

Vom Zugfeder-Antrieb

Ein Blick auf die Kraftkurve (Abb. 1) einer Zugfeder, von einem modernen Dynamometer aufgezeichnet, beweist, daß selbst die heutigen Zugfedern keine ideale Antriebskraft liefern. Und daß auch heute noch Maßnahmen nötig sind, um dem Zeitteiler-Organ - Pendel oder Unruh - möglichst gleichmäßige Antriebskraft zu liefern. Um wieviel mehr ist es zu bewundern, daß schon die Erbauer der frühen Zeitmesser oft geniale Mechanismen erdacht haben in Form von Nachspann-Vorrichtungen, die in kurzen Perioden von der Hauptfeder aufgezogen wurden - Bürgi, Radelloff und Harrison haben außergewöhnlich geistreiche Ideen verwirklicht.

Aber auch einfachere Möglichkeiten sind zu Beginn der Räderuhren gesucht und geschaffen worden - und kein Geringerer als Leonardo da Vinci (Abb.2) konstruierte einen

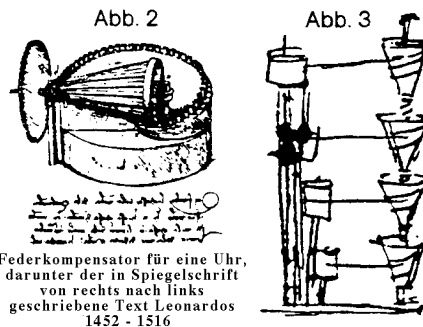
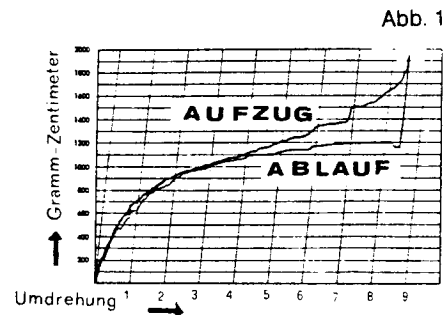


Abb. 4



»Federkompensator für eine Uhr«, dessen wechselnde Übersetzung durch das Rad mit wachsendem Radius auf das Kegelrad wohl durchaus dem technischen Erfordernis entsprechen kann.

Zwischen 1488 und 1497 skizzierte Leonardo da Vinci ein Uhrwerk mit langer Laufzeit, wobei übereinander vier Federhäuser und die zugehörigen Schnecken stehen (Abb. 3). Sehr häufig wurde zunächst allerdings die »Stackfreed« (Abb. 4) benutzt, die durch grobe Verringerung der zu starken

Zugfederkraft mittels Reibungsbremse auf dem Umfang der Kurvenscheibe das Ziel zu erreichen suchte.

Wohl einmalig jedoch ist die Konstruktion von Hans Kiening um 1595 - vermutlich ein Schüler von Bürgi - der zwar nicht das Übel an der Kraftquelle bessert, sondern er versuchte, die Auswirkung der wechselnden Federkraft an der Spindelhemmung zu berichtigen, indem er

