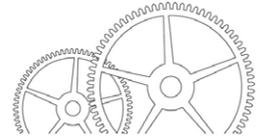


## TISCHUHR MECANICA M5

Bauanleitung,  
Entwicklung  
und Technik



UHRENBASATZ

BAUEN SIE SICH IHR PERSÖNLICHES STÜCK ZEITGESCHICHTE



Schwarz lackiert – Grundbausatz



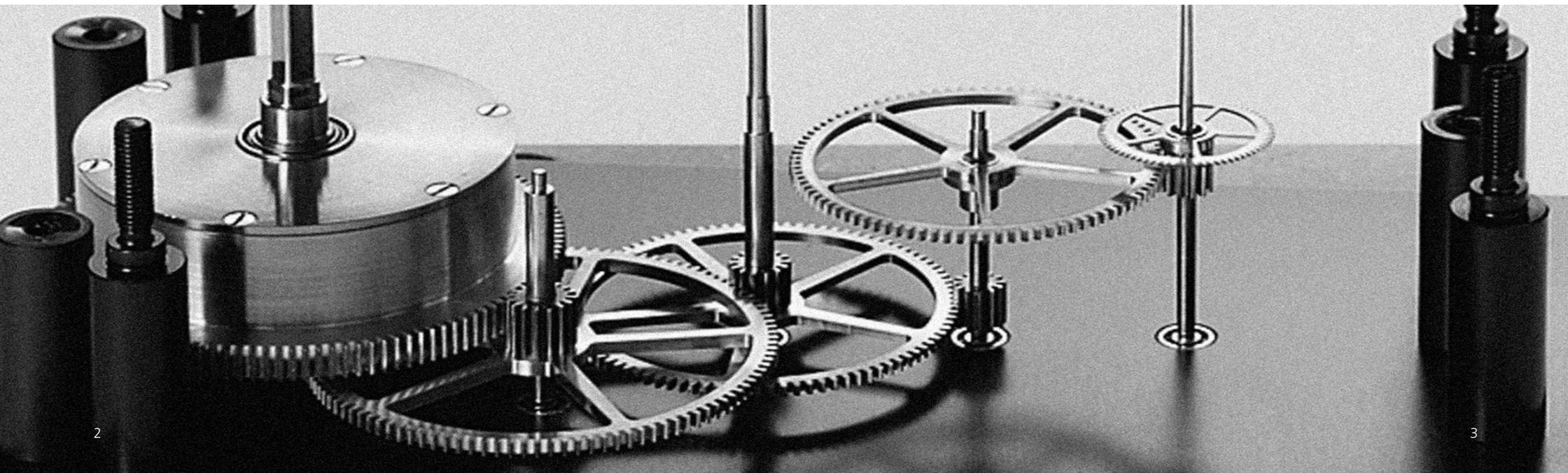
Schwarz lackiert – Umbausatz Datumsanzeige



Nussbaum – Grundbausatz



Kirschbaum – Umbausatz Mondphasenanzeige



## Liebe Uhrenfreunde!

Herzlichen Dank für Ihr Interesse an unseren einmaligen Uhrenbausätzen und dafür, dass Sie sich ein wenig Zeit nehmen, sich eingehender mit diesen zu beschäftigen.

Gerade in der heute so hektischen Zeit, die von Mobiltelefonen, Computern und Anonymität geprägt ist, finden immer mehr Menschen wieder Freude an mechanischen Uhren. Dies sind zum einen natürlich Armbanduhren aber auch vermehrt Großuhren.

Das gleichmäßige Ticken einer Uhr und das beruhigende Schwingen des Pendels strahlen in jedem Raum eine wohltuende Atmosphäre aus und steigern die Wohnlichkeit enorm. Die Faszination der sichtbaren und auch dezent hörbaren mechanischen Abläufe hat uns zu dem lateinischen Namen *Mechanica* inspiriert.

Uhrenliebhaber aus aller Welt äußerten uns gegenüber des Öfteren den Wunsch Einzelteile wie Zahnräder, Pendel oder auch Uhrengehäuse aus dem Programm der Manufaktur Erwin Sattler einzeln zu erstehen. Derartige Wünsche mussten wir immer wieder ablehnen, denn Teile aus der Erwin Sattler München-Kollektion soll es nur in Uhren der Manufaktur geben!

Die Wünsche der Kunden allerdings ließen uns nicht mehr los. Wir überlegten wie all dies miteinander vereinbar wäre und kamen zu der Idee einen Uhrenbausatz zu kreieren. Eine vom Kunden selbst zu montierende Uhr, sogar eine Präzisionspendeluhr! In der Geschichte der Uhrmacherei gab es bereits historische Vorbilder, wie zum Beispiel die Firma Strasser & Rohde, die im ausgehenden 19. Jahrhundert einzelne Bauteile für Präzisionsuhren an Uhrmacher auslieferte.

Mit unserer mehr als 30jährigen Erfahrung im Präzisionspendeluhrenbau in der wir über 1000 Präzisionspendeluhren mit Sekundenpendel (wie die *Classica Secunda 1995*) und über 13000 Seilzugregulatoren hergestellt haben wagten wir das Abenteuer eines ersten Uhrenbausatz Modells, der 5/6 Sekunden Präzisionspendeluhr *Mechanica M1*.

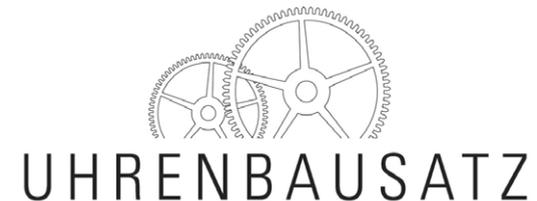
Dabei war und ist es uns selbstverständlich ein Anliegen, die in den vergangenen Jahrhunderten herausgebildeten Werte und Kunstfertigkeiten des klassischen Uhrmacherhandwerks weiterhin zu pflegen und sie darüber hinaus mit den uns heute zur Verfügung stehenden Mitteln weiterzuentwickeln. Dieses Know-how, unser moderner CNC-gesteuerter Maschinenpark, eine eigenständige Konstruktion und die Verwendung von zeitgemäßem Material, machten dieses Projekt erst möglich.

Mittlerweile haben aber auch schon ca. 1000 zufriedene *Mechanica* Kunden durch ihre Anregungen und Vorschläge und auch durch den Erwerb einer Bausatzuhr sowohl zum Bestehen als auch zum ständigen Verbessern dieser einzigartigen Bausatz-Idee enorm beigetragen.

Sämtliche Uhrwerke der *Mechanica* Baureihe, von der ersten M1 bis zur neuesten M5 bestehen aus ca. 100 Uhrwerksteilen und sind so konzipiert, dass sie selbst von technisch weniger erfahrenen Liebhabern feiner Zeitmesser problemlos montiert werden können. Dennoch zeichnen sie die gleich hohen technischen Qualitätsmerkmale aus, die auch ein Erwin Sattler-Präzisionsuhrwerk zu eigen hat.

Wertvolle Großuhren sind eine Zierde für jeden Raum und erfreuen ihren Betrachter Tag für Tag, sie sind der Stolz jedes Besitzers, im Besonderen, wenn er die Uhr, wie in diesem Fall auch noch selbst zusammengebaut hat. Eine Uhr dieser Qualität wird uns, entsprechende Pflege vorausgesetzt, alle überdauern und kann mit großem Stolz von Generation zu Generation weitergegeben werden.

Ihr Uhrenbausatz Team!



# MECHANICA M5



Unser Dank gehört allen,  
die an diesem Buch mitgewirkt haben.

Herstellung der kompletten Mechanik:  
Die Uhrmacher und Uhrmachermeister,  
Dreher, Fräser und Feinmechaniker  
der Großuhrenmanufaktur Erwin Sattler

Herstellung der Gehäuse:  
Fa. Josef Wochner, Heiligenzimmern

Konstruktion, Texte:  
Jürgen Kohler, Erwin Sattler GmbH & Co. KG  
Sabine Müller, Erwin Sattler GmbH & Co. KG

Fotos, Grafik:  
Atelier Schrader, Gräfelfing

Verantwortlich für Idee und Verwirklichung:  
Stephanie Sattler-Rick, Markus Glöggler,  
Jürgen Kohler Erwin Sattler GmbH & Co. KG

Schutzgebühr: EUR 25,-

<b>Die Mechanica M5</b>	2
<b>Vorwort</b>	4
<b>Inhaltsverzeichnis</b>	8

## I. KAPITEL BAUANLEITUNG 11

<b>Wichtige Informationen vor Baubeginn</b>	12
<b>Das Ölen des Gehäuses</b>	16
Oberflächenbehandlung der Naturholzgehäuse	16
<b>Handhabung der Werkzeuge</b>	18
<b>Die Montage des Uhrwerks</b>	20
Montage der Hinterplatine	22

 <b>Zubehör</b> Feinpolierter Schraubensatz	22
---	----

Montage des Räderwerks	24
Vorbereiten und Aufsetzen der Vorderplatine	25

 <b>Zubehör</b> Mondphasenanzeige	30 - 35
Datumsanzeige	30 - 35

Aufsetzen des Zeigerwerks	36
Prüfprotokoll Räderwerk	38
Einbau des Echappements	43
Prüfung des Echappements	45
Einbau der 3 Zifferblattversionen	42

 <b>Zubehör</b> Handbombierter Zeigersatz	48
---	----

<b>Die Montage des Gehäuses</b>	50
---------------------------------	----

 <b>Zubehör</b> Entspiegelte Mineralglasscheiben	51
--	----

<b>Einbau des Uhrwerks in das Gehäuse</b>	55
<b>In Gang setzen Ihrer Mechanica M5</b>	59
Regulieren Ihrer Mechanica M5	60

<b>Wartung und Pflege</b>	62
<b>Ausbau des Uhrwerks</b>	63
<b>Zerlegen des Uhrwerks</b>	64

## II. KAPITEL TECHNIK UND FUNKTIONSWEISE 65

<b>Einleitung</b>	66
<b>Die Entwicklung der Hemmungen</b>	67
Spindelhemmung	67
Zylinderhemmung	68
Chronometerhemmung	68
Spitzzahn-Ankerhemmung	69
Schweizer-Ankerhemmung	70

<b>Aufbau der Mechanica M5</b>	71
Das Echappement	72
Die Spiralfeder	73
Die Unruh	76
Die Hemmung	79
Funktionsablauf der Hemmung	81
Bestimmung der Ganggenauigkeit	84
Regulieren der Uhr	85
Antrieb und Räderwerk	86
Der Antrieb	86
Das Gesperr	88
Das Räderwerk	88
Das Zeigerwerk	92
Technische Daten der Mechanica M5	93

<b>Zubehör – Die Passion geht weiter</b>	94	<b>Zubehör</b> 
--	----	--

<b>Vorbild der Mechanica M5</b>	97
<b>Mechanica M1</b>	98
<b>Glossar</b>	99
<b>Gangtabelle</b>	113

## BAUANLEITUNG MECHANICA M5



**Bevor Sie nun voller Vorfreude die Montage Ihrer Mechanica M5 beginnen, bitten wir Sie, die folgenden Informationen sorgfältig zu lesen.**

Ihre Mechanica M5 ist eine präzise Tischuhr\*, das bedeutet, die einzelnen Bauteile wurden mit höchster Genauigkeit und sehr geringen Fertigungstoleranzen produziert.

Um Beschädigungen der teilweise empfindlichen Teile vorzubeugen, ist beim Auspacken und Montieren der Einzelteile besondere Sorgfalt geboten.

Die in der Montageanleitung vorgegebene Reihenfolge der auszuführenden Arbeitsschritte soll Ihnen unnötige Mühe ersparen und ein sicheres Gelingen ermöglichen.

Die Montageanleitungen für die verfügbaren zahlreichen Optionen sind als Varianten bei den jeweiligen Arbeitsschritten ergänzt und zur Unterscheidung deutlich sichtbar hervorgehoben.



## Zubehör

Eine übersichtliche Auflistung der für die technische und optische Aufwertung Ihrer Mechanica M5 zurzeit verfügbaren Zubehörteile finden Sie, jeweils zusammen mit einer kurzen Beschreibung, am Ende des Buches auf Seite 94 - 95.

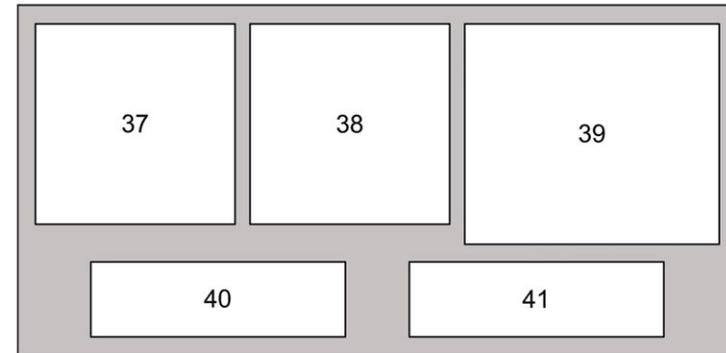
In der Montageanleitung und den erläuternden Texten wurde weitgehend auf Fachbegriffe verzichtet. Spezialausdrücke, deren Verwendung unvermeidlich war, werden im GLOSSAR am Ende des Buchs erläutert. Diese sind im Textbild mit einem \* gekennzeichnet.

## Sicherheitshinweis:

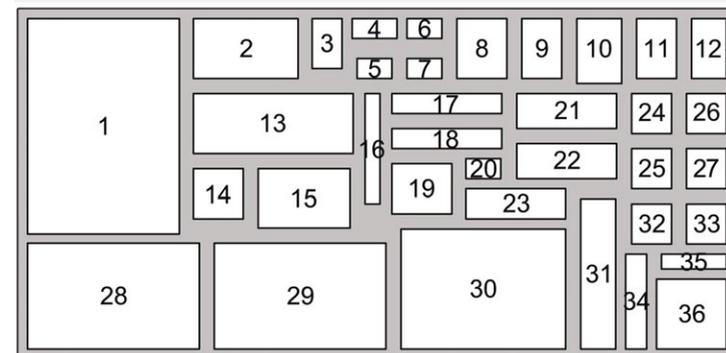
Der Bausatz Ihrer Mechanica M5 ist übersichtlich in drei Ebenen aufgeteilt und mit nummerierten Fächern organisiert. Die entsprechenden Fachnummern sind zur eindeutigen Zuordnung bei den jeweiligen Bauteilen, Werkzeugen und Hilfsmitteln aufgeführt. Die Übersicht über die Fachnummern in den Ebenen finden Sie auf der Packliste und der Abbildung rechts.

*Der Bausatz Ihrer Tischuhr verfügt über schnell drehende Teile. Um die Gefahr von Verletzungen auszuschließen, beachten Sie bitte alle Sicherheitshinweise!*

## Obere Ebene



## Mittlere Ebene



## Untere Ebene

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Bodenplatte                 | <input type="checkbox"/> Seitenleisten hinten     |
| <input type="checkbox"/> Gesimsplatte                | <input type="checkbox"/> Gehäusestreben Edelstahl |
| <input type="checkbox"/> Deckel für Geheimfach       | <input type="checkbox"/> Tür montiert             |
| <input type="checkbox"/> Einlegevlies für Geheimfach | <input type="checkbox"/> Türdichtung              |

## Wir beginnen mit dem Gehäuse,

das bei den Naturholzausführungen zuerst mit dem mitgelieferten Pflegemittel eingelassen werden muss. Hierbei ist auf eine gute Belüftung des Raums zu achten. Um einer möglichen Selbstentzündungsgefahr vorzubeugen, lagern Sie das mit Öl getränkte Poliertuch nur dicht verschlossen in der mitgelieferten Dose. Die anschließende Trocknungszeit des Gehäuses sollten Sie nutzen, um sich in aller Ruhe die weiteren Arbeitsschritte sorgfältig durchzulesen. Bei der Montage des Gehäuses ist auf Grund der möglichen Verletzungsgefahr durch die Glasscheiben Vorsicht geboten. Bereiten Sie Ihren Arbeitsplatz sorgfältig vor, ehe Sie mit der Werkmontage fortfahren. Dieser muss unbedingt sauber gehalten werden und sollte über eine gute Beleuchtung verfügen. Die Bauteile wurden von uns gereinigt und sauber verpackt. Um unnötige Verschmutzungen zu vermeiden, nehmen Sie die Teile bitte erst unmittelbar vor der Montage aus ihren Verpackungen. Kontrollieren Sie dabei die Teile auf etwaige Beschädigungen.

Die Kugellager\* zur Lagerung des Räderwerks\* sind zwar aus nichtrostendem Edelstahl\*, um aber eine möglichst geringe Reibung zu erzielen, nicht abgedichtet. Daher sind diese bei der Montage vor Staub und kleinen Schmutzpartikeln zu schützen. Die Stahlwellen\* der Zahnräder sind wegen der besseren Materialeigenschaften bezüglich Härte und Langlebigkeit nicht oberflächengeschützt und könnten daher rosten. Die Räder dürfen deshalb nur mit den beiliegenden Handschuhen über die Verzahnung des vergoldeten Rads angefasst oder mit Hilfe der Pinzette an der Welle\* gegriffen und montiert werden. Sollte Ihnen ein Zahnrad herunterfallen, kontrollieren Sie die Verzahnung genau mit beiliegender Lupe. Ein leichter Grat oder krummer Zahn kann den leichtgängigen Ablauf des Räderwerks behindern. Ein derart beschädigtes Bauteil muss ersetzt werden.

Achten Sie auf die mögliche Verletzungsgefahr durch die Kanüle der beiliegenden Ölspritze. Deshalb sollten Sie die Spritze auch vor Kindern sicher verwahren. Das Aufschauben des Zifferblatts birgt ein gewisses Risiko, die Oberflächen zu verkratzen. Daher auch hier noch einmal der Hinweis auf behutsames Vorgehen. Schließlich ist das Zifferblatt das Gesicht Ihrer Mechanica M5.

Sollten Sie bei der Montage oder Inbetriebnahme Ihrer Tischuhr ein Problem haben, setzen Sie sich bitte mit uns telefonisch in Verbindung.

Sie erreichen uns werktags von 9.00 - 16.00 Uhr  
unter der Rufnummer  
**+49 (0)89 / 8955 806-20**

Wenn Sie sich für die schwarze Gehäusevariante haben, können Sie die Oberflächenbehandlung des Gehäuses überspringen und direkt mit der Montage des Uhrwerks beginnen.

## Für die fachgerechte Oberflächenbehandlung der Naturholzgehäuse stehen Ihnen folgende Hilfsmittel zur Verfügung.

- ✓ Auro Naturöl *Fach (31)*
- ✓ Poliertuch *Fach (1)*
- ✓ Stahlwolle *Fach (36)*
- ✓ 1 Rolle Abdeckklebeband *Fach (1)*

## Die Gehäusebauteile finden Sie in der untersten Ebene der Verpackung.

Legen Sie folgende Teile zur Oberflächenbehandlung bereit:

- ✓ Bodenplatte *Untere Ebene*
- ✓ Gesimsplatte (Dachteil) *Untere Ebene*
- ✓ Deckel für Geheimfach *Untere Ebene*
- ✓ Zwei Seitenleisten hinten *Untere Ebene*
- ✓ Tür (montiert) *Untere Ebene*

## Bevor Sie mit dem Ölen beginnen, muss das Glas der Gehäusetüre abgelebt werden.

Das Türglas ist fest mit den beiden Türleisten verbunden und kann nicht ausgebaut werden. Um unnötige Beschädigungen und Verschmutzungen des Glases zu verhindern sollten Sie das Glas beidseitig bis zur Kante, an der es in den Leisten fixiert ist, abkleben. Hierzu liegt ihrem Bausatz eine Rolle Abdeckklebeband bei.



Werkzeuge

Bauteile

## **Sicherheitshinweis:**

Ölen Sie Ihr Gehäuse nur in gut belüfteten Räumen. Um einer möglichen Selbstentzündung vorzubeugen, lagern Sie das mit Öl getränkte Wolltuch nur dicht verschlossen in der mitgelieferten Dose.



Das dem Bausatz beigegebene Pflegeöl ist ein Produkt auf natürlicher Basis. Dennoch sollten Sie die im folgenden beschriebenen Arbeitsschritte in einem gut belüfteten Raum vornehmen.

## **Oberflächenbehandlung der Naturholzgehäuse**

Das Gehäuse Ihrer Mechanica M5 besteht aus massivem Holz.

Bis auf die schwarz lackierte Ausführung sind die Gehäuse unbehandelt und müssen deshalb noch mit dem mitgelieferten Pflegeöl eingelassen werden.

Diese Art der Oberflächenbehandlung schützt das Holz vor Feuchtigkeit, hebt die natürliche Maserung der Hölzer besonders hervor und hat den Vorteil, dass Beschädigungen der Oberfläche jederzeit ohne Probleme nachgearbeitet werden können.

Das Pflegeöl der Firma Auro basiert auf einer Leinölbasis mit Zusätzen von Baumharzen und natürlichen Wachsen und ist daher ökologisch unbedenklich. Bitte beachten Sie aber trotzdem die beiliegenden Gefahrenhinweise!

## **So gehen Sie am Besten beim Ölen des Gehäuses vor:**

Um ein Verschmutzen Ihres Arbeitsplatzes zu verhindern, decken Sie diesen mit Pappe oder unbedrucktem Papier ab, da das Öl nach dem Austrocknen nur schwer zu entfernen ist.

Die Gehäuseteile sind schon vorgeschliffen und zum Ölen bereit. Zum Aufbringen des Pflegeöls verwenden Sie das mitgelieferte Wolltuch.

Reiben Sie sämtliche Gehäuseteile mit dem Öl ein. Nach ungefähr 20 Minuten sollte das Holz das aufgebraachte Öl aufgesaugt haben. An Stellen, auf denen das Öl noch deutlich auf der Oberfläche steht, müssen Sie dieses mit dem Tuch entfernen.

## **Nun sollten die behandelten Holzteile 12 – 24 Stunden trocknen und das Öl aushärten.**

Wenn sich die Oberflächen staubtrocken anfühlen, können Sie mit der Stahlwolle die Flächen vor dem zweiten Ölen noch einmal glätten, da sich durch das Öl die Holzfasern leicht aufstellen.

## **Je glatter die Oberflächen vor dem Einölen sind, desto schöner wird das Gehäuse später aussehen.**

Um die aufgestellten Holzfasern zu entfernen genügt es, während des Zwischenschliffs nur leicht mit der Stahlwolle über die Oberflächen zu gleiten.

## **Beim zweiten Ölen gehen Sie genau so vor wie beim ersten Mal.**

Da das Holz nun nicht mehr so saugfähig ist, achten Sie auf Stellen, an denen das Öl nicht vollständig eingezogen ist. Ölen Sie Ihr Gehäuse nur in gut belüfteten Räumen.

Bei guter Beleuchtung können Sie diese Stellen besonders gut erkennen. Nun sollten Sie die Gehäuseteile vor der Montage mindestens 24 Stunden trocknen lassen.

Die Oberflächen sollten sich trocken und nicht mehr klebrig anfühlen. Wenn Sie das Gefühl haben, dass die Oberflächen das Öl noch gut aufnehmen, können Sie die Gehäuseteile nach einem weiteren Zwischenschliff auch noch ein drittes Mal behandeln.

Nun können Sie mit der Montage des Uhrwerks beginnen.

## **Los geht's**

## **Tipp**

*Lassen Sie dem Gehäuse ausgiebig Zeit zur Trocknung. Bringen Sie es dazu an einen warmen, trockenen und gut belüfteten Ort.*



Verwenden Sie bitte die mitgelieferten Spezialwerkzeuge und handhaben Sie diese sachgemäß!



*Nun aber  
viel Spaß und  
gutes Gelingen!*

Die Spritze dient zum dosierten Ölen des Sperrrads. Vermeiden Sie ein »Ölbad«. Das Räderwerk\* ist vollständig kugellagert und benötigt kein Öl.

So ölen Sie richtig: Drücken Sie vorsichtig am Kolben der Spritze, bis sich ein kleiner Öltropfen an der Kanülenspitze bildet. Erst jetzt führen Sie die Kanüle zur Ölstelle und streifen den Tropfen ab.





Nehmen Sie sich Zeit, die Montage des Uhrwerks konzentriert und sorgfältig vorzunehmen. Der Werkstisch sollte für diese Arbeiten besonders sauber und gut ausgeleuchtet sein.

### Legen Sie zunächst sämtliche für die Montage des Uhrwerks benötigten Werkzeuge bereit:

- ✓ Inbusschlüssel Schlüsselweite 0,9 mm *Fach (13)*
- ✓ Inbusschlüssel Schlüsselweite 2,5 mm *Fach (13)*
- ✓ Pinzette (Kornzange) *Fach (13)*
- ✓ Uhrmacherschraubendreher *Fach (13)*
- ✓ Standard-Schraubendreher *Fach (13)*
- ✓ Uhrmacherlupe *Fach (14)*
- ✓ Montagesockel *Fach (30)*

Für die Montagearbeiten steht Ihnen ein Montagesockel zur Verfügung. Seine Anwendung ist auf den jeweiligen Abbildungen ersichtlich.

Die hochwertigen Werkbauteile halten Sie am Besten staubgeschützt verpackt und in den Fächern der Schaumstoffverpackung stoßgeschützt griffbereit.

### Werkzeuge

### Hinweis:

*Bitte gehen Sie stets nach der empfohlenen Reihenfolge der Montageanleitung vor.*

In der folgenden Montageanleitung wird bewusst auf Funktionsbeschreibungen der Einzelteile zugunsten einer zügigen Montage verzichtet.

Die Funktionsweise Ihrer Mechanica M5 wird im II. Kapitel – »Technik und Funktionsweise der Mechanica M5« ab Seite 65 ausführlich erklärt.

## Montage der Hinterplatine für die Standardversion

Sie benötigen folgende Bauteile:

### Bauteile

- ✓ Hinterplatine *Fach (28)*
- ✓ 4 x Werkpfeiler\* *Fach (4)*
- ✓ 4 x Inbus-Senkkopfschrauben M4 x 10 *Fach (26)*
- ✓ 4 x Beilagscheiben *Fach (26)*
- ✓ 3 x Sicherungspfeiler\* *Fach (5)*
- ✓ 5 x Kugellager\* Hinterplatine *Fach (6)*

### Zubehör

#### Feinpolierter Schraubensatz

Als Zubehör ist für Ihre Mechanica M5 ein feinpolierter Schraubensatz erhältlich. Insgesamt 20 feinpolierte beziehungsweise feingedrehte Edelstahlschrauben\* und 4 vergoldete Unterlegscheiben werten die Optik des Werks entscheidend auf und ersetzen die entsprechenden Standardteile bei der Uhrwerksmontage.

