

H. JENDRITZKI

Reparatur antiker Pendeluhren

Reprint aus 1984



INHALTSVERZEICHNIS

Einleitung

I. Das Räderwerk	7
Aufbau der Pendeluhrn (Schema)	7
Zapfen	7
Zapfen polieren	8
Zapfenpolierfeilen.	8
Zapfen ersetzen	9
Zapfenlager	11
Triebe	13
Rad-Eingriffe	16
Räder schneiden	18
Berechnung von Zahnrad-Eingriffen.	19
Federhaus und Zugfeder	24
Schnecke	27
Gewichts-Antriebe	28
II. Hemmungen und Pendel	32
Spindelhemmung	32
Haken-Hemmung	34
Anfertigung eines Hakenankers	34
Graham-Hemmung	37
Anfertigung eines Graham-Ankers	40
Aussergewöhnliche Hemmungen	42
Schwerkraft-Hemmungen	43
Mysteriöse Uhren	45
Pendel-Aufhängungen	46
Kompensationspendel	49
Regulieren einer Pendeluhr	51
Pendel-Tabelle	52
Pendel-Berechnung	54
Comtoiser Pendeluhr	56
III. Zeit-Anzeige	57
Zeiger	59
Zeigerwerke	59
Kalender-Angaben	60
100jähriger Kalender	62
Mondphasen	62
Zeitgleichungs-Anzeige	63
Sternzeit	65
Zifferblatt-Teilung	66
13- und 25-teilige Zifferblätter.	66
Digitale Stunden-Anzeige.	66
IV. Die Schlagwerke	69
Bezeichnungen und Funktion	69
Schlossscheiben-Schlagwerk, Schema	69
Rechenschlagwerk, Schema.	70
Schlagwerk-Auslösung, Übersicht	71
Hammer-Betätigung und Umschaltung, Übersicht	74
Nacht-Abstellung für Schlagwerke	78
Windfänge, Übersicht	79

Klangkörper, Übersicht	80
Entwicklung der Schlossscheibe	83
Schlossscheiben-Schlagwerk bei der Reparatur	86
Anfertigung einer Schlossscheibe	87
Wenn eine Uhr falsch schlägt	88
Schwarzwälder Uhren, Kuckuck und Wachtel	88
Schlossscheiben-Schlagwerke mit Repetition	90
Der «Surrer»	91
Wiener Rechenschlagwerk	91
Rechen-Transport, Übersicht	92
Besondere Rechenschlagwerk-Konstruktionen	94
Comtoise-Uhren	95
Schlagwerk ohne Rechen oder Schlossscheibe	96
Stundenstaffel	96
Dreiviertel-Schlagwerke	97
Konstruktion von Stundenstaffel und Rechen	99
Schlagwerk-Melodien	101
Westminsterwerke mit selbsttätiger Regelung	104
Stilarten von Pendulen	106
Grande sonnerie	107
Pendulen mit 4/4 Schlagwerk	107
Zug-Repetition, Beschreibung von Berthoud	108
Neuenburger Pendule mit Viertel-Rechenschlagwerk und Zug-Repetition	111
«Alles oder nichts»	112
Grande et Petite sonnerie von P. Jaquet-Droz	112
Zwei Neuenburger Pendulenwerke	113
Automatische Umschaltung der Grande sonnerie	116
V. Reinigen - Zusammensetzen - Ölen und Ingangsetzen	117
Reinigen	117
Zusammensetzen	117
Ölen	118
Aufstellen der Uhren	118
Anhang:	
Rezepte zur Pflege von Gehäuse und Zifferblatt	119
Werkzeug	124
Sach-Register	139

I Das Räderwerk

Aufbau der Pendeluhrn (Schema)

