

Porträt einer Messuhr

„Wie soll der Uhrmacher messen?“ Unter dieser Überschrift veröffentlichte Moritz Großmann 1876¹ den Aufbau und die Funktionsweise verschiedener Messgeräte. Zehntelmaß, Messschieber und Mikrometer waren spätestens seit seiner Preisschrift von 1866 bekannt. Jedoch beklagte M. Großmann, dass viele Uhrmacher auf die Anschaffung der genannten Hilfsmittel aus Sparsamkeit verzichteten und fragte:

„Ist es denn überhaupt nöthig, daß der Uhrmacher mißt?“²

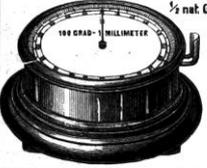
Für die Kollegen, deren Aufgaben über das bloße Reinigen und Regulieren von Uhren hinausgehen, bejahte er die Frage und verweist auf A. Lange. Dieser habe schon 31 Jahre zuvor Wert auf den Gebrauch von Messgeräten und die Verwendung des Meters als Längeneinheit gelegt.

„Sein runder Mikrometer³ gilt heute noch in Bezug auf Richtigkeit der Construction und thunlichste Vermeidung von Fehlerquellen, sowie auch durch elegante und 1gefällige Form als unübertreffendes Muster.“

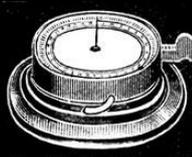
Moritz Großmann verbesserte dieses Gerät konstruktiv indem er die Zähnezahl der verwendeten Triebe erhöhte und stellte es in Serie her. In der Folgezeit fertigten auch andere Glashütter Hersteller die genannten Messgeräte an, z.B. Robert Mühle, Strasser & Rohde, William Weichold. Außerdem wurden sie als Schülerarbeiten an der Deutschen Uhrmacherschule hergestellt.⁴



Robert Mühle, Glashütte i. Sachs.
 Werkstatt für Feinmechanik. Spezialität: **Messwerkzeuge**
 nach metrischem System.
 Zehntel-, Zwanzigstel- und Fünzigstelmaass mit $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{20}$ u. $\frac{1}{50}$ mm.
Mikrometer und Rädermaass
 mit $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{200}$, $\frac{1}{500}$ und $\frac{1}{1000}$ mm direkter Ablesung.
 Unruhwaagen, Drehklemmen etc.
 Illustrierte Preisliste gratis und franko.



Weichold's Mikrometer
 sind die Besten
 $\frac{1}{50}$ - $\frac{1}{1000}$ mm ablesbar
 Gesetzlich geschützt
W. Weichold, Glashütte, Sa.
 Preisliste auf Verlangen
 Feine Referenzen!



¹ Allgemeines Journal der Uhrmacherschule, Nr.11 vom 1. Juni 1876, S.106, 107

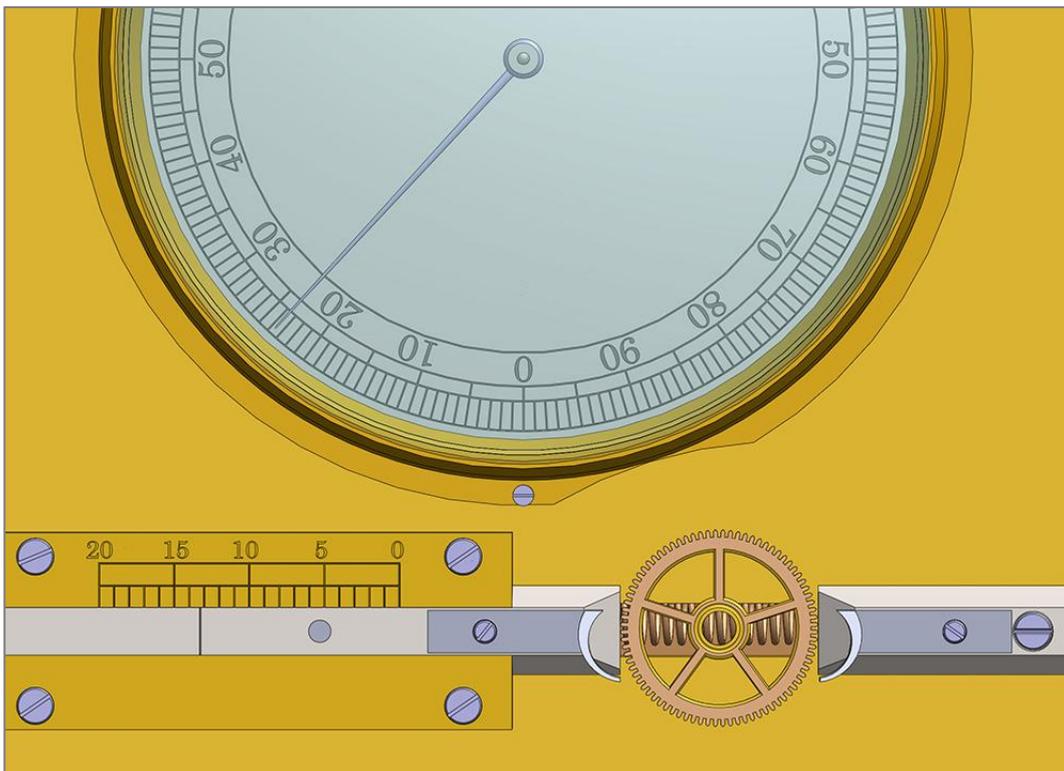
² Allgemeines Journal der Uhrmacherschule, Nr.10 vom 1. Mai 1876, S.95

³ Die Gerätebezeichnung Mikrometer ist in Verbindung mit dem metrischen System nicht korrekt. Ein Mikrometer (μm) ist $1/1000$ mm = $1/1000000$ m. Die so bezeichneten Messgeräte zeigten jedoch i.d.R. nur Hundertstel Millimeter an. Mikro stammt aus dem Griechischen und heißt „klein“.

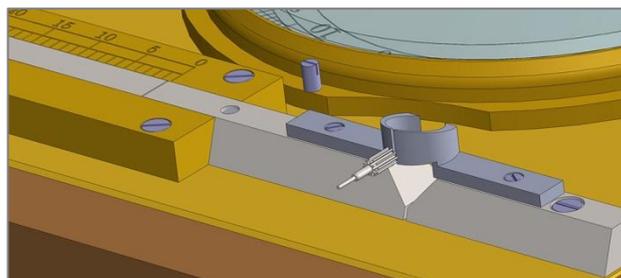
⁴ Die Lehre an der Deutschen Uhrmacherschule, Erster Band: Erstes Lehrjahr, L. Schreck, 1928

Mit dem Zangenmikrometer ließen sich die Zapfen von Wellen und Achsen gut antasten. Für die Messung der Durchmesser von Zahnrädern war es dagegen nicht geeignet. Moritz Großmann kombinierte daher die Mechanik des Mikrometers mit einer Messingplatte, auf die das zu messende Rad flach aufgelegt werden konnte. Dieses Messgerät nannte er entsprechend der Zweckbestimmung – das Messen von Rädern – Rädermaß.

„Von verschiedenen Seiten dazu angeregt, habe ich mich aufmerksam damit beschäftigt, Instrumente zu schaffen, welche den Durchmesser von Scheiben, Rädern etc. mit der, dem runden Mikrometer eigenen Genauigkeit angeben und nach längeren Versuchen ist mir dies gelungen. Ich hatte dabei allerdings auf die Niedlichkeit und auf die runde Form des Mikrometers zu verzichten.“⁵



„Es leuchtet ein, daß dieses Maß sehr bequem zum Messen von runden Scheiben und von Rädern ist. Da man aber in der Regel nicht gern 2 Mikrometer anschafft, um mit dem einen Zapfen etc. und mit dem anderen Räder zu messen, so habe ich auf beide schließenden Theile, die nach oben etwas abgeschrägt sind, schwache Plättchen aufgeschraubt, die ebenfalls zu genauem Schluß justiert sind, so daß man auch Zapfen darauf messen kann.“



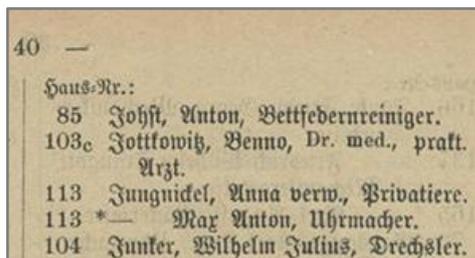
⁵ Allgemeines Journal der Uhrmacherkunst, Nr.11 vom 1. Juni 1876, S.106

Auch das Rädermaß wurde von verschiedenen Herstellern gefertigt. Obwohl das konstruktive Grundprinzip gleich ist, unterscheiden sich die Geräte hinsichtlich Klobenform, Glasrand, Art der Schieberführung, Zifferblattbeschriftung und Ausführung des Holzgehäuses.

