

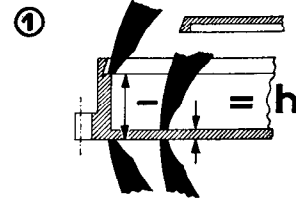
Schweizerische Uhrmacher-Zeitung, 12./1950, S. 49 ff

## DIE ZUGFEDER

Von H. JENDRITZKI

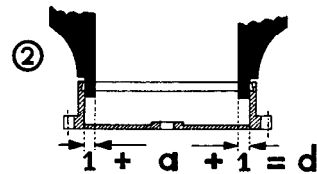
Die Zugfeder speichert die notwendige Antriebskraft in sich auf: das hochelastische, blauharte Stahlhand wird durch die menschliche Hand auf den Federkern gewunden und dadurch gekrümmt. Diese Krümmung entwickelt die Kraft für den Antrieb der Uhr. Um störungsfrei zu arbeiten, muss die Zugfeder in ihrem Federhaus genügend Bewegungsfreiheit haben, und zwar vor allem in der « Höhe ».

1. Bei jeder Uhr und nicht nur im Falle eines Federbruches müssen wir uns überzeugen, ob die Klinge der Zugfeder etwa 1/10 mm niedriger ist als der lichte Raum des Federhauses erlaubt! In den meisten Fällen ist der Federhausdeckel etwas ausgedreht, so dass auf diese Weise ausreichend Spielraum vorhanden ist, wenn wir die Zugfeder so breit wählen wie die Federhauswandung innen hoch ist.



Mit dem Zehntelmass messen wir zunächst vom Falz bis zum äusseren Boden und ziehen hiervon die Bodendicke ab: das Ergebnis ist unsere Zugfederbreite, wenn der Deckel ausgedreht ist. Bei glattem Deckel müssen wir eine etwa 1/10 mm schmalere Zugfeder aussuchen. Natürlich darf das Federhaus nicht verbeult sein, wodurch die Zugfeder stellenweise geklemmt würde.

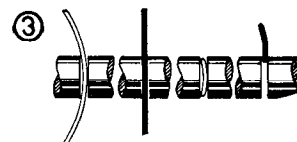
2. Die Klingenstärke hängt ab von dem inneren Durchmesser des Federhauses und sie bestimmt auch mehr oder weniger die Länge der Zugfeder. Eine dünne Zugfederklinge kann länger sein, bis sie den gleichen Raum einnimmt wie eine dicke Klinge; da ein Federhaus so viele Umdrehungen macht, wie der Windungsunterschied zwischen der «aufgezogenen» und der «abgelaufenen» Zugfeder beträgt, ist es klar, dass eine schwache Zugfederklinge günstiger ist. Eine weniger gut ausgeführte Uhr hat jedoch grössere Reibungsverluste im Laufwerk und in der Hemmung, und wir müssen dieser Tatsache oft durch eine etwas stärkere Zugfeder Rechnung tragen.



Den Federhausdurchmesser messen wir am bequemsten mit der Schublehre, deren Innenmessbacken je 1 mm breit sind. Das von der Schublehre angegebene Mass muss also stets um 2 mm erhöht werden, um den wirklichen Durchmesser des Federhauses zu erhalten. Die Tabelle gibt uns für die normalen Fälle praktisch erprobte Werte der Klingenstärke an, und zwar zur Wahl auch die nächsthöheren und niedrigeren.

Die Tabelle ist jedoch nur brauchbar für Uhren, bei denen das Federhaus etwa vier Umdrehungen für die Laufzeit von 32 Stunden ausführt. Viele neue Kaliber verwenden grössere Federhäuser, die mehr Umdrehungen ergeben, weil auf diese Weise die Gangdauer grösser und gleichzeitig die Antriebskraft gleichmäßiger wird. Wenn es sich um Markenuhren handelt, ist es ratsam, die entsprechenden Originalfedern einzusetzen. Sonst gibt die alte Zugfeder die Klingenstärke an, nach der wir uns dann bei der Wahl einer neuen Zugfeder richten müssen.