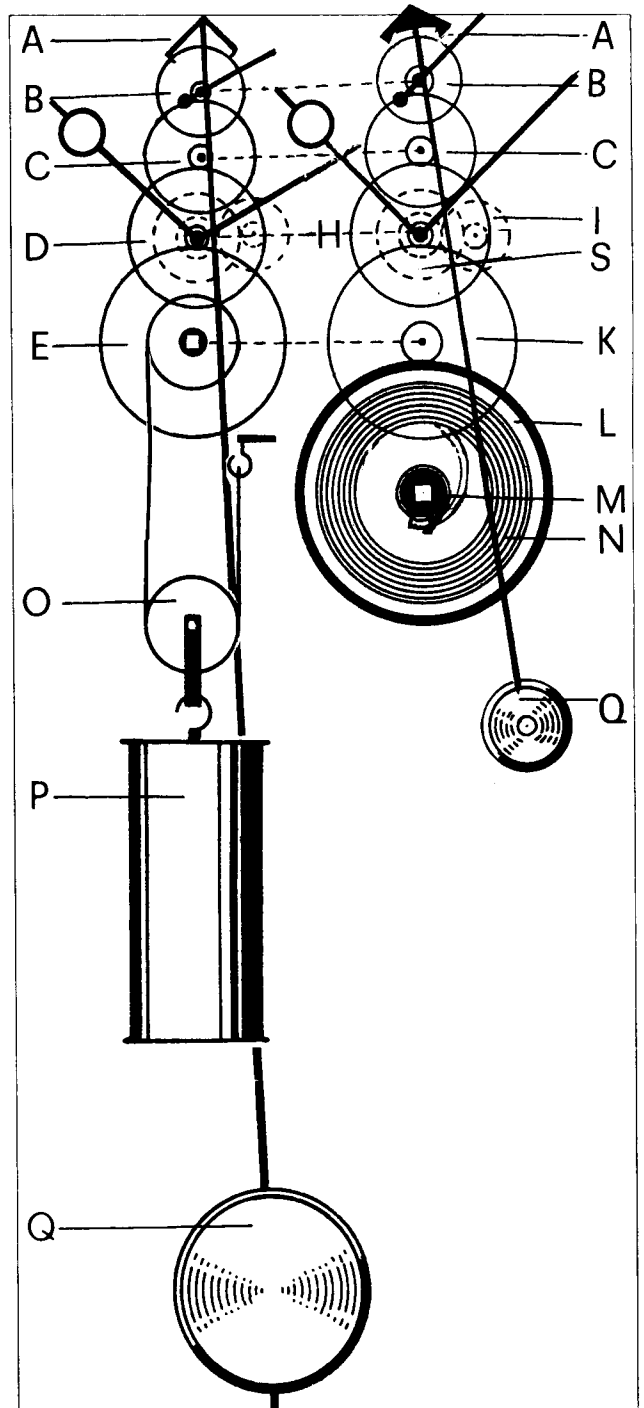
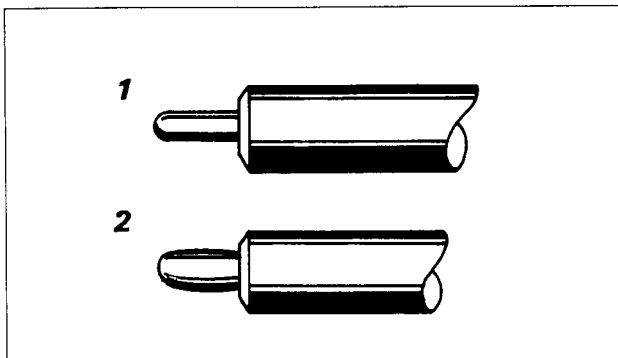
Gehwerke mit Gewicht- und Federantrieb:

- A Anker
- B Ankerrad (Hemmungsrade)
- C Kleinbodenrad
- D Minutenrad
- E Walzenrad
- H Zeigerwerk (Minutenrohr + Stundenrad)
- I Wechselrad
- K Beisatzrad
- L Federhaus
- M Federkern
- N Zugfeder
- O bewegliche Rolle
- P Gewicht
- Q Pendel

Zapfen

Die richtige Funktion aller beweglichen Teile einer Uhr hängt weitgehend davon ab, dass die Antriebskraft mit möglichst geringem Verlust an die Hemmung übertragen wird. Nicht nur der richtige Abstand der miteinander wirkenden Teile ist wichtig, sondern auch die Drehung der Achsen in ihren Lagern. Dazu gehört, dass die Zapfen glatt poliert und die Lager nicht ausgelaufen sind.

