

HRSG. MICHAEL STERN

KURT JÄGER

In der Uhrmacher- werkstatt

Inhaltsverzeichnis

<i>Vorwort</i>	11
1. Empfehlungen für die rationelle Einrichtung einer Werkstatt	13
<hr/>	
1.1. <i>Größe und Aufteilung des Raums</i>	13
1.2. <i>Farbgestaltung und Arbeitsfreude</i>	13
1.3. <i>Zweckmäßige Lichtführung</i>	14
1.3.1. <i>Fenster</i>	14
1.3.2. <i>Künstliche Beleuchtung</i>	14
1.4. <i>Heizung des Raums</i>	15
1.5. <i>Anordnung der Plätze für manuelle Arbeiten</i>	15
1.6. <i>Aufstellung der Maschinen und Prüfmitte</i>	16
2. Empfehlungen zur Entwicklung und zum Einsatz von Maschinen und Prüfgeräten	18
<hr/>	
2.1. <i>Antriebe für die Uhrmacher-Drehmaschine</i>	18
2.1.1. <i>Antriebsmotoren, ihre Pflege und Wartung</i>	18
2.1.2. <i>Riemenvorgelege</i>	19
2.1.3. <i>Stufenlos verstellbares Reibradgetriebe</i>	19
2.2. <i>Pflege- und Wartungshinweise für die Uhrmacher-Drehmaschine</i>	22
2.3. <i>Rationalisierungsmittel und Vorrichtungen zur Arbeit an der Drehmaschine</i>	23
2.3.1. <i>Vieldrehmeißelhalter</i>	23
2.3.2. <i>Abstechmeißelhalter</i>	23
2.3.3. <i>Höhenschlitten</i>	25
2.3.4. <i>Winkelstück zum Umspannen des Kreuzschlittens</i>	25
2.3.5. <i>Handstückhalter</i>	25
2.3.6. <i>Einstellbare Lünette</i>	28
2.4. <i>Zapfenrolliermaschine</i>	29
2.4.1. <i>Beschreibung des Aufbaus</i>	29
2.4.2. <i>Erläuterung der Wirkungsweise</i>	30
2.4.3. <i>Einsatzbeispiele</i>	30
2.4.4. <i>Pflege und Wartungshinweise</i>	31
2.5. <i>Metallkreissäge</i>	31

2.6.	<i>Zur Arbeit mit der Zeitwaage</i>	32
2.6.1.	<i>Beschreibung des Aufbaus</i>	33
2.6.2.	<i>Erläuterung der Wirkungsweise</i>	34
2.6.3.	<i>Einsatzbeispiele</i>	35
2.6.3.1.	<i>Aufnahme von Impulsen</i>	36
2.6.3.2.	<i>Messen der Amplitude der Unruh</i>	37
2.6.3.3.	<i>Prüfen von Hemmungen</i>	38
2.6.3.4.	<i>Messen des Isochronismusfehlers</i>	39
2.6.3.5.	<i>Messen des Temperaturfehlers</i>	40
2.6.4.	<i>Erfahrungen aus dem Einsatz der Zeitwaage</i>	41
2.6.4.1.	<i>Vor- oder Nachgangkorrektur</i>	41
2.6.4.2.	<i>Abfall-(Symmetrie-)fehlerbeseitigung</i>	44
2.6.4.3.	<i>Hemmungsfehlerbeseitigung</i>	45
2.6.4.4.	<i>Beseitigen von Fehlern im Räderwerk</i>	46
2.6.4.5.	<i>Hinweise zur Reihenfolge der Fehlersuche</i>	47
2.6.5.	<i>Pflege- und Wartungshinweise</i>	48
2.7.	<i>Prüfgeräte für Armbanduhren (künstlicher Arm)</i>	49
2.7.1.	<i>Beschreibung des Aufbaus</i>	49
2.7.2.	<i>Erläuterung der Wirkungsweise</i>	50
2.7.3.	<i>Prüfgerät mit mehreren Armen</i>	51
2.7.4.	<i>Pflege und Wartungshinweise</i>	51
2.8.	<i>Reinigungsmaschine für Kleinuhren</i>	52
2.8.1.	<i>Beschreibung des Aufbaus</i>	52
2.8.2.	<i>Erläuterung der Wirkungsweise</i>	52
2.8.3.	<i>Hinweise zum Einsatz</i>	53
2.8.4.	<i>Pflege- und Wartungshinweise</i>	54

