

**Dies ist ein Auszug aus einem Fachbuch,  
welches Sie hier erwerben können:  
[www.uhrenliteratur.de](http://www.uhrenliteratur.de)**

Michael Stern (Hrsg.)

# Lehrbuch für das Uhrmacherhandwerk

**BAND I**

Bearbeitet von  
**Gewerbeoberlehrer O. Böckle**  
und  
**Gewerbeoberlehrer W. Braun**

*mit 226 Abbildungen, 23 Tab./Tafeln, 520 Stichwörtern*

**HALLE (SAALE) 1951**

+

**BERLIN 2018**



**www.uhrenliteratur.de**

**Reprint**

Dies ist ein Auszug aus einem Fachbuch,  
welches Sie hier erwerben können:  
[www.uhrenliteratur.de](http://www.uhrenliteratur.de)

© [www.uhrenliteratur.de](http://www.uhrenliteratur.de)

## **Inhaltsverzeichnis**

Vorwort	13
---------	----

### **I. Teil**

<b>Grundlagen der Werkstoffkunde</b>	15
--------------------------------------	----

Rohstoffe – Werkstoffe – Hilfsstoffe	15
--------------------------------------	----

<b>Aufbau der Stoffe</b>	16
--------------------------	----

Molekel ( <i>Molekül</i> ) – Atom	16
-----------------------------------	----

Kristall	17
----------	----

<b>Zustandsformen der Körper</b>	19
----------------------------------	----

Zusammenhangskraft – Kohäsion	19
-------------------------------	----

<b>Mechanische Eigenschaften der Körper</b>	20
---	----

Festigkeit	20
------------	----

Zugfestigkeit	21
---------------	----

Dehnbarkeit	22
-------------	----

Härte	23
-------	----

Spannkraft	24
------------	----

Zähigkeit und Sprödigkeit	26
---------------------------	----

Anhangskraft – Adhäsion	26
-------------------------	----

Reibung	27
---------	----

Haarröhrchenanziehung ( <i>Kapillarität</i> )	27
---	----

Wichte ( <i>Dichte</i> )	28
--------------------------	----

Der Einfluß der Wärme auf den Werkstoff	29
---	----

Ausdehnung durch Wärme	29
------------------------	----

Wärmemessung	32
--------------	----

<b>Das Verhalten der Stoffe zueinander</b>	33
--	----

Das Wesen der Stoffe	33
----------------------	----

Chemische Verbindung	34
----------------------	----

Chemische Zersetzung	34
----------------------	----

Mischungen, Lösungen	35
----------------------	----

Chemische Verwandtschaft	35
--------------------------	----

<b>Einige für den Uhrmacher wichtige Stoffe</b>	35
---	----

Sauerstoff (O)	35
----------------	----

Wasserstoff (H)	37
-----------------	----

Kohlenstoff (C)	38
-----------------	----

Stickstoff (N)	38
----------------	----

Schwefel (S)	39
--------------	----

Chlor (Cl)	39
------------	----

Natrium (Na)	39
--------------	----

Kalium (K)	39
------------	----

Säuren, Basen, Salze	40
----------------------	----

<b>Einige vom Uhrmacher verwendete Säuren</b>	41
Salzsäure (HCl)	41
Schwefelsäure (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	41
Salpetersäure (HNO <sub>3</sub> )	42
Was sorgfältig zu beachten ist	42
<b>Über Normung zur Leistungssteigerung</b>	43
<b>Werkstoffe</b>	47
<b>Eisen</b>	47
Vom Eisenerz zum Stahl	48
Vorkommen	48
Vorbereitung des Erzes	48
Ausschmelzen im Hochofen	48
Roheisen	49
Stahlgewinnung	50
Umwandlung des Roheisens zu Stahl	50
Normung des Stahls	51
Weiterverarbeitung des Stahls	52
Tiegelstahl	52
Legierte Stähle	54
Elektrostahl	54
<b>Für den Uhrmacher wichtige Stahl- und Eisensorten</b>	54
Kohlenstoffstähle	54
Das Glühen	55
Das Härten	56
Das Anlassen	58
Fehler beim Härten und Anlassen	58
Edelstähle	60
Gußeisen	60
Temperguß	61
Eigenschaften und Verwendung der verschiedenen Eisensorten	62
<b>Nichteisenmetalle</b>	63
Kupfer	63
Zink	64
Zinn	66
Blei	66
Quecksilber	67
Nickel	68
<b>Leichtmetalle</b>	69
Aluminium	70
Magnesium	72
<b>Edelmetalle</b>	72
Gold	72