Das hier gezeigte Gerät wurde lt. Gehäusestempel von Max Jungnickel gefertigt. Es entspricht in seinem Aufbau dem Rädermaß Nr.1 von Moritz Großmann.

Max Jungnickel wurde am 2. Juli 1870 in Glashütte geboren. Er lernte vom 1. Mai 1885 bis 31. Mai 1888 an der Deutschen Uhrmacherschule und baute während dieser Zeit u.a. ein Rädermaß, eine Stutzuhr und eine Taschenuhr.

Im Glashütter Adressbuch von 1903 ist Max Jungnickel in der Hauptstraße 113 zu finden. Als Beruf ist Uhrmacher angegeben.⁶ Aus dieser Zeit gibt es auch eine Zeitungsannonce.⁷



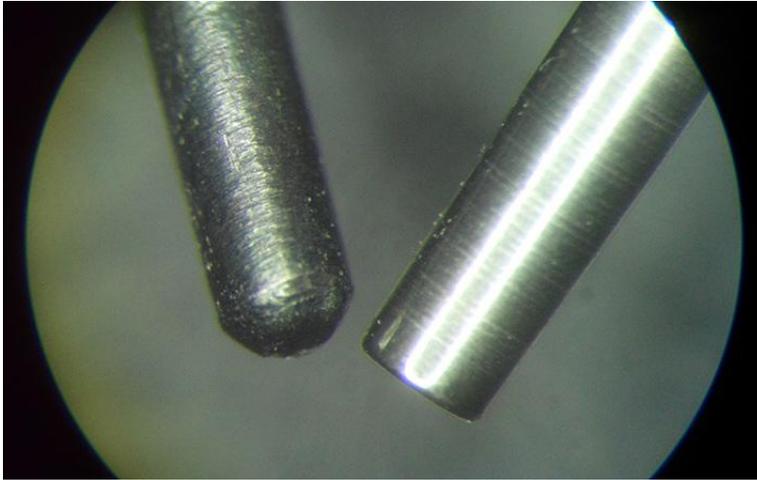
Um ein detailliertes Bild des Rädermaßes zu erhalten, wurde es zerlegt, fotografiert, skizziert und in allen Einzelteilen vermessen.



⁶ Adressbuch für den Bezirk der Königl. Amtshauptmannschaft Dippoldiswalde 1903, Seite 40

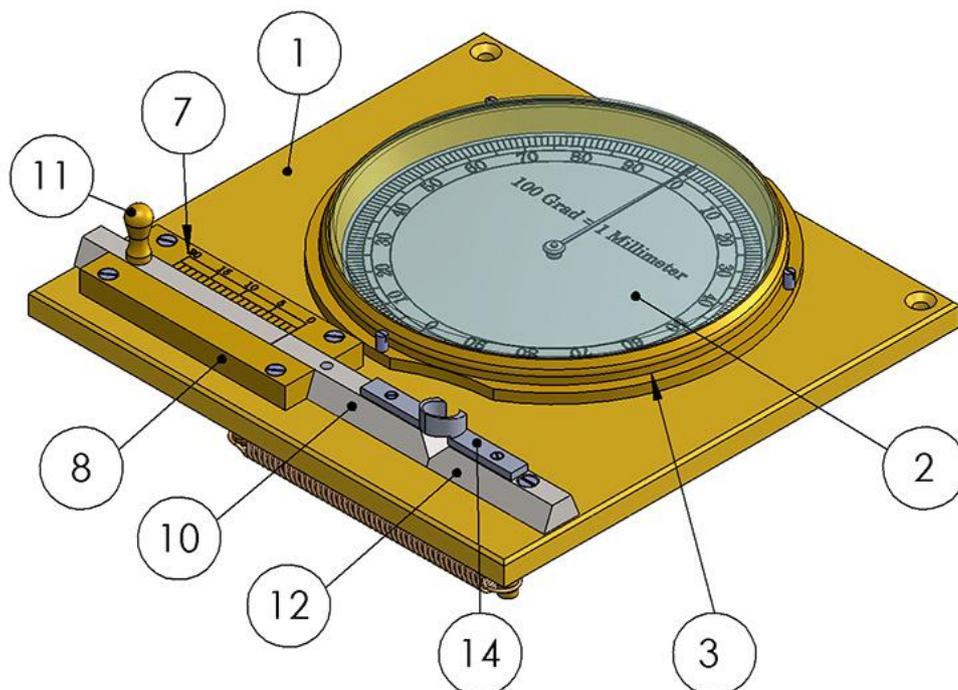
⁷ Deutsche Uhrmacherzeitung Nr.7 vom 1. April 1902

Die Dokumentation des Rädermaßes erfolgte mit einer 3D-Software⁸. Bei einer solchen Nachkonstruktion wird immer wieder deutlich, dass das untersuchte Gerät vor mehr als hundert Jahren handwerklich gefertigt wurde. Zu einer Zeit, als es noch keine genormten Toleranzen und keinen Austauschbau gab, wurde z.B. jeder Stellstift von Hand gefeilt und anschließend in die entsprechende konisch aufgeriebene Bohrung eingepasst.



Das Bild zeigt links einen solchen konisch gefeilten Stellstift mit unregelmäßigen Bearbeitungsspuren und rechts daneben einen heute handelsüblichen Stift gleicher Größe (\varnothing 0,8 mm). Beim Bau des Rädermaßes mussten 20 Stifte gefeilt und eingepasst werden. Exakte Maßangaben sind hier nur bedingt möglich.

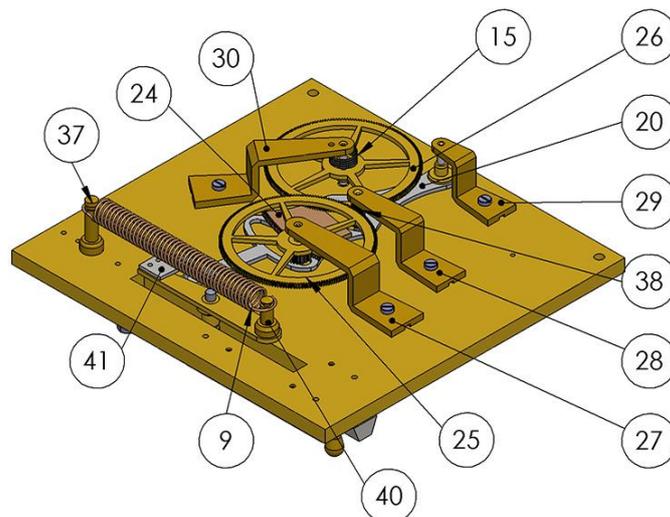
Das Rädermaß einschließlich Gehäuse besteht aus 89 Einzelteilen. Zum Vergleich: Eine normale Taschenuhr hat etwa 120 Teile.



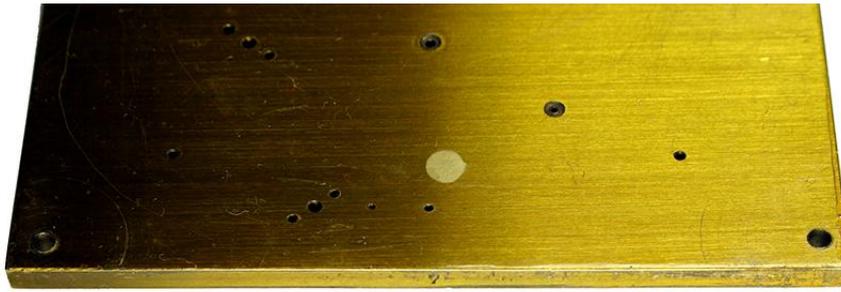
⁸ Im Unterschied zu herkömmlichen Zeichnungen spricht man im Zusammenhang mit 3D-CAD von modellieren, weil das Bauteil dreidimensional nachgebildet wird.