3. Rationalisierungsmittel und Vorrichtungen für manuelle Arbeit 57

3.1.	<i>Heft zum Aufziehen und Schrauben</i>	57
3.2.	<i>Steckschlüssel</i>	57
3.3.	<i>Großuhrschlüssel</i>	58
3.4.	<i>Haltwerkzeuge für Schlitzschrauben</i>	59
3.5.	<i>Hilfsmittel zum Schleifen</i>	60
3.6.	<i>Rundlaufgerät</i>	61
3.7.	<i>Werkzeug zum Ordnen von Hemmungen</i>	63
3.8.	<i>Unterleger zum Aufsetzen von Spiralen</i>	63
3.9.	<i>Zapfenrichtpinzette</i>	64
3.10.	<i>Zeigerzange</i>	65

3.11.	Werkzeuge zum Befestigen von Uhrenbändern	66
3.12.	Punzen zum Aufsetzen von Minutenzeigern	67
3.13.	Punzen für Spezialarbeiten	67
3.14.	Nietbank	65
3.15.	Werkplattenamboß	69
3.16.	Einsatzmöglichkeiten der Bügelmessschraube	70
3.17.	Vorspannwerkzeuge für runde Uhrengläser	71
	3.17.1. Greifer	71
	3.17.2. Vorspannringe.	72
3.18.	Vorrichtung zum Mechanisieren des Aufziehens.	74
3.19.	Mechanisiertes Polieren.	74
3.20.	Vorrichtung zum Aufreiben und Einpressen von KWM-Lagern	75
3.21.	Vorrichtung zum Führen von Reibahlen	77
3.22.	Bohrlehren für Werkplatten	77
3.23.	Spitzbohrer mit gekürzter Querschneide	78
3.24.	Bohrer ohne Querschneide	81
4.	Entwicklung von Arbeitshilfen für den Arbeitsplatz	83
<hr/>		
4.1.	Arbeitsplatte	83
4.2.	Aufnahmeteller für Armbanduhrgehäuse	83
4.3.	Serienreparaturgerät für Armbanduhren	84
4.4.	Serienreparaturgerät für Wecker	86
4.5.	Injektionsspritzen als Schmiermittelgeber	87
5.	Entwicklung von Arbeitshilfen zur Lagerung von Werkzeugen, Ersatzteilen und Uhren	89
<hr/>		
5.1.	Regale	89
5.2.	Konsolen	89
5.3.	Roste	89
5.4.	Förderband	90
5.5.	Kennzeichnung von Behältern durch Farbe, Bilder, Text	90
6.	Empfehlungen zum Drehen mit Hilfe des Kreuzschlittens	91
<hr/>		
6.1.	Erfahrungswerte für Schnittgeschwindigkeiten an blauhartem Stahl und anderen Werkstoffen.	91
6.2.	Geeignete Formgebung an Drehmeißeln, Anwendungsbeispiele	93
	6.2.1. Seitenmeißel	94

