



DIE BEHERRSCHUNG DER PRÄZISION

EINE FORTLAUFENDE GESCHICHTE VON INNOVATION UND EXZELLENZ – VERGANGENHEIT, GEGENWART UND ZUKUNFT

Wichtige Fakten:

- Vom Rohstoff zum fertigen Zeitmesser: Präzision bei jedem Arbeitsschritt
- Stöße, Magnetfelder und Schwerkraft: die Herausforderungen der Chronometrie
- Eine bahnbrechende Lösung für die Unvereinbarkeit von Zeitmessung und Komplikationen

Bei Jaeger-LeCoultre sind wir der festen Überzeugung, dass es Zeit, Geduld und Anstrengung braucht, jeden Bereich menschlichen Strebens wie ein Meister zu beherrschen. Präzision ist für unsere Maison ein Kernwert, und unsere Bemühungen, unser *Savoir-faire* in diesem Bereich immer weiter zu verbessern, begannen schon zweihundert Jahre zuvor – und werden sich in der Zukunft noch lange Zeit fortsetzen.

Für unseren Gründer Antoine LeCoultre entstand der Wunsch, sich der Uhrmacherkunst zu widmen, aus seiner geradezu obsessiven Leidenschaft für Präzision heraus. Noch bevor er seine erste Uhrenwerkstatt eröffnete – damals arbeitete er noch in der Schmiede seines Vaters – hatte er bereits Maschinen erfunden, die das Schneiden von Trieben aus Stahl mit beispielloser Präzision ermöglichten. Die folgenden Generationen an Uhrmachern, Ingenieuren und Kunsthandwerkern nahmen sich ein Beispiel an unserem Gründer und arbeiteten hart daran, alle Bereiche und alle Schritte in der Herstellung einer Uhr zu meistern – von Konzept und Design über die Umwandlung von Rohmaterial in einsetzbare Komponenten bis hin zu den minutiösen Gesten, die für die Montage und Veredelung erforderlich sind. Im Jahr 2024 erzählt Jaeger-LeCoultre diese Geschichte der Präzision in vier Kapiteln.

Die Präzision in der Produktion

In der Uhrmacherkunst ist Präzision in der Produktion der Schlüssel zu allem anderen. Das verstand bereits Antoine LeCoultre, dessen früheste Erfindungen in der Uhrenindustrie für eine Revolution sorgten.



1830, drei Jahre bevor er seine Uhrenwerkstatt eröffnete, entwickelte er ein mechanisches Werkzeug zum Ausschneiden von Triebzähnen aus Stahl, das er patentieren ließ. Anstatt einzeln von Hand geformt zu werden, konnten nun mehrere Triebe nach den gleichen, im Voraus festgelegten Spezifikationen und mit größerer Präzision als je zuvor hergestellt werden.

Vierzehn Jahre später, im Jahr 1844, erfand Antoine LeCoultre das Millionometer. Als erstes Gerät, das in der Lage war, einen Mikrometer zu messen, ermöglichte es nicht nur die Messung von Komponenten mit einem noch nie dagewesenen Maß an Präzision, sondern auch deren weitere Miniaturisierung. Das Millionometer kann als Antoine LeCoultres Antwort auf die durch seine selbst erfundenen Maschinen möglich gemachte Miniaturisierung verstanden werden, die nun durch präzisere Messungen weiter vorangetrieben werden konnte. Es wurden nur wenige Exemplare des Millionometers hergestellt, und die Technologie wurde von der Manufaktur streng unter Verschluss gehalten. Das Gerät diente über 50 Jahre lang als Standard für Präzision.

Antoine LeCoultre setzte sein Streben nach Präzision fort und führte neue Werkzeuge in den Produktionsprozess ein, wie zum Beispiel die Wälzmaschine im Jahr 1850 und das Fräswerkzeug im Jahr 1860. Beide verbesserten die Fähigkeit, präzise Uhrenkomponenten herzustellen, noch weiter.

Zu den außergewöhnlichen Zeitmessern, deren Anfertigung durch die auf den Mikrometer genaue Messung möglich wurde, gehörte das flachste Uhrwerk der Welt. Das nur 1,38 mm hohe Kaliber 145 wurde 1907 in einer Taschenuhr mit dem Spitznamen Couteau (Messer) präsentiert.