Silber	76
Platin	78
<b>Metalllegierungen</b>	79
Kupferlegierungen	79
Nickel-Stahl-Legierungen	82
Zinklegierungen	82
Leichtmetalllegierungen	83
Berylliumlegierungen	83
<b>Nichtmetallische Austauschstoffe</b>	84
Kunstharze und Preßstoffe	84
Härtbare Kunstharze und Preßstoffe	84
Nicht härtbare Kunststoffe aus Zellulose	86
Nicht härtbare Kunststoffe aus Kohlenwasserstoffen	86
<b>Hilfsstoffe</b>	
Schmiermittel	
Pflanzen- und tierische Öle	88
Mineralöle	88
Synthetisches Öl	92
Schleif- und Poliermittel (Wirkung, Arten)	93
Natürliche Schleif- und Poliermittel	95
Künstliche Schleifmittel	96
Verwendung	96
Reinigungsmittel	98
Fettlösende Wirkung	98
Oxydentfernende Wirkung	101
Nachbehandlung durch Spülen	101
Trocknen	101
<b>Edelsteine</b>	102
Rubin und Saphir	103
Synthetischer Rubin	103
Diamant	104
Granat	104
Achat	104
<b>Leuchtfarben</b> (Wirkung, Verwendung, Gewinnung)	105

## II. Teil

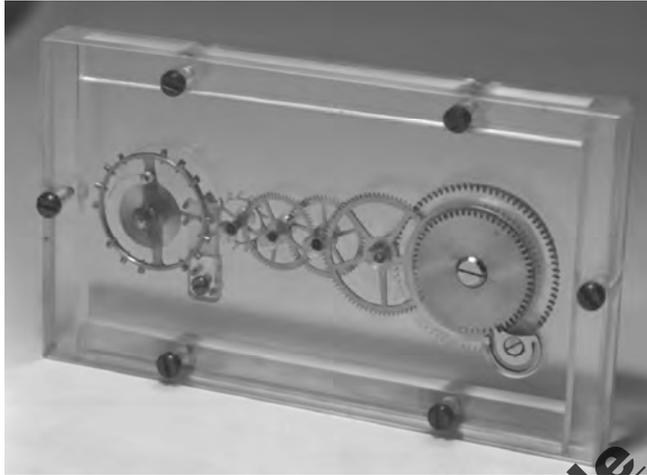
<b>Allgemeines über Grundforderungen</b>	109
<b>1. Grundforderung: Biegen, Sägen, Scheren, Feilen</b>	111
Das Biegen	111
Das Sägen	112
Das Scheren	113
Das Feilen	114

1. Das Feilen an sich	114
2. Das Flachfeilen	118
3. Neigung der flachgefeilten Flächen	119
4. Bedingung des Messens	120
Übungsarbeiten	121
<b>2. Grundforderung: Das Bohren</b>	123
Bohrerarten und Bohreranfertigung	123
Spitzbohrer	125
Härten und Anlassen der Bohrer	126
Härten sehr kleiner Bohrer	126
Spiralbohrer	127
Die Schleifarbit	128
Umdrehungszahlen des Bohrers	128
Senken	129
Übungsarbeiten	130
<b>3. Grundforderung: Das Drehen</b>	131
1. Das Drehen an sich	131
2. Das Runddrehen	136
3. Das Formdrehen	137
4. Bestimmte Abmessungen	137
<b>Das Drehen mit dem Handstichel</b>	137
Schnittgeschwindigkeit	138
Antriebsvorrichtung	140
<b>Das Drehen mit dem festen Stichel (Support)</b>	142
Drehübungen mit dem Support	145
Beispiele	147
Plandrehen	147
Durchmesser drehen	147
Das Spannen der Werkstücke	147
Anwendung der Lackscheiben	149
1. Rundsetzen	150
2. Plandrehen	150
3. Umfang drehen	150
4. Lochaufdrehen	150
5. Kantenbrechen an Loch und Umfang	151
6. Kegeldrehen	151
<b>4. Grundforderung: Gewindeschneiden</b>	153
Das Schneideisen und seine Anwendung	155
Die Anfertigung eines Gewindebohrers	159
Die Schneidkluppe	160
<b>5. Grundforderung: Glühen, Härten, Anlassen</b>	162
Das Glühen	162

Das Härten	163
Das Härten ( <i>Kaltverfestigen</i> ) von Nichteisenmetallen	163
Das Härten von Stahl	164
Härteprüfung	166
Anlassen	166
<b>6. Grundforderung: Messen, Anreißen, Einpassen</b>	<b>168</b>
Messen	168
Die Schieblehre ( <i>Messschieber</i> )	168
Das Tastermaß (Zehntelmaß)	170
Das Mikrometer	170
Die Mikrometerschraube ( <i>Bügelmessschraube</i> )	171
Die Fühlerlehre	171
Der Federtaster	171
Die Maßzapfen (Kalibermaße)	171
Winkelmesser mit Gradeinteilung	173
Anreißen (Reißnadel, Körner, Lineal, Spitz- und Kegelzirkel und Eingriffszirkel)	174
Der Eingriffszirkel	175
Einpassen	176
<b>7. Grundforderung: Schleifen und Polieren</b>	<b>180</b>
Schleif- und Poliermittel	180
Arbeitsverfahren	182
Schleif- und Polierplatten	182
Schleif- und Polierfeilen	183
Schraubengewinde (Ausschleifen und Polieren des Kopfes)	183
Druckpolitur	184
Behandlung der Schleifsteine	185
<b>8. Grundforderung: Abgleichen (Regulieren), Feinstellen</b>	<b>187</b>
I. Normalzeit	187
II. Stand und Gang der „Uhr“	187
III. Aufschreiben der Beobachtungen	188
IV. Fehlerbeseitigung	192
Winke, um das Abgleichen der Uhren zu beschleunigen	197
Abhorchen	198
Hilfstabelle für das Abgleichen	199
Abgleichen mit der Zeitwaage	200
Lagerung der Gangregler	201
Die Drahtösenaufhängung	201
Die Fadenaufhängung	201
Die Schneidenaufhängung	202
Die Federaufhängung	202
Stellung und Lage der Aufhängung	202
Die Lagerung der Federkraftpendel (Unruh)	203