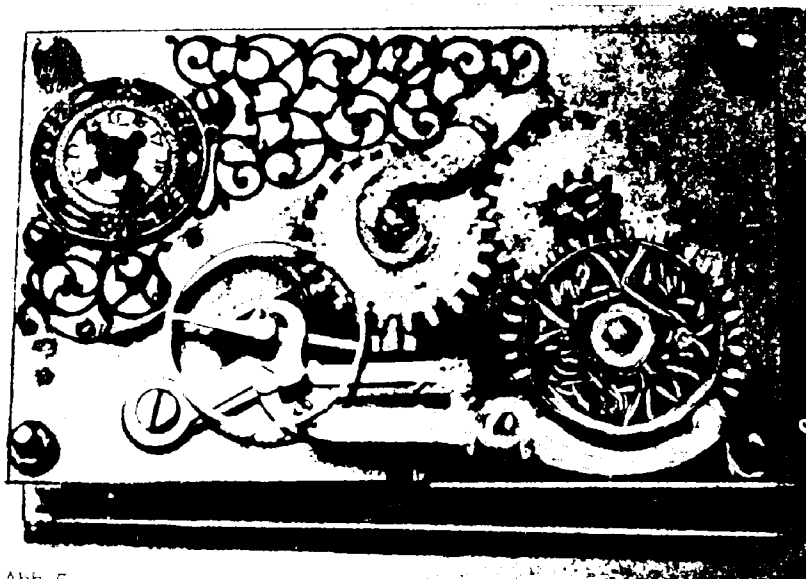


Abb. 5

mittels einer Kurvenscheibe (Abb. 5) die Eingriffstiefe der Hemmung veränderte!

Die »Schnecke« ist eine sehr vollkommene Erfindung zum Ausgleich der wechselnden Zugfederkraft, wird sie doch schon früh in der Spindeluhren und bis jetzt im höchst genauen Schiffs-Chronometer erfolgreich verwendet (Abb. 6). Die Radien der Schneckenkurve können der Zugfeder-Kraftkurve weitgehend angepaßt werden, um einen idealen Kraft-Ausgleich zu erreichen.