6.2.2.	Schlichtmeißel	95
6.2.3.	Stechmeißel, Bohrmeißel	96
6.3.	Drehmeißel-Werkstoffe	97
6.3.1.	Auswählen und Prüfen	97
6.3.2.	Eigenschaften und Einsatz	97
6.3.2.1.	In Wasser härtpbarer Stahl	97
6.3.2.2.	Schnellarbeitsstahl	98
6.3.2.3.	Hartmetall	98
6.4.	Anfertigen von Drehmeißeln	99
6.4.1.	Anfertigen des Rohlings	99
6.4.2.	Härten und Entspannen	101
6.4.3.	Schleifen des Drehmeißels	104
6.4.3.1.	Empfehlungen zu den Schneidewinkeln	104
6.4.3.2.	Schleifen des Rohlings	104
6.4.3.3.	Schleifen der Schneide an Werkzeugstahl- Drehmeißeln	105
6.4.3.4.	Schleifen und Läppen von Drehmeißelschneiden aus Hartmetall	106
6.4.4.	Erproben der Drehmeißel an ungehärteten und gehärteten Werkstoffen	108
6.5.	Beispiele für Fertigungs und Instandsetzungsarbeiten.	109
6.5.1.	Herstellen einer Unruhwellen aus blauhartem Stahl	109
6.5.1.1.	Auswählen und Härten des Werkstoffs	109
6.5.1.2.	Arbeitsschritte	109
6.5.2.	Herstellen einer Aufzugwellen aus ungehärtetem Stahl.	114
6.5.2.1.	Auswählen und Prüfen des Werkstoffes	114
6.5.2.2.	Arbeitsschritte	114
6.5.3.	Herstellen einer Federwellen	116
6.5.3.1.	Auswählen und Prüfen des Werkstoffes	116
6.5.3.2.	Arbeitsschritte	117
6.5.4.	Drehen von Trieben	124
6.5.4.1.	Werkstoff und Form der Drehmeißel	124
6.5.4.2.	Empfehlungen für das Einspannen der Triebe	125
6.5.5.	Ersetzen von Zapfen	125
6.5.5.1.	Allgemeine Grundsätze	125
6.5.5.2.	Arbeitsschritte beim Ersetzen des Zapfens einer Festminutenwellen	126
6.5.6.	Empfehlungen für das Seriidrehen	129
6.5.6.1.	Allgemeine Grundsätze	129
6.5.6.2.	Drehmeißel für das Seriidrehen	129

6.5.6.3.	<i>Einstellen der Drehmeißel</i>	130
6.5.6.4.	<i>Arbeitsschritte beim Drehen eines Ansatzteiles</i>	131
6.5.6.5.	<i>Arbeitsschritte beim Drehen einer Aufzugwelle</i>	132
7.	Empfehlungen zur Auswahl, Prüfung und Behandlung von Werkstoffen für Uhrenteile	135
<hr/>		
7.1.	<i>Auswählen und Prüfen von Messing</i>	135
7.2.	<i>Ursachen und Verhinderung des „Wachsens“ von Messing</i>	136
7.3.	<i>Berücksichtigen der Erscheinung des Alterns von Werkstoffen</i>	137
7.4.	<i>Ursache und Verhinderung des Zugfederbruchs</i>	140
7.5.	<i>Ursache und Verhinderung des Zapfenbruchs</i>	141
8.	Empfehlungen für das Organisieren der Werkstattarbeit	142
<hr/>		
8.1.	<i>Einzelreparatur</i>	142
8.2.	<i>Serienreparatur</i>	145
8.2.1.	<i>Einsatzbedingungen</i>	145
8.2.2.	<i>Arbeitsorganisation und Einsatz von Geräten</i>	146
8.3.	<i>Gruppenreparatur</i>	150
8.3.1.	<i>Einsatz von Transportmitteln</i>	150
8.3.2.	<i>Arbeitsorganisation</i>	151
9.	Organisationshilfsmittel	152
<hr/>		
	<i>Ersatzteilliste</i>	152
	<i>Wellenersatz im Austausch</i>	152
	<i>Kalkulation oft vorkommender Reparaturen</i>	153
	<i>Stempel</i>	153
	<i>Reparaturkarten</i>	154
	<i>Schreibabürzungen</i>	154
	Literatur- und Quellenverzeichnis	155
<hr/>		
	Sachwortverzeichnis	156
<hr/>		

3. Rationalisierungsmittel und Vorrichtungen für manuelle Arbeiten

3.1. Heft zum Aufziehen und Schrauben

Das Heft nach *Bild 3.1.* besteht aus Aluminium oder Buntmetall. Es ist gerändelt und hat an jedem Ende eine Bohrung. In der einen ist mit einer Schraube das Gewindestück eines zum Wecker passenden Aufzugschlüssels befestigt, in die andere Bohrung ist ein Stück Rundstahl mit angearbeiteten Dreikant eingepasst. Aus dem Gewindestück werden so viele Gewingegänge herausgebohrt, dass zum Auf- oder Abschrauben nur noch 3–4 Umdrehungen notwendig sind. Das Dreikant muss gehärtet und braun angelassen werden. Seine Spitze muss abgerundet sein, damit sie keine Verletzungen verursacht.