### Bauteile

- ✓ 4 x Zylinderkopfschrauben M4 x 6 ersetzen die vier Standard Inbus-Senkkopfschrauben M4 x 10 und 4 vergoldete Unterlegscheiben zur Verschraubung der Hinterplatine mit den Werkpfeilern\* *Fach (28)*
- ✓ 7 x Zylinderkopfschrauben M2 x 4 zur Verschraubung des Wechselradpföstchens, des Echappements\* und des Zifferblatts *Fach (28)*
- ✓ 4 x Rändelmuttern M4 zur Verschraubung der Vorderplatine *Fach (28)*
- ✓ Zylinderkopfschraube M1,4 x 4 zur Verschraubung des Wechselrads\* *Fach (28)*
- ✓ 2 x Zylinderkopfschrauben M4 x 6 zur Verschraubung des Sperrradklobens\* mit der Vorderplatine *Fach (28)*

### Hinweis:

Verwenden Sie zur Verschraubung der polierten M4-Zylinderkopfschrauben den Standard-Schraubendreher

Alle Werkbauteile wurden mit großer Sorgfalt hergestellt und geprüft. Um ein Verschmutzen der Bauteile zu vermeiden, sollten Sie die Tütchen mit den gereinigten Einzelteilen erst direkt vor dem Einbau öffnen.



Setzen Sie die vier Werkpfeiler in die Bohrungen des Montagesockels. Dann wird die Platine\* auf den Ansätzen der Werkpfeiler platziert. Dabei zeigt die Gravur »Mechanica W5« auf der Rückseite der Hinterplatine nach oben. Die unterschiedliche Form der Pfeileransätze verhindert Verwechslungen. Legen Sie die vier Beilagscheiben auf und verschrauben Sie die Pfeiler\* mit den vier Inbus-Senkkopfschrauben M4x10. Wenden Sie die Platine und schrauben Sie nun die drei Sicherungspfeiler mit der Hand ein.



Setzen Sie danach die fünf Edelstahl-Kugellager in die werkseitigen Taschenfräsungen der Hinterplatine ein. Wegen der unterschiedlichen Durchmesser passen die Lager nur an der richtigen Stelle. Auf welcher Seite sich dabei der Rollenkäfig der Kugellager befindet ist nicht von Bedeutung.

#### Montage der Hinterplatine für die Mondphasen- oder Datumsanzeige

Hat Ihre M5 eine Mondphasen- oder Datumsanzeige, müssen zwei der drei Sicherungspfeiler in die Gewinde an der rechten Seite der Hinterplatine eingeschraubt werden (die beiden an der unteren Seite der Hinterplatine befindlichen Gewinde bleiben somit leer).



Eine weitere Änderung zum Standard-Uhrwerk ist auch die Positionierung des großen Federhaus-Kugellagers. Dieses wird ebenso wie die Sicherungspfeiler in die Kugellagerplatte an der rechten Seite der Hinterplatine eingesetzt. Auch hier bleibt demzufolge die unterste Kugellagertasche der Hinterplatine leer.

Mit der Montage der Mondphasen- und Datumsanzeige geht es auf Seite 30 weiter

### Hinweis:

Verwenden Sie als Unterlage für die folgenden Montageschritte den Montagesockel, um ein Verkratzen des Arbeitsplatzes oder der Werkplatinen zu vermeiden.

## Montage des Räderwerks in der Standardversion

Da die gehärteten Stahlwellen\* nicht oberflächenbeschichtet sind, verwenden Sie bitte die beiliegenden Handschuhe. Die vergoldeten Räder können bei Berührung mit der härteren Stahlpinzette verkratzt werden.

Die vormontierten Räderwerksteile werden mit den Wellenzapfen in folgender Reihenfolge und unter Beachtung der Einbaulage in die Kugellager eingesetzt:

### Bauteile

1. Minutenrad\* *Fach (10)*
2. Beisatzrad\* *Fach (9)*
3. Federhaus\* *Fach (8)*
4. Kleinbodenrad\* *Fach (11)*
5. Sekundenrad\* *Fach (12)*



### Sicherheitshinweis:

Wegen der bestehenden Verletzungsgefahr durch die herauspringende, scharfkantige Feder darf das Federhaus nicht geöffnet werden.

## Vorbereiten und Aufsetzen der Vorderplatine in der Standardversion

Folgende Bauteile werden benötigt:

- ✓ Vorderplatine *Fach (29)*
- ✓ Wechselradpfosten *Fach (27)*
- ✓ Zylinderkopfschraube M2 x 4 *Fach (27)*
- ✓ 5 x Kugellager\* Vorderplatine *Fach (7)*
- ✓ 3 x Inbus-Senkkopfschrauben M4 x 10 *Fach (27)*
- ✓ 4 x Beilagscheiben *Fach (27)*
- ✓ 4 x Rändelmuttern *Fach (27)*

Legen Sie den Montagesockel mit dem teilmontierten Uhrwerk beiseite, um die zweite Werkplatte, die sogenannte Vorderplatine, zum Einbau vorzubereiten:

### Einsetzen des Wechselradpfostens

Auf der Außenseite (Zifferblattseite) der Vorderplatine ist die Sperrfeder bereits vormontiert.

Der Wechselradpfosten wird nun ebenfalls auf der Außenseite in die obere Bohrung eingesetzt und von innen mit einer Zylinderkopfschraube M2 x 4 verschraubt.



### Einsetzen der Kugellager in die Vorderplatine

Nun werden die Kugellager in die Taschenfräsungen der Vorderplatine eingesetzt, hierzu müssen Sie die Vorderplatine umdrehen. Falls die Kugellager in den Taschenfräsungen nicht ausreichend gehalten werden, können diese alternativ auf die entsprechenden Wellenzapfen der Räder gesetzt werden. Damit wird vermieden, dass diese beim Wenden der Vorderplatine herausfallen.

### Bauteile

### Hinweis:

Verwenden Sie als Unterlage für die folgenden Montageschritte zum Beispiel den Karton aus der Verpackung Ihrer M5 oder ein Blatt Papier, um ein Verkratzen des Arbeitsplatzes oder der Werkplatinen zu vermeiden.

### Hinweis:

Die Kugellager werden nicht geölt!

## Aufsetzen der Vorderplatine auf das Werkgestell in der Standardversion

Nun setzen Sie die Vorderplatine mit dem bereits teilmontierten Uhrwerk auf der Hinterplatine zusammen. Drehen Sie dazu die Vorderplatine um und senken Sie diese ab. Die Zapfen\* und Pfeileransätze werden dabei vorsichtig in Kugellager und Bohrungen eingeführt.



Die drei Sicherungspfeiler werden mit M4 x 10 Senkkopfschrauben verschraubt. Diese Verschraubung ist sehr wichtig um dem unbeabsichtigten Öffnen des Uhrwerks vorzubeugen!

Die Vorderplatine wird nun noch durch vier Beilagscheiben und vier Rändelmuttern auf den Pfeilern fixiert.



Um Klemmungen in den Lagerstellen auszuschließen, prüfen Sie nach dem Verschrauben der Platinen\* das Höhenspiel der Wellen\*. Fassen Sie dazu die Wellen vorsichtig mit der Pinzette und führen eine Bewegung in Achsrichtung aus. Wenn Sie das Werk umdrehen, müssen die Wellen hörbar gegen die dem Boden zugewandten Lagerstellen fallen.

## Aufsetzen des Gesperris in der Standardversion

Auf der Vorderplatine ist die Sperrfeder\* bereits vormontiert. Ergänzen Sie nun das Gesperr\* an der unteren Sperrfeder in folgender Reihenfolge:

- ✓ Sperrrad\* *Fach (19)*
- ✓ Sperrklinke\* *Fach (19)*

**Bauteile**

Beim Aufsetzen des Sperrrads\* ist darauf zu achten, dass die mit einem »O« für »oben« gekennzeichnete Seite sichtbar ist. Wenn die Sperrklinke\*, wie in der Abbildung gezeigt, richtig eingesetzt ist, greift diese in die Verzahnung ein und bildet mit den Zähnen des Sperrrads einen Formschluss. Dabei muss die Sperrfeder die Sperrklinke immer sicher in die Verzahnung drücken – gegebenenfalls muss die Sperrfeder auch entsprechend nachgebogen werden. Kontrollieren Sie bitte den genauen Sitz der Sperrfeder. Diese sollte fest und plan auf der Vorderplatine aufliegen.



**Achtung:**

*Prüfen Sie die Montage des Gesperris sehr sorgfältig. Falsch montierte Gesperrteile können Beschädigungen am Uhrwerk verursachen und es besteht erhebliche Verletzungsgefahr!*

## Ölen des Gesperrs

Das Räderwerk Ihrer Mechanica M5 ist kugelgelagert und wird nicht geölt.

- ✓ Uhrenöl *Fach (13)*

Das Gesperr jedoch sollte dreimal am Umfang des Sperrrads und der Passstift der Sperrklinke jeweils mit einem kleinen Tropfen Öl geölt werden. Vorsicht: Zu viel Öl ist genau so schlecht wie gar kein Öl!

### Sicherheitshinweis:

Achten Sie auf die mögliche Verletzungsgefahr durch die Kanüle. Deshalb sollte die Spritze für Kinder unzugänglich verwahrt werden.



Benutzen Sie nur das dem Bausatz in einer Spritze beiliegende spezielle Großuhrenöl Möbius Microgliss D5 und beachten Sie die Hinweise zum richtigen Ölen im Abschnitt »Handhabung der Werkzeuge« auf Seite 19 dieses Buchs.

## Fixieren des Gesperrs in der Standardversion

Das Gesperr wird nun noch durch Aufsetzen des Sperrradklobens fixiert:

- ✓ Sperrradkloben\* *Fach (19)*
- ✓ 2 x Zylinderkopfschraube M4 x 8 *Fach (19)*

Achten Sie darauf, dass die zwei Zylinderkopfschrauben M4 x 8 zur Sicherung des Sperrradklobens fest angezogen sind!

Um bei gespanntem Federhaus\* Beschädigungen am Räderwerk\* zu verhindern, werden Vorder- und Hinterplatine zusätzlich zu den vier Werkpfeilern durch drei Sicherungspfeiler\* verschraubt. Damit ist sichergestellt, dass vor der Trennung von Vorder- und Hinterplatine erst noch der Sperrradkloben\* und das Gesperr\* entfernt werden müssen. Das Gesperr darf jedoch nur bei entspanntem Federhaus zerlegt und entfernt werden.



**Auf Seite 36 geht es weiter mit dem Zusammenbau der Standardversion!**

### Bauteile

### Sicherheitshinweis:

Das Federhaus darf wegen der bestehenden Verletzungsgefahr erst nach Montage von Sperrradkloben von Echappement gespannt werden!

### Achtung:

Stellen Sie vor dem Zerlegen des Uhrwerks unbedingt sicher, dass das Federhaus entspannt ist. Beachten Sie dazu die Hinweise im Abschnitt »Ausbau des Uhrwerks« auf den Seiten 63 - 64.

## Montage des Räderwerks für die Mondphasen- und Datumsanzeige

Da die gehärteten Stahlwellen\* nicht oberflächenbeschichtet sind, verwenden Sie bitte die beiliegenden Handschuhe. Die vergoldeten Räder können bei Berührung mit der härteren Stahlpinzette verkratzt werden.

Die vormontierten Räderwerksteile werden mit den Wellenzapfen in folgender Reihenfolge und unter Beachtung der Einbaulage in die Kugellager eingesetzt:

**Bauteile**

1. Minutenrad\* *Fach (10)*
2. Beisatzrad\* *Fach (9)*
3. Federhaus\* *Fach (8)*
4. Kleinbodenrad\* *Fach (11)*
5. Sekundenrad\* *Fach (12)*



## Vorbereiten und Aufsetzen der Vorderplatte für die Mondphasen- und Datumsanzeige

- ✓ Vorderplatte *Fach (29)*
- ✓ Wechselradpfosten *Fach (27)*
- ✓ Zylinderkopfschraube M2 x 4 *Fach (27)*
- ✓ 5 x Kugellager\* Vorderplatte *Fach (7)*
- ✓ 3 x Inbus-Senkkopfschrauben M4 x 10 *Fach (27)*
- ✓ 2 x Beilagscheiben *Fach (27)*
- ✓ 2 x Rändelmutter *Fach (27)*
- ✓ Zylinderkopfschraube M2 x 4 *Fach (15)*
- ✓ Schaltradpföstchen *Fach (15)*

Legen Sie den Montagesockel mit dem teilmontierten Uhrwerk beiseite, um die zweite Werkplatte, die sogenannte Vorderplatte, zum Einbau vorzubereiten:

### Einsetzen des Wechselradpfostens

Auf der Außenseite (Zifferblattseite) der Vorderplatte ist die Sperrfeder bereits vormontiert. Der Wechselradpfosten wird nun ebenfalls auf der Außenseite in die obere Bohrung eingesetzt und von innen mit einer Zylinderkopfschraube M2 x 4 verschraubt.



### Einsetzen des Schaltradpfostens

Setzen Sie den Schaltradpfosten in die entsprechend markierte Bohrung ein und verschrauben diesen mit der beiliegenden Zylinderkopfschraube M2x4.

### Mondphasenanzeige = M



### Datumsanzeige = D



### Einsetzen der Kugellager in die Vorderplatte

Nun werden die Kugellager in die Taschenfräsungen der Vorderplatte eingesetzt. Verwechslungen sind aufgrund der unterschiedlichen Lagerdurchmesser nicht möglich. Die Kugellager werden nicht geölt! Die unterste, mittige Kugellagertasche bleibt leer!

Falls die Kugellager in den Taschenfräsungen nicht ausreichend gehalten werden, können diese alternativ auf die entsprechenden Wellenzapfen gesetzt werden. Damit wird vermieden, dass diese beim Wenden der Vorderplatte herausfallen

**Bauteile**

**Hinweis:**

Verwenden Sie als Unterlage für die folgenden Montageschritte zum Beispiel den Karton aus der Verpackung Ihrer M5 oder ein Blatt Papier, um ein Verkratzen des Arbeitsplatzes oder der Werkplatinen zu vermeiden.



## Aufsetzen der Vorderplatine auf das Werkgestell

Nun setzen Sie die Vorderplatine mit dem bereits teilmontierten Uhrwerk auf der Hinterplatine zusammen. Drehen Sie dazu die Vorderplatine um und senken Sie diese ab. Die Zapfen\* und Pfeileransätze werden dabei vorsichtig in Kugellager und Bohrungen eingeführt.



Die drei Sicherungspfeiler werden mit M4 x 10 Senkkopfschrauben verschraubt. Diese Verschraubung ist sehr wichtig um dem unbeabsichtigten Öffnen des Uhrwerks vorzubeugen!

Die Vorderplatine wird nun vorerst mit zwei Beilagscheiben und zwei Rändelmuttern auf den oberen beiden Uhrwerkspfeilern fixiert.

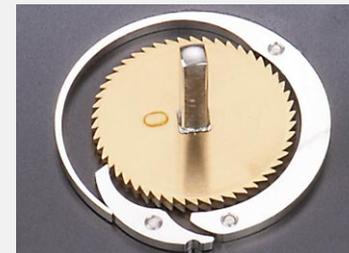


Um Klemmungen in den Lagerstellen auszuschließen, prüfen Sie nach dem Verschrauben der Platinen\* das Höhenspiel der Wellen\*. Fassen Sie dazu die Wellen vorsichtig mit der Pinzette und führen eine Bewegung in Achsrichtung aus. Wenn Sie das Werk umdrehen, müssen die Wellen hörbar gegen die dem Boden zugewandten Lagerstellen fallen.

## Aufsetzen des Gesperr

Auf der Vorderplatine ist die Sperrfeder\* bereits vormontiert. Ergänzen Sie nun das Gesperr\* an der an der rechts außen liegenden Sperrfeder in folgender Reihenfolge:

✓ Sperrrad\* Fach (19)



✓ Sperrklinke\* Fach (19)

»Beim Aufsetzen des Sperrrads\* ist darauf zu achten, dass die mit einem »0« für »oben« gekennzeichnete Seite sichtbar ist. Wenn die Sperrklinke\*, wie in der Abbildung gezeigt, richtig eingesetzt ist, greift diese in die Verzahnung ein und bildet mit den Zähnen des Sperrrads einen Formschluss. Dabei muss die Sperrfeder die Sperrklinke immer sicher in die Verzahnung drücken – gegebenenfalls muss die Sperrfeder auch entsprechend nachgebogen werden. Kontrollieren Sie bitte den genauen Sitz der Sperrfeder. Diese sollte fest und plan auf der Vorderplatine aufliegen.

## Ölen des Gesperrs siehe Seite 28

### Fixieren des Gesperr

Das Gesperr wird nun noch durch Aufsetzen des Sperrradklobens fixiert:

✓ Sperrradkloben\* Fach (19)

✓ 2 x Zylinderkopfschraube M4 x 8 Fach (19)

Achten Sie darauf, dass die zwei Zylinderkopfschrauben M4 x 8 zur Sicherung des Sperrradklobens fest angezogen sind! Um bei gespanntem Federhaus\* Beschädigungen am Räderwerk\* zu verhindern, werden Vorder- und Hinterplatine zusätzlich zu den vier Werkpfeilern durch drei Sicherungspfeiler\* verschraubt. Damit ist sichergestellt, dass vor der Trennung von



Vorder- und Hinterplatine erst noch der Sperrradkloben\* und das Gesperr\* entfernt werden müssen. Das Gesperr darf jedoch nur bei entspanntem Federhaus zerlegt und entfernt werden.

### Bauteile

### Sicherheitshinweis:

*Das Federhaus darf wegen der bestehenden Verletzungsgefahr erst nach der Montage von Sperrradkloben und Echappement gespannt werden!*

### Bauteile

### Achtung:

*Prüfen Sie die Montage des Gesperr sehr sorgfältig. Falsch montierte Gesperrteile können Beschädigungen am Uhrwerk verursachen und es besteht erhebliche Verletzungsgefahr!*

## Zubehör

### Bauteile

## Zusammenbau und Montage der Mondphasenplatine

- Tüte: »Mondphasen-Modul«**
  - ✓ Mondphasenplatine *Fach (15)*
  - ✓ Rastfeder *Fach (15)*
  - ✓ Federklötzchen *Fach (15)*
  - ✓ Zylinderkopfschraube M 2,5 x 10 mm *Fach (15)*
  - ✓ Mondpföstchen *Fach (15)*
  - ✓ Zylinderkopfschraube M 2 x 3 mm *Fach (15)*
  - ✓ 2 x Rändelmuttern *Fach (27)*

### Montage der Mondphasenplatine

Verschrauben Sie, analog zu Abb.1 zuerst das Pföstchen für das Mondscheibenrad mit der beiliegenden Zylinderkopfschraube M2 x 3 auf der Platine. Nun wird die vorgebogene Rastfeder (Vorsicht: Die Feder ist bereits so gebogen, dass eine sichere Funktion der Mondphasenanzeige gewährleistet ist, daher bitte die Feder nicht verbiegen!) auf das Federklötzchen gelegt. Zur genauen Positionierung aller Teile hilft hier ein beidseitiger Passstift im Federklötzchen. Durch die Rastfeder und das Federklötzchen hindurch werden nun beide Teile mit einer M2,5 x 10 mm Zylinderkopfschraube mit der Mondphasenplatine verschraubt. Zur Kontrolle vergleichen Sie bitte nochmals die Lage der Teile auf der Abb. 2.

### Hinweis:

Die Form des Federklötzchens und der Rastfeder sind bei richtiger Positionierung deckungsgleich bzw. bündig.



Abb. 1



Abb. 2

Bitte setzen Sie nun die Mondphasenplatine auf die beiden unteren Werkpfeiler, wie in Abb. 3 dargestellt, und verschrauben diese mit den beiden Rändelmuttern. Vorsicht: Die beiden Rändelmuttern müssen hier mit dem Rändel nach unten verbaut werden! (Ohne Beilagscheiben!)



Abb. 3



## Zusammenbau und Montage der Datumsplatine

- Tüte: »Datums-Modul«**
  - ✓ Datumsplatine *Fach (15)*
  - ✓ Rastfeder *Fach (15)*
  - ✓ Federklötzchen *Fach (15)*
  - ✓ Zylinderkopfschraube M 2,5 x 10 mm *Fach (15)*
  - ✓ Datumspföstchen *Fach (15)*
  - ✓ Zylinderkopfschraube M 2 x 3 mm *Fach (15)*
  - ✓ 2 x Rändelmuttern *Fach (27)*

### Montage der Datumsplatine

Verschrauben Sie analog zu Abb.1 zuerst das Datumspföstchen für das Datumsrad mit der beiliegenden Zylinderkopfschraube M2 x 3mm auf der Platine. Nun wird die vorgebogene Rastfeder (Vorsicht: Die Feder ist bereits so gebogen, dass eine sichere Funktion der Datumsanzeige gewährleistet ist, daher bitte die Feder nicht verbiegen!) auf das Federklötzchen gelegt. Zur genauen Positionierung aller Teile hilft hier ein beidseitiger Passstift im Federklötzchen. Durch die Rastfeder und das Federklötzchen hindurch werden nun beide Teile mit Hilfe einer M2,5 x 10 mm Zylinderkopfschraube mit der Datumsplatine verschraubt. Zur Kontrolle vergleichen Sie bitte nochmals die Lage der Teile auf der Abb. 2.

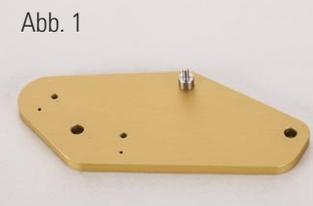


Abb. 1

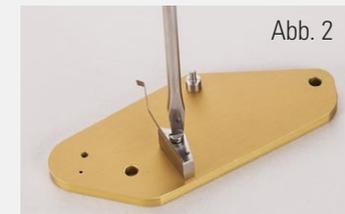


Abb. 2

Bitte setzen Sie nun die Datumsplatine auf die beiden unteren Werkpfeiler wie in Abb. 3 dargestellt, und verschrauben diese mit den beiden Rändelmuttern. (Ohne Beilagscheiben!)



Abb. 3



## Zubehör

### Bauteile

### Hinweis:

Die Form des Federklötzchens und der Rastfeder sind bei richtiger Positionierung deckungsgleich bzw. bündig.

## Aufsetzen des Zeigerwerks für alle Versionen

### Bauteile

#### Für das Aufsetzen des Zeigerwerks\* benötigen Sie:

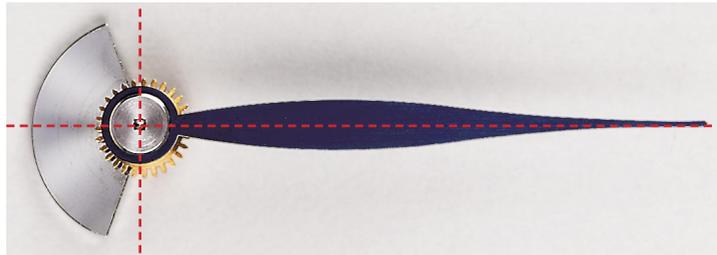
- ✓ Viertelrad\* mit Gegengewicht\* *Fach (22)*
- ✓ Inbus-Madenschraube M2 x 2 *Fach (22)*
- ✓ Wechselrad\* *Fach (22)*
- ✓ Zylinderkopfschraube M1,4 x 3 *Fach (22)*
- ✓ Stundenrad\* mit Stundenrohr *Fach (22)*
- ✓ Minutenzeiger *Fach (17)*

#### Viertelrad mit Gegengewicht aufsetzen

Zur Vermeidung einer Unwucht an der Minutenradwelle ist das Viertelrad\* mit einem zum Minutenzeiger passenden Gegengewicht verpresst. Das Viertelrad mit Gegengewicht wird auf die Minutenradwelle gesetzt.

#### Ausrichten des Minutenzeigers zum Gegengewicht

Bevor Sie das Viertelrad mit der bereits eingeschraubten Madenschraube M2 x 2 fixieren, stecken Sie den Minutenzeiger auf den Vierkant der Minutenradwelle auf und richten das Gegengewicht zum Zeiger aus (siehe Abbildung).



Der Inbuschlüssel Schlüsselweite 0,9 mm kann Ihnen hierbei eine Hilfe sein, wenn Sie diesen in die erst lose ins Gewinde geschraubte Inbus-Madenschraube M2 x 2 stecken muss er genau unter dem Zeiger stehen.



## Stecken Sie das Wechselrad auf den Wechselradpfosten

Achten Sie auch hierbei auf die richtige Einbaulage. Durch Eindrehen der Zylinderkopfschraube M1,4 x 3 in den Wechselradpfosten sichern Sie das Wechselrad in der korrekten Position.

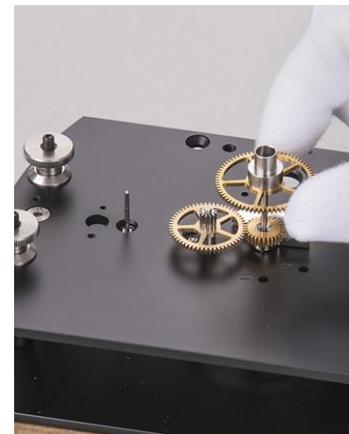


### Hinweis:

Prüfen Sie  
Leichtgängigkeit  
und Höhenspiel  
des Wechselrads!

## Stundenrad aufsetzen

Danach schieben Sie das Stundenrohr mit dem aufgedrückten Stundenrad\* auf die Minutenradwelle.



## Prüfen des Räderwerks auf Leichtgängigkeit

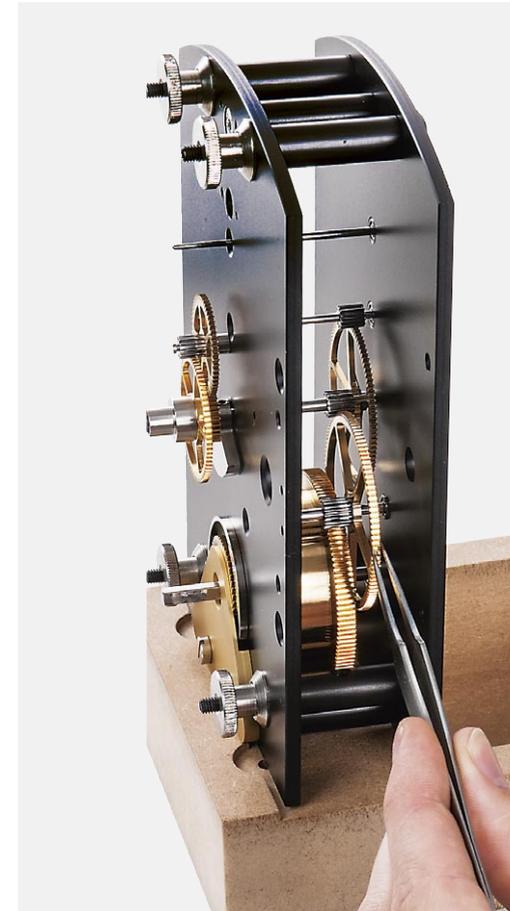
✓ Aufzugschlüssel      Fach (23)

### Sicherheitshinweis:

*Räderwerk nur bei fest verschraubter Platine und Sperrradkloben prüfen! Es besteht Verletzungsgefahr an den schnell drehenden Rädern.*

Nachdem Sie das Zeigerwerk\* durch Anziehen der Inbus-Madenschraube M2 x 2 im Viertelrad mit dem Uhrwerk fest verbunden haben, stecken Sie den Aufzugschlüssel auf den Vierkant des Federkerns. Prüfen Sie nun durch vorsichtiges Spannen der Zugfeder um lediglich einen Sperrradzahn im Uhrzeigersinn das komplette Räderwerk auf Leichtgängigkeit. Dieses ist in Ordnung, wenn es sich nun aufgrund der Massenträgheit noch einige Zeit ruhig und gleichmäßig weiterdreht.

