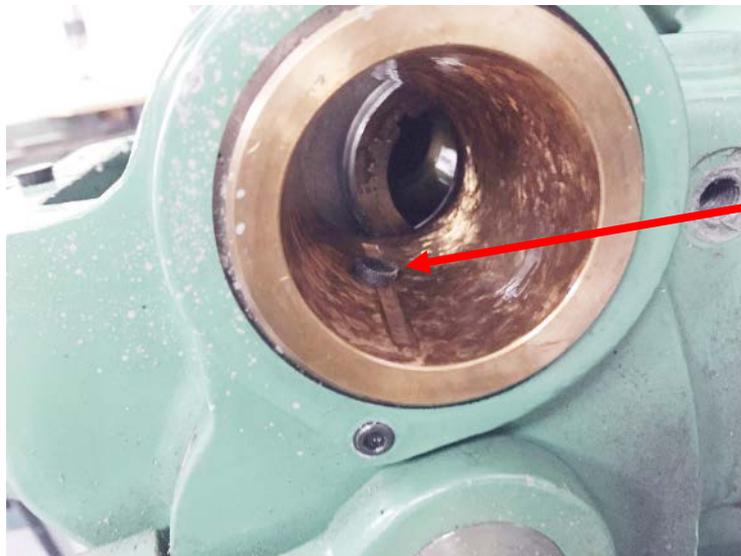


Abbildung 64: das rechte Spindellager (im Hintergrund noch das Bullgear zu sehen)

Durch die Position der Spindel im Kegellager stellt man das (notwendige) Spiel ein. Zieht man die Spindel stark ins Lager hinein, wird das Spiel immer kleiner, bis sie schließlich an den Lagerwänden anliegt und klemmt. Wie hier:



Abbildung 65: Spindel zu weit links: sie klemmt!

Drückt man die Spindel etwas hinaus, dreht sie sich natürlich auch freier, bekommt aber auch zunehmend Spiel. Im schlimmsten Fall beginnt die Spindel zu wackeln und das wollen wir natürlich nicht. Guckst Du hier:



**Abbildung 66: Spindel zu weit rechts: sie hat zu viel Spiel!**

Wir wollen die "spielfreie" Einstellung. Also ein Mittelding zwischen "klemmt" und "spielt". Die Spindel liegt zwar satt im Lager, aber scheuert nicht (Pfeil).



**Abbildung 67: korrekte Einstellung des Lagerspiels**

## 12.2 Das linke Lager

Dieses Lager ist für die korrekte Positionierung der Spindel verantwortlich. Es "schiebt" die Spindel also entweder aus dem rechten Lager heraus oder "zieht" sie in das rechts Lager hinein. Das macht man, indem man die beiden Wellenmuttern paarweise rein- oder rausschraubt und somit das gesamte Kugellagerpaket im linken Lagerbock verschiebt.



Abbildung 68: mit losem Collar (roter Pfeil) ist alles noch lose und auf der Achse verschiebbar

Damit das aber geht, werden diese beiden Kugellager zu einem gemeinsamen "Paket" vorge-spannt; d.h. auf der Spindelachse eingeklemmt. Diese Funktion übernimmt der so genannte "Collar". Er dient einzig alleine dazu, das gesamte Kugellagerpaket schön zusammenzupresen und somit eine konstante Vorspannung auf der Spindel zu halten.



Abbildung 69: mit dem Anziehen des "Collars" spannt man alle Teile auf der Welle zu einem starren Paket zusammen

Erst damit gelingt eine Einstellung des Lagerspiels.

## 12.3 Ablauf der Justierung

Daher beginnen wir auch genau mit dem Anschrauben dieses "Collars". Vor dem Einsetzen der Spindel kontrollieren wir noch ein letztes mal mit der Taschenlampe, ob der dünne C-Ring auch korrekt mit der Öffnung nach oben zwischen den Kugellagern liegt. Wenn ja, kann man sogar einen winzigen Lichtspalt durch dieses Loch sehen (Pfeil).



**Abbildung 70: wichtig: das geöffnete Ende des C-Rings muss immer nach oben zeigen!**

Erklärung: nur dann ist sichergestellt, dass auch das oben eingefüllte Öl zwischen den Lagern einlaufen und sich verteilen kann. Test zu korrekten Einstellung: mit einer Taschenlampe reinleuchten und von oben sicherstellen, dass man das Taschenlampenlicht durch die Öffnung sehen kann (Pfeil)

### 12.3.1 Spindel bis Anschlag einschieben

Wir schieben die Spindel also in den Spindelstock (denken an das Bullgear und den Keilriemen!!) und versuchen, die Spindel vollständig einzuschieben.



**Abbildung 71: Spindel bis zum Anschlag einschieben (z.B. durch Druck mit Tailstock (blauer Pfeil))**



Abbildung 72: Bild aus der Realität

Das gelingt (bei mir) natürlich nicht. Erst mit leichten Gummihammerschlägen kriege ich die Spindel so weit hinein, dass sie schließlich im rechten Kegellager aufsetzt. Die bessere Alternative ist natürlich das sanfte Einpressen mit dem Tailstock, denn das ist definitiv schonender für die Laufflächen der beiden linken Kugellager. Wer die Spindel nicht verkratzen will, setzt sowohl in Spindel als auch Tailstock je einen MK2 B16 Futterflansch ein und benutzt diese als "Presstücke". Das funktioniert sehr gut. Wenn die Spindel am Anschlag ist, den Druck bitte bestehen lassen. Denn:

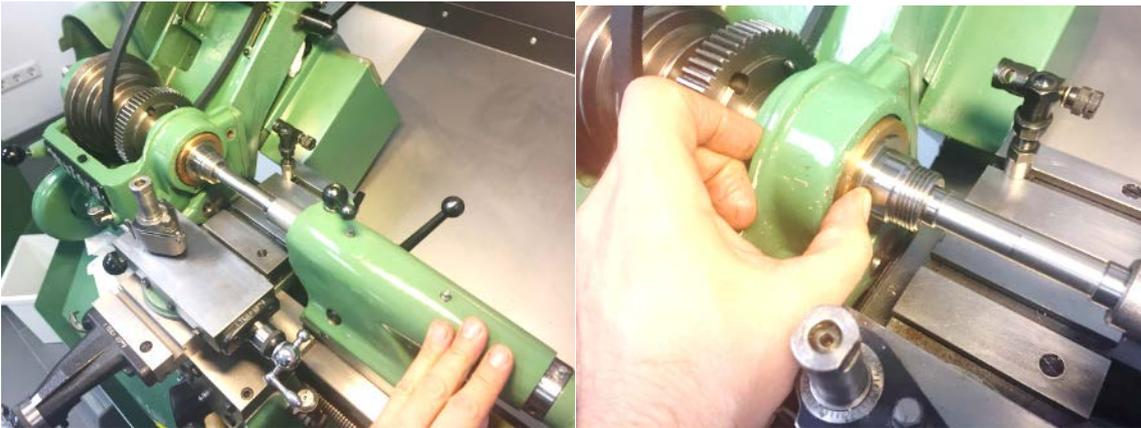


Abbildung 73: Eindrücken der Spindel mittels Headstock

### 12.3.2 Collar aufschrauben

nun müssen wir das ganze Gebimself auf der Spindel zu einer "Einheit" zusammendrücken. Das Manual und das Internet sagen "Vorspannung der Lager" dazu. Diesen Satz habe ich nie kapiert und im Nachhinein, wo ich das Konzept (endlich) verstanden habe, trifft es das meiner Meinung nach auch nicht. Vielmehr geht es beim Collar darum, die beiden Lager und deren Distanzscheiben fest auf der Spindel zu fixieren. Und zwar bombenfest (siehe Abbildung 68). Noch nicht verstanden?



**Abbildung 74: Collar aufschrauben; rechts die Markierung des Herstellers**

Stellt euch eine lange Gewindeschraube vor. Zum Beispiel eine 6Kant-Schraube mit M10 Gewinde und 100mm Länge. Darauf fädelt ihr nun zehn dicke Unterlegscheiben mit einem Durchmesser von -sagen wir- 30mm auf. Also große, stabile Teile. Der Punkt ist: Solange ihr das ganze nicht abschließend mit einer dicken M10-Mutter zusammenschraubt, liegen die Unterlegscheiben nur lose auf der Schraube und können hin und her schlackern. Habt ihr jedoch die M10 Mutter draufgeschraubt und ordentlich angeknallt, wird das ganze Zeug schön fest als "Unterlegscheibenpaket" zusammengepresst und es bewegt sich nix mehr. Mehr noch: die Unterlegscheiben sind nun so fest beieinander, dass man diesen Unterlegscheibenblock nutzen könnte, um die ganze Schraube im Schraubstock einzuspannen und sicher zu halten.

Genauso ist es bei der Myford: die Schraube ist unsere Spindel, die Unterlegscheiben sind die Kugellager und die Mutter ist der "Collar". Der Schraubstock ist der Headstock, der das ganze Gebilde hält.

Nun haben wir noch die beiden Wellenmuttern links und rechts neben dem Kugellagerpaket. Diese dienen nur noch dazu, den Einspannpunkt unseres "Unterlegscheibenpaket" im Schraubstock nach links oder rechts zu verschieben. Damit stellen wir später das finale SpindelSpiel ein. Jetzt verstanden?

Also nun zurück zum "Collar". Der soll also alle Teile, die auf der Spindel stecken, zu dem festen "Unterlegscheibenpaket" zusammendrücken.

Das handfeste Anziehen des Collars reicht dazu aus meiner Erfahrung nur dann, wenn die beiden Kugellager bereits an der Spindelschulter richtig anliegen. Durch bloßes Drehen des Collars verschiebt man aber noch keine Kugellager, die mit Übermaßanpassung stramm auf der Spindel sitzen. Das gelingt nur, wenn man diese mit sanftem Klopfen erst in die richtige Position klopft (Endanschlag) und dann den Collar handfest anzieht.



**Abbildung 75: Diese Teile gehören alle zum linken Spindellager!**

Damit ich für das Klopfen etwas mehr Spielraum habe, drehe ich die linke (äußere) Wellenmutter heraus. Dann nehme ich ein Rohr, bei dem ich sicher bin, dass die nun folgenden Schläge mit dem Gummihammer auf den inneren Ring der Lager zielen und nicht auf die äußeren (wäre erstens wirkungslos und zweites würden sie die extrem glatt geschliffenen Lager-Laufflächen schädigen!).

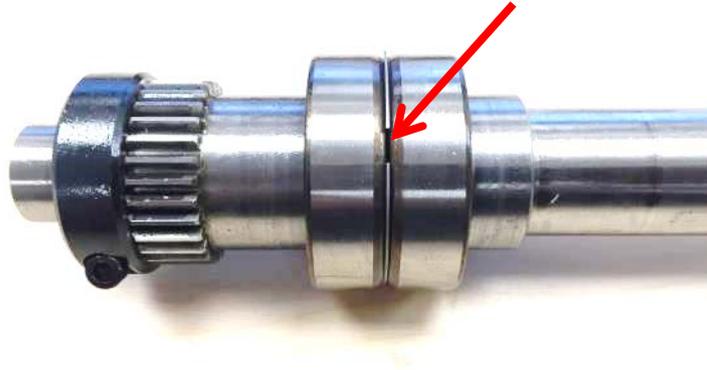


**Abbildung 76: ein Messingrohr dient als "Schlagholz"**

Nach ein paar vorsichtigen, zärtlichen Klopfen mit dem Gummihammer rücken alle Elemente auf der Spindelachse schön eng zusammen. Nun kann der Collar drauf und ordentlich handfest angezogen werden. Er stabilisiert das so "eng verschnürte Paket" und das ist es, was das Internet mit "Vorspannung" meint: es erzeugt eine Art "Vorspannung", indem der Collar alle auf der Achse steckenden Bauteile zwischen sich und dem Anschlag auf der Spindel (Spindelschulter) festklemmt.

Uff. Schwierige Geburt.

Sie sieht das dann im Innern des Headstocks aus. Beachte den C-Ring mit der Öffnung! (Pfeil)



**Abbildung 77: so werden die ganzen Teile später zu einem handlichen Paket verschraubt**

Die Spindel hat übrigens eine kleine Ritzmarkierung, die die ursprüngliche Position des Collars zeigt (siehe Abbildung 73). Es ist aber nicht schlimm, wenn Collar-Ritz und Spindel-Ritz heute nicht mehr deckungsgleich übereinander liegen. Durch Toleranzen der Bauteile (Lager!) und nicht zuletzt auch durch Alterung oder Verschleiß hat sich der Markierungspunkt auch bei mir etwa eine halbe Umdrehung gegenüber damals verschoben.

Mein Rat: ignoriert die Markierung. Wichtig ist nur, dass das gesamte Lagerpaket inklusive deren Scheiben und Ringen schön fest auf der Spindel eingequetscht ist. Denn sonst funktioniert das Aufnehmen der axialen Druckkräfte durch die Kugellager später nicht! (Druck durch mitlaufende Körnerspitze!)

### **12.3.3 Spindel nach rechts verschieben**

Nachdem der Collar fest ist, können wir den Tailstock wieder zurückfahren. Die Spindel dürfte sich aber trotzdem noch nicht großartig von Hand drehen lassen, denn sie klemmt noch in ihrem rechten Kegellager (in das wir sie ja mit Gewalt hineingepresst haben).

Das notwendige Spiel erzeugen wir nun, indem wir die Spindel ganz leicht nach rechts hinausschieben und so etwas Luft schaffen. Das erreichen wir wie folgt:

1. Linke Wellenmutter handfest anziehen.
2. Spindelspiel prüfen: ok oder nicht?

falls nicht:

3. Rechte Wellenmutter ca. 10° herausschrauben
4. Linke Wellenmutter um 10° hineinschrauben

Das verschiebt die gesamte Spindel (mitsamt allem Gebimself) etwas nach rechts und schafft so etwas Luft im Kegellager.

5. Spindelspiel erneut prüfen

Wenn Spindelspiel noch nicht ok, dann zurück zu 3.

Falls ok, dann:

**6.** Linke Wellenmutter noch einmal mit Hakenschlüssel und ein paar "deutlichen" Hammerschlägen richtig schön fest drehen.

Diese Aktion kostete mich übrigens meinen Hakenschlüssel, dessen Nase beleidigt aufgab. Das Neufertigen des Hakens mit Fräse und anschließendem Anschweißen dauerte etwa eine Stunde :-/

## 12.4 Endkontrolle

Viele, die die Spindel wieder eingebaut haben und eine Justage versucht haben, berichten im Internet von dem Problem, dass die gesamte Spindel wieder stoppt, sobald ein wenig Druck vom Meißel (oder Tailstock) auf die Spindel einwirkt.

Wenn nicht gerade der Motor kaputt ist oder der Keilriemen glitschig, kann das eigentlich nur daran liegen, dass das linke Lagerpaket noch nicht richtig eingestellt ist und dementsprechend die auftretenden Axialkräfte nicht gut genug aufnehmen und an das Drehmaschinengehäuse weiterleiten kann.

Die Endkontrolle ist also:

Spindel mit leichten Gummihammerstößen etwas hin und her hämmern (axial). Die Lage der Spindel (und damit das Spiel) darf sich dabei nicht sichtbar ändern!

Wenn ok, dann ein Werkstück drehen. Stoppt die Spindel dabei?