Das Heft spart das zeitraubende Auf- und Abschrauben des Aufzugschlüssels bei Weckern und ermöglicht ein schnelles Aufziehen der Zugfeder. Ferner können mit dem Dreikant am Heft Gewindebuchsen schnell aus- und eingeschraubt werden. Dazu setzt man das Dreikant in die Bohrung der Gewindebuchse mit nur so viel Druck ein, dass man sie mit ihm herausdrehen kann. Auf- und Abschrauben kann man am besten am runden Teil des mit Dreikant versehenen Rundstahls, der sich wegen seines kleinen Durchmessers schnell zwischen den Fingern drehen lässt.

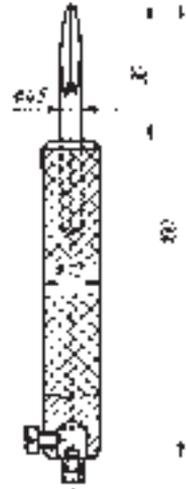


Bild 3.1. Gerändeltes Heft mit Gewindestück und Dreikant

3.2. Steckschlüssel

Bild 3.2.: 1 zeigt einen Steckschlüssel. Er besteht aus einem ca. 11 mm dicken Stiftenklöbchen, an welchem verschieden große Einsätze (2) ausgewechselt werden können, die verschiedene Schlüsselweiten haben. Das Auswechseln der Einsätze



*Bild 3.2. Steckschlüssel
1 Stiftenklöbchen mit Schlüsseleinsatz,
2 Schlüsseleinsatz,
3 Heft mit Schlüsseleinsätzen,
4 Muttern-Steckschlüssel*

erübrigt sich, wenn Hefte nach 3 verwendet werden. Sie haben an beiden Enden je einen festsitzenden Einsatz.

Da aber bei den meisten Reparaturarbeiten die Schlüsselmaße 2 – 3,5 – 5,0 – 5,5 und 6,0 mm vorkommen, werden nur zwei Hefte benötigt. Sie sind 100 mm lang, der Durchmesser des gerändelten Griffs beträgt 13 mm. Für die wenigen, übrigen Schlüsselmaße kann das Stiftenklöbchen 1 (*Bild 3,2.*) mit einem entsprechenden eingesteckten Einsatz verwendet werden. An allen Einsätzen ist vorn eine Fase anzudrehen, damit auch in Senkungen sitzende Muttern sicher gefasst werden können.

Steckschlüssel lassen sich aber auch schnell aus 8 mm Kupferrohr anfertigen 4. Sie sind vor allem für solche Muttern unentbehrlich, die auf lang hervorstehenden Schrauben sitzen. Für diese kann der Einsatz 3 nicht verwendet werden, da er wegen seines dünnen Schaftes keine tiefe Senkung haben kann. Zum Herstellen des Sechskants wird in das Kupferrohr ein entsprechender Stiftschlüssel für Innensechskantschrauben eingetrieben. Zur Erleichterung muss vorher am 5,5- und 6,0-mm-Stiftschlüssel vorn rundherum eine größere Fase angearbeitet werden. Für die 4,5- und 5,0 mm-Stiftschlüssel ist das Rohr allerdings zu weit, es muss folglich durch Zusammendrücken im Schraubstock und durch Hämmern an dem eingesteckten Schlüssel angearbeitet werden. Der gerändelte Griff wird fest auf das Rohr gezogen oder bei Erwärmung in der Flamme festgelötet. Dieser Schlüssel soll etwa 100 mm lang, der Durchmesser des Griffs etwa 13 mm sein.

Für Dauerbetrieb eignen sich die Steckschlüssel aus Kupfer allerdings nicht. Sie können aber zur weiteren Verwendung schnell wieder hergerichtet werden. Zum leichten Erkennen der Schlüsselmaße ist über jedes Ende der Hefte 3 und 4 ein kurzes Stück farbiger Isolierschlauch gezogen.

Mit den Steckschlüsseln können Sechskantmutter sicherer und schneller ab- oder festgeschraubt werden als mit Maulschlüsseln oder gar mit einer Zange, die außerdem Beschädigungen der Kanten hervorruft. Steckschlüssel ermöglichen ein schnelles Auf- und Abschrauben von Muttern bei der Großuhrenreparatur. Diese Steckschlüssel sind für Muttern, die in einer Senkung oder Aussparung sitzen, oder für solche, die sonst mit anderen Werkzeugen nicht gut erreicht werden können, unentbehrlich. Sie ermöglichen aber hauptsächlich ein flottes Arbeiten bei der Serienarbeit.

