Das Buch zur Uhr

Entwicklung und Technik
der Präzisionspendeluhr
Mechanica M3

Erste Auflage

MECHANICA
by Erwin Sattler

Bauen Sie sich
Ihr persönliches Stück
Zeitgeschichte

MECHANICA
BY ERWIN SATTLER
M3

Nussbaum

Schwarz Schleiflack
mit Zubehör

Kirschbaum
mit Zubehör

Liebe Uhrenfreunde!

Herzlichen Glückwunsch zum Erwerb dieses außergewöhnlichen Uhrenbausatzes. Ich bin mir absolut sicher, dass Sie bei der Montage Ihrer Sekundenpendeluhr* Mechanica M3 der faszinierenden Technik klassischer Uhrmacherei begegnen werden.

Gerade in der heute so hektischen Zeit, die von Computern und Anonymität geprägt ist, finden immer mehr Menschen wieder Freude an mechanischen Uhren.

Das gleichmäßige Ticken der Uhr und das beruhigende Schwingen des Pendels strahlen in jedem Raum eine wohltuende Atmosphäre aus. Diese sichtbare Faszination der nachvollziehbaren mechanischen Abläufe hat mich zu dem lateinischen Namen Mechanica inspiriert.

Immer mehr Uhrenliebhaber baten uns in den vergangenen Jahren nach Zahnrädern, Pendeln oder Uhrgehäusen aus dem Programm unserer Großuhrenmanufaktur Erwin Sattler München, im Besonderen nach Teilen für Sekundenpendeluhren. Das mussten wir immer ablehnen, denn es wird auch in Zukunft keinen Bausatz aus der Kollektion von Erwin Sattler München geben.

Nun ließ mich das Thema einer von einem Uhrenliebhaber selbst montierbaren Sekunden-Pendeluhr aber nicht mehr los. In der Literatur gibt es hierzu auch Beispiele, im Speziellen hat die Fa. Strasser & Rohde im ausgehenden 19. Jahrhundert Uhrmachern einzelne Bauteile für Präzisionsuhren geliefert.

Wir haben nun schon mehr als 30 Jahre Erfahrung im Präzisionspendeluhrenbau und in dieser Zeit über 10000 Uhrwerke hergestellt. Dabei ist es uns ein Anliegen, die in den vergangenen Jahrhunderten herausgebildeten Werte und Kunstfertigkeiten des klassischen Uhrmacherhandwerks weiterhin zu pflegen und darüber hinaus mit den uns heute zur Verfügung stehenden Mitteln weiterzuentwickeln.

Dieses Know-How, unser moderner CNC*-gesteuerter Maschinenpark, eine völlig neue Konstruktion und die Verwendung von zeitgemäßem Material machten dieses Projekt erst möglich.

Mittlerweile haben aber auch schon die ersten 800 Mechanica M1 Kunden durch ihr Interesse, ihre Anregungen und Vorschläge sowohl zum Bestehen als auch zum ständigen Verbessern dieser einzigartigen Idee der Uhrenbausätze enorm beigetragen.

Das aus insgesamt ca. 90 Werkteilen bestehende Uhrwerk der Mechanica M3 ist so konzipiert, dass es selbst von technisch weniger erfahrenen Liebhabern feiner Zeitmesser problemlos montiert werden kann, aber trotzdem die gleich hohen technischen Qualitätsmerkmale wie ein Sattler-Präzisionsuhrwerk besitzt.

Denjenigen, die sich noch weiter in die Geheimnisse der Pendeluhren einlesen möchten, bietet dieses Buch im II. Kapitel – „Technik und Funktionsweise der Mechanica M3“ Gelegenheit dazu.

Wertvolle Großuhren sind eine Zierde für jeden Raum und der Stolz jedes Besitzers. Im Besonderen, wenn er die Uhr wie in diesem Fall, selbst zusammengebaut hat.

Nun wünsche ich Ihnen viel Spaß bei der Montage und dem anschließenden Feinregulieren* Ihrer Uhr.

Eine Uhr dieser Qualität wird uns alle überdauern und mit Stolz von Generation zu Generation weitergegeben werden.

Herzlichst Ihr

Richard Müller

MECHANICA

BY ERWIN SATTLER

M3

Dank

Mein allergrößter Dank gehört allen,
die dieses Projekt erst möglich gemacht haben:

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

Herstellung des Gehäuses:
Fa. Josef Wochner, Heiligenzimmern

Fotos:
Atelier Schrader, Gräfelfing

Konstruktion, Texte:
Jürgen Kohler, Erwin Sattler OHG

Verantwortlich für Idee und Verwirklichung:
Richard Müller, Stephanie Sattler-Rick
Müller & Sattler Uhrenbausatz GmbH

Schutzgebühr: Euro 25,-

DIE MECHANICA M3 3
VORWORT 4
INHALTSVERZEICHNIS 8

I. KAPITEL – BAUANLEITUNG 12

WICHTIGE INFORMATIONEN VOR BAUBEGINN 12
HANDHABUNG DER WERKZEUGE 16
DAS ÖLEN DES GEHÄUSES 18
Oberflächenbehandlung der Naturholzgehäuse 19
DIE MONTAGE DES GEHÄUSES 21
Facettierte Mineralglasscheiben 23
Aufhängen des Gehäuses 30
DIE MONTAGE DES PENDELS 32
Montage des Barometerinstruments 33
Ausführungen der Pendelkörper 36
Ausrichten des Gehäuses 39
DIE MONTAGE DES UHRWERKS 40
Montage der Hinterplatine 42
Feinpolierter Schraubensatz 42
Montage des Räderwerks 44
Vorbereiten und Aufsetzen der Vorderplatine 49
Prüfprotokoll Räderwerk 53
Rubinlochstein für Ankerlager 54
Das Setzen der Hemmung 54
Rubinlochstein für Exzenterlager 54
Anker mit Steinpaletten 55
Prüfprotokoll Hemmung 57
Das Ölen der Hemmung 60
Montage des Zifferblatts 62
Aufsetzen des Zeigerwerks 63
Handgearbeiteter Zeigersatz 63
EINBAU DES UHRWERKS IN DAS GEHÄUSE 65
Montage von Seilrolle und Gewicht 66
Kugelgelagerte Seilrolle 67
IN GANG SETZEN IHRER MECHANICA M3 68
Regulieren Ihrer Mechanica M3 70
Feinstellen Ihrer Mechanica M3 72
Präzisions-Reguliergewichte-Set 74
WARTUNG UND PFLEGE 75
AUSBAU DES UHRWERKS 76

II. KAPITEL–TECHNIK & FUNKTIONSWEISE 78

VORWORT 80
TECHNIK UND FUNKTIONSWEISE DER MECHANICA M3 82
Das Pendel 82
Luftdruckkompensation durch Barometerinstrument 86
Die Hemmung 90
Antrieb und Räderwerk 98
Der Antrieb 99
Das Gegengesperr 100
Das Räderwerk 101
Das Zeigerwerk 106
GLOSSAR 108
TECHNISCHE DATEN (Grundbausatz) 122
ZUBEHÖR – DIE PASSION GEHT WEITER ... 124
DAS GROSSE VORBILD DER MECHANICA M3 127
GANGTABELLE 130
FUNKTIONSABLAUF DER HEMMUNG 132

I. Kapitel

BAUANLEITUNG
MECHANICA M3

Bevor wir nun voller Vorfreude die Montage Ihrer Mechanica M3 beginnen, bitten wir Sie, die folgenden Informationen sorgfältig zu lesen.

Ihre Mechanica M3 ist eine Präzisionspendeluhr*, das bedeutet die einzelnen Bauteile wurden mit höchster Genauigkeit und sehr geringen Fertigungstoleranzen produziert.

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

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

Zubehör

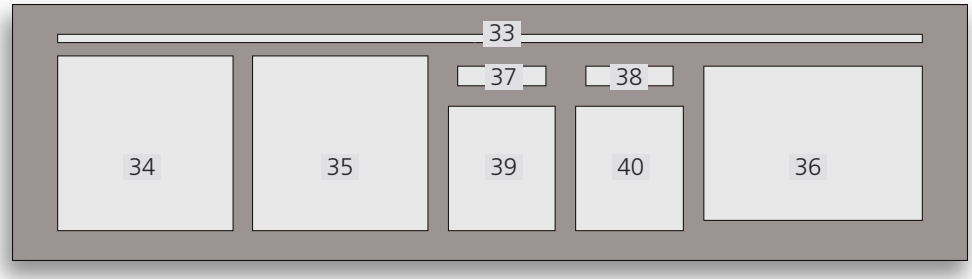
Die Montageanleitungen für die verfügbaren zahlreichen Optionen sind als Varianten bei den jeweiligen Arbeitsschritten ergänzt und zur Unterscheidung deutlich sichtbar hervorgehoben.

Eine übersichtliche Auflistung der für die technische und optische Aufwertung Ihrer Mechanica M3 zurzeit verfügbaren Zubehörteile finden Sie, jeweils zusammen mit einer kurzen Beschreibung, am Ende des Buchs auf Seite 124.

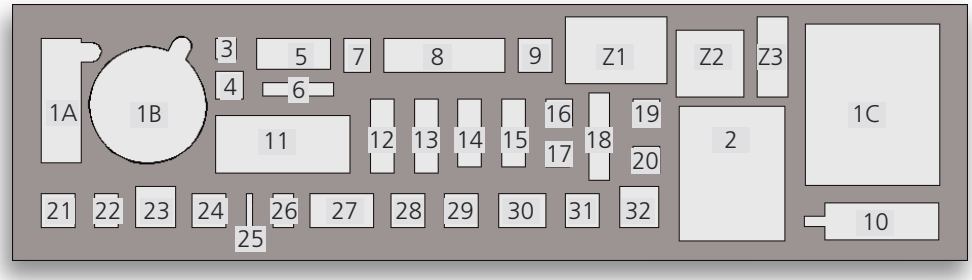
In der Montageanleitung und den erläuternden Texten wurde weitgehend auf Fachbegriffe verzichtet. Spezialausdrücke, deren Verwendung unvermeidlich war, werden im Glossar am Ende des Buchs erläutert. Diese sind im Textbild mit einem * gekennzeichnet.

Der Bausatz Ihrer Mechanica M3 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 auf den folgenden Abbildungen.

Obere Ebene



Mittlere Ebene



Untere Ebene

- ☐ Rückwand
- ☐ Bodenplatte
- ☐ Gesimsplatte
- ☐ Seitenleiste links mit Magneten
- ☐ Seitenleiste rechts
- ☐ Querfries oben
- ☐ Deckel für Geheimfach mit festmontiertem Querfries
- ☐ Türe montiert
- ☐ Einlegeflies für Geheimfach
- ☐ 2 Seitengläser
- ☐ Pendelskalenträger

geprüft Datum: .....