Einzelteile Rädermaß

Nr.	Benennung ⁹	Anz.	Nr.	Benennung	Anz.
01	Platte	1	32	Schraube für Zangenaufsatz	2
02	Zifferblatt	1	33	Schraube für Rechen	1
03	Glasrand	1	34	Schraube für Glasrand	3
04	Glas	1	35	Schraube für Führungsbacke	4
05	Zeiger	1	36	Schraube für Anschlag	1
06	Holzschrauben	2	37	fester Stift	1
07	Führungsbacke oben	1	38	Mitteltrieb	1
08	Führungsbacke unten	1	39	Winkel	1
09	Zugfeder	1	40	beweglicher Stift	1
10	Schieber	1	41	Mitnehmer	1
11	Knopf	1	42	Futter für Winkel	1
12	Anschlag	1	43	Mitnehmerstift	1
13	Zangenaufsatz links	1	44	Stelstift für Anschlag	2
14	Zangenaufsatz rechts	1	45	Stelstift für Zangenaufsatz	4
15	Rückführfeder (Spirale)	1	46	Stelstift für Kloben	8
16	Spiralrolle	1	47	Stelstift für Rechen	2
17	Stift für Spiralrolle	1	48	Stelstift für Führungsbacken	4
18	Spiralkloben	1	49	Gehäuseboden	1
19	Stift für Spiralkloben	1	50	Front	1
20	Hebel	1	51	Rückwand	1
21	Hebelachse	1	52	Seitenteil	2
22	Butzen für Hebelachse	1	53	Holzwinkel	2
23	Hebelstift	1	54	Pfosten	1
24	Rechen	1	55	Deckplatte	1
25	Mikrometerrad mit Trieb	1	56	Seitenteil	2
26	Rückführungsrad	1	57	Deckelfront	1
27	Kloben für Mikrometerrad	1	58	Deckelrückwand	1
28	Kloben für Mitteltrieb	1	59	Scharnier 1	1
29	Kloben für Hebel	1	60	Scharnier 2	1
30	Kloben für Rückführungsrad	1	61	Scharnierstift	1
31	Schraube für Kloben	4			Σ 89

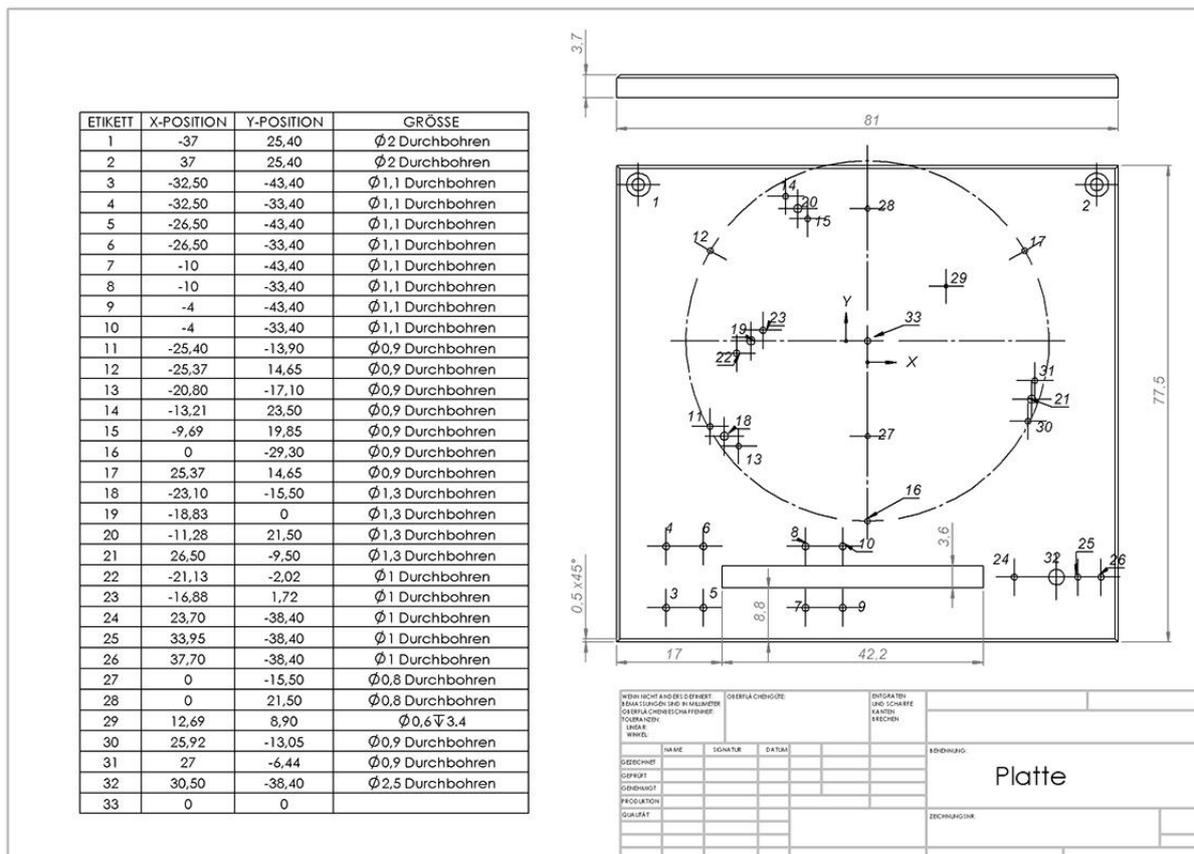


⁹ Bei der Benennung wurde versucht, die Begriffe aus M. Großmanns Aufsatz „Wie soll der Uhrmacher messen?“ zu übernehmen.



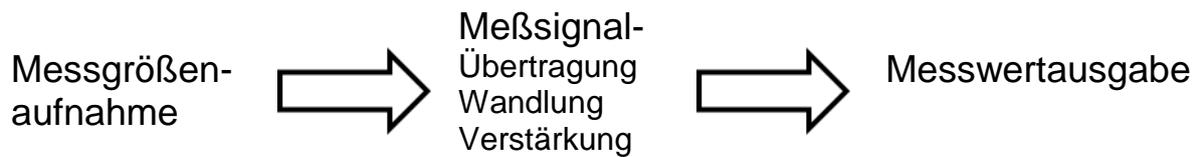
Das Rädermaß ist auf einer Messingplatte von 3,7 mm Dicke aufgebaut. Als einzige Kennzeichnung befindet sich am Rand der Platte eine „7“, möglicherweise die Seriennummer. Die Platte ist geschliffen und

lackiert und erhielt damit die bereits von M. Großmann empfohlene Oberflächenbehandlung. Da keine Anreißspuren erkennbar sind, wurden die Bohrungen vermutlich mit einer Schablone („Durchschlag“) markiert.



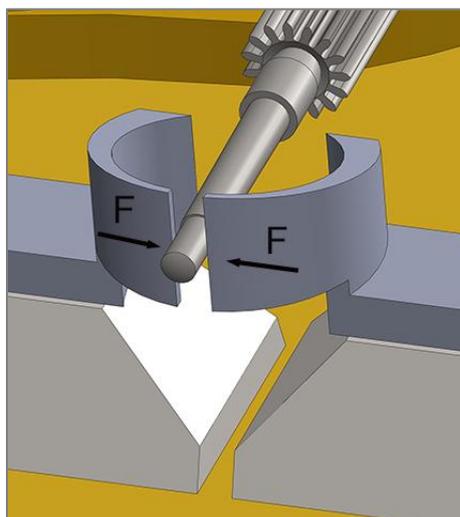
Die Zeichnung zeigt die vorgefundenen Koordinaten von 33 Bohrungen. Als Koordinatenursprung wurde die Bohrung 33 (Zeigerloch) gewählt. Ausgehend von Mitteltrieb und Mikrometerrad ergibt sich die Lage der Bohrungen 27 und 28. Da Mikrometerrad und Rückführungsrad gleich groß sind, müssen die Bohrungen 27 und 29 den gleichen Abstand zum Zeigerloch haben. Sämtliche Bohrungen für das Räderwerk liegen im Teilkreis für den Glasrand (12, 16, 17) und werden deshalb im montierten Zustand vom Zifferblatt verdeckt. Vierzehn Bohrungen wurden konisch aufgerieben, das heißt einzeln an die dafür vorgesehenen Stellstifte angepasst.

Nach heutigem Verständnis ist das „Rädermaß“ ein mechanisches Einkoordinatenmessgerät, das grundsätzlich nach folgendem Schema funktioniert:



Seine Eigenschaften lassen sich durch folgende Kenngrößen beschreiben:

Kenngröße	Erklärung	Wert
Skalenwert (Skw)	Änderung der Messgröße, die auf einer Strichskale eine Verschiebung des Zeigers um einen Teilstrich bewirkt.	0,01 mm
Teilstrichabstand	Abstand zweier benachbarter Teilstriche, gemessen längs des Weges der Marke, in Längen- oder Winkleinheiten	0,75 mm oder 1,8°
Empfindlichkeit (E)	Verhältnis der Anzeigeänderung ΔL zu der sie verursachenden Messgrößenänderung ΔM $E = \frac{\Delta L}{\Delta M} = \frac{0,75mm}{0,01mm} = 75$	75
Anzeigebereich (Azb)	Bereich der Messgröße, die an einem Messgerät abgelesen werden kann	
Messbereich (Meb)	Teil des Anzeigebereichs, in dem gemessen werden darf. Anzeigefehler liegen in angegebenen oder vereinbarten Fehlergrenzen	20 mm
Messkraft	Kraft, mit der der Prüfling bei mechanischer Antastung belastet wird	$\leq 1N$
Messunsicherheit	Folge von zufälligen, nicht beherrschbaren Messfehlern	k.A.