1) In den alten Uhren finden wir ausschliesslich **Stirnzapfen**. Das Nachpolieren erfolgt wie üblich in der Polierbrosche der Drehbank oder mit den modernen Polier-Apparaten, die durch die rotierenden Hartmetallscheiben bessere Polituren erzielen als die Druckpolitur mit der traditionellen Polierfeile.

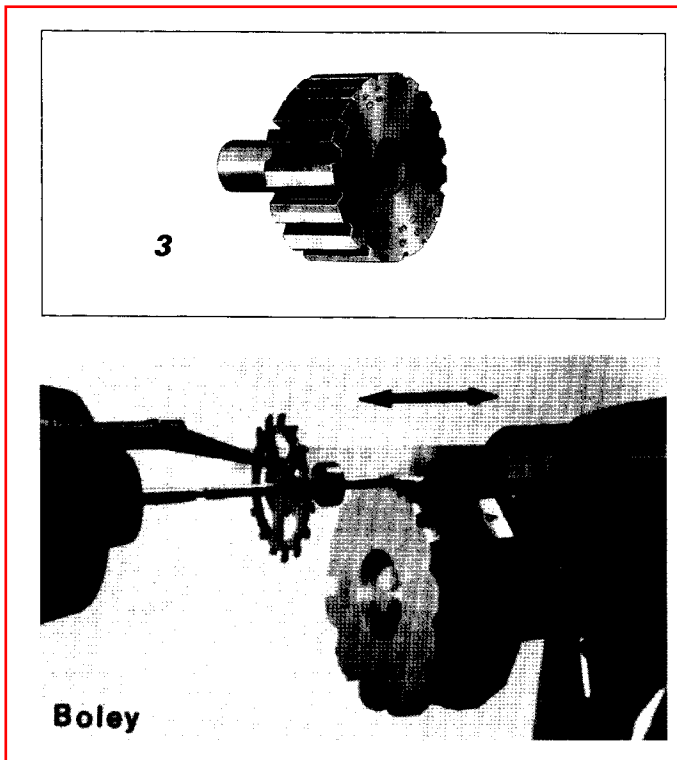


2) **Schwarzwälder Uhren** mit Holzgestellen weisen **Tonnenzapfen** auf, damit es keine Klemmungen gibt, wenn durch Verziehen des Holzes die Achsen sich schief stellen, zudem läuft das Öl dank der Kapilarwirkung nicht weg.

Zapfen polieren

Das Polieren der Tonnenzapfen lässt sich nur auf die primitive Art mit einer Polierfeile auf dem Feilholz ausführen.

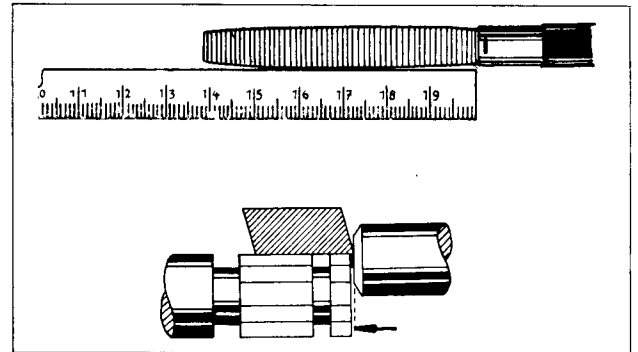
3) Für **zylindrische Zapfen** ist eine entsprechende Unterstützung durch eine Universalbrosche mit den Lagern für die Zapfen nötig.



