

---

# Ein langer Atem

Iris Wimmer-Olbort\*

Energie ist endlich: Ein mechanisches Uhrwerk kann nur so lange laufen, wie ihr Energie durch die Zugfeder zugeführt wird. Diese Spanne zu verlängern ist ein uraltes Bemühen der Uhrmacher, das auf verschiedenen Wegen erreicht wird.

Ein Behälter, der aussieht wie eine Dose, birgt eine der wichtigsten Komponenten des mechanischen Uhrwerks: die Zugfeder. Sie wird auch Werk- oder Triebfeder genannt und liefert die Antriebsenergie für das Uhrwerk. Dabei ist sie nicht mehr als ein flaches, elastisches Metallband, das aufgerollt ist. Wird die Uhr aufgezogen, spannt sich diese Feder und treibt in ihrem Bestreben, sich wieder zu entspannen, das Räderwerk an. Dieser Vorgang gilt als Merkmal eines mechanischen Uhrwerks und unterscheidet es deutlich von einem profanen, batteriegetriebenen Quarzwerk.

## Pure Metallurgie

In Feder und Federhaus kumulieren mehrere Jahrhunderte der Entwicklung. Die ersten Zugfedern gab es im 15. Jahrhundert. Sie waren zunächst von Hand geschmiedet, später aus Draht gewalzt und wurden spiralförmig aufgerollt. Gegen ihre Eigenspannung verformt, trieben sie durch die Rückkehr zu ihrer ursprünglichen Form das Uhrwerk an. Dieses Prinzip ist bis heute gleich geblieben, wenn sich auch viele Details entscheidend verändert haben.

Das beginnt bei den zeitgenössischen Materialien des elastischen, flachen Bandes: Moderne Zugfedern sind aus Legierungen wie ChromNickelstahl (Inox) oder Nivaflex (Kobalt, Nickel und Chrom)

---

\* Redaktionsbüro Iris Wimmer-Olbort, D-86825 Bad Wörishofen

gefertigt, die bruchfest sind und eine gleichmäßige Kraftentladung ermöglichen. Zu Letzterem trägt auch die heute gebräuchliche Form von Zugfedern bei, die in ausgebautem Zustand eine S-Form einnehmen. Das bedeutet, dass sich eine Zugfeder nach einigen Windungen in ihrer Richtung umkehrt und sich am anderen Ende im entgegengesetzten Drehsinn aufrollt.



Bild 1. In ausgebautem Zustand nimmt die Zugfeder einer Armbanduhr eine S-Form ein. (Foto: Lange Uhren AG)

---

Auch das äußere Ende der Feder bietet eine Besonderheit: Bei Automatikuhren ist dieses mit einer sogenannten Bride beziehungsweise einer Schleppfeder versehen. Diese wirkt als Rutschkupplung, da die Schleppfeder bei Vollaufzug im Federhaus nachrutscht. Bei Handaufzugwerken ist das Federende mit einem Endhaken oder Zaum (einer Handaufzugsbride) versehen, der sich bei Vollaufzug an der Federhauswandung einhakt. Beide Mechanismen verhindern, dass die Zugfeder überspannt wird. Der

Aufzug wird durch den Rücklauf des Sperrkegels gestoppt, der in das Sperrrad eingreift.

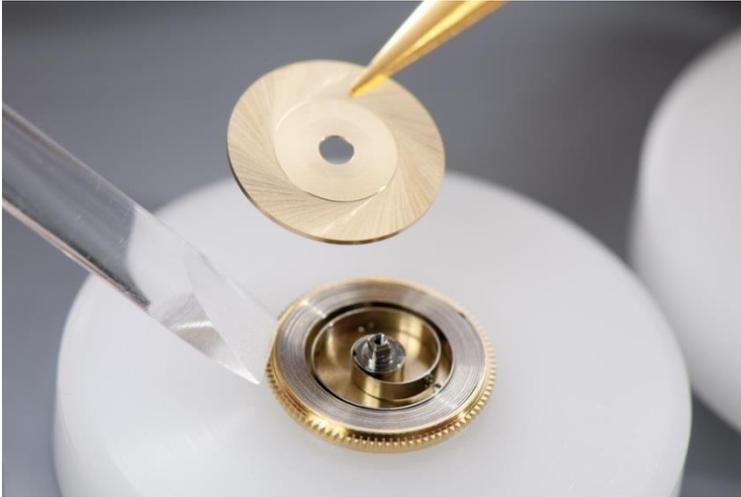


Bild 2. Während der Montage: Nachdem die Zugfeder in das Federhaus eingesetzt ist, wird hier der Federhausdeckel aufgesetzt. (Foto: Eterna)

---

Eingehängt wird die Zugfeder durch einen Haken an der Federwelle beziehungsweise dem Federkern – dies ist die zentrale Achse des Federhauses. Von hier aus wird die Feder aufgezoogen. Sie windet sich um den Federkern, während ihre Kraftabgabe am anderen Ende erfolgt. Dabei legt sie sich an die Wandung des Federhauses und versetzt es in Bewegung. Über eine Verzahnung an der Unterseite des Federhauses erfolgt der Eingriff in das Räderwerk, das dadurch angetrieben wird: Diese Drehbewegung ist langsam – innerhalb von sechs Stunden erfolgt etwa eine Umdrehung.