Um das Vermächtnis von Antoine LeCoultres Beitrag zur Präzision in der Uhrmacherkunst zu erhalten, werden die Gesenke seit 1926 in der Manufaktur aufbewahrt. Heute verfügt Jaeger-LeCoultre über mehr als 1.900 Stempel, um die Kaliber der Maison herzustellen und zu warten.

Im Laufe seines Lebens entwickelte Antoine LeCoultre immer wieder neue und präzise kalibrierte Stanz- und Schneidemaschinen sowie mechanische Drehbänke zur Herstellung von Komponenten. Indem er die Serienproduktion identischer Komponenten ermöglichte, bildete er mit seinem Streben nach Präzision die Grundlage, auf der sich die moderne Uhrenindustrie entwickelte – eine Errungenschaft, die ihm bei der ersten Weltausstellung 1851 in London eine Goldmedaille einbrachte.

Im Zuge der technologischen Fortschritte im 20. Jahrhundert, die bis in unser Jahrhundert hinein andauern, hat die Manufaktur Jaeger-LeCoultre für die präzise Herstellung ihrer Zeitmesser auch moderne Hilfsmittel eingesetzt. Die Maison gehörte zu den frühen Anwendern von CAD (Computer-Aided Design) und CNC (Computer Numeric Cutting) und schaffte bereits 1982 ihre erste CNC-Maschine an. In jüngerer Zeit haben Technologien wie Funkenerosion, Laserschneiden und 3D-Prototyping die Kernphasen des Produktionsprozesses zu einer exakten Wissenschaft gemacht. Diese Technologien sind jedoch nur eine Ergänzung und kein Ersatz für die präzisen menschlichen Gesten, die beim ersten Entwurf, in den verschiedenen Phasen der Herstellung eines Prototypen und bei der Montage und Veredelung von Uhrwerken zum Einsatz kommen. Denn es ist die menschliche Hand, die



in der Haute Horlogerie im Vergleich zur übrigen Uhrmacherkunst den Unterschied macht und einem Zeitmesser seine unbeschreibliche „Seele“ verleiht.

Die Präzision in der Zeitmessung

Chronometrie bedeutet schlicht Präzision in der Zeitmessung, und ein Chronometer ist ein mechanisches Kaliber, das eine besonders hohe Ganggenauigkeit bietet und im Rahmen strenger Tests zertifiziert wurde. Die Zertifizierung von Chronometern verdankt ihre Entstehung den Fortschritten in der Optik Mitte des 19. Jahrhunderts. Diese führten zur Einrichtung von Observatorien, und dort konnten erstmals die Planetenbewegungen, die unsere Zeit definieren, präzise gemessen werden.

Im Laufe ihrer 190-jährigen Geschichte hat die Manufaktur Jaeger-LeCoultre zahlreiche Chronometerkaliber entwickelt und damit die Leidenschaft ihres Gründers für Präzision in Ehren gehalten. Um als Chronometer zu gelten, muss ein Zeitmesser das nötige Maß an Genauigkeit erreichen. Somit ist jeder Chronometer das Ergebnis intensiver Forschung dazu, wie sich den Schwierigkeiten, denen eine Uhr ausgesetzt ist, begegnen lässt. Die Herstellung eines Chronometer-Mechanismus erfordert großes technisches Savoir-faire: Triebe müssen präzise geformt werden und Zahnräder perfekt ineinandergreifen, die Oberflächen müssen makellos poliert sein, um Reibung zu reduzieren, und Metalle müssen Temperaturschwankungen standhalten.

Im Streben nach Präzision und Langlebigkeit stellen sich der mechanischen Uhrmacherkunst zahlreiche Herausforderungen, von Stößen und Erschütterungen über Magnetfelder bis hin zu Energie und Schwerkraft.