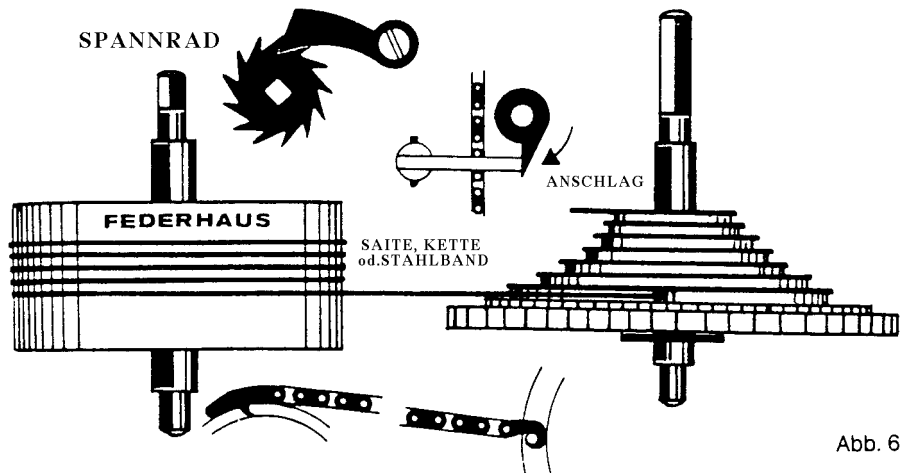


Abb. 6

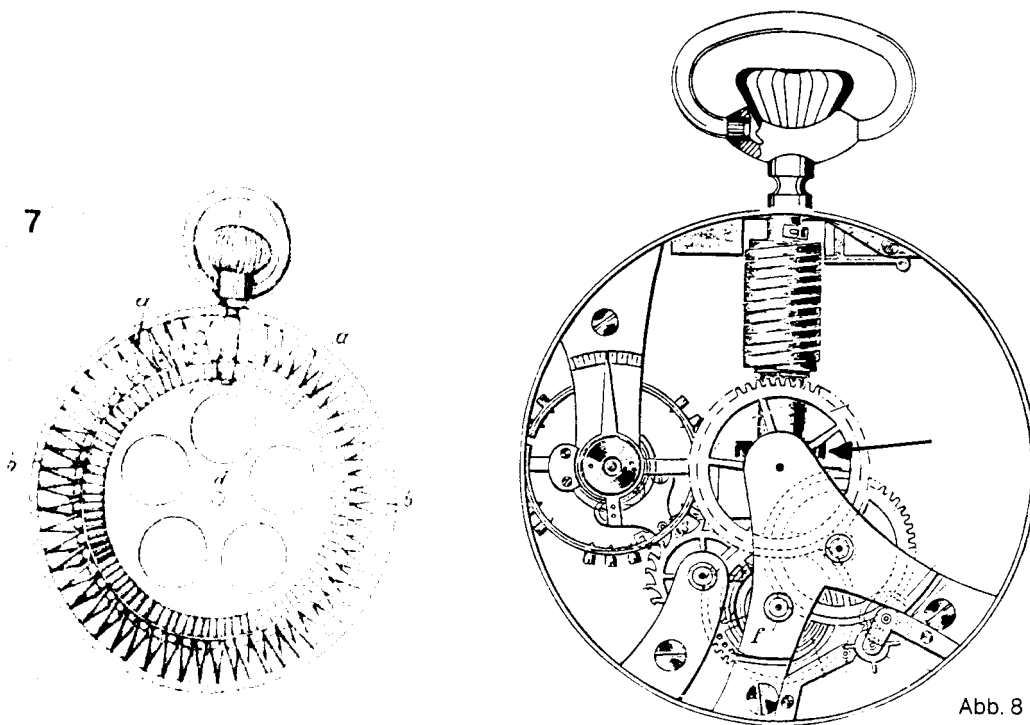


Abb. 8

Es hat jedoch auch originelle Versuche gegeben, das Federhaus der üblichen Form zu vermeiden. So ist eine lange Wendelfeder außen im Gehäuse rings um das Uhrwerk angeordnet (Abb. 7). Entspannt nimmt sie den ganzen Umfang der Uhr ein, aufgezogen schätzungsweise etwa ein Drittel. Das in der Werkmitte gelagerte Federrad vermag also nur etwa einen halben Umgang brauchbarer Zugfederkraft abzugeben, im Gegensatz zu unserer heutigen Federhausform, die 5 -7 Federumgänge gestattet.

Das »Patent Grasset« spart das Federhaus völlig ein, wozu die Antriebsfeder direkt um die Aufzugwelle gewickelt wird! (Abb. 8). Ein kleines Kronrad greift in das Minutentrieb: trotzdem es aus Stahl gefertigt ist, ist ringsum die Reihe der Zähne bei der Taschenuhr abgeplatzt gewesen, die uns zu Gesicht kam.

Eine verhältnismäßig neue Lösung entstand in dem Bestreben, die praktisch unzerbrechliche Wendelfeder für den Antrieb der Uhr nutzbar zu machen. Die Prinzip-Zeichnung zeigt die zwei Wendelfedern, die am gleicharmigen Hebelarm diametral gegenüber angreifen (Abb. 9). Bei dem geringen Drehwinkel von etwa 60 Grad ist eine größere Übersetzung notwendig.

Abb. 10

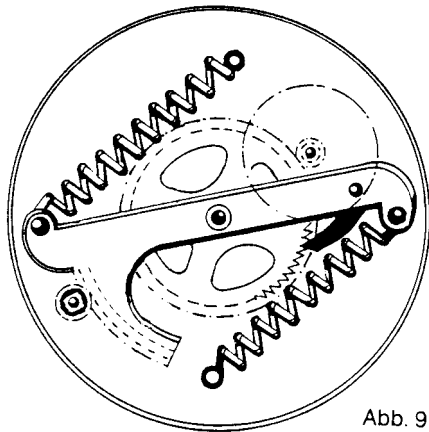
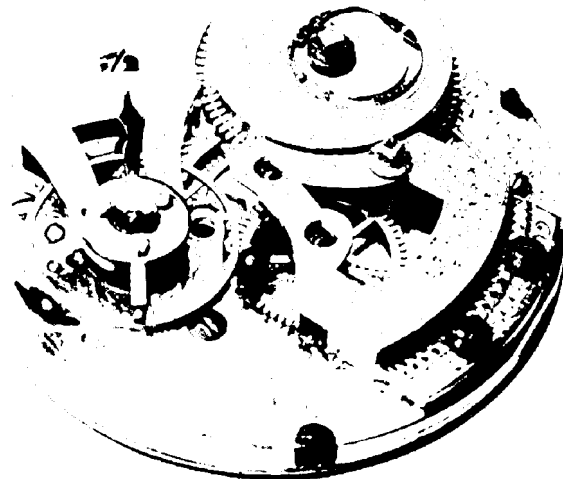