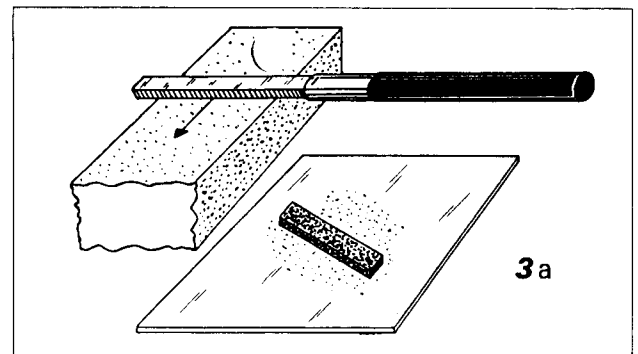
Scheibe mit 18 Zapfenlagern von 35 bis 140/100 mm, wird in die Universal-Brosche zum Polieren von Zapfen grosser Uhren gespannt.

Der Schellack-Abziehstein muss jedoch gut flach sein; er wird von Zeit zu Zeit flach gemacht werden müssen, was auf einer Glasplatte mit Schmirgelpulver geschieht. Hartmetallpolierfeilen gibt es jetzt auch für grosse Zapfen. Diese Feilen arbeiten schneller als die bekannten Polierfeilen und müssen lange Zeit nicht nachgeschliffen werden.

Um den Ansatz der Zapfen nicht zu verkratzen, muss darauf geachtet werden, dass die Seitenkanten der Zapfenfeilen etwas gewölbt sind! Ebenso darf die Welle nicht klemmend in die Drehbank eingesetzt werden!



Ansatz darf nicht klemmen.



Abziehen der Polierfeile auf dem Schellackstein und Abrichten des Steines auf der Glasplatte mit Schmirgelpulver.

Zapfenpolierfeilen

3a) Die **Zapfenpolierfeile** ist eine harte Feile ohne Hieb – die glatte Fläche wird auf einem Schleifstein (Schellack, Silit oder ähnliche) in nur einer Richtung mit feinem Hieb versehen; dieser reicht mit Öl aus, um die Oberfläche der Zapfen zu glätten und ausserdem zu «härten».

Ein nicht mehr «griffiger» Schellackstein wird mit Bimsstein und Wasser abgeschliffen.

3b) **Polieren freistehender Zapfen**: Grössere Zapfendurchmesser lassen sich freistehend mit einer Eisenfeile ohne Hieb und einem Poliermittel (Diamantine, Polierrot – beide mit etwas Öl angerührt) oder mit einem Putzmittel wie Wenol etc. polieren, wenn sie durch die Zentrierscheibe hindurchragen, während die Ansatzschräge in einer der konischen Senkungen geführt wird.

Auf langen Zapfen hat eine schmale Feile genügend Führung, um den Zapfen flach zu polieren. Falls der Zapfen stärker eingelaufen ist, muss eventuell mit einer Eisenfeile und Ölsteinpulver vorgeschliffen werden;

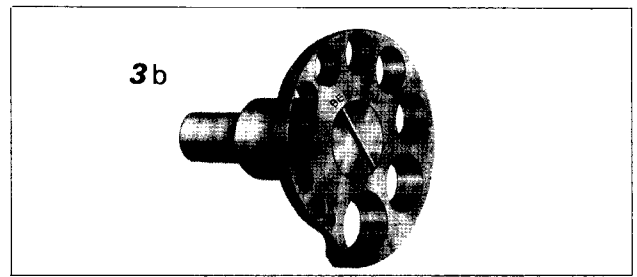
gründliche Reinigung danach ist Vorbedingung für die nachfolgende Politur.

Diese Schleif- und Polierfeilen haben keinen spanabhebenden Hieb, sondern nur einen **Feil-Querstrich**, damit sich die Schleif- oder Poliermasse darin halten kann, um zu wirken. **Als Schleiffeile** dient ein Eisen- oder Stahlband von etwa 2-3 mm Dicke, das nach vorn verjüngt zugefeilt ist. Zum Schleifen wird (Arkansas)-Ölsteinpulver verwendet, das mit etwas Öl angerührt ist und auf die Feile aufgestrichen wird. Falls Ansätze zu bearbeiten sind, muss darauf geachtet werden, dass – wie bei den Zapfenfeilen – die Seite etwas gewölbt und angeschrägt ist.