3.3. Großuhrschlüssel

Ein Großuhrschlüssel kann aus einem Kugeltürgriff aus Metall oder, wie *Bild 3.3* darstellt, aus Kunststoff mit Aluminium-Einsatz hergestellt werden. Der Flansch zum Anschrauben wird mit der Metallsäge abgeschnitten und dann ein Loch

zur Aufnahme des runden Teiles (Schaft) eines üblichen Vierkantschlüssels eingebohrt. Vom Schlüssel wird das flache Blatt entfernt, der Schaft wird in der Bohrung des Kugelgriffs mit einem blauharten Stift (Tamponstahl) oder durch Presssitz befestigt. Letztere Befestigungsart erfordert eine entsprechende Bohrung und einen unrund gefeilten Schaft.

Infolge des verhältnismäßig großen Umfangs gleitet der Griff des Großuhrschlüssels nach *Bild 3.3.* beim Entspannen mühelos in der Hand (größere Fläche – geringere Reibung je Flächeneinheit, ähnlich einer Kraftwagenbremse). Dabei kann ein Verletzen der Finger, wie es bei handelsüblichen Schlüsseln mit flachem Blatt beim Umgreifen möglich ist, nicht eintreten.

Der Großuhrschlüssel mit Kugelgriff dient einem gefahrlosen Entspannen von Großuhr-Zugfedern, aber auch zum Aufziehen. Zur Größenbezeichnung wird das Maß des Vierkants in den Kugelgriff eingeschlagen oder noch zusätzlich durch Farbe gekennzeichnet, für die Farbe muss zur besseren Haltbarkeit eine Senkung angebracht werden.

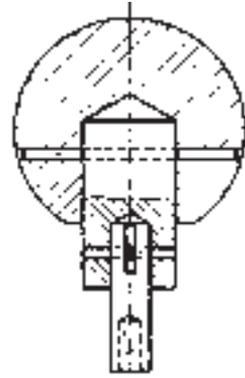


Bild 3.3. Großuhrschlüssel mit Kugelgriff

3.4. Haltwerkzeuge für Schlitzschrauben

Der Schraubendreher zum Festhalten (*Bild 3.4.*) besteht aus einem Holzstiel mit zwei Blattfedern. Sie spreizen sich vorn auseinander und halten so die Schraube durch Federkraft in ihrem Schlitz fest.

Tischuhren haben oft enge Rückwandöffnungen. Holzschrauben können beim Befestigen der Uhrwerke im Gehäuse weder mit der Pinzette noch von Hand eingeführt werden. Mit dem Festhalte-Schraubendreher können Holzschrauben durch alle engen Stellen eingeführt und auch einige Umdrehungen eingeschraubt werden. Zum weiteren Festschrauben wird dann ein normaler Schraubendreher verwendet.

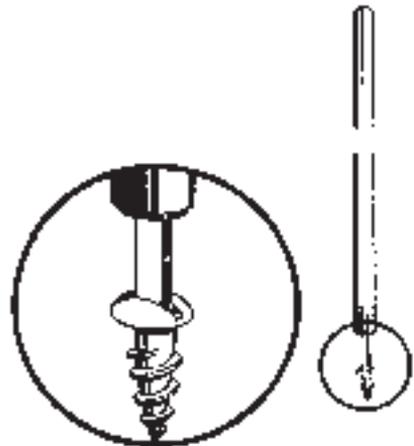


Bild 3.4. Festhalte-Schraubendreher

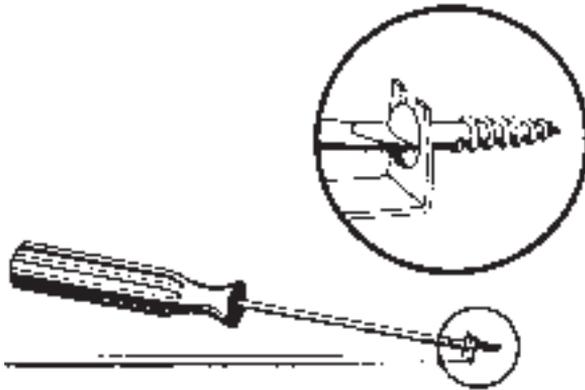


Bild 3.5 Schraubenhalter

Bild 3.5. zeigt einen Schraubenhalter, der aus einem Blechstreifen von etwa 1 mm Dicke, 12 mm Breite und 20 mm Länge besteht. Sein Ende, das im Winkel von 90° gebogen ist, hat einen etwa 3 mm breiten Schlitz zur Aufnahme der Schraube. Er ermöglicht das Halten und gleichzeitige Festziehen der Schrauben mit dem Schraubendreher. Außerdem kann die Schraube beim Einführen und etwaigen Anstoßen nicht fortspringen.