Wichtige Informationen vor Baubeginn

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 auf Grund des Leinölgehalts vorzubeugen, lagern Sie den mit Öl getränkten Lappen nur dicht verschlossen an einem sicheren Ort. 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 Pendel*- und 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 nicht rostendem 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.

Beim Pendelstab müssen wir auf eine Verletzungsgefahr durch das spitze Ende hinweisen.

Das Aufschrauben von Zifferblatt und Pendelskala 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 M3.

Sollten Sie bei der Montage oder Inbetriebnahme Ihrer Präzisionsuhr ein Problem haben, setzen Sie sich bitte mit uns telefonisch in Verbindung. Sie erreichen uns **Montag bis Freitag** von 9.00 - 16.00 Uhr unter der

Rufnummer +49 (0)89 / 8955 806-20.

Wenn Sie nun ans „Werk“ gehen, sollten Sie die mitgelieferten Spezialwerkzeuge sachgemäß handhaben.

So arbeitet der Uhrmacher mit Schraubendreher und Pinzette.

Die Spritze dient zum dosierten Ölen der Hemmungsteile*, der Seilrolle und der Ankergabel*. Vermeiden Sie ein „Ölbad“. Das Räderwerk* ist vollständig kugelgelagert und erhält 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.

Viel Spaß
und
gutes Gelingen!

Wenn Sie sich für die schwarze Gehäusevariante entschieden haben, können Sie direkt mit der Montage des Gehäuses beginnen.

Werkzeuge:

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

• Naturöl	Fach 11
• Tuch	Fach 11
• Stahlwolle	Fach 11

Ferner benötigen Sie zur Demontage der Scheibe aus der Gehäusetür einen geeigneten Kreutzschlitz-Schraubendreher.

Bauteile

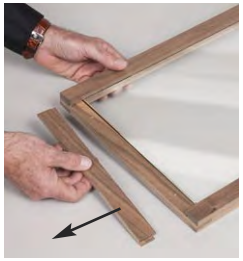
Die Gehäusebauteile finden Sie in der untersten Ebene der Verpackung. Legen Sie folgende Teile zur Oberflächenbehandlung bereit:

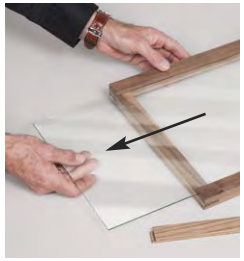
• Rückwand	Untere Ebene
• Bodenplatte	Untere Ebene
• Gesimsplatte (Dachteil)	Untere Ebene
• Zwei Seitenleisten	Untere Ebene
• Querfries oben	Untere Ebene
• Deckel für Geheimfach mit Querfries unten	Untere Ebene
• Tür	Untere Ebene
• Skalenhalter	Untere Ebene

Sicherheitshinweis:

Achten Sie bitte beim Umgang mit den Gehäusegläsern stets auf mögliche Verletzunsgefahren.

Bevor Sie mit dem Ölen beginnen, muss die Gehäusetür demontiert werden. Das Türglas ist von der Oberseite her in eine Nut des Rahmens eingeschoben und mit einem verschraubten Querriegel fixiert. Lösen Sie zunächst die beiden Schrauben auf der Innenseite der oberen Türleiste und ziehen Sie den Querriegel ab. Schieben Sie das Türglas vorsichtig aus der Nut und verwahren Sie es bruchgeschützt in der Gehäuseebene der Verpackung.





Das dem Bausatz beiliegende 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 M3 besteht mit Ausnahme der Rückwand aus massivem Holz. Die Rückwand ist aus Stabilitätsgründen mehrfach verleimt.

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 basiert auf einer Leinölbasis mit Zusätzen von Baumharzen und natürlichen Wachsen und ist daher ökologisch unbedenklich.

Sicherheitshinweis:

Ölen Sie Ihr Gehäuse nur in gut belüfteten Räumen. Um einer möglichen Selbstentzündung auf Grund des Leinölgehalts vorzubeugen, lagern Sie das mit Öl getränkte Wolltuch nur dicht verschlossen an einem sicheren Ort.

Das Ölen des Gehäuses

Los geht´s:

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. Das Öl muß vor dem ersten Gebrauch noch geschüttelt werden.
Reiben Sie sämtliche Gehäuseteile mit dem Öl ein. Nach ungefähr 20 Minuten sollte das Holz das aufgebrachte 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.

Tipp:

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

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.

Die Montage des Gehäuses

Beginnen Sie die Montagearbeit mit dem Gehäuse. So können Sie später die fertig montierten Uhrwerksteile gleich in das schützende Gehäuse einbauen.

Werkzeuge:

Legen Sie sich zur Gehäusemontage folgende Werkzeuge zurecht:

• Inbusschlüssel Schlüsselweite 4 mm	Fach 8
• Inbusschlüssel Schlüsselweite 5 mm	Fach 8
• Inbusschlüssel Schlüsselweite 6 mm	Fach 8
• Ölspritze	Fach 8

Bauteile:

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

• Türglas	Untere Ebene
• 2x Einlegeflies	Untere Ebene
• 2x Seitengläser	Untere Ebene
• Dichtung	Fach 2
• 2x Scharnierstifte	Fach 15
• 8x Korpusschrauben M6 x 30 mit Unterlegscheiben	Fach 15
• Pendelskala	Fach 5
• 2x Linsensenkkopfschrauben 2,5 x 10	Fach 5
• 4x Kastenhalteschrauben	Fach 19 + 20
• Pendelgalgen	Fach 16
• Inbus-Senkkopfschraube M6 x 30 mit Unterlegscheibe	Fach 16
• 2x Werkhaltepfeiler*	Fach 12 + 13
• 2x Inbus-Senkkopfschrauben M8 x 30 mit Unterlegscheiben	Fach 17
• Seilpfosten	Fach 14
• Inbus-Senkkopfschraube M6 x 35 mit Unterlegscheibe	Fach 14

Facettierte Mineralglasscheiben

Zubehör

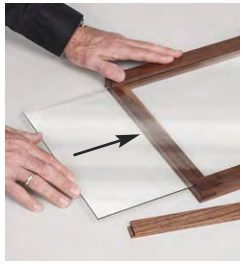
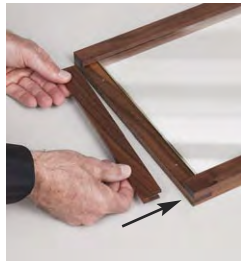
Zur optischen Aufwertung des Gehäuses bieten wir als Alternative zu den Standardscheiben einen Satz mit facettierten* Mineralglasscheiben an.

Diese werden jeweils anstelle der Standardscheiben eingesetzt. Dabei ist zu beachten, dass sich die Facetten immer an der Außenseite befinden. Die facettierten Scheiben sind an den Kanten etwas dünner und haben dadurch unter Umständen in den Gehäusenuten etwas Spiel. Um dieses Spiel und die damit verbundenen Geräusche zu vermeiden, liegt jedem Scheibensatz ein Sortiment runder Moosgummischnüre bei. Diese werden mit Hilfe der Pinzette in die Glasnut des Gehäuses eingelegt.

Tipp:

Legen Sie aus optischen Gründen die Schnüre für die Seitengläser in die Leisten und die Schnüre für das Türglas auf die Stirnseite der Scheibe.

Zuerst wird die Gehäusetür montiert.
Schieben Sie das Türglas wieder in die Glasnut der Gehäusetür ein. Stecken Sie den Querriegel in die Nut. Die Oberkanten von Querriegel und Gehäusetür sollen bündig sein. Dann verschrauben Sie den Querriegel von der Rückseite wieder mit den zwei Senkkopfschrauben. Schieben Sie die beiden Scharnierstifte in die Bohrungen an den Stirnseiten der oberen und unteren Türquerleiste.

Nun werden Boden- und Gesimsplatte vormontiert.

Geben Sie mit der beiliegenden Ölspritze in jede Scharnier-Buchse einen kleinen Tropfen Uhrenöl.

Beachten Sie hierzu die Hinweise zur Handhabung der Werkzeuge zu Beginn dieses Buchs.

Das in der Bodenplatte ausgefräste Geheimfach wird mit den beiden selbstklebenden Einlegefliesstücken belegt. Ziehen Sie die Schutzfolie auf der Rückseite des Flieses ab und positionieren Sie das Flies in den Ausfräsungen. Drücken Sie das Flies gut fest.

Anbringen der Türdichtung

Um das Uhrwerk später vor eindringendem Staub zu schützen, ist das Gehäuse mit Türdichtungen versehen. Die Dichtung besteht aus einem selbstklebenden Samtstreifen, der entsprechend in die vorgesehenen Nuten eingeklebt wird.

Tipp:

Merken sie sich die Türleiste, die mit den Magneten bestückt ist, diese wird später auf der linken Seite des Gehäuses montiert.

Aufstecken der Bodenplatte

Legen Sie die Rückwand auf die Arbeitsfläche und stecken Sie die Bodenplatte auf die Holzdübel in der Rückwand. Die Bodenplatte wird mit zwei Inbus-Zylinderkopfschrauben M6 x 30 und den dazugehörenden Beilagscheiben verschraubt.

Einbauen der Seitengläser, Seitenleisten und Bodenplatte

Stellen Sie die Seitengläser in die Nuten von Gehäuserückwand und Bodenplatte. Legen Sie die richtigen Seitenleisten mit den Glasnuten auf die Kanten der Seitengläser. Die Seitenleisten werden auf den Seitengläsern so verschoben, dass die in die Seitenleisten eingesetzten Holzdübel in den Bohrungen der Bodenplatte stecken.

Bitte beachten Sie, dass die Seitenleiste mit den Magneten auf der (von vorne) linken Seite des Gehäuses verbaut wird. Die Magnete sind in der Gehäuseleiste symmetrisch eingesetzt, dadurch muss die Einbaurichtung nicht beachtet werden.

Verschrauben Sie Seitenleisten und Bodenplatte mit den Zylinderkopf-Inbusschrauben M6 x 30 und den dazugehörenden Beilagscheiben.