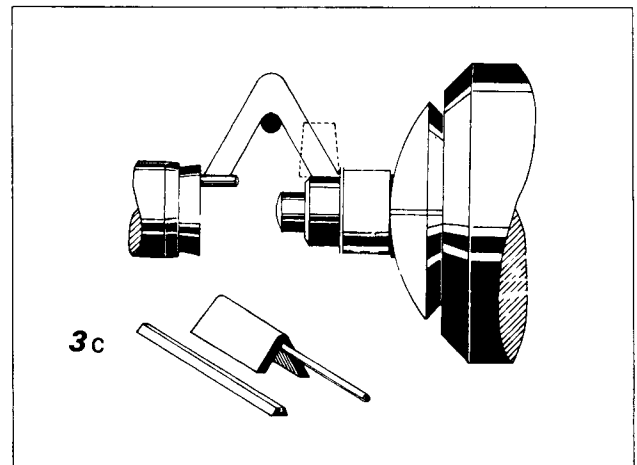
Zum Polieren lässt sich zwar auch die gesäuberte und frisch gefeilte Eisenfeile verwenden, doch ist damit keine Hochglanz-Politur zu erzielen. Hierzu wird meist eine Feile aus Spezialmaterial benutzt, entweder eine Kompositionsfeile – eine Bronzelegierung – oder eine **Zinnfeile** (kein Lötzinn, sondern möglichst reines Zinn), die zwar sehr weich ist, mit der aber die beste Politur erreicht werden kann. – Während früher **Polier-Rot mit Öl** (eignet sich besonders für Messing und Bronze) angerührt oder **Diamantine-Pulver, das mit (Oliven-!) Öl geknetet** werden musste, verwendet wurde, ist es heute mit fertigen Polierpasten sehr viel bequemer. Sowohl **Messingpolierpasten wie Wenol oder Silberpolierpaste** eignen sich sehr gut; auch sie werden dünn auf die Feile aufgetragen und mit kreisenden Bewegungen verarbeitet, wobei der Druck recht kräftig sein kann. Sobald die Bewegung sich schwerer ausführen lässt, ist dies ein Zeichen, dass das Poliermaterial trocken ist und nicht mehr arbeitet. Mit Benzin wird vorsichtig gesäubert, und falls die Politur noch nicht ausreichend ist, muss die Prozedur wiederholt werden. Diamantine hingegen darf nicht mit Druck verarbeitet werden. Die gute Politur ergibt sich erst, wenn das Poliermaterial trocken ist.

3c) **Bei kurzen Zapfen** ist eine **(Polierschaufel)** empfehlenswert, deren Gegenseite auf einem exzentrischen Stift gleitet, der in der Gegenspitze des Reitstockes der Drehbank auf eine der Zapfendicke entsprechende Höhe gedreht werden kann.

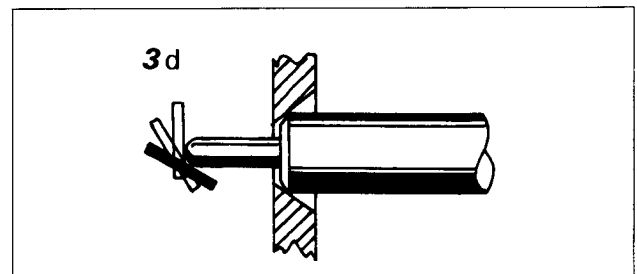
3d) **Ein Verrunden der Zapfenenden** – das **Arrondieren** – geschieht, während der Zapfenansatz in der Zentrierscheibe der Drehbank rotiert, zum Schluss ebenfalls mit einer Polierfeile. Ein etwaiger Drehkörner wird natürlich zuvor abgedreht oder mit dem Schleifstein abgeschliffen. – Obwohl die Verrundung bei allen ohne Deckplatte laufenden Zapfen unwichtig für die Funktion der Uhr ist, wird kaum ein Uhrmacher diese Vollendung unterlassen, wenn die übrigen Teile der Uhr ebenso gearbeitet sind.



Zentrierscheibe mit 10 konischen Löchern mittel und gross für Grossuhren, wird in die Universalbrosche für Spezialarbeiten gespannt.