Die Spiralfeder	203
Kompensation	205
<b>9. Grundforderung: Fachzeichnen</b>	<b>207</b>
I. Allgemeine Kenntnisse vom technischen Zeichnen	208
Zusammenstellung der wichtigsten Bezeichnungen und Kurzzeichen	209
Das Zeichengerät	210
Geometrische Hilfen, um Winkel genau aufzuzeichnen	211
II. Darstellendes Zeichnen (Projektion)	213
III. Aufbauendes Zeichnen (Konstruieren)	216
A) Verzahnungen (Zahnradgetriebe)	216
B) Hemmungen	222
a) in Großuhren	222
b) in Kleinuhren	226
C) Schaltvorgänge	234
Schaltwerke	235
Feststellwerke	236
1. Bremsen	236
2. Rastwerke	238
3. Verriegelungen	240
4. Gesperre	241
Stichwörterverzeichnis	243
Verzeichnis der Tabellen	248

© [www.uhrenliteratur.de](http://www.uhrenliteratur.de)



Das Plexiglas-Gehäuse gestattet klaren Einblick in das Werk.  
(Original-Bild aus Jendritzki-Archiv)  
Abb. 64

## Hilfsstoffe

### Schmiermittel<sup>32</sup>

Die Uhr, als eine in dauernder Bewegung befindliche Maschine, hat für den Besitzer nur dann Wert, wenn ihr Ablauf in vollkommener Gleichförmigkeit und Zuverlässigkeit für lange Zeitspannen vor sich geht. Alle Störungen, die besonders an den vielen Gleitflächen der Lager auftreten können, müssen wir zu verhindern oder wenigstens auf das geringstmögliche Maß zu bringen suchen. Die Möglichkeit hierzu ist uns gegeben (Abb. 65).

1. durch Hochglanzpolitur und Dichtung (Druckpolitur) der Gleitflächen,
2. durch Zusammenarbeitenlassen von zwei harten Werkstoffen mit verschiedenem Gefüge und
3. durch Zwischenschalten eines schlüpferigen Schmiermittels zwischen die Flächen.

Bei letzterem werden die Gefügewischenräume der Oberfläche ausgefüllt, die Verflechtung der Gefügeteile und die Spannung zwischen beiden Gleitflächen wesentlich vermindert. Das Wissen um die Zusammensetzung, die Wirkung und Anwendung der Schmiermittel ist für den Uhrmacher von größter Bedeutung.

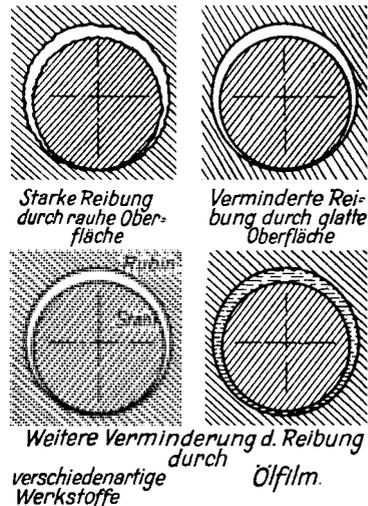


Abb. 65

<sup>32</sup> Bitte beachten Sie hier auch die neuere Literatur, z. B. „Die Armband- und Taschenuhr in der Reparatur“. Schmierpläne finden Sie auch unter [www.info-uhren.de](http://www.info-uhren.de).

### **Pflanzen- und tierische Öle**

Die Schmieröle können entweder mineralischer, pflanzlicher oder tierischer Herkunft sein. Zu ersteren gehören die Öle, die als Mineralöle bezeichnet, aus Erdöl oder aus den Teeren von Steinkohlen, Braunkohlen oder Schiefer gewonnen werden. Die Pflanzenöle, gewonnen durch Ausdämpfen und Auspressen der Samen fetthaltiger Pflanzen (Rüböl, Rizinusöl, Olivenöl u. a.) finden in der Uhrmacherei weniger Verwendung, wenn doch, dann wegen ihrer größeren Schlüpfrigkeit und Haftfähigkeit zum Schmieren großer Uhrwerke oder zum Fettermachen der Mineralöle.