3. Die Klingenstärke ist nur mit dem Mikrometer zu messen. Natürlich kann es sowohl ein Schraubenmikrometer als auch ein Zeigermikrometer sein - erforderlich ist aber unbedingt die Angabe der 1/100 mm mit grosser Genauigkeit. Durch die Krümmung der Zugfeder auch in der Ruhelage besteht die Gefahr, ein dickeres Mass abzulesen als in Wirklichkeit vorhanden ist: wir müssen darum die Klinge leicht gerade biegen oder die Messbacke kräftig andrücken, um wirklich ohne Zusatz die Klinge messen zu können. Ausser den rechteckig abgerundeten Klingensprofilen gibt es auch eine hohle Zugfederklinge, die bei gleicher Dicke steifer ist und mehr Kraft abgibt: sie ist besonders sorgsam zu messen und zwar nur an einer Kante.



Gegenüber der freien Entfaltung der Zugfeder ausserhalb des Federhauses ist sie in der Trommel noch stark gespannt, auch wenn sie keine Kraft mehr abzugeben vermag. Die ständige Spannung bewirkt natürlich im Lauf der Zeit eine Ermüdung. Auf vielfache Weise hat man versucht, dieser Erscheinung entgegenzuarbeiten: sowohl durch die hohle Klingenform als auch durch anderes Material, z. B. Kupfer-Beryllium, das ausserdem nicht bricht. In der Hauptsache aber verwendet man in guten Uhren nicht die übliche, fast spiralig auseinander springende Feder, sondern die «S-Feder», deren äussere Umgänge entgegengesetzt gewunden sind und dadurch länger ihre volle Kraft abzugeben vermag.

Die Zugfedern werden in Packungen zu sechs Stück geliefert, sortiert nach Breite in 1/10 mm und Dicke in 1/100 mm. Wir wählen nach unseren Massen und der Tabelle die in Betracht kommende Zugfeder aus. Vorsichtig lassen wir sie aus dem Drahring oder der Kapsel herausspringen; «Fertigfedern» jedoch können wir meist direkt in das Federhaus legen und hineinspringen lassen - sie haben die richtige Länge und der «Zaum» ist ja bereits angezogen.

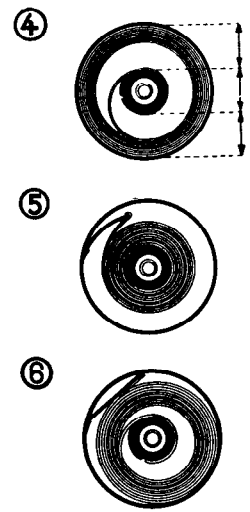


Fig. 3a. Nur erstklassige Federn dürfen verwendet werden, da sie mit der Zeit nachgeben. Die sogenannten «S-Federn» behalten ihre Spannkraft ziemlich lange und werden daher in den besten Uhren verwendet.

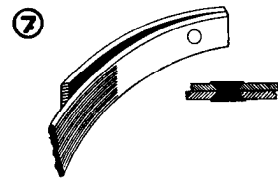
4. Im Federhaus füllt der Federkern 1/3 vom Durchmesser aus. Für das Aufwinden der Zugfeder muss noch genügend Raum bleiben; da die Windungen in der Mitte kürzer sind als aussen, darf die abgelaufene Feder keineswegs die Hälfte des Raumes zwischen Kern und Wandung einnehmen.

5. Die aufgezogene Zugfeder nimmt natürlich flächenmässig den gleichen Platz ein wie die abgelaufene. Das Federpaket erhält jedoch einen grösseren Aussendurchmesser, weil die Federlänge, um den Federkern gewickelt, mehr Windungen mit kleinerem Radius ergibt.