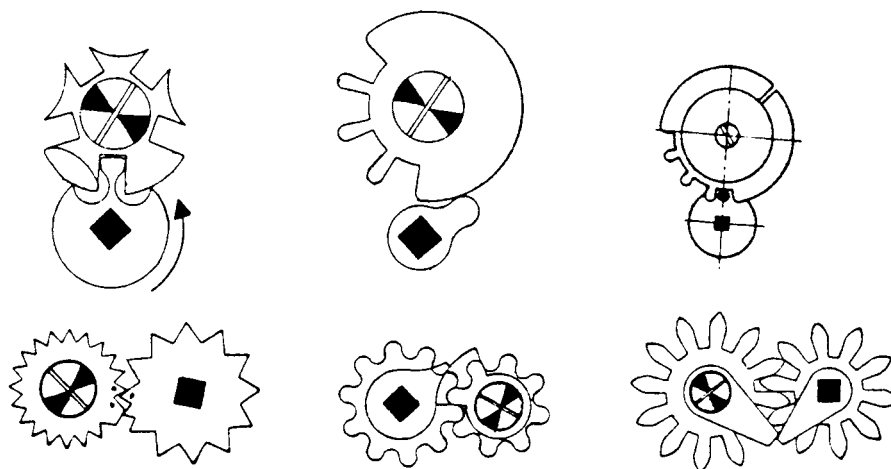
Abb. 9



Das Uhrwerk-Foto (Abb. 10) stellt die Anwendung der Federhaus-Stellung dar, die bei den sechs Federhaus-Stellungen oben rechts gezeichnet ist - das ist der federnde Stahlring, in dessen Zahnlücken der Stift des Federkerns oder Stellfingers eingreift (Abb. 10a).

Wie die Kraftkurve einer Zugfeder (Abb. 1) zeigt, ist sowohl die voll aufgezugene als auch die stark abgelaufene Zugfeder ungünstig. Die unter dem Begriff der »Federhaus-Stellungen« bekannten Einrichtungen verhindern den vollen Aufzug und den vollen Ablauf des Federhauses. Sie müssen also entsprechend richtig aufgesetzt werden, wozu in der Praxis das Federhaus - außerhalb der Uhr - nach vollem Aufzug etwa einen halben Umgang abgespannt wird und nunmehr die Stellung als »voll aufgezo-gen« aufgesetzt wird. Am bekanntesten ist die »Malteserkreuz-Stellung«. In unsorgfältiger Ausführung oder Behandlung sind diese Einrichtungen jedoch auch störanfällig. Und die Vereinfachungen bei moderner Herstellung haben die Federhaus-Stellungen in Fortfall gebracht.

Abb. 10a **FEDERHAUS-STELLUNGEN**



(Mancher Uhrmacher hat sich nicht die Mühe gemacht, die Verbesserung in der Uhr zu belassen, sondern hat ganz einfach das Stellungskreuz entfernt; was immerhin noch besser war, als den Stellungsfinger, dessen Vierkant auf dem Federkern das untere Federhauslager ausfräste!)

Nunmehr sollen die »Federzäume« (Abb. 11) die Aufgabe übernehmen, wenigstens die zu starke Kraft der voll aufgezogenen Zugfedern auszuschalten. Die gleiche Aufgabe hat auch der Sperrkegel, der zu diesem Zweck einen möglichst großen Rücklauf haben soll, um die Zugfeder etwas zu entspannen.