Im Bild zu sehen ist der Aufzug der Standard-Version, bei den Versionen mit Mondphasenanzeige und Datumsanzeige befindet sich der Aufzug an der rechten Seite des Uhrwerks.



## Prüfprotokoll Räderwerk

### Axiales Spiel der Wellen\*

Sämtliche Wellen zwischen den Platinen sollen sich in Achsrichtung leicht hin- und herbewegen lassen. Das Spiel soll sichtbar und deutlich spürbar sein.

OK

### Zeigerwerk

Wechsel- und Stundenrad müssen locker auf ihren Wellen beziehungsweise Pfosten sitzen und axiales Spiel aufweisen.

OK

### Federhaus und Gesperr

Beim Aufziehen muss die Sperrklinke deutlich hörbar in das Sperrrad einrasten. Das Räderwerk soll sich beim Entspannen der Zugfeder gleichmäßig drehen und kontinuierlich langsamer werden.

OK

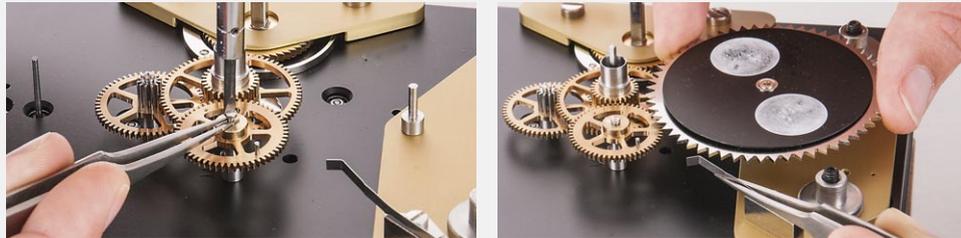
## Zubehör

### Aufsetzen der Mondphasenräder

- 2. Tüte: Mondphasen-Modul** *Fach (15)*
- ✓ Schaltrad *Fach (15)*
  - ✓ Zylinderkopfschraube M 1,4 x 3 mm *Fach (15)*
  - ✓ Mondscheibenrad *Fach (15)*

Im nächsten Schritt wird das Schaltrad (mit dem Schaltstift nach oben) auf das freie Schaltradpföstchen, auf der Vorderplatte, aufgesetzt. Mit der Zylinderkopfschraube M1,4x3 wird es auf diesem gesichert.

Zuletzt wird das Mondscheibenrad auf den freien Ansatzfeiler, unten auf der Mondphasenplatte gesetzt.



Bitte beachten Sie beim Aufsetzen des Mondscheibenrades, dass der Schaltstift des Schaltrades frei liegt und nicht durch das Mondscheibenrad geklemmt wird.

Ebenso ist darauf zu achten, dass die Rastfeder am Umfang des Mondscheibenrades anliegt. Sie darf weder unter dem Rad noch darüber liegen. Kontrollieren Sie hier bitte auch dass die Rastfeder das Mondscheibenrad genau positioniert, d.h. dass die Nase der Feder immer zwei Zähne des Mondscheibenrades gleichzeitig berührt.

#### Funktionskontrolle

Bevor Sie mit der Montage des Zifferblattes fortfahren sollten Sie die richtige Funktion der Mondphase überprüfen. Bitte stecken Sie hierzu den Minutenzeiger auf die Minutenradwelle. Drehen Sie nun vorsichtig den Zeiger im Uhrzeigersinn. Der Schaltstift des Schaltrades sollte nun in exakt einen Zahn des Mondscheibenrades eingreifen und dieses um genau eine Teilung weiterschalten, (beim weiteren Drehen des Zeigers wird der Schaltstift auch noch den nächsten Zahn berühren - dies ist konstruktionsbedingt nötig). Die Rastfeder muss diesen Schaltvorgang durch ihre Position genau vorgeben.

### Aufsetzen des Datumsrades

- 2. Tüte: Datums-Modul** *Fach (15)*
- ✓ Schaltrad *Fach (15)*
  - ✓ Zylinderkopfschraube M 1,4 x 3 mm *Fach (15)*
  - ✓ Datumsrad *Fach (15)*

Im nächsten Schritt wird das Schaltrad (mit dem Schaltstift nach oben) auf das freie Schaltradpföstchen, auf der Vorderplatte, aufgesetzt. Mit der Zylinderkopfschraube M1,4x3 wird es auf diesem gesichert.

Zuletzt wird das Datumsrad auf den freien Ansatzfeiler, unten auf der Datumsplatte gesetzt.



Bitte beachten Sie beim Aufsetzen des Datumsrades, dass der Schaltstift des Schaltrades frei liegt und nicht durch das Datumsrad geklemmt wird.

Ebenso ist darauf zu achten, dass die Rastfeder am Umfang des Datumsrades anliegt. Sie darf weder unter dem Rad noch darüber liegen. Kontrollieren Sie hier bitte auch dass die Rastfeder das Datumsrad genau positioniert, d.h. dass die Nase der Feder immer zwei Zähne des Datumsrades gleichzeitig berührt.

#### Funktionskontrolle

Bevor Sie mit der Montage des Zifferblattes fortfahren sollten Sie die richtige Funktion des Datums überprüfen. Bitte stecken Sie hierzu den Minutenzeiger auf die Minutenradwelle. Drehen Sie nun vorsichtig den Zeiger im Uhrzeigersinn. Der Schaltstift des Schaltrades sollte nun in exakt einen Zahn des Datumsrades eingreifen und dieses um genau eine Teilung weiterschalten, (beim weiteren Drehen des Zeigers wird der Schaltstift auch noch den nächsten Zahn berühren – dies ist konstruktionsbedingt nötig). Die Rastfeder muss diesen Schaltvorgang durch ihre Position genau vorgeben.

## Zubehör

## Bauteile

## Einbau des Echappements

Sobald Sie das Uhrwerk zusammengebaut und kontrolliert haben, können Sie das Regulierorgan der Uhr, das vormontierte Echappement\* mit 11 Rubinen und Schweizer Ankerhemmung\* einbauen.

Jedes einzelne Echappement für die Mechanica M5 ist vor der Auslieferung in unserer Manufaktur überprüft und justiert worden. Um von Anfang an zufriedenstellende Gangergebnisse zu erreichen, achten Sie bitte deshalb darauf, dass Klötzchenträger\*, Spiralschlüssel\* und Räderzeiger\* vor der ersten Inbetriebnahme nicht verstellt\* werden!

### Zum Einbau des Echappements benötigen Sie:

- ✓ Echappement mit Schweizer Ankerhemmung *Fach (21)*
- ✓ 2 x Zylinderkopfschrauben M2 x 4 *Fach (21)*
- ✓ Schraubendreher *Fach (13)*
- ✓ Pinzette (Kornzange) *Fach (13)*

### Hinweis:

*Das Echappement besitzt neben der Schraubenunruh noch eine gebläute Spirale, gebläute Schrauben und 11 Rubinlagersteine. Die Lager des Echappement sind bereits geölt.*

### Bauteile

### Werkzeuge

## Sämtliche Bauteile Ihrer Mechanica M5 wurden in unserer Manufaktur sorgfältig kontrolliert.

Sollte dennoch ein Bauteil seine Funktion nicht einwandfrei erfüllen und dadurch eines der oben aufgeführten Prüfkriterien nicht gewährleistet sein, setzen Sie sich bitte mit uns telefonisch in Verbindung. So ist es uns möglich, Ihnen schnell und unkompliziert zu helfen.

Sie erreichen uns werktags von 9.00 - 16.00 Uhr  
unter der Rufnummer  
**+49 (0)89 / 8955 806-20**



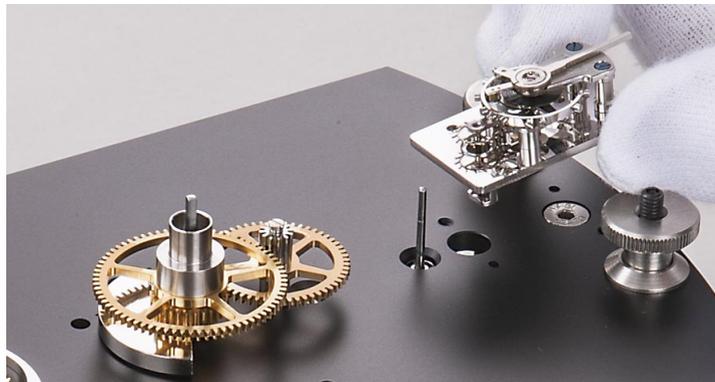
Zum Einsetzen des Echappements fassen Sie dieses am besten nur an der Grundplatine oder am Unruhkloben an.

Entfernen Sie bitte vor dem Einbau des Echappements mit der Pinzette die Transportsicherung für die Unruh.

Das Echappement wird vorsichtig, wie in der Abbildung gezeigt, schräg von der Oberkante der Vorderplatine kommend, in die Bohrung zum Sekundenrad eingefädelt. Die beiden in der Grundplatine des Echappements sitzenden Passstifte sollten nun in die entsprechenden Bohrungen der Vorderplatine finden.

Beim Befestigen des Echappements bitte besonders vorsichtig vorgehen, damit Sie mit dem Schraubendreher nicht abgleiten und die empfindlichen Bauteile des Echappements beschädigen.

Beachten Sie dabei, dass das Ankerradtrieb mit dem Sekundenrad im Eingriff steht und das Echappement flach auf der Vorderplatine aufliegt.



Das Echappement wird nun vorsichtig mit zwei Zylinderkopfschrauben M2 x 4 auf der Vorderplatine verschraubt. Damit das Echappement seine Funktion einwandfrei erfüllen kann, muss es unbedingt plan auf der Vorderplatine aufliegen und fest verschraubt sein.

## Prüfung des Echappements

Stellen Sie das Uhrwerk vor sich aufrecht auf die ebene Arbeitsunterlage. Spannen Sie nun die Zugfeder\* mit dem Aufzugsschlüssel im Uhrzeigersinn vorsichtig 2 - 3 Zähne des Sperrrads\*, sodass sich die Unruh zu bewegen beginnt.



Sollte sich das Echappement nicht in Bewegung setzen, spannen Sie die Zugfeder bitte nicht weiter vor, sondern kontrollieren Sie vorher noch einmal den korrekten Eingriff des Ankerradtriebs in das Sekundenrad\*. Im Zweifel bauen Sie das Echappement noch einmal aus und setzen es erneut ein. Beachten Sie dabei, dass sich nach der Entnahme des Echappements die Zugfeder entspannt. Um das Räderwerk\* nicht unnötig zu belasten, können Sie dieses einfach mit den Fingern an der direkt unter dem Echappement aus dem Werk ragenden Welle für den Sekundenzeiger abbremsen.

## Amplitude der Unruh

Spannen Sie nun die Zugfeder etwas weiter und überprüfen Sie die Amplitude\* der Unruh\*. Diese soll sich gleichmäßig bewegen und die Spiralfeder\* ebenso gleichförmig »atmen«. Dabei verdreht sich die Unruh von der Mitte bis zum Umkehrpunkt\* jeweils um ca. 220 Grad.

## Das Echappement Ihrer Mechanica M5 wurde in unserer Manufaktur sorgfältig überprüft.

Sollte dennoch ein Bauteil seine Funktion nicht einwandfrei erfüllen und dadurch eines der oben aufgeführten Prüfkriterien nicht gewährleistet sein, setzen Sie sich bitte mit uns telefonisch in Verbindung. So ist es uns möglich, Ihnen schnell und unkompliziert zu helfen.

Sie erreichen uns werktags von 9.00 - 16.00 Uhr  
unter der Rufnummer  
**+49 (0)89 / 8955 806-20**

### Achtung:

Beim Anfassen des Echappements ist besondere Vorsicht geboten, damit die empfindliche Unruh, die Spirale und das filigrane Ankerrad nicht berührt bzw. beschädigt werden!

### Vorsicht:

Beim Einbau des Echappements nur geringe Kraft anwenden. Bei Widerstand könnten die filigranen Teile des Echappements beschädigt werden!

### Vorsicht:

Das Echappement nur bei fest verschraubten Platinen und Sperrradkloben prüfen!

### Sicherheitshinweis:

Nicht mit den Fingern zwischen die Platinen an die Räder greifen. Es besteht Verletzungsgefahr an den schnell drehenden Rädern.

## Einbau des Zifferblatts in der Standardversion

Um die Werkmontage abzuschließen, müssen Sie noch durch Anbringen von Zifferblatt und Zeigern aus Ihrem Mechanica M5 Präzisionsuhrwerk einen vollständigen Zeitmesser machen.

### Dazu benötigen Sie:

- ✓ Zifferblatt *Fach (37)*
- ✓ Sekundenring *Fach (38)*
- ✓ 2 x Zylinderkopfschrauben M1,4 x 3 *Fach (20)*
- ✓ 4 x Zylinderkopfschrauben M2 x 4 *Fach (20)*
- ✓ Satz Standardzeiger *Fach (17+18)*
- ✓ Datumszeiger *Fach (17+18)*

### Bauteile

Bereiten Sie zunächst das Zifferblatt für den Einbau vor, indem Sie den Sekundenring auf das Zifferblatt aufsetzen und von vorne mit zwei Zylinderkopfschrauben M1,4 x 3 verschrauben.

### Standardzifferblatt



Das vormontierte Zifferblatt wird vorsichtig auf die vier Rändelmuttern der Werkpfeiler\* aufgesetzt und mit vier Zylinderkopfschrauben M2 x 4 befestigt.

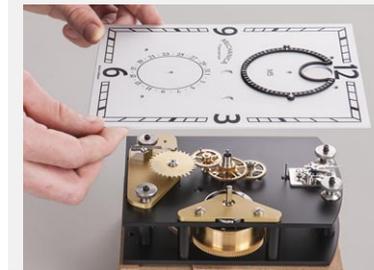
### Zubehör

## Einbau des Zifferblatts mit Mondphasenanzeige



Das vormontierte Zifferblatt wird vorsichtig auf die vier Rändelmuttern der Werkpfeiler\* aufgesetzt und mit vier Zylinderkopfschrauben M2 x 4 befestigt.

## Einbau des Zifferblatts mit Datumsanzeige



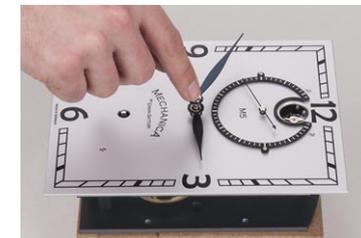
Das vormontierte Zifferblatt wird vorsichtig auf die vier Rändelmuttern der Werkpfeiler\* aufgesetzt und mit vier Zylinderkopfschrauben M2 x 4 befestigt.

### Zubehör

### Aufsetzen der Zeiger

Dann werden die Zeiger in folgender Reihenfolge auf die jeweiligen Wellen\* aufgesteckt:

1. Sekundenzeiger
2. Stundenzeiger
3. Minutenzeiger

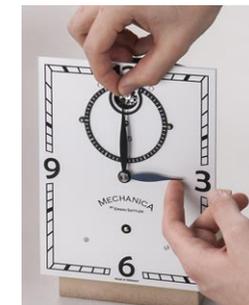


### Hinweis:

Achten Sie beim Aufsetzen des Minutenzeigers auf die richtige Positionierung in Bezug auf das Gegengewicht (siehe Abbildung Seite 36)

### Ausrichten der Zeiger

Minuten- und Stundenzeiger müssen jetzt noch ausgerichtet werden. Stellen Sie den Minutenzeiger auf die volle Stunde. Halten Sie den Minutenzeiger fest und drehen Sie den Stundenzeiger vorsichtig auf eine Stundenmarkierung. Prüfen Sie durch vorsichtiges Drehen am Minutenzeiger, dass die Zeiger nicht aneinander oder am Zifferblatt streifen.



## Ausrichten der Zeiger mit Mondphasenanzeige

Haben Sie nun alle Zeiger, wie beschrieben gesetzt, sollten diese noch mit dem Schaltvorgang der Mondphase abgeglichen werden. Drehen Sie nun den Minutenzeiger so lange im Uhrzeigersinn, bis die Mondphasenanzeige sich zu drehen beginnt. Nun stellen Sie den Minutenzeiger auf die volle Stunde. Halten Sie hier den Minutenzeiger fest und drehen den Stundenzeiger auf die „1-Uhr“ Position. Nun ist gewährleistet dass der Schaltvorgang (Dauer ca. 2 Stunden) in der Nacht stattfinden kann und Sie tagsüber immer die richtige Mondphase im Blick haben.

### Zubehör

## Zubehör

### Aufsetzen des Datumszeigers und Ausrichten der Zeiger



Der Datumszeiger wird in das Rohr des Datumsrades geschoben. Achten Sie hier darauf dass der Zeiger schon möglichst genau auf eine Ziffer des Datums zeigt. So ersparen Sie sich später das aufwändige Ausrichten des Zeigers.

Haben Sie nun alle Zeiger, wie beschrieben gesetzt, sollten diese noch mit dem Schaltvorgang des Datums abgeglichen werden. Drehen Sie nun den Minutenzeiger so lange im Uhrzeigersinn, bis die Datumsanzeige sich zu drehen beginnt. Nun stellen Sie den Minutenzeiger auf die volle Stunde. Halten Sie hier den Minutenzeiger fest und drehen den Stundenzeiger auf die „1-Uhr“ Position. Nun ist gewährleistet dass der Schaltvorgang (Dauer ca. 2 Stunden) in der Nacht stattfinden kann und Sie tagsüber immer das richtige Datum im Blick haben.

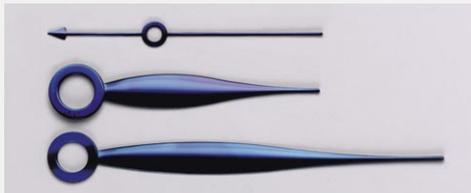
## Zubehör

### Handgearbeiteter Zeigersatz

Die als Zubehör erhältlichen, aufwändig in Handarbeit bombierten\*, polierten und gebläuten\* Zeiger sind kleine Meisterwerke, die das Zifferblatt Ihrer Mechanica M5 aufwerten.

Bitte beachten Sie bei den handgearbeiteten Zeigern, dass diese zum Schutz vor Korrosion mit einem speziellen Sprühwachs behandelt sind.

Um den ganzen Glanz der Politur und der Bombierung sichtbar zu machen, reiben Sie die Wachsschicht vorsichtig mit einem weichen Baumwolltuch oder Lederlappen ab.

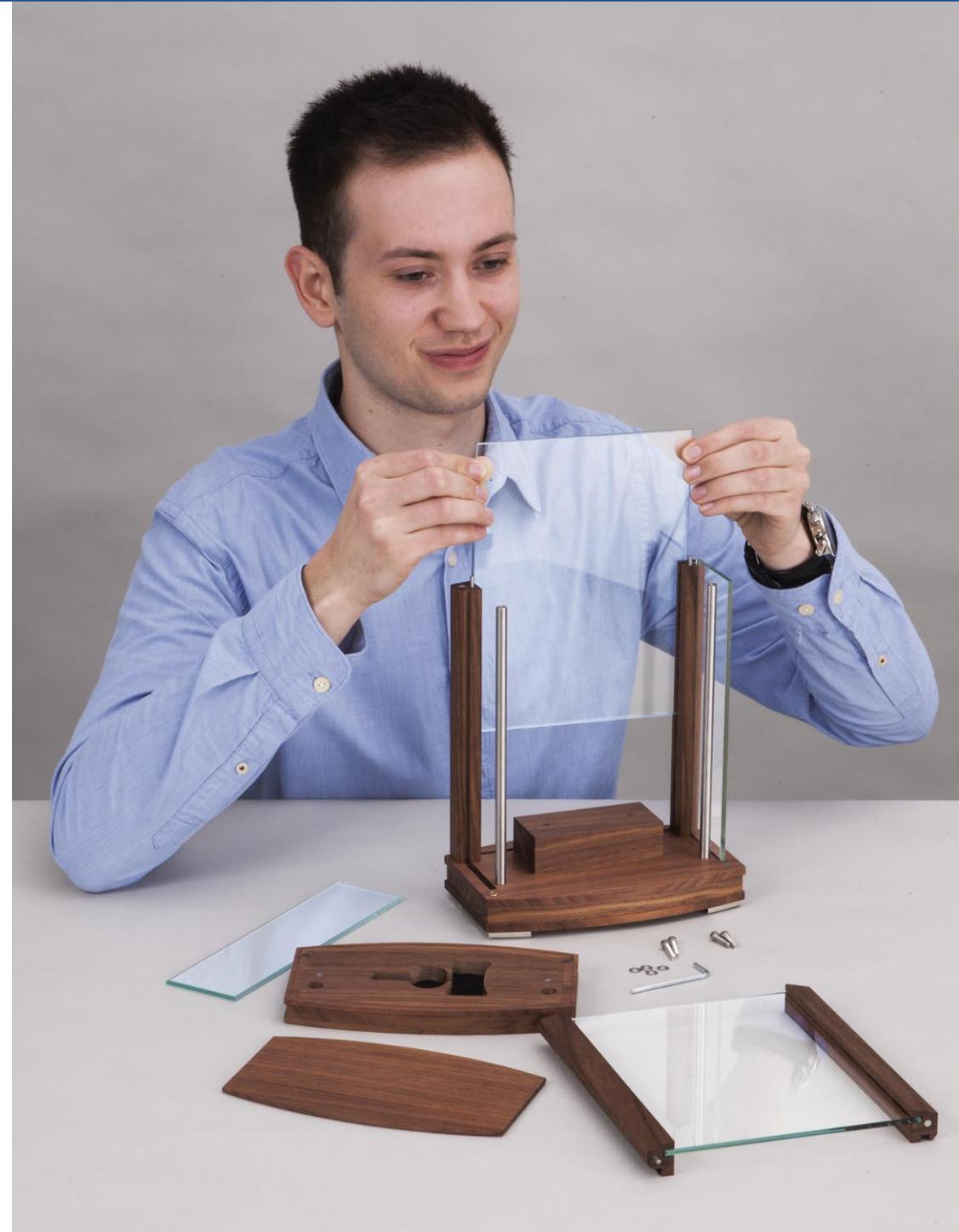


## Zubehör

### Handgearbeiteter Datumszeiger



**Das Uhrwerk ist jetzt fertig montiert. Weiter geht es mit dem Gehäuse. Stellen Sie das Uhrwerk vor Staub geschützt an einen sicheren Platz!**



## Legen Sie sich zur Gehäusemontage folgende Werkzeuge zurecht:

### Werkzeuge

- ✓ Uhrmacherschraubendreher *Fach (13)*
- ✓ Standard-Schraubendreher *Fach (13)*
- ✓ Inbusschlüssel Schlüsselweite 3 mm *Fach (13)*
- ✓ Ölspritze *Fach (13)*

## Das komplette Gehäuse besteht neben den bereits geölten Holzteilen noch aus folgenden Bestandteilen:

### Bauteile

- ✓ Einlegevlies *Untere Ebene*
- ✓ 2 x Seitengläser *Fach (40 + 41)*
- ✓ Glas für Rückseite *Fach (39)*
- ✓ 2 x Türdichtung *Untere Ebene*
- ✓ Moosgummischnur *Untere Ebene*
- ✓ 2 x Scharnierstifte *Fach (24)*
- ✓ 2 Edelstahl Gehäusestreben *Untere Ebene*
- ✓ 8 x Gehäuseschrauben, Zylinderkopf-  
Inbusschrauben M4 x 18 *Fach (25)*
- ✓ 8 x Unterlegscheiben *Fach (25)*
- ✓ 4 x Gehäusefüße in 2 verschiedene Varianten *Fach (3)*
- ✓ 8 x Senkkopfschrauben 2 x 8 *Fach (3)*
- ✓ 4 x Gleitfilze *Fach (16)*

**Optional, wenn bei der Bestellung  
schon mitgeliefert, eine Gravurplakette  
mit zwei Senkkopf-Schlitzschrauben** *Fach (30)*

## Zuerst wird die Gehäusetür montiert.

Schieben Sie die beiden Scharnierstifte in die Bohrungen an den Stirnseiten der linken Türleiste.

Damit die Tür später auch geschlossen bleibt, befinden sich in den Stirnseiten der rechten Türleiste bereits eingebaute Magnete.



## Entspiegelte Mineralglasscheiben

Zubehör 

Zur optischen Aufwertung des Gehäuses bieten wir als Alternative zu den Standardscheiben einen Satz mit entspiegelten\* Mineralglasscheiben an. Diese werden jeweils anstelle der Standardscheiben bereits in den entsprechenden Gehäuseteilen eingesetzt, geliefert.

### Die entspiegelten Scheiben sind nicht nachträglich nachrüstbar!

Bitte achten Sie beim Reinigen der entspiegelten Gläser auf ein staubfreies, sauberes Tuch. Die Gläser sind sehr empfindlich daher könnte die Entspiegelungsschicht Schaden nehmen.

Wollen Sie einen Glasreiniger verwenden, so bringen Sie diesen bitte niemals direkt auf die Scheiben auf sondern auf das entsprechende Reinigungstuch.

## Nun werden Boden- und Gesimsplatte vormontiert.

Die Scharnierbuchsen sind in die Boden- und Gesimsplatte bereits eingesetzt. Geben Sie mit der beiliegenden Ölspritze in jede Buchse einen kleinen Tropfen Uhrenöl.

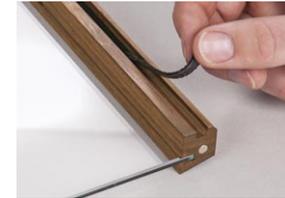
Beachten Sie hierzu die Hinweise zur Handhabung der Werkzeuge auf der Seite 19 dieses Buchs.

Das in der Gesimsplatte ausgefräste Geheimgfach für den Aufzugschlüssel wird mit einem selbstklebenden Einlegeflies belegt. Ziehen Sie die Schutzfolie auf der Rückseite des Flieses ab und positionieren Sie das Flies in der Ausfräsung. Drücken Sie das Flies gut fest.



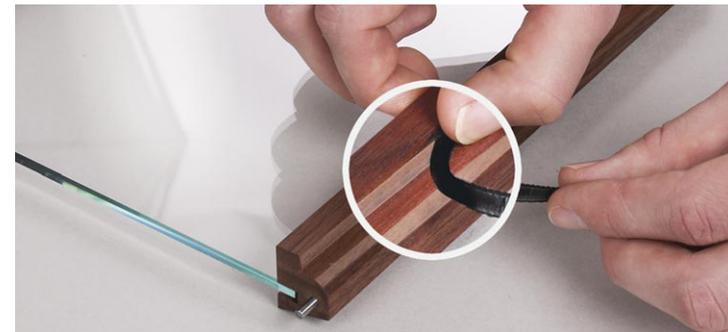
## Aufkleben der Türdichtungen auf die vorderen Seitenleisten.

Um das Uhrwerk später vor eindringendem Staub zu schützen, ist das Gehäuse mit Türdichtungen versehen. Schneiden Sie die beiliegende selbstklebende Türdichtung in der jeweiligen Länge zurecht, und ziehen Sie die Schutzfolie von der Hafrückseite ab.



Kleben Sie den einen Dichtstreifen, ohne diesen dabei zu dehnen oder zu verdrehen, in die Längsfräsung der rechten Seitenleiste.