3.5. Hilfsmittel zum Schleifen

Das schnelle, sichere und vor allem gerade Schleifen einer zweckmäßigen Schraubendreherklinge ist durch das im Bild 3.6. dargestellte Hilfsmittel möglich. Infolge der Federung, die durch den langen Einschnitt entsteht, wird ein Schraubendreherheft in der entsprechenden Bohrung festgehalten.

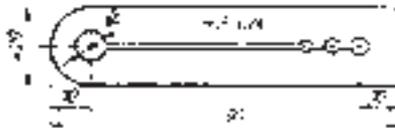


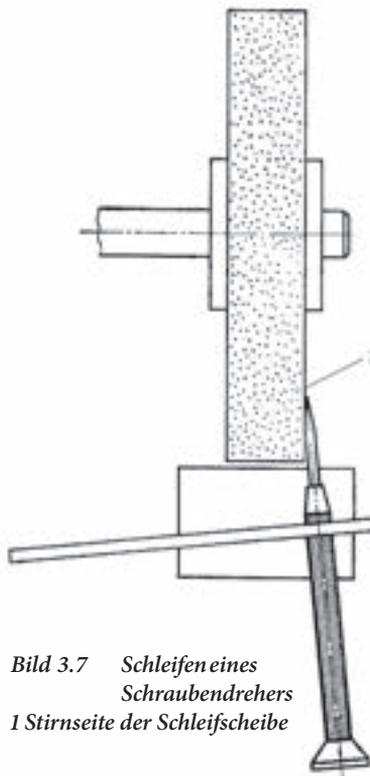
Bild 3.6. Zwinge zum Halten von Schraubendrehern beim Schleifen

Eine Schraubendreher-Zwinge nach Bild 3.6. kann aus gezogenem Stahlblech angefertigt werden. Nach Fertigstellung der äußeren Form bohrt man in engem Abstand auf der Mittellinie je nach Bedarf drei oder vier Löcher, entsprechend dem Durchmesser der Schraubendreherhefte. Die 8 mm-Bohrung dient nur zur besseren Federung. Der Einschnitt wird mit einer Metallsäge so geschnitten, dass er durch die Mitten aller Bohrungen läuft.

3. RATIONALISIERUNGSMITTEL UND VORRICHTUNGEN FÜR MANUELLE ARBEITEN

Für die Festigkeit der Schraubendreherklinge und grundsätzlich auch für die Bearbeitung ist die geradlinige Schleifmethode nach **Bild 3.7.** am günstigsten. Dabei wird an der Stirnseite **1** der Schleifscheibe geschliffen, wodurch man bei normaler Körperhaltung gut von oben sehen kann. Das wäre nicht so gut möglich, wenn Hohlungen auf dem Umfang der Schleifscheibe geschliffen werden; denn dadurch besteht die Gefahr, dass sie nicht die richtige Länge erhalten, ungleich lang werden oder nicht parallel zueinander stehen.

Die gerade geschliffenen Flächen haben gegenüber den hohlen den Vorzug, dass eine stumpfe Schneide, sofern sie nicht umfangreich ausgebrochen ist, auf einem feinkörnigen Handabziehstein aus Silizium-Karbid oder Korund durch wenige Züge gleich am Arbeitsplatz geschärft werden kann. Sie darf jedoch nur so oft nachgeschärft werden, dass keine deutlich sichtbare Verformung der Klinge und ihrer Schneide eintritt. Erhalten die beiden Flächen nahe der Schneide einen zu starken Neigungswinkel, jedenfalls weit mehr als 12° , so wird der Schraubendreher unbrauchbar. Er gleitet infolge der Kräfteverteilung an einer schiefen Ebene aus dem Schraubenschlitz. Hier hilft nur eine erneute vorschriftsmäßige Formgebung durch Schleifen an der Schleifscheibe, wodurch der Schraubendreher wieder für lange Zeit zufriedenstellend verwendet werden kann.