Die größte Bedeutung haben für uns die Öle tierischen Ursprungs. Das bekannte Knochen- oder Klauenöl wird in der Hauptsache aus den Fettdrüsen der Rinder- und Hammelfüße gewonnen. Dabei muß beachtet werden, daß das Auskochen des Rohöls unmittelbar nach der Schlachtung erfolgt, weil bei eintretender Verwesung des Rohstoffes die Säurebildung es für die Herstellung der feinen Uhrenöle unbrauchbar macht. Nach sorgfältigster Auswahl aus den Rohölbeständen in bezug auf Säurefreiheit wird durch mehrfaches Filtern, Entsäuren, Bleichen, Kältebehandlung bis zu 24° C und Auspressen der in der erstarrten Masse noch flüssig gebliebenen Öltröpfchen ein feines Öl gewonnen, das die für die Schmierung der Uhren wertvollen Eigenschaften aufweist. Sorgfältigste Behandlung und Schutz gegen Staub, Licht und Feuchtigkeit beim Lagern, bei der Verpackung und beim Versand gewährleisten einwandfreieste Beschaffenheit des Öls.

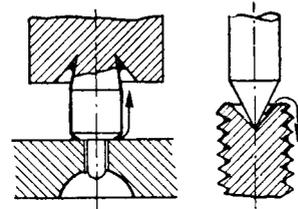
Eigenschaften: Es handelt sich bei diesem Öl um ein fettes Öl, das sich ganz besonders durch seine hohe Schlüpfrigkeit (Fettigkeit) und Haftfähigkeit auf der Unterlage auszeichnet und, durch innere Vorgänge bewirkt, im ausgeprägt gewölbten Tropfen auf der Unterlage verbleibt. Neben diesen wertvollen Eigenschaften besitzen die „fetten Öle“ jedoch den Fehler, daß sie leicht mit Sauerstoff Verbindungen eingehen und dadurch ihren ursprünglichen Zustand und ihre Haltbarkeit ändern. Durch Feuchtigkeit und chemische Einflüsse aus der Luft oder durch Rückstände von ungeeigneten Reinigungsmitteln kann die Zersetzung beschleunigt werden. Aber auch das Lagermetall selbst, das Messing oder der in der Massenfabrikation für Körnerschrauben und Zylinder vielfach benutzte Automatenstahl, kann infolge mikroskopisch feiner Einlagerungen von geringen Mengen Schwefel und Phosphor die Zersetzung beschleunigen und zum Dickwerden des Öls, vom Uhrmacher fälschlicherweise „Verharzen“ genannt, führen. Der Zapfen bleibt kleben, und der Sinn der Schmierung ist hinfällig. Diesem Übelstand können wir dadurch entgegenzutreten, daß wir durch Mischung mit Mineralöl, also durch eine Minderung des Anteils an fettem Öl, für die Zersetzung weniger empfindlich gemachte Öle benutzen. Reines Klauenöl wird heute nur noch zur Schmierung der Ankerpaletten in Taschen- und Armbanduhren benutzt.

### **Mineralöle**

Die aus dem Erdöl oder bei der Kohleverarbeitung erstellten und sorgfältig raffinierten Mineralöle, in der Hauptsache Kohlenwasserstoffverbindungen, widerstehen außerordentlich gut derartigen Zersetzungen; sie haben jedoch den Nachteil, daß sie sich auf die Umgebung des Lagers in hauchdünner Schicht verteilen, breitlaufen und an den Wellen hochziehen. Das Lager ist in kurzer Zeit trocken, dem Verschleiß durch direkte Reibung

ausgesetzt und im Wert gemindert. Der Uhrmacher spricht vom Verdunsten des Öls, während es sich in Wirklichkeit in der ganzen Umgebung verteilt hat und nicht dort ist, wo es gebraucht wird und hingebraht war (Abb. 66).

Das dünnflüssige Mineralöl ist daher rein für Uhren nicht verwendbar, dickflüssigeres und nicht so stark breitlaufendes jedoch hin und wieder da geeignet, wo es in der Hauptsache auf die Unveränderlichkeit des Schmiermittels ankommt (Körnerschraubenlagerfett – Vaseline).



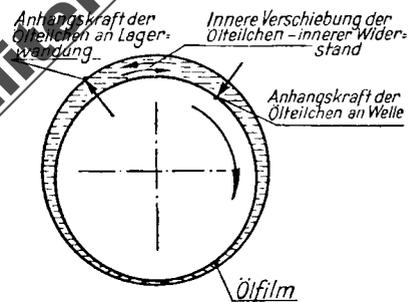
Trockene Lager durch verlaufendes Öl

Abb. 66

Die Dickflüssigkeit der Mineralöle, steigend bis zu Fett, ist abhängig von dem Verhältnis der in der Molekel enthaltenen Kohlenstoffatome zu den Wasserstoffatomen.

Bei der Uhrenölfabrikation werden die Vorzüge beider Ölgattungen vereinigt und der günstigste Wirkungsgrad durch ein entsprechendes Mischungsverhältnis zu erreichen gesucht. Mehr tierisches Öl macht das Gemisch fetter, haftfähig und zusammenbleibend, jedoch auch für Zersetzung empfindlicher; mehr Mineralöl steigert die Widerstandskraft gegen die Zersetzungseinflüsse, macht es aber geneigter zum Verlaufen. Auch der Flüssigkeitsgrad des Öls (Viskosität) spielt eine Rolle. Von ihm hängt der innere Widerstand ab, den die einzelnen Ölteilchen der gegenseitigen Verschiebung infolge der Bewegung der Gleitflächen entgegensetzen (Abb. 67).