Den zweiten Dichtstreifen kleben Sie bitte in die aussenliegende Falz der linken Türleiste. Dieser Dichtstreifen drückt sich später innen an das linke Seitenglas.



## Gravurplakette montieren

Sollten Sie bereits mit ihrer M5 die persönliche Gravurplakette erhalten haben, so würden wir Ihnen empfehlen diese an einer der beiden folgenden Stellen anzubringen:



Auf der Bodenplatte vor dem Werksockel.



Auf der hinteren Stirnfläche des Werksockels.

Selbstverständlich kann auch jede andere Position die ihnen zugesagt gewählt werden.

## Montage der hinteren Seitenleisten und der Edelstahl Gehäusestreben auf der Bodenplatte.

Die hinteren Seitenleisten haben jeweils an beiden Stirnflächen einen eingesetzten Passstift. Setzen Sie die Leisten so auf dass der Passstift in den entsprechenden Bohrung der Bodenplatte steckt.

Zur leichteren Orientierung: Die schräge Seite der Seitenleiste muss parallel zum hinteren Radius der Bodenplatte sein. Nun können Sie die Leisten mit den Zylinderkopf-Inbusschrauben M4 x 18 und den dazugehörigen Unterlegscheiben an der Bodenplatte befestigen. Ähnlich verhält es sich mit den beiden Edelstahl Gehäusestreben. Diese werden durch die beiden Bohrungen in der Bodenplatte mit zwei weiteren Zylinderkopf-Inbusschrauben M4 x 18 und dazugehörigen Unterlegscheiben miteinander verschraubt. Beide Edelstahlstreben sind absolut identisch, daher ist eine Verwechslung ausgeschlossen.



## Einbau des Uhrwerks in das Gehäuse

### Für den Einbau des Uhrwerks benötigen Sie:

- ✓ 2 x Werkhalteschrauben Inbus M4 x 60 *Fach (25)*
- ✓ 2 x Unterlegscheiben *Fach (25)*
- ✓ Inbusschlüssel Schlüsselweite 3 mm *Fach (13)*

Zur Vorbereitung des Werkeinbaus legen Sie das fertig montierte Uhrwerk mit dem Zifferblatt nach oben auf zwei der Gehäuseverpackung beiliegenden Schaumstoffstreifen.



**Bauteile**

**Werkzeug**

### Hinweis:

Verwenden Sie als Unterlage für die folgenden Montageschritte zum Beispiel den Karton aus der Verpackung Ihrer M5 oder ein Blatt Papier, um ein Verkratzen des Zifferblattes oder der empfindlichen Teile zu vermeiden.

Stecken Sie die beiden Werkhalteschrauben M4 x 60 mit den dazugehörigen Unterlegscheiben von unten durch den Gehäuseboden. Nun schieben Sie das teilmontierte Gehäuse mit den Werkhalteschrauben unter das Uhrwerk bzw. das Zifferblatt. Die Höhe beider Teile sollte genau zueinander passen, so dass Sie nun bequem die Werkhalteschrauben von unten in die Querbohrung der unteren Uhrwerkspfeiler drehen können.



## Einsetzen der Moosgummischnüre

In die drei Glasnuten der Bodenplatte werden nun drei entsprechend lange Moosgummischnüre gelegt. Sie gewährleisten am fertigen Gehäuse einen sicheren Sitz der Gläser und verhindern dass diese "klappern".



## Gläser einschieben

Schieben Sie nun die Seitengläser und das Glas für die Rückwand in die Nuten von Seitenleisten und Bodenplatte. Achten Sie dabei darauf dass die Gläser sicher in den Nuten im Gehäuseboden sitzen.



## Einsetzen der Gehäusetüre

Setzen Sie nun die Gehäusetüre mit dem bereits eingesetzten Scharnierstift in die Messingbuchse der Bodenplatte und schließen diese. Vorsicht, die Türe hat das Scharnier auf der linken Seite, sie ist daher von rechts zu Öffnen.



Im nächsten Schritt setzen Sie die Gesimsplatte auf, hierbei ist zu beachten, dass sowohl zwei Passstifte der hinteren Seitenleisten in die entsprechenden Bohrungen der Gesimsplatte als auch der obere Scharnierstift in die entsprechende Buchse geführt wird.

## Aufsetzen der Gesimsplatte

Die Gesimsplatte wird mit vier Inbus-Zylinderkopfschrauben M4 x 18 und den dazugehörigen Unterlegscheiben sowohl mit den hinteren Gehäuseleisten als auch mit den Edelstahl Gehäusestreben verschraubt.



### Vorsicht:

*Montieren Sie die Gläser sehr vorsichtig, beschädigte können zu schweren Verletzungen führen!*

## Anbringen der Gehäusefüße

Stellen Sie das Gehäuse zum Anschrauben der Gehäusefüße ohne Geheimpfachdeckel auf den Kopf – also mit der Gesimsplatte auf die Arbeitsunterlage (Karton aus der Verpackung oder ein Blatt Papier um ein Verkratzen des hochwertigen Gehäuses zu vermeiden).

Legen Sie die vier Gehäusefüße mit den Durchgangsbohrungen auf die entsprechenden Bohrungen in der Bodenplatte. Die Position der verschiedenen Gehäusefüße wird durch ihre Form, analog zu den hinteren Gehäuseleisten, bestimmt. Die Gehäusefüße werden von der ausgefrästen Seite her mit je 2 Senkkopfschrauben 2 x 8 befestigt und anschließend mit einem Gleitfilz versehen.

### Achtung:

Das Uhrwerk muss fest mit dem Gehäuse verschraubt sein, erst dann kann das Gehäuse bedenkenlos "auf den Kopf" gestellt werden.



## Gehäusedeckel auf das Geheimpfach aufsetzen

Zum Abschluss stellen Sie das fertige Gehäuse auf seine Füße und setzen den Gehäusedeckel auf das Geheimpfach. Zur Sicherung ist der Gehäusedeckel links und rechts mit zwei Magneten versehen. Die kleine Ausfräsung auf einer Längsseite des Deckels erleichtert die Abnahme und sollte nach hinten zeigen.



## In Gang setzen Ihrer Mechanica M5

### Aufziehen der Uhr.

✓ Aufzugsschlüssel

*Fach (23)*

Wenn das Echappement\* bei der Überprüfung schon einwandfrei funktioniert hat, können Sie die Uhr nun erstmals ganz aufziehen. Beenden Sie den Aufziehvorgang sofort, wenn Sie den Widerstand durch den Endanschlag der Malteserkreuzstellung\* am Federhaus\* verspüren.

Wenn das Uhrwerk komplett abgelaufen war, sind es nur ca. 3,5 Umdrehungen bis das Federhaus voll gespannt ist. Das reicht Ihrer Mechanica M5 für eine Gangdauer von sieben Tagen.

### Einstellen der Uhrzeit.

Stellen Sie die Uhr auf die korrekte Zeit ein. Beim Einstellen der Uhrzeit darf der Minutenzeiger sowohl vorwärts als auch rückwärts bewegt werden. Den Sekundenzeiger dürfen Sie nicht verdrehen.

*Genießen Sie jetzt das Ticken  
Ihrer Mechanica M5!*

**Werkzeug**

## Zubehör

### Einstellen der Mondphase

Mit Hilfe des Verstellwerkzeugs (Fach 13) können Sie vorsichtig, mit der gummierten Seite, auf die Mondphasenscheibe drücken und diese verstellen. Bedenken Sie, ein rastender Zahn bedeutet einen verstellten Tag!

Wichtig: Die Mondphase darf nicht während des Schaltvorgangs verstellt werden, bitte beachten Sie dies, es könnten sonst diverse Teile des Uhrwerks beschädigt werden.



#### Hinweis:

Der Schaltvorgang für Mond und Datum sollte laut der vorherigen Beschreibung (Seite 47/48) auf die Zeit um Mitternacht eingestellt worden sein!

### Einstellen des Datums



Das richtige Datum wird durch Verdrehen des Datumszeigers eingestellt. Beachten Sie aber unbedingt dass während des Schaltvorgangs das Datum nicht verstellt werden darf. Sollten Sie einen Widerstand spüren drehen Sie nicht mit erhöhter Kraft weiter, es könnten sonst diverse Teile des Uhrwerks beschädigt werden!

### Regulieren Ihrer Mechanica M5

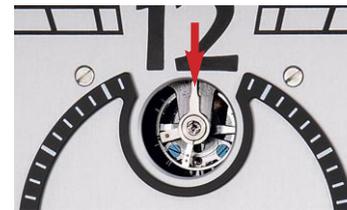
Sobald Sie Ihre Mechanica M5 in Gang gesetzt und auf die genaue Uhrzeit eingestellt haben, können Sie mit dem Regulieren\* der Uhr beginnen, damit diese auch möglichst genau geht.

✓ Regulierstift *Fach (13)*

### Regulieren Sie das Echappement bitte nur am Rückzeiger.

Die anderen Regulierorgane werden zwar im II. Kapitel »Technik und Funktionsweise der Mechanica M5« erklärt, sind aber bereits in unserer Manufaktur voreingestellt worden und sollten nicht verändert werden!

Nach einer Beobachtungszeit von sieben Tagen vergleichen Sie die Zeitanzeige Ihrer Mechanica M5, der Uhrmacher spricht hierbei von »Stand\*«, mit der einer Vergleichsuhr (zum Beispiel Funkuhr). Hieraus ermitteln Sie den »täglichen Gang\*« der Uhr, also das Vorauseilen oder Zurückbleiben Ihrer Mechanica M5 im Vergleich zur amtlichen Zeit. Zu Beginn der Reglage\* wird Ihre Mechanica M5 aller Voraussicht nach eine leichte Abweichung aufweisen. Das soll Sie nicht weiter beunruhigen, denn mit Hilfe des Rückzeigers\* am Echappement\* können Sie Ihre Uhr mühelos trimmen.



Der Rückzeiger befindet sich hinter dem Zifferblatt bei der »12«.



Über einen Durchbruch im Zifferblatt kann die Einstellung anhand der auf dem Unruhkloben eingravierten Skala kontrolliert werden.

Gehen Sie beim Regulieren vorsichtig vor. Stecken Sie dazu den Regulierstift von oben durch das Langloch in der Gesimsplatte auf den Rückzeiger des Echappements. Bewegen Sie den Rückzeiger nur in sehr kleinen Schritten, ansonsten fallen die Änderungen zu extrem aus.

Beobachten Sie nach den ersten Korrekturen den Gang Ihrer Tischuhr bitte immer über die gesamte Gangdauer von einer Woche da sich der Gang bei einer Federzuguhr über die Gangdauer jeweils ausgleichen kann. Gegebenenfalls müssen Sie in oben beschriebener Weise nochmals ein wenig nachregulieren.



#### Hinweis:

Am Ende des Buchs befindet sich eine Gangtabelle. In diese können Sie die Änderungen der Reglage eintragen und so das Regulieren Ihrer Mechanica M5 systematischer durchführen. Darüber hinaus dient Ihnen die Tabelle zur Kontrolle der Ganggenauigkeit Ihrer Uhr.

## Wartung und Pflege

Mit der erfolgreichen Montage und Feinstellung Ihrer Mechanica M5 ist es Ihnen gelungen, einen präzise gefertigten Zeitmesser selbst fertig zu stellen und einzuregulieren.

Wie jedes andere Instrument, an dessen Genauigkeit große Anforderungen gestellt werden, verlangt auch Ihre Mechanica M5 pflegliche Behandlung und ein gewisses Maß an Wartung.

### Hinweis:

*Niemals das Gehäuse offen stehen lassen!*

Wir empfehlen Ihnen daher, das Gehäuse niemals über längere Zeit offen stehen zu lassen, damit sich möglichst wenig Staub im Uhrwerk absetzen kann.

Ihre Mechanica M5 verfügt aufgrund ihrer Konstruktion und der Verwendung zahlreicher Kugellager\* über ein äußerst wartungsarmes Uhrwerk. Öl unterliegt jedoch einem gewissen Alterungsprozess, welcher die Schmierseigenschaften nach vielen Jahren stark einschränkt.

Aus diesem Grund ist eine Reinigung der einzelnen Uhrenbauteile in einem speziellen Reinigungsverfahren nach einer Betriebsdauer von etwa fünf bis sieben Jahren notwendig.

### Hinweis:

*Wartung in unserer Manufaktur jederzeit möglich.*

Wir bieten Ihnen an, die Wartung in unserer Manufaktur auszuführen. Die eventuell von gebrauchsbedingtem Verschleiß betroffenen Bauteile werden entweder nachgearbeitet oder durch Originalteile ersetzt.

**So gepflegt wird die Mechanica M5  
über Jahrzehnte unermüdlich ihren Dienst tun  
und als wertvoller Zeitmesser mit Stolz  
von Generation zu Generation  
weitergereicht werden.**

## Ausbau des Uhrwerks

Für den nachträglichen Einbau der meisten Zubehörteile ist der Ausbau des Uhrwerks erforderlich. Nehmen Sie sich für den beabsichtigten Umbau Ihrer Mechanica M5 ausreichend Zeit. So können Sie in aller Ruhe die beschriebenen Arbeiten ausführen.

Bei jeder Arbeit am Uhrwerk gelten die Hinweise aus dem Abschnitt »Wichtige Informationen vor Baubeginn« am Anfang dieses Buchs. Die in dieser Umbauanleitung vorgegebene Reihenfolge der auszuführenden Arbeitsschritte soll Ihnen unnötige Mühe ersparen und ein sicheres Gelingen ermöglichen.

Bitte bereiten Sie Ihren Arbeitsplatz sorgfältig vor, ehe Sie mit dem Ausbauen des Uhrwerks beginnen. Der Arbeitsplatz muss unbedingt sauber gehalten werden und sollte über eine gute Beleuchtung verfügen.

### Für den Ausbau des Uhrwerks benötigen Sie folgendes Werkzeug:

- ✓ Inbuslüssel Schlüsselweite 3 mm *Fach (13)*
- ✓ Pinzette (Kornzange) *Fach (13)*
- ✓ Montagesockel *Fach (30)*

Bauen Sie das Uhrwerk immer nur im abgelaufenen Zustand aus, also wenn sich die Zugfeder nach ca. sieben Tagen Gangdauer komplett entspannt hat und das Echappement\* von selbst stehen geblieben ist. Sollte die Zugfeder noch nicht völlig entspannt sein, könnten Bauteile Ihrer M5 beschädigt werden und es besteht erhebliche Verletzungsgefahr!

Legen Sie das Gehäuse vorsichtig mit der Rückseite auf die Arbeitsunterlage und lösen die beiden Zylinder-Inbusschrauben M4 x 60 und zugehörigen Unterlegscheiben auf der Unterseite des Gehäuses.



### Hinweis:

*Verwenden Sie als Unterlage für die folgenden Montageschritte den Karton aus der Verpackung Ihrer M5 oder ein Blatt Papier um ein Verkratzen des Gehäuses und der hochwertigen Bauteile zu vermeiden.*

### Werkzeuge

### Hinweis:

*Verwenden Sie zum Ausbau des Uhrwerks und zur eventuellen Demontage des Zifferblatts bitte die beiliegenden Handschuhe. Durch den Kontakt mit Hautschweiß könnten ansonsten schwer zu entfernende Abdrücke entstehen.*

**Vorsicht**, das Uhrwerk ist nun lose im Gehäuse! Um Beschädigungen zu vermeiden stellen Sie nun das Gehäuse sehr langsam und vorsichtig auf, öffnen Sie die Türe und ziehen Sie das Uhrwerk langsam vom Sockel der Bodenplatte, halten Sie dabei das Uhrwerk mit beiden Händen fest, so dass es das Gehäuse nicht beschädigen kann. Legen Sie das Werk danach auf den Montagesockel.



### **Achtung:**

*Achten Sie darauf, dass das Uhrwerk erst dann zerlegt werden darf, wenn die Zugfeder vollkommen entspannt ist!*

### **Zerlegen des Uhrwerks**

Für die Überprüfung oder den späteren Einbau von Zubehörteilen kann es erforderlich sein, dass das Uhrwerk zerlegt werden muss. Beachten Sie, dass die Demontage in umgekehrter Reihenfolge der Montageanleitung ausgeführt werden muß:

- 1. Abnehmen der Zeiger**
- 2. Demontage des Zifferblatts**
- 3. Ausbau des Echappements\***
- 4. Kontrolle des Räderwerks\***

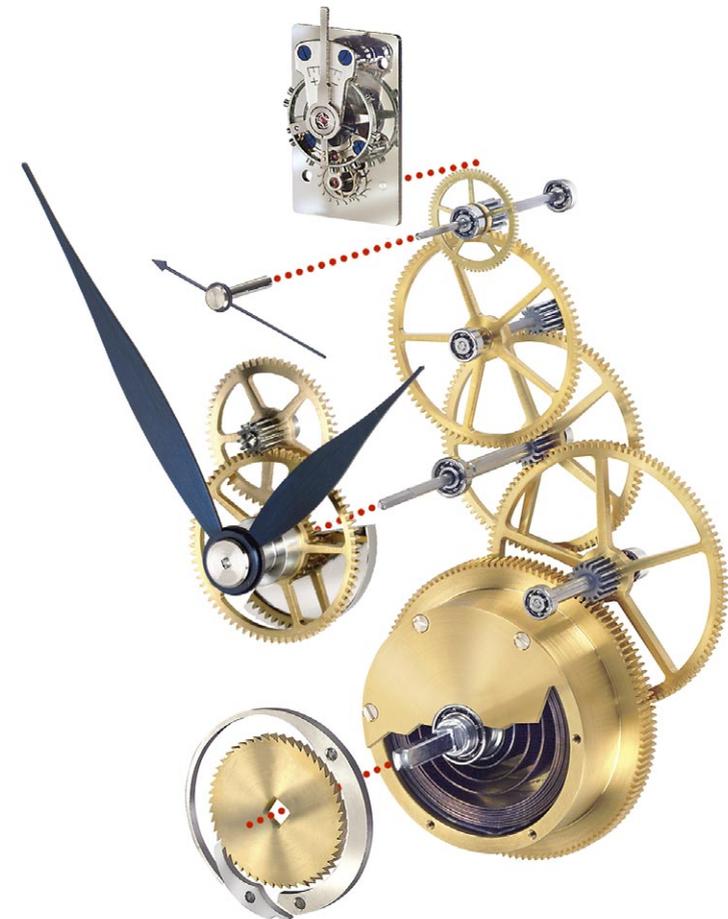
Kontrollieren Sie das Höhenspiel an allen Rädern. Lassen sich diese leicht axial verschieben, ist die Zugfeder entspannt. Sollte sich das Räderwerk verklemmt haben und sich nun entspannen, bremsen Sie dieses mit den Fingern an der Sekundenradwelle bis zum Stillstand ab.

### **5. Abnehmen des Sperrradklobens**

Achten Sie unbedingt darauf, dass der Sperrradkloben erst dann abgenommen wird, wenn die Zugfeder vollkommen entspannt ist und keine Kraft mehr auf dem Räderwerk anliegt!

Zum weiteren Zerlegen des Uhrwerks folgen Sie bitte der Montageanleitung in umgekehrter Reihenfolge.

## TECHNIK UND FUNKIONSWEISE DER MECHANICA M5



**Die folgenden Beschreibungen sollen Ihnen einen kleinen Einblick in die Funktionsweise und die konstruktiven Besonderheiten Ihrer mechanischen Tischuhr geben**

Es ist schon eine anspruchsvolle Aufgabe, die komplexen Zusammenhänge von Echappement\*, Räderwerk\* und Antrieb in relativ kurzen und verständlichen Texten dem interessierten Uhrenliebhaber näher zu bringen. Schließlich haben wir Uhrmacher während unserer Ausbildung drei Jahre Zeit, um uns die Grundlagen dieses Handwerks zu erarbeiten.

Dennoch ist es uns ein wichtiges Anliegen, Ihnen mit diesem Bausatz nicht nur die Möglichkeit zu geben eine Präzisions-Tischuhr zu montieren, sondern darüber hinaus mit Ihnen unsere Begeisterung für diesen Uhrentyp zu teilen.

Es ist das faszinierende Zusammenspiel von Naturgesetzen und einer auf den ersten Blick einfachen Mechanik, welches uns erlaubt, den Ablauf der Zeit mit einer enormen Präzision zu messen. Die Uhrmacher haben in den letzten Jahrhunderten große Anstrengungen unternommen, um mit den ihnen zur Verfügung stehenden Mitteln die Genauigkeit mechanischer Uhrwerke zu steigern.

Wir fühlen uns heute dieser Tradition verpflichtet und sind deshalb stets bestrebt, unsere rein mechanischen Uhren unter Zuhilfenahme neuer Materialien, moderner Fertigungsmethoden und neuer konstruktiver Lösungen zu verbessern. Die Faszination einer Präzisions-Tischuhr liegt heute aber nicht nur in ihrer Genauigkeit, sondern bei genauerer Betrachtung auch in ihrer einfachen und klaren Konstruktion. So können wir an der Uhr die Auswirkungen der Naturgesetze beobachten und nachvollziehen. Eine mechanische Uhr ist etwas Anschauliches und bei Ihrer Mechanica M5 sogar etwas Begreifbares im wörtlichen Sinne.

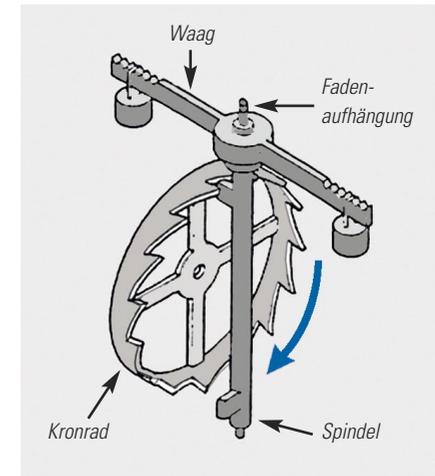
In den letzten 400 Jahren haben die Uhrmacher mit innovativen Konstruktionen versucht, jene Einflüsse zu kompensieren, die ein genaues Gehen der Uhren verhinderten. Lassen Sie uns, bevor wir den Aufbau unseres Echappements genauer betrachten, einen kurzen Ausflug in die Geschichte machen, um Erfindung, Entwicklung und Perfektion der Hemmungen\* nachzuvollziehen.

Die folgende Aufzählung von Hemmungen stellt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Hier sollen lediglich einige wichtige Stationen der Entwicklung auf dem Weg zur heute üblichen Schweizer Ankerhemmung\* aufgezeigt werden.

## Spindelhemmung (ab ca. 1300)

Im hohen Mittelalter setzte die Entwicklung der modernen Zeitmessung ein. Vermutlich wurden schon im 13. Jahrhundert die frühesten Räderuhren mit einem Uhrwerk aus Zahnrädern gebaut, deren technische Grundlagen für die Geschichte der Uhrmacherkunst bis in die heutige Zeit bestimmend geblieben sind.

Als Gangregler\* wurde für die ersten Räderuhren die Waag\* (auch Drehwaage oder französisch Foliot\*) benutzt, ein nach seiner Ähnlichkeit mit einer Waage benannter Schwingbalken mit verstellbaren Gewichten. Die älteste Form der Hemmungen, die Spindelhemmung\*, stellte zusammen mit der Waag als Gangregler einen allerdings nur ungleichmäßigem Ablauf des Uhrwerks sicher. Die Spindelhemmung hatte noch weitere entscheidende Nachteile, war aber dennoch bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts in einfachen Uhrwerken gebräuchlich. Aufgrund der Rückführung des Kronrads\* hatte diese Hemmung sehr hohe Reibungsverluste und konnte somit nicht frei schwingen.



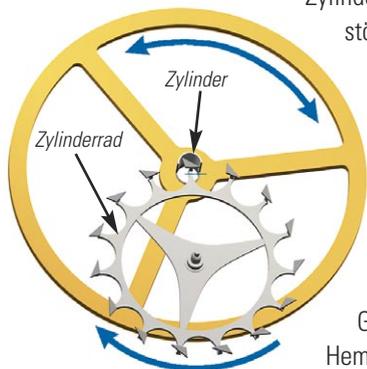
Als Rückführung wird die Bewegungsrichtung des Kronrads (später Ankerkrads\*) genannt, in die es nach dem »Abfallen« des Spindellappens\* (später Ankerradzahns) entgegen seiner normalen Drehrichtung geführt wird, bis der Gangregler seinen Umkehrpunkt\* erreicht hat. (Der Gangregler war also während der gesamten Schwingungsdauer fest mit dem Räderwerk\* verbunden.)

# DIE ENTWICKLUNG DER HEMMUNGEN

## Zylinderhemmung (ab 1695; Verbesserung ab 1720)

Die Zylinderhemmung war eine kleine Revolution in der Geschichte der tragbaren Uhren, da diese Hemmung bei weitem präziser funktionierte, als die bis dahin übliche Spindelhemmung\*. Die Unruh\* kann bei einer Zylinderhemmung viel weiter ausschlagen (Amplitude) und die störenden Reibungsverluste sind wesentlich geringer als bei der rückführenden\* Spindelhemmung\*. Bei der Zylinderhemmung\* handelt es sich um eine sogenannte ruhende Hemmung\*, da das Ankerrad\* während des Ergänzungsbogens\* der Unruh\* still steht, also ruht.

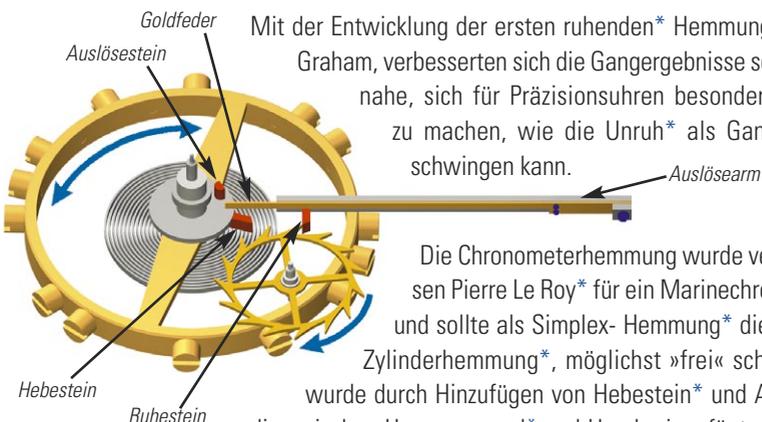
Die Grundidee geht 1695 auf den berühmten englischen Uhrmacher Thomas Tompion\* zurück. Um 1750 gelang es Tompions Schüler, Freund und späteren Teilhaber George Graham\* zusammen mit verbesserten Fertigungstechniken diese Hemmung für Pendeluhrer weiter zu perfektionieren, sodass diese für die gesamte damalige Uhrmacherei richtungweisend wurde. Graham ist durch die nach ihm benannte Grahamhemmung\*, einer genial einfachen ruhenden Ankerhemmung für Pendeluhrer, einer der bekanntesten Uhrmacher überhaupt.



## Chronometerhemmung (1766 mit Feder, 1772 mit Wippe)

Mit der Entwicklung der ersten ruhenden\* Hemmungen von Tompion und Graham, verbesserten sich die Gangergebnisse schlagartig. Es lag also nahe, sich für Präzisionsuhren besonders darüber Gedanken zu machen, wie die Unruh\* als Gangregler\* noch freier schwingen kann.