Die **Messgrößenaufnahme** geschieht beim Rädermaß mechanisch. Um eindeutige Messwerte zu erhalten, ist ein punktförmiges Berühren des Messgegenstandes anzustreben. Für die Messung kleiner Teile wie Wellenzapfen ist das Rädermaß mit Zangenförmigen Aufsätzen versehen.

Die zur Erzeugung der Messkraft eingebaute schraubenförmige Zugfeder bewirkt einen linearen Anstieg der Messkraft bei steigender Anzeige. Allerdings ist diese Messkraft nur gering.

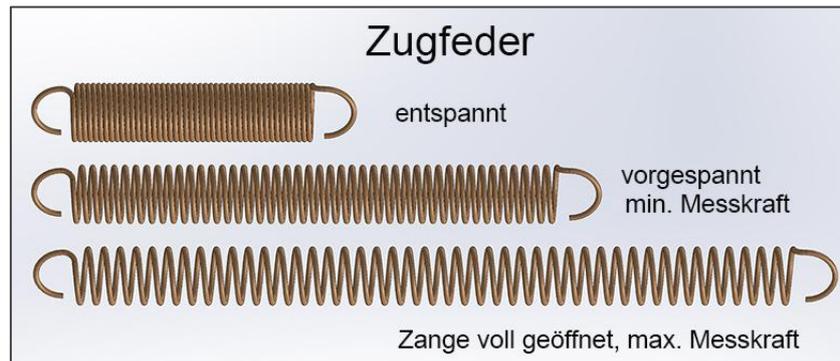
Die **Meßsignalübertragung** und –umwandlung erfolgt über ein Getriebe auf der Unterseite der Platte.



Die Messkraft wird von einer Schraubenförmigen Zugfeder mit 45 Windungen aus Messingdraht erzeugt. Der Drahtdurchmesser beträgt 0,43 mm. Das Bild zeigt, dass die Feder eine bleibende

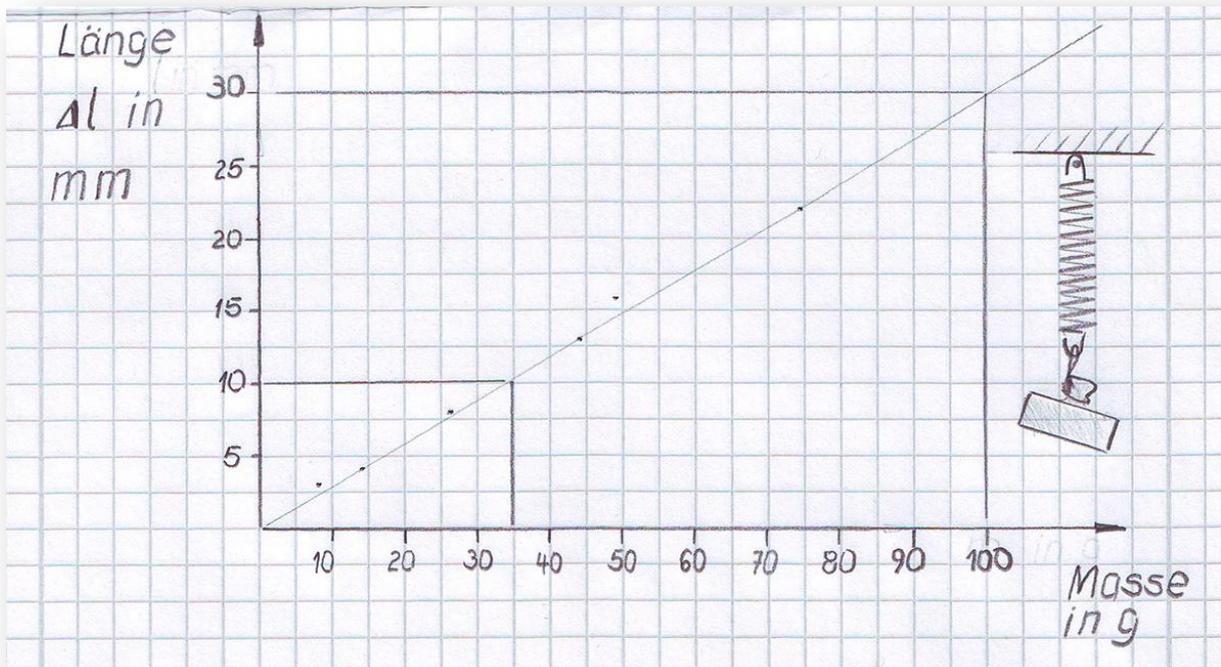
Verformung aufweist, die auf Streckung über den elastischen Bereich zurückzuführen ist. Im Neuzustand liegen die Windungen einer Zugfeder i.d.R. dicht aneinander.

Die Feder wird im vorgespannten Zustand in das Rädermaß eingebaut und ist dann etwa doppelt so lang wie im entspannten Zustand. Bei Betätigung des Schiebers dehnt sie sich bis zum Dreifachen der ursprünglichen Länge.



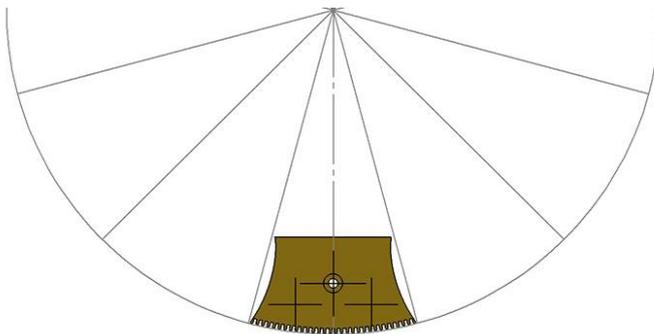
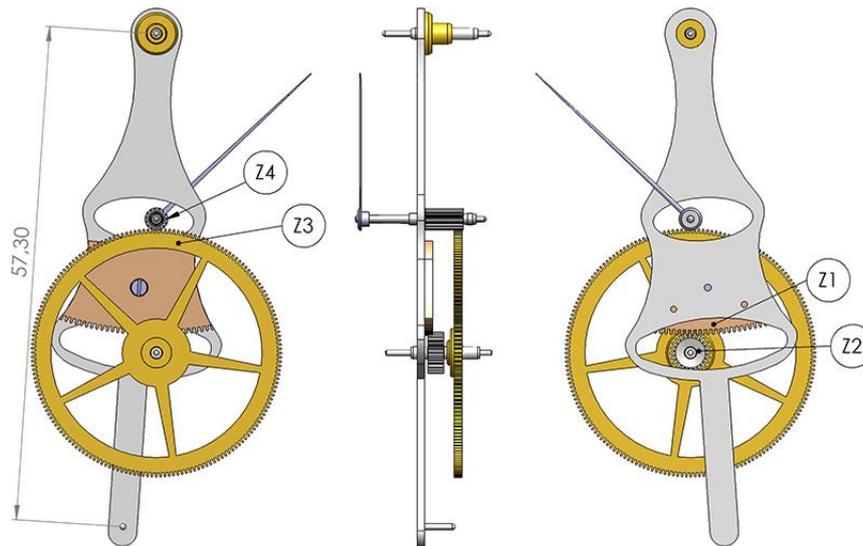
Um die Messkraft der Feder zu ermitteln, wurde sie mit Gewichten belastet und dabei die Längenänderung gemessen. Erwartungsgemäß ergab sich ein linearer Verlauf. Der nutzbare Bereich der Dehnung liegt zwischen 10 und 30 mm bei einer Belastung mit 35 bis 100g. Diese Differenz entspricht dem Messbereich von 20 mm. Die maximale Messkraft ist dann:

$$F_G = m * g = \frac{0,1 \text{ kg} * 9,81 \text{ m}}{\text{s}^2} = 0,981 \text{ N} \sim 1 \text{ N}$$



Auf der Unterseite der Platte sind eine Schwinde (20) und ein einige Zahnräder (24, 25, 38) angeordnet. Die Schwinde wandelt die geradlinige Bewegung des Schiebers in eine Drehbewegung um. Dazu dient ein Stift, der sich 57,3 mm vom Lagerzapfen befindet. Das Maß 57,3 ist wichtig, denn es ist gerade der Radius, bei dem der Umfang eines Kreises 360 mm beträgt. $U = 2 * \pi * r = 2 * \pi * 57,3\text{mm} = 360,026 \text{ mm}$

Das heißt, dass 1mm des Umfangs 1° entspricht. Wird also der Schieber (10) einen Millimeter verschoben, so dreht sich die Schwinde um einen Winkelgrad.