Früher hatte der Uhrmacher bei jedem Zugfeder-Ersatz die Feder entsprechend der Federhaus-Größe zu kürzen und danach am Feder-Ende einen »Zaum« anzubringen (Abb. 11 a). In glühendem Zustand wurde das Ende umgebogen und mit der Schraubkopffeiile dicht am Ende abgefeilt. Ein kurzes Stück der harten Federklinge wurde an beiden Enden gegenläufig angefeilt und nach dem Einwinden der Feder als »Scharnier« eingesetzt. Durch einen solchen Zaum wurde das Federpaket nach dem Voll-Aufzug wieder etwas gelockert.

Heute werden die Ersatz-Federn mit einem angenieteten Zaum geliefert (Abb. 11 b) in der dem Federhaus angemessenen Größe, so daß die Feder - meist ohne Federwinder - in das Federhaus eingedrückt werden kann. Der gewissenhafte Uhrmacher biegt jedoch den Zaum vor dem Einsetzen so, daß er nicht als gerade Sehne zuviel Raum des Federhauses einnimmt.

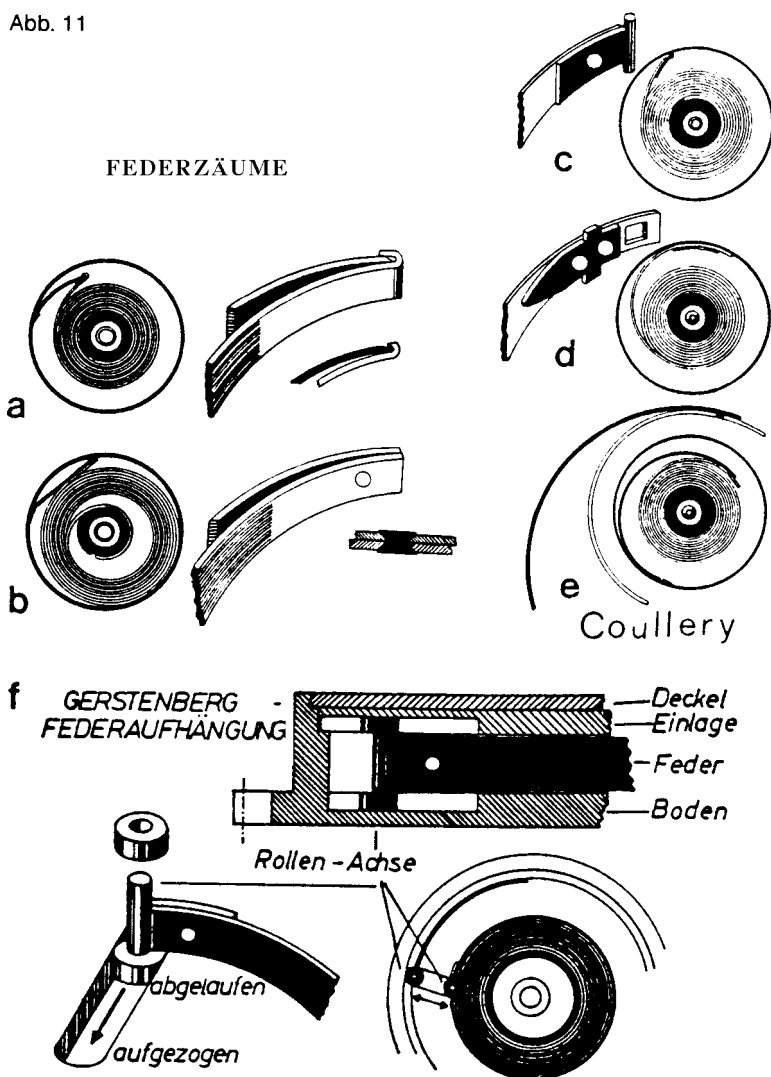
Seriöse Uhrenfabriken verwenden oft einen Spezialzaum, der etwa wie hier der Zugfeder eine Drehung um den Endzapfen ermöglicht (Abb. 11 c); dieser Zapfen dreht sich in Löchern der Trommel und des Deckels, der entsprechend korrespondierend aufgesetzt werden muß (IWC, Omega).