Herausforderung 1: Stöße und Erschütterungen

Uhrwerke, die mit einer höheren Frequenz schlagen, sind bei Erschütterungen weniger anfällig. Um dem Bedarf an widerstandsfähigeren Uhrwerken gerecht zu werden, führte die Manufaktur 1970 das Kaliber 916 ein, das mit einer höheren Frequenz von 28.800 Halbschwingungen pro Stunde (4 Hz) arbeitet. Damit brach die Manufaktur mit den damals üblichen 3 Hz oder 2,5 Hz und setzte einen neuen Standard. Im ständigen Streben nach Präzision entwickelte Jaeger-LeCoultre für die Master Compressor Extreme Lab das Kaliber 781, das sich durch eine bemerkenswerte Präzision und Zuverlässigkeit auszeichnet. Neben anderen Innovationen verfügt die Spiralfeder über eine spezielle Schutzvorrichtung, die dazu dient, die Bewegung der Feder in extremen Situationen, wie beispielsweise bei Erschütterungen, einzuschränken.

Herausforderung 2: Magnetismus

Magnetfelder können die Ganggenauigkeit mechanischer Uhren beeinträchtigen, indem sie bestimmte Komponenten magnetisieren und deren Funktionsweise dadurch verlangsamen oder beschleunigen. Schon früh forschte die Manufaktur an verschiedenen Materialien, um die Leistung der Spiralfeder zu verbessern. Dies führte zu der bahnbrechenden Verwendung einer Spiralfeder aus Palladium für das Kaliber LeCoultre 18RV, das Ende des 19. Jahrhunderts einer Taschenuhr mit Chronograph als Antrieb diente. Die Innovation brachte der Uhr eine Zertifizierung als Chronometer ein. Um den Einfluss von Magnetfeldern noch weiter einzuschränken, wurde die auf Langlebigkeit, Wasserdichtigkeit und



Präzision ausgelegte Geophysic von 1958 mit einem Innengehäuse aus Weicheisen zum Schutz vor Magnetismus ausgestattet. Damit war sie nicht nur ein zertifiziertes Chronometer, sondern auch eine der ersten Armbanduhren mit dieser Ausstattung.

Herausforderung 3: Energie

Mechanische Uhren arbeiten mit einer aufgezogenen Feder, die das Uhrwerk antreibt. Eine geringe Gangreserve kann die Genauigkeit der Zeitmessung beeinträchtigen, da die sich abwickelnde Zugfeder die Schwingungsamplitude der Unruh reduziert. Das führt zu einem instabilen Uhrwerk und so zu einer inkonsistenten Zeitmessung. Uhren mit längerer Gangreserve können das Einsetzen der „niedrigen Energieproduktion“ verzögern, so dass ein regelmäßigerer „Herzschlag“ gewährleistet ist und die Ganggenauigkeit über längere Zeiträume erhalten bleibt. Im 19. Jahrhundert stellten sich die Uhrmacher der Manufaktur der Herausforderung zusätzlicher Komplikationen und brachten 1881 als Antwort das Kaliber 19/20RMSMI mit Minutenrepetition auf den Markt. Dieses verfügte über zwei Federhäuser zum Antrieb eines einzigen Räderwerks, das sowohl für die Zeitmessung als auch für die Komplikationen zuständig war. Diese Innovation legte den Grundstein für das revolutionäre Duometre-Konzept aus dem 21. Jahrhundert. Mit dem Ziel, die Energieeffizienz zu optimieren, entstand 2004 die Master Eight Days Perpetual, eine Uhr mit Ewigem Kalender und einer Gangreserve von acht Tagen, die Spitzenleistung und elegantes Design in sich vereint.

Herausforderung 4: Schwerkraft

Die Schwerkraft beeinflusst die Ganggenauigkeit mechanischer Uhren, indem sie je nach Position der Uhr auf die Unruh und die Hemmung einwirkt. Das kann zu Abweichungen bei der Zeitmessung führen. Um dem entgegenzuwirken, verfügen einige Uhren über ein Tourbillon, das dazu dient, das Regulierorgan kontinuierlich zu drehen, um durch die Schwerkraft verursachte Fehler auszugleichen. 1946 führte Jaeger-LeCoultre das bemerkenswerte Kaliber 170 für Chronometrie-Wettbewerbe ein und erhielt dafür mehrere Auszeichnungen. Stets angespornt von dem Erfindergeist, den bereits Antoine LeCoultre an den Tag legte, ist es der Maison 2004 gelungen, die Grenzen der Uhrmacherkunst durch die Einführung von mehrachsigen Tourbillons neu zu definieren.