Bei der in der Uhrmacherei üblichen Seitenluft des Zapfens im Lager liegt der belastete Zapfen auf der einen Seite an der Lagerwand an und könnte unmittelbar reibend wirken. Hier muß die Schlüpfrigkeit des feinen, jedoch genügend starken Ölfilms, der der Belastung entsprechend so dickflüssig sein soll, daß er nicht verdrängt werden kann, die Reibung überwinden. Auf der gegenüberliegenden Seite bildet sich ein mondichelartiger, mit Öl angefüllter Raum, in dem die innere Reibung des Schmiermittels durch das Haften an den aneinander entlang bewegten Flächen Kraft verbraucht. Dieser zusätzliche Kraftverbrauch ist größer bei dickflüssigem, geringer bei dünnflüssigem Öl. Es ist daraus leicht einzusehen, daß wir für weniger belastete und schneller umlaufende Lager (Zwischenrad-, Sekundenrad- und Steigradzapfen) ein dünnflüssigeres, für stärker belastete und sich langsam drehende Lager (Federhaus- und Mittelradzapfen) ein dickflüssigeres Schmiermittel, ja für die Aufzugpartie ein Fett benutzen müssen. Auch für die Schmierung der Zugfeder wird ein Fett, dem eventuell technisch reiner Graphit beigefügt sein kann, empfohlen. (Erkenntnis aus Versuchen mit verschiedenen Schmiermitteln).



Zu dünnes Öl wird durch Zapfendruck fortgepreßt, Werkstoffreibung; zu dickflüssiges Öl ergibt Kraftverlust.

Abb. 67

Dieser zusätzliche Kraftverbrauch ist größer bei dickflüssigem, geringer bei dünnflüssigem Öl. Es ist daraus leicht einzusehen, daß wir für weniger belastete und schneller umlaufende Lager (Zwischenrad-, Sekundenrad- und Steigradzapfen) ein dünnflüssigeres, für stärker belastete und sich langsam drehende Lager (Federhaus- und Mittelradzapfen) ein dickflüssigeres Schmiermittel, ja für die Aufzugpartie ein Fett benutzen müssen. Auch für die Schmierung der Zugfeder wird ein Fett, dem eventuell technisch reiner Graphit beigefügt sein kann, empfohlen. (Erkenntnis aus Versuchen mit verschiedenen Schmiermitteln).

Bei dem Hemmungseingriff kleinster Armbanduhwerke muß mit Rücksicht auf die geringe Kraft jedoch ein dünnflüssigeres Öl (Nr. 1) verwendet werden. Ebenso ist darauf zu achten, daß beim oberen Ankerzapfen das Öl nur in ganz geringer Menge, die etwa einem Einfetten entspricht, angebracht wird (Schutz gegen Verlaufen).

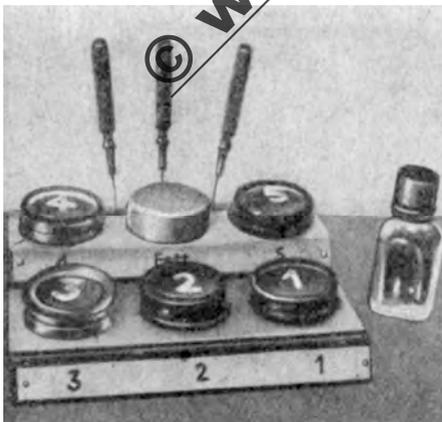
Die Heblflächen der Hemmungen erfordern ein fettes Öl (Gangöl), das sehr schlüpfrig ist,

gut haftet und nicht verdrängt wird. Hier ist die Zersetzung des Öls weniger zu befürchten, weil es, infolge der Güte des Steigradmaterials, auf reinem Stahl und Stein arbeitet. Bei den Mischungen der Öle ist weiterhin darauf Rücksicht genommen worden, daß sie sich bei Temperaturänderungen möglichst wenig in ihrem Flüssigkeitsgrad ändern. Jede derartige Änderung würde den inneren Widerstand steigern bzw. mindern und Gangschwankungen zur Folge haben.

Um in der wichtigen Frage der Schmierung den Uhrmachern die Möglichkeit zu geben, an den jeweiligen Schmierstellen das richtige Öl zu verwenden, sind von führenden Fachleuten des Uhrmacherhandwerks mit den bekannten deutschen Uhrenölfabrikanten Vereinbarungen über folgende Nummern- und Farbenbezeichnungen der normalen Ölsorten getroffen worden:

Nummer	Farbe des Flaschenschildes und des Ölnäpfchens	Verwendungszweck des Öles
Ölsorte 1 . . .	grün	a) für sämtliche Lager in Armbanduhrn unter 6''' , also sowohl für die Hemmung als auch für das Räderwerk; b) nur für die Hemmung in Armbanduhrn über 6''' und in Herrentaschenuhren;
Ölsorte 2 . . .	rot	für das Räderwerk in Armbanduhrn über 6''' ;
Ölsorte 3 . . .	blau	für das Räderwerk in Taschenuhren;
Ölsorte 4 . . .	gelb	für die Hemmung in Großuhren;
Ölsorte 5 . . .	klar	a) für das Räderwerk in Großuhren; b) für das Federhaus in Taschenuhren und Armbanduhrn.