Wie bei der Spindeluhr und bei Uhren mit einer Federhaus-Stellung ist zwar auch hier die Feder mit einem Endloch an dem Haken der Trommelwandung eingehängt, doch ist der Zaum innen an der Zugfederklinge angenietet (Abb. 11 d); auf diese Weise wird das äußere Ende der Feder beim Vollaufzug niemals abgeknickt, sondern durch die Abstützung elegant abgebogen.

Der »Coullery«-Zaum ist der klassische Zaum für feine Uhren (Abb. 11 e), da er der Feder eine besonders gleichmäßige Entwicklung ermöglicht. Er besteht aus

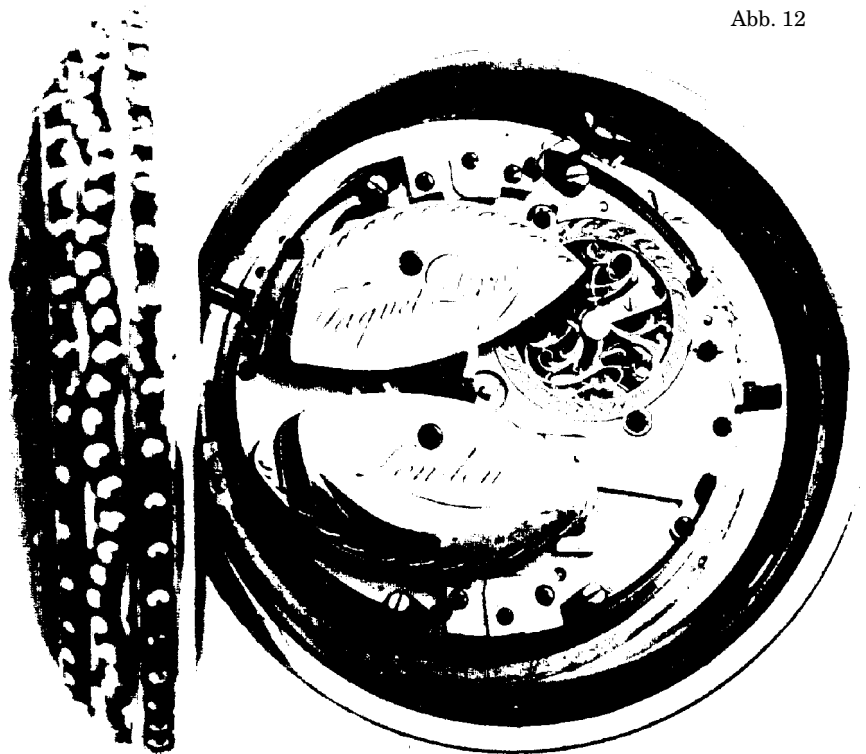
einem sehr langen Stück der harten Federklinge, das außen an die Zugfeder angenietet ist und sich wie bei Abb. 11 b wie üblich auf den Haken der Trommelwandung stützt. Er wirkt durch seine große Durchbiegung bei vollem Aufzug besonders gut ausgleichend.

Abb. 11



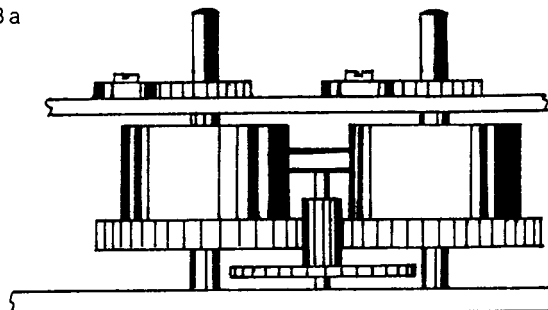
Ungewöhnlich und einmalig dürfte die Feder-Aufhängung in einem Glashütter Taschen-Chronometer sein, bei dem das äußere Federende (Abb. 11 f) mit Rollen in Ausfräsungen des Federhauses oben und unten gleitet; auf diese Weise wirkt die starke Kraft des Voll-Aufzuges an einem kleinen Radius, die schwache Kraft jedoch am äußeren, größeren Radius.