Bereits im 19. Jahrhundert stellte die Manufaktur LeCoultre als Chronometer zertifizierte Taschenuhren her – 100 Jahre bevor moderne Präzisionshilfen wie CNC-Maschinen und Laserschneiden überhaupt erfunden wurden. Während einige dieser Uhren über einfache Mechanismen verfügten – und damit über weniger Variablen, die sich auf die Genauigkeit der Zeitmessung auswirken konnten – stellte die Maison auch Chronometer mit Komplikationen her und meisterte 1890 die ultimative Herausforderung, eine als Chronometer zertifizierte Taschenuhr mit Grande Complication herzustellen.

1992 führte Jaeger-LeCoultre die Zertifizierung „1.000 Hours Control“ ein. Dabei handelt es sich um eines der strengsten Prüfprotokolle der Uhrenindustrie. Es wird nicht nur das Kaliber, sondern auch die fertig montierte Uhr getestet, und der Präzisionsanspruch liegt über der Standardzertifizierung für



Chronometer. Das erste Uhrwerk, das die „1.000 Hours Control“ Zertifizierung erhielt, war das Kaliber 899, die Säule der Kollektion Master Control.

Im Rahmen einer nie endenden Suche nach Möglichkeiten zur Verbesserung der Chronometrie konzentrierten sich die Innovationen der letzten Jahre auf die Materialien für die wichtigsten Komponenten – darunter Silizium und neue Schmiermittel zur Verringerung der Reibung und damit zur Verbesserung der Energieübertragung. Außerdem standen neue Konstruktionen für Zahnräder und Unruhen sowie neue Formen für Hemmungsräder und Anker im Fokus, die allesamt den Isochronismus und damit die Genauigkeit der Zeitmessung verbessert haben.

Die Präzision der Regulierorgane

Das Regulierorgan ist einer der wichtigsten Teile eines Uhrwerks. Es besteht aus Unruh und Spiralfeder und ist das Element, das wir an mechanischen Kalibern so faszinierend finden: der Teil des Uhrwerks, der zu leben und zu atmen scheint – sein schlagendes Herz. Gesteuert durch das Ausdehnen und Zusammenziehen der Spiralfeder ist die Regelmäßigkeit dieses Herzschlags – bekannt als Isochronismus – für die präzise Zeitmessung entscheidend.

Jaeger-LeCoultre ist eine der wenigen Uhrenmanufakturen, die über die speziellen Fähigkeiten verfügt, Spiralfedern in verschiedenen Formen herzustellen, und die Ingenieure der Manufaktur haben sich jahrzehntelang intensiv mit dieser Schlüsselkomponente beschäftigt. In den Anfangstagen wurde den Materialien große Aufmerksamkeit gewidmet. 1890 führte die Manufaktur erstmals eine Spiralfeder aus Palladium ein. In jüngerer Zeit konzentrierten sich die Bemühungen vor allem auf die Form der Spiralfeder und auf das Tourbillon.

Die Form und die Befestigung (Endkurven) einer Spiralfeder bestimmen die Art und Weise, wie sie sich ausdehnt und zusammenzieht. Während die Verwendung flacher Spiralfedern üblich ist, haben die Ingenieure von Jaeger-LeCoultre verschiedene Konfigurationen untersucht, um die Formen zu ermitteln, die je nach Konstruktion des Regulierorgans die regelmäßigsten Schwingungen erzeugen. So konnten sie beispielsweise herausfinden, dass eine flache (Breguet-)Spiralfeder beim Gyrotourbillon 5 die besten Ergebnisse liefert, während beim Tourbillon Cylindrique eine zylindrische Spiralfeder mit zwei Endkurven eine Präzision erzeugt, die mit einer traditionellen Spiralfeder nicht zu erreichen ist. Die Experten der Manufaktur haben für verschiedene Kaliber auch sphärische und halbsphärische Spiralfedern entwickelt – und ihre Forschung setzt sich fort.