(aktuelle Schmierpläne s.: [www.info-uhren.de](http://www.info-uhren.de))



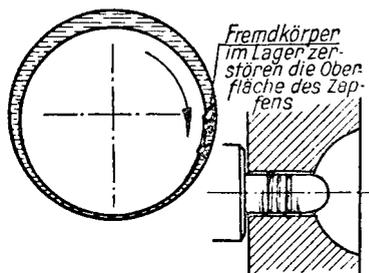
Der Ölblock.  
Abb. 68

Vom Furniturrenhandel werden Ölblocks bzw. Ölbestecke in den Handel gebracht, die jeweils fünffarbige, geschlossene Ölnäpfchen sowie ein Näpfchen für Remontoir-Fett enthalten (Abb. 68). Die Etiketten der Ölflaschen und der Kartons werden der Farbe der Ölnäpfchen soweit wie möglich angepaßt.

### Behandlung

Den im Handel befindlichen Ölen können wir das Vertrauen entgegenbringen, daß sie in bezug auf die genannten Eigenschaften in Ordnung sind. Ein vorhandener Säuregehalt von 0,2 bis 0,3 % hat praktisch keine Bedeutung.

Um Mißerfolgen beim Ölen vorzubeugen, liegt es zum größten Teil an uns, die Öle richtig anzuwenden und zu behandeln: Für jede Gleitstelle ist das passende Öl auszuwählen, bedingt durch den auftretenden Druck, die Geschwindigkeit der Zapfenbewegung und die Art des Lagermaterials. Die Ölmenge muß genügend groß sein; ein Zuviel fördert das Verlaufen und Verharzen, ein Zuwenig verhindert die Erfüllung der Aufgabe der Schmierung. Fremdkörper in Form von Staub, Schmutz, Metallspänchen, Wasser oder chemischen Stoffen, oft vom Ölgeber herrührend, müssen unbedingt ferngehalten werden (Abb. 69).



Nur Sorgfalt und peinlichste Sauberkeit können die Uhr vor diesen Zerstörungen bewahren.

Abb. 69a

Eine beschleunigte Zersetzung des Öls, Bildung von freier Fettsäure und Beschädigung der Gleitflächen wäre bei Außerachtlassung der Sorgfalt die unausbleibliche Folge. Im Interesse der Haltbarkeit müssen wir das Öl dicht verschlossen, kühl, vor Licht und Feuchtigkeit geschützt und auch nicht zu lange aufbewahren. Bei Vernachlässigung dieser Forderungen dürfen wir uns nicht über auftretende Zersetzungserscheinungen wundern (Abb. 70).

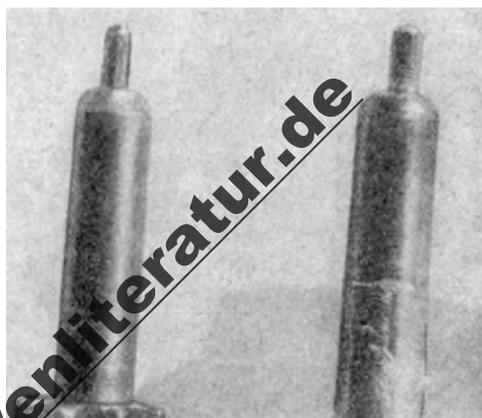


Abb. 69b

Beim Gebrauch sollen wir dem Ölvorrat nur die Menge entnehmen, die voraussichtlich in kürzerer Zeit (mindestens alle 8 Tage Erneuerung) verbraucht wird, und diese auch nur in dicht verschließbaren Glas- oder Achatnäpfchen aufbewahren. Reste dürfen wir auf keinen Fall in den Vorrat zurückbringen, auch nicht das Ölnäpfchen beim Neufüllen ungereinigt lassen. Auch soll das Alter der Vorratsflasche 1 Jahr nicht übersteigen. Als Material für den Ölgeber ist Stahl zu empfehlen, weil der Messingölgeber sich leicht im Napf abstößt und die Spänchen das Öl zersetzen (Abb. 71).



Sorgfalt bei der Aufbewahrung des Öls erspart Verdruß.  
Abb. 70

Bei jeder Reparatur müssen wir die Lager auf das gründlichste reinigen, jedoch hierbei das weniger gute Benzin ausschalten, weil es Rückstände hinterläßt, die dem Öl schädlich sind und das Verlaufen begünstigen. Geeigneter sind Seifenlauge mit etwas Salmiakgeist oder einige im Handel erhältliche Mittel, in neuester Zeit Henkels P3 und andere empfohlen, wobei zum Schluß immer sorgfältigste Befreiung von Wasser durch



Größe, Form, Material und Sauberkeit des Ölgebers müssen wir sorgsam beachten.  
Abb. 71

Feinsprit oder gründlichstes Auswaschen und vollkommene Trocknung in harzfreien Sägespänen oder besser in einem warmen Luftstrom zu beachten sind.