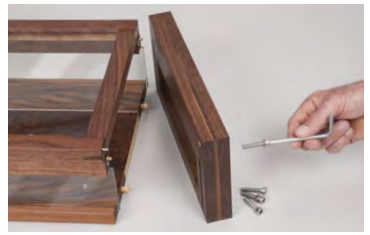
Montage von Glastüre und oberer Gesimsplatte

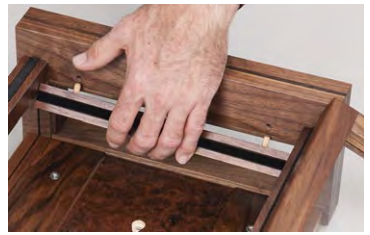
Legen Sie jetzt die Gehäusetür auf den soweit vormontierten Korpus auf. Der im unteren Türrahmen angebrachte Scharnierstift greift in die Scharnierbuchse der Bodenplatte. Achten Sie beim Aufstecken der Gesimsplatte darauf, dass auch der obere Scharnierstift in die entsprechende Buchse geführt wird.

Verbinden Sie dann Gesimsplatte und Korpus mit den vier Zylinderkopf-Inbusschrauben M6 x 30 und den dazugehörenden Beilagscheiben.

Öffnen Sie nun die Gehäusetür und prüfen Sie, ob sich diese ohne Widerstand bewegen lässt.

In die Gesimsplatte des geöffneten Gehäuses wird nun das obere Querfries eingesteckt.



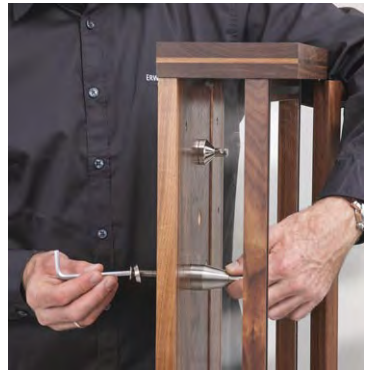


Hinweis:

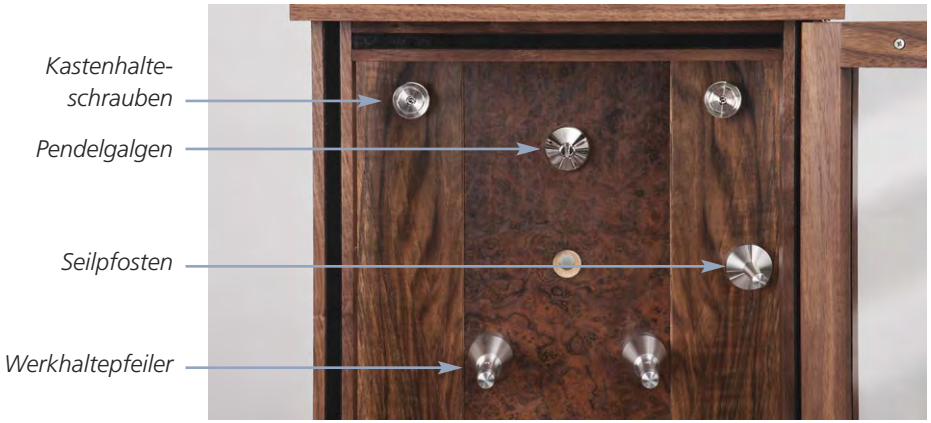
Um die Türleiste nicht zu beschädigen, stützen Sie die geöffnete Gehäusetür für die folgenden Arbeitsschritte mit einem geeigneten Gegenstand, zum Beispiel mit dem beiliegenden hochkant gestellten Werkmontagesockel, auf dem Werktisch ab.

Montieren von Pendelgalgen, Werkhaltepfeilern und Seilpfosten

Montieren Sie Pendelgalgen, Werkhaltepfeiler* und Seilpfosten mit den beiliegenden Inbus-Senkkopfschrauben in die entsprechenden Aussparungen der Gehäuserückwand. Die unterschiedlichen Passformen verhindern dabei Verwechslungen.



Drehen Sie die Kastenhalteschrauben in die vormontierten Gewindemuffen der Gehäuserückwand so weit ein, dass die Spitzen der Schrauben bündig mit der Gehäuserückwand abschließen. So können Sie später das Gehäuse gut an der Wand ausrichten.



Um sicherzustellen, dass die Pendelfeder* im montierten Gehäuse auch wirklich senkrecht hängt, kann vor der endgültigen Fixierung des Pendelgalgens die im Bausatz enthaltene Pinzette in den Schlitz des Pendelgalgens gesteckt und durch Rechts- oder Linksbewegung die richtige Lage ermittelt werden. Die Spitze der Pinzette muss dann genau auf die zentrale Stufenbohrung unterhalb des Pendelgalgens zeigen. Ziehen Sie die Schraube des Pendelgalgens erst nach dem Ausrichten endgültig fest.

Montieren der Pendelskala:

Befestigen Sie die Skalenplatte mit den beiden Linsensenkkopfschrauben 2,5 x 10 am vorgebohrten hölzernen Skalenhalter.

Stecken Sie den Skalenhalter mit seinen Holzdübeln in die Gehäuserückwand.

Aufhängen des Gehäuses

Wählen Sie zum Aufhängen Ihrer Mechanica M3 eine stabile Wand, um dem Eigengewicht der Uhr gerecht zu werden. Damit das Gehäuse bei der Montage nicht beschädigt wird, sollten Sie die Arbeiten sorgfältig anhand der Anleitung ausführen.

So hängen Sie Ihr Gehäuse auf:

Bohren Sie in Augenhöhe für den beiliegenden 10 mm Universaldübel ein Loch in die Wand. Diese Bohrung befindet sich später mittig hinter dem Zifferblatt. Nun die Stockschraube mit dem mitgelieferten Torx-Schlüssel so weit eindrehen, dass das Gewinde noch etwa 35 mm herausragt. Danach bohren Sie 114,5 cm unterhalb der Stockschraube das Loch für den 6 mm Universaldübel der unteren Gehäuseschraube. Dann hängen Sie Ihr Gehäuse mit der Bohrung im oberen Gehäuseteil auf die Stockschraube. Fädeln Sie Kegelpfanne und Kegelscheibe auf und ziehen die Stockschraube mit Hilfe der Hutmutter leicht fest.

Hinweis:

Das Ausrichten des Gehäuses wird auf Seite 39 beschrieben.

Bevor Sie Ihr Gehäuse an der Wand ausrichten und endgültig fixieren, empfehlen wir Ihnen, erst das Pendel zu montieren, da Sie es beim Ausrichten als Lot verwenden können.

Im Geheimfach finden Sie Platz für Utensilien zum Betreiben der M3: Pinzette, Aufzugsschlüssel, Regulierstift, Pendelfeder, Feinregulier-gewichte, ...

Für die Pendelmontage sollte ein sauberer Arbeitsplatz zur Verfügung stehen.

Werkzeuge:

Legen Sie zunächst die für die Pendelmontage benötigten Werkzeuge bereit:

- Inbusschlüssel Schlüsselweite 0,9 mm Fach 8
- Inbusschlüssel Schlüsselweite 1,5 mm Fach 8

Bauteile

Halten Sie auch die verpackten Pendelbauteile griffbereit:

- Pendelstab aus Invar* mit mit aufgeschraubtem Spitzenschutz Fach 33
- Feinregulierteller* mit 2x Inbus-Madenschraube M2 x 2 Fach 4
- Abfalleinstellhebel Fach 5
- Führungsbuchse Fach 5
- Inbus-Zylinderkopfschraube M2 x 12 Fach 5
- Rändelschraube Fach 5
- Spiralfeder* Fach 5
- Pendelzylinder* Fach 1A
- Kompensationsrohr* Fach 6
- Inbus-Madenschraube M3 x 8 Fach 5
- Reguliermutter* Fach 7
- Kontermutter* Fach 7
- Pendelfeder* Fach 3

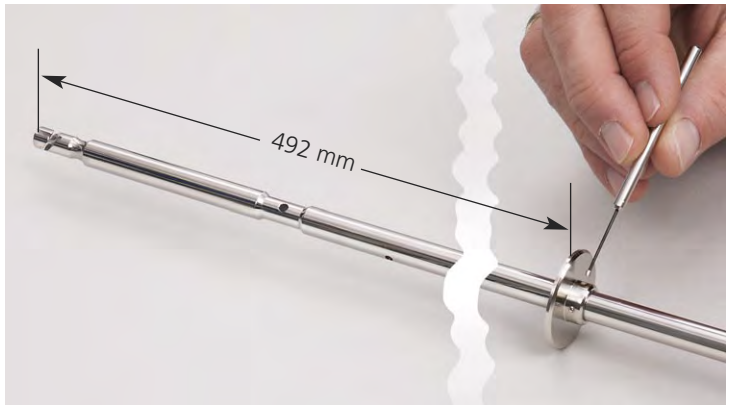
Sicherheitshinweis:
Beachten Sie bei der Handhabung der Pendelstange die mögliche Verletzungsgefahr durch die Pendelspitze.

Montage des Feinreguliertellers*

Legen Sie den Pendelstab auf die Arbeitsfläche und montieren Sie den Feinregulierteller mit den beiden Madenschrauben M2 x 2 an die entsprechende Position ihres Pendelstabs. Die Schrauben sollen sich symmetrisch auf der Seite der Pendelhakenöffnung, im Gehäuse also der Rückwand zugewandt, befinden. Die Auflagefläche des Reguliertischchens hat bei Ausführungen ohne Barometerinstrument einen Abstand von 492 mm vom oberen Pendelende.

Um Unfälle im Umgang mit dem Pendel zu vermeiden, heben Sie niemals das Pendel am Feinregulierteller*.

Die Madenschrauben fixieren den Regulierteller nur durch Andruck auf eine geringe Auflagefläche und halten nicht das Gesamtgewicht des Pendels.



Montage des Barometerinstruments

Zubehör

Bauteile:

- Barometerinstrument Fach Z2

Zur Kompensation der durch Luftdruckschwankungen hervorgerufenen kurzfristigen Gangänderungen und um die Ganggenauigkeit Ihrer Mechanica M3 noch weiter zu steigern, bieten wir als Option ein Barometerinstrument an.

Die Gangänderungen bewegen sich im Bereich von Zehntelsekunden pro Tag und können sich, bei günstigem Verlauf, innerhalb eines Monats selbst ausgleichen.

Eine ausführliche Funktionsbeschreibung des Barometerinstruments finden Sie im II. Kapitel – "Technik und Funktionsweise der Mechanica M3".

Je nach Pendelausführung beachten Sie bitte die unterschiedliche Position des Barometerinstruments! Die entsprechenden Maße sind aus den Abbildungen auf Seite 35 ersichtlich. Beachten Sie, dass zu den verschiedenen Pendelkörpern in Gewicht und Größe unterschiedliche Ausführungen der Luftdruckkompensation verwendet werden.