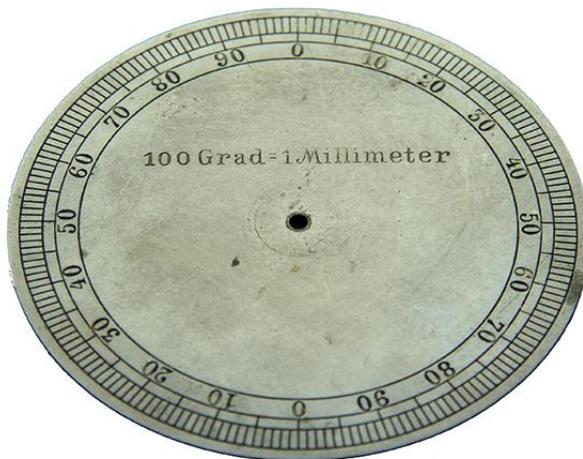
Da der vorgesehene Messbereich nur 20 mm beträgt, reicht für das Zahnrad Z1 ein Segment von etwa 30° . Theoretisch konnten so bei der Herstellung dieser Segmente 12 Stück aus einem Rad mit 360 Zähnen gewonnen werden. Das untere Bild zeigt die sorgfältige Verarbeitung der Einzelteile



Um die geringe Drehung der Schwinge zu verstärken, wurde ein zweistufiges Rädergetriebe vorgesehen.

In der ersten Stufe greift das Segment Z1 in das Trieb Z2 mit 24 Zähnen. Die Übersetzung beträgt $360:24 = 15$. Das Trieb Z2 und das Mikrometerrad Z3 sitzen fest auf einer Welle. In der zweiten Stufe treibt das Mikrometerrad Z3 mit 180 Zähnen das Mitteltrieb Z4 mit 15 Zähnen. Die Übersetzung ist $180:15 = 12$. Multipliziert man beide Übersetzungen so erhält man $15 \times 12 = 180$ als Gesamtübersetzung.

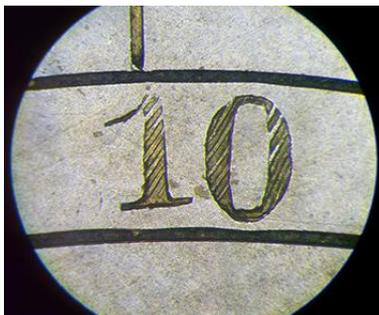
Die **Messwertausgabe** erfolgt über einen Zeiger, der auf dem oberen Zapfen des Mitteltriebes Z4 sitzt. Dreht sich die Schwinge um einen Grad ($\cong 1\text{mm}$), dann dreht sich der Zeiger 180-mal so viel, also 180° .



Das Zifferblatt ist in zweimal 100 Striche aufgeteilt. Bewegt sich die Zeigerspitze von einem Strich zum nächsten, dann entspricht das einer Änderung der Messgröße von einem Hundertstel Millimeter. Mit anderen Worten, der Skalenteilungswert Skw beträgt $0,01\text{ mm}$. Etwas irritierend ist beim erstmaligen Betrachten die Zifferblatt-Aufschrift

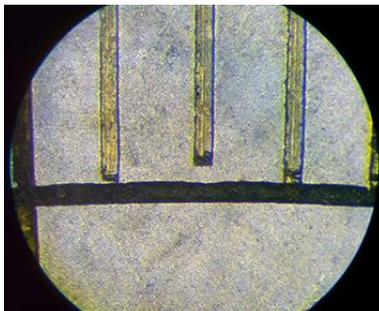
„100 Grad = 1 Millimeter“¹⁰

Grad wurde hier im Sinne von Teil gebraucht und ist nicht als Winkelangabe zu verstehen.



Das Zifferblatt besteht aus einer 1mm dicken Messingscheibe von 52,8 mm Durchmesser. Es hat keine Bohrungen zur Befestigung, da es vom Glasrand gehalten wird. Auf diese Weise kann das Gerät bei der Montage „genullt“ werden.

Die Ziffern sind mit einem Stempel eingeschlagen (Umformverfahren), während die Teilstriche spanend erzeugt wurden. Die Bilder lassen erkennen, dass beide Verfahren von Hand ausgeführt sind. Die Höhe der Zahlen beträgt 1,7mm. Ziffern und Teilstriche sind schwarz ausgelegt.



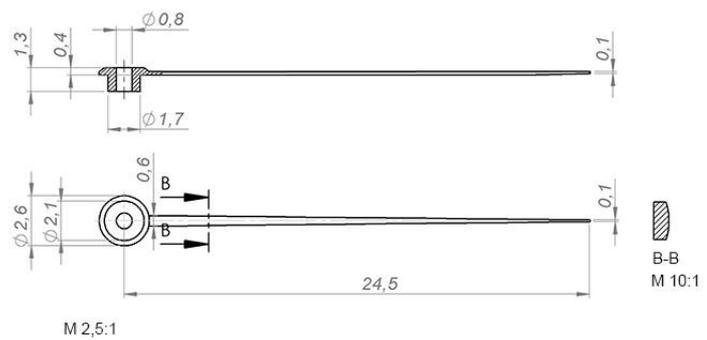
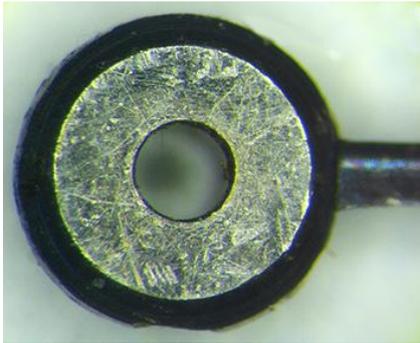
Die Arbeit mit dem Schlagstempel gehört auch heute noch zur Ausbildung von Mechanikern. Wer es versucht, merkt schnell dass es nicht leicht ist, ein gleichmäßiges Schriftbild zu erreichen. Häufig sind die Zeichen verdreht, nicht auf einer Linie oder die Prägetiefe schwankt innerhalb eines Zeichens durch schräges Ansetzen des Stempels. Während sich die meisten Stempel keilförmig in das Material eindrücken und Grat aufwerfen, erzeugte das hier verwendete Werkzeug eine flache Vertiefung.

¹⁰ Auch die Celsius-Temperaturskala ist in Grade eingeteilt, die nichts mit Winkelangaben zu tun haben.



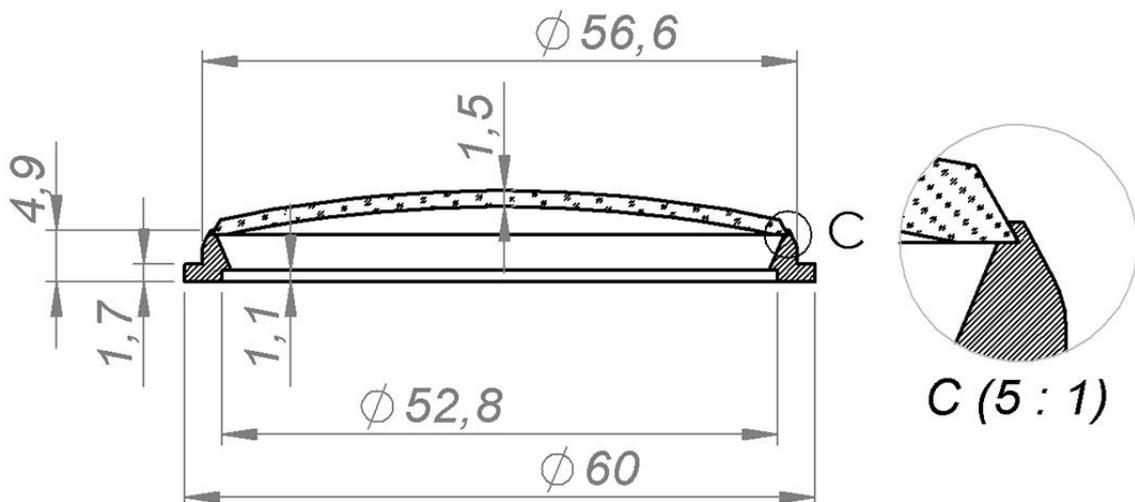
Der Zeiger besteht aus Stahl. An der Spitze ist er kaum stärker als ein Haar. Um einen guten Kontrast zum Zifferblatt zu erzielen, wurde er durch Erwärmung auf ca. 290°C blau angelassen. Auf der Stahl-

oberfläche bildet sich dann eine dünne Oxidschicht, die durch Interferenzerscheinungen des Lichts zu der dunkelblauen Farbe führt. Bei einer handwerklichen Fertigung des Zeigers besteht die Kunst in einer gleichmäßigen Erwärmung des Zeigers, der natürlich keine unterschiedlichen Farben haben darf.