In erster Linie den viel verwendeten Körnerlagern haben wir besonderes Augenmerk zu schenken. Bei ihnen muß jede Spur von Eisenoxyd und Schleifresten beseitigt sein, weil sonst ein mit tierischem Öl gemischtes Öl bald verdicken, ein mehr Mineralien enthaltendes Öl aber abwandern würde.

### Synthetisches Öl

Hier hat uns die letzte Zeit ein neues Öl beschert, das synthetische Öl. Es ist kein Öl im Sinne der natürlichen Öle, sondern es ist eine künstlich zusammengestellte Flüssigkeit (Trikesylphosphat), die durch ihren Gehalt an Kohlenwasserstoffverbindungen eine den Ölen ähnliche, jedoch geringere Schmierkraft besitzt, also an den Gleitflächen nur wenig haftet. Es zeichnen aber dieses Öl mehrere wertvolle Eigenschaften aus: das Zusammenhalten im Tropfen, das das Abwandern bei normaler Temperatur verhindert, die Unempfindlichkeit gegen schädigende Einflüsse der Luft und des Gleitflächenmaterials, keine Verdickung nach längerer Zeit und eine Erstarrungstemperatur unter  $-10^{\circ}\text{C}$ . Es ist sogar bei dem häufig schädliche Stoffe einschließenden Automatenstahl (S und P) als Körnerlager- und Zylinderöl 1929 mit Erfolg verwendbar. Der Nachteil der geringeren Schmier- und Haftfähigkeiten, die jedoch zur Verwendung für geringen Druck in Armbanduhren ausreichen, kann für die Behandlung der Taschenuhren durch Mischung mit einem geringen Hundertsatz von fettem Öl, etwa 10 %, brauchbar gemacht werden.<sup>33</sup>

Vorsicht im Gebrauch des synthetischen Öls müssen wir beachten bei Uhren, deren Werkplatten mit einem Nitrozelluloselack, vornehmlich Zaponlack, überzogen sind. Das synthetische Öl löst diese Lackschicht leicht auf, und es wird durch deren Aufnahme klebrig. In neuerer Zeit sucht die Forschung durch Zusammenarbeit von Lack- und Uhrenfachleuten Lacke zu erstellen, die quell- und auflösungsfest sind.

Wir sehen, daß der größte Teil der Mängel durch unser Verschulden entstehen kann, darum öle mit Sorgfalt und Verstand!

<sup>33</sup> Öle sollten nie untereinander gemischt werden. Heute stehen für jeden nur denkbaren Verwendungsprozess spezielle Öle und Fette zur Verfügung. Aktuelle Schmierpläne (Stand 2003) finden Sie unter [www.info-uhren.de](http://www.info-uhren.de).

## Schleif- und Poliermittel

Bei der Neuanfertigung oder Reparatur von Uhrteilen haben die Schleif- und Poliermittel für uns eine ganz besondere Bedeutung. Geben sie uns doch die alleinige Möglichkeit, ganz winzig dünne Schichten vom Material abzunehmen. Hierdurch können wir dem Stück ein schönes Aussehen und die Gebrauchsfähigkeit geben durch Schaffung einer glatten Oberfläche und Herstellung des ganz genauen Maßes, wie es bei den Wellen, Heblflächen, Zapfen und anderen verlangt wird.

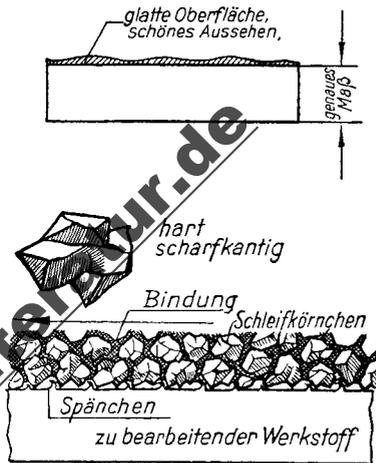
### Wirkung

Bei der Abnahme größerer Werkstoffteilchen sprechen wir in der Werkstatt vom eigentlichen Schleifen, dagegen, wenn der Vorgang durch äußerst geringe Spanabnahme durch feinste Schleifmittel erfolgt, vom Polieren. Das ist nicht ganz richtig. Bei letzterem wird die glatte, hochglänzende Fläche mehr durch ein Glätten, durch Verschieben der Gefügeteilchen an der Oberfläche, erzeugt.<sup>34</sup>

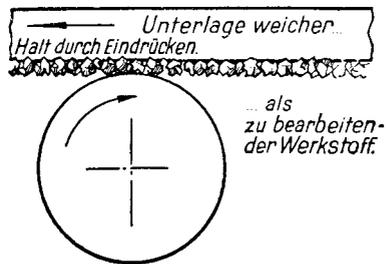
Die Wirkung der Schleifmittel beruht auf der Spanabnahme. Daher müssen sie, ähnlich den spanabhebenden Werkzeugen, eine größere Härte als die des zu bearbeitenden Materials aufweisen, keilförmige und scharfkantige vorstehende Schneidkanten haben und auf einer geeigneten Unterlage befestigt sein. Es wirken statt einer oder einzelner Schneiden tausende solcher neben-, hinter- und nacheinander (Abb. 72).