Entfernen Sie nun zur Montage vorsichtig die Schrumpffolie von den Aneroiddosen* und montieren das Barometerinstrument mit den beiden eingesetzten Madenschrauben M2 x 2, abhängig vom Pendeltyp 258 beziehungsweise 338 mm, vom oberen Pendelende entfernt.

Zubehör

Bei Zylinder-, Linsen- und Doppelzylinderpendel befinden sich die Barometerinstrumente nicht auf der gleichen Position. Als Bezugsfläche zum Messen dient dabei jeweils die obere Kante des Anschraubflansches (siehe Abbildungen).
Die Verschraubung soll sich auf der Seite der Pendelhakenöffnung, im Gehäuse also der Rückwand zugewandt befinden.

Der Feinregulierteller* soll bei allen Pendeln einen Abstand von 492 mm vom oberen Pendelende zur Auflagefläche haben.

Ausführung der Pendelkörper

Wie schon zuvor bei der Montage des Barometerinstruments gezeigt, bieten wir neben dem zylindrischen Standardpendelgewicht als Option eine weitere Ausführung des Pendelgewichtes an:

- **Linsenpendel** Fach 1B

Das Linsenpendel nimmt unter allen Pendelvarianten eine Sonderstellung ein, weil es die besten Gangergebnisse zeigt. Durch die aerodynamisch optimierte Form verursacht das Linsenpendel weniger Luftwiderstand und läuft stabiler. Daraus resultieren eine größere Schwingungsweite (Amplitude) und eine geringere Abweichung von Schwingung zu Schwingung. Zudem wirken sich Luftdruckänderungen geringer aus.

Die Pendellinse wird aus massiver Bronze* feingedreht und poliert. Sie wird auf Wunsch auch vernickelt geliefert. Die eingefräste fortlaufende Nummerierung ist besonders für Sammler interessant.

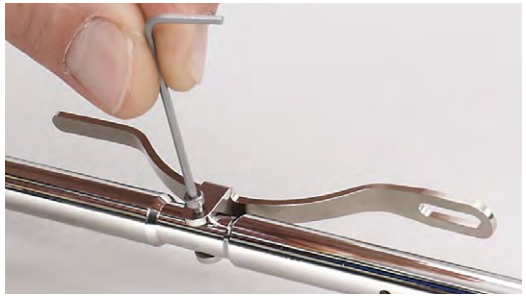
- **Doppelzylinderpendel** Fach 1C

Das Doppelzylinderpendel wird in vernickelter oder bicolor Version ausgeliefert.

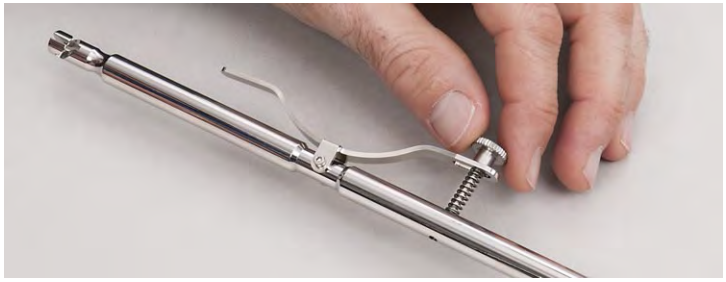
So montieren Sie den Abfalleinsteller*:

1. Stecken Sie die Führungsbuchse in die Querbohrung im oberen Viertel des Pendelstabs ein, hier ist der Pendelstab verjüngt.

2. Der Abfall-einstellhebel wird aufgesteckt und ...



3. ... mit der Zylinderkopfschraube M2 x 12 durch die Führungsbuchse im Gewinde auf der gegenüberliegenden Seite fixiert. Wenn die Hakenöffnung des Pendelstabs nach vorne zeigt, muss sich der Abfall-einstellhebel rechts befinden (siehe Abbildung). Der Abfalleinstell-hebel soll leicht drehbar gelagert sein, darf aber nicht merklich wackeln. Montieren Sie Wendelfeder* und Rändelschraube zum Einstellen der Gangsymmetrie.



Montage von Pendelzylinder und Kompensationsrohr:

Jetzt wird der Spitzenschutz abgeschraubt. Führen Sie das spitze Pendelende von der Seite der kleineren Längsbohrung durch den Pendelkörper.

Das Kompensationsrohr* wird aufgeschoben und mit der Maden-schraube M3 x 8 durch das Langloch des Kompensationsrohres in der Gewindebohrung des Pendelstabs fixiert. Der am Kompensationsrohr gravierte Index muss in montiertem Zustand unten aus dem Pendel-körper ragen.

Schrauben Sie die Reguliermutter* mit der Skalenteilung gegen das Kompensationsrohr und drehen Sie die Kontermutter* auf. Der Pendel-körper wird über das Kompensationsrohr geschoben.

Das genaue Regulieren wird im Abschnitt „In Gang setzen Ihrer Mechanica M3“ ab Seite 70 beschrieben.

Hinweis:

Das Pendel muss während der ersten Betriebswochen auf den jeweiligen Aufstellungsort einreguliert werden.

Einhängen des Pendels:

Fädeln Sie die Pendelfeder* mit dem dünnen Querstift in den Haken am oberen Pendelstabende ein. Anschließend wird das Pendel zusammen mit der Pendelfeder in den Pendelgalgen eingehängt. Dabei müssen Sie darauf achten, dass die empfindliche Pendelfeder keinesfalls geknickt wird und der Abfalleinsteller links vom Pendelstab ist.

Sollte die Pendelfeder Schaden nehmen könnte ein „Abstürzen" des Pendels die Folge sein, was wiederum eine Beschädigung des Gehäuses zur Folge hätte. Daher bitte beschädigte Pendelfedern sofort austauschen!

Ausrichten des Gehäuses

Sobald Sie das Pendel in das Gehäuse eingehängt haben, können Sie das Gehäuse ausrichten. Dabei nutzen Sie das Pendel als Lot und verdrehen das Gehäuse an der Wand derart um den oberen Aufhängepunkt, dass die Pendelspitze an der Pendelskala auf 0 zeigt.

Hinweis:

Achten Sie darauf, dass die Gehäuserückwand senkrecht hängt; keinesfalls darf das Pendel an der Rückwand streifen!

Um das Gehäuse dauerhaft in dieser ausgerichteten Position zu fixieren, ziehen Sie den Skalenhalter wieder ab und schrauben das Gehäuse durch das Langloch in der Gehäuserückwand mit der zweiten Gehäuseschraube fest.

Um die Befestigungsschraube zu verdecken, stecken Sie die Pendelskala mit Skalenhalter wieder in die Positionslöcher. Mit Hilfe der vier Kastenhalteschrauben können Sie Unebenheiten der Wand ausgleichen. Drehen Sie die Kastenhalteschrauben nacheinander im Uhrzeigersinn, bis sich das Gehäuse leicht von der Wand abhebt.

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

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.

Werkzeuge:

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

- Inbusschlüssel Schlüsselweite 0,9 mm — Fach 8
- Inbusschlüssel Schlüsselweite 1,5 mm — Fach 8
- Inbusschlüssel Schlüsselweite 2,5 mm — Fach 8
- Inbusschlüssel Schlüsselweite 4 mm — Fach 8
- Pinzette (Kornzange) — Fach 8
- Uhrmacherschraubendreher — Fach 8
- Uhrmacherlupe — Fach 8
- Montagesockel — Fach 2

Hinweis:

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

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

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

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

Die Funktionsweise Ihrer Mechanica M3 wird im II. Kapitel „Technik und Funktionsweise der Mechanica M3“ ab Seite 79 ausführlich erklärt.

Montage der Hinterplattine

Bauteile

Sie benötigen folgende Bauteile:

•	Hinterplatine	Fach 39
• 4 x	Werkpfeiler*	Fach 25
• 4 x	Beilagscheiben	Fach 24
• 4 x	Inbus-Senkkopfschrauben M4 x 10	Fach 24
• 2 x	Begrenzungsstifte	Fach 24
• 5 x	Kugellager* Hinterplatine	Fach 22

Zubehör

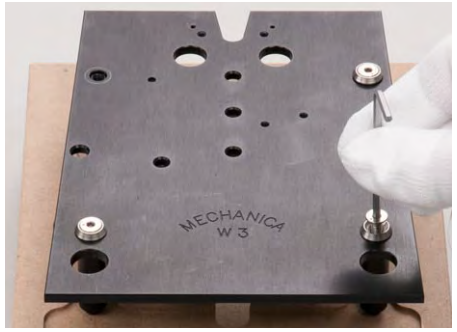
Feinpolierter Schraubensatz

Bauteile

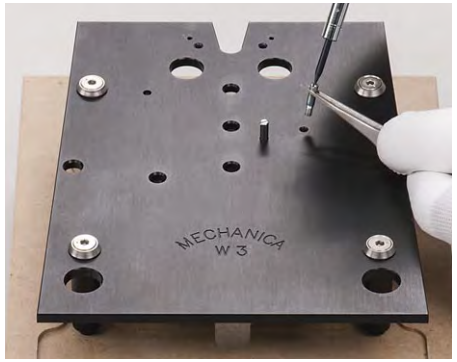
Als Zubehör ist für Ihre Mechanica M3 ein feinpolierter Schraubensatz erhältlich. Diese 23 feinpolierten beziehungsweise feingedrehten Edelstahlschrauben*, vier vergoldete Unterlegscheiben und zwei Begrenzungsstifte werten die Optik des Werks entscheidend auf und ersetzen die entsprechenden Standardteile für die Werkmontage.

• 4 x	Zylinderkopfschrauben M4 x 6 und 4 vergoldete Unterlegscheiben zur Verschraubung der Hinterplatine mit den Werkpfeilern*	Fach Z1
• 11x	Zylinderkopfschrauben M2 x 4 zur Verschraubung des Wechselrades, des Wechselradpföstchens, des Stundenrad- pföstchens, der beiden Ankerlager und des Zifferblatts	Fach Z1
• 4 x	Rändelmuttern M4 zum Verschrauben der Vorderplatine	Fach Z1
• 2 x	Inbusschrauben M3 x 10 zum Verschrauben der Ankerbrücke*	Fach Z1
• 2 x	Inbusschrauben M4 x 20 zum Verschrauben des Werks auf den Werkhaltepfeilern	Fach Z1
• 2 x	Begrenzungstifte zum Einschrauben in die Hinterplatine, für die Ankergabel*	Fach Z1

Setzen Sie die vier Werkpfeiler in die Bohrungen der Montageplatte. Dann wird die Platine* auf den Ansätzen der Werkpfeiler platziert. Dabei zeigt die Gravur „Mechanica W3“ 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 M4 x 10.