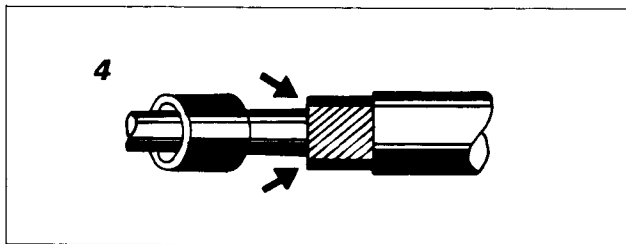
Zapfenpolieren in der Spannvorrichtung mittels Polierfeile oder Polierschaufel.



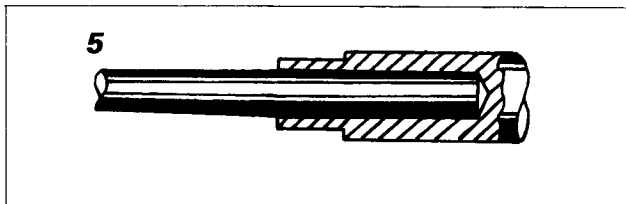
Zapfen ersetzen

4) Häufig ist der **vordere Minutenradzapfen** angegriffen. Wenn man die Verschleisspuren restlos abdreht und den Zapfen neu poliert hat, ist er entweder fast so dünn wie die Zeigerwelle selbst, und meist muss das Lager ausgebucht werden. Eine bessere Lösung ist jedoch, auf den dünner gedrehten Zapfen einen Stahlring zu schlagen; hierbei wird der Ansatz erhalten und der neue Zapfen kann zum Lager passend gearbeitet werden. – Für andere Zapfen eignet sich das

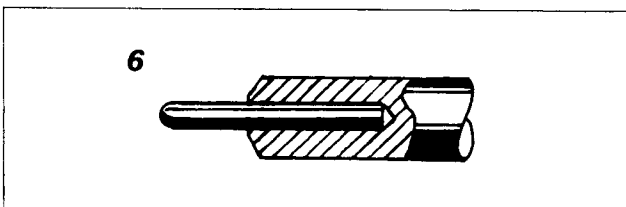
Verfahren nur, wenn die zu übertragende Kraft den geschwächten Zapfen nicht gefährdet.



5) Die lange Zeigerwelle ist als exponierter Zapfen öfter abgebrochen. Ihr Ersatz ist auf zweifache Weise möglich: entweder wird nur die Zeigerwelle eingebohrt, wobei der ursprüngliche Zapfen erhalten bleibt, oder aber – falls der vordere Zapfen schlecht oder zu dünn ist – wird er gleichzeitig mit ersetzt. Dann muss die Zeigerwelle mit einem dickeren Ansatz versehen werden, der zum vorhandenen Lager passend gedreht und poliert wird.

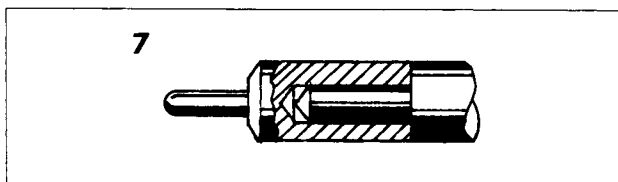


6) Abgebrochene Zapfen werden wie üblich eingebohrt: Der Wellenstumpf wird in der Zentrierscheibe der Drehbank aufgenommen und angeköhrt. Das Loch wird etwas dicker als der Zapfen später sein muss gebohrt, und zwar mindestens in einer Tiefe vom dreifachen Durchmesser. Die Passung muss auf der ganzen Länge luftlos sein. Ist die Welle zu hart, kann sie angelassen werden. Wenn Hartmetallbohrer verwendet werden, muss die Welle nicht angelassen werden. **Warnung bei französischen Pendulen, wenn der Radbutzen in der Nähe ist: diese Radbutzen sind oft mit sehr viel Zinn ohne jede Passung auf die Welle gelötet!**