Abb. 12



Statt nur einer Zugfeder deren zwei anzuwenden, erscheint zunächst ungewöhnlich. Umso sensationeller ist die Verwendung von zwei Federhäusern (Abb. 12), die nicht nur gemeinsam in das Minutentrieb eingreifen, sondern dies geschieht in einer Selbstaufzug-Taschenuhr mit zwei Gewichten - wobei jedes Federhaus von einem Gewicht separat aufgezogen wird! Es ist eine Uhr von Henri Louis Jaquet-Droz (London) aus dem Jahre 1785! (Sie wurde auf der 30. Auktion des Hauses Ineichen-Zürich am 7. Mai 1979 versteigert). Aber auch Breguet (Abb. 13a) versuchte statt einer Schnecke mit zwei Federhäusern den Antrieb seiner Chronometer zu verbessern, wobei ebenfalls beide Federhäuser »parallel« gemeinsam in das Minutentrieb eingreifen. In seinem Instrument Nr. 3118 wird jedes Federhaus separat aufgezogen und beide Systeme sind mit Gesperr und Stellung versehen.

Abb. 13 a



Abweichend von dieser Konstruktion werden bei dem Chronometer Nr. 428 von Breguet (Abb. 13b) beide Zugfedern gemeinsam aufgezo- gen; eine kräftige »Wolfzahn«-Räderuntersetzung im Verhältnis von 1 : 2 vereinfacht die Wartung des Instrumentes. Auch hier sind beide Federhäuser in »Nebeneinander-Schaltung« angewendet. Die weiteren vereinfachten Schema- Zeichnungen zeigen zunächst die Hintereinander-Schaltung zweier Federhäuser (Abb. 13c) nach Helwig. Das erste aufgezo- gene Federhaus zieht mit seiner Trommel- Verzahnung das zweite Federhaus am Umfang auf, während der Antrieb des Uhrwerkes von einem Rad auf dem Federkern dieses zweiten Federhauses erfolgt. -

Abb. 13 b

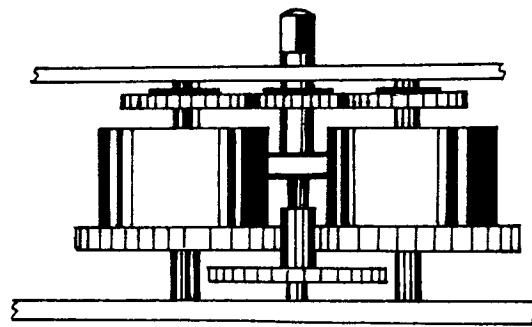
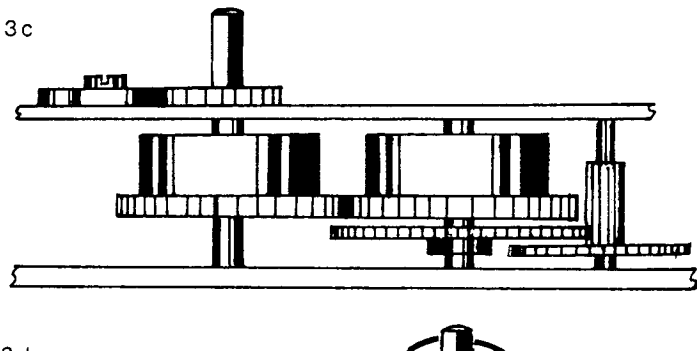