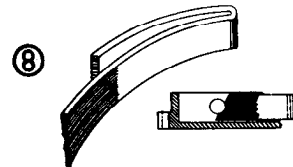
6. Mit grosser Sorgfalt muss der Raum ausgenutzt werden: ein schlecht gebogener Federzaum, der wie eine Sehne an der Trommel anliegt, nimmt den Raum mehrerer Windungen ein, und die Folge ist eine geringere Umdrehungszahl des Federhauses. Unter Umständen geht diese Uhr nicht einen vollen Tag! Welche Aufgabe hat überhaupt der Federzaum? Eine Zugfeder entwickelt völlig aufgezogen weniger Kraft als etwa einen Viertelsumfang zuvor. Die Ursache liegt in den dann stark zusammengezogenen Federwindungen deren Reibung aneinander die Kraft herabmindert. (Dies ist auch der Grund, warum der Sperrkegel dem Sperrrad einen recht grossen Rückgang gestatten soll.) Der Zaum soll ein zu festes Federpaket vermeiden und vor allem eine günstige Arbeit des äussersten Umganges der Feder ermöglichen, der bei vollem Aufzug besonders stark beansprucht wird.



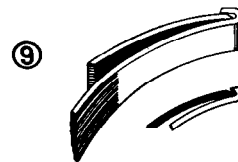
7. Das angenietete Stück Federklinge wird bei der «Fertigfeder» verwendet. Das Federende ist kurz ausgeglüht und mit einem Loch versehen (gebohrt oder gestanzt). Der Zaum selbst besteht aus der harten Klinge und ist knapp so lang wie der Radius des Federhauses; am Ende ist ebenfalls ein gleich grosses Loch. Das andere Ende ist etwas angeschärft, um ein besseres «Fassen» zu erreichen. Beide Teile sind durch eine weiche Stahlniete miteinander verbunden.



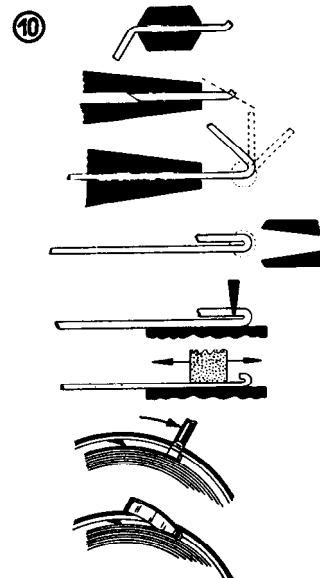
8. Der einfachste Zaum besteht im Umbiegen des Federendes im glühenden Zustand; nach dem Kürzen mit der Schraubenseife wird das Ende ebenfalls zugeschärft. Dieser Zaum hat den Nachteil, dass er in seiner ganzen Länge weich ist und leicht überzogen werden kann. (Manche Uhrmacher härten ihn deshalb wieder, jedoch bricht er an der Biegestelle oft.) Er hat seine Berechtigung eigentlich nur in billigen Uhren ohne Federhausdeckel, wo das Ende noch besonders schräg gefeilt werden muss, um das Heraustreten der Feder zu verhindern.



9. Der ideale Zaum für die Reparatur ist eine Verbindung der beiden vorigen Ausführungsformen: das Federende wird glühend umgebogen, stark gekürzt und in diesem kurzen Haken arbeitet scharnierartig ein Stück harte Federklinge, das an beiden Enden entgegengesetzt zugeschärft ist. Ein Nachteil liegt darin, dass dieser Zaum drei Klingendicken beansprucht; wir sollten in schwierigen Fällen danach streben, die Scharnieraufhängung ganz knapp zu halten, so dass auch nur zwei Klingendicken benötigt werden.