*Bild 3.7 Schleifen eines
Schraubendrehers
1 Stirnseite der Schleifscheibe*

3.6. Rundlaufgerät

Mit dem im **Bild 3.8.** dargestellten Rundlaufgerät, das schnell und einfach zu bedienen ist, können Unruhen mit nicht aufgeschnittenem Reif im eingespannten Zustand gerichtet werden, denn eingebohrte Zapfenschoner verhindern das Beschädigen der Zapfen oder gar ihren Bruch.

3. RATIONALISIERUNGSMITTEL UND VORRICHTUNGEN FÜR
MANUELLE ARBEITEN

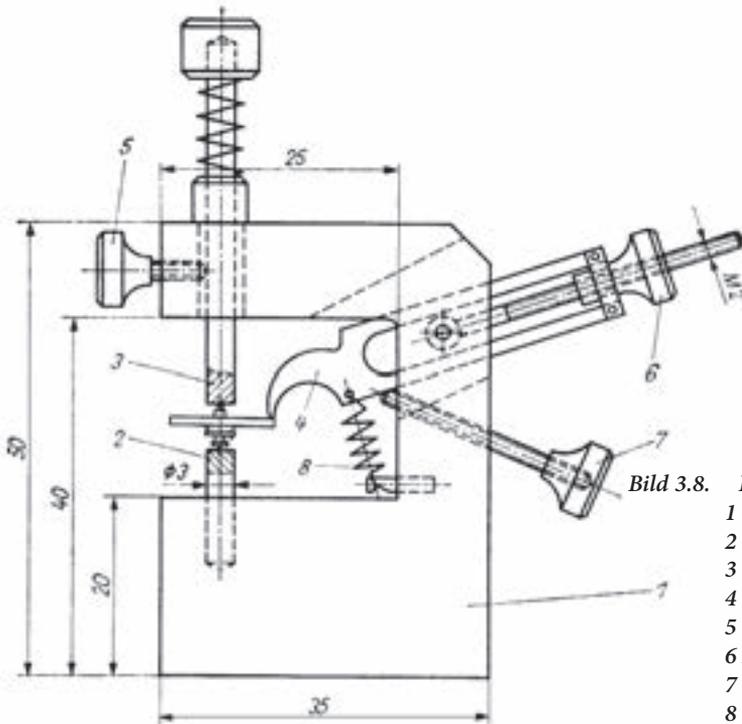


Bild 3.8. Rundlaufgerät
1 Gestell,
2 Bolzen,
3 Bolzen,
4 Lineal,
5 Rändelschraube,
6 Mutter,
7 Stellschraube,
8 Feder

Das Gestell 1 in *Bild 3.8.* besteht aus drei zusammengelöteten, 2 mm dicken Messingplatten. Die mittlere ist für die Durchführung des Lineales 4 entsprechend ausgespart. Im Gestell hat der Bolzen 2 festen Sitz und der Bolzen 3 Gleitsitz. Beide Bolzen haben je einen Zapfenschoner (Senkloch). Der Bolzen 3 kann mit der Rändelschraube 5 festgestellt werden. Das Lineal ist durch die Mutter 6 und durch die Stellschraube 7 verstellbar. Die Feder 8 zieht das Lineal an die Stellschraube heran. Es hat dadurch eine spielfreie Führung. Zusätzlich ist neben den beiden Zapfenschonern je ein kleiner Hohlkörner eingbohrt. Sie liegen genau übereinander und sind notwendig für Räder mit Ansatzzapfen und Unruhen, deren unterer Zapfen nur wenig über die Sicherheitsrolle hinausragt.

Das Richten des Unruhreifens erfolgt unmittelbar mit den Fingern oder durch das Lineal, welches mit der Federkraft von 8 und durch Herausrauben der Stellschraube 7 auf den Unruhreif drückt. Mit der Mutter 6 kann das Lineal auf den erforderlichen Durchmesser des Unruhreifens eingestellt werden.

Dieses Rundlaufgerät eignet sich am besten für das Richten von Unruhen