Während im allgemeinen die Schleifkörner in natürlicher oder künstlicher Weise durch ein Bindemittel zu runden Scheiben, flachen und eckigen Stücken oder auf Papier, Leinen oder Holz geklebt zusammen- oder festgehalten werden (Schmirgelstein, Schmirgellatte), tragen wir bei den feinsten Arbeiten das Schleifmittel als innig gemischten Brei in hauchdünner Schicht auf eine Unterlage, die Schleif- oder Polierfeile, auf (Abb. 73).

Durch deren geringere Härte erhalten die Schleifteilchen infolge des Eindrückens in ihr einen festen Sitz und können beim Vorbeigleiten am Stück so lange spanabhebend wirken, bis sie infolge Stumpfwerdens durch den erhöhten Widerstand losgerissen werden und den dahinterliegenden scharfen Körnern die weitere



Die Wirkung des Schleifmittels.  
Abb. 72



Nur bei richtiger Härte der Unterlage können die Schleifkörper den notwendigen Halt bekommen.  
Abb. 73

<sup>34</sup> Schleifen gehört technologisch nach DIN 8580 zum Trennen in der Untergruppe „Spanen mit geometrisch unbestimmter Schneide, mehrschneidig“. Dabei ist der Spanwinkel meist negativ >> schabende Wirkung.

Werkstückes der Körpergröße angepaßt ist, so wird die Feile gerade auf der zu bearbeitenden Fläche aufliegen. Aber meistens wird die Arbeitsfläche niedriger liegen und es muß mit der Feile tiefer gegangen werden. Hierbei entsteht ein großer Fehler. Meist wird einfach die Feile gesenkt und dadurch die waagerechte Lage von Unterarm und Feile verdorben (Abb. 97b).

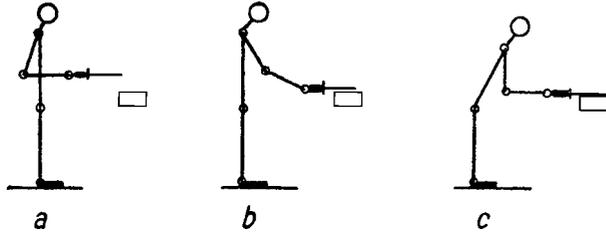


Abb. 97

Muß mit der Feile tiefer gegangen werden, so kann es nur erreicht werden, wenn die normale, ungezwungene Körperhaltung so geändert wird, daß nur ein Beugen im Hüftgelenk erfolgt (Abb. 97c).

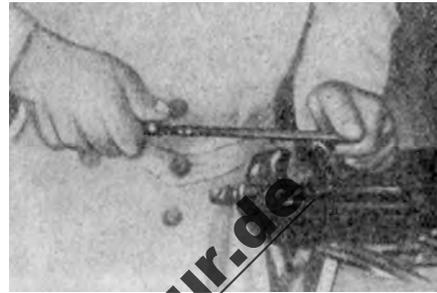


Abb. 98a

Reicht dagegen die Körpergröße nicht aus, um die notwendige normale rechtwinklige Beuge des Unterarmes mit der Arbeitsfläche in Übereinstimmung zu bringen, so muß der Lehrling eine Fußbank in passender Höhe erhalten, um mit normaler Feilhaltung waagrecht feilen zu können. Die linke Hand kommt mit völlig entspannten Muskeln auf die Spitze der Feile, bei großen, großen Feilen der Daumenballen, bei kleinen Feilen der Zeige- und Mittelfinger oder die Daumen (Abb. 98).



Abb. 98b

Nun kann das Feilen beginnen. Die rechte Hand schiebt die Feile vorwärts, während die linke Hand den Druck gegen das Werkstück (also nach unten) ausübt. Es ist hier auf die Geschwindigkeit zu achten, mit welcher gefeilt werden muß. Das richtige Zeitmaß ist sehr leicht zu prüfen, wenn etwa der Bewegung eines Sekunden- oder Hausuhrpendels die Bewegung der Feile angepaßt wird. Man denke ja nicht, daß schnelles Feilen eher zum Ziele führt. Erstens tritt leicht eine Ermüdung ein und zweitens ist die Kontrolle über die waagerechte Führung der Feile nicht möglich. Üben heißt hier: auf außerordentlich sorgfältige Körperhaltung und Führung der Feile achten und unermüdlich verbessern, bis normale, ungezwungene Bewegung ganz von selbst beibehalten wird. Nur Schulter- und Ellenbogengelenk dürfen sich bewegen. Nicht das Handgelenk durchbiegen! Keinesfalls den ganzen Oberkörper bewegen, oder gar in den Knien wippen. Das wäre die Untersuchung über das Feilen an sich.

Die geringen, unvermeidlichen Abweichungen in der Flachführung werden durch die Wölbung der Feile ausgeglichen (s. Abb. 95a).