Die Chronometerhemmung wurde vermutlich vom Franzosen Pierre Le Roy\* für ein Marinechronometer\* entwickelt und sollte als Simplex-Hemmung\* die Unruh\*, wie bei der Zylinderhemmung\*, möglichst »frei« schwingen lassen. Dies wurde durch Hinzufügen von Hebestein\* und Auslösearm\* erreicht, die zwischen Hemmungsrad\* und Unruh eingefügt wurden. Schwingt die Unruh gegen den Uhrzeigersinn wird der Auslösearm



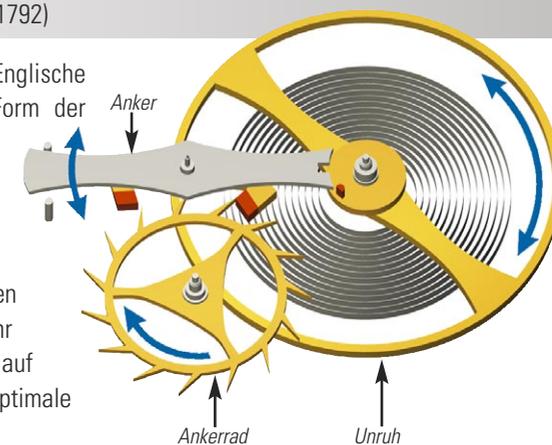
Für einen kurzen Moment vom Auslösestein\* der Unruh zur Seite gedrückt und das Hemmungsrad kann seinen Impuls auf den Hebestein der Unruh ausüben. Danach wird es durch den zurückschwingenden Auslösearm exakt am nächsten Zahn durch den Ruhestein gestoppt. Beim Zurückschwingen der Unruh lässt die gekrümmte feine Goldfeder des Auslösearms den Auslösestein passieren. Von der Chronometerhemmung gibt es zahlreiche Varianten aus England z. B. mit Wippe und Hebelarm.

Die Chronometerhemmung war ein bedeutender Schritt hin zur Präzisionsuhr. Allerdings ist die Hemmungsart nicht alleine entscheidend für die Ganggenauigkeit einer Uhr. Diese hängt auch noch von der Temperaturkompensation der Unruh und von der Qualität der Spiralfeder\* ab. Dass sich die Chronometerhemmung in Taschenuhren nicht durchsetzen konnte, hat in der Hauptsache zwei Gründe. Zum Einen ist diese wesentlich aufwändiger als die später entwickelte Kolbenzahn-Ankerhemmung\*, zum Anderen ist sie auch sehr stoßempfindlich. Auch läuft die Unruh nicht von selbst wieder an, wenn sie durch einen Stoß angehalten wurde. Wird die Unruh durch eine Erschütterung beschleunigt, kann sie leicht zu »galoppieren\*« anfangen. Das heißt die Unruh lässt bei einer zu großen Schwingung mehrere Zähne (statt nur einem Zahn) passieren. Abschließend muss jedoch betont werden, dass die Chronometerhemmung bis heute die genaueste aber auch aufwändigste Hemmung für tragbare Uhren ist.

## Spitzzahn-Ankerhemmung (ab 1792)

Die Spitzzahn-Ankerhemmung, auch Englische Hemmung genannt, ist eine frühe Form der Steinanker-Hemmung\*.

Sie folgt den Konstruktionsmerkmalen der Graham-Hemmung\* und war die Grundlage für die später verwendete Kolbenzahn-Ankerhemmung\*. Die spitzen und dünnen Radzähne waren jedoch sehr empfindlich, erschwerten die Ölhaltung auf den Paletten\* und ermöglichten keine optimale Kraftübertragung.

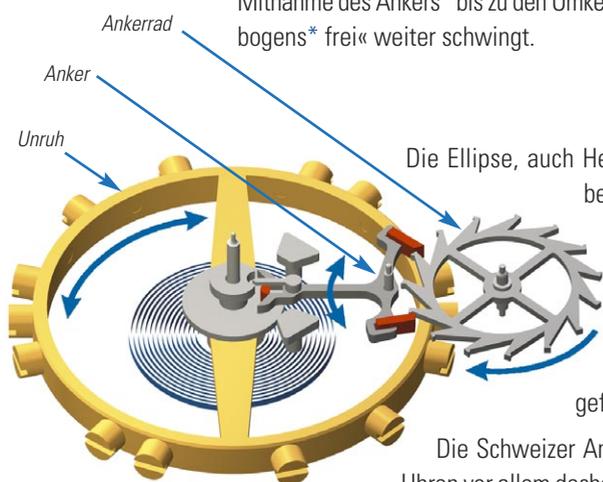


## Schweizer Ankerhemmung (ab 1855)

Thomas Mudge\* ging bereits mit 14 Jahren bei dem berühmten Uhrmacher George Graham\* in die Lehre und übernahm nach Grahams Tod dessen Geschäft in London. Mudge war ein genialer Uhrmacher und erfand vermutlich schon 1759 bei Arbeiten an einem Chronometer den »freien Ankergang«. Charakteristisch ist der Anker\*, das den Namen gebende Verbindungsteil zwischen Hemmungsrad\* und Unruh\*, weil er an die Form eines Schiffsankers erinnert.

Allerdings haben Mudge und seine Zeitgenossen die Bedeutung dieser Hemmung noch nicht erkannt, sodass er den Siegeszug seiner Erfindung nicht mehr erleben durfte. Erst später trugen zahlreiche Verbesserungen tüchtiger Uhrmacher dazu bei, dass heute mehr als 99 % aller tragbaren mechanischen Uhren mit dieser Hemmung ausgerüstet sind.

Die Schweizer Ankerhemmung gehört mit der Glashütter Ankerhemmung zu den Kolbenzahn-Ankerhemmungen\*, die sich aus der Spitzzahn-Ankerhemmung\* entwickelt haben. Die Schweizer Ankerhemmung fällt ebenfalls in die Kategorie »freie Ankerhemmungen\*«, weil die Unruh\* nach der Mitnahme des Ankers\* bis zu den Umkehrpunkten\*, während des Ergänzungsbogens\* frei weiter schwingt.

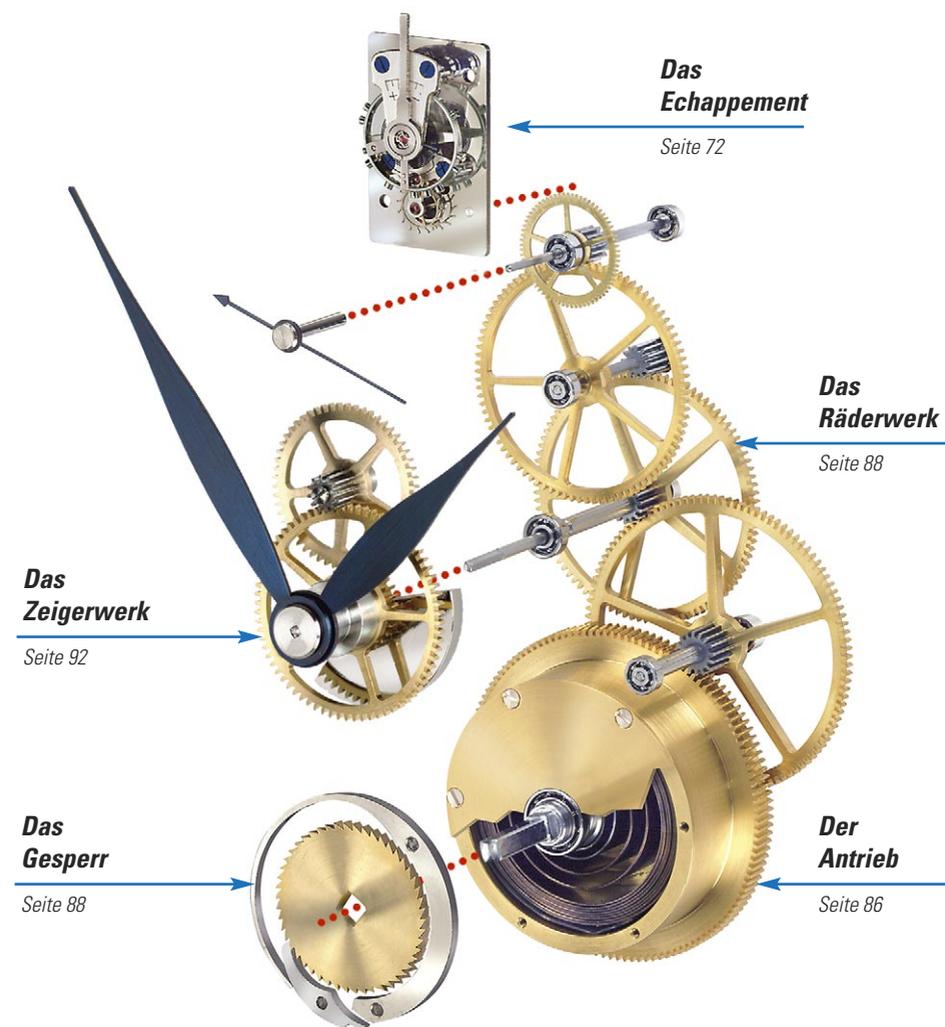


Die Ellipse, auch Hebestein\* oder Ankerstein genannt, befindet sich auf der Unruhwelle und übernimmt den Antriebsimpuls vom Anker. Meist wird die Ellipse, ebenso wie die beiden Paletten\* am Anker, wegen der geringeren Reibung und Abnutzung, aus Rubin\* gefertigt.

Die Schweizer Ankerhemmung hat sich bei tragbaren Uhren vor allem deshalb gegenüber den anderen Hemmungen durchgesetzt, weil diese einen relativ einfachen Aufbau mit robusten Eigenschaften gegen Erschütterungen bietet und gute Gangergebnisse ermöglicht.

## AUFBAU DER MECHANICA M5

Wenn Sie sich nun die Zeit nehmen und versuchen die Abläufe in Ihrer Mechanica M5 nachzuvollziehen, können Sie unsere Begeisterung für die Uhrmacherei teilen und betrachten Ihre Uhr zukünftig mit anderen Augen.



## Das Echappement

In der klassischen Uhrmacherei benutzt man hauptsächlich zwei Arten von Gangreglern\*:

- ✓ Pendel\* für Standuhren, Wand- oder Turmuhren und Pendulen sowie
- ✓ Spiralfeder\* und Unruh\* für Armband-, Taschen- und Tischuhren

### Achtung:

*Beim Anfassen des Echappements ist besondere Vorsicht geboten, damit die empfindliche Unruh und das filigrane Ankerrad nicht berührt bzw. beschädigt werden!*

Der erste klassische mechanische Gangregler für Uhren war das 1585 von Galileo Galilei\* entdeckte Pendel\*. Dieses verhalf mit seinen regelmäßigen Schwingungen der Zeitmessung zu einem entscheidenden Durchbruch. Galilei's Beobachtungen zu Folge schwingt ein Pendel unabhängig von seiner Schwingungsweite zeitgleich. Die Schwingungszahl wird unter idealen Bedingungen allein von der Länge des Pendels bestimmt. Gegenüber dem Pendel unterscheidet sich das Unruhsystem dadurch, dass beim Pendel die Schwerkraft als rückstellende Kraft wirkt und beim Unruhsystem die elastische Deformationsenergie einer Spiralfeder\*. Beim Pendel betragen die Amplituden\* wenige Winkelminuten, bei der Unruh je nach Bauweise und Einsatzgebiet (Armband-, Taschen-, oder Tischuhr) üblicherweise zwischen 200 und 300 Grad.

Das Echappement\* – bestehend aus Unruh\*, Anker\* und Ankerrad\* – bildet das Herz jeder Uhr und ist bei mechanischen Uhren für das charakteristische Ticken verantwortlich. Es basiert auf einem mechanischen Schwingensystem als Zeitteiler oder Gangregler und unterteilt die Zeit in genau definierte Abschnitte. Die Schwingungsdauer wird bestimmt durch die Wechselwirkung des Masse-Feder-Systems\* im Zusammenspiel aus (Massen-) Trägheit der Unruh\* und Rückstellkraft der Spiralfeder\*. Der Gangregler allein bildet aber noch kein Uhrwerk. Zusätzlich muss die Schwingung der Unruh auf das Räderwerk\* übertragen und in umgekehrter Richtung auch noch die Antriebskraft vom Räderwerk auf die Unruh übertragen werden. Diese Aufgaben übernehmen die aus Anker und Ankerrad bestehende Hemmung\*. Darüberhinaus spielen das Federhaus\* mit seiner Zugfeder\* und das Räderwerk für die Kraftübertragung auch noch eine wichtige Rolle damit die Unruh gleichmäßig, wir sagen heute isochron\*, schwingt. Schließlich müssen die vom Echappement festgelegten Zeitabschnitte über das Zeigerwerk\* in Minuten und Stunden umgesetzt und auf einem Zifferblatt angezeigt werden.

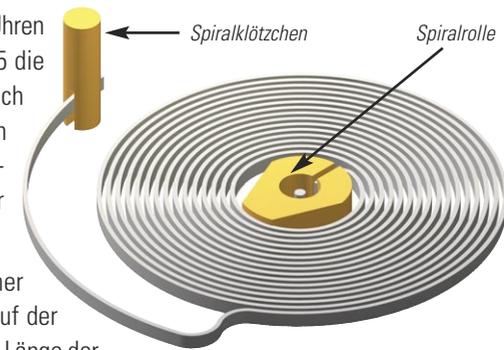
In Ihrer Mechanica M5 wird ein Echappement mit klassischer Schweizer Ankerhemmung\* und 18.000 Halbschwingungen pro Stunde (2,5 Hertz) eingesetzt.

## Die Spiralfeder

Die Erfindung der Spiralfeder für mechanische Uhren geht zurück auf Christiaan Huygens\*, der 1675 die Archimedische Spirale\* erfunden hat. Danach haben sich Generationen von Uhrmachern konsequent darum bemüht, die Unruh\* gleichmäßig oder isochron (isochron: griechisch für »gleich in der Zeit«) Schwingen zu lassen.

Wesentliche Verbesserungen wurden immer wieder dadurch erzielt, dass die Spirale im Lauf der Jahrhunderte filigraner und leichter wurde. Die Länge der Spiralfeder\* (Anzahl der Windungen) wird im Verhältnis zum Gewicht und Trägheitsmoment der Unruh gewählt und bestimmt über den so genannten Ansteckpunkt\* an der Spiralrolle\* die resultierende Federkraft. Der Durchmesser der Spiralfedern beträgt üblicherweise zwischen 1/2 und 2/3 des Durchmessers der Unruh. Das innere Ende der Spirale wird an einer auf die Unruhwelle gepresste Spiralrolle\* befestigt. Das äußere Ende der Spiralfeder wird in einer so genannten Endkurve aufgebogen und mit dem Spiralklötzchen\* am Klötzchenträger\* und damit am Ankerkloben\* befestigt.

Verschiebt man das Unruhrad in der einen oder andern Richtung aus dem Stillstand, verformt bzw. spannt sich die elastische Spiralfeder, und zwar umso mehr, je größer der Rotationswinkel dieser Verschiebung ist. Lässt man die Unruh nun los, schwingt diese durch die Spannkraft der verformten Spiralfeder zum toten Punkt zurück. Dort ist die Geschwindigkeit der Unruh am größten. Durch die Schwingenergie dreht sich die Unruh aber auf der anderen Seite des toten Punkts hinaus bis zu einem praktisch identischen Winkel weiter – ähnlich einem Pendelausschlag. Ohne die bremsende Wirkung der Reibung würden diese Schwingungen unendlich lange bestehen bleiben. Um nun aber die in der Realität auftretende



Reibung auszugleichen, muss die Unruh – wie später noch erklärt wird – angetrieben werden.

Abraham-Louis Breguet entwickelte 1795 auf empirischem Weg die nach ihm benannte Breguet\*-Spirale mit aufgebogener und nach innen gekrümmter Endkurve\*, die später von Edouard Phillips\* exakt berechnet wurde. Durch die asymmetrische Verformung bei der herkömmlichen Flachspirale entstehen dadurch an den Kontaktstellen der Lager mit den Zapfen zusätzliche (Reibungs-)Kräfte, die das Schwingsystem stören – also anisochron beeinflussen. Die Phillips-Kurve hingegen bewirkt ein symmetrisches (konzentrisches) und dadurch gleichmäßiges »Atmen« der Spirale, benötigt aber auch mehr Bauhöhe als eine einfache Flachspirale.

Die Ganggenauigkeit war immer sehr stark von Temperaturänderungen abhängig. Metalllegierungen dehnen sich in der Regel bei Erwärmung aus, dabei nimmt der innere Widerstand ab, das Material wird weicher und die Spirale verliert an Elastizität (Spannkraft). Dieses Phänomen äußert sich in einer Frequenzänderung des Schwingorgans (Gangreglers), da die Unruh\* durch ihre Ausdehnung an Trägheit zunimmt und die Spirale weicher (weniger elastisch) wird: der Isochronismus\* geht verloren. Damit ergibt sich für die Spiralfeder eine große Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur.

Der in Frankreich lebende Schweizer Physiker und spätere Nobelpreisträger Charles-Edouard Guillaume\* erfand 1896 eine Eisen-Nickel-Legierung mit einem besonders kleinen Wärmeausdehnungskoeffizienten und zunehmender Elastizität bei steigenden Temperaturen, der er den Namen **INVAR\*** (invariabel: unveränderlich) gab. Als trügerisch erwiesen sich bei Invar allerdings die hohen inneren Spannungen der Metallgitterstruktur. Nur durch aufwändiges Tempern\* (Wärmebehandlung) kann das gewünschte

konstante Temperaturverhalten erreicht werden. Invar-Legierungen werden überall dort eingesetzt, wo höchster Wert auf stabile Materialeigenschaften bei Temperaturschwankungen gelegt wird. Invar ist heute noch das Ausgangsmaterial für die meisten Unruh-Spiralen und Pendelstäbe in Präzisionsuhren.

1931 entwickelte der Schweizer Dr. Reinhard Straumann\* das INVAR weiter zu einer aus sieben Elementen bestehenden, bruchfesten, selbstkompensierenden, rostfreien und antimagnetischen Legierung. Diese Legierung erfordert aber auch noch eine spezielle

Kaltverformung, anschließend wiederum eine aufwändige Wärmebehandlung und wurde unter dem bekannten Namen NIVAROX \* (nicht variabel und oxydfest) zum Patent angemeldet. Aus diesem Material besteht die Spiralfeder Ihrer Mechanica M5!

Als weiteres Material für die Herstellung von monometallischen Unruh-, Spiralfeder- und Hemmungsteilen hat sich neben Invar aber auch GLUCYDUR\* bewährt. Der Name setzt sich aus den französischen Wörtern Glucinium für Beryllium und dur (französisch: hart) zusammen. Glucydur ist eine sehr harte Legierung aus Kupfer und 2-3% Beryllium, nicht magnetisch, nicht oxidierend und hat eine sehr geringe Wärmeausdehnung. Diese Legierung wird auch Berylliumkupfer genannt, häufig für hoch belastete Federn und wegen der ebenfalls exzellenten elektrischen Leitfähigkeit als Kontaktmaterial in Relais und für Eisenbahnen (Stromabnehmer) eingesetzt. Entscheidender Nachteil ist, dass das Legierungselement Beryllium sehr giftig ist. Bei der Bearbeitung von Berylliumkupfer ist daher besondere Vorsicht geboten!

Die Herstellung von hochwertigen Spiralen beginnt mit der exakten Zusammenstellung aller Reinstmaterialien für das Schmelzgemisch. Dieses wird dann im Vakuum zu einem rohen Gussblock von etwa 20 cm Durchmesser und 80 kg Gewicht gegossen aus dem dann in zahlreichen Arbeitsschritten durch Strangpressen, Warm- und Kaltwalzen sowie zuletzt auf Maschinen mit Diamantziehsteinen ein hochpräziser Draht mit einem Durchmesser von lediglich 0,075 mm – dünner als ein menschliches Haar – entsteht. Dieser runde Präzisionsdraht wird dann in klimatisierten Räumen durch Hartmetallwalzen mit der unglaublichen Genauigkeit von 0,1 Tausendstel Millimeter (1/10 Mikron) zu dem flachen Band für die Spiralfedern ausgewalzt.

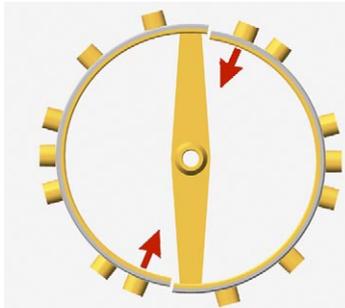
Das fertig gewalzte Band von einigen Zehntelmillimeter Breite und einigen Hundertstelmillimeter Dicke wird auf Länge geschnitten und auf einem Dorn aufgerollt und anschließend im Vakuum oder unter Schutzgasatmosphäre bei Temperaturen von etwa 700 °C einer Wärmebehandlung unterzogen. Durch diese wird erreicht, dass die Federn die gewünschte Spiralförmigkeit annehmen und gleichzeitig durch einen Ausscheidungsvorgang in der Legierung die erforderliche Härte und Elastizität (thermoelastischer Koeffizient) erhalten. Die Qualität von Spiralfedern wird nach dem Temperaturkoeffizienten, also der Abhängigkeit der Federkraft von der Temperatur, beurteilt.



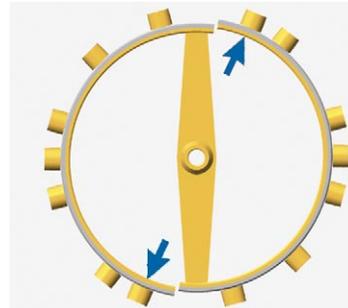
## Die Unruh

Einen Großteil der Problematik für die Herstellung des Gangreglers\* haben wir schon zuvor bei der Herstellung der Spiralfedern beschrieben. Die größte Herausforderung ist hier auch der möglichst geringe Einfluss von Temperaturänderungen.

Ohne besondere Maßnahmen dehnt sich der Unruhreif bei Erwärmung aus – die Uhr läuft langsamer. Zieht sich der Unruhreif bei Abkühlung zusammen, läuft die Uhr schneller. Dem hat man in der Vergangenheit mit Unruhreifen aus Bimetall und Umkehrung des gerade beschriebenen Verhaltens sehr wirkungsvoll Rechnung getragen: die erste Temperaturkompensation war geboren. Der Bimetall Unruhreif besteht, wie der Name schon sagt, aus zwei Lagen verschiedener Metalle, die sich bei Erwärmung unterschiedlich stark ausdehnen und bei Abkühlung unterschiedlich stark zusammen ziehen.



**Bei Erwärmung** dehnt sich die äußere Lage stärker aus und drückt somit die innere zum Unruhzentrum. Durch diese Trägheitsveränderung wird der Unruhreif beschleunigt und es entsteht ein Ausgleich zur bei Erwärmung weicher werdenden Spirale.



**Bei Abkühlung** zieht sich die äußere Lage stärker zusammen. Der Unruhdurchmesser wird größer, die Unruh verlangsamt sich. Die erhöhte Trägheit des Unruhreifs gleicht dabei die bei Abkühlung stärker (weil härter) werdende Spirale aus.

Im Idealfall entsteht dann zusammen mit der Spiralfeder eine selbstkompensierende Einheit.

Besser ist es natürlich, wenn die Temperatureinflüsse von Haus aus durch geeignete Wahl des Materials so weit wie möglich verringert oder im Idealfall sogar vermieden werden.

Aufgrund der heute extrem geringen Fertigungstoleranzen kommen auch in hochwertigen mechanischen Uhren meist nur noch Unruhen mit glattem Unruhreif zum Einsatz. Wichtig war und ist hier das optimale Zusammenspiel von Spiralfeder und Unruh. Bei geeigneter Wahl der Paarung kann hier die Unruh das Temperaturverhalten der Spirale kompensieren und umgekehrt. Dazu werden nach Abschluss der Fertigung sowohl die Federkraft der Spiralfedern als auch die Trägheit der Unruhen vermessen, entsprechend sortiert und optimal gepaart.

In hochwertigen klassischen Uhren und Marinechronometern\* kamen früher aufwändige, sogenannte Schraubenunruhen\* zum Einsatz. Auch heute noch werden diese in hochwertigen Uhrwerken verwendet, sie sind eine Zierde für jede Uhr.

Diese Schrauben ermöglichen:

- ✓ den bestmöglichen Ausgleich einer eventuell existierenden Unwucht\*
- und
- ✓ die Änderung der Schwingfrequenz.

Beide Maßnahmen ermöglichen eine Verbesserung der Ganggenauigkeit einer präzisen Uhr.



Der Temperatureinfluss ist jedoch nicht der einzige Störfaktor. Besonders für Taschen- und Armbanduhren sind Lageänderungen und Erschütterungen ein wichtiges Thema. Wie jedes Pendel\* ist auch die Unruh\* der Schwerkraft ausgesetzt. Diese Schwerkraft sollte die gleichmäßige Schwingung der Unruh so wenig wie möglich beeinflussen. Hierzu muss das Schwingensystem bestehend aus Unruh und Spirale\* peinlichst genau ausgewuchtet werden.

Während die Unwucht\* früher durch Einstellung der zahlreichen Gewichts-schrauben und Anpassung der Spiralfeder ausgeglichen wurde, werden die Unruhreifen heute, meist durch computergesteuerte Lasertrimmung, voll-automatisch feingewuchtet. Dies geschieht immer mit montierter Spirale, da diese das Gleichgewicht wesentlich beeinflusst und somit zum Schwingensystem gehört. Unruhreifen, werden also immer zusammen mit der montierten Spirale als Einheit betrachtet.

Eine nicht angetriebene Unruh würde praktisch isochron\* schwingen. Das heißt, dass die Dauer der Schwingungen unabhängig von der Amplitude\* (oder dem Drehwinkel) ist. Alle Anstrengungen der Uhrmacher konzentrieren sich darauf, diesen Isochronismus zu bewahren.

Dies wird dadurch erreicht, dass die Ursachen der Veränderung wie:

- ✓ die Reibung der Drehzapfen
- ✓ das mangelnde Gleichgewicht (Unwucht) von Unruh und Spirale
- ✓ der Einfluss der Hemmung\*
- ✓ die Temperatur
- ✓ der Magnetismus usw.

verringert werden.

In der Uhrmacherei wird die Frequenz der Schwingungen des Zeitteilungsorgans durch die Zahl der einfachen Wege (Halbschwingungen) pro Stunde (Hs/h) definiert. Jede Halbschwingung entspricht dem Vorrücken eines Zahns des Hemmungsrad (ausgenommen die Chronometerhemmung).

Die Frequenz der Unruh Ihrer Mechanica M5 liegt bei 18.000 Hs/h oder entsprechend 2,5 Hertz.

## Die Hemmung

Die Hemmung, bildet den Übergang zwischen Oszillator\* (Schwingungs- oder Zeitteilungsorgan) und Räderwerk\*. Die Hemmung hat nicht nur, wie der Name schon sagt, die Aufgabe, das Abfließen des Räderwerks zu hemmen und nur schrittweise vorrücken zu lassen, sondern sie ist auch für den Antrieb des Schwingensystems zuständig. Damit dieses möglichst ungestört schwingen kann, ist es erforderlich, dass die Übertragung der Antriebskraft möglichst gleichmäßig erfolgt. Um zu gewährleisten, dass sich die Unruh\* während der übrigen Schwingung völlig frei bewegen kann, sollte der Antrieb nur über einen möglichst kleinen Schwingungsbogen erfolgen.