## 13 Ja!

So ein Mist. Trotz des geopferten Hakenschlüssels und eines ganzen investierten Tags für Justierarbeiten kommt es, wie es kommen muss:

Ich wollte den Tailstock in seiner Ausrichtung justieren (also Schritt 6 aus Kapitel 2). Dafür spannte ich mir einen etwa 25mm dicken Aluminiumstab in das Futter und machte an seinem Ende eine Zentrierbohrung. Dann nahm ich natürlich die mitlaufende Körnerspitze, setzte an und gab etwas Druck auf die Achse. Sofort hörte ich eine Änderung im Betriebsgeräusch des Motors: er klingt zunehmend gequält und wenige Sekunden später steht die Spindel! Es rutscht aber nicht der Riemen durch oder die Kupplung. Nein- die vollen 750Watt Motorleistung werden scheinbar vom irgendwas "verbraucht!". Mein hastig reingehauener NOT-AUS Taster verhindert wirksam Folgeschäden. Eine Prüfung zeigt: die Spindel sitzt "fest" und lässt sich mit der Hand nicht mehr drehen. Und das Spindel-Kegellager rechts ist deutlich warm durch die paar Sekunden "Quälbetrieb". Durch die Wärme im Lager ist mir im ersten Ansatz aber bereits klar, was passiert sein muss:

Das Kegellager hat offensichtlich die Druckkräfte des Tailstocks aufgenommen. Die hat den hauchdünnen Ölfilm im Lager reißen lassen, was zu erhöhter Reibung führt. Dies wiederum erwärmt schlagartig alle Lagerbauteile, die sich daraufhin ausdehnen und für eine weitere Zunahme der Reibung sorgen. Das geht so lange, bis schließlich das komplette Lager verklemmt. Das darf es aber nicht! Das rechte Kegellager soll sowieso nur die seitlichen Kräfte aufnehmen. Die axialen Druckkräfte jedoch sollen von den beiden Kugellagern auf der linken Seite des Headstocks aufgenommen werden!

Scheinbar taten sie das nicht, sondern gaben nach. Wenn man in so einem Fall nicht SOFORT reagiert und abschaltet, ruiniert man sich sein Spindellager!

## 14 Analyse

Ich mache es kurz: das Problem entstand an der linken Wellenmutter!

Es hat mehrere Stunden, Stirnrundeln sowie den erneuten Komplettausbau der Spindel gekostet, aber ich habe den Fehler schließlich gefunden: **die linke Wellenmutter lässt sich bei mir nicht vollständig in das Gewinde drehen!**



Abbildung 78: die eine Wellenmutter lässt sich bis zum Anschlag einschrauben (links), die andere nicht (rechts)!

Man kann sie zwar mit dem Schlüssel und Hammerschlägen fest ziehen, aber sie zieht dann nichts fest, sondern verklemmt und bleibt bei ca. 50% Eintauchtiefe im Gewindegang stecken! Das Tückische: Von außen sieht und merkt man nichts, wenn man die Wellenmutter anzieht. Man spürt sowohl eine Art "Anschlag" als auch einen deutlichen Widerstand- so wie man es beim Anziehen einer Mutter kennt und erwartet. Dass dieser Widerstand jedoch nicht vom Festdrücken des Kugellagers kommt, sondern durch das Steckenbleiben im Gewindegang, kann man von außen weder sehen noch vermuten!

Eigentlich hätte ich nun noch intensiver forschen müssen, was genau mit dem Gewindegang nicht stimmt (oder der Mutter). Da ich jedoch inzwischen in argem Zeitdruck war (die Renovierung des neuen Messplatzzimmers soll bald starten!), habe ich einfach die beiden Muttern miteinander vertauscht und siehe da: die eigentlich als "identisch" geglaubten Wellenmuttern sind ganz so "identisch" wohl doch nicht, denn die andere Wellenmutter lässt sich -im Gegensatz zu seiner Schwester- absolut problemlos bis zum Gewindeende zu 100% eindrehen!

Es dürfte klar sein: der ganze Verstellmechanismus der Welle funktioniert natürlich nur, wenn sich die Wellenmuttern auch richtig drehen lassen. Eine tut das offensichtlich nicht, geht nur bis zu 50% ins Gewinde und dadurch konnte ich das notwendige(!) Lagerspiel nicht richtig einstellen. Ich hatte zwar bereits bei Myford einen neuen Satz Wellenmuttern bestellt, aber der ist noch auf dem Postweg. Daher benutze ich die "komische" Wellenmutter nun auf der anderen Seite, denn dort reicht der auf 50% eingeschränkte Verstellbereich locker für eine korrekte Justierung aus.

## 15 Nochmal

Nachdem ich das Problem nun endlich verstanden hatte, ging die ganze Arbeit mit dem Einbau und der Justage erneut los. Durch den nun korrekten Lauf der linken Wellenmutter gelingt dies jetzt aber deutlich einfacher als vorher. Alles reagiert so, wie man es auch erwartet: der Collar presst die ganzen Lagerbauteile auf der Spindelwelle fest. Und mit den beiden Wellenmuttern verschiebt man das ganze Paket nun längs der Wellenachse, bis das notwendige Spiel im Kegellager erreicht ist. Nach ein paar mal Nachstellen der Spindel nach rechts (aus dem Kegellager heraus) erreiche ich einen wunderbar leichten Lauf, jedoch ohne fühlbares Lagerspiel. Und auch die Messungen mit der Messuhr zeigen Gleichlauf und Axialspiel von deutlich unter  $10\mu\text{m}$ - selbst beim vorsichtigen Rackeln mit einem eingesteckten Holz (hier: Dübelstange).

Kleiner Tipp: wenn ihr die "Clearance" im Kegellager einstellt und dafür die Spindel nach rechts herauschiebt, dann dreht die Wellenmuttern bitte nur sehr gefühlvoll. Ich habe das vielleicht in anfangs  $20^\circ$ , dann etwa  $10^\circ$ -Schritten gemacht. Die Gewindesteigung der Wellenmutter habe ich mal grob mit dem Messschieber abgemessen und komme auf 4 etwa Gewindegänge pro 5mm. Das wären rechnerisch dann  $1,25\text{mm}$  pro Umdrehung. Verteilt auf  $360^\circ$  (=1 Umdrehung der Wellenmutter) bedeutet das bereits ca.  $35\mu\text{m}$  Verschiebung auf der Welle- bei nur  $10^\circ$  Verdrehen der Wellenmutter!

Hinweis: Das Manual redet von einem Zurückdrehen der Wellenmutter von  $15^\circ$ . Nach meinen überschlägigen Messungen würde das etwas eine Verschiebung der Spindel um ca.  $50\mu\text{m}$  bedeuten.

Ich habe mich deshalb in vielen kleinen Schritten iterativ herangearbeitet und immer Folgendes geprüft:

**a) mit Tailstock (Zentrierspitze) gegen Werkstück axial gedrückt:** weder das Motorgeräusch noch die Drehzahl dürfen sich ändern, während man Druck aufbaut! (Ansonsten ist das Indiz dafür, dass Kräfte ins Kegellager rechts gehen und nicht in den Kugellagerblock links!)

**b) Spindel von Hand drehen.** Wenn der Riemen entspannt ist, muss das trotzdem immernoch ganz leicht gehen! So schreibt es das Manual. Aber was heißt jetzt "leicht"? Nur mal so zum Vergleich: wenn der Riemen bei mir entspannt ist, kann ich die Spindel inklusive Drehfutter und Werkstück mit dem kleinen linken Finger am BullWheel (=das große Zahnrad) ohne große Probleme drehen. Mit etwas Kraft vielleicht, aber ohne große Anstrengung oder

Blasen am Finger. Sogar mit dem kleinen Finger in einer Furche der Riemenscheibe kann ich die Spindel drehen, so leicht ist der Sitz.

**c) Holzstück in die Spindel stecken** (als Hebel) und hin und her wackeln. Die Spindelnase muss -trotz Leichtgängigkeit- vom rechten Kegellager immernoch satt gehalten werden und darf weder wackeln noch schlagen. Auch darf es nicht "Quitsch"-Geräusche geben (Öl wird durch zu großes Lagerspiel nach vorne auf dem Spalt zwischen Lager und Spindel etwas herausgedrückt und "suppt" dabei).



Abbildung 79: Lagerspiel prüfen mit Holzstab und Messuhr

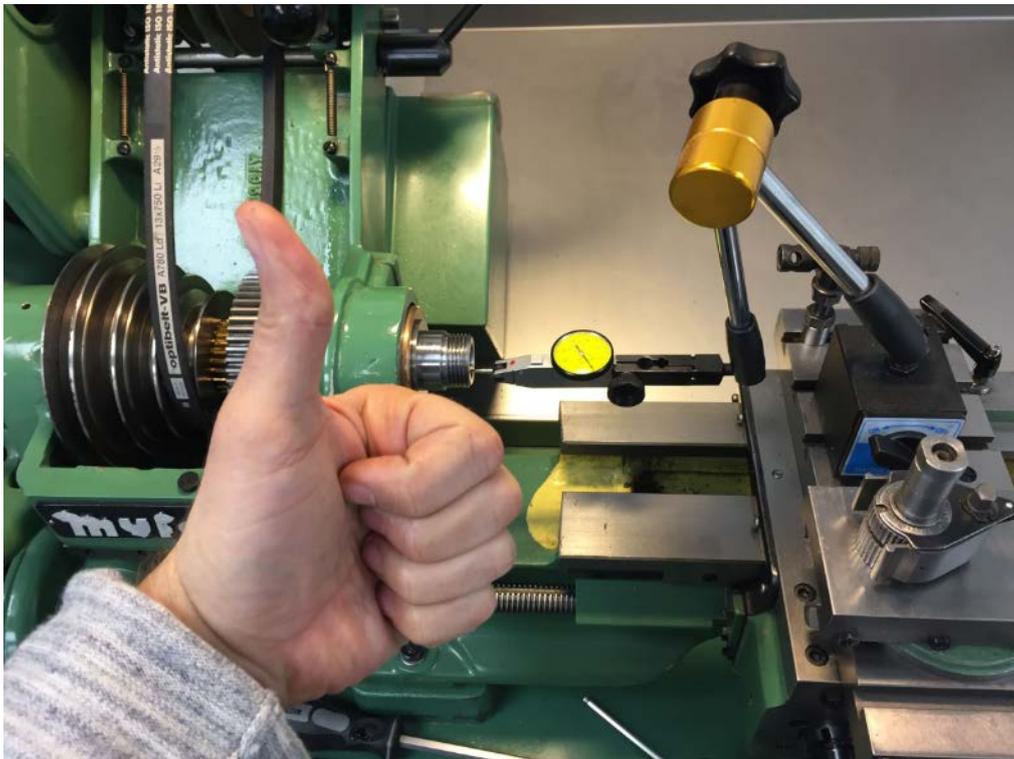
**d) Wenn soweit alles "ok" scheint:** Eine Drehzahl von ca. 1000U/min einstellen und die Drehbank für 5 Minuten einfach so laufen lassen. Die Lager (insbesondere auf das Kegellager rechts achten) darf nicht wärmer als maximal handwarm werden! Messung mit der Wärmebildkamera ergab: bei mir etwa nur +5..10°C über Zimmertemperatur

**e) Dasselbe nochmal machen,** aber nun mit einem eingespannten Werkstück und mit Druck durch den Tailstock (Zentrierspitze). Die Drehzahl darf sich nicht hörbar verändern oder der Motor irgendwie "gequält" klingen. Wenn er das tut, Test sofort abbrechen und Fehler suchen! Auf gar keinen Fall die Drehbank so weiter betreiben, denn sonst ruiniert ihr Euer Spindellager, weil dann nämlich der Ölfilm im Innern des Lagers reißt und es quasi "trocken" läuft!

Ich habe das natürlich mit der Wärmebildkamera gemessen, denn ich wollte ganz sicher gehen und nochmal auseinanderbauen habe ich nun wirklich keine Lust mehr. Die Drehbankmechanik inklusive ihrer Lager wird durch das ständige Auseinanderbauen nämlich auch nicht besser.

Doch schließlich kann ich hier Erfolg vermelden. Die Lernkurve, die ich machen musste, hat aber schon deutlich Nerven gekostet. Schließlich "spielt" man mit dem Wert einer professionellen Werkzeugmaschine, die einen deutlich wahrnehmbaren Anschaffungspreis hatte und die man natürlich nicht kaputtsummeln will.

Gut, nun haben wir die Spindel und deren Lager angeschaut und teilweise sogar erneuert. Grundsätzliche Probleme haben wir dabei nicht gefunden. Vielleicht welche damit erzeugt, (und auch wieder repariert ;-)) aber wir haben noch keine Maßnahme durchgeführt, die die Nicht-Parallelität beim Zylinderdrehen bekämpft. Das machen wir jetzt.



**Abbildung 80: der Rundlauf stimmt auch!**

## 16 Spindelstock ausrichten

Um es gleich vorweg zu sagen: ich bin mir derzeit noch nicht einmal sicher, ob man den Headstock bei der Super7 überhaupt verstellen kann. Zwar gibt es hier zwei Madenschrauben, von denen ich annehme, dass sie der Verstellung dienen könnten, allerdings sehen die Verstellmechanismen der richtig großen Drehmaschinen doch anders (und logischer) aus. Dennoch kann man den Headstock durch Lösen der oberen vier Inbusschrauben (in der Nähe der Riemenscheibe) bedingt etwas hin und her schieben. Vergleichbar mit den Halteschrauben einer Grundplatte für ein Drehfutter.

Ich musste das Ausrichten mehrere Male machen und die nun gezeigten Bilder zeigen verschiedene Stadien. Die erste Ausrichtung war erfolgreich, musste aber wiederholt werden, weil ich dann das Problem mit dem -unter Druck klemmenden- Spindellager hatte und alles nochmal ausbauen musste (siehe Kapitel 15).

Trotzdem: das Ausrichten ist immer das Gleiche und ob die Spindel hier mit eingebauter Riemenscheibe gezeigt wird oder nicht, hat hier keinen Einfluss auf die Durchführung des Spindelstock-Verschiebens.

Wir gehen davon aus, dass mit einer Präzisions-Maschinenwasserwaage mit einer Empfindlichkeit von mindestens  $100\mu\text{m}/\text{m}$  ein korrekt justiertes Maschinenbett nachgewiesen wurde und auch sonst alle anderen Einstellungen (Bettschlitten, Multifixaufnahme usw.) auf Spielfreiheit usw. kontrolliert bzw. justiert wurden.

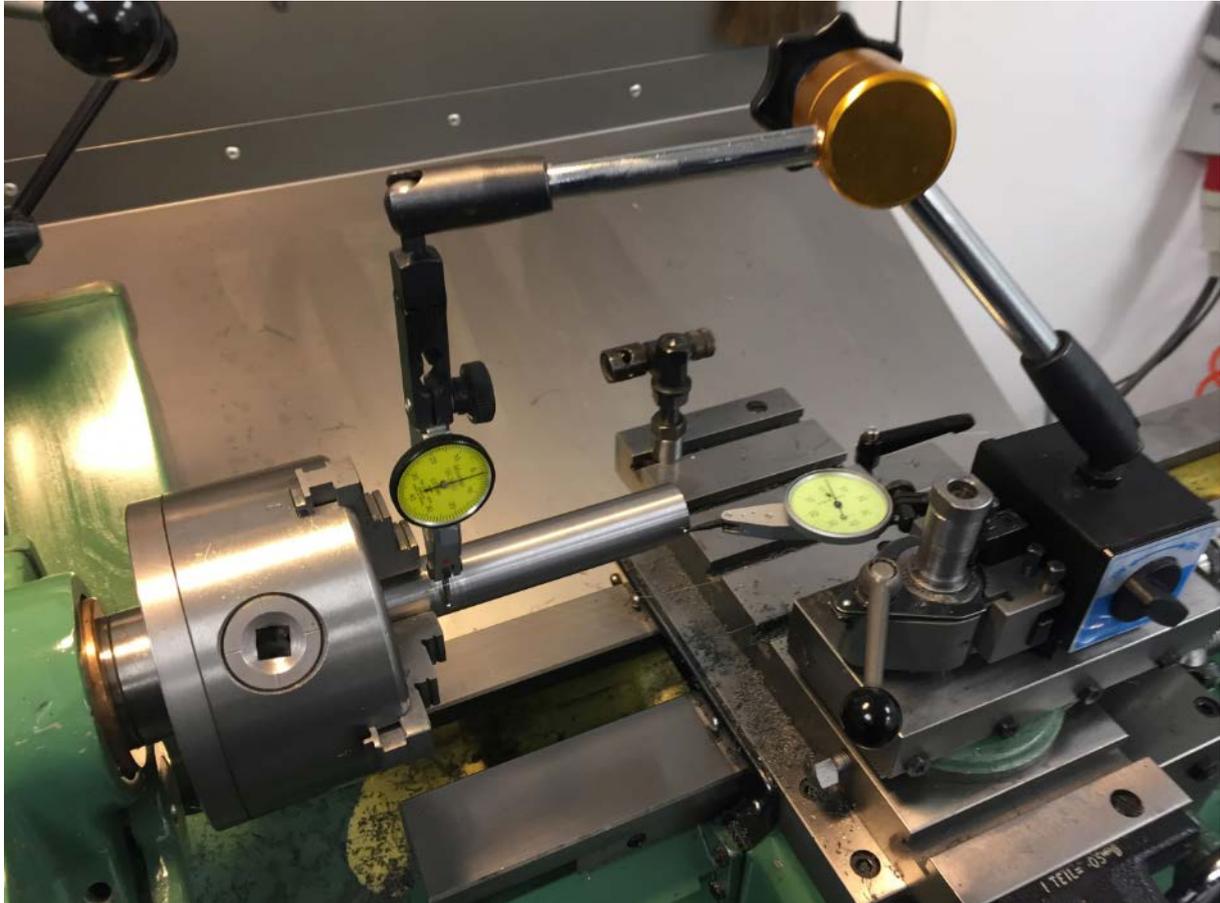
Zuerst weise ich mit einer weiteren RDM nach, dass das "Schielen" der Drehachse in Richtung des Bedieners nach wie vor ein Thema ist.