10. Die Anfertigung dieses Zaumes beginnt mit dem Abbrechen des einzulegenden Stückes, das hart bleiben und knapp dem Radius des Federhauses entsprechen soll. Wir brechen es nach den entgegengesetzten Seiten um und schleifen den Biegegrat so ab, dass der Zaum an beiden Seiten zugeschärft wird: einmal zum Einfassen in dem Federende und auf der andern Seite zum sicheren Einsetzen im Federhaushaken. Nun biegen wir in der Flamme das Federende um, während wir die Feder in der Flachzange recht kurz fassen, damit möglichst wenig von der Klinge ausgeglüht wird. Wir dürfen nur während des Glühens der Klinge biegen, da sie sonst brüchig wird. Auch ist klar, dass die glühende Klinge schnell von der kalten Zange abgeschreckt wird und sich wieder härtet. Biegen wir also nur immer ganz kurz und setzen lieber drei oder vier Mal an, um das Ende ganz heranzulegen. Beim letzten Zusammendrücken müssen wir besonders vorsichtig sein, da man leicht zu lange oder zu stark drückt: in beiden Fällen wird der Knick schnell brechen, weil er entweder inzwischen gehärtet wurde oder gar schon eingebrochen ist. Im Zweifelsfall glühe man das Ende noch einmal aus und entferne es ganz langsam aus der Flamme. Bedenken wir auch, dass man sehr zarte Zapfenbohrer in der Luft härten kann - das gleiche geschieht bei dünnen Zugfedern genau so, dass sie beim zu schnellen Herausnehmen aus der Flamme gehärtet werden und der Haken abbricht, wenn er sich biegen soll.



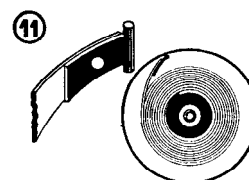
Wir kürzen nun das umgebogene Stück bis dicht an die Biegestelle, so dass nur wenig mehr als eine Klingendicke herumgebogen bleibt. Wir legen die Feder auf das Steckholz und trennen mit der Schraubenseife das Überflüssige ab. Es genügt ein Einfeilen - dann bricht man das Ende leicht ab. Der Grat ist selbstverständlich abzufeilen, auch empfiehlt sich ein Verrunden der Ecken, damit sie nicht am Deckel oder Boden kratzen. Den beim Glühen entstandenen Zunder schleifen wir mit der

Schmirgelfeile im Längsriß ab, so dass die Glühstelle heiss wird.

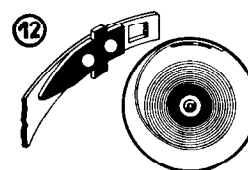
Beim Einwinden mit dem Federwinder wird das Federende am Federhaushaken festsitzen, und wir können unseren Zaum nicht ohne weiteres einsetzen. Mit einem kräftigen Schraubenzieher ziehen wird die Feder etwas zurück und setzen den Zaum zuerst im Federende ein; mühelos lässt er sich dann ganz hineindrücken, denn am Federhaushaken fasst er ja automatisch ein. Bei vorsichtiger Arbeitsweise kann man auch das Zaumstück in die Feder setzen, wenn sie fast ganz in den Federwinder eingewunden ist. Besonders bei sehr starken Zugfedern wird dieses Verfahren günstiger sein, da sie schwer zurückzuziehen sind.

Gute Markenuhren verwenden Spezialzäume, die mit dem Federende durch ein oder zwei Nieten verbunden sind, wie wir es schon bei dem Zaum der «Fertigfeder» (7) kennen lernten. Es würde eine Entwertung der Uhr sein, sollten wir ihn beim Zugfederersatz nicht wieder einbauen, wenn wir keine Originalfeder vorrätig haben. Ausserdem gibt es fertige Zäume dieser Art mit angestauchten Nieten, so dass lediglich ein Loch im Federende angebracht zu werden braucht, um mit einem Schlag den Zaum zu befestigen. Hat man keine fertigen Zäume, sondern muss den alten Zaum verwenden, dann bohren wir einfach nach dem Abfeilen der alten Niete ein Loch hindurch und verbinden die beiden Teile wie gewöhnlich durch eine neue Niete.