Abb. 13 c



Helwig hat noch eine andere Variante (Abb. 13d) mit zwei Federhäusern verwirklichen lassen, wobei das erste Federhaus mit einem Gesperr auf dem Federhaus versehen ist; die Folge davon ist, daß sich dieses Federhaus beim Gang der Uhr zurückdreht - wie beim Walzenrad einer Gewichtsuhr oder einer Schnecke!) Es ist also auch ein Gegengesperr nötig.) Das zweite Federhaus wird - ebenfalls in Hintereinander- Schaltung - von der Zähnung des ersten Federhauses aufgezo- gen und gibt bei der Rückwärtsdrehung die eingespeicherte Kraft zusätzlich an das erste Federhaus zurück, das den Antrieb der Uhr vornimmt.

Auch in einer modernen Armbanduhr (Abb. 14) wurden zwei Federhäuser eingebaut, die natürlich gemeinsam aufgezo- gen werden und in

Abb. 13



Parallelschaltung gemeinsam über das Minutentrieb die Uhr antreiben, wobei diese Konstruktion das Werk nicht nur besonders flach werden läßt, auch die dünnere Zugfederklinge ermöglicht eine längere Gangdauer.

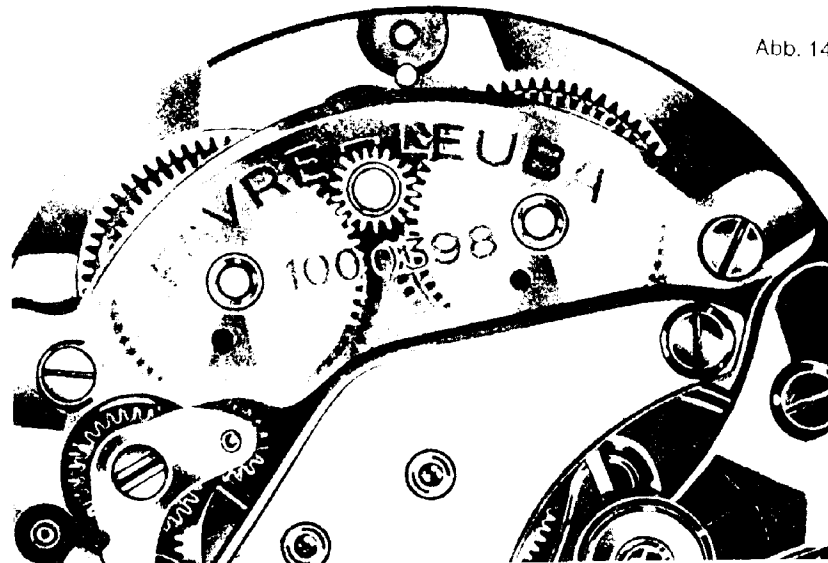


Abb. 14

Quellen-Angaben:

1. Archiv Verfasser
2. »Leonardo da Vinci« - E. O. Hauser in -Das Beste- 1975
3. »Leonardo da Vinci« - Marius Fallet ; Journal Suisse d'Horlogerie 1956
4. Meisterwerke der Uhrmacherskunst, Luigi Pippa. Scriptar Edition, Lausanne
5. Prof. H. v. Bertele, Journal d'Horlogerie, 1957
6. Archiv Verfasser
7. »Getriebelehre« von Dietzschold
8. »Getriebelehre« von Dietzschold
9. Archiv Verfasser
10. Foto: Jendritzki; 10a. G. Garbe, Diebener Jahrbuch 1952
11. Archiv Verfasser
12. Auktion 30 am 7. Mai 1979; Ineichen-Zürich
13. Auktion 32 am 29. Oktober 1979; Ineichen-Zürich
 - A Schema-Zeichnung zu Breguet-Chronometer Nr. 3 118
 - B Schema-Zeichnung zu Breguet-Chronometer 428 nach Aufsatz von M. A. G. Randall; Vortrag in »Chronometrophilia«.
 - C + D nach A. Helwig: »Drehganguhren«; Zeichnungen A - D von Verfasser
14. Werks-Foto