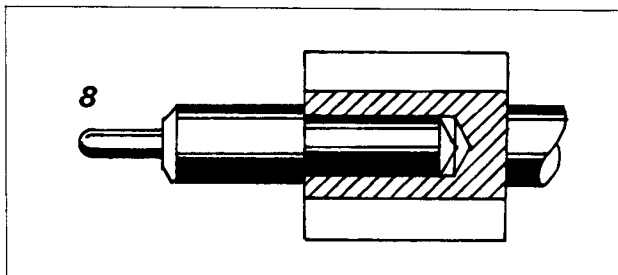


7) Aufsetzen auf einen Wellenstumpf ist eine andere Methode, die allerdings manchmal eine Verdickung der Welle mit sich bringt und die technisch nicht immer tragbar ist, falls ein grosses Rad hier läuft. Wenn es jedoch möglich ist, die Welle etwas dünner zu

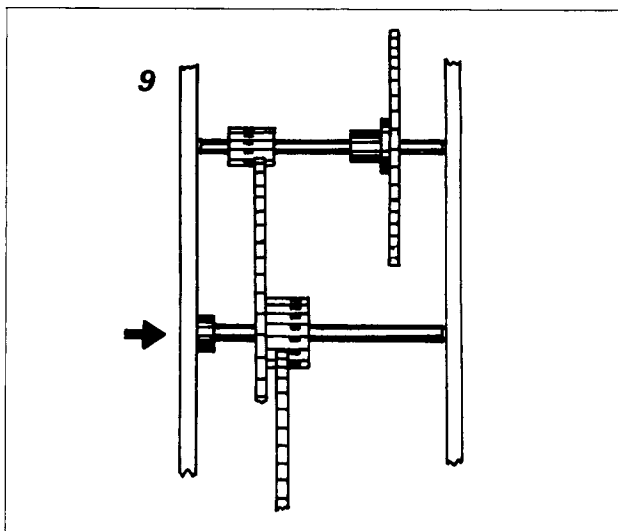
drehen, lässt sich auch dann ein neues Stück Welle aufsetzen. Da die Welle ohnehin etwas gekürzt werden muss, ist die Arbeit im gleichen Arbeitsgang auszuführen. Weil es leichter ist, eine Welle passend zu einem gebohrten Loch zu drehen, als umgekehrt, wird zuerst das aufzusetzende Stahlstück vorbereitet: bohren, härten, anlassen und vordrehen. Nicht immer wird ein solcher aufgesetzter Teil genau rundlaufen. Das Rundsetzen muss dann meist durch Verfeilen des Drehkörners erfolgen nach Massgabe der Kontrolle am Trieb oder am Rad.



8) Bei entsprechendem Triebdurchmesser ist es aber möglich, ein neues Stück der Welle mit dem neuen Zapfen in das Trieb einzubohren, wobei jedoch auf das Rundlaufen der Welle und des Triebes zu achten ist.



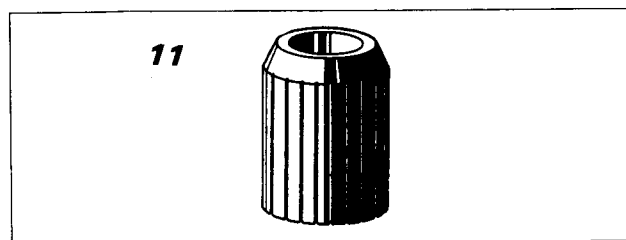
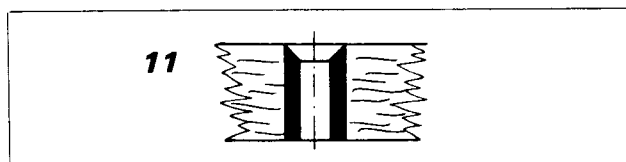
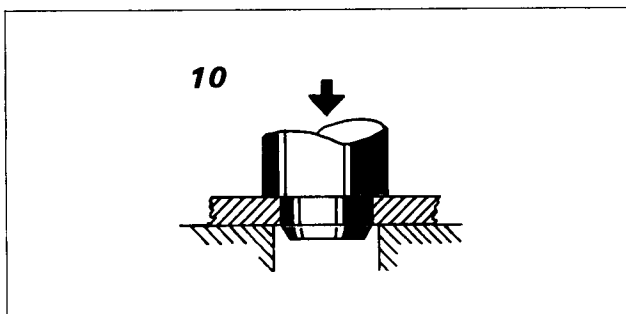
9) Wenn die Triebe alter Uhren (eingeschlagen) sind, können bei diesem Verfahren gleich zwei Zahnrad-Eingriffe so versetzt werden, dass die Räder mit