### **Autonomie-Bewegung**

Und wie lange währt die Energie der Zugfeder? Wie lange dauert es vom Vollaufzug der Zugfeder bis zu ihrer Entspannung? Dieser Zeitraum, der als Gangdauer, Gangautonomie oder Gangreserve

bezeichnet wird, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Zum einen trägt die Zugfeder selbst durch ihre Eigenschaften – ihre Länge und die Anzahl der Umgänge im Federhaus – dazu bei, zum anderen ist er vom Übersetzungsverhältnis des Räderwerks und von der benötigten Kraft, die zum Beispiel für zusätzliche Anzeigen oder Komplikationen aufgebracht wird, abhängig. Bei historischen Taschenuhren kann man von einer normalen Gangautonomie von etwa 24 Stunden ausgehen, bei Großuhren sind es meist sieben Tage und bei normalen Armbanduhren etwa 40 Stunden.



Bild 3. Blick auf das Nachspannwerk des Kalibers L034.1 von A. Lange & Söhne: Es sorgt für eine kontinuierliche Kraftverteilung über 31 Tage Gangreserve

---

Diese Spanne weiter auszureizen ist ein Ziel, das Uhrmacher schon seit langem verfolgen. Eine Lösung ist ein zusätzliches Rad im Räderwerk: Das Beisatzrad zwischen Minuten- und Kleinbodenrad verändert die Übersetzung so, dass weniger Energie erforderlich ist.

Eine andere Möglichkeit setzte schon Abraham-Louis Breguet (1747-1823) um: Er verbaute einfach zwei Zugfedern in einer Uhr: Das „Instrument Nr. 3118“ besitzt zwei Federhäuser, die separat aufgezogen werden. Hingegen befinden sich in Breguets

„Chronometer Nr. 428“ zwei Zugfedern, die gemeinsam aufgezogen werden. Hier sind beide Federhäuser nebeneinander geschaltet.

Auch der berühmte deutsche Feinuhrmacher Alfred Helwig (1886-1974) verbaute in verschiedenen Modellen zwei Federhäuser, für die er eine Reihenschaltung konstruierte. Bei Armbanduhren mit zwei Federhäusern gilt die Firma Favre-Leuba als Pionier. Ab 1962 bot sie zwei Handaufzugkaliber mit zwei parallel geschalteten Federhäusern.

Eine bekannte acht-Tage-Uhr war Ende des 19. Jahrhunderts die preiswerte Taschenuhr „Hebdomas“, gefertigt von der Firma Graizely Frères in La Ferrière. Sie beruhte auf einer Konstruktion des Uhrmachers Irénée Aubry, der sie 1888 patentieren ließ. Die Uhr verfügt über eine extra lange Zugfeder, deren Federhaus den gesamten Werkdurchmesser ausfüllt. Allerdings führte die lange Zugfeder zu Problemen, vor allem durch das abnehmende Drehmoment bei der Entspannung, was zu einem ungenauen Gang führte.

### **Gleichmäßige Kraft**

Aus diesen historischen Konstruktionen haben die Uhrmacher von heute gelernt und verlängern durch raffinierte Konstruktionen die Gangautonomie von Armbanduhrwerken immer weiter. Modelle mit einer Gangreserve von mindestens 60 Stunden gehören bei den meisten Manufakturen fast selbstverständlich zur Kollektion. Das 2016 vorgestellte Kaliber 36 von Glashütte Original für die Senator Excellence erhöht diesen Wert auf eine Kraftreserve von bis zu 100 Stunden mit nur einem einzigen, neu konstruierten Federhaus. Dessen Durchmesser wurde vergrößert und der Federkern verkleinert, so dass eine auf 680 Millimeter verlängerte Zugfeder Platz fand. Sie ist aus dem für Glashütte Original neuen Material Elinflex von Nivarox gefertigt.



Bild 4. Das Handaufzugswerk der Lange 31 von A. Lange & Söhne bietet 31 Tage Gangreserve, die an einer eigenen Anzeige abzulesen sind. (Foto: Lange Uhren AG)



Bild 5. Links: Das Handaufzugswerk der Lange 31 von A. Lange & Söhne bietet 31 Tage Gangreserve, die an einer eigenen Anzeige abzulesen sind (Foto: Lange Uhren GmbH)  
Rechts: Werkdetail aus dem Kaliber L034.1 von A. Lange & Söhne: Zeichnung des Nachspannwerks(Foto:Lange Uhren AG)

---

Oft werden für das Mehr an Kraft zwei oder gar mehr Federhäuser eingesetzt. Dabei gibt es verschiedene Konzepte, die sich in Bezug auf den Aufzug und die Energieweitergabe unterscheiden. Hier wären die parallele und die serielle Schaltung zu nennen. Bei der parallelen Schaltung wirkt die Kraft beim Aufzug zum Beispiel über das mittig platzierte Kronrad gleichzeitig auf beide Federhäuser; auch das Ablaufen erfolgt parallel.