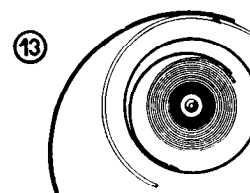
11. Longines, IWC und Waltham verwenden diesen kurzen Zaum, der die Feder mit zwei Zapfen aufhängt. Die Löcher in Boden und Deckel müssen dazu genau einander gegenüberstehen, wozu meist eine Deckelkerbe angebracht ist. Bei voll aufgezogener Zugfeder wird das äussere Federende nicht abgeknickt und kann sich bequem tangential gegen das Federpaket legen.



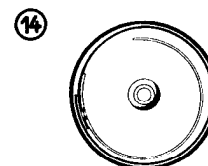
12. Elgin, Omega, Zenith und Junghans sind mit diesem verbesserten Zaum ausgerüstet, der auf zweierlei Art angesetzt werden kann - entweder dienen lediglich die seitlichen Zapfen zur Aufhängung der Feder oder die Feder ist im Loch aufgehängt und die Zapfen verhindern das Abknicken des Federendes beim Vollaufzug. Das verjüngte Ende des Zaumes unterstützt die Zugfeder noch ein Stück und erreicht eine besonders günstige Entwicklung.



13. Wenn man das Zaumstück der «Fertigfeder» länger lässt, so dass es fast 3/4 des Umfanges misst, erhält man einen sehr vorteilhaft arbeitenden Federzaum, den man trotz seiner einfachen Herstellung selten antrifft. Ein langes Stück Federklinge ist wiederum durch ein Niet mit der Feder verbunden - allerdings aussen angesetzt, im Gegensatz zu den Spezialzäumen (11) und (12), die stets innen anzubringen sind.

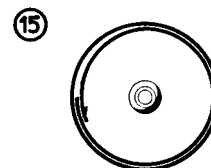


Die Selbstaufzuguhren moderner Konstruktion haben Zugfedern mit Rutschkupplung oder Schleifzaum. Wichtig ist bei diesen Vorrichtungen, dass sie unbedingt etwas länger sein müssen als der innere Federhausumfang beträgt, um richtig wirken zu können.

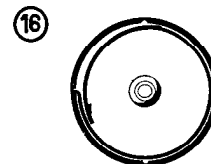


14. Der Schleifzaum ist wie üblich aussen an das Federende angenietet, besteht aber meist aus einem Stück Federklinge, das dicker ist als die Zugfeder selbst; dies ist notwendig, tun die Schleifkupplung erst bei fast vollem Aufzug in Tätigkeit treten zu lassen.

15. Die Rutschkupplung ist ebenfalls länger als ein Umfang und trägt am Ende den «Federhaushaken», in den die Feder wie üblich eingehängt wird. Auch hier muss die Zaumdicke grösser sein als die Zugfeder selbst.

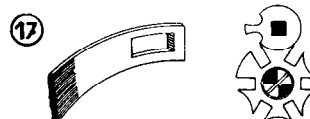


16. Roskopfhren haben ebenfalls einen nachrutschenden Federzaum, mir mit dem Unterschied, dass dieser nicht nach Bedarf und ständig nachgeben kann, sondern er springt von einer Raste zur andern, die innen in die Federhauswandung eingefräst ist.

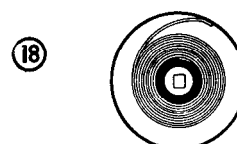


Bei allen nachrutschenden Zäumen muss die Wandung auch mit Öl oder Fett versehen werden, um ein Festsetzen oder gar Abreiben von Metallspänen zu vermeiden.

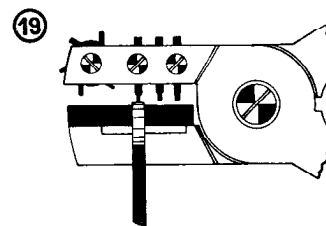
17. Das Loch im Federende, das sich oft an neuen Zugfedern findet, können wir nur in einem Federhaus mit Stellung verwenden.