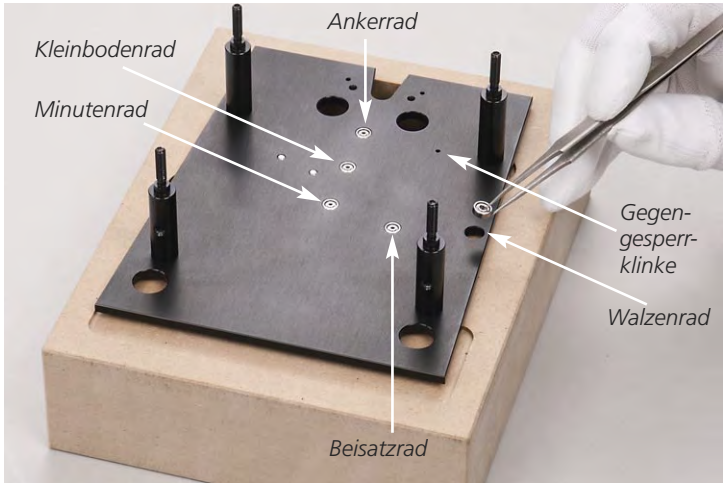
Schrauben Sie die beiden Ankergabel*-Begrenzungsstifte ein.

Wenden Sie die Platine.

Setzen Sie die fünf rostfreien Kugellager* für die Hinterplatine 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.

Hinweis:

Die Kugellager werden nicht geölt!



Montage des Räderwerks

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

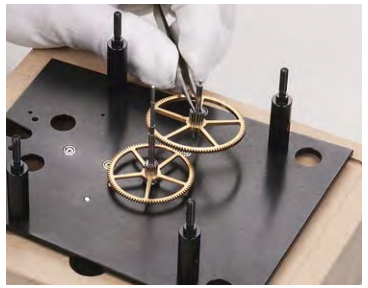
Bauteile:

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

- Minutenrad* Fach 30
- Beisatzrad* Fach 31
- Walzenrad* mit Stahlseil Fach 32
- Ankerrad* Fach 28
- Kleinbodenrad* Fach 29
- Gegensperrklinke* Fach 21

So setzen Sie die vormontierten Teile in die jeweiligen Lagerstellen:

1. Minutenrad*



2. Beisatzrad*

3. Walzenrad* mit Stahlseil

4. Ankerrad*

5. Kleinbodenrad*

6. Gegengesperrklinke*

Die Gegensperrklinke* muss in die Sägeverzahnung des Gegensperrrads eingreifen.

Vorbereiten und aufsetzen der Vorderplatine

Bauteile:

Folgende Bauteile werden benötigt:

•	Vorderplatine	Fach 40
•	Ankerlager	Fach 24
•	2 x Zylinderkopfschrauben M2 x 4	Fach 24
•	Wechselradpfosten	Fach 24
•	Zylinderkopfschraube M2 x 4	Fach 24
•	Stundenradpfosten	Fach 24
•	Zylinderkopfschraube M2 x 4	Fach 24
• 5 x	Kugellager* Vorderplatine	Fach 24
• 4 x	Beilagscheiben	Fach 24
• 4 x	Rändelmuttern	Fach 24

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

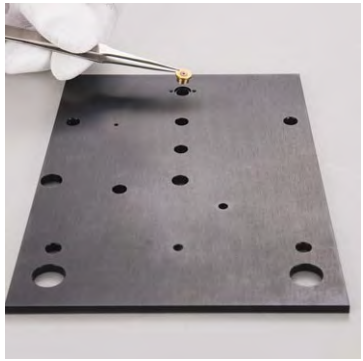
Einbau des Rubinlochsteins für das Ankerlager

Wie bei den großen Vorbildern wird die Langlebigkeit Ihrer Mechanica M3 durch Rubinlochsteine für die Ankerlagerung entscheidend erhöht.

Das Chaton* mit dem Rubinlochstein für das Ankerlager wird bündig von innen in die Taschenfräsung der Vorderplatine eingesetzt und mit zwei Zylinderkopfschrauben M2 x 4 fixiert.

Hinweis:

Verwenden Sie ein Blatt Papier oder einen Karton als Unterlage für die folgenden Montageschritte, um ein Verkratzen des Arbeitsplatzes oder der Werkplatinen zu verhindern.



Einsetzen des Wechselrad- und des Stundenradpfostens

Auf der Gegenseite der Vorderplatine (Zifferblattseite) wird der Wechselradpfosten (Edelstahl) und der Stundenradpfosten (Messing vergoldet) eingesetzt und von innen jeweils mit einer Zylinderkopfschraube M2 x 4 verschraubt.

Aufsetzen der Kugellager für die Vorderplatine

Nun werden die Kugellager, die später in der Vorderplatine sitzen, auf die entsprechenden oberen Wellenzapfen der bereits eingesetzten Räder gesetzt. Verwechslungen sind aufgrund der unterschiedlichen Lagerdurchmesser nicht möglich.

Hinweis:

Die Kugellager werden nicht geölt!

Aufsetzen der Vorderplatine auf das Werkgestell

Nun fügen Sie die Vorderplatine mit dem bereits teilmontiertem Uhrwerk auf dem Montagesockel zusammen. Drehen Sie dazu die Vorderplatine um und senken Sie diese ab. Die auf den Zapfen* sitzenden Kugellager und Pfeileransätze werden dabei vorsichtig in die entsprechenden Bohrungen eingeführt.

Die Vorderplatine wird 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 Zeigerwerks

Bauteile:

Für das Aufsetzen des Zeigerwerks* benötigen Sie:

- Wechselrad* Fach 23
- Zylinderkopfschraube M 2 x 4 Fach 23
- Viertelrad* mit Gegengewicht* Fach 23
- Inbus-Madenschraube M 2 x 2 Fach 23
- Minutenzeiger Fach 37

Zur Vermeidung einer Unwucht an der Minutenradwelle ist das Viertelrad* mit einem zum Minutenzeiger passenden Gegengewicht verpresst.

Viertelrad mit Gegengewicht aufsetzen

Das Viertelrad mit Gegengewicht wird mit dem Rad nach oben, auf die Minutenradwelle gesetzt.

Ausrichten des Minutenzeigers zum Gegengewicht

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

Der Inbusschlüssel 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. Nun muss dieser genau unter dem Zeiger stehen. Der Minutenzeiger kann nun wieder abgenommen und beiseite gelegt werden.

Wechselrad aufsetzen und verschrauben

Stecken Sie das Wechselrad auf den Wechselradpfosten (Edelstahl). Achten Sie auch hierbei auf die richtige Einbaulage. Durch Eindrehen der Zylinderkopfschraube M2 x 2 in den Wechselradpfosten sichern Sie das Wechselrad.

Hinweis:

Prüfen Sie Leichtgängigkeit und Höhenspiel des Wechselrads!*

Prüfen des Räderwerks auf Leichtgängigkeit

Nachdem Sie das Zeigerwerk* durch Anziehen der Inbus-Madenschraube M2 x 2 im Viertelrad mit dem Uhrwerk fest verbunden haben, stellen Sie das Uhrwerk aufrecht. Prüfen Sie durch Drehen am Walzenrad* das komplette Räderwerk auf Leichtgängigkeit. Hierzu kann auch der Aufzugschlüssel auf den Vierkant der Walzenradwelle gesteckt werden. Dieser wird dann im Uhrzeigersinn gedreht. Das Räderwerk ist in Ordnung, wenn es sich auch nach der Krafteinleitung am Walzenrad aufgrund der Massenträgheit noch einige Zeit ruhig und gleichmäßig weiterdreht.

Hinweis:

Prüfen Sie durch Drehen am Walzenrad das komplette Räderwerk auf Leichtgängigkeit!*

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

Das Wechselrad muss locker auf dem Pfosten sitzen und axiales Spiel aufweisen.

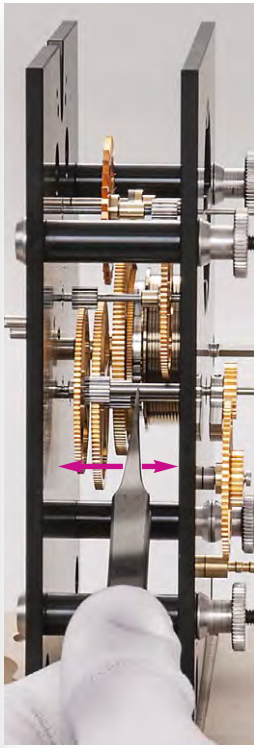
☐ OK

Gegensperrklinke

Die Gegensperrklinke muss unter Berücksichtigung des Axialspiels von Klinke und Walzenrad immer in die Verzahnung des Gegensperrrads eingreifen. Dabei darf die Klinke nicht die Verzahnung des Walzenrads berühren.

Beim Vorspannen des Gegengesperrs soll sich das Räderwerk gleichmäßig drehen und gleichförmig langsamer werden.

☐ OK



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.

Hinweis:

Sämtliche Bauteile Ihrer Mechanica M3 wurden bei uns im Haus sorgfältig kontrolliert.

Das Setzen der Hemmung

Sobald Sie das Räderwerk zusammengebaut und kontrolliert haben, bereiten Sie die Hemmungsteile für den Einbau vor.

Bauteile:

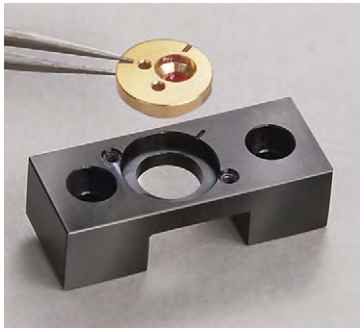
Zum Setzen der Hemmung* benötigen Sie:

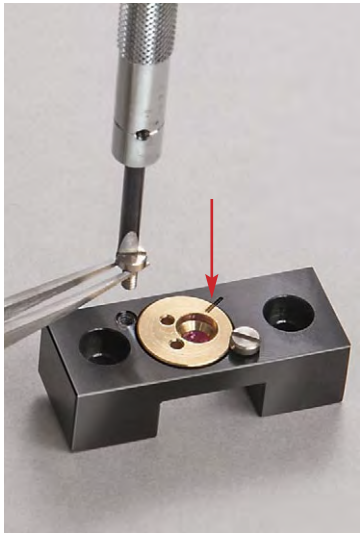
- Ankerbrücke* — Fach 26
- Exzenterlager* — Fach 26
- 2 x Zylinderkopfschrauben M2 x 4 — Fach 26
- Anker mit Ankerwelle und Ankergabel* — Fach 26
- Antriebsstift — Fach 26
- Senkkopfschraube M2 x 6 — Fach 26
- 2 x Inbus-Zylinderkopfschrauben M3 x 10 — Fach 26

Legen Sie zunächst das Werk mit dem Montagesockel zur Seite und setzen Sie das Exzenterlager* in die Taschenfräsung der Ankerbrücke*. Das Exzenterlager mit verschleißfreiem Rubinlochstein muss so eingebaut werden, dass die eingefräste Kerbmarkierung mit derjenigen auf der Ankerbrücke übereinstimmt. Das Exzenterlager wird mit zwei Zylinderkopfschrauben M2 x 4 in dieser Position fixiert.