Eine serielle Schaltung bedeutet hingegen, dass der Aufzug über die Krone nur auf ein Federhaus wirkt. Dieses gibt die Kraft an das oder die anderen Federhäuser weiter. Die Kraftabgabe an das Werk erfolgt ebenfalls von einem einzigen Federhaus aus, das quasi von der Kraft des oder der Kollegen gespeist wird. Dieser Austausch von Kräften kann durch eine frei bewegliche Verzahnung ohne Gesperr zwischen den Federhäusern erfolgen. Dann sorgt allein die Spannung der Zugfedern für einen kontinuierlichen Kraftausgleich.

Chopard war eine der ersten Marken, die in der „L.U.C Quattro“ gleich vier Federhäuser in einer Uhr zum Einsatz brachte. Insgesamt speichern in diesem Kaliber Zugfedern von 1,80 Metern Länge die Energie, die für neuneinhalb Tage reicht. In der Uhr „Les Cabinotiers Celestia Astronomica Grande Complication 3600“ von

Vacheron Constantin arbeiten sogar sechs Federhäuser. Sie sorgen für eine Gangautonomie von 21 Tagen und steuern zahlreiche Komplikationen, darunter ein Ewiger Kalender, eine Anzeige von Sonnenaufgang und –untergang sowie eine Anzeige des Mondalters.



Bild 6. Celestia Astronomical Grand Complication 3600 von Vacheron Constantin vereint zahlreiche astronomische Funktionen, zum Beispiel die Anzeige von Sonnenauf- und Sonnenuntergangszeit sowie die Stellung von Mond und Erde zueinander. (Foto: Vacheron Constantin)

Einen ganzen Monat Gangreserve garantiert die „Lange 31“ von A. Lange & Söhne. Nach Ablauf dieser Frist wird das Modell mit einem Schlüssel wieder aufgezogen. Damit spannt man zwei Zugfedern von jeweils 1,85 Metern Länge, die in übereinander gelagerten Federhäusern drei Viertel der Werkfläche in Anspruch nehmen.

Für konstanten Antrieb über die gesamte Laufzeit sorgt ein extra konstruiertes Nachspannwerk. Dieses ist zwischen Doppelfederhaus und Hemmung platziert und bewirkt, dass eine vorgespannte Antriebsspirale auf der Sekundenradwelle beim Entspannen eine immer gleiche Energiemenge an das Ankerrad weitergibt. Alle zehn Sekunden wird diese an einem Spiralklötzchen befestigte Spiralfeder an ihrem äußeren Ende wieder um 60 Grad nachgespannt, gesteuert von der Unruh. Der Bewegungsablauf des Nachspannwerks, der äußerlich dem einer Hemmung gleicht, kann durch den Saphirglasboden beobachtet werden.

### **Demokratisierung der Kraft**

Dieses Vergnügen ist für den normalen Uhrenkäufer fast unerschwinglich. Doch auch im preislichen Normalbereich finden sich inzwischen einige Langläufer. Zum Beispiel verbaut Tissot das ETA-Kaliber C07.111 Powermatic 80, das auf Basis des bewährten ETA-Kalibers 2824-2 in einer Zusammenarbeit von Asulab, Eta und Nivarox entstanden ist. Um diese Gangreserve zu erreichen, wurden die Unruhfrequenz auf 21.600 Halbschwingungen pro Stunde, also 3 Hertz, reduziert, das Federhaus erneuert und die ganze Hemmung umkonstruiert. In der Summe bewirken diese Maßnahmen fast eine Verdopplung der speicherbaren Energie.

Im Blick hat man die Energiereserve dank entsprechender Anzeigen – die Gangreserveanzeige gilt in der Uhren-Nomenklatur als eigenständige Komplikation. Zumeist erfolgt sie retrograd, also durch einen Zeiger, der sich vor- und dann wieder zurückbewegt. Möglich wird dies in der Regel durch ein kleines Differentialgetriebe, welches das Federhaus mit der entsprechenden Anzeige verbindet. Von dieser kann der Uhrenträger dann ablesen, wie es um den Energiehaushalt seiner Uhr bestellt ist. In der Regel

wirkt sich ein pralles Energiepolster nämlich vorteilhaft auf den genauen Gang einer Uhr aus.



Bild 7. Celestina Astronomica von Vacheron  
Die Gangautonomie beträgt drei Wochen, obwohl das Kaliber 3600 aus  
insgesamt 514 Teilen besteht  
(Foto: Vacheron Constantin)



Bild 8. Sauterelle a Heure Mondiale von Andreas Strehler  
Zifferblattansicht mit dezentraler Stunden- und Minutenanzeige sowie einer  
GMT-Anzeige, zwei Federhäuser sorgen für 78 Stunden Gangautonomie  
(Foto: Andreas Strehler)