Abbildung 81: RDM-Messung mit MK2 Prüfstab

Es kommt dasselbe Ergebnis heraus wie in Abbildung 14. Also tun wir es: wir ändern die Ausrichtung des Headstocks!

Zuerst bringen wir Messuhren an, die uns eine Winkelbewegung des Headstocks sofort anzeigen, denn wir müssen ja wissen, wie weit wir ihn verdrehen müssen und wann die korrekte Position erreicht ist. Das geht nur mit zwei Messuhren: eine vorne und eine hinten! Das RDM-Diagramm zeigt uns etwa  $40\mu\text{m}$  Abweichung des Durchmessers. Das bedeutet, dass der Headstock so verdreht werden muss, dass die rechte Messuhr am Ende des MK2 Prüfstabs genau  $20\mu\text{m}$  mehr anzeigen muss als die erste am Anfang.



**Abbildung 82: zwei Messuhren zum Ausrichten des Headstocks**

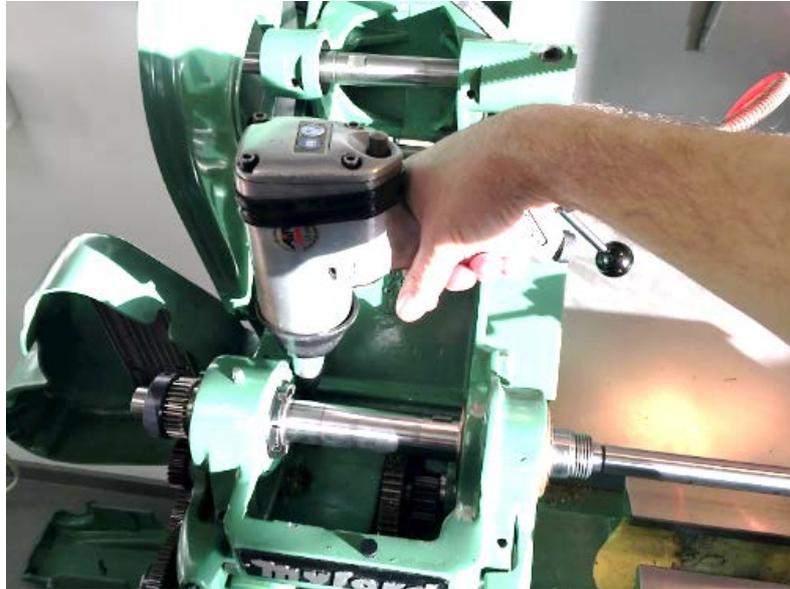
Was genau die beiden absolut anzeigen, ist für uns nicht wichtig. Wir wollen nur, dass sich der Winkel der Drehachse ändert, und zwar LINKS herum, so dass das Ende des Prüfstabs vom Bediener weiter weg wandert, damit der Abstand zum Drehmeißel sich dort entsprechend um  $20\mu\text{m}$  vergrößert und somit auch den Drehdurchmesser des Werkstücks um  $40\mu\text{m}$  vergrößert.

Soweit die Theorie. In der Praxis ist das leichter gesagt als getan, denn jede Schraube hat irgendwie Einfluss. Ich werde ein paar Iterationen brauchen, es am Ende aber schaffen.

Zuerst kommt der Schlagschrauber, denn die Schrauben sind sehr fest. Als Bit verwende ich einen HX6 mit 80mm Länge.

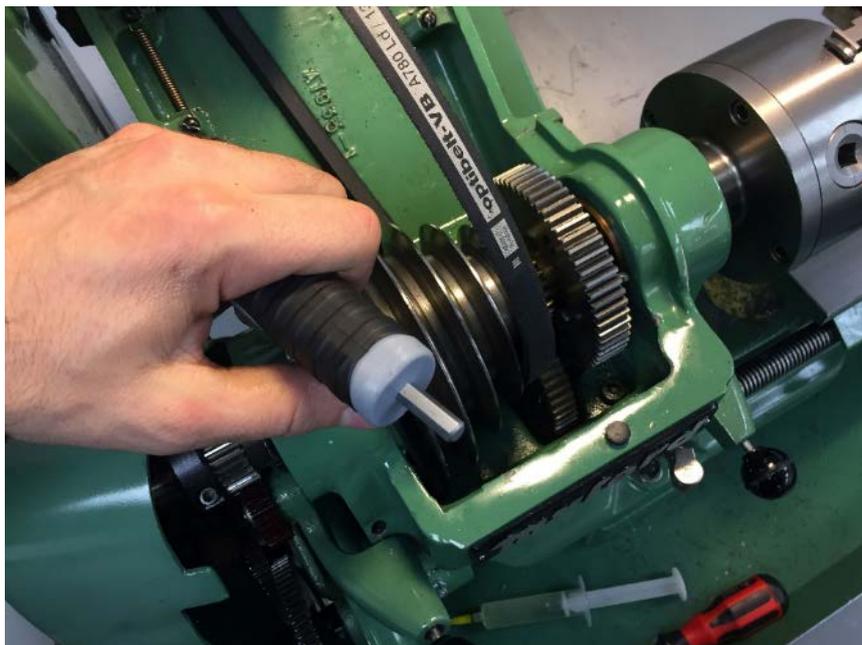
Hinweis:

Leider musste ich, bevor ich mit dem Schlagschrauber an die Schrauben überhaupt drankam, vorher die gesamte Spindel ausbauen und die Riemenscheibe abnehmen. Das macht die Ausrichtung nicht einfacher.



**Abbildung 83: mit dem Schlagschrauber ran!**

Ich empfehle daher jedem, es -falls es irgendwie geht- es anders zu machen: besorgt Euch einen 6mm Inbusschlüssel mit T-Handgriff und einer Art "Kugel" am Ende. Die hat den Vorteil, dass man sie nicht ganz 90° senkrecht in die Schraube führen muss, sondern auch unter leicht schrägem Winkel noch funktioniert und das fasst. Zusammen mit einem Lösen der Madschraube des BullWheels und Verschieben des Riemenscheinblocks um ein paar Millimeter nach rechts erreichte ich geraaaaaade so mit dem 6Kant die unten liegenden Schrauben. Wenn sie nicht allzu fest angezogen sein sollten, kriegt man sie nun auch mit dem T-Griff-Werkzeug los (und wieder fest).



**Abbildung 84: so geht es aber meistens auch**

Leider schrammt man dabei mit dem Werkzeug etwas innen Lack des Spindelstocks herum. Die Farbe und damit das gepflegte Aussehen der Drehbank leidet damit definitiv etwas. Aber immernoch besser ein paar Kratzer im Lack als eine schief stehende Drehachse.

Sind die Schrauben lose, werdet ihr schon eine Bewegung in den Messuhren sehen können. Wahrscheinlich haben sie sich verstellt, aber vermutlich beide um den gleichen Betrag. Das bedeutet: der Spindelstock hat sich parallel bewegt, aber (noch) nicht gedreht.

Hier die beiden Madenschrauben, von denen ich vermute, das die Firma Myford sie zum Justieren des Headstocks eingebaut haben könnte. Sicher bin ich mir jedoch nicht. Vielleicht dient sie auch nur zum spielfreien Andrücken des Headstocks an seine Führungen.



**Abbildung 85: eine der beiden Klemmschrauben**



Abbildung 86: Nahaufnahme

Egal. Trotzdem erstmal die Schraube rein....



Abbildung 87: ...und die zweite Schraube

...und so lange dran herumdrehen, bis die 20µm an der Messuhr erreicht sind. Ja, dazu braucht man schon etwas Kraft, denn der Headstock muss ja nun auch wirklich bombenfest sitzen und darf nicht wackeln.

Wenn das nicht reicht, kann man noch andere Sachen machen:

Man kann z.B. mit einer Schraubzwinde den Headstock in einer Richtung drücken.

Man kann aber auch einen dicken Holzdübel nehmen (z.B. 14mm Durchmesser oder 16mm) und durch die Spindel stecken. Diesen kann man dann als Hebel benutzen.



Abbildung 88: Spindelstock ausrichten

Was man auf gar keinen Fall nehmen darf, ist der Gummihammer!

Warum nicht?

Weil Euch der wahrscheinlich die Messuhren verstellt! Das Schlagen mit dem Gummihammer gegen das Spindelstockgehäuse überträgt so viele schockartige Vibrationen in den MK2 Prüfstab, dass der anfängt zu schwingen. Die daran hängenden Messuhren können bei so schnellen Vibrationen mit ihrer Zeigerbewegung unmöglich hinterherkommen. Die Gefahr ist groß, dass sie sich durch diese Vibrationen verstellen und nur noch Unsinn anzeigen. Es brauche einige Versuche und gefrustete Gesichtern von mir, bis ich das erkannte.

Daher mein Tipp: gerne eine Schraubzwinde nehmen oder einen Holzstab in die Spindel stecken, gerne auch einen Spanngurt oder ähnliches. Aber bitte nie eine stoßartige Bewegung machen (Hammer, Fußtritt, usw.)! Das versaut Euch alles!



**Abbildung 89: mit der Schraubzwinde geht es auch!**

## 17 Vorlegewelle ausbauen

Eine gute Idee ist es, -wenn man die Spindel schonmal draußen hat- auch gleich den Antriebsriemen der Spindel auszutauschen. Das ist so wie beim Auto: wenn man den Zahnriemen wechselt und dafür eh die Wasserpumpe ausbauen muss, sollte man sie auch gleich mit wechseln, denn die geht dann erfahrungswise immer als nächstes kaputt. Um den Spindelriemen zu wechseln, muss man die Vorlegewelle ausbauen. Die Vorlegewelle ist das Ding, mit dem man den Motorantrieb ein- und auskuppelt.

Weil ich bei mir das Problem hatte, dass der Motor-Antriebsriemen (= der andere Riemen, der außen liegt und direkt zum Motor geht) bei mir sporadisch das Vibrieren beginnt, wollte ich verschlissene Lager der Vorlegewelle als Ursache ausschließen und habe somit die Vorlegewelle ausgebaut und die Bronzelager erneuert. Außerdem hatte ich ja beim Kauf der Drehbank damals Laufgeräusche beobachtet und mit der Thermografiekamera eine deutliche Erwärmung beobachtet, somit wollte ich dieses Thema ja sowieso noch einmal angehen. Also los.

Achja, schonmal vorneweg: ich werde auch hier Probleme dabei kriegen und die alten Lager (!) wieder einbauen. Aber lest selbst.

Der Ausbau der Vorlegewelle tatsächlich superleicht. Eigentlich braucht man nur einen Seegering (Sprengring) und eine Madenschraube zu lösen und schon kann man die gesamte Achse herausziehen. Also legen wir los.

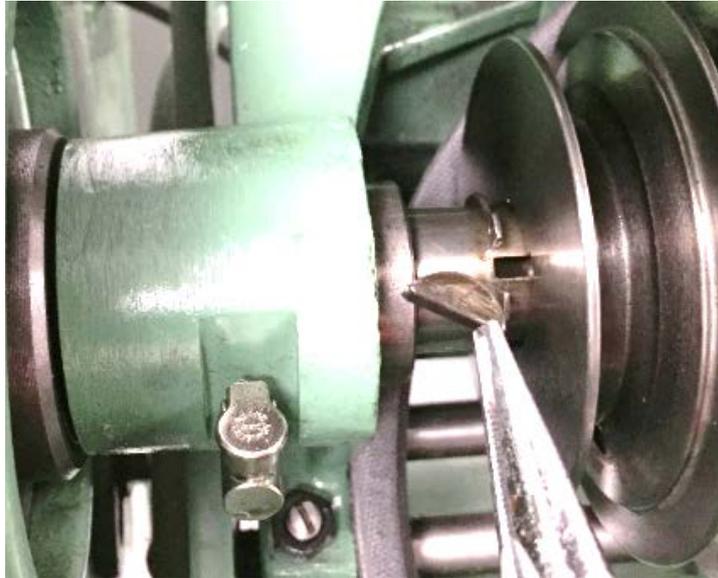
Erstmal den Antriebsriemen runter.

Achja: es ist übrigens ratsam, vorher die Schutzhaube abzuschrauben. Dann kann man viel besser und freier arbeiten. Es sind nur zwei 6Kant-Schrauben, geht also ganz schnell.



**Abbildung 90: Sprengring lösen und nach rechts gegen das Riemenscheibenpaket schieben**

Der Wellenausbau beginnt mit dem Lösen des Sprenglings. Der hat laut Ersatzteilliste einen Durchmesser von 7/8tel Zoll- also 22,2mm. Man braucht eine Seegeringzange mit gebogenen Greifern dafür und ist mangels Platz etwas fummelig. Manchmal hilft es, den Riemenscheibenblock ein wenig nach rechts zu schieben und damit etwas Freiraum zu schaffen. Die Madschraube müssen wir ja sowieso lösen, also warum nicht gleich. Und Achtung: auf die Passfeder achten, man verliert sie sonst leicht!



**Abbildung 91: gut aufbefahren- Passfedern verliert man leicht**

Sobald der Sprengling geöffnet und auf die rechte Seite der Welle geschoben wurde, ist es sehr einfach: die komplette Welle samt Kupplung und Einkuppelmechanismus kann man nun nach links aus dem Gehäuse herausziehen.



**Abbildung 92: die gesamte Welle kann nach links herausgezogen werden**

Kurz vor dem Ende gibt die Welle dann den Riemenscheibenblock frei, den man dann herausnimmt.



**Abbildung 93: das Riemenscheibenpaket**

Es folgt der bereits gelöste Sprengring und ein Distanzstück.