Hinweis:

Die Funktion der Hemmung und die Justagemöglichkeiten mit Hilfe des Exzenterlagers* werden im Abschnitt „Die Hemmung“ im II. Kapitel auf Seite 90 näher erläutert.*

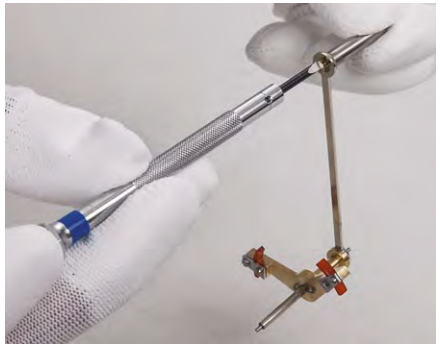




Anker mit Steinpaletten

Ihre Mechanica M3 ist mit einem Ankerkörper mit Steinpaletten aus Achat ausgestattet. Wie bei den klassischen hochwertigen Präzisionspendeluhren* vermindern auch hier die Achat-Paletten* die Reibung und gewährleisten somit einen verschleißarmen Gang Ihrer Mechanica M3. Zusätzlich sind die leuchtend roten Paletten eine Zierde für jedes Uhrwerk.

Bereiten Sie jetzt den vormontierten Anker auf den Einbau in das Werk vor, indem Sie den Pendelantriebsstift auf der Ankergabel mit einer Senkkopfschraube M2 x 6 fest verschrauben.



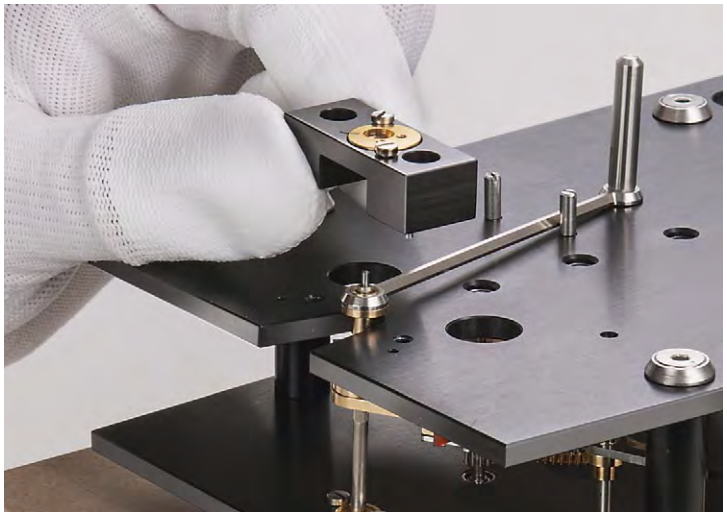
Legen Sie das Uhrwerk auf den Montagesockel. Die Werkrückseite mit der eingravierten Kaliberbezeichnung* „Mechanica W3“ zeigt nach oben. Jetzt wird der Anker mit seinem zifferblattseitigen Lagerzapfen vorsichtig in den Rubinlochstein der Ankerbuchse in der Vorderplatine gestellt.

Hinweis:

Achten Sie auf die korrekte Einbaulage der Bauteile!

Die Ankergabel* muss sich zwischen den Begrenzungsstiften auf der Hinterplatine befinden und die Paletten* des Ankers müssen dabei in die Zahnlücken des Ankerrads eingreifen.

Positionieren Sie die Ankerbrücke* mit den eingepressten Positionsstiften in den Bohrungen der Hinterplatine und führen Sie dabei den oberen Ankerzapfen vorsichtig in den Rubinlochstein des Exzenterlagers ein.



Wenn Sie sicher sind, dass der Anker korrekt sitzt und die Zapfen* sicher in die Lager eingeführt sind, schrauben Sie die Ankerbrücke mit zwei Inbusschrauben M3 x 10 auf der Hinterplatine fest.

Prüfprotokoll Hemmung

Axialspiel von Anker und Ankerrad*

Das Axialspiel zwischen den Platinen beziehungsweise der Vorderplatine und der Ankerbrücke* soll sichtbar und deutlich spürbar sein.

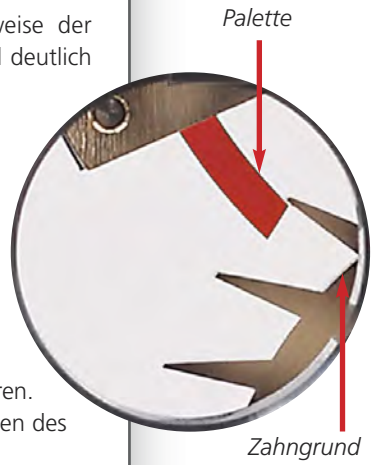
☐ OK

Position der Ankergabel zum Anker

Halten Sie die Ankergabel mittig zwischen den Begrenzungsstiften fest. Die Ankerpaletten sollen nun gleich tief in das Ankerrad eingreifen.

Die Ankergabel vorsichtig an die Begrenzungsstifte führen. Es darf keine der beiden Paletten* zwischen den Zähnen des Ankerrads auf den Zahngrund aufstoßen.

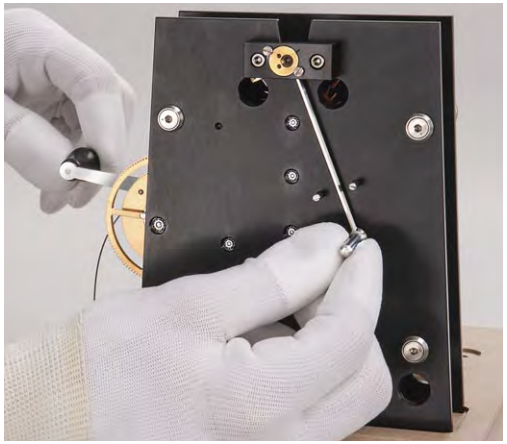
☐ OK



Prüfprotokoll Hemmung

Das Räderwerk mit der Aufzugskurbel entgegen der Aufzugsrichtung über das Gegengesperr* leicht vorspannen:

Die Ankergabel nun vorsichtig und langsam hin- und herbewegen. Bei jeder Bewegung soll ein Ankerradzahn eine Palette passieren, ohne dass die Bewegung des Ankers behindert wird.



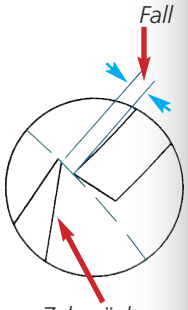
Prüfung des Falls*

Der Fall ist die freie Drehbewegung des Ankerrads nachdem ein Ankerradzahn die Hebefläche* einer Palette passiert hat (abgefallen ist) und anschließend das Ankerrad* durch die andere Palette wieder zum Stillstand kommt.

Sichtbar wird die Größe des Falls durch den Abstand der abgefallenen Zahnspitze bis zum Ende der Hebefläche der entsprechenden Palette.

Dieser Abstand soll bei allen Ankerradzähnen an Eingangs- und Ausgangspalette gleich groß sein.

☐ OK



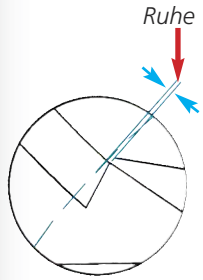
Prüfprotokoll Hemmung

Prüfen der Ruhe

Wenn der Fall an beiden Paletten gleich ist, soll jeder Ankerradzahn sicher auf die Ruheflächen* von Eingangs- und Ausgangspalette fallen. Als Ruhe wird die kleine Distanz auf der Ruhefläche* bezeichnet, die der Ankerradzahn vom Punkt des Auftreffens auf die Ruhefläche bis zum Abgleiten auf die Hebefläche zurücklegt.

Führen Sie zum Prüfen der Ruhe bei vorgespanntem Räderwerk die Ankergabel vorsichtig und langsam hin und her, betrachten Sie dabei jeden Ankerradzahn mit der Lupe durch das entsprechende Schauloch.

☐ OK



Die Hemmungsbauteile Ihrer Mechanica M3 wurden bei uns im Haus sorgfältig vorjustiert.

Sollte dennoch die Hemmung ihre 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.

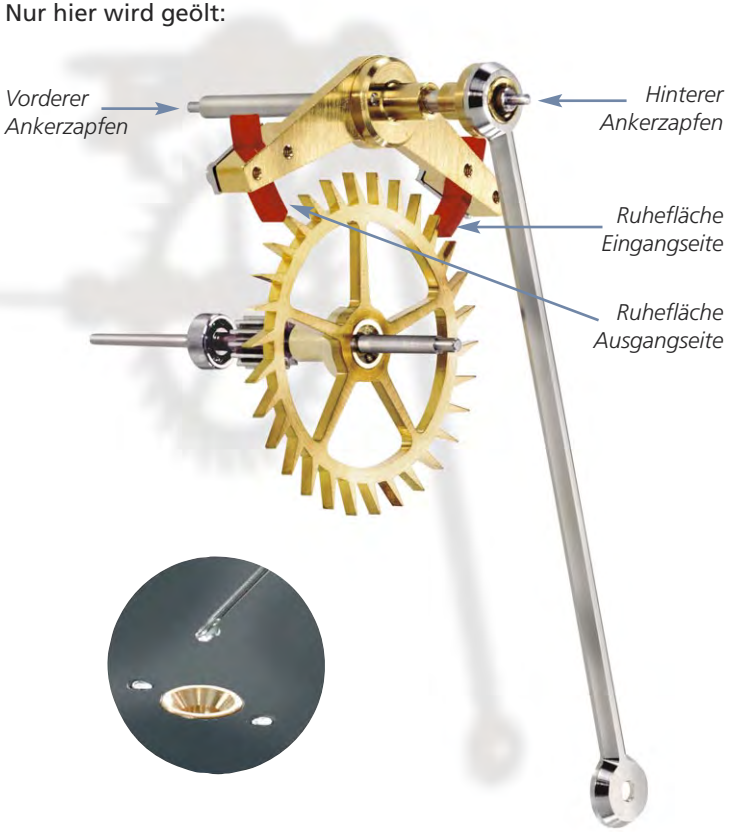
Das Ölen der Hemmung

Das Räderwerk Ihrer Mechanica M3 ist kugelgelagert und wird nicht geölt.