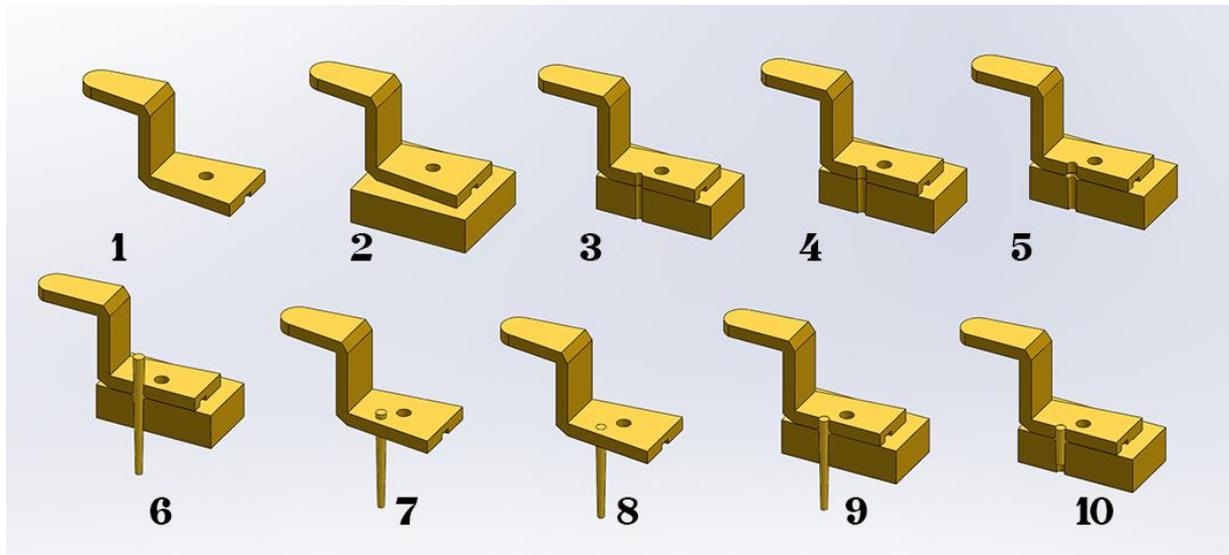
Der Glasrand wurde aus Messing gedreht. Die gewölbte Glasscheibe ist mit einer Fasse versehen und durch Umbördeln des Randes gefasst.

Das Zifferblatt passt exakt in die untere Ausdrehung von $\varnothing 52,8$ mm. Zur Befestigung des Glasrandes dienen drei um 120° versetzte Bohrungen. Zum Schutz vor Korrosion wurde der Rand lackiert.



Das Rädermaß ist als Klobenwerk aufgebaut. Vier Kloben sind erforderlich, um Schwinge, Mikrometerrad, Rückführungsrad und Mitteltrieb zu lagern. Da die Kloben unterschiedlich groß sind, besteht keine Verwechslungsgefahr. Die Anpassung der Kloben war sehr zeitaufwendig; sie lässt sich prinzipiell in 10 Schritten darstellen:

1. Kloben bohren und entgraten
2. Kloben auf die Platte aufsetzen und ausrichten
3. Stellstiftloch durch das vorhandene Loch in der Platte bohren
4. Beide Bohrungen gemeinsam konisch aufreiben
5. Kloben abnehmen und beide Innenseiten der Löcher ansenken
6. Stellstift feilen und einpassen
7. Stellstift oben kürzen, flach feilen und in den Klobenfuß eintreiben
8. Kopf bündig zum Klobenfuß feilen, der Stift darf später von oben nicht zu sehen sein
9. Bohrung in der Platte aufreiben, bis der Stift passt
10. Stift am unteren Ende kürzen und entgraten

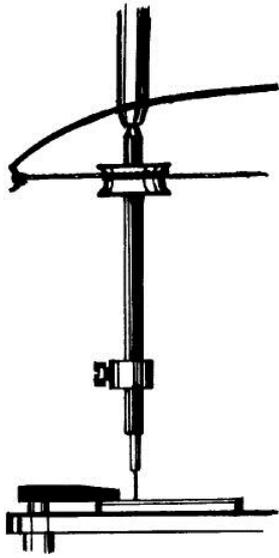


Beim Bohren der Stellstiftlöcher und beim Schneiden der Gewinde in die Platte ist es wichtig, dass der Bohrer gerade aufgesetzt wird.

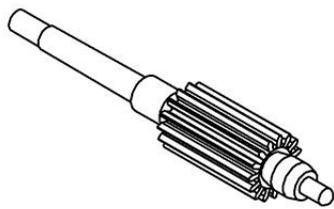
„Besonders Anfänger, manchmal aber auch Fortgeschrittene, werden gerade hier, wo es darauf ankommt, merken, dass es nicht ganz leicht ist, Gewinde g e r a d e, d.h. senkrecht einzuschneiden. Hier ein Hilfsmittel! Man schraubt auf den Gewindebohrer eine Schnurrolle auf, und unter Zuhilfenahme der einfachen Geradbohrmaschine muss das Gewinde nunmehr selbstverständlich gerade werden.“¹¹

Die erwähnte Geradbohrmaschine ist eher eine Vorrichtung als eine Maschine. Das zu bohrende Werkstück wird zunächst mit der Zentrierspitze ausgerichtet und durch Klammern (Hunde) fixiert. Die Zentrierspitze wird dann herumgedreht und als Führung für die Bohrspindel genutzt. An der Bohrspindel ist eine Schnurrolle befestigt; der Antrieb erfolgt über einen Drehbogen.

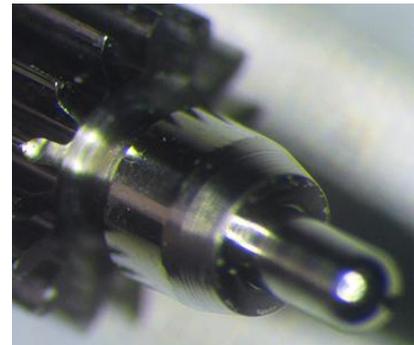
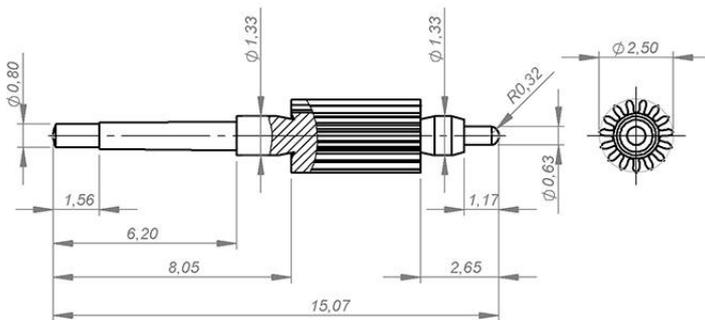
¹¹ Das Anfertigen und Anpassen eines Klobens wurde ausführlich von A. Hellwig in Die Lehre an der Deutschen Uhrmacherschule, Zweiter Band, S.86-92 beschrieben



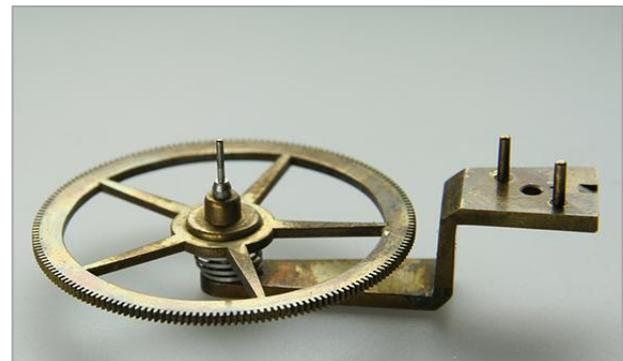
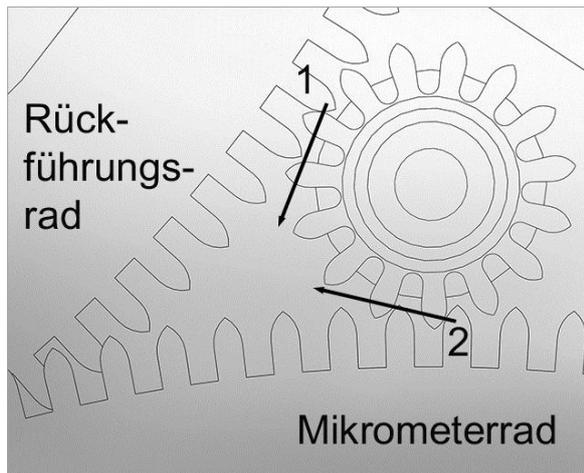
Mit der gleichen Vorrichtung kann der Kloben vor dem Bohren ausgerichtet und die Lage des Zapfenlochs im Kloben gefunden werden.



Das Mitteltrieb dient als Zeigerwelle. Polierte Zahnflanken und Stirnflächen zeugen von der in der Uhrmacherei üblichen Sorgfalt.