Unter der Annahme, dass sich die auf das Schwingensystem wirkenden Reibungskräfte, wie

- ✓ Lagerreibung
- ✓ Luftreibung
- ✓ innere Reibung der Spiralfeder\*

nicht ändern, ergibt sich eine konstante Amplitude des Schwingensystems (Drehbewegung der Unruh).

Theoretisch wird das Schwingensystem nicht beeinflusst, wenn der Antrieb der Unruh ganz exakt immer dann erfolgt, wenn diese ihre größte Drehgeschwindigkeit erreicht hat. In diesem Zustand ist die Spiralfeder völlig entspannt. Da dies der Gleichgewichtslage bei Stillstand der Unruh entspricht, wird dieser Punkt »Nulldurchgang«\* oder auch »toter Punkt« genannt. Im Idealfall schwingt die Unruh gleichmäßig zu beiden Seiten des toten Punkts aus.

Wie schon zuvor in dem Abschnitt zur Entwicklung der Hemmungen\* kurz beschrieben, wurden für die möglichst gleichmäßige Abgabe der Energie zahlreiche Hemmungen erfunden. Heute hat sich bei tragbaren mechanischen Uhren die Schweizer Ankerhemmung\* durchgesetzt.

Zwei Ankerklauen oder auch Paletten\* aus Rubin sind in die beiden Arme des Ankers eingesetzt, greifen abwechselnd in einen Zahn des Hemmungs- rads und halten dieses kurz fest. Jedes Mal, wenn die Unruh den toten Punkt in der einen oder anderen Richtung passiert, nimmt der sogenannte Anker- stein oder Hebestein die Ankergabel mit. Der Anker gibt dabei jeweils einen Zahn des Ankerrads frei, das damit kurzzeitig vorrückt. Die durch das Gleiten des Ankerzahn- rads über die Hebefläche der Palette entstandene Bewegungsenergie (Impuls) wird über die Ankergabel an den Hebestein der Unruh übertragen.

Abgesehen von dem kurzen Augenblick, in dem die Hemmung über Ankergabel und Hebestein mit der Unruh verbunden ist, schwingt diese als Oszillator völlig frei und unabhängig vom Antriebsmechanismus. Dies sind die grundlegenden Bedingungen für den regelmäßigen Gang einer Uhr. Die wenigen Hemmungstypen, die diesen Vorteil besitzen, werden als »freie Hemmungen« bezeichnet. Die Ankerhemmung ist also eine freie Hemmung. Erst gegen Ende des 18. Jahrhunderts war es möglich solche genauen Hemmungen zu bauen.

Bei allen Anstrengungen zur Verbesserung zahlreicher Details, können mechanische Tisch- oder Armbanduhren die Präzision von hochwertigen Präzisions-Pendeluhr- en, wie sie von der Großuhrenmanufaktur Erwin Sattler angeboten werden, nicht erreichen. Präzisions-Pendeluhr- en wurden immerhin bis zur Mitte des letzten Jahrhunderts als nationale Zeitnormale, als Referenzuhren in Observatorien und für andere wissenschaftliche Zwecke verwendet. Erst später folgte nach und nach die Ablösung durch Quarz- und Atomuhren.

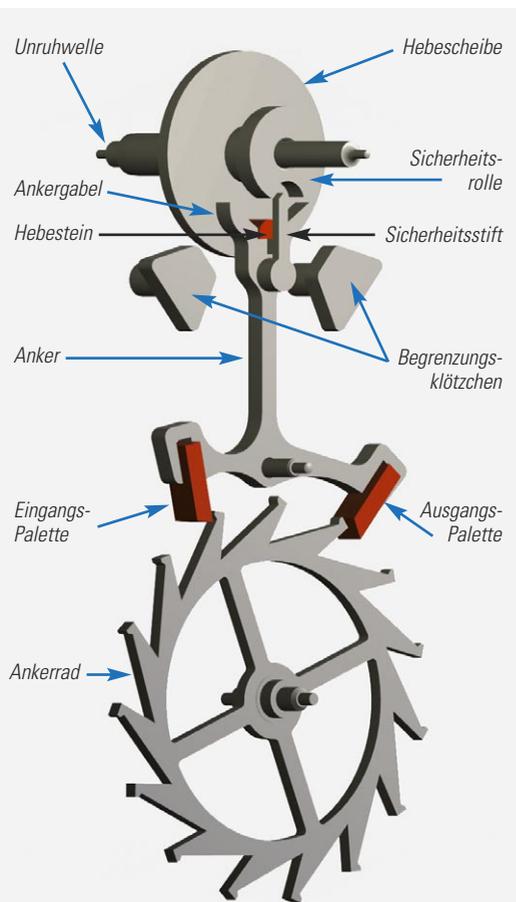
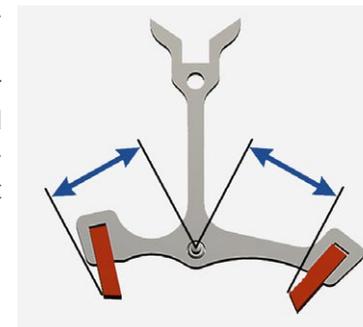
## Funktionsablauf der Hemmung

Die Schwingung der Unruh\* basiert auf dem wechselweisen Austausch von dynamischer Energie aus der Bewegung der Unruh und der in der Spiralfeder als Rückstellkraft (Drehmoment) gespeicherten Energie.

### Auslösung\* – Hebung\* – Fall\*,

in dieser Reihenfolge treten die Ereignisse der Ankerhemmung\* bei jeder Halbschwingung\* auf. Jedes Tickgeräusch besteht daher aus diesen drei Einzelgeräuschen und kann vom Uhrmacher mit einem Spezialgerät (Zeit- waage\*) auch aufgenommen und anhand ihrer unterschiedlichen Lautstärke auch unterschieden werden (siehe Bestimmung der Ganggenauigkeit). Der Fachmann kann aus der Analyse der Geräusche auch detaillierte Rück- schlüsse über den Ablauf des Hemmungsvorgangs ziehen und als Basis für Optimierungen verwenden. Das leicht unterschiedliche Geräusch beim Aufschlagen auf die Eingangs- und Ausgangspalette ist uns als Tick-Tack bekannt und resultiert aus der unterschiedlichen Länge der beiden Arme des Ankers\*.

Die unterschiedliche Länge der bei- den Arme des Ankers sind erforder- lich, damit der Abstand der Ruheflächen an der Eingangs- und Ausgangspalette zum Ankerdreh- punkt gleich groß und damit symmetrisch ist.



Die folgenden Abbildungen zeigen die wichtigsten Phasen des Zusammen- spiels zwischen Ankerrad\*, Anker\* und Unruh\*.

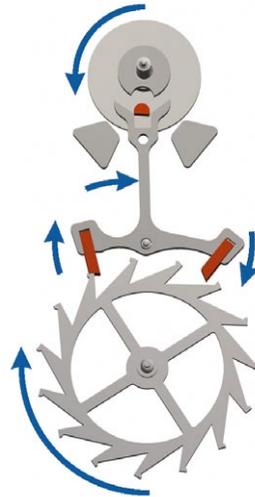


## Auslösung

Die Unruh\* kommt von ihrem linken Ergänzungsbogen\* und schwingt gegen den Uhrzeigersinn. Kurz vor dem Nulldurchgang\* greift der Hebestein\* in die Ankergabel\* ein und nimmt den Anker\* ein Stück weit mit (Auslösung).

## Hebung (Impuls)

Wenn die Unruh nun weiter gegen den Uhrzeigersinn schwingt und sich dem Nullpunkt annähert, gleitet der Ankerradzahn von der Ruhefläche der Eingangspalette auf die abgechrägte Hebefläche\*. Dabei wird die Eingangspalette nach oben gedrückt (Hebung), bewegt den Schaft des Ankers und lenkt die Ankergabel nach rechts. Durch die Bewegung der Ankergabel (Impuls) überträgt das Ankerrad\* während seiner kurzen Drehung die Antriebskraft von Federhaus\* und Räderwerk\* auf die Ankergabel und beschleunigt die Unruh über die Ellipse\* weiter gegen den Uhrzeigersinn.



## Fall

Unmittelbar auf den Impuls fällt durch die kurze Drehung des Ankerrads die Ausgangspalette des Ankers in den Radius der Ankerradzähne (Fall) und lenkt die Ankergabel nach rechts bis zum Anschlag an das Begrenzungsklötzchen\*. Das Ankerrad wird nach der kurzen Drehung wieder blockiert oder gehemmt. Deshalb wird das Ankerrad auch Hemmungsräder genannt. Die Halbschwingung mit einem kompletten Zyklus der Ereignisse Auslösung – Hebung – Fall ist damit abgeschlossen. Die Unruh schwingt nun weiter bis zum rechten Umkehrpunkt\*, ändert dort die Drehrichtung und vollzieht anschließend in der folgenden Halbschwingung den nächsten Zyklus im Uhrzeigersinn.

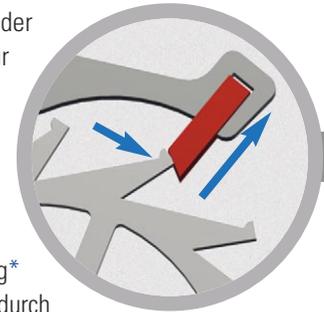
## Nun zu den Erläuterungen der einzelnen Bewegungsabläufe.

Die hier beschriebenen Bewegungsabläufe erfolgen bei jeder Halbschwingung der Unruh, die dabei die Nulllage abwechselnd von links und rechts durchläuft.

## Beginnen wir mit der Hebung.

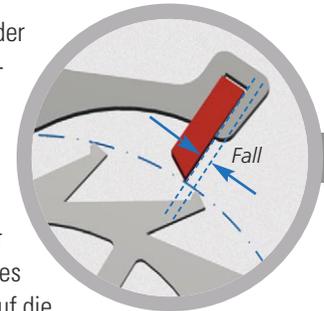
Die Hebung\* ist eine der beiden wichtigen Funktionen der Hemmung\*. Während der Hebung wird der Unruh\* die zur Aufrechterhaltung der Schwingung notwendige Energie zugeführt. Dies erfolgt durch das Gleiten eines Ankerradzahns über die Hebefläche\* einer Palette\*. Hierbei wird der Anker\*, der im Bereich der Nulllage über die Ankergabel\* mit dem Hebestein\* der Unruh in Berührung steht, in eine Drehbewegung versetzt.

Bei der hier verwendeten Schweizer Kolbenzahn- Ankerhemmung\* erfolgt die Hebung sowohl durch die Palette des Ankers als auch durch den Ankerradzahn selbst.



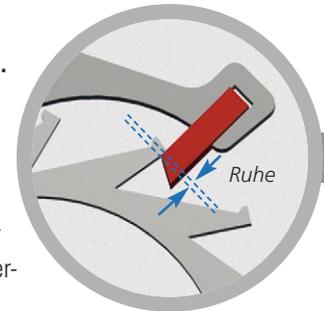
## Nach der Hebung vollzieht sich der sogenannte Fall.

Der Fall\* ist die freie Drehbewegung des Ankerrads, nachdem der Ankerradzahn von der Palette abgefallen ist. Er stellt eine Sicherheitsgröße dar, die für die Funktion der Hemmung un-bedingt notwendig ist. Das heißt, er ermöglicht der Palette bei der nächsten Halbschwingung wieder in den Zahnsitzenkreis des Ankerrads einzutauchen, ohne am Zahnrücken aufzusetzen. Um die größtmögliche Funktionssicherheit zu gewährleisten, muss der Fall beider Paletten gleich groß sein. Nach dem Abfallen des Ankerradzahns an einer Palette fällt ein anderer Ankerradzahn auf die Ruhefläche\* der anderen Palette. In diesem Moment steht das Ankerrad still und das Räderwerk\* wird gehemmt. Hiermit erfüllt die Hemmung ihre zweite wichtige Aufgabe.



## Der letzte noch zu klärende Begriff ist die sogenannte Ruhe.

Die Ruhe\* ist ebenfalls eine Sicherheitsgröße. Als Ruhe wird die kleine Distanz auf der Ruhefläche der Palette bezeichnet, die der Ankerradzahn vom Punkt des Auftreffens auf die Ruhefläche bis zum Abgleiten auf die Hebefläche\* zurücklegt. Dieser beträgt nur den Bruchteil eines Millimeters und verhindert, dass der Ankerradzahn direkt auf die Hebefläche auftrifft und so ein Weiter-schwingen der Unruh behindert.



## Bestimmung der Ganggenauigkeit

Die Beurteilung der Ganggenauigkeit einer Uhr wird durch Beobachtung und Vergleich mit einer, als genau bekannten Uhr, früher einem sogenannten Präzisions-Regulator, vorgenommen. Dies ist eine langwierige und zeitraubende Angelegenheit und daher für die Präzisionswerke der modernen Uhrmacherei nicht mehr zeitgemäß. Für die Gangbestimmung und Einstellung Ihres Echappements\* wird daher als Messgerät eine sogenannte Zeitwaage\* verwendet.

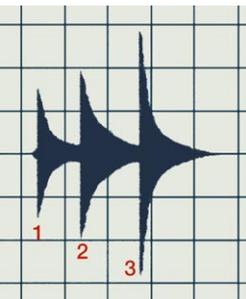
Um die momentane Ganggenauigkeit eines Uhrwerks sofort bestimmen zu können, wird mit der Zeitwaage im Prinzip die verstrichene Zeit zwischen einem Tick und einem Tack gemessen und unter Berücksichtigung der konstruktiv festgelegten Schwingfrequenz, berechnet. Die Unruh\* Ihrer Mechanica M5 schwingt bei 18.000 Halbschwingungen\* pro Stunde mit einer Frequenz von 2,5 Hertz. Das entspricht einer Periodendauer von 200 ms zwischen einem Tick und einem Tack. Wäre diese Zeit auch nur um 0,1 ms (eine tausendstel Sekunde!) länger oder entsprechend 0,05% (!!!), ergäbe sich eine Gangabweichung von  $1 \text{ ms} \times 5 \text{ Halbschwingungen} \times 86400 \text{ s/Tag} = 43,2 \text{ s/Tag}$ , was rund einer 3/4 Minute Nachgang pro Tag entspricht.

Zeitwaagen für mechanische Uhren benutzen als Sensor ein hochempfindliches Mikrofon, das die Geräusche der Hemmung\* aufnimmt. Dieses Mikrofon dient in der Regel auch als Halterung für die Armbanduhr oder es wird ein Klemm-Mikrofon verwendet.

**Die Abbildung zeigt das Signal eines Tick (oder Tack) als Oszillogramm\*. Jedes Geräusch besteht aus eine Abfolge von drei Ereignissen:**

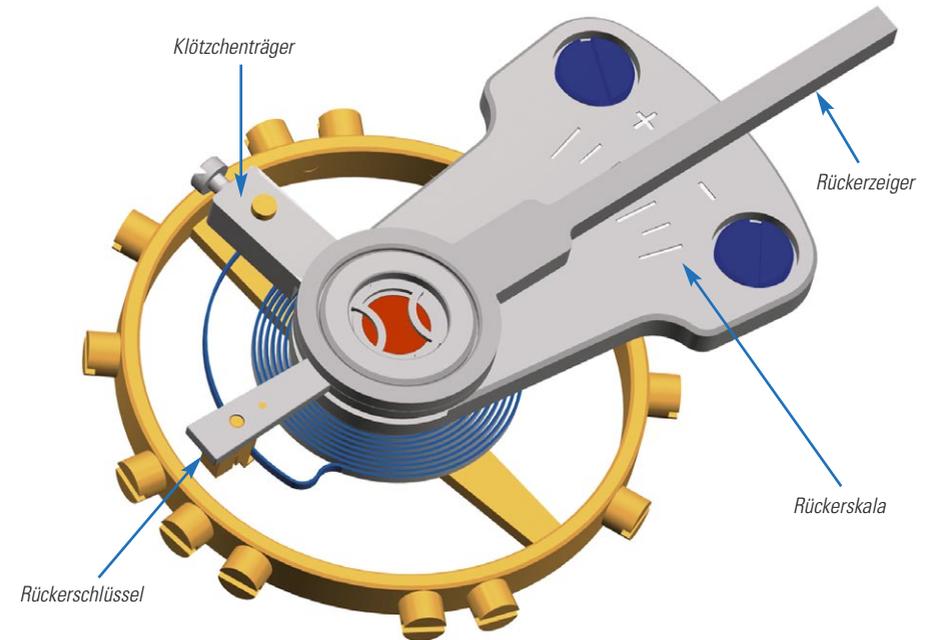
1. Das Auftreffen des Hebesteins\* auf die Ankergabel\* – die **Auslösung**
2. Das Auftreffen des Ankerradzahns auf die Antriebsfläche des Palettensteins – die **Hebung**
3. Das Auftreffen eines Gangradzahns auf die Ruhefläche des anderen Palettensteins – der **Fall**

Es ist hier sehr gut zu erkennen, dass ein Tick (oder Tack) aus allen drei Phasen der Hemmung Auslösung – Hebung – Fall gebildet wird.



## Regulieren der Uhr

Zur Einstellung und Regulierung des Echappements\* stehen mehrere Einrichtungen zur Verfügung. Hier soll aber lediglich deren Funktion erklärt werden. Das Echappement Ihrer Mechanica M5 wurde in unserer Manufaktur eingestellt und vorreguliert, sodass ausschließlich nur noch die Feinreglage\* über den Rückzeiger\* erfolgen darf! Die Einstellung des Abfalls sollte nur von einem erfahrenen Uhrmacher durchgeführt werden.

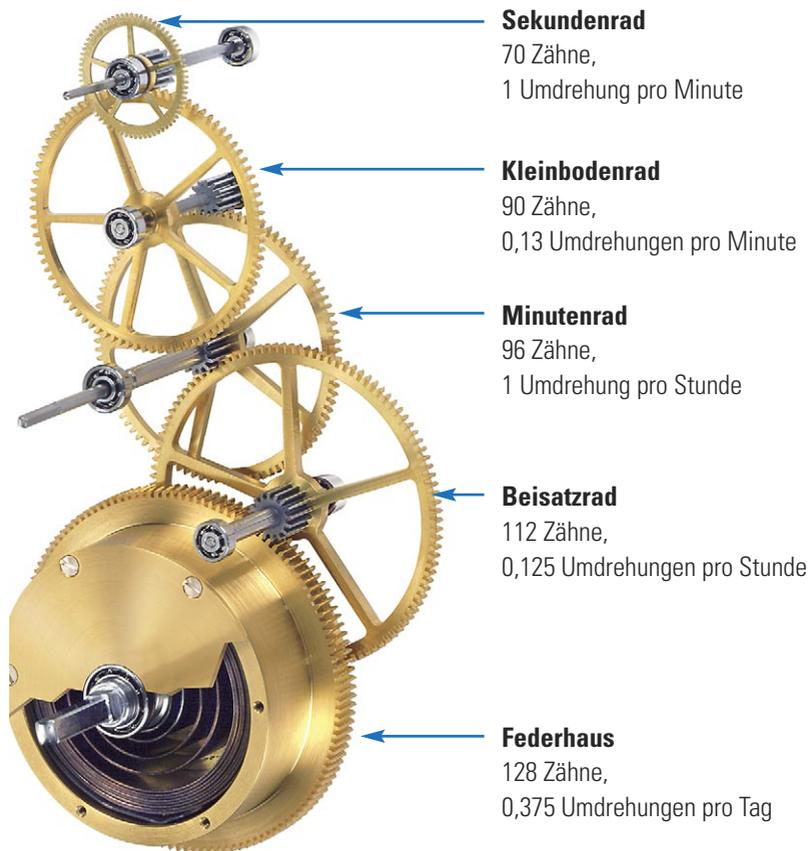


Regulierorgan	Veränderung	Einstellung
Klötzchenträger	Symmetrie/Nulllage	Gangsymmetrie / Abfall
Rückzeiger mit Rückerschlüssel	Wirksame Länge der Spirale	Vor- / Nachgang

Eine Änderung der wirksamen Länge der Spiralfeder\* beim Regulieren durch den Rückerschlüssel\* (Führung der Spiralfeder am Rückzeiger) um nur einen Zehntel Millimeter bewirkt schon eine Gangänderung von mehr als einer Sekunde pro Tag!

## Antrieb und Räderwerk

Der Antrieb in Verbindung mit dem Räderwerk\* hat die Aufgabe, das Echappement\* und damit die Unruh\* mit Energie zu versorgen. Darüber hinaus treibt das Räderwerk auch die Zeiger über das Zeigerwerk an.

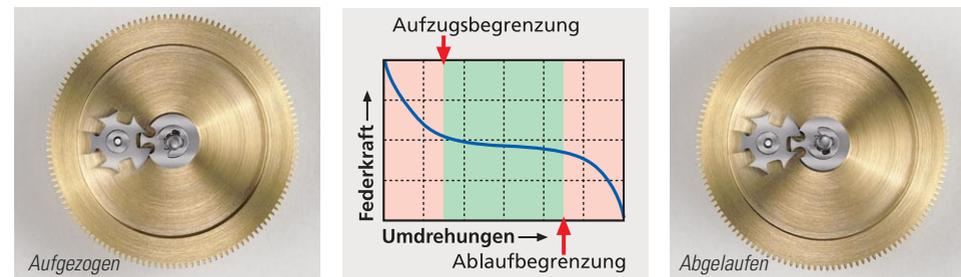


### Der Antrieb

Wie schon zuvor im Abschnitt über das Echappement\* beschrieben, wird zur Aufrechterhaltung einer möglichst gleich bleibenden Schwingung eine ebenfalls gleichmäßige Antriebskraft benötigt. Diese Kraft beziehen wir aus einer Zugfeder\*, die durch ihre Spannung eine möglichst gleich bleibende Antriebskraft auf das Federhaus\* ausüben sollte.

Damit das resultierende Drehmoment\* möglichst konstant bleibt, müssen aber noch einige Vorkehrungen getroffen werden:

Das Federhaus\* macht bei Vollaufzug bis zum Ablauf nur 3,5 Umdrehungen innerhalb von ca. sieben Tagen. Würde die Zugfeder ganz aufgezo- gen und bis zum Ende entspannt werden, wäre die Antriebskraft sehr unterschiedlich. Um dies zu vermeiden, ist das Federhaus Ihrer Mechanica M5 mit einer sogenannten Malteskreuzstellung\* versehen. Diese Malteskreuzstellung bildet mit Stellrädern\* und Blockiernasen\* zwei Anschläge. Ein Anschlag gewährleistet, dass die Zugfeder nicht zu weit aufgezo- gen werden kann und ein weiterer verhindert eine zu starke Entspannung.



Die unterschiedliche Antriebskraft beeinflusst die Ganggenauigkeit sehr stark. Deshalb wird die Zugfeder durch die Malteskreuzstellung nur in der Mitte ihrer Spannung betrieben. Das Diagramm zeigt den Verlauf der Federkraft bei voll aufgezo- genem Federhaus. Der Anfang und das Ende werden, wie in der Grafik gezeigt, nicht genutzt. Damit wird zwar die Gangdauer deutlich reduziert aber die Zugfeder wird in ihrem nahezu linearen Kraftbereich betrieben. Die Federkraft ist dadurch über sieben Tage nahezu konstant und bildet die Basis für eine optimale Ganggenauigkeit.

Somit erteilen wir dem Räderwerk\* über das Federhaus die Kraft, die das Räderwerk an die Hemmung\* weiterleitet und damit die Unruh\* zum Schwingen bringt.

Das Federhaus darf nicht geöffnet werden. Darin befindet sich die geölte Zugfeder, die nur alle ca. fünf bis sieben Jahre eine Wartung benötigt. Dazu senden Sie das Federhaus bitte an uns zurück. In unseren Werkstätten wird die Zugfeder überprüft, gereinigt und wieder neu geölt. Damit ist diese dann bereit Ihre Mechanica M5 in den nächsten Jahren wieder zuverlässig anzutreiben.

### Sicherheitshinweis:

Das Federhaus darf nicht geöffnet werden. Verletzungsgefahr bei herauspringender Zugfeder!

## Das Gesperr

Das Gesperr ermöglicht, dass Sie ihre Uhr mit dem Aufzugsschlüssel aufziehen können, es sitzt auf dem Federhaus\* und besteht aus folgenden Komponenten:

- ✓ Sperrrad
- ✓ Sperrfeder
- ✓ Sperrklinke

Für den Antrieb des Uhrwerks stellt das Gesperr eine Blockade des Federkerns dar. Die in der Feder gespeicherte Energie kann somit nur über die Verzahnung des Federhauses an das Räderwerk\* abgegeben werden.

Damit Sie Ihre Uhr über die Spiralfeder im Federhaus aufziehen können (roter Pfeil), ermöglicht das Gesperr eine nur in Ablaufrichtung (blauer Pfeil) gerichtete Bewegung.

## Das Räderwerk

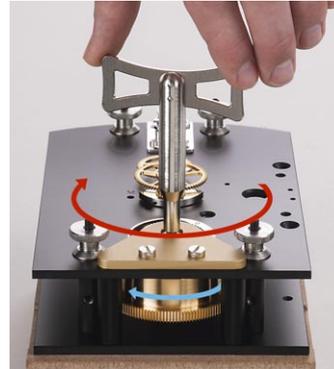
Wenn wir im Räderwerk\* das große Übersetzungsverhältnis\* von 1 zu 38400 vom Federhaus zum Ankerrad\* betrachten, können wir sicherlich abschätzen mit welcher geringen Kräften ein Präzisionsuhrwerk arbeitet.

Aus dieser Betrachtung ergeben sich dann auch die Konstruktionsvorgaben für ein gutes Räderwerk:

Wir benötigen also ein Räderwerk, das die Antriebskraft mit möglichst wenig Reibung verlustarm und ohne Schwankungen zur Hemmung\* überträgt. Darüber hinaus soll es diese Aufgabe über einen möglichst langen Zeitraum verschleißarm verrichten.

Durch die uns heute zur Verfügung stehenden Mittel und unserer Erfahrung aus 30 Jahren Präzisionsuhrenbau, erfüllen wir mit dem von uns konstruierten Räderwerk die zuvor genannten Kriterien.

Der Verschleiß in einer Uhr ist die Folge von Reibung. Diese entsteht in den Lagerungen und den einzelnen Rad-Trieb-Eingriffen.



Als Eingriff\* bezeichnen wir das Ineinandergreifen der Verzahnung eines Rads in die Verzahnung eines anderen Rads. Dabei nennen wir Uhrmacher das größere antreibende Zahnrad »Rad\*«. Das kleinere Zahnrad, welches angetrieben wird, bezeichnen wir als »Trieb\*«.

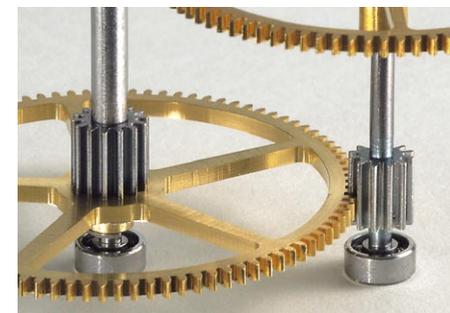
## Nun aber erst einmal zur Lagerreibung.