Die Hemmung jedoch kommt ohne **etwas Öl** nicht aus. Geben Sie deshalb einen kleinen Tropfen Öl in die Ölsenkungen* der Ankerlager, sowie an die Ruheflächen* der Ankerpaletten. Vorsicht: Zu viel Öl ist genau so schlecht wie gar kein Öl! Überflüssiges Öl kann eventuell verlaufen und das Lager austrocknen.

Benutzen Sie nur das dem Bausatz in einer Spritze beiliegende spezielle Großuhrenöl Möbius Microgliss D5.

Nur hier wird geölt:



Sicherheitshinweis:

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

Montage des Regulatorzifferblatts

Das Design des Regulatorzifferblatts* orientiert sich an den klassischen Präzisionspendeluhren* aus dem vorigen Jahrhundert und nähert sich somit optisch dem aktuellen Modell und großem Vorbild Classica Secunda 1985 aus der Großuhrenmanufaktur Erwin Sattler an.

Bauteile:

Folgende Bauteile werden benötigt:

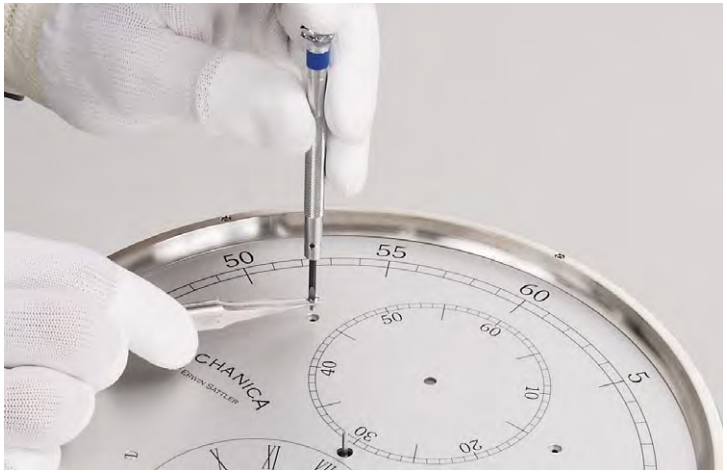
•	Stundenrad* mit Stundenrohr	Fach 23
•	Regulatorzifferblatt*	Fach 34
•	Lünette*	Fach 35
• 6 x	Inbus-Zylinderkopfschrauben M1,6 x 8	Fach 24
• 4 x	Zylinderkopfschrauben M2 x 4	Fach 24
•	Satz Regulatorzeiger	Fach 37+38

Vor der abschließenden Zifferblattmontage muss das noch fehlende Stundenrad auf den entsprechenden Pfosten aufgesetzt werden.

Testen sie auch hier ob es locker auf dem Pfosten sitzt und axiales Spiel aufweist.

Bereiten Sie nun zunächst das Regulatorzifferblatt* (als Option auch mit Durchbruch) für den Einbau vor, indem Sie die Lünette* auf das Zifferblatt aufsetzen und von vorne mit sechs Inbus-Zylinderkopfschrauben M1,6 x 8 verschrauben.

Das vormontierte Zifferblatt wird nun vorsichtig, wie schon zuvor beschrieben, auf die vier Werkpfeiler* aufgesetzt und mit vier Zylinderkopfschrauben M2 x 4 befestigt.



Aufsetzen der Zeiger

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

1. Regulator-Sekundenzeiger (darauf achten dass der Zeiger das Zifferblatt nicht berührt)
2. Regulator-Stundenzeiger (bis zum Anschlag aufdrücken)
3. Regulator-Minutenzeiger (bis zum Anschlag aufdrücken, darauf achten dass der Zeiger parallel zum Zifferblatt ist)

Hinweis:

Achten Sie beim Aufsetzen des Minutenzeigers auf die richtige Positionierung in Bezug auf das Gegengewicht (siehe Abbildung Seite 50).

Zubehör

Handgearbeiteter Zeigersatz für die M3

Für die M3 sind aufwändig in Handarbeit bombierte*, polierte und gebläute* Zeiger als Zubehör erhältlich.

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.

Ausrichten der Zeiger

Die Zeiger müssen jetzt noch ausgerichtet werden. Dazu halten Sie die Ankergabel gegen einen der beiden Begrenzungsstifte auf der Werkrückseite und richten dabei den Sekundenzeiger im Uhrzeigersinn vorsichtig auf einen Indexstrich der Sekundenskala aus.
Drehen Sie dabei möglichst nahe der Zeigerwelle, damit Sie den empfindlichen Zeiger nicht verbiegen.

Geben Sie durch Drehen an der Aufzugskurbel etwas Kraft auf das Räderwerk und führen Sie die Ankergabel langsam zwischen den Begrenzungsstiften hin und her. Kontrollieren Sie, ob der Sekundenzeiger auf die Indexstriche springt.

Dann wird der Minutenzeiger auf die volle Stunde gestellt.

Halten Sie den Minutenzeiger fest und drehen Sie den Stundenzeiger vorsichtig auf eine Stundenmarkierung.

Hinweis:

Der Minutenzeiger soll axial nicht über das Zifferblatt hinausragen.

Prüfen Sie durch vorsichtiges Drehen am Minutenzeiger, dass die Zeiger sich nicht berühren oder am Zifferblatt streifen.

Für den Einbau des Uhrwerks benötigen Sie:

Bauteile

- 2x Werkhalteschrauben Inbus M4 x 20 Fach 24

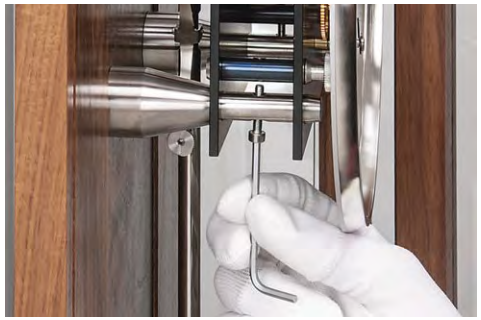
Werkzeuge:

- Inbusschlüssel Schlüsselweite 3 mm. Fach 8

Halten Sie zum Werkeinbau das fertig montierte Uhrwerk an der Lünette* fest und schieben es auf die Werkhaltepfeiler*.

Beachten Sie dabei, dass zum einen der Antriebsstift der Ankergabel links vom Abfalleinstellhebel sein muss, zum anderen dass das Stahlseil rechtsseitig frei aus dem Uhrwerk hängt.

Die beiden Werkhalteschrauben werden von unten in die vertikalen Querbohrungen der Werkhaltepfeiler eingeschoben und in den unteren Werkpfeilern verschraubt.



Hinweis:

Schützen Sie den Gehäuseboden während des Werkeinbaus vor Beschädigung durch herabfallende Bauteile oder Werkzeuge, indem Sie diesen mit einem Schaumstoffstreifen oder ähnlichem abdecken.

Montage von Seilrolle und Gewicht

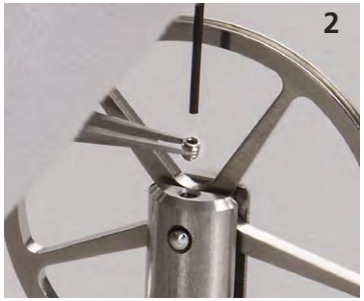
Bauteile:

Um Ihr Uhrwerk anzutreiben, müssen Sie noch das Antriebsgewicht vorbereiten. Dazu benötigen Sie:

- Seilrollenbügel Fach 9
- Seilrolle Fach 9
- Passstift Fach 9
- Inbus-Madenschraube M2 x 2 Fach 9
- Antriebsgewicht mit Gewindestück Fach 10

Die Seilrolle gleitet beim Betrieb der Uhr mit ihrer Buchse auf einem gehärteten Passstift. Geben Sie daher vor der Montage einen Tropfen Öl in die Lagerbohrung der Seilrollenbuchse.

Schieben Sie die Seilrolle in den Einschnitt des Seilrollenbügels. Der Passstift wird durch die Querbohrung des Seilrollenbügels und durch die Lagerbuchse der Seilrolle geschoben und mit Hilfe der Inbus-Madenschraube M2 x 2 von oben festgeklemmt. (Bild 1+2)



Drehen sie nun den Seilrollenbügel auf das vorstehenden Gewindestück auf der Oberseite des Aufzugsgewichtes. (Bild 3)

Kugelgelagerte Seilrolle

Zubehör

Eine als Zubehör erhältliche kugelgelagerte Seilrolle bietet neben der attraktiven Optik auch zwei technische Vorteile.

- Kugellager* sind besonders verschleißarm
- Reibungsverluste werden minimiert und ermöglichen dadurch eine höhere Gangstabilität.

Bauteile:

Zur Montage werden benötigt:

- Kugelgelagerte Seilrolle Fach 9
- Antriebsgewicht mit Gewichtshaken Fach 10

Werkzeuge:

- Aufzugskurbel Fach 8

Einhängen des Aufzugsgewichts

Das bisher aufgerollte Stahlseil des Uhrwerks wird entwickelt und die Schlaufe am Ende durch den Schlitz im Seilrollenbügel gefädelt. Hängen Sie diese Schlaufe dann in die Rille am Seilpfosten ein. Das Stahlseil darf auf keinen Fall geknickt werden. Achten Sie darauf, dass das Stahlseil in der Rille der Seilrolle läuft.

Einstellen der Gangsymmetrie

Stecken Sie die Aufzugskurbel auf den Vierkant. Die Uhr wird, wie bei allen Uhren mit Monatsgangdauer aus dem Hause Erwin Sattler, stets gegen den Uhrzeigersinn aufgezogen.

Ziehen Sie vorerst nur eine Umdrehung auf. Unter genauer Beobachtung der Pendelspitze und der Skala nun das Pendel seitlich so weit auslenken, bis – hervorgerufen durch den Fall des Ankerradzahns auf die Ankerpalette* – ein „Tick" zu hören ist. Die Zahl der Winkelminuten auf der Skala muss man sich merken. Anschließend das Pendel zur anderen Seite auslenken, bis das „Tack" zu hören ist. Idealerweise sollte auf beiden Seiten die gleiche Anzahl von Winkelminuten auf der Pendelskala abgelesen werden.

Musste das Pendel jedoch beispielsweise auf der rechten Seite weiter ausgelenkt werden als auf der linken, können Sie dies korrigieren, indem Sie die Rändelschraube am Abfalleinsteller* entsprechend nach links verdrehen.