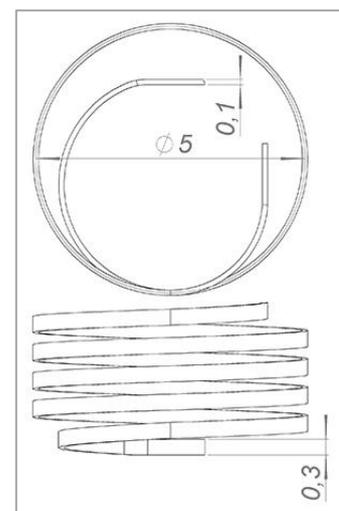
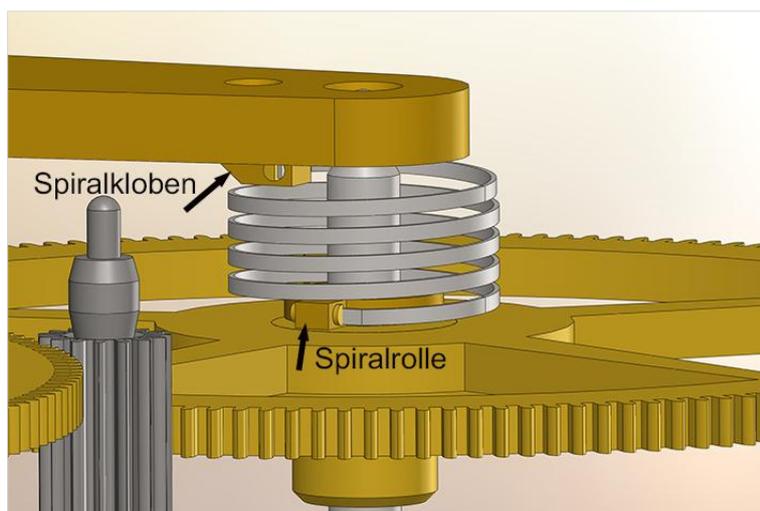
Mikrometerrad und Rückführungsrad sind nahezu identisch. Beide haben 180 Zähne und greifen in das Mitteltrieb ein. Dabei hat das Rückführungsrad die Aufgabe, das Zahnspiel zwischen Mikrometerrad und Mitteltrieb auszugleichen, indem es ständig ein geringes Drehmoment auf das Trieb überträgt. Dieses Moment wird von einer Wendelfeder¹² erzeugt, die leicht vorgespannt eingebaut wird. Der Zahn 1 des Rückführungsrades versucht das Mitteltrieb links herum zu drehen, während Zahn 2 des Mikrometerrades ein entgegengesetztes Moment erzeugt.



Rückführungsrad mit Kloben und Rückführfeder

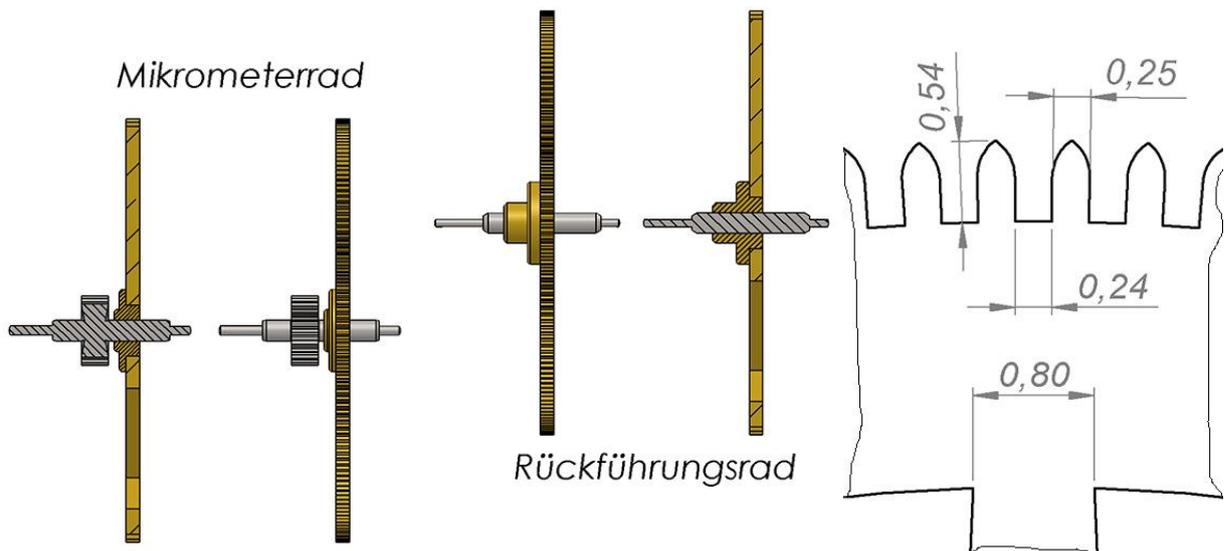
Der Durchmesser der beiden Räder beträgt 28,9 mm. Die fünf Schenkel sind 8,2 mm lang und haben Trapezform. Die Breite beträgt innen 0,8 mm und 1,5 mm außen. Die Kanten sind von Hand leicht angefast ($\sim 0,1$ mm).

Die Rückführfeder hat $4 \frac{3}{4}$ Umgänge und ist mit Stiften am Spiralkloben und an der Spiralrolle befestigt. Damit sie sich gleichmäßig verformen kann, sind die Enden mit engeren Radien versehen, sogenannten Endkurven.

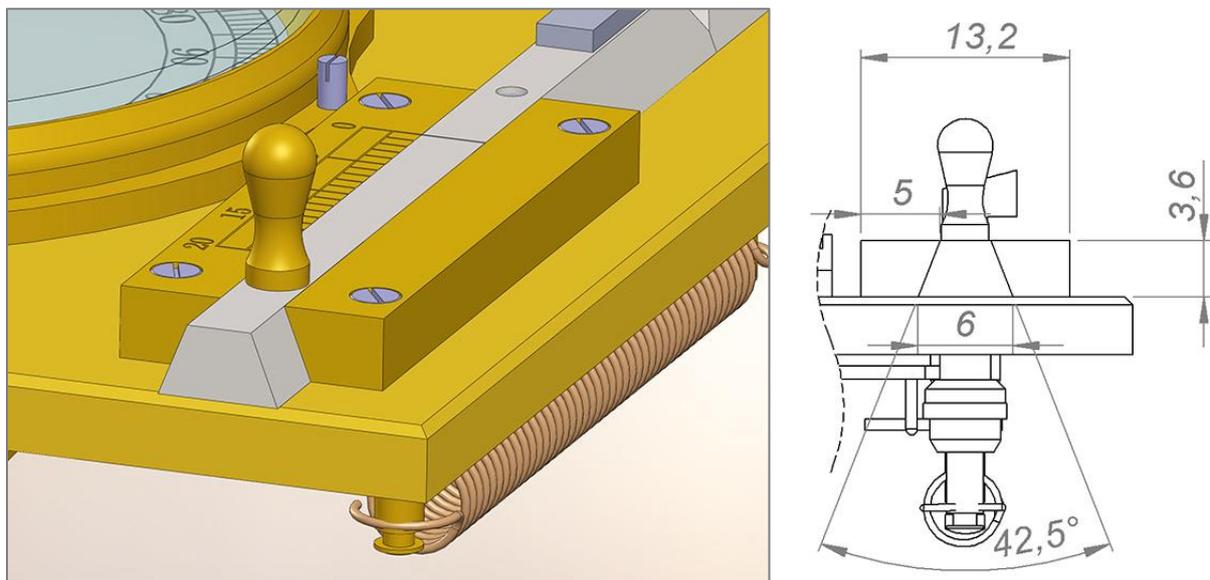


¹² In der Uhrmacherei wird diese Feder oft als zylindrische Spirale bezeichnet. Streng genommen liegt eine Spirale jedoch in einer Ebene (vgl. Arithmetische Spirale)

Die Zahnräder haben eine Stärke von 0,95 mm und sind mittels Putzen¹³ auf den Wellen befestigt. Der Putzen wird bei dünnen Wellen verwendet, die keinen Ansatz für die Aufnahme des Rades haben.

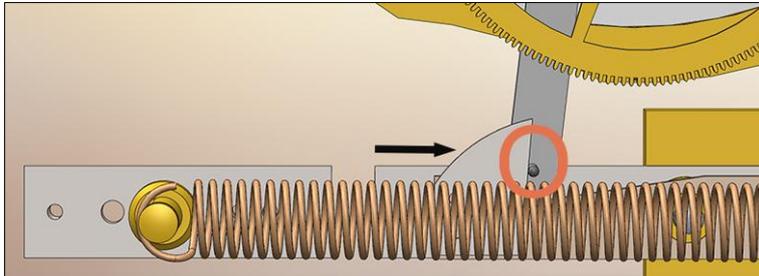


Bei der Schieberführung weicht das von Max Jungnickel gefertigte Rädermaß vom Vorbild ab. Statt einer Flachführung verwendete er eine Schwalbenschwanzführung. Diese Führungen benötigen durch die geneigten Flächen ($\alpha \leq 55^\circ$) keine Schließleisten und zeichnen sich daher durch geringere Bauhöhe aus.