Der größte Teil der Reibung in gewöhnlichen Uhren entsteht in den Lagerungen der Radwellen. Bei diesen Uhren gleiten die dünnen Zapfen\* der Wellen\* direkt in den Lagerbohrungen der vorderen und hinteren Werkplatinen\* aus Messing\* und werden mit etwas Öl geschmiert. Diese Art der Lagerung hat sich für normale Gebrauchsuhren bewährt, hat aber den Nachteil, dass im Laufe der Zeit das Öl, auf Grund von Verschmutzung durch Metallabrieb und durch Verdunstung seine Schmiereigenschaften verliert. Dadurch wird wiederum der Verschleiß gefördert, die Lagerbohrungen reiben sich größer und das Resultat sind vermehrte Antriebskraftverluste, die Uhr bleibt stehen. Die geweiteten Lagerbohrungen allein sind aber nicht die Ursache für die Antriebsverluste, sondern die Abstände der ineinandergreifenden Räder verändern sich und behindern so die Kraftübertragung. Aus diesen Gründen laufen die Lagerzapfen des Echappements\* nicht direkt im Messing\*, sondern werden in Rubinstein\* gelagert. Diese Lagerungen weisen selbst nach Jahrzehnten kaum Verschleißspuren auf. Dennoch sollten alle Lagerstellen spätestens nach fünf bis sieben Jahren überprüft werden um Beschädigungen der Bauteile zu verhindern.



Die Reibung der bis hierher beschriebenen Lagerungen bezeichnet man als Gleitreibung, da der Umfang des Zapfens\* in der Lagerbohrung während seiner Drehbewegung an der Wandung der Bohrung entlang gleitet.

Bei Ihrer Mechanica M5 setzen wir im Räderwerk\* nichtrostende Edelstahl\*-Miniaturkugellager ein. Die Lagerung eines Kugellagers\* bezeichnet man als Rollreibung, da der innere Lagerring über die Kugeln in dem äußeren Ring abrollt. Dies ist mit deutlich weniger Reibung verbunden und hat außerdem noch den Vorteil, dass wir bei den geringen Belastungen der Kugellager ohne Öl auskommen.





Die höchstzulässigen Drehzahlen dieser Lager liegen je nach Dimensionierung bei über 100.000 Umdrehungen in der Minute. Das schnellste Rad in unserer Uhr, das Ankerrad\*, dreht sich hingegen nur zehnmal in der Minute. Wir können also getrost davon ausgehen, dass unsere Lager nicht überstrapaziert werden. Lediglich ein Verschmutzen der Kugellager, zum Beispiel durch Staub, kann den Ablauf unseres Räderwerks behindern. Davor aber ist unser Werk hinreichend durch das speziell abgedichtete Gehäuse geschützt.

Diese für Großuhren hervorragende Lagerung ermöglicht uns nun mit weniger Antriebskraft zu arbeiten, weil durch die Kugellager kaum Reibung und damit weniger Kraftverlust entsteht. Weniger Antriebskraft bedeutet darüberhinaus auch weniger Belastung für die Verzahnung, was wiederum der Langlebigkeit des Räderwerks zu Gute kommt.

### **Kommen wir nun zur Reibung, die in den einzelnen Rad-Trieb-Eingriffen entsteht.**

Die Größe dieser Reibung wird durch mehrere Faktoren bestimmt:

- ✓ Die verwendeten Materialien, oder genauer Materialpaarungen
- ✓ Die Zahnform
- ✓ Die Zahnzahlen
- ✓ Die Größe der Einzelübersetzung eines Eingriffs\*

### **Die verwendeten Materialien:**

Wir verwenden in Ihrer Mechanica M5 durchgehärtete Stahltriebe und Messingräder.

Dies hat zweierlei Gründe.

- ✓ Die Zähne des Triebes\* werden auf Grund der höheren Umdrehungszahl häufig belastet und deshalb aus dem härteren Metall hergestellt.
- ✓ Die Reibung von unterschiedlichen Materialien ist geringer als die Reibung von gleichen Metallen aufeinander. In der Uhrmacherei hat sich die Paarung von Messing\* mit Stahl besonders bewährt.

### **Die Zahnform:**

Im Vergleich zu anderen Getrieben in der Technik wird in der Uhrmacherei mit hohen Übersetzungsverhältnissen\* ins Schnelle gearbeitet. Um eine gleichmäßige und reibungsarme Kraftübertragung zu ermöglichen, erfordert dies eine spezielle Geometrie der einzelnen Zähne. Die theoretisch perfekte Zahnform für diesen Einsatz wurde schon vor über hundert Jahren entwickelt, war aber damals wie heute fertigungstechnisch nicht zu reproduzieren. Aus diesem Grund verwenden wir in Ihrer Uhr eine an diese Idealform bestmöglich angenäherte Zahnform, bei der die einzelnen Zähne im Eingriff aufeinander überwiegend abrollen und kaum noch aneinander reiben. Wir sprechen von einer Kreisbogenverzahnung, welche an die ideale Zykloidenverzahnung\* angenähert ist.

Die verwendeten Zahnzahlen und die Größe des Übersetzungsverhältnisses hängen eng voneinander ab.

Es hat sich gezeigt, dass es von Vorteil ist, wenn sich möglichst viele Zähne gleichzeitig im Eingriff mit dem anderen Rad befinden. Die Kraftübertragung erfolgt dann sehr gleichmäßig und mit wenig Reibung. Dies wird durch hohe Triebzahnzahlen erreicht. Als guter Wert bei Präzisionsuhren haben sich Triebzahnzahlen von über zehn bewährt.

Ebenfalls hat sich gezeigt, dass ein zu hohes Übersetzungsverhältnis im Eingriff\* mehr Reibung nach sich zieht. Die Erfahrung lehrt uns, dass Übersetzungsverhältnisse von unter 1:10 als ideal anzusehen sind.

Beim Räderwerk Ihrer Mechanica M5 haben wir Triebzahnzahlen von 12, 14 und 16 Zähnen verwendet.

Die entsprechenden Einzelübersetzungsverhältnisse liegen bei 1:8 und 1:7,5. Lediglich die Übersetzung vom Sekundenrad zum Ankerrad beträgt 1:10.



## Das Zeigerwerk

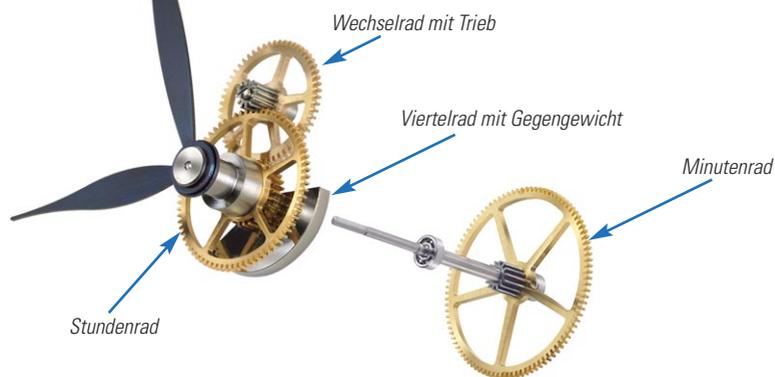
Als letzte zu besprechende Baugruppe unserer Mechanica M5 bleibt das Zeigerwerk\*.

Das Zeigerwerk hat die Aufgabe, die genau definierte Umdrehungszahl des Minutenzeigers zum Stundenzeiger im Verhältnis 12:1 zu untersetzen.

Um die gleiche Drehrichtung der beiden Zeiger sowie die konzentrische\* Anzeige zu gewährleisten, verwenden wir ein Getriebe mit zwei Eingriffen\* und den Einzeluntersetzungen 2:1 und 6:1.

Der Minutenzeiger sitzt direkt auf der Minutenradwelle. Um die Zeiger zu stellen, ist es notwendig, die Minutenradwelle vom restlichen Räderwerk\* zu entkoppeln. Dies wird durch die so genannte Zeigerreibung gelöst, die sich zwischen dem Minutenrad mit seinem vernieteten Trieb\* und der Minutenradwelle befindet. Diese Reibung oder Friktion\* wird durch eine vorgespannte, fünfschenkelige Friktionsfeder zwischen dem Minutenrad und der Minutenradwelle hergestellt und entspricht somit einer Rutschkupplung.

Da der Minutenzeiger einen einarmigen Hebel darstellt, der dem Räderwerk in der ersten Hälfte einer Stunde durch sein Eigengewicht Kraft zuführt und in der zweiten Hälfte Kraft entzieht, haben wir unter dem Viertelrad\* ein Gegengewicht\* angebracht. Dadurch wird der störende Einfluss der Zeigerunwucht ausgeglichen



Aus all diesen Punkten ergibt sich ein solides Räderwerk, welches in jeder Hinsicht den Ansprüchen an eine Tischuhr\* gerecht wird.

## Das Werk

- ✓ Platinen\* aus 4 mm starken hochfestem Aluminium mit dauerhaftem Oberflächenschutz durch extra harte Eloxalschicht\*.
- ✓ Räderwerk\* komplett in 10 Edelstahl-Präzisionskugellagern gelagert
- ✓ Triebe aus gehärtetem Stahl
- ✓ Zahnräder aus Messing\* feingeschliffen und vergoldet
- ✓ Minutenzeiger mit Gegengewicht\*

## Das Federhaus

- ✓ Federkern in 2 Edelstahl-Präzisionskugellagern gelagert
- ✓ Gleichmäßige Federspannung durch Malteserkreuzstellung\*
- ✓ Acht Tage Gangdauer

## Das Echappement

- ✓ Schweizer Ankerhemmung\* mit 11 Rubinen\*
- ✓ 18.000 Halbschwingungen\* pro Stunde (entsprechend 2,5 Hertz)
- ✓ Anker mit Steinpaletten
- ✓ Incabloc Stoßsicherung
- ✓ Nivarox\*-Flachspirale mit Endkurve\*
- ✓ Regulierzeiger auf graviertes Skala

## Das Zifferblatt

- ✓ Zifferblatt aus hart eloxiertem\* Aluminium
- ✓ Aufgeschraubte Sekundenskala aus hart eloxiertem Aluminium
- ✓ Zeiger aus gebläutem Stahl

## Die Uhr

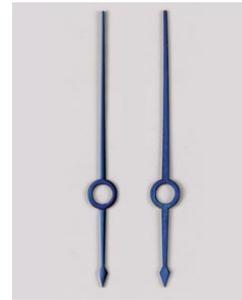
- ✓ Gehäuse aus massiven, unbehandelten Edelhölzern in Kirschbaum und Nussbaum oder in Erle schwarz lackiert
- ✓ Gehäuse gegen Staub abgedichtet
- ✓ Verstecktes Schlüsseletui in der Gesimsplatte
- ✓ Ganggenauigkeit: unter optimalen Bedingungen ca. +/- 5 Sekunden pro Tag

# ZUBEHÖR – DIE PASSION GEHT WEITER

Um Ihnen die Möglichkeit zu geben, Ihre Mechanica M5 technisch und optisch aufzuwerten, sind zurzeit folgende Zubehörteile verfügbar



**Umbausatz Datumsanzeige** Seite 30  
Das Zeigerdatum auf dem Zifferblatt erweitert die Grundversion um eine nützliche Komplikation.



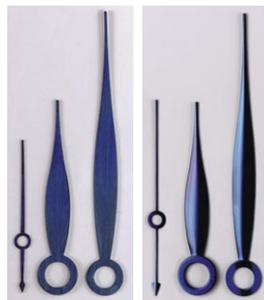
**Umbausatz handbombierte Datumsanzeiger** Seite 48  
In aufwendiger Handarbeit »bombierter«, polierter und gebläute Zeiger für die Datumsanzeige



**Umbausatz Mondphasenanzeige** Seite 30  
Ein von Hand gemalter Mond durchschreitet einen Durchbruch im Zifferblatt innerhalb von 29,5 Tagen.



**Umbausatz entspiegelte Gläser** Seite 51  
Erlauben einen reflexfreieren Blick auf das Innere des Gehäuses. Nicht nachrüstbar!



**Umbausatz Handbombierte Zeiger** Seite 48  
Für Stunde, Minute und Sekunde in aufwendiger Handarbeit »bombierte«, polierte und gebläute Zeiger.



**Umbausatz feinpolierter Schraubensatz** Seite 22  
Ein feinpolierter Edelstahl-Schraubensatz wertet die Optik des Uhrwerks auf.

Rufnummer +49 (0)89 / 8955 806-20  
[www.uhrenbausatz.de](http://www.uhrenbausatz.de)



Feine und elegante Linien – **Metrica** – eine zeitlos schöne Tischuhr.

**Das große Vorbild Ihrer Mechanica M5, die Tischuhr Modell Metrica der Großuhrenmanufaktur Erwin Sattler München.**

Das moderne, mit Intarsien aus Metall ausgestattete Gehäuse ist das Ergebnis einer permanenten Weiterentwicklung bestehender Modelle und der Verwendung zeitgemäßer Materialien. Auf einer in den vergangenen fünf Jahren im eigenen Hause völlig neu entwickelten und vergoldeten Räderwerksbasis verwirklichten die Sattler-Uhrmacher mit dem Kaliber 1385 ihre Vision eines zuverlässigen, wartungsarmen und langlebigen Tischuhrwerks.

Weil die in einer Zugfeder gespeicherte Antriebskraft über die Gangdauer von 15 Tagen kontinuierlich abnimmt, wurde das Werk mit einem mechanischen Federkraftausgleich versehen. Wie in klassischen Marinechronometern besteht diese Baugruppe aus einer fertigungstechnisch aufwändig zum Federkraftausgleich berechneten Schnecke, einem fein gewirkten Drahtseil und dem Federhaus. Ein handgearbeiteter und gebläuter Stahlzeiger weist in einem zusätzlichen Zifferblattsegment deutlich sichtbar auf den Spannungszustand der Zugfeder hin.

Auf dem versilberten Zifferblatt wird weiterhin die Uhrzeit inklusive der Sekunden und das Datum angezeigt. Der Mechanismus ist jedoch nicht nur im Verborgenen perfekt, sondern kann durch das verglaste Gehäuse auch gut eingesehen werden. Der Blick fällt dann auf die im Teilverfahren in der Manufaktur Erwin Sattler gefrästen, elegant geschenkelten Zahnräder, die zum dauerhaften Schutz gegen Oxydation sogar vergoldet wurden. Diese sitzen auf durchgehärteten massiven Stahlwellen mit präzise gefrästen Trieben und laufen dauerhaft in verschleißarmen Kugellagern aus Edelstahl. Eine derart ausgestattete Uhr genügt allen Ansprüchen an das überlieferte Uhrmacherhandwerk. Sie ist klassisch und dezent, nicht aufdringlich und doch der Höhepunkt im Raum.

Das edle, von Hand hochglanzpolierte Holzgehäuse erfordert für das aufwändige Auftragen der bis zu 13 Lackschichten zusammen mit den mehrmaligen Zwischenschliffen per Hand rund zwei Wochen und ist in den Ausführungen mit schwarzem Schleiflack oder in Nussbaum erhältlich.

Das abgebildete Modell Metrica und alle anderen Modelle der Sattler-Kollektion gibt es natürlich nicht als Bausatz. Diese Uhren werden ausschließlich im ausgesuchten Uhrenfachhandel verkauft.



*Wenn Sie unsere Freude und Begeisterung an der faszinierenden Welt der Großuhren teilen, senden wir Ihnen gerne kostenlos den aktuellen Erwin Sattler Katalog samt Händlerliste zu.*

**Erwin Sattler GmbH & Co.KG**

Großuhrenmanufaktur  
Lohenstraße 6  
D-82166 Gräfelfing  
[www.erwinsattler.de](http://www.erwinsattler.de)



### Der Uhrenbausatz »Präzisions-Pendeluhr M1«

Seit nun schon 17 Jahren wird die Zahl der begeisterten Besitzer der Mechanica M1 ständig größer, ein Ende ist nicht in Sicht!

Wenn Sie auch an unserer Präzisions-Pendeluhr mit temperaturkompensiertem Pendel und einer Gangabweichung von nur 3-5 Sekunden/Monat interessiert sind, senden wir Ihnen gerne unseren Prospekt zu.

Rufnummer +49 (0)89 / 8955 806-20  
[www.uhrenbausatz.de](http://www.uhrenbausatz.de)

Amplitude\* Ankergabel\* Ansteckpunkt\*  
Archimedische Spirale\* Bläuen\* Bombier  
Chaton\* Chronometerhemmung\* Drehm  
plex-Hemmung\* Echappement\* Edelstahl\*  
bogen\* Ellipse\* Fall\* Finissage\* Foliot\* F  
Ankerhemmung\* Friktion\* Gabelmesser\*  
Graham-Hemmung\* Halbschwingung\*  
Isochronismus\* Kleinbodenrad\* Lünette  
rad\* Nivarox\* Nulldurchgang\* Ölsenk  
Oszillator\* Palette\* Platinen\* Riefler-Hemm  
schlüssel\* Sperrklinke\* Sperrrad\* Spindel  
Spitzzahn-Ankerhemmung\* Stundenrad\*  
Trieb\* Umkehrpunkt\* Viertelrad\* Waag  
Wendelfeder\* Werkplatinen\* Zahnradste  
waage\* Zugfeder\* Zykloide\* Zylinderhen

<b>A</b>	<b>Achat</b>	Hartes Mineral, das in hochwertigen Uhren für Steinpaletten verwendet wird.
	<b>Amplitude</b>	Als Amplitude wird die Halbschwingung* der Unruh* vom Nullpunkt (Mittelstellung) zu den Umkehrpunkten* bezeichnet.
	<b>Ankergabel</b>	Gabelförmiger Hebelarm des Ankers*. Stellt im Bereich des Nulldurchgangs* über den Hebestein* die Verbindung zwischen Ankerrad* und Unruh* her.
	<b>Ankerhemmung</b>	Siehe Schweizer Ankerhemmung.
	<b>Ankerpalette</b>	Siehe Palette.
	<b>Ankerrad</b>	Bestandteil der Hemmung*. Es steht mit den Paletten* des Ankers* im Eingriff und ist mit dem Ankerradtrieb vernietet.
	<b>Ankerstein Ansteckpunkt</b>	Siehe Hebestein.
	<b>Archimedische Spirale</b>	Befestigungspunkt für das innere Ende der Spiralfeder* an der Spiralarolle*. Spiralförmige Proportionalfeder erfunden von dem griechischen Mathematiker Archimedes (285 - 212 vor Christus). Grundform für moderne Spiralfedern*.
	<b>Auslösearm</b>	Bildet zusammen mit Auslösefeder* und Auslösestein* den charakteristischen Teil der Chronometerhemmung*.
	<b>Auslösefeder</b>	Siehe Auslösearm.
<b>Auslösestein</b>	Siehe Auslösearm.	
<b>B</b>	<b>Auslösung</b>	Durch den Hebestein* hervorgerufene Bewegung des Ankers*, um das Ankerrad* freizugeben.
	<b>Begrenzungsklötzchen</b>	Oder auch Begrenzungsstifte. An diesen liegt die Ankergabel* während des Ergänzungsbogens* der Unruh* an.
	<b>Bimetall</b>	Bezeichnung für einen Metallstreifen aus zwei (Bi:zwei) miteinander verbundenen Metallen, die sich bei Erwärmung unterschiedlich stark ausdehnen und bei Abkühlung unterschiedlich stark zusammenziehen. Für den Reif einer Kompensations-Unruh* verwendet.
	<b>Bläuen</b>	Thermische Behandlung von Kohlenstoffstählen. Das feingeschliffene oder polierte Stahlteil wird auf etwa 300° C erwärmt. Dabei bildet sich an der Oberfläche eine Oxydschicht, die für das menschliche Auge in attraktivem Blau erscheint.
	<b>Blockiernase</b>	Teil der Malteserkreuzstellung* des Federhauses*. Ermöglichen die Begrenzung von Aufzug und Ablauf der Zugfeder*.
	<b>Bombieren</b>	Wölben. Besonders bei Zeigern edler Uhren gerne angewandte Methode zur Steigerung der optischen Attraktivität.

Die als Zubehör erhältlichen, aufwändig in Handarbeit bombierten, polierten und gebläuten\* Zeiger sind kleine Meisterwerke, die das Zifferblatt Ihrer Mechanica M5 aufwerten.

**Zubehör** 

Breguet ist einer der bedeutendsten Uhrmacher der Geschichte und lieferte Uhren an den englischen König und Napoleon 1. Er verbesserte die Gangergebnisse durch die nach ihm benannte Breguet-Spirale mit aufgebogener Endkurve\*. Außerdem erfand er das Tourbillon, produzierte geniale Schlagwerke, designte die Breguet-Zeigerform und baute hochwertige Chronographen und Marinechronometer\*.

**Breguet, Abraham-Louis (1747 - 1823)**

Legierungen aus mehr als 60% Kupfer und Zinn. Im Unterschied dazu ist Messing\* eine Legierung aus Kupfer und Zink.

**Bronze**

Im feinen Uhrenbau verwendetes Messingfutter mit eingepresstem Rubinlochstein. Wird in der Platine verschraubt und kann leicht ausgetauscht werden.

**Chaton**

**C**

Sehr genaue aber auch aufwändige und empfindliche Hemmung\* für Präzisionschronometer.

**Chronometerhemmung**

Computer Numeric Controlled. Die Fertigung der präzisen Werkbauteile Ihrer Präzisionsuhr erfolgt in unserer Manufaktur mit Hilfe computergesteuerter Dreh- und Fräsmaschinen.

**CNC**

Produkt aus Kraft und Hebelarm.

**Drehmoment**

**D**

Ankerlose Hemmung\* mit Doppelrad (Ruhezähne und Stoßzähne) ursprünglich verwendet für hochwertige Chronometer.

**Duplex-Hemmung**

Austauschbare Einheit oder Baugruppe bestehend aus Unruh\* und den Hemmungsteilen.

**Echappement**

**E**

Durch Legieren mit anderen Metallen wie Nickel oder Chrom gewinnt der Stahl spezielle Eigenschaften, zum Beispiel erhöhte Korrosionsbeständigkeit.

**Edelstahl**

Zur Aufwertung des Werks Ihrer Mechanica M5 bieten wir einen 24-teiligen Satz feinspolierter und -gedrehter Edelstahlschrauben und Unterlegscheiben.

**Zubehör** 

**Eingriff** Das Ineinandergreifen von Rad\* und Trieb\* oder zweier Zahnräder nennt man Eingriff. Die Kraftübertragung wird umso besser, je mehr Zähne sich dabei gleichzeitig berühren.

**Ellipse** Anderer Name für Hebestein\* aufgrund seiner ursprünglich elliptischen Form.

**Eloxieren** Elektrochemisches Altern von Aluminium. Bei dem speziellen Verfahren wird die Werkstoffoberfläche in Säurebädern behandelt, wodurch sich eine sehr widerstandsfähige Oxydschicht bildet.

**Endkurve** Ausformung des Endes einer Spirale\* das sicherstellt, dass der Schwerpunkt beim Ein- und Ausschwingen im Zentrum verbleibt.

**Englische Hemmung** Siehe Spitz Zahn-Ankerhemmung.

**Ergänzungsbogen** Schwingungsphase der Unruh\*. Der Weg vom Ende des Falls\* bis zum Umkehrpunkt\* wird als ausgehender Ergänzungsbogen bezeichnet. Der Weg vom Umkehrpunkt bis zur Auslösung\* ist der eingehende Ergänzungsbogen.

**Zubehör**  Entspiegelte Mineralglasscheiben

**Facettierte Gläser** Als Facette werden bei Glas oder Edelsteinen angeschliffene Kanten oder Flächen bezeichnet. Diese bewirken eine unterschiedliche Brechung des Strahlengangs und erzeugen so interessante Ansichten der dahinter liegenden Objekte.

**Fall** Freie Bewegung des Ankerrads\*, nachdem der Ankerradzahn von der Hebefläche\* des Ankers\* abgeglitten ist. Der Fall ist eine notwendige Sicherheitsgröße, um ein Aufstoßen der Ankerpaletten\* auf die Ankerradzähne zu vermeiden.

**Federhaus** Enthält die Zugfeder\* zum Antrieb des Uhrwerks, ist mit einer Malteserkreuzstellung\* ausgestattet und ist das erste Zahnrad im Räderwerk\*. Treibt das Beisatztrieb an und sitzt zusammen mit dem Gesperr\* auf einer Welle\*.

**Feinreglage** Genaue Regulierung der Schwingungsdauer\* durch Verstellung des Rükckerzeigers\* am Echappement\*.

**Finissage** Optische Veredelung oder Verzierung von hochwertigen Uhrwerken.

**Foliot** Teil der Spindelhemmung\*. Französischer Name für Waag\*.

**Freie Ankerhemmung** Die Unruh\* erhält nur beim Nulldurchgang\* für einen kurzen Moment über Ankergabel\* und Hebestein\* einen Kraftimpuls. Während der Ruhephase des Ankerrads\* kann die Unruh frei schwingen und es besteht keine mechanische Verbindung zum Räderwerk\*.

Reibung. Generell wurde bei der Konstruktion Ihrer Präzisionsuhr größter Wert auf die Verminderung auftretender Reibung gelegt. Deshalb sind die meisten Räderwerkswellen mit Kugellagern\* ausgestattet. Andererseits kann Friktion auch gezielt zum Einsatz kommen, beispielsweise als Rutschkupplung im Zeigerwerk\*, um ein Stellen der Zeiger zu ermöglichen.

Oder auch Sicherheitsstift. Bauteil der Schweizer Ankerhemmung\*. Sichert zusammen mit der Sicherheitsrolle\* den Eingriff von Hebestein\* und Ankergabel\*.

Italienischer Mathematiker, Physiker und Astronom. Um 1590 untersuchte er das Pendel und entdeckte, dass die Schwingungsperiode nicht vom Gewicht, sondern von der Länge bestimmt wird. Er beschäftigte sich in der Folge bis in seine letzten Lebensjahre immer wieder mit Konzepten für eine Pendeluhr, hat diese aber nie gebaut.

Zufälliger Durchgang von mehreren Hemmungsradzähnen statt nur einem. Kommt vor bei Erschütterungen in Chronometer- und Duplex-Hemmungen.

Unter dem täglichen Gang einer Uhr versteht der Fachmann die in einem Zeitraum von 24 Stunden im Vergleich zu einer Normaluhr (z.B. Funkuhr) auftretende Differenz der Zeitanzeige der zu prüfenden Uhr.

Zeitraum zwischen zwei Aufzugsvorgängen. Die Gangdauer der Uhr hängt von den verwendeten Übersetzungen\* und der Zugfeder\* ab.

Unterteilt die gleichförmige Bewegung des Räderwerks\* in einzelne, zeitgleiche Abschnitte. Bei mechanischen Uhren dienen Pendel\*, Unruh\* oder Waag\* als Gangregler oder Taktgeber.

Siehe Bläuen.

Der Minutenzeiger ist ein einarmiger Hebel, der durch die Einwirkungen der Schwerkraft halbstündlich wechselnd dem Uhrwerk Kraft zuführen oder entziehen würde. Um dem vorzubeugen, wird unter dem Zifferblatt auf der Minutenzeigerwelle ein Gegengewicht angeordnet, wodurch der Schwerpunkt der Baugruppe in die Drehungsachse fällt und keine negativen Auswirkungen auf den genauen Gang\* der Uhr ausüben kann.