einwandfreien Triebstellen zusammenarbeiten: die Welle wird an dem abgebrochenen – oder schadhaften – Zapfen nachgesetzt, und auf der andern Seite ist das Trieb fachgerecht zu verlängern (nach Abb. 7). Bevor die Arbeit begonnen wird, muss man sich die Folgen des Versetzens der Eingriffe genau überlegen (Schlagwerkhebel!).

Zapfenlager

10) **Zu weit ausgelaufene Zapfenlager** müssen mit passenden Buchsen versehen werden. In den meisten Fällen wird man rationell die Lagerfutter einpressen, die in ausreichender Auswahl heute zur Verfügung stehen. Sie werden von innen eingepresst, nachdem das alte und zu grosse Zapfenloch mit dem für den Durchmesser der Buchse passenden Senker aufgebohrt wurde. Die Platine wird dabei in die Einpress-Apparatur (siehe Werkzeug-Anzeigen) eingespannt. – Ob man die aussen vorstehende Schräge der neuen Lager entfernt (abfeilen, fräsen oder schleifen) hängt vom Gesamtaussehen der Uhr ab, ob die neuen Buchsen sich einfügen oder als Fremdkörper wirken. Wenn zahlreiche neue Futter eingepresst werden müssen, empfiehlt es sich, zum Beginn alle nötigen Futter mit den Zapfendurchmessern und Aussendurchmessern auf



Einsteckfutter für Schwarzwälder Uhren.

einer Tabelle zu notieren. Danach werden die Buchsen ausgesucht, sowie die zugehörigen Senker. Mit einem Senker können dann oft mehrere Löcher in einem Arbeitsgang ausgesenkt werden. Bei antiken Uhren müssen die Lager innen abgesenkt und die Ölsenkungen nachgeschnitten werden. Es ist darauf zu achten, dass die Zapfen in jedem Fall aus dem Loch ragen.

11) **In Holzgestellen (Schwarzwälder Uhren)** sind die langen dünnen Messingbuchsen heute nicht mehr so leicht wie früher zu ersetzen, da es den gebohrten Futterdraht (nahtlos oder mit Naht, und aussen gerieft!) nicht mehr gibt. Sind also verschiedene derartige Buchsen zu stark ausgelaufen, wird man selbst solche Lager bohren und drehen müssen. Rundmessing wird auf den gewünschten Durchmesser gedreht und gerieft (Randrierzange). – Zapfenloch auf den erforderlichen Durchmesser bohren, Buchse auf ca 2/3 der Länge (der Zapfen soll aus dem Loch ragen) so gross ausbohren, dass eine Wandstärke von 2-3/10 mm stehen bleibt; abstechen. Buchse kann von innen in die Holzplatine eingepresst werden und mit einem Rundpunzen – von der Ölsenkungsseite her – leicht vernietet werden.

12) Da die Nietmaschine nicht so weit ausladend ist, dass man Zapfenlager in der Mitte einer Grossuhrplatine vernieten oder sonstwie weiter bearbeiten kann, benutzt man den **Punzen-Halter mit der Stellfläche**. Damit ist der senkrechte Stand eines Flach-Punzen oder – wo es noch wichtiger ist – eines Flachsenkers gesichert. Allerdings vermeidet ein für «Press-Sitz» genau auf die richtige Länge gedrehtes Futter jede Nacharbeit; zweckmässig ist dabei auch eine zylindrische Reibahle, wie in Abb. 14 gezeigt.