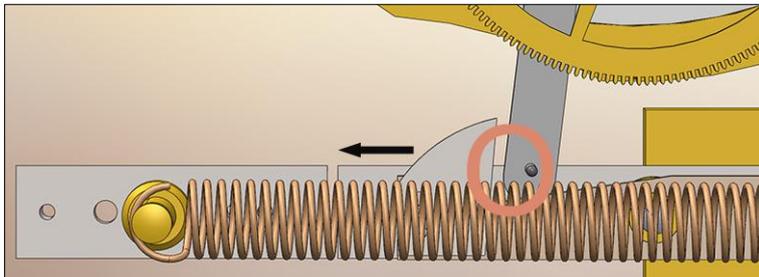


¹³ Auch Butzen, Butz; Kleiner Kerl (Butzemann), Metallabfall, Butzenscheibe, kleine Unregelmäßigkeiten an Gußstücken, vgl. Der Sprach-Brockhaus, 4. Aufl., 1944
Im Maschinenbau heißen derartige Bauelemente Nabe.

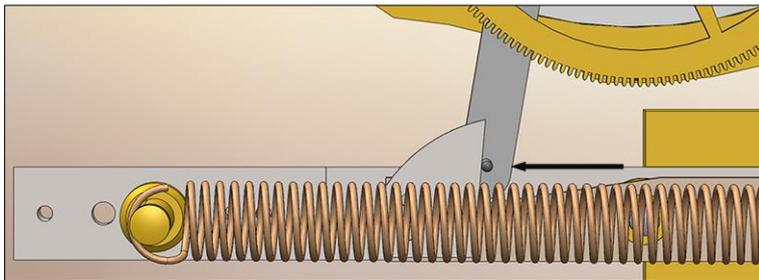
Der Schutz des Räderwerkes und des Zeigers war Moritz Großmann bei der Konstruktion des Rädermaßes wichtig. Dieses Ziel versuchte er dadurch zu erreichen, dass der von Hand bewegte Schieber nur beim Zurückziehen desselben Verbindung zur Schwinge hat. Der Vorgang der Entkopplung wird hier in drei Schritten dargestellt:



1. Durch Ziehen des Schiebers gegen die Kraft der Zugfeder wird die Messzange geöffnet. Der Mitnehmer liegt dabei am Stift der Schwinge an und verschiebt ihn nach rechts. Beide bewegen sich mit der gleichen Geschwindigkeit.



2. Wird die Messzange wieder geschlossen, bewegt sich der Mitnehmer nach links und löst sich dabei vom Stift. Die Nachführung des Getriebes muss die relativ schwache Rückführfeder übernehmen.



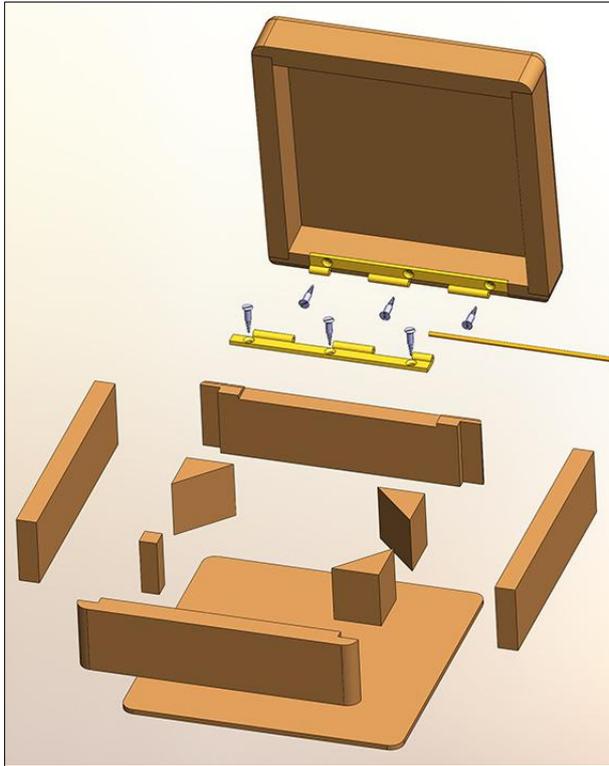
3. Das Rückführungsrad dreht nun das Getriebe langsam, bis der Stift wieder am Mitnehmer anliegt.

Der Zeiger des Messgerätes wird sich also beim Öffnen der Messzange i.d.R. schneller drehen als beim Schließen. Die träge Rückdrehung des Zeigers wirkt bei erstmaliger Beobachtung irritierend; man hat das Gefühl, das Gerät sei defekt.



„Ein elegantes Kästchen von Mahagoni schließt das Ganze ein.“

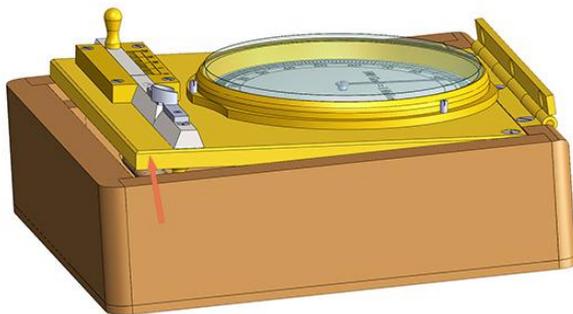
Mit diesem schlichten Satz beschreibt Moritz Großmann die äußere Hülle seines Rädermaßes. Mahagoni-Holz schwindet wenig und weist deshalb selten Risse auf. Man kennt es aus dem Bootsbau und auch als würfelförmiges Schutzgehäuse für Marinechronometer.



Deckel und Gehäuseunterteil sind gleich aufgebaut und werden durch ein Messingscharnier verbunden. Die Holzteile wurden verleimt, durch die abgerundeten Kanten hat das Gehäuse ein gefälliges Aussehen. Die sechs gebläuten Holzschrauben heben sich gut vom geschliffenen Messingscharnier ab.

Als Auflage für das Messwerk dienen drei Winkel und ein Viereck. Aufgrund der Viereckigen Form der Werk-Platte erwartet man auch die Befestigung mit vier Schrauben. Tatsächlich wird das Werk aber nur mit zwei Holzschrauben im Gehäuse fixiert. Sollte der Erbauer versucht haben, zwei Holzschrauben einzusparen?

Einer von 6 Freiheitsgraden bleibt schließlich ungebunden; man könnte das Werk theoretisch um die Verbindungslinie der beiden Schrauben kippen.



Die nebenstehende Abbildung zeigt etwas übertrieben das Ankippen der Werkplatte. Vermutlich sollten mit dieser „losen“ Befestigung Spannungen ferngehalten werden, die sich vom Holzgehäuse auf das Werk übertragen könnten. Denn Holz arbeitet bekanntlich immer.

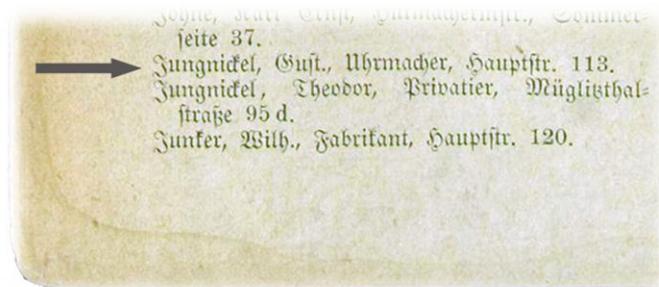
Im Gehäuseunterteil ist ein schwer lesbarer Herstellerstempel zu sehen. Durch Vergleiche mit Annoncen in alten Ausgaben der Deutschen Uhrmacherzeitung gelang es, Max Jungnickel als Hersteller des Messgerätes zu identifizieren.



Max Jungnickel
Werkstatt
für Uhrmacherei
u. Feinmechanik



Max Jungnickel gehörte zu den weniger bekannten Glashütter Herstellern. Bereits sein Vater Gustav Jungnickel war Uhrmacher und fertigte u.a. Rädermaße. Laut Adressbuch von 1887 wohnte er mit seiner Frau Anna und Sohn Max Anton in der Hauptstraße 113.



Als Max Jungnickel am 1. Mai 1885 seine Uhrmacherlehre an der Deutschen Uhrmacherschule Glashütte begann, stand der erste Schulneubau gerade vier Jahre. Mit dem gleichen Tag wurde Ludwig Strasser vom Aufsichtsrat der Schule zum Direktor gewählt, nachdem kurz hintereinander der Gründer der Schule Moritz Großmann und ihr erster Direktor Georg H. Lindemann verstorben waren.

Die von Max Jungnickel besuchten Fächer waren Theoretische Uhrmacherei, Zahlenlehre und Algebra, Geometrie, Mechanik sowie Technisches Zeichnen. Sein Abgangszeugnis erhielt er am 31. Mai 1888.