Ermöglicht den Aufzug und verhindert über Sperrad\* und Sperrklinke\* den Ablauf der Zugfeder. Diese kann sich somit nur über das Räderwerk\* entspannen.

Lagerstelle, wobei der Lagerzapfen in einer Lagerbohrung gelagert ist. Da die Materialoberflächen aufeinander gleiten, ist neben der Wahl unterschiedlicher Werkstoffe unbedingt ein Schmiermittel zu verwenden.

**Friktion**

**Gabelmesser**

**Galilei, Galileo (1564 - 1642)**

**Galoppieren**

**Gang**

**Gangdauer**

**Gangregler**

**Gebläut**

**Gegengewicht**

**Gesperr**

**Gleitlager**



**Glucydur** Abgeleitet von Glucinium (französisch für Beryllium) und dur (französisch: hart) zusammen. Sehr harte Legierung aus Kupfer und 2-3% Beryllium, nicht magnetisch, nicht oxidierend mit sehr geringer Wärmeausdehnung. Auch Berylliumkupfer genannt.

**Graham, George (ca. 1673 - 1751)** Nach seiner Lehrzeit arbeitete Graham bei dem einflussreichen englischen Uhrmacher Thomas Tompion in London, mit dem er bis zu dessen Tod eng befreundet war. Graham wurde Teilhaber Tompions und heiratete dessen Nichte Elizabeth. Graham entwickelte das Quecksilber-Kompensationspendel und vor allem 1715 die nach ihm benannte, revolutionäre ruhende Ankerhemmung\*.

**Graham-Hemmung** Aufgrund der speziellen Form der Ankerpaletten\* steht das Ankerrad\* während der sogenannten »Ruhe\*« still. Die Grahamhemmung ermöglichte einen enormen Fortschritt in der Präzisionszeitmessung und hat sich seit Jahrhunderten selbst in feinsten Uhren hervorragend bewährt.

**Guillaume, Charles-Edouard (1861 - 1938)** Der französisch-schweizerische Physiker arbeitete unter anderem an der Definition des Urmeters und entdeckte 1896 die Invar\*-Legierung mit extrem kleiner Wärmeausdehnung, für die er 1920 den Nobelpreis erhielt.

**Halbschwingung:** Auslenkung des Pendels\* oder der Unruh\* zwischen zwei Umkehrpunkten\*.

**H Harrison, John (1693 - 1776)** Harrison war gelernter Schreiner, betätigte sich aber schon bald als Uhrmacher. Nach dem anfänglichen Bau von revolutionären Turm- und Standuhren aus Holz, konzentrierte er sich ab 1730 für sein gesamtes Leben auf den Bau und die Optimierung von Marinechronometern für die britische Admiralität. 1761 bewies sein Sohn William auf einer Erprobungsfahrt nach Jamaika die unglaubliche Präzision der genialen H4.

**Hebefläche** Fläche an den Ankerpaletten\*. Auf der schiefen Ebene der Hebefläche gleitet die Zahnschnecke des Ankerrads\* während der Hebung\* ab und erteilt so dem Gangregler\* einen Antriebsimpuls.

**Hebescheibe** Auch große Rolle genannt. Sitzt auf der Unruhwelle und trägt den Hebestein\*.

**Hebestein** Auch Hebelstein, Ellipse oder Ankerstein genannt. Sitzt auf der Hebescheibe\* der Unruh\* und greift im Bereich des Nulldurchgangs\* in die Ankergabel\* ein.

**Hebung** Phase der Hemmung\*, während der die Impulsübertragung zum Antrieb des Pendels\* oder der Unruh\* erfolgt.

**Hemmung** Baugruppe bestehend aus Ankerrad\* und Anker\*. Die Hemmung erteilt dem Gangregler\* die zum Erhalt der Schwingung notwendige Energie und hemmt gleichzeitig das Räderwerk\* am vorzeitigen Ablauf.

Siehe Ankerrad.

Niederländischer Astronom, Mathematiker und Physiker. Er nutzte die Erkenntnisse von Galileo Galilei\* für seine Untersuchungen der Pendelbewegung und entdeckte dass die Schwingung des Pendels unabhängig von der Auslenkung ist. Schließlich entwickelte er eine Pendeluhr und meldete diese 1664 zum Patent an. 1675 entwickelte er das Unruhschwingsystem mit Archimedischer\* Spiralfeder\* und baute damit Taschenuhren.

Abgeleitet von invariabel (unveränderlich). Eine spezielle Eisen-Nickel Legierung aus 36,8% Ni (Nickel), Rest Fe (Eisen). Die Längenausdehnung von getempertem\* Invar ist bei Temperaturschwankungen etwa zehn mal geringer als bei Stahl. Die besondere Zusammensetzung wurde nach umfangreichen Studien 1896 von Charles Édouard Guillaume\* gefunden und von Sigmund Riefler\* noch im selben Jahr erstmals als Werkstoff für Pendelstäbe in Präzisionsuhren verwendet.

Zeitgleichheit der einzelnen Schwingungen des Gangreglers\*.

Typbezeichnung eines Uhrwerks.

Zahnrad im Räderwerk\*. Es sitzt auf dem Kleinbodentrieb und überträgt die Antriebskraft vom Minutenrad\* zum Ankerradtrieb.

Meist verstellbarer Hebelarm am Unruhkloben\* an dem das äußere Ende der Spiralfeder\* montiert wird.

Im Gegensatz zur Englischen Spitzzahn-Ankerhemmung\* erfolgt bei der Schweizer Kolbenzahn-Ankerhemmung die Hebung\* nicht nur auf den Hebeflächen\* der Ankerpaletten, sondern auch auf den Ankerradzähnen.

Die Verwendung eines Kronrads als Ankerrad\* ermöglicht den Aufbau eines einfachen Winkelgetriebes. Wurde früher in der Spindelhemmung\* verwendet.

Wälzlager, bei dem Kugeln in einer Rille zwischen dem Innen- und dem Außenring abrollen. Da die dabei auftretende Rollreibung sehr gering ist, zeichnen sich Kugellager durch geringste Reibungsverluste und nahezu keinen Verschleiß aus. Bei den geringen Belastungen der in Ihrer Präzisionsuhr verwendeten Edelstahl\*-Kugellager benötigen diese kein Öl.

Französischer Uhrmacher und einer der herausragenden Pioniere auf dem Gebiet des Chronometerbaus. Er erfand unter anderem eine freie Chronometerhemmung und eine Chronometerunruh aus Bimetall\*. 1754 begann er mit dem Bau von Marinechronometern\*.

**Hemmungsrads**

**Huygens, Christiaan (1629 - 1695)**

**Invar**

**Isochronismus**

**Kaliber**

**Kleinbodenrad**

**Klötzchenträger**

**Kolbenzahn-Ankerhemmung**

**Kronrad**

**Kugellager**

**Le Roy, Pierre (1717 - 1785)**

I

K

L

<b>M</b>	<b>Lünette</b>	Zierreif für das Zifferblatt.
	<b>Malteserkreuzstellung</b>	Einrichtung aus Malteserkreuz* und Blockiernase* die zwischen Federhauswelle und Federhaus* montiert ist. Ermöglicht die Begrenzung für Aufzug und Ablauf der Zugfeder*.
	<b>Marinechronometer</b>	Präzisions-Chronometer, die in der Seefahrt für die Navigation verwendet wurden und über die genaue Uhrzeit die Bestimmung des Längengrads ermöglichten.
	<b>Masse-Feder-System</b>	Mechanisches Schwingsystem dessen Eigenfrequenz durch den zyklischen Wechsel von dynamischer Energie (Bewegung einer Masse) und statischer Energie (Lageenergie beim Pendel* bzw. Federkraft der Spiralfeder*) bestimmt wird.
	<b>Messing</b>	Legierung aus Kupfer und Zink. Die Zahnräder sind aus Messing und wurden zum Schutz gegen Korrosion und zur Oberflächenveredelung vergoldet.
	<b>Minutenrad</b>	Zahnrad auf der Minutenzeigerwelle. Es sitzt vernietet auf dem Minutentrieb, dreht sich einmal in der Stunde und überträgt die Antriebskraft vom Beisatzrad* auf das Kleinbodentrieb.
<b>Monatsgangdauer</b>	Siehe Gangdauer.	
<b>Mudge, Thomas (1715 - 1794)</b>	Genialer Englischer Uhrmacher; erfand 1759 die freie Ankerhemmung. Ging bei dem berühmten George Graham* in die Lehre und übernahm nach dessen Tod das Geschäft. Mudge setzte als einer der ersten Uhrmacher Steinlager ein und optimierte Chronometergänge für Marinechronometer*.	
<b>N</b>	<b>Nivarox</b>	Abgeleitet von nicht variabel und oxydfest. Nichtmagnetische, korrosionsbeständige und temperaturkompensierte Eisen-Nickel-Legierung zur Herstellung von Spiralfedern*.
	<b>Nulldurchgang</b>	Ereignis im Ablauf der Hemmung*, wenn der Hebestein* in der Nähe des Nullpunkts* in die Ankergabel* eingreift.
	<b>Nullpunkt</b>	Auch toter Punkt genannt. Gleichgewichts- bzw. Ruhestellung der Unruh* oder des Pendels*.
<b>O</b>	<b>Ölsenkung</b>	Bei Gleitlagern* halbkugelförmige Höhlung an der äußeren Lagerlochöffnung. Die Ölsenkung dient zur Aufnahme eines kleinen Ölvorrats.
	<b>Oszillator</b>	Schwingungs- oder Zeitteilungsorgan. In mechanischen Uhren sind dies Pendel* und Unruh*, die auch als Gangregler* bezeichnet werden.
	<b>Oszillogramm</b>	Hochgenaue Darstellung von elektrischen oder zeitlichen Vorgängen auf dem Bildschirm eines Messgeräts. In der Uhrmacherei verwendet bei Zeitwaagen* für die Bestimmung der Ganggenauigkeit.

Funktionsteil des Ankers\* aus gehärtetem Stahl oder Stein. Die Paletten sind in den Ankerkörper eingesetzt. Die polierten schrägen Schnittflächen heißen Hebeflächen\*.

Auch heute noch das genaueste mechanische Schwingsystem. Die Schwingungsdauer\* wird durch die Pendellänge und die Erdanziehung bestimmt.

Auch Werkpfeiler genannt. Abstandshalter zwischen den Werkplatinen\*, sie bilden mit diesen das Werkgestell.

Französischer Ingenieur. Befasste sich intensiv mit den von Abraham-Louis Breguet\* empirisch ermittelten Endkurven\* für Spiralfedern\* und lieferte den mathematischen Nachweis. Erforschte Schwerpunkt und Isochronismus\* von Spiralfedern\* als Grundlagen für die Präzisionsreglage.

Werkplatten einer Uhr. Dienen zur Aufnahme der Lagerstellen und zur Fixierung der übrigen Werkbauteile.

Konstruktiv und fertigungstechnisch bedingungslos umgesetztes Zeitmessgerät, das sich durch hohe Gangleistungen auszeichnet. Pendeluhren mit kompensierten Pendeln\* wurden bis in die späten 1960-er Jahre als Zeitnormale für wissenschaftliche Zwecke und für die offizielle Zeitbestimmung eingesetzt.

In der Uhrmacherei werden hohe Übersetzungsverhältnisse\* ins Schnelle verwendet. Dabei wird das größere antreibende Zahnrad als Rad und das kleinere angetriebene Zahnrad als Trieb\* bezeichnet.

Zahnradgetriebe in einer Uhr. Das Räderwerk überträgt die Antriebskraft an die Hemmung\*. Es ist so berechnet, dass sich einzelne Wellen\* in bestimmten Geschwindigkeiten drehen. Im Räderwerk kommen üblicherweise vier Räder zum Einsatz: Walzenrad\*, Beisatzrad\*, Minutenrad\* und Kleinbodenrad\*. Das Ankerrad\* wird nicht als Teil des Räderwerks angesehen.

Einstellung oder Regulierung der Schwingungsdauer\* des Uhrwerks.

Sigmund Riefler übernimmt 1876 nach dem Tod des Vaters mit Unterstützung seiner Brüder die Reißzeugfirma Clemens Riefler. Er entwickelt 1877 ein revolutionäres Zirkel-Rundsystem, mit dem er weltweit bekannt wird. 1878 zieht er nach München, wo er 1889 seine schon 1869 entwickelte freie Hemmung entscheidend verbessert und schließlich patentieren lässt. Riefler baute die genauesten Präzisionspendeluhren seiner Zeit und wurde dafür 1897 von der Universität München zum Dr. phil. h.c. ernannt.

## Palette

## Pendel

## Pfeiler

## Phillips, Edouard (1821- 1889)

## Platinen

## Präzisionspendeluhr

## Rad

## Räderwerk

## Reglage

## Riefler, Sigmund (1847 - 1912)

# P

# R

**Riefler-Hemmung** Bei der Rieflerschen freien Hemmung ist das Pendel in einem um Schneiden drehbaren Rahmen aufgehängt und wird lediglich durch zusätzliche Biegung der Aufhängefeder angetrieben. Für Hebung und Ruhe verwendet Riefler ein spezielles Doppel-Gangrad. Die Riefler-Hemmung ermöglicht hervorragende Gangergebnisse ist aber durch die Aufhängung der Schneiden in Lagersteinen kompliziert einzustellen und relativ empfindlich.

**Rubin** Sehr hartes Mineral aus der Familie des Korund. Synthetische Rubine werden in hochwertigen Uhren als Lagersteine verwendet.

**Rückerschlüssel** Teil der Rückervorrichtung, in dem das äußere Ende der Spiralfeder\* geführt und somit die wirksame Länge eingestellt wird.

**Rückerzeiger** Teil des Echappements\*, über das die wirksame Länge der Spiralfeder\* und damit die Schwingfrequenz verändert werden kann.

**Rückführende Hemmung** Auch rückfallende Hemmung\* genannt. Frühe Hemmungsbauart, bei welcher der Gangregler\* nahezu permanent mit dem Hemmungsrad\* im Eingriff steht und dadurch bei jeder Schwingung auch eine rückläufige Bewegung erzwingt.

**Ruhe** Als Ruhe wird die kleine Distanz auf der Ruhefläche\* bezeichnet, die der Ankerzahn vom Punkt des Auftreffens auf die Ruhefläche\* bis zum Abgleiten auf die Hebefläche\* zurücklegt. Die Ruhe ist eine notwendige Sicherheitsgröße, die verhindert, dass der Ankerradzahn direkt auf die Hebefläche\* auftritt und damit das Weiterschwingen der Unruh\* blockiert.

**Ruhefläche** Bezeichnung für den äußeren Radius der Eingangspalette und den inneren Radius der Ausgangspalette, auf welche die Zähne des Ankerrads\* für die Hemmung\* des Räderwerks\* fallen.

**Ruhende Hemmung** Verbesserung der rückführenden Hemmung\* und Vorläufer der freien Hemmung\*. Bei der ruhenden Hemmung ist der Gangregler\* erstmals nicht mehr permanent mit dem Hemmungsrad\* verbunden, sondern ruht während des Ergänzungsbogens\*. Er bewegt sich somit nur schrittweise vorwärts.

**Schraubenunruh** In hochwertigen klassischen Uhrwerken verwendete Unruh\* mit Schrauben zur Veränderung des Trägheitsmoments.

**Schweizer Ankerhemmung** Sehr weit verbreitete freie Ankerhemmung\* für tragbare Uhren.

**Zubehör**  Besonders attraktiv ist der freie Blick natürlich auf das aufwändig finisierete Echappement mit Schraubenunruh, gebläuter Spiralfeder\* und gebläuten Schrauben.

Genau genommen ist dies die Zeit, welche die Unruh\* benötigt, um von einem Umkehrpunkt\* zum anderen und wieder zurück zu schwingen. Traditionsgemäß betrachten die Uhrmacher jedoch nur die Zeit von einem Umkehrpunkt zum anderen und bezeichnen dies als Halbschwingung\*.

Zahnrad auf der Welle des Sekundenzeigers. Es sitzt vernietet auf dem Sekundentrieb und dreht sich einmal in der Minute. Das Sekundenrad übersetzt die 18.000 Halbschwingungen pro Stunde (2,5 Hertz) des Echappements\* auf den Sekundenzeiger und überträgt die Antriebskraft vom Kleinbodenrad\* auf das Ankerradtrieb.

Auch kleine Rolle genannt. Bauteil der Schweizer Ankerhemmung\*. Ist auf der Unruhewelle direkt über der Hebescheibe\* angeordnet und sichert zusammen mit dem Sicherheitsstift\* den Eingriff von Hebestein\* und Ankergabel\*.

Siehe Gabelmesser.

Hemmung\* mit einfachem Hemmungsrad\*. Im Gegensatz zum Doppelrad bei der Duplex-Hemmung\*.

Siehe Gesperr.

Siehe Gesperr.

Siehe Gesperr.

Erste mechanische Hemmung\* für Grossuhren mit einem auf einer Spindel angeordneten Schwingbalken.

Übernehmen bei der Spindelhemmung\* die Funktion der Ankerpaletten.

Filigrane, in Form einer Archimedischen Spirale\* aufgerollte Feder. Die beiden Enden sind über den Klötzchenträger\* am Unruhklubben\* und über die Spiralarolle\* mit der Unruh\* verbunden. Bildet zusammen mit der Unruh ein Schwingsystem.

Fixiert das äußere Ende der Spiralfeder\* und ist im Klötzchenträger\* verschraubt.

Sitzt auf der Unruhewelle und fixiert das innere Ende der Spiralfeder\*.

Auch Englische Hemmung genannt. Frühe Form der Steinankerhemmung mit spitzen Zähnen. Hier erfolgt die Hebung\* nur an den Paletten\*. Diente als Grundlage für die spätere Entwicklung der Schweizer Kolbenzahn-Ankerhemmung\*.

**Schwingungsdauer**

**Sekundenrad**

**Sicherheitsrolle**

**Sicherheitsstift**

**Simplex-Hemmung**

**Sperrfeder**

**Sperrklinke**

**Sperrrad**

**Spindelhemmung**

**Spindellappen**

**Spiralfeder (Spirale)**

**Spiralklötzchen**

**Spiralarolle**

**Spitzzahn-Ankerhemmung**

## T

<b>Stahlwelle</b>	Siehe Welle.
<b>Stand</b>	Wert, um den die Anzeige Ihrer Uhr gegenüber der Referenzzeit abweicht.
<b>Steinankerhemmung</b>	Überbegriff für alle Hemmungen* deren Anker* mit Steinpaletten versehen ist.
<b>Strasser, Ludwig (1853 - 1917)</b>	Professor Ludwig Strasser ist der Erfinder der nach ihm benannten freien Federkrafthemmung, Mitbegründer der Glashütter Firma Strasser & Rohde und späterer Leiter der deutschen Uhrmacherschule in Glashütte.
<b>Strasser-Hemmung</b>	Die Besonderheit dieser freien Federkrafthemmung besteht darin, dass das Räderwerk über eine zusätzliche Antriebsfeder weitgehend vom Schwingungssystem entkoppelt ist und somit nahezu frei schwingen kann. Damit ließen sich die schon hervorragenden Gangergebnisse von Präzisionspendeluhren nochmals steigern.
<b>Straumann Dr., Reinhard</b>	Der innovative Schweizer Ingenieur entwickelte 1931 die selbstkompensierende (temperaturunabhängige) Nivarox*-Legierung zur Herstellung von Spiralfedern*.
<b>Stundenrad</b>	Bauteil des Zeigerwerks*. Das Stundenrad wird vom Wechseltrieb* angetrieben und dreht sich einmal in zwölf Stunden. Der Stundenzeiger wird auf dem mit dem Stundenrad fest verbundenen Stundenrohr aufgesetzt.
<b>Superinvar</b>	Besonders aufwändig getempertes* Invar* mit sehr gleichmäßigem Temperaturverhalten.
<b>Teilung</b>	Der Abstand von Zahnmitte bis zur nächsten Zahnmitte, gemessen am Umfang des wirksamen Kreises oder Teilkreises eines Rads*.
<b>Tempern</b>	Wärmebehandlung der Invarpendelstäbe zum Abbau der Materialspannungen. Nur durch das aufwändige Tempern kann das konstante Temperaturverhalten der Pendelstäbe erreicht werden.
<b>Tompion, Thomas (1638 - 1713)</b>	Englischer Uhrmacher; gilt als Erfinder der Zylinderhemmung*, der ersten ruhenden Hemmung* für tragbare Uhren. Diese wurde von Tompions Schüler, Freund und späteren Teilhaber George Graham* weiter verbessert. Tompion baute eine der ersten Taschenuhren mit Spiralfeder*.
<b>Toter Punkt</b>	Siehe Nullpunkt.

Zahnrad mit weniger als 20 Zähnen; meist aus Stahl. Üblicherweise sind fünf gehärtete Stahltriebe eingebaut: Beisatztrieb, Minutentrieb, Kleinbodentrieb, Ankerradtrieb und Wechseltrieb.

Drehmomentübertragung\* in einem Eingriff\*. Dabei ändern sich von einer Welle\* zur anderen die Drehrichtung und die Drehzahl.

Bezeichnet die Übersetzung eines im Eingriff\* befindlichen Räderpaars und berechnet sich aus der Zahnzahl des Rads\* und der Triebzahnzahl. Das Übersetzungsverhältnis gibt an wie oft sich das angetriebene Zahnrad (Trieb\*) bei einer Umdrehung des treibenden Zahnrads (Rad\*) dreht.

Siehe Stand.

Am Ende des Ergänzungsbogens\* wird die Unruh\* durch die Spiralfeder\* zuerst bis zum Stillstand abgebremst und anschließend in der entgegengesetzten Drehrichtung wieder beschleunigt.

Die Unruh bildet mit der Spiralfeder\* ein Schwingssystem und gewährleistet zusammen mit der Hemmung\* den gleichmäßigen Lauf einer Uhr.

Teil des Echappements\* auf dem Rükkerzeiger\*, Rückerschlüssel\* und Klötzchen-träger\* befestigt sind.

Zustand eines sich drehenden Teils (z.B. Unruh\*), wenn dessen Schwerpunkt nicht in der Drehachse liegt.

Bauteil des Zeigerwerks\*, wird auf die Minutenradwelle gesetzt. Es treibt das Wechselrad\* an.

Drehwaage oder Schwingbalken mit verstellbaren Gewichten. Wurde in frühen Räderuhren mit Spindelhemmung\* als Gangregler\* verwendet.

Bestandteil des Zeigerwerks\*. Es sitzt mit dem Wechseltrieb auf dem Wechselradpfosten, wird vom auf der Minutenradwelle sitzenden Viertelrad\* angetrieben und treibt selbst das Stundenrad\* an.

Achse im Uhrwerk.

Siehe Pfeiler.

Siehe Platinen.

Sehr schweres Metall, Dichte 19,3 kg/dm.

**Trieb**

**Übersetzung**

**Übersetzungsverhältnis**

## U

**Uhrenstand**

**Umkehrpunkt**

**Unruh**

**Unruhkloben**

**Unwucht**

## V

**Viertelrad**

**Waag**

**Wechselrad**

## W

**Welle**

**Werkpfeiler**

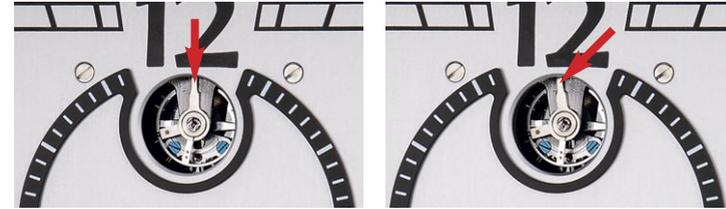
**Werkplatinen**

**Wolfram**

## Z

- Zapfen** Dünneres, abgesetztes Wellenende. Über die Zapfen werden die Wellen\* in den Lagerbohrungen geführt. In Präzisionsuhren sind die Zapfen durchgehärtet und bilden zusammen mit Welle\* und Trieb\* ein gemeinsames Bauteil.
- Zeigerwerk** Baugruppe mit zwei Zahnradengriffen. Überträgt die Bewegung des Minutenzeigers zwölfmal verlangsamt auf die Welle\* des Stundenzeigers. Das Zeigerwerk besteht aus Viertelrad\*, Wechselrad\*, Wechseltrieb und Stundenrad\*.
- Zeitwaage** Elektronisches Messgerät für die exakte Bestimmung der momentanen Ganggenauigkeit eines Uhrwerks. Dazu werden mit einem hochempfindlichen Mikrofon die Geräusche der Hemmung\* erfasst und ausgewertet.
- Zugfeder** Für den Antrieb des Uhrwerks wird im Federhaus\* eine spiralförmig aufgerollte Stahlfeder verwendet. Damit die Federkraft über die Gangdauer\* möglichst konstant bleibt, wird eine sogenannte Zahnradstellung\* verwendet.
- Zykloide** Rolllinie. Eine geometrische Kurve, die durch Abrollen eines Kreises auf einer geometrischen Kontur entsteht. Die Zykloide hat sich in der Uhrmacherei seit Generationen als optimale Kontur für Uhrwerksverzahnungen bewährt.
- Zylinderhemmung** Die Zylinderhemmung war die erste ruhende Hemmung\* und stellte eine wesentliche Verbesserung gegenüber den zuvor üblichen rückführenden Hemmungen\* dar. Allerdings reiben hier während der Ergänzungsbögen\* die Zahnspitzen am Zylinder und verhindern so eine freie Schwingung.

Die Gangtabelle dient zur Kontrolle der Ganggenauigkeit Ihrer M5. Darüber hinaus sind Ihnen die Aufzeichnungen bei der Reglage\* sehr hilfreich. Dabei ist es sinnvoll, die genaue Stellung des Rückerzeigers\* auf der Rückerskala\* zu vermerken.

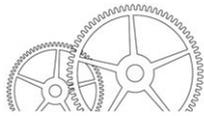


Gehen Sie beim Regulieren\* vorsichtig vor und bewegen den Rückerzeiger\* nur in relativ kleinen Schritten. Ansonsten fallen die Änderungen zu extrem aus. Beobachten Sie nach jeder Korrektur den Gang Ihrer Tischuhr bitte immer über die gesamte Gangdauer\* von einer Woche weil sich der Gang\* bei einer Federzuguhr über die Gangdauer\* jeweils ausgleichen kann. Als Vergleichsuhre ist eine handelsübliche Funkuhr vollkommen ausreichend. Mit ein wenig Übung lassen sich Differenzen der beiden Uhren von weniger als 0,5 Sekunden optisch erkennen.

### Formel zur Berechnung »Gang«

$$\frac{\text{Gang}}{24 \text{ h}} = \frac{\text{Differenz der Stände}}{\text{Zeitdifferenz}} \times 24$$





# UHRENBASATZ

**Müller & Sattler Uhrenbausatz GmbH**

Lohenstraße 6 · D - 82166 Gräfelfing

Tel.: +49 (0)89 / 89 55 806-20

Fax: +49 (0)89 / 89 55 806-28

e-mail: [info@uhrenbausatz.de](mailto:info@uhrenbausatz.de)

[www.uhrenbausatz.de](http://www.uhrenbausatz.de)