**Abbildung 94: ein 7/8tel Zoll Seegering**



**Abbildung 95: ein Distanzring...**



**Abbildung 96:...runter damit :-)**



**Abbildung 97: die Vorlegewelle ist draußen!**

Gleich darauf fällt einem der 7/8" Seegering entgegen. Er besteht aus drei Teilen und hat laut Anleitung folgende Bezeichnung:

Thrust Bearing (Rillenkugellager, Hersteller "Ransome & Marles")  
R.& M. FT 7/8"

Natürlich ist es als "Q99" noch von Myford erhältlich. :-). Über folgende Angaben kann dieses Drucklager aber auch alternativ im Internet finden:

7/8 x 1,5 x 0,375"

Inside Diameter: 22,23mm = 7/8"

Outside Diameter: 38,1mm = 1,5"

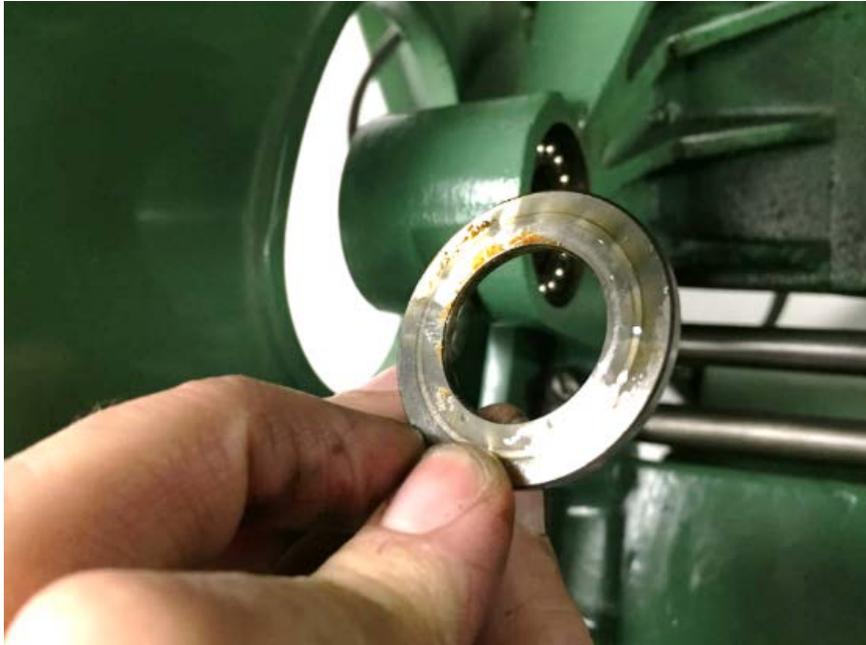
Width: 9,53mm = 0,375"



**Abbildung 98: das Drucklager muss noch raus**

Der Ausbau ist denkbar einfach. Sobald die Welle raus ist, greift man beherzt mit dem ölverschmierten Finger in die Öffnung des Lagers Q99- und entnimmt nach und nach die drei Bestandteile des Lagers.

Freundlicherweise hatte der Vorbesitzer meiner Drehbank bereits ein nagelneues Lager Q99 in seinem Fundus, somit musste ich mir kein neues bestellen Glück gehabt, denn dieses Drucklager kostet gut und gerne 30 Euro.



**Abbildung 99: Teil 1 des Drucklagers**



**Abbildung 100: Teil2: die Kugellagerscheibe des Drucklagers**



**Abbildung 101: auch raus damit**



**Abbildung 102: Teil3: wieder eine Scheibe**

So sieht es aus, wenn man alle drei Teile in der Hand hat.



**Abbildung 103:** hier sieht man nochmal die 3 Teile des Drucklagers Q99

Der Ausbau ist beendet. Man schaut nun auf die Bronzelager der Welle. Und damit beginnt mein Unglück, aber lest weiter.



**Abbildung 104:** Blick in die linke Lagerhülse

## 18 Vorlegewelle zerlegen und messen

Aber bevor wir uns in die Katastrophe schrauben, zerlegen wir erst noch einmal die eben entnommene Vorlegewelle und untersuchen sie.

In ihrem Innern befinden sich zwei Kugeln, eine Feder, ein Druckstück und eine Menge Schmierfett. Das Druckstück und die zwei Kugeln kann man bereits mit etwas Klopfen heraus-schütteln. Das sollte man vorher auch, denn sonst fallen sie einem später auf der Werkbank heraus, kullern irgendwo hin und die große Suche beginnt ;-)



Abbildung 105: das ist da drin: lange Schraube, Feder, Kugel

Die Demontage beginnt mit dem Rein(!)schrauben der Zentralschraube. Ideal ist es, wenn man dabei die im Innern liegende Feder noch vorspannt, denn sonst fluppt sie gegen Ende der Gewindgänge schlagartig raus und beschädigt damit möglicherweise die letzten paar Millimeter Gewindengang (die sich schlagartig entspannende Feder könnte Gewinde mit "reißen").

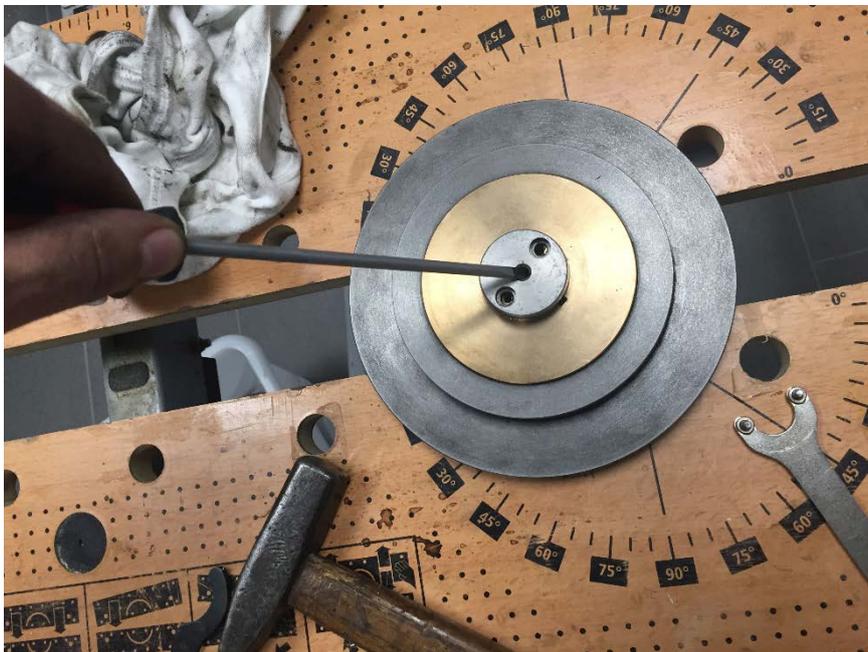


Abbildung 106: Zentralschraube rein(!)schrauben

Spannen kann man die ganze Sache natürlich, indem man die Welle wieder in die Drehbank einschiebt und den Kupplungshebel betätigt.

Man kann die Welle aber auch in eine Werkbank einspannen und von unten mit einem Holz gegendrücken. Egal wie ihr es macht- ihr werdet es schon irgendwie schaffen ;-)

Sobald die Zentralschraube komplett reingeschraubt ist, kann man die Mitnehmerscheibe lösen (2 Inbus-Schrauben) und abnehmen. dadurch kann man nun auch die innere Kupplungs-scheibe abnehmen.



Abbildung 107: Mitnehmerscheibe lösen und Kupplung abnehmen

Danach dreht man die Welle um und löst den einen Innensprengling.



Dadurch kann nun die äußere Kupplungsscheibe von der Welle abgezogen werden. Es kommen zwei weitere Kugellager (und ein Distanzring) zum Vorschein.



**Abbildung 108: Kugellager und Distanzring auf der Vorlegewelle (Pfeil)**

Ein einfacher Kugellagerabzieher hilft bei der Demontage. Die Kugellager hatten bei mir die Bezeichnung P8964



**Abbildung 109: mit einem Abzieher gehen die Lager schnell runter**

Sind laut Internet: LJ5/8

Bei RS Components haben sie die Nummer: #746-396

Mit folgenden Größenangaben bekommt man sie aber auch gut im Internet:

Diameter: 1 9/16" (39,6875mm)

Bore: 5/8" (15,875mm)

Wide: 7/16" (11,125mm)

Bei Myford habe ich sie nicht gesehen, aber bestimmt kann man sie dort auch kaufen, wenn man nett anfragt.

Ich jedenfalls habe sie aus einem "DDR Motorradshop" erhalten. Sehr gut, die gute alte DDR hilft mir erneut bei meinem Maschinenhobby weiter ;-)



**Abbildung 110: Kugellager auf der Vorlegewelle**

Achja- beim Kauf von Kugellagern (insbesondere für hochwertige Werkzeugmaschinen) achtet bitte unbedingt darauf, nur gute Markenqualität zu kaufen. Ich weiß, der Chinamann lockt mit günstigen Angeboten, aber insbesondere bei Spindellagern einer Drehbank oder einer Rutschkupplung vertraue ich lieber auf ISO9001-gelenkte Prozesse und garantierte, präzise Abmessungen und Eigenschaften. Meine Lager habe ich beispielsweise von SKF, NSK, FAG, INA oder sonstigen einschlägigen Kugellagerherstellern. Hier mache ich keine Experimente.

Damit ist die Vorlegewelle nun komplett zerlegt. Das Reinigen im Ultraschallbad befreit sie vom alten Fett und sonstigen Rückständen. Danach wird sie von mir mit der Mikrometerschraube in cm-Abständen vermessen: ich will wissen, ob ich sie noch weiter benutzen kann oder ob sie an den Lagerstellen schon so abgenutzt ist, dass ich sie erneuern muss!



**Abbildung 111: die "nackte" Vorlegewelle**

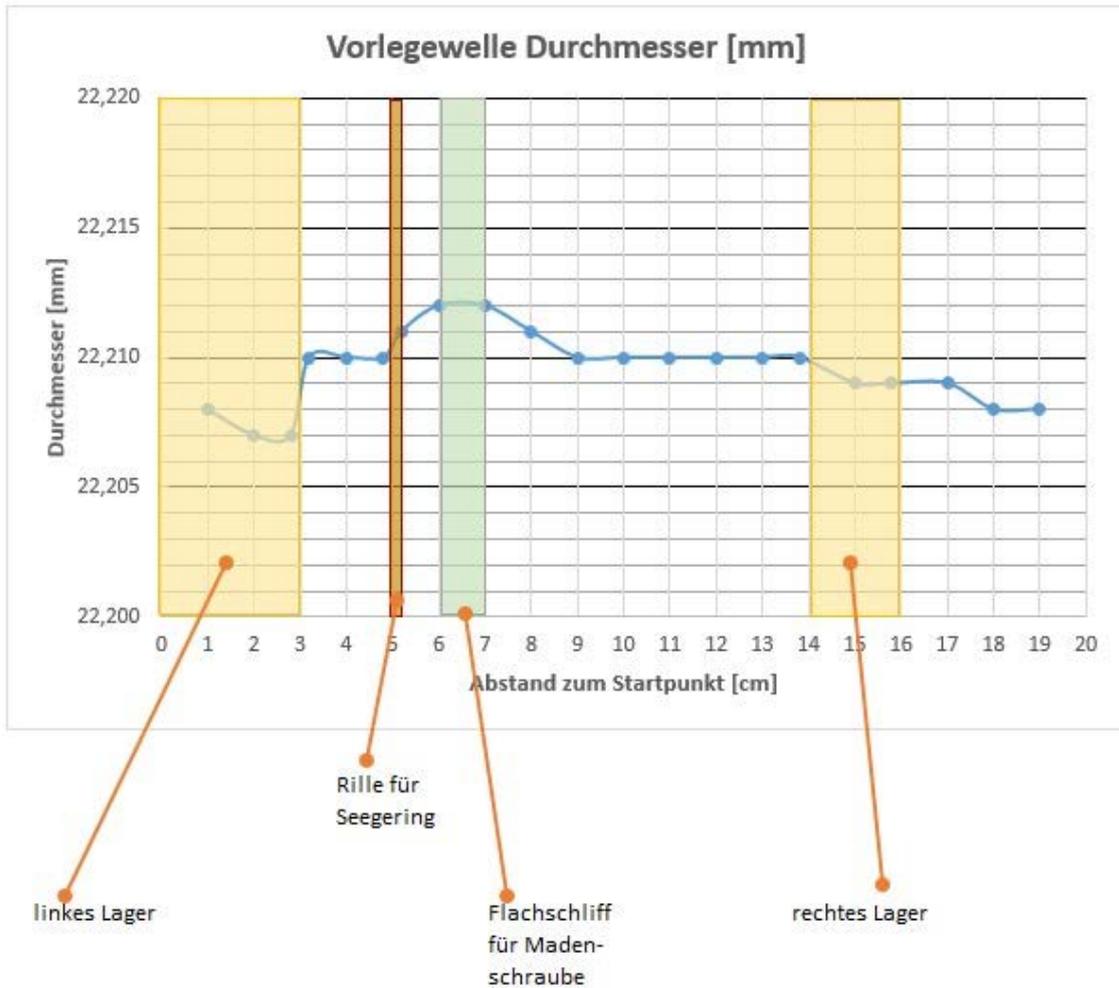


Abbildung 112: die Vorlegewelle wird ausgemessen

Abbildung 111 zeigt den von mir in Zentimeterabständen ermittelten Durchmesser der Vorlegewelle entlang ihrer Achse. An den gelb hinterlegten Stellen liegt sie normalerweise in ihren Bronzelagern. Der grüne Bereich weist einen Flachschliff auf, ist daher mit der Mikrometerschraube etwas schwerer zu messen. Im roten Bereich ist der Einstich für den Sprengerring.

Es ist verblüffend, welche geringe Dimensionen man mit den bloßen Fingern ertasten kann. Der winzige Unterschied des Durchmessers zwischen den Lagerstellen und dem Rest der Achse kann beim Drüberfahren mit den Fingern problemlos gefühlt werden. Laut Mikrometerschraube beträgt der Unterschied lediglich  $3\mu\text{m}$ - aber für den Finger dennoch deutlich spürbar!

Nun bin ich kein gelernter Metallbauer, aber für mich liegen die gemessenen Werte alle noch in "meinem" Limit. Wenn ich die Toleranzen für eine H7-Passung vergleiche, lassen die deutlich größere Durchmesserunterschiede zu als ich hier messe. Das ist schonmal eine gute Nachricht, denn diese Welle nachzukaufen (oder zu bauen?) wäre sicherlich nicht ganz billig.

Ich bestücke sie also mit neuen Kugellagern, schmiere alles gut und baue sie soweit zusammen.

## 19 Lagerhülsen

Nun kriege ich was zu "Kauen". Ich wollte neue Bronzelager für die Vorlegewelle einbauen. Das war schwieriger als gedacht.



Abbildung 113: sehr praktisch: Kasten mit Druckstücken

Das Entfernen der alten Hülsen ging tatsächlich problemlos. Schließ habe ich mir für meine Hydraulikpresse in der Garage mal so einen Kasten mit allerhand stabilen Druckstücken gekauft. Die kann ich nun gut gebrauchen und ziehe in Verbindung mit einer M10 Gewindestange und zwei Muttern die Lagerschale problemlos aus dem Gehäuse.