Aufziehen der Uhr

Sobald der Abfall korrekt eingestellt ist, können Sie die Uhr ganz aufziehen. Beenden Sie den Aufziehvorgang rechtzeitig. Das Gewicht sollte nicht soweit hinaufgezogen werden, dass die Seilrolle hinter dem Zifferblatt verschwindet!

Hinweis:

Die Uhr stets gegen den Uhrzeigersinn aufziehen!

Einstellen der Uhr und Inbetriebnahme

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. Um diesen mit dem Sekundenzeiger einer anderen Uhr (zum Beispiel einer Funkuhr) zu synchronisieren, halten Sie das Pendel an, sobald der Sekundenzeiger an der Markierung der sechzigsten Sekunde angelangt ist. Lassen Sie das Pendel in dem Moment wieder los, in dem der Sekundenzeiger der Vergleichsuhr die sechzigste Sekunde erreicht.

Genießen Sie jetzt
die ersten Schwingungen
Ihrer Mechanica M3!

Regulieren Ihrer Mechanica M3

Werkzeuge:

- Regulierstift* Fach 8

Sobald Sie Ihre Mechanica M3 in Gang gesetzt und auf die genaue Uhrzeit eingestellt haben, stellen Sie ein Gewicht zur Standkorrektur* auf den Feinregulierteller* in der Pendelmitte. Die Uhr sollte nun 24 Stunden lang laufen.

Sie muss jetzt noch einreguliert werden, das bedeutet der Schwerpunkt des Pendelstabs muss so eingestellt werden, dass Ihre Uhr genau geht.

Nach einer Beobachtungszeit von 24 Stunden vergleichen Sie die Zeitanzeige Ihrer Mechanica M3, 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 M3 im Vergleich zur amtlichen Zeit.

Hinweis:

Am Ende des Buchs befindet sich eine Gangtabelle. In diese können Sie die Änderungen der Reglage eintragen und so das Regulieren Ihrer Mechanica M3 systematischer durchführen.

Darüber hinaus dient Ihnen die Tabelle zur Kontrolle der Ganggenauigkeit Ihrer Uhr.

Zu Beginn der Reglage* wird Ihre Mechanica M3 aller Voraussicht nach eine erhebliche Abweichung aufweisen. Das soll Sie nicht weiter beunruhigen, denn mit Hilfe der Reguliermutter* an der Pendelspitze können Sie die Uhr mühelos trimmen.

- Halten Sie zur groben Reglage das Pendel an. Stecken Sie den der Uhr beigegebenen Regulierstift* durch die unterhalb der Reguliermutter befindliche Bohrung im Pendelstab.
- Halten Sie diesen gut fest, um das Pendel und damit die empfindliche Pendelfeder* während des Regulierens nicht zu verdrehen.
- Lösen Sie dann die untere der beiden Muttern, die so genannte Kontermutter* und drehen Sie die Reguliermutter gezielt pro Sekunde Vorgang am Tag um etwa einen Teilstrich nach links.

Die resultierende Verlängerung der wirksamen Pendellänge des Pendels wird den Gang* der Uhr verlangsamen.

Umgekehrt verfahren Sie bei Nachgang der Uhr und drehen pro Sekunde Fehlweisung die Reguliermutter um einen Teilstrich nach rechts. Wenn Sie zuvor den täglichen Gang* der Uhr genau ermittelt haben, werden Sie die Uhr schnell grob reguliert haben.

- Schrauben Sie nach erfolgter Reglage die Kontermutter zur Sicherung stets wieder leicht gegen die Reguliermutter.

Beobachten Sie nun den Gang* Ihrer Uhr bitte über mehrere Tage. Gegebenenfalls müssen Sie in oben beschriebener Weise nochmals ein wenig nachregulieren. Als Vorbereitung zur Feinreglage* sollte Ihre Mechanica M3 auf etwa eine Sekunde Nachgang täglich einjustiert sein.

Hinweis:

Bitte zum Regulieren immer den Regulierstift verwenden, ansonsten könnte die Pendelfeder Schaden nehmen und das Pendel „abstürzen“!

Feinstellen Ihrer Mechanica M3

Bauteile

- Edelstahl-Gewichte Fach 8

Diente das Einstellen an der Reguliermutter zum Abgleich im gröberen Bereich, so bietet Ihnen das Pendel der Mechanica M3 zusätzlich noch die Möglichkeit, kleinste Gangdifferenzen ohne Anhalten der Uhr zu korrigieren.

In der Mitte des Pendelstabs befindet sich ein Feinregulierteller*. Durch die Auflage der kleinen Edelstahl-Gewichte, die wir Ihrer Mechanica M3 beigefügt haben, können Sie den Gang* der Uhr beschleunigen.

Hinweis:

Verwenden Sie zum Auflegen und Abnehmen der Gewichte die Pinzette, die Sie zur Reglage stets verfügbar im Geheimfach des Gehäuses aufbewahren können.

Je schwerer das aufgelegte Zulagegewicht ist, desto größer ist die Beschleunigung, die das Pendel erfährt und umso schneller geht die Uhr.

Durch Wegnahme eines Zulagegewichts wird sich dagegen die Schwingungsdauer des Pendels verlängern und die Uhr geht langsamer.

Zubehör

Als Zubehör bieten wir für Ihre Mechanica M3 ein zwölfteiliges Feinreguliergewichte-Set an, das im nächsten Kapitel ausführlich beschrieben wird.

Standkorrektur:

Eine Korrektur der Zeitanzeige um eine bis zwei Sekunden kann mit Hilfe der beiden ebenfalls mitgelieferten Gewichte zur Standkorrektur* vorgenommen werden. Hierzu brauchen Sie weder das Pendel noch den Sekundenzeiger zu berühren. Eines der Gewichte sollte sich daher stets auf dem Feinregulierteller befinden.

Weicht der Sekundenzeiger etwa um minus eine Sekunde von der Normalzeit ab, stellen Sie einfach das zweite Gewicht dazu. Sobald die Gangdifferenz aufgeholt ist, entfernen Sie das zusätzliche Gewicht wieder. Eine etwaige Abweichung um plus eine Sekunde lässt sich durch zeitweise Abnahme des ständig auf dem Feinregulierteller befindlichen Gewichts korrigieren.

Zubehör

Präzisions-Reguliergewichte-Set

- Präzisions-Reguliergewichte-Set Fach Z3

Für die Feinreglage* Ihrer Mechanica M3 bieten wir als Zubehör ein zwölfteiliges Feinreguliergewichte-Set an, mit dem sich die Regulierung in noch exakteren Schritten durchführen lässt. In diesem Set sind eine Auflagepinzette und zwölf Präzisionsgewichte in den folgenden Abstufungen enthalten:

Aluminium	Neusilber*
1 mg	10 mg
2 mg (zwei mal)	20 mg (zwei mal)
5 mg	50 mg
	100 mg
	200 mg (zwei mal)
	500 mg

Im Geheimfach ihrer Mechanica M3 befindet sich nochmals eine kleine gesonderte Ausfräsung, in dieser findet das Präzisionsgewichte-Kästchen exakt Platz.

Zertifizierte Präzisionsgewichte

Unsere Gewichte sind zertifiziert und entsprechen der Gewichtstoleranz-Stufe M1. Die messtechnischen Eigenschaften jedes Gewichts werden in einem vom Deutschen Kalibrierdienst (DKD) akkreditierten Labor bestimmt und durch ein Zertifikat bescheinigt. Diese Zertifizierung stammt aus der Qualitätssicherung ISO 9000 und hat (im Gegensatz zur ausschließlich in Deutschland anerkannten Eichung) internationale Gültigkeit. Eine Rekalibrierung ist in diesem Fall nicht notwendig, da die Gewichte keiner mechanischen Abnutzung unterliegen.

Damit steht Ihrer exakten Feinreglage nichts mehr im Weg!

Mit der erfolgreichen Montage und Feinstellung Ihrer Mechanica M3 ist es Ihnen gelungen, einen Präzisionszeitmesser selbst fertig zu stellen und einzuregulieren.

Hinweis:

Niemals Gehäuse offen stehen lassen!

Wie jedes andere Instrument, an dessen Genauigkeit große Anforderungen gestellt werden, verlangt auch Ihre Mechanica M3 pflegliche Behandlung und ein gewisses Maß an Wartung. Wir empfehlen Ihnen daher, das Gehäuse niemals über längere Zeit offen stehen zu lassen, damit sich möglichst kein Staub im Uhrwerk absetzen kann.

Ihre Mechanica M3 verfügt aufgrund der Konstruktion und der Verwendung zahlreicher Kugellager* über ein äußerst wartungsarmes Uhrwerk. Dennoch müssen einzelne Bauteile, wie beispielsweise die Hemmung*, geölt werden. Öl unterliegt einem gewissen Alterungsprozess, welcher die Schmierungseigenschaften 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.

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 Ihre Mechanica M3 über Jahrzehnte unermüdlich 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 M3 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.

Werkzeuge:

Für den Ausbau des Uhrwerks benötigen Sie folgendes Werkzeug:

- Inbusschlüssel Schlüsselweite 3 mm — Fach 8
- Inbusschlüssel Schlüsselweite 0,9 mm — Fach 8
- Pinzette (Kornzange) — Fach 8
- Montagesockel — Fach 2

Am besten bauen Sie das Uhrwerk im abgelaufenen Zustand aus, also wenn sich das Antriebsgewicht unten im Gehäuse befindet.

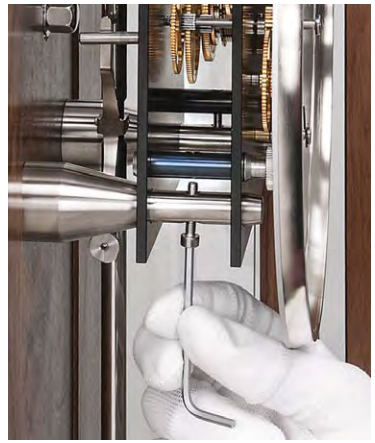
Hinweis:

Das Stahlseil muss nach Aushängen des Gewichts unbedingt gespannt bleiben!

Lösen Sie den Seilrollenbügel durch Drehen vom Gewicht. Halten Sie dabei das Gewicht gut fest und achten sie darauf, dass das Stahlseil nie entspannt wird, da es sich sonst aufgrund der eigenen Federkraft im Uhrwerk verfängt. Stellen Sie das Gewicht beiseite und fädeln Sie das Stahlseil (zuvor die Schlaufe vom Seilpfosten aushängen) durch den Seilrollenbügel, der nun auch beiseite gestellt werden kann.