Basierend auf der Erkenntnis, dass sich auch die Schwerkraft auf das fein abgestimmte Gleichgewicht eines Uhrenmechanismus auswirkt, untersuchten sie auch das Regulierorgan als Ganzes und fanden eine Lösung im Tourbillon. Das Tourbillon, das seit seiner Erfindung Ende des 18. Jahrhunderts weitgehend vernachlässigt worden war, gleicht die Auswirkungen der Schwerkraft aus, indem es die Unruh innerhalb eines Käfigs dreht. 1946 gewann das erste Tourbillonwerk von Jaeger-LeCoultre – das



Kaliber 170 – den Chronometriewettbewerb des Observatoriums von Neuenburg, und 1993 entwickelte die Manufaktur ihre erste Armbanduhr mit Tourbillon.

Da das Tourbillon ursprünglich für Taschenuhren entwickelt worden war und die Schwerkraft daher nicht in allen Positionen ausgleichen konnte, fügten die Uhrmacher von Jaeger-LeCoultre der Vorrichtung eine sich senkrecht zur ersten drehende, zweite Achse hinzu, um eine dreidimensionale Rotation zu erreichen. Mit der Einführung ihres ersten mehrachsigen Tourbillons im Jahr 2004 – dem Gyrotourbillon – betrat die Maison absolutes Neuland. 2012 folgte das Spherotourbillon. 2014 erschien das ultraflache Kaliber 362 mit einem fliegenden Tourbillon, gelagert auf einem peripheren Kugellagersystem und ausgestattet mit der patentierten, S-förmigen Spiralfeder von Jaeger-LeCoultre. Die Weiterentwicklung des ursprünglichen Gyrotourbillons führte 2016 zur Einführung einer 4. Generation und 2019 zum Gyrotourbillon 5, das in die Master Hybris Mechanica Calibre 184 eingebettet ist.

Die Präzision der Komplikationen

Grundvoraussetzung für präzise Zeitmessung und einen perfekten Isochronismus ist eine absolut gleichmäßige Energieübertragung vom Federhaus des Uhrwerks auf das Regulierorgan.

Wenn ein Uhrwerk eine zusätzliche Komplikation umfasst, besteht die Gefahr, dass die Genauigkeit der Zeitmessung beeinträchtigt wird – aus dem einfachen Grund, dass auch die Komplikation Energie benötigt, um zu funktionieren. Außerdem soll die Uhr nicht nur die Zeit präzise anzeigen, sondern auch dafür sorgen, dass die Anzeigen der Komplikation – zum Beispiel eine Mondphasenanzeige, eine Himmelskarte, verstrichene Sekunden – mit größtmöglicher Präzision dargestellt werden.

Einige Komplikationen belasten die Energieversorgung im Laufe der Zeit langsam und relativ gleichmäßig – so zum Beispiel Kalenderfunktionen. Andere Komplikationen – darunter Chronographen und Minutenrepetitionen – erfordern einen hohen Energieaufwand für einen sehr kurzen Zeitraum. Und der Chronograph stellt für die Präzision noch eine zusätzliche Herausforderung dar, da sein Zweck darin besteht, sehr kleine Zeitintervalle möglichst genau zu messen und anzuzeigen.

Seit den Anfangstagen der Manufaktur haben sich unsere Uhrmacher nicht nur eine umfangreiche Expertise im Bereich des Chronographen angeeignet, sondern diesen auch mit anderen Komplikationen kombiniert. Dabei ist es ihnen gelungen, die Energieübertragung zwischen der Zeitmessung und dem Betrieb der Komplikationen erfolgreich zu steuern und die Auswirkungen auf den Isochronismus auf ein Minimum zu reduzieren.

Auf der Suche nach einer Lösung für die widersprüchlichen Anforderungen von Zeitmessung und Komplikationen entwickelten die Ingenieure von Jaeger-LeCoultre das Duometre-Konzept. Der 2007 eingeführte und von der Manufaktur patentierte Duometre-Mechanismus verfügt über zwei Federhäuser mit jeweils einem separaten, unabhängigen Räderwerk in einem Kaliber, die mit einem



einziges Regulierorgan verbunden sind. Ein Räderwerk ist dafür zuständig, die Zeitanzeigen mit Energie zu versorgen, während das andere alle zusätzlichen Funktionen antreibt. Da es sicherstellt, dass der Betrieb der Komplikation die Zeitmessung nicht beeinträchtigt, und somit die Ganggenauigkeit garantiert, ermöglicht dieses Konzept die Weiterentwicklung uhrmacherischer Komplexität.