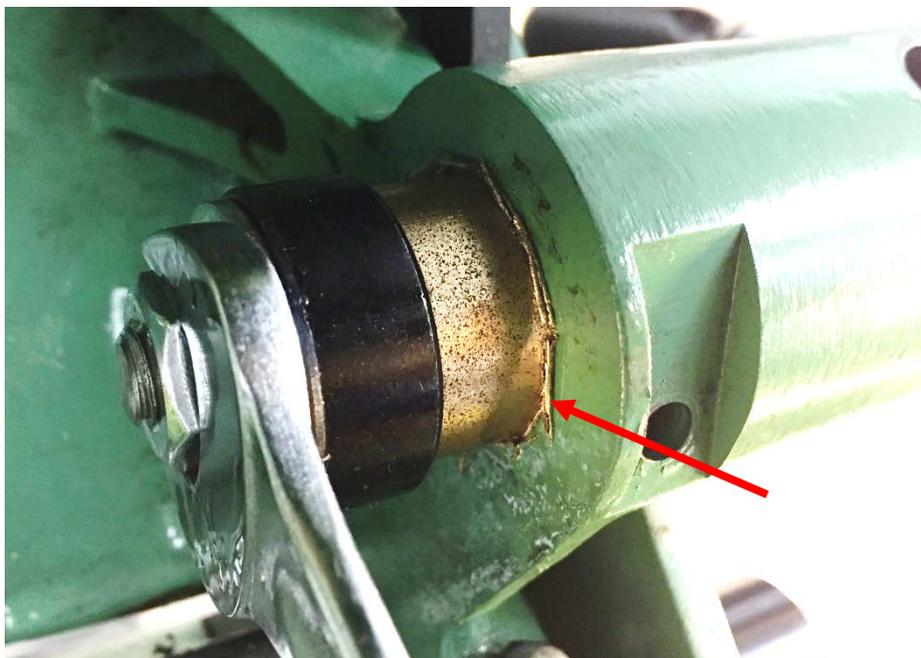


Abbildung 114: Zugstange zum Ausziehen der Lagerhülse



**Abbildung 115: draußen!**

Beim Einsetzen der neuen Lagerschalen mache ich schonmal den 1. Fehler: ich setze sie einfach "frei Hand" auf den Rand der Bohrung auf und ziehe sie mit derselben Gewindestanden/Druckstücktechnik in Position. Dass die neuen Lagerschalen außen etwas größer sind als die alten, ignoriere ich (2. Fehler) und benutze beim Einziehen eben nur ein wenig mehr Kraft. Motto: das große Runde passt schon irgendwie ins kleine Runde. Dass das natürlich den Innendurchmesser auch messbar verkleinert, hatte ich mir schon gedacht, aber dies Problem gedanklich bereits vertrauensvoll in die Hände meiner verstellbaren Reibahle gelegt. 3. Fehler.



**Abbildung 116: mit Gewalt geht alles (man beachte den Saum abgeschabter Bronze (Pfeil))**

Am Ende ist das neue Lager drin, ein paar durch den Gewalteinzug abgescherte Materialspäne wische ich locker weg und stelle dann fest:

Mist.

Welle passt nicht rein.

Also begehen wir Fehler Nr. 4 und holen stolz die 40mm Reibahle aus der Schublade. Die 50Euro für die Anschaffung sollen doch schließlich gut angelegt gewesen sein! Nein, eigentlich 100Euro, denn ich musste nach Lieferung der ersten feststellen, dass ich mich vermessen hatte und eigentlich das Modell in einer Nummer kleiner gebraucht hätte. Aus einer Kombination von verletztem Stolz und messihafter Sammelleidenschaft wollte ich die große natürlich nicht zurückgeben, also investiere ich die 100Euro nun lieber in Fehler Nr.5.



**Abbildung 117: nicht nachmachen: Reibahle in Lagerbronze!**

Fehler Nr.5 ist, dass Lagerbronze normalerweise eine offenporige Oberfläche hat (z.B. Sinterbronze). In den gewollt(!) kleinen Ritzen und Öffnungen fängt sich das Öl und verleiht dem Lager somit seine selbstschmierenden Eigenschaften. Ein Ritz mit der Reibahle allerdings schält die Oberfläche derart ab, dass diese Poren gleich zgedrückt werden und kein Öl mehr halten kann. Folglich wird das Lager später massenhaft Öl "saufen", es aber nicht mehr aufnehmen und speichern können, sondern es gleich wieder herauslaufen lassen.

Viel schlimmer ist allerdings die Wiederholung von Fehler Nr. 1. Nach dem Aufreiben der linken Lagerschale und einem doch erstmal zufriedenstellenden Sitz der Welle setze ich zum rechten Lager an. Es wird mit derselben Methode in die Lagerschale gepresst und verjüngt sich dadurch natürlich auch. Doch hier ist es noch viel schlimmer:

Auch wenn ich immerhin Innendurchmesser des Lagers und Außendurchmesser der Welle stets nach jedem Reiben mit dem Mikrometer gewissenhaft kontrolliere, kann ich beim Erreichen des gewünschten Lagerdurchmessers (ca. Wellendurchmesser + 50 $\mu$ m) die Welle nicht einschieben. Selbst mit großer Kraft schaffe ich es nicht.



**Abbildung 118: Abnahme des Innenmaßes für die Messung mit Mikrometerschraube**

Anstatt jetzt endlich das Gehirn einzuschalten, steuert mich das ausgeschüttete Testosteron zielsicher zu Fehler Nr.6. Die Botschaft "Es muss doch irgendwie reinpassen!!!!" blockiert sämtliche selbstkritischen Ansätze und endet beim kontinuierlichen Aufreiben des Lagers zu aberwitzigen Übermaßen.



**Abbildung 119: spiegelt schön, ist aber Mist: aufgeriebenes Lager**

Als schließlich die Welle endlich auch in das rechte Lager durchgeschoben werden kann, klemmt sie noch derart, dass man sie kaum von Hand drehen kann. Die Lösung? Fehler 7! Weiter aufreiben!

Mit den Maschinenbaufähigkeiten eines Neanderthalers reibe ich das Lager weiter auf, bis ich schließlich 400 $\mu$ m über dem eigentlichen Wellenmaß bin (also 0,4mm). Nun erkennt bereits

das Auge des paarungsbereiten Primaten, dass das "dicke Runde" wohl doch nicht immer so einfach ins "kleine Runde" passt- selbst wenn man es noch so oft hirnlos mit der 40mm Reibahle bearbeitet.



**Abbildung 120: der Neanderthaler wird langsam wach...**

Die Welle dreht sich zwar nun leicht, aber nach dem Einbringen der notwendigen Ölbohrung läuft das eingeträufelte Öl aus dem Lager schneller wieder heraus als Costa Cordalis aus dem Nudistencamp. Es ist einfach aussichtslos. An Dummheit kaum mehr zu unterbieten, setzt der Neanderthaler Druckscheibe und Zugstange erneut an und holt die versauten Lager wieder raus. Bisläng die vernünftigste Tat des Tages. Vorher verbrennt er sich noch die Finger am linken Lager, das unter dem Scherdruckbeanspruchung und der nun fehlenden Stützkraft des bahnhofshallen-groß aufgebohrten rechten Lagers (Keilriemen => Riemenspannung!) sich nun "allein gelassen" fühlt und trotzig heiß läuft.

## 20 Alles wird gut!

Doch die Evolution gewinnt schließlich überhand und geleitet den Neanderthaler zu Großem: sie schaltet sein Gehirn wieder ein und mutiert ihn zurück zu dem leicht übergewichtigen, aber dennoch liebenswerten Elektroingenieur, der Reparaturberichte schreibt und inzwischen sogar sowas wie eine "Fangemeinde" unterhalten muss. Oder will. Das weiß der Neanderthaler noch nicht so genau. Aber sein Gehirn ist ja auch noch nicht vollends entwickelt.



**Abbildung 121: hier sieht man sehr gut die poröse Oberfläche der Sinterbronze**

## 21 Schadensbericht

Die beiden neuen Lager sind versaut, soviel ist mir klar. Nun gut, sie waren glücklicherweise nicht teuer, aber die Niederlage wiegt schwerer als der finanzielle Verlust für die Lager oder der Invest für die Reibahlen.

Was genau ist denn hier eigentlich passiert?

Der Grund für die Probleme liegt darin, dass die beiden Lagerhülsen nicht ganz exakt auf Linie mit der Drehachse der Welle waren. Will sagen: entweder schief eingezogen, zumindest jedoch schief ge"reibahlt". Das hätte sogar dem Primaten eingeleuchtet: die beste Welle lässt sich nicht in ein Lager einschieben, wenn es schief bzw. leicht verkantet ist.

Anstatt also das rechte Lager mit immer demselben Winkelfehler immer größer aufzureiben, hätte ich es eher schaffen müssen, das Lager so abzuändern, dass seine Führungsflächen am Ende wirklich exakt parallel zur Welle sind. Das jedoch ist gar nicht so leicht mit einer Handreibahle, muss ich zugeben. Schließlich habe ich leider keine zweite Drehmaschine, in die ich den gesamten Lagerbock einspannen und korrekt gerade und parallel zur Welle ausdrehen kann (dann hätten wir auch wieder das Problem mit den zugesetzten Poren, aber davon mal abgesehen). Somit hätte ich eine Lösung gebraucht, die rein "händisch" durchzuführen ist.

Ich habe mir anders beholfen.

Ok, wenn die neuen Lager hin sind- was aber ist denn mit den alten? Zumindest das rechte war doch soweit ok und das linke hatte ich ja nur im Verdacht, weil es im Betrieb wärmer wurde als alle anderen. Vielleicht ist das aber sogar normal? Schließlich liegt auf diesem Lager nicht nur die Zugkraft des Spindel-Keilriemens, sondern auch die des Motor-Keilriemens! Mehr Zugkraft => mehr Reibung => mehr Erwärmung! Eigentlich logisch! Ist das linke Lager vielleicht gar nicht defekt, sondern einfach nur konzeptbedingt stärker beansprucht?

Also wieder rein mit den alten Lagern und nachmessen.

Vorher messe ich deren Innendurchmesser- sowohl im ein-, als auch im ausgebautem Zustand. Ich lerne, dass das Einpressen in das Lagergehäuse den Innendurchmesser um etwa 50µm verkleinert. (Und beim Ausbau wieder um 50µm weitet!)

Die Analyse von Wellendurchmesser und Lagerinnenflächen zeigt mir, dass beide Lagerstellen etwa ein Spiel von 40µm aufweisen. Ich weiß nicht, ob man das so einfach darf, aber wenn ich die Messwerte von Welle, Lager und das berechnete Lagerspiel auf die Tabelle mit den Lagerpassungen übertrage, könnte man hier tatsächlich erfolgreich von einer gut definierten und abgestimmten Spielpassung h7/F7 sprechen!

Passt denn aber nun auch die Welle rein oder ist wieder alles verkantet?

Weil ich ja nun um die Probleme wusste, habe ich dieses mal die Lagerhülsen erst lose auf die Welle gesteckt und sie -zusammen mit der Welle- in die Lagergehäuse gesteckt. Natürlich brauchte ich zum Einpressen dann wieder meine Zugstange, aber alleine das korrekte Ansetzen der Hülse per Welle im korrekten Winkel reicht wohl schon aus, die korrekte Zugrichtung soweit vorzugeben, dass die Welle nachher tatsächlich saugend und schmatzend einzustecken ist.

Im Betrieb wird das Lager natürlich wieder mäßig warm, aber es frisst nicht groß Öl und es läuft auch kaum was heraus. So lasse ich es!

## 22 Warum also das Ganze?

Die Frage ist berechtigt. Am Ende sind dieselben Lagerschalen wieder drin, die schon vorher drin waren. Aber etwas hat es doch gebracht: ich konnte eine Menge über Lager und das Einpressen lernen. Und zu guter Letzt weiß ich nun um das aktuelle Lagerspiel von ca.  $40\mu\text{m}$ , was mir die entspannte Beruhigung gibt, dass die Passung eigentlich gar nicht so schlecht ist, wie ich erst befürchtete. Wenn das Lager jetzt also warm wird, kann es nicht wirklich an einer verschlissenen Welle oder einer falschen Lagerpassung liegen. Es ist womöglich konzeptbedingt und damit muss ich mir nun auch keine Sorgen mehr machen.

Alleine das war die Mühe wert.

Und auch der sporadisch schlackernde Antriebsriemen kann nicht durch ein Wellenspiel von nur  $40\mu\text{m}$  ausgelöst werden. Auch diese Erkenntnis ist die Mühe wert gewesen.

## 23 Zusammenbau Vorlegewelle

Der Zusammenbau ist schnell gemacht. Die neuen Kugellager treibe ich mit einer langen Nuss aus dem Knarrenkasten auf die Welle und spendiere einen Haufen Schmierfett- obwohl die 2RS-Ausführung der Lager sowieso auf Lebensdauer geschmiert ist (durch die staubdichte Ausführung kommt es nix raus oder rein). Bei den Kupplungsscheiben ist auf fettfreie Umgebung zu achten, damit die Reibscheibe nachher auch ihren Dienst tun kann (es ist ja keine Glitsch-Scheibe). Das Erzeugen der Vorspannung für die Feder ist etwas fummelig, kriege es aber schließlich hin.

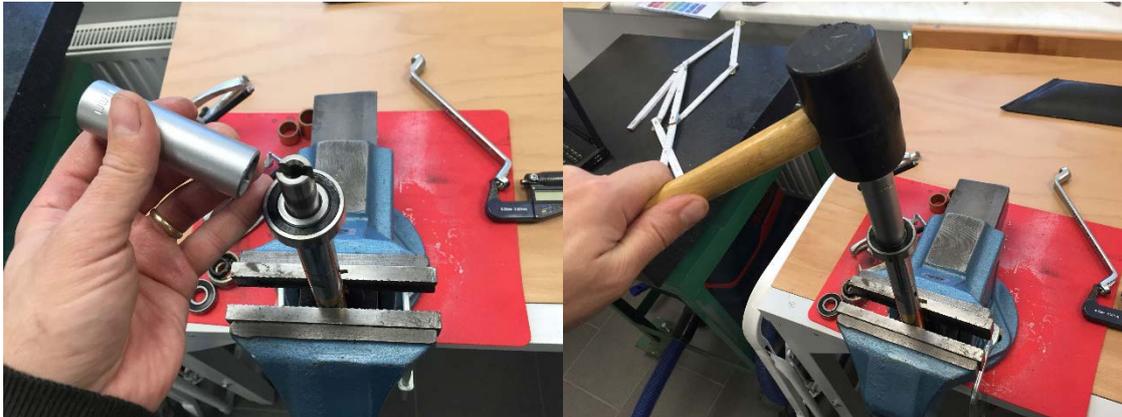


Abbildung 122: Kugellager auf die Vorlegewelle auftreiben

Beim Einschieben der Welle ist auf die korrekte Reihenfolge von Drucklager, Distanzscheibe und Sprengring zu achten und natürlich auf die Passfeder. Ansonsten ist das alles ziemlich "straight forward".

Bei mir hatte ich das Problem, dass der Sprengring durch meine schlechte Zange etwas ausgehendelt war und später teilweise während des Betriebs aus der Rille gesprungen ist. Es passiert dann nicht viel- man kann nur eben nicht mehr richtig aus- und einkuppeln. Ein umfangrei-

ches Sprenglingsortiment mit beigelegten Zangen für insgesamt 40Euro half mir bei der Be-seitigung. Obwohl der "7/8tel Zoll" Sprengling umgerechnet 22,2mm Innendurchmesser hätte, funktioniert der 22mm aus dem Standardsortiment ebenfalls.

## 24 Final alignment: Tailstock (Reitstock)

Das Ausrichten des Spindelstocks hatte ich ja glücklicherweise schon hinter mir. Ein kurzer Test, ob alles noch stimmt, dann machen wir die letzte Justierung: wir stellen den Spindelstock so ein, dass er auch in der Drehachse liegt.



Abbildung 123: schneller Test auf korrekte Ausrichtung mit Rasierklinge

Ein erster Test mit eingesetzten Spitzen und zwischengesteckter Rasierklinge (bzw. Teppichmesser-klinge) zeigt schon eine ziemlich gute seitliche Ausrichtung. Die Rasierklinge steht genau senkrecht zum Maschinenbett und zeigt keinerlei Wippen zur einen oder anderen Seite. Kein Wunder: die korrekte Einstellung des Tailstocks hatte ich damals bereits gemacht- noch vor meinem Crash- und wenn die Rasierklinge jetzt wieder genauso senkrecht steht wie damals, ist das ein weiteres Zeichen dafür, dass die Ausrichtung des Headstocks zurück in seine ursprüngliche Position offensichtlich gut geklappt hat!