18. Da die Stellung einen vollen Aufzug verhindert, würde ohne sie das Federende unmittelbar hinter dem Federhaushaken abgeknickt werden und entweder ausreissen oder abbrechen können. Um stets sicher einzuhaken, muss die äussere Fläche des Loches unterfeilt sein, entsprechend der Unterfeilung des Federhaushakens.



19. Das Lochen einer Zugfeder geschieht nach dem Ausglühen des Endes mit der Bergeon-Federlochzange. Sie ist mit drei verschiedenen grossen Dornen versehen, so dass den verschiedenen Federbreiten Rechnung getragen werden kann. Eine Anschlagsschraube verhindert ein Durchdrücken. (Die Dorne am vorderen Stern dienen zum Ausdrücken des Hakens aus der Federhauswandung.)



Das Einwinden der Feder in das Federhaus bestimmt oft die Lebensdauer der Zugfeder. Die ohnehin stark beanspruchte Klinge darf nicht auseinander gezerrt oder über einen zu kleinen Federwinderkern aufgewunden werden. Wichtig ist übrigens, dass eine Zugfeder niemals mit Benzin gereinigt werden darf, da die schnelle Verdunstung des Benzins eine zu plötzliche Abkühlung des Stahles bewirkt - und auf plötzliche Temperaturänderungen reagiert eine Zugfeder mit dem Bruch! Manchmal platzt eine Zugfeder im Federhaus in unzählige kleine Stücke; dann ist aber das Material schuld. Man glaubt auch, beobachtet zu haben, dass bei Gewittern häufiger als sonst Federbruch eintritt. Ganz besonders aber ist Fingerschweiss gefährlich für die Federklinge, und darum sollte sowohl während der Bearbeitung als auch beim Einwinden die Federklinge möglichst nicht mit blossen Fingern in Berührung kommen.

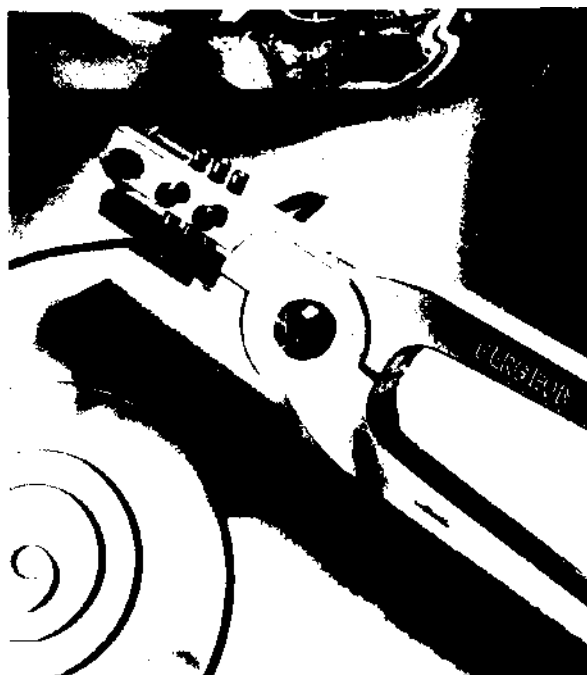


Fig. 19. Das Lochen des Endes einer Zugfeder geschieht mittels der Bergeon-Federlochzange. Der Druck soll schwach sein und ist durch eine Anschlagsschraube regulierbar. Drei Dorne genügen für sämtliche Federbreiten. Der bewegliche Stern dient dazu, den Haken in der Federhaustrommel anzubringen.