Bei der ersten Anwendung des Duometre-Konzepts im Jahr 2007 stellten sich die Uhrmacher von Jaeger-LeCoultre also der schwierigsten Herausforderung: eine Uhr mit Chronograph und der Präzision eines Chronometers zu entwickeln. Das Ergebnis war die Duometre à Chronographe, ausgestattet mit dem Kaliber 380 – einem vollständig integrierten Säulenrad-Chronographenmechanismus. Seitdem wurde der Duometre-Mechanismus auch für andere Komplikationen eingesetzt, darunter Mondphasen, eine GMT-Funktion, ein klassisches Tourbillon und, 2012, ein sphärisches Tourbillon.

2024 stellt Jaeger-LeCoultre zwei neue Duometre-Kaliber vor: Das Kaliber 388, das der Duometre Heliotourbillon Perpetual als Antrieb dient, ist mit einer völlig neuen Tourbillon-Konfiguration versehen, die sich um drei Achsen dreht und einen „Kreisel“-Effekt erzeugt. Das Kaliber 391 seinerseits kombiniert einen Chronographen mit einer Mondphasenanzeige in der Duometre Chronograph Moon.

In die neuen Duometre-Kaliber fließen fast acht Jahrzehnte Erfahrung ein. Damit sind die Uhren ein weiterer Schritt auf dem Weg der Maison zu absoluter Präzision. Und so setzt sich die von unserem Gründer begonnene Geschichte fort ...

Über Jaeger-LeCoultre – The Watchmaker of Watchmakers™

Inspiziert von einem unverwechselbaren Streben nach Innovation und Kreativität und der friedlichen, naturbelassenen Umgebung in seiner Heimat im Vallée de Joux zeichnet sich Jaeger-LeCoultre seit 1833 durch die Beherrschung der Komplikationen und der Präzision seiner Mechanismen aus. Die Manufaktur, bekannt als „The Watchmaker of Watchmakers™“, der Uhrmacher der Uhrmacher, hat ihren unermüdlichen Erfindergeist in der Entwicklung von über 1.400 verschiedenen Kalibern und mit über 430 Patenten zum Ausdruck gebracht. Die Uhrmacher der Grande Maison machen sich 190 Jahre Expertise zunutze und konzipieren, fertigen, veredeln und verzieren die fortschrittlichsten und präzisesten Mechanismen, indem sie Leidenschaft mit jahrhundertealtem Savoir-faire kombinieren und eine Verbindung zwischen Vergangenheit und Zukunft herstellen – zeitlos, aber immer im Gleichschritt mit der Zeit. In unserer Manufaktur sind 180 Handwerksdisziplinen unter einem Dach vereint, die feinste Uhren erschaffen, die technische Finesse mit ästhetischem Design und bemerkenswert dezenter Raffinesse kombinieren.

The Precision Maker

Dem Streben nach Präzision, seit der Gründung des Unternehmens im Jahr 1833 ein Kernwert der Maison, kommt bei Jaeger-LeCoultre eine besondere Bedeutung zu. Die Entwicklung der Maison beruhte auf zwei entscheidenden



Erfindungen Antoine LeCoultres: einem Werkzeug zum Schneiden von Triebzähnen mit beispielloser Genauigkeit (1830) und dem *Millionometer* (1844), dem ersten Instrument der Welt, das in der Lage war, einen Mikrometer zu messen. Beide Geräte sollten einen tiefgreifenden Einfluss auf die gesamte Uhrenindustrie haben. Innerhalb der Manufaktur führte die Forschung im Bereich der Präzision daraufhin zu einer ganzen Reihe von Durchbrüchen, darunter die Entwicklung des ersten mehrachsigen Tourbillons, des so genannten Gyrotourbillons, und verschiedener Formen von Spiralfedern. Bei Kalibern mit Komplikation sorgt die Erfindung des Duometre-Systems dafür, dass der Isochronismus (die Regelmäßigkeit des „Herzschlags“ des Mechanismus) nicht durch den Betrieb der Komplikation beeinträchtigt wird. Für die Maison Jaeger-LeCoultre ist das Streben nach Präzision seit ihrer Gründung ein zentraler Grundsatz, der auch in Zukunft fortbestehen wird.

jaeger-lecoultre.com