Experten dürfte auffallen, dass sich die Ebene, die die Rasierklinge zwischen Spitzen beschreibt, zwar senkrecht zum Maschinenbett, aber nicht ganz senkrecht in Z-Richtung ist. Der Reitstock scheint also minimal höher zu sein als der Headstock und als Folge dessen kippt die Klinge ganz leicht oben in Richtung Headstock. Um das zu kompensieren, müsste man entweder was unter den Spindelstock unterlegen (z.B. Fühlerbandlehre) oder den Reitstock etwas abschaben und damit niedriger machen.

Mal ehrlich?

Vergesst es.

Ich bin heilfroh, dass ich den Maschinenkopf nun endlich wieder gerade ausrichten und die Spindel in ihrem Spiel richtig einstellen konnte. Für die paar Mikrometer in der Höhe möchte ich mir das nicht nochmal antun. Und den Reitstock herunterzukratzen, möchte ich auch

nicht, bevor man sich nicht 100%ig sicher ist, dass das Maschinenbett auch wirklich "flat" ist und nicht bauchig und dadurch meine Messung verfälscht. Dafür müsste man aber dann wirklich \*alles\* an der Drehbank abschrauben und sie dann auf einer Referenzplatte tuschieren.

Apropos: das wird vermutlich mein nächstes Projekt. Weil der Weihnachtsmann mit ein 75cm langes Grade00-Haarlineal geschenkt hat, konnte ich nun zum ersten mal meine 63x63cm Referenzplatte mit der Lichtspaltmethode prüfen. Und stellte fest, dass sie in der Mitte um bis zu 50µm tiefer ist als am Rand. Sie "hängt" also durch- oder ist im Bereich der Mitte eben bereits verschlissen! Wenn ich das Haarlineal drüberlege, ergibt sich so ein großer Spalt, dass sogar locker eine 40µm Fehlerlehre hindurchpasst; mit etwas Prokeln sogar auch 50µm.

Das sind für alle zukünftigen Schab- und Tuschierprojekte ganz schlechte Nachrichten, denn mit so einer großen Abweichung würde ich sämtliche Werkstücke nicht gerade, sondern bauchig schaben.

Ihr sehr also, es gibt immer was zu reparieren! :-)

## 25 Nachtrag:

Achja- das Einstellen des Tailstocks mache ich dann natürlich mit dem Abfahren eines Prüfdorns zwischen den Spitzen mittels Messuhr. Anschließend wird ein 1Zoll dickes Aluminiumstück zwischen den Spitzen ganz leicht übergedreht und sein Durchmesser mit der Mikrometerschraube gemessen.

Und siehe da: am Ende gelingt es mir tatsächlich, die Kurbelwelle meines Metallhobels so zu begradigen, dass das ebenfalls selber gedrehte Lager aus Bronze saugend und schmatzend auf die Welle zu schieben geht. Die Durchmesserunterschiede zwischen Anfang und Ende des Drehbereichs ermittelt mir die Mikrometerschraube als kleiner 5µm- das ist für mich und meine nicht vorhandene Erfahrung beim Drehen absolut toll!

## 26 Motor vibriert

Tja, da dachte ich, ich hätte nun alles im Sack, da kommt das Problem mit dem sporadischen Vibrieren wieder hoch (siehe Kapitel 17).

Ehrlich gesagt bin ich doch etwas ernüchtert darüber, denn ich hatte gehofft, dass mein Riemenwechsel und auch der Lagerwechsel dieses Problem hätte lösen sollen. Hat es aber leider nicht: in immer kürzer werdenden Abständen (nun teilweise schon im Minutentakt) beginnt die Maschine laut zu Brummen und Vibrieren. Und das so stark, dass der Antriebsriemen flattert und sich die Vibration sogar auf den Drehmeißel überträgt. Ein absolutes No-Go, wenn man Passungen drehen will und in 20µm-Toleranzschläuchen unterwegs ist.



Abbildung 124: das Abbauen des Motors beginnt mit dem Abziehen des Pulleys

Beim Einstellen des Headstocks hat mir das Vibrieren schon einige mal Kopfzerbrechen bereitet, denn ein schwingender Meißel taucht zeitweise tatsächlich deutlich tiefer in das Werkstück ein und verringert somit einen Durchmesser. Auch bei Justierungsarbeiten ist sowas tödlich! Abweichungen von teilweise 30µm unter Maß brachte mir so ein Vibrieranfall.

Ich habe einige Zeit damit verbracht, das Vibrieren zu beobachten. Sobald es auftritt, wird das Motorengeräusch lauter (Drehzahl scheint jedoch gleich zu bleiben) und der Antriebsriemen zwischen Motorspulley und Vorlegewelle vibriert in Querrichtung mit einer Amplitude von ca. 1cm. Ob das Schwingen des Riemens Auswirkung oder Ursache selbst ist, kann ich noch nicht genau sagen. Die Tatsache, dass jedoch weder das Auskuppen der Drehbank noch das Entspannen des Riemens während des Vibrieranfalls das laute Motorbrummen beendet, deutet für mich eindeutig auf den Motor hin. Also schlägt Sirenensammler Matthias vor, den Motor auch einmal ganz ohne Riemen im Leerlauf zu betreiben (aber in angebautem Zustand). Das mache ich. Nach nur 5 Minuten höre ich auch hier das vertraute Brummen! Also: vermutlich der Motor selbst!

Schöner Mist. Ein guter Motor ist teuer. Wie aber kann so ein Motor anfangen, zu brummen?

Laut Typenschild habe ich folgenden Motor:

Hersteller: emod  
Typ: 80L/6  
Leistung: 0,75kW  
1390U/min  
3Phasen, Dreieck: 220V, Stern: 380V  
cos (phi): 0,75  
3,3 (220V) bzw. 1,9A (380V)



Abbildung 125: das Typenschild, etwas schlecht von unten fotografiert

Es scheint die Bauform "80" zu sein, die wohl standardisiert ist. Eine Anschlussplatte von 125x100mm und eine Länge von 280mm machen ihn durchaus mit anderen Motoren austauschbar. Die "B3" Ausführung beschreibt wohl einen genormten Wellenanschluss von 19x40mm.

Mit all diesen Daten kriegt man im Internet tatsächlich einen fast zum Original identisch aussehenden Austauschmotor für etwa 150 Euro. Okay, das ist noch irgendwie "kalkulierbar", trotzdem würde ich lieber den alten reparieren als wegwerfen und austauschen. Schließlich kann bei Asynchronmotoren nicht viel kaputt gehen außer verschlissene Kugellager oder eine durchgebrannte Wicklung.

Ich werde also den Motor abbauen und testen. Es hilft ja nix.

Zuerst will ich die Isolation zwischen Gehäuse und Motorwicklung an allen drei Phasen messen. Dazu nehme ich meinen 1kV Isolationstester. Wenn eine der drei Wicklungen eine Macke haben sollte, wird sie mir das bei 1kV Prüfspannung sicherlich mitteilen.

Dann werde ich die ohmschen Widerstände der drei Wicklungen messen. Vielleicht auch sogar deren Induktivität, mal sehen, ob mein LCR-Meter das mitmacht.

Natürlich werde ich die mechanischen Lager und die Welle an sich kontrollieren. Ich kann mir zwar nicht vorstellen, dass die wirklich für die Vibrationsanfänge verantwortlich sein sollen, aber man kann nie wissen. Matthias tendiert jedenfalls zu der Lager-Theorie.

Schließlich werde ich das Ding mal testweise ohne Last eine Zeit laufen lassen. Selbst wenn hier keine Vibration auftreten sollte, baue ich das Ding danach nochmal auseinander und sehe

mir die Wicklungen sowohl mit dem Auge als auch mit der Wärmebildkamera an. So ist zumindest der Plan.

Vorher muss aber natürlich der Motor abgebaut werden und zuvor das Pulley runter. Das scheint mir sowieso ziemlich zu schwabbeln auf der Motorachse, also gucken wir es uns mal genauer an.

## 27 Motorwartung

Es geht los, ich greife an.

Das Abziehen des Pulleys geht mit einem 3armigen Abziehwerkzeug recht schnell. Sobald das runter ist, entferne ich das Riemengehäuse. Das schafft ne Menge Platz zum Arbeiten. Bei der Vorlegewelle habe ich das durch das Rein und Raus inzwischen Übung. Sie ist inzwischen in nur ca. 60Sekunden raus. Es ist ja nur eine Madenschraube und der Sprengring, bevor man sie rausziehen kann.



Abbildung 126: Pulley ist runter, Gehäuse auch

Sobald Platz ist, wird der Motor wird erst elektrisch abgeklemmt.

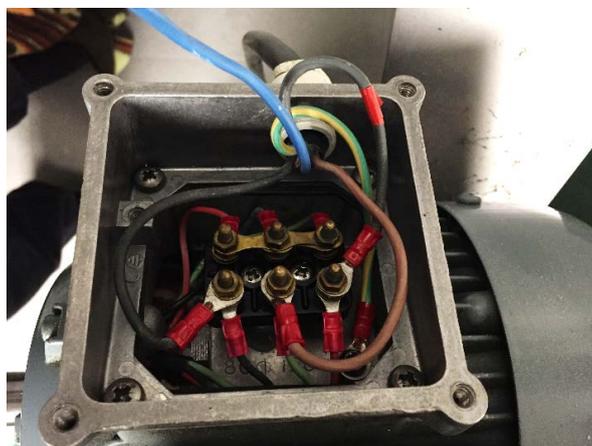


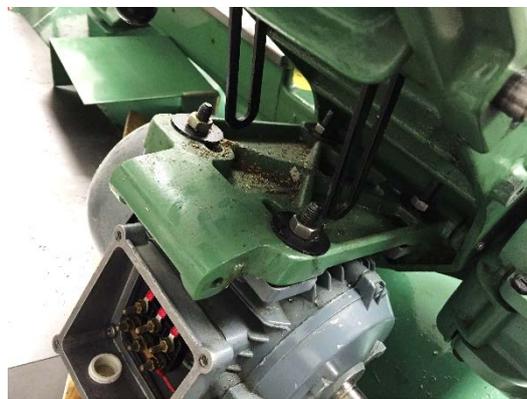
Abbildung 127: Motor abklemmen

Dann wird er abgeschraubt. Das ist ein wenig knifflig, da ich die perfekt ausgerichtete Drehbank dafür natürlich nicht hin und herrücken will und daher hinter das Maschine krabbeln muss.



**Abbildung 128: Spannvorrichtung lösen**

Zuerst löse ich die Spannvorrichtung für den Riemen, dann kann man den Motor nach unten kippen und kommt an die vier Gewindeschrauben dran, mit denen der Motor auf die Drehbank-Halteplatte montiert ist.



**Abbildung 129: jetzt sieht man die vier Gewindebolzen**

Hier wundert mich, dass eine der 8 Muttern offensichtlich aus einem anderen Material ist. Warum, weiß ich gleich :-)

Nachdem die 4 Gewindeschrauben (es sind eigentlich Bolzen) entfernt sind, habe ich den Motor schon in der Hand. Ich liebe die Bauweise der Myford! Es ist alles so herrlich unkompliziert und Straight-Forward! Man könnte sagen, die Myford's sind quasi die VW Käfer der Drehbänke: einfach und effizient, grundsolide und leicht reparierbar. Vielleicht nicht die Schnellsten auf der Autobahn, aber mit Sicherheit einer der Zuverlässigsten!

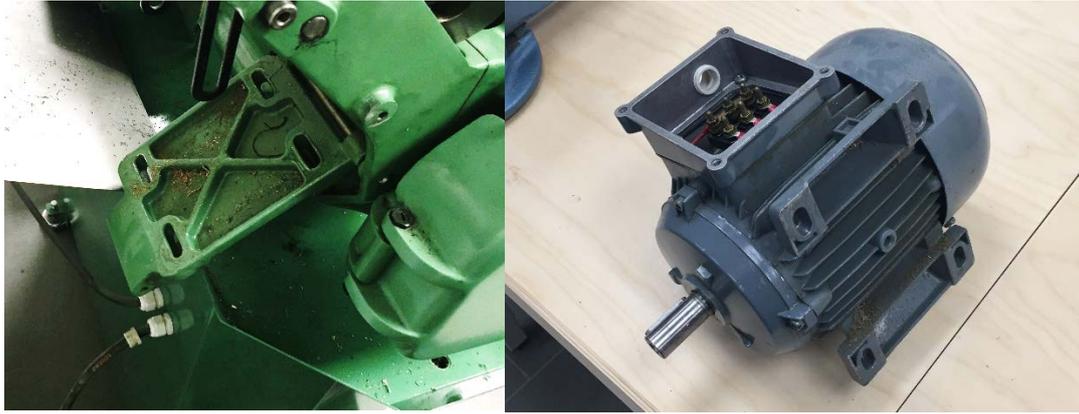


Abbildung 130: und ab ist er!

## 27.1 Elektrische Prüfung

Noch bevor der Motor auseinandergeschraubt wird, schnappe ich mir meinen 1kV Isolations-  
tester (UNI-UT511) und prüfe die drei Wicklungen auf Isolation. Das ist bei Asynchronmoto-  
ren nämlich der häufigste Fehler: durchgebrannte Wicklungen!

Doch das Ergebnis ist einwandfrei: alle drei Wicklungen haben ca. 400MOhm Isolation bei  
1KV gegen das Gehäuse. Und gegeneinander gemessen sogar deutlich größer als 500MOhm!



Abbildung 131: Isolationsprüfung des Motors

Misst man den PI (Polarisations-Index) im 10/1-Minuten Intervall, so erhalten wir Werte  
zwischen 0,95 und 0,97. Das wäre für eine Elektroinstallation vermutlich nicht besonders gut,  
aber für einen Elektromotor sicherlich absolut in Ordnung. Vor allen Dingen, weil alle der  
Werte im selben Bereich sind und wir keinen "Ausreißer" haben. Allerdings muss ich zuge-  
ben, dass ich mir nicht sicher bin, ob die PI-Messung an einem Elektromotor überhaupt viel  
Sinn macht. Dort gibt es eigentlich kaum ein Dielektrikum, das man großartig polarisieren  
kann. Egal.

Nächster Schritt: Wicklung ohmsch Messen. Also mein Fluke87 rausgeholt und geprüft: alle drei Wicklungen jeweils knappe 9 Ohm Gleichstromwiderstand. Das geht sicherlich auch in Ordnung!

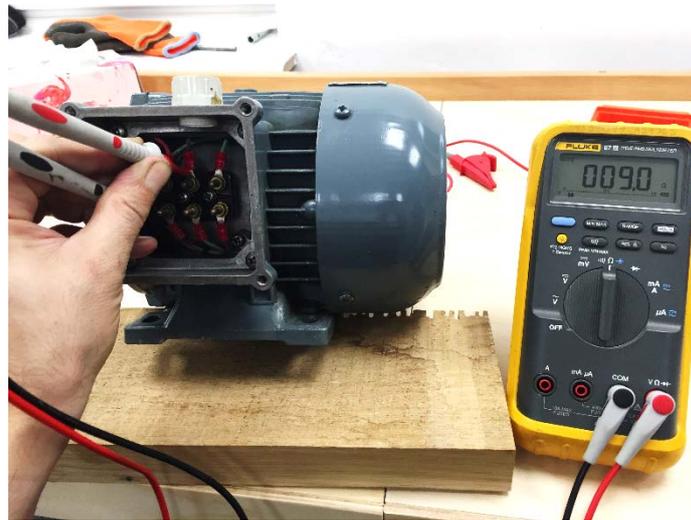


Abbildung 132: die Wicklungen haben alle etwa 9Ohm

Die Messung der Induktivität verkneife ich mir, denn wenn Isolation und Gleichstromwiderstand stimmen, kann man getrost davon ausgehen, dass die Wicklungen vermutlich ok sind. Mehr bringt jetzt aber vermutlich, den Motor aufzuschrauben und reinzugucken. Das machen wir jetzt.