### Verhältnis zwischen Durchmesser und Klingenstärke der Zugfeder

Federhaus-Durchmesser mm	<sup>1</sup> / <sub>100</sub> mm Klingenstärke			Federhaus-Durchmesser mm	<sup>1</sup> / <sub>100</sub> mm Klingenstärke		
	schwach	normal	stark		schwach	normal	stark
5		6	7	13	15	16	17
5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>				13 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>			
	6	7	8	14	16	17	18
6				14 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	17	18	19
6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	7	8	9	15	18	19	20
7				15 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	19	20	21
7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	8	9	10	16	20	21	22
8				16 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	21	22	23
8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	9	10	11	17	22	23	24
9				17 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	23	24	25
9 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	10	11	12	18	24	25	26
10				18 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>			
10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	11	12	13	19			
11				19 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>			
11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	12	13	14	20			
12				20 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>			
12 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	13	14	15				
	14	15	16				

20. Der Bergeon-Federwinder entspricht dieser Forderung sehr gut. Man braucht die Feder kaum mit den Fingern anzufassen und ferner ist die Wahl des richtigen Kernes bestimmt durch die Grösse der Trommel. Ein ganzer Satz von Trommeln mit den dazugehörigen Kernen nebst Kurbel kann wahlweise



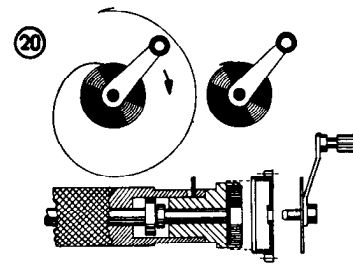
Fig. 20a. Das feine Einwinden der Feder mit Hilfe des Bergeon-Federwinders verlängert die Dauer der Feder, die nie mit den Fingern in Berührung kommt. Die Feder wird vorerst in einer Nische eingewunden, die in die Federhaustrommel eingeführt wird. Dann wird die Kurbel entfernt...



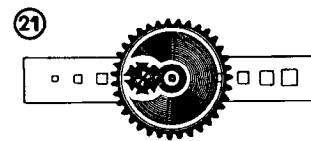
Fig. 20b. ... und ein Druck auf den Knopf genügt., um die Feder in das Federhaus einzupressen.

in einen Halter eingesetzt werden. Wir stecken das «Herz» der Feder auf den Kurbelkern und kurbeln die Feder durch einen Schlitz der Trommel in diese hinein, bis nur noch der Zaum herausragt. Da wir die Trommel so klein gewählt haben, dass sie gerade in das Federhaus hineingelegt werden kann, haben wir nun die Möglichkeit, nach dem Abziehen der Kurbel das Federhaus über die Trommel zu stülpen.

Durch einen Druck auf den Knopf des Halters pressen wir das ganze Federpaket in das Federhaus hinein, während die Trommel zurückweicht. Bequemer und müheloser und schonender lässt sich keine Feder einwinden. Wir setzen den Zaum ein und ölen die Zugfeder mit einigen Tropfen Öl nicht zu sparsam, aber auch nicht so reichlich, dass es aus dem Deckeleinschnitt herausquellen kann.



21. Das Prüfen der Zugfeder und auch das Aufsetzen des Stellungsfingers der Malteserkreuzstellung geschieht dadurch, dass wir den Federkern in ein gut spannendes Stiftenklöbchen bringen und das Federhaus mit den Fingern aufziehen - wobei wir jede Reihung deutlich spüren. Besonders zweckmässig ist ein kleiner Streifen einer Weckerfeder, in den Vierecke verschiedener Grösse eingefeilt sind: das passende Viereck wird anstelle des Sperrades aufgeschraubt und dient als Hebel während des Aufziehens zwischen den Fingern. Er kann nicht nachrutschen und nicht abgleiten.



22. Da die Stellung sowohl die stärkste als auch die schwächste Kraft ausschalten soll, müssen wir zunächst einmal das Federhaus völlig aufziehen, um die Umdrehungen zählen zu können. Nachdem wir die Feder mindestens 1/2 Umgang oder höchstens 1 Umgang nachgelassen haben, setzen wir den Finger in der Stellung «aufgezogen» auf.