## 27.2 Mechanische Prüfung

Zuerst muss die Passfeder raus. Das geht mit Kältespray, einer Wasserpumpenzange und Hammer. Nicht gut, aber es geht. Dann kann der Lagerdeckel runter. Vorher mache ich mir mit einem Körner aber noch einen Punkt auf den Deckel, damit ich ihn später in genau derselben Position wieder anbauen kann.

Beim Abnehmen kommt gleich eine Federscheibe mit, die ich mir sicher weglege.

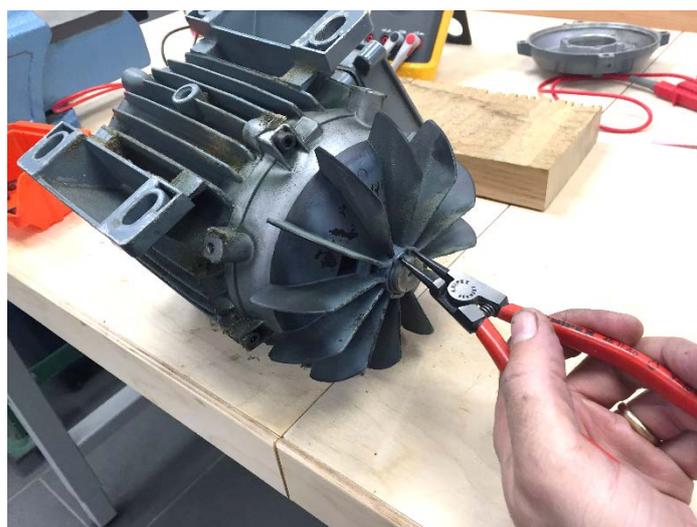


**Abbildung 133: wir machen vor nix Halt und öffnen den Motor**

Dann schaue ich auf den Anker und staune: sieht alles super aus. Fast wie neu!

Also nun die andere Seite. Erstmal die Haube runter. Innen völlig verdreckt und....huch!....die originale M10 Mutter, die ich vorhin vermisste, fällt mir entgegen! Aus dem Motorgehäuse!

Meine erste Reaktion war: prima, Fehler gefunden! Aber nach etwas Nachdenken komme ich zu dem Schluss, dass das Brummen damit wohl eher nicht zu tun hatte. Weder die Mutter noch das Lüfterrad des Motors haben irgendwo Schleifspuren. Die Mutter lag wohl einfach still und zufrieden mehrere Jahre auf dem Boden der Motor-Haube herum. Glück gehabt, dass sie nicht in den Läufer gepurzelt ist, dann das hätte Späne gegeben.



**Abbildung 134: wir zurgeln das Lüfterrad runter**

Also weiter machen. Das Lüfterrad muss runter. Wieder ein Sprengring, dann mit Einsatz zu WD-40 und Stechbeitel vorsichtig heruntergehelt. Der Lüfter kriegt ein paar Kratzer, aber geht schließlich runter. Er wandert -zusammen mit der Haube- zu einer ausgiebigen Reinigung ins Waschbecken.

Nun wieder den Lagerdeckel mit dem Körner markieren, eine weitere Passscheibe runter und schließlich die Einheit samt Stator rausziehen. Auch hier sieht alles noch gut aus.

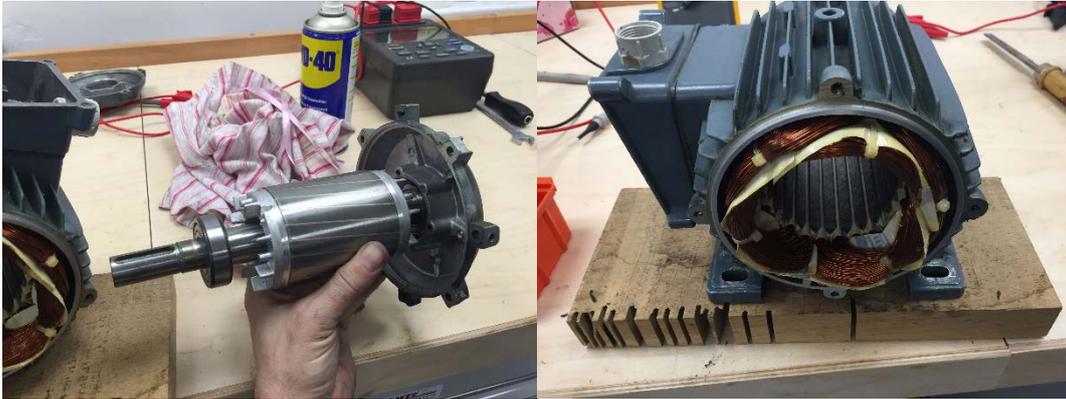


Abbildung 135: was hat er bloß?

Was zum Teufel hat denn also der Motor für ein Problem? Viel mehr kann es doch nicht sein?!?!?

## 27.3 Nachdenken

Ich überlege, was einen Asynchronmotor sonst noch alles zum Brummen bringen könnte. Viel mehr gibt es ja kaum noch als die Spulen und die Lager. Wenn die Spulen aber ok zu sein scheinen, bleiben fast nur noch die Lager als Fehlerquelle übrig.

Eine Idee kommt mir noch:

der Fehler ist zum ersten mal aufgetreten, als Sirenen-Matthias bei mir zu Hause in der neuen Werkstatt war und beim Einstellen der Drehbank geholfen hat. Früher, noch in der alten Werkstatt, habe ich das Brummen nie bemerkt und da es so laut ist, kann man es unmöglich überhören. Sprich: das Problem trat erst in der neuen Werkstatt auf.

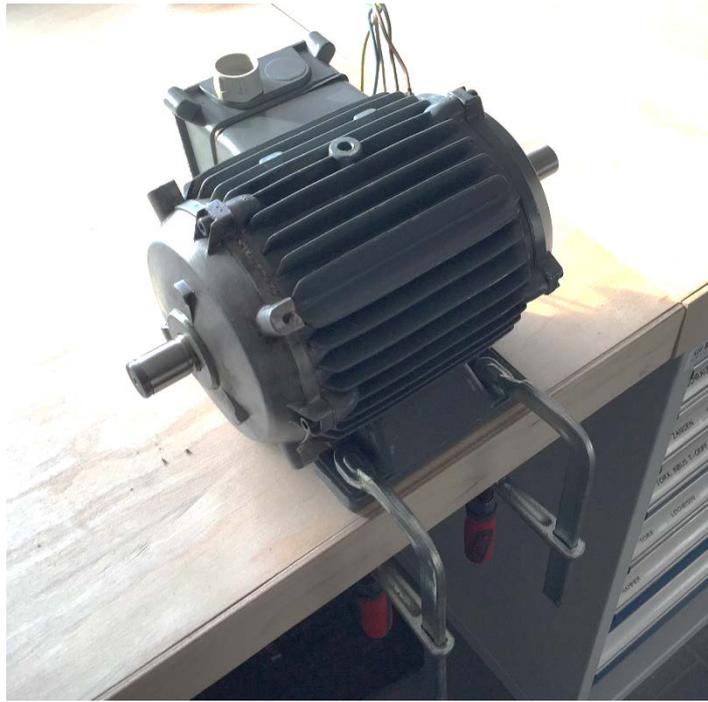


Abbildung 136: Motor im Testlauf auf der Werkbank- aber ohne Ergebnis

Liegt es also vielleicht an der Stromversorgung in der neuen Werkstatt?? Unwahrscheinlich, da ich mir bei der Installation der Elektrik stets sehr viel Mühe gebe und alles vor der Inbetriebnahme teste (alleine schon aus Brandschutzgründen), aber trotzdem nicht unmöglich.

Was passiert denn eigentlich, wenn bei so einem Motor z.B. eine einzelne Phase ausfällt? Brummt er dann oder verliert er einfach nur Kraft oder bleibt stehen? Keine Ahnung. Auch das Internet schweigt dazu.

Um hier trotzdem voran zu kommen, werde ich also zwei Dinge tun:

1. die CEE-Steckdose der Drehbank nochmal überprüfen (inkl. Schalter und Leitung)
2. die Lager des Motors erneuern

Erst wenn das beides nichts bringt, muss ich von einem elektrischen Fehler ausgehen, der mit meinen Messgeräten nicht feststellbar ist. Dann bliebe mir wohl nur noch der Austauschmotor. Das ist für mich aber nur die allerletzte Möglichkeit!

## 28 Erneuter Angriff

Die neuen Lager (Typ 6204) sind da und mein Abziehwerkzeug leistet mir erneut gute Dienste. Das Auftreiben der neuen Lager mache ich mit eine 21mm Zündkerzen-Nuss aus dem Knarrenkasten. Auf der anderen Seite muss ich noch etwas unterlegen, weil die Nuss nicht lang genug ist. Aber schließlich gelingt es. Wichtig: immer so klopfen, dass die Schlagkraft direkt auf die mechanische Verbindungsstelle zwischen Lager und Gehäuse geht- niemals die Kraft "quer durch's Lager" schicken! Das macht sie sofort kaputt (auch wenn man vielleicht erstmal nichts merkt, werden sie innerhalb kurzer Zeit ausfallen!).

Beim Einsetzen des Läufers in die hintere Lagerschale ist es mit dem einen Sprengling und der Zange etwas hakelig, aber schließlich gelingt es. Der Motor wird zusammengebaut und erstmal für knapp drei Stunden im Leerlauf betrieben. Das verhasste Brummen tritt innerhalb dieser Zeit nicht auf.



**Abbildung 137: der Motor kriegt neue Lager**

Aber das hieß nichts, sage ich Euch schonmal im voraus.

## 29 Erneute Niederlage

Relativ zuversichtlich baue ich den Motor wieder in die Super7 ein. Zuerst die vier Stockschrauben mit ihren Unterlegscheiben und Muttern, dann die Schutzhaube drauf, dann wieder das Antriebspulley auf die 19mm Motorachse. Aber Achtung: hier bitte nicht einfach draufschlagen, sondern fachgerecht aufziehen!

Eine M5x50mm 6Kantschraube passt genau in die Bohrung der Motorwelle und dient mir als Zugstange für ein ordnungsgemäßes Montieren der Riemenscheibe. Wieder leisten mir ein paar Unterlegscheiben aus meinem Druckstück-Kasten gute Dienste. Weil ich vorher die Laufflächen etwas geölt hatte, zieht sich die Riemenscheibe sauber und "flutschig" auf die Motorwelle auf.

Zuletzt kommt wieder die Vorlegewelle rein. Den Riemen und einen neuen Sprengling nicht vergessen- schließlich sitzt alles.

Beim Einstellen der Spannung des Motor-Riemens mache ich mir das Eigengewicht des Motors zu Nutze. Ich lege einfach den Riemen auf, entspanne die Mechanik, und lasse den Motor in den Riemen "fallen". In dieser Position ziehe ich die Mutter des Verstellmechanismus fest. Ein kurzer Test: Riemen spannen! Super, Riemenspannung scheint gut zu sein. So empfiehlt es übrigens auch die originale Myford Bedienungsanleitung.



**Abbildung 138: Pulley mit Gewindestange und Druckstück aufziehen**

Dann schalte ich die Drehbank ein. Ich bemerke bereits jetzt, dass sie so leise läuft wie noch nie. Also irgendwas scheint ich richtig gemacht zu haben. Aber leider nicht alles: bereits wenige Minuten später setzt das verhasste Brummen und Vibrieren wieder ein. So ein Mist! Ich bin verzweifelt!

## **30 Neue Steckdose?**

So langsam fällt mir nichts mehr ein, ehrlich. Ich ziehe ein dickes Starkstromkabel von der alten Werkstatt rüber und speise die Drehbank über diesen (anderen) Stromkreis. An dieser Steckdose hatte sie nämlich vorher gehangen und da war mir nie ein Brummen aufgefallen.

Aber bereits nach wenigen Minuten höre ich die vertrauten Störgeräusche ebenfalls. Die Steckdose und meine Elektroinstallation in der neuen Werkstatt sind also auch nicht die Ursache.

## 31 Nur eine Mutter?

Meine Frau betritt die Werkstatt und tippt intuitiv auf eine mechanische Resonanz, die sich in der Interaktion zwischen Motor und Drehbankkörper ausbildet. "Ob ich auch alles fest angezogen" hätte, fragt sie. "Natürlich, was für eine Frage", spotte ich. Und halte wenige Minuten später fassungslos eine lose Mutter am Maschinenstand in der Hand.

Ich sollte demnächst meine Frau viel früher fragen. Es hätte mir einige Arbeit erspart.

Ich brauche 3 Wochen, sie nur 3 Minuten. Das ist ungerecht.

Natürlich hatte das Anschrauben dieser Schraube Folgen. Gute sowie schlechte.

### 1. Mein Stolz ist gekränkt

2. Seit dem Festziehen der losen Mutter ist das Brummen vorbei. Es wurde nie wieder gehört.

3. Die Super7 läuft so ruhig wie nie zuvor. Der Wechsel und die Neueinstellung von Spindel-lager, Vorlegewelle und Motor scheint tatsächlich die Laufruhe positiv beeinflusst zu haben.

4. Und noch etwas hat sich verändert: meine mühsam erreichte Justierung der Parallelität!! Arrrgh!

Die Drehe erzeugt wieder  $20\mu\text{m}$  Durchmesserunterschied auf 100mm Länge- das hatten wir schonmal besser. Also Wasserwaage raus, Level kontrolliert: 1 Teilstrich Abweichung; d.h.  $100\mu\text{m}$  auf 1m; entsprechend  $10\mu\text{m}$  auf 10cm. Hmmm...klar, das kann durch das Anziehen der losen Schraube im Maschinenunterstand verursacht worden sein.

Also opfere ich einen weiteren Fernsehabend zugunsten der Drehbank für eine Neujustierung. Die werte Leserschaft wird verstehen, dass sogar schon langsam meine Familie zu mosern beginnt, wann ich denn endlich mal "fertig sei mit der ollen Drehbank". Sogar dem Kleinen (inzwischen 5 Jahre) sind meine Kelleraktivitäten schon aufgefallen. "Papa ist ja schon wiiiieder an seiner Drehbank!", beklagt er sich. Das verstehe ich. Und um ehrlich zu sein- so langsam kriege auch ich selbst die Krise. Ist die Inbetriebnahme-Phase denn eigentlich nie zu Ende?

## 32 Zwischenstand

Nun gut, was ich "Inbetriebnahme" nenne, ist für andere vielleicht schon bald eine Restauration. Denn gemacht bzw. mich darum gekümmert habe, ist ich bislang:

- Vorlegewelle Reinigung, Wartung, Lagerung
- Riemenwechsel (beide)
- Maschinenbett justiert
- Headstock ausgerichtet
- Spindellager gewechselt, neu justiert
- Motor zerlegt, gereinigt, gemessen, neu gelagert
- Ölnippel erneuert
- Schlosskasten aufgearbeitet, gereinigt
- Reitstock ausgerichtet
- Bett vermessen (Mikrometerschrauben)
- Leadscrew inkl. Gewinde am Topslide erneuert

sowie sämtliche Teile intensiv gereinigt und geschmiert. Sogar einen Frequenzumrichter habe ich ausprobiert. Der funktionierte allerdings nur etwa 30min und prügelte mir dann mit einem dicken Knall den FI-Schalter in der Werkstatt heraus. Sirenen-Matthias sucht für mich gerade einen neuen :-)



Abbildung 139: Probetrieb des Frequenzumrichters- gleich knallt es :-)

In Summe dürfte ich also fast alle Teile der Drehbank inzwischen mindestens einmal in der Hand gehabt haben. Der Vorteil ist nun natürlich dabei: es gibt kaum noch was, was ich nicht kenne. Und weil sie eben so schön einfach und robust gebaut ist, behält man bei seinen Arbeiten stets den Überblick.

Trotzdem regt mich das mit der erneuten Verstellung der Drehachse auf. Kann es denn nicht endlich mal gut sein? Ich fasse mir ans Herz und frage Myford um Rat. Es muss doch sowas wie eine Einstellanleitung für den Headstock geben. Vielleicht würde das meine Probleme lösen? Eigentlich hatte ich beim Einstellen ein gutes Gefühl- aber möglicherweise habe ich doch was dabei falsch gemacht?

Myford antwortet, scheint meine Frage aber nicht korrekt verstanden zu haben und schickt mir den Link auf ein Video zum Einbau und Einstellen der Spindellager. Abgesehen davon, dass ich das Video natürlich bereits vorher schon kannte, brachte mich das aber leider nicht weiter. Ich werde es daher auf dieselbe Art machen wie vorher.

## 33 Körperkontakt

Doch ein letztes Thema mir lässt mir wieder keine Ruhe: Nach dem Test mit dem Haarlineal interessiert mich noch eines: die Auflagefläche des Bettschlittens auf seinen Shears. Das ist schnell gemacht: ein wenig Tuschiefarbe auf das Bett aufgetragen und den Bettschlitten aufgesetzt. Dann etwas hin- und hergeschoben und wieder abgehoben.



Abbildung 140: Shears mit Tuschiefarbe einpinseln

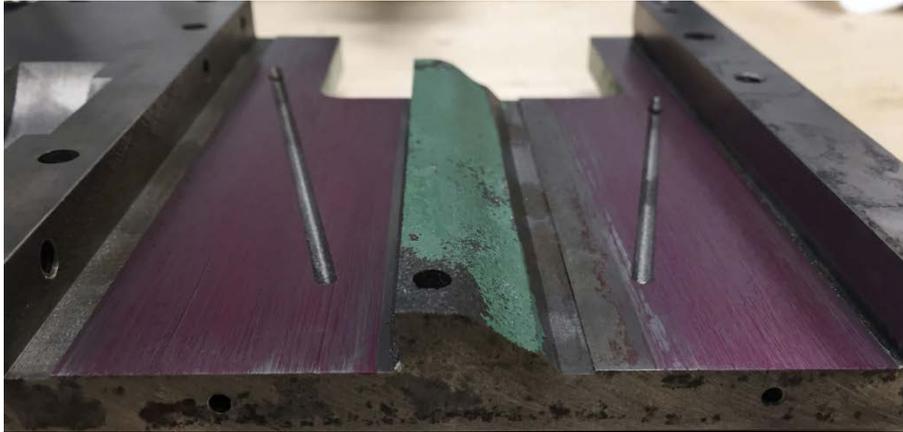
Natürlich mit Kraft, denn ich habe vermutlich hoffnungslos zu viel Tuschiefarbe aufgetragen, was zum richtigen Ansaugen zwischen den beiden Kontaktflächen geführt hat. Am Ende habe ich ein Tuschiebild, wo der Fachmann sicherlich die Nase rümpft, aber ich immerhin froh bin, dass es zumindest keine groben "Aussetzer" im Tuschiebild zeigt.



Abbildung 141: dann den Schlitten drauf hin- und herschubbern

Nicht zuletzt auch aus Zeitgründen will ich es nun damit belassen. Obwohl ich gerne zugebe, dass ich mir bereits einen Flachsaber mit Hartmetalleinsatz bestellt habe, denn das Thema "Scraping" lässt mich nicht mehr los. Doch eine komplette Drehbank ist sicher kein gutes Objekt für's erste Ausprobieren. Außerdem fehlen mir hier noch viele Grundvoraussetzungen für ein erfolgreiches Schaben von Oberflächen- bei der Erfahrung angefangen.

Also wieder zusammensetzen das Ganze und sich um das letzte Thema kümmern:

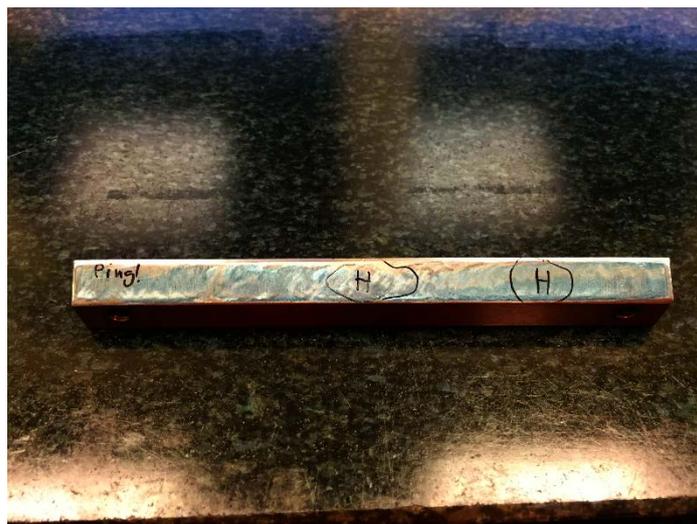


**Abbildung 142:** für die Scraping class von Richard King reicht es wohl noch nicht- aber immerhin ist alles mit Tuschiefarbe bedeckt und ich erkenne keine großen Riefen

Okay okay, ich gebe es ja zu. Ein wenig habe ich dann doch ge-scaped.



**Abbildung 143:** mein erstes Scrape-Ergebnis (links) gegenüber Original (rechts)



**Abbildung 144:** ich mache meine ersten Erfahrungen

Aber jetzt ist Schluss mit dem Scrapen in diesem Bericht! :-)

# WIRKLICH!!!



Abbildung 145: Querschlittenführungen werden geschabt

:-)

## 34 Frequenzumrichter

Wer Sirenen-Matthias mal besucht, braucht eine dicke Haut. Selten habe ich so viel Werkzeug auf einem Haufen gesehen- und das darf man sich durchaus auch bildlich so vorstellen, denn ein normales Schwerlastregal wäre mit der Fülle an schönen Sachen durchaus überfordert.

Obwohl ich mir nicht ganz sicher bin, wofür man wirklich einen Multifixhalter der Größe D2 auf Vorrat im Schrank haben muss (eine Drehmaschine, auf die dieser Halter passt, würde definitiv selbst die Garage von Sirenen-Matthias sprengen), so ist "Haben" definitiv immer besser als "Brauchen" und somit blieb mir während der Hausführung nichts anderes mehr übrig, als nur noch neidvoll auf all die schönen Sahnestückchen zu starren, die ich selber gerne auch bei mir im Keller stehen hätte.

Und siehe da: eines dieser Teile hat tatsächlich den Weg zur mir auf die Werkbank gefunden: und zwar ein Frequenzumrichter des Herstellers "SEW Eurodrive", Typ "Movitrac 31C". Dieses Ding ist eine Art Energieregulierung, mit der man die Drehzahl von Asynchron Drehstrommotoren beeinflussen kann. Sprich: den vor meine Myford Super7 geschaltet, kann ich damit die Geschwindigkeit regeln!

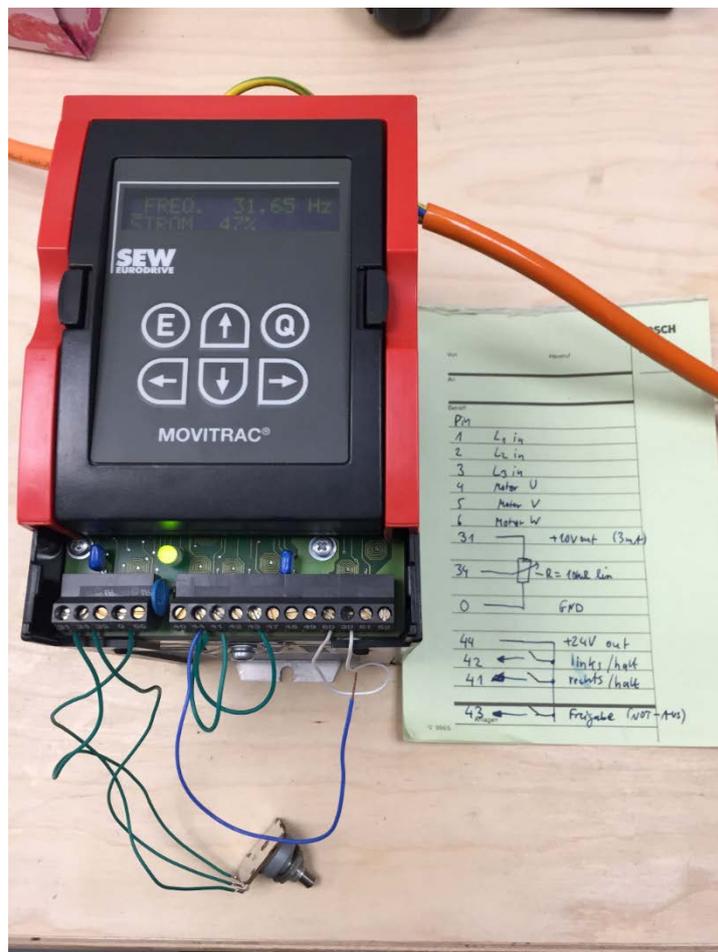


Abbildung 146: ob der neue Frequenzumrichter auch explodieren wird?

Ein wenig muss man sich in die Materie einfuchsen, zugegeben. Erst recht die Anleitung zum Frequenzumrichter schreckt ab. Selbst für mich als doch Technik-affinen Bastler ist das erstmal eine Hürde!

Doch Sirenen-Matthias macht mir Mut. Und tatsächlich gelingt es mir, den FU in Betrieb zu nehmen und meine Drehbank über ein normales 10kOhm lin-Poti in der Geschwindigkeit regeln zu können. Toll!

Mit meinem einfachen Drehzahlmesser überprüfe die Drehzahl MIT und OHNE Frequenzumrichter. Ergebnis: die Einbuße an Endgeschwindigkeit durch den vorgeschalteten FU liegt bei weniger als 0,2%, also absolut vernachlässigbar. Dafür ist der nun erreichbare Drehzahl-Verstellbereich einfach traumhaft- selbst ohne das Umlegen des Antriebsriemens!

Natürlich wird der Motor in den unteren Drehzahlbereichen nicht mehr so kraftvoll sein wie bei seiner Nennzahl, aber für meine kleinen Sachen wird es sicher reichen. Man muss ja auch bedenken, dass die Super7 eine ziemlich kleine und leichte Drehbank ist. Große Späne mit viel Motorpower sollte/kann man damit eh nicht machen, also reicht der Antrieb vermutlich völlig aus für meine Zwecke.

## 35 Bedienfeld

Eine ordentliche Frequenzumrichter-Lösung braucht meiner Meinung nach auch ein ordentliches Bedienfeld. Und dazu gehören mindestens folgende Bedienelemente:

- Start
- Stopp
- Drehrichtung (L/R)
- NOT-AUS
- Betriebsart "Dauer"/"Impuls"
- Poti für Drehzahl

Ich denke, die Bedienelemente sind alle selbsterklärend. Lediglich die "Betriebsart" bedarf einer Anmerkung: da die verwendeten Knöpfe als Taster ausgeführt werden, braucht man eine Selbsthalte-Schaltung mit einem Relais. Das bewirkt, dass sich das Relais selbst ansteuert und somit den "Ein"-Zustand beibehält, auch wenn man den Taster schon wieder loslässt.

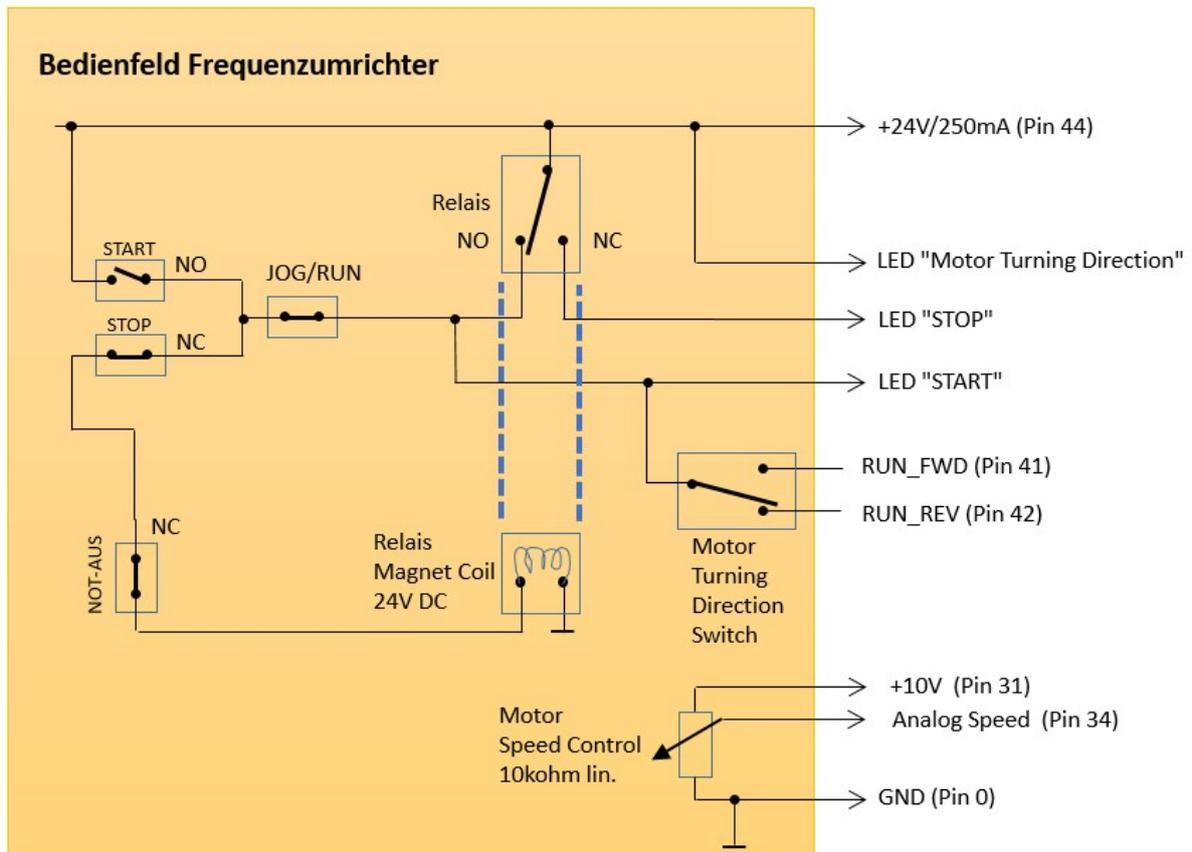


Abbildung 147: für den bei mir zum Einsatz kommenden FU sieht die Schaltung so aus

Wünscht man das allerdings nicht (die Drehe geht beim Loslassen des START-Knopfes also gleich wieder aus), so kann man das durch die Betriebsart "Impuls" auswählen: das Selbsthalte-Relais ist dann ohne Funktion. Gebrauchen kann man so etwas, wenn man z.B. Gewinde schneidet und die Drehbank immer noch für ein paar Sekunden laufen lassen will.

## 36 Abgesang

So, und jetzt kommt's: ich mache Schluss!

Zumindest für heute. Nach wieder über 100 Seiten für Euch generierten Lesestoffs steht für mich nun dringend das nächste Projekt an: die Renovierung der "alten Werkstatt", die zum "neuen Messplatzzimmer" werden soll. Denn bei aller Liebe zur Mechanik muss auch meine "elektrische" Seite langsam wieder zum Vorschein kommen und da gibt es bei einigen Sachen dringenden Nachholbedarf!

Ich schließe mit einem aktuellen Foto aus der "Neuen Werkstatt", die nun langsam immer mehr Form annimmt:



Abbildung 148: neue Werkstatt, hinterer Teil (Stand Februar 2018)



Abbildung 149: ...ein Familienmitglied, das die Werkstatt am liebsten schon jetzt gleich jetzt komplett übernehmen möchte... ;-)

## 37 Disclaimer

### Hinweise

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

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

### Disclaimer

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

### Rechtliche Absicherung

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

### Haftungshinweise

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

### Kontakt:

Marc.Michalzik@bymm.de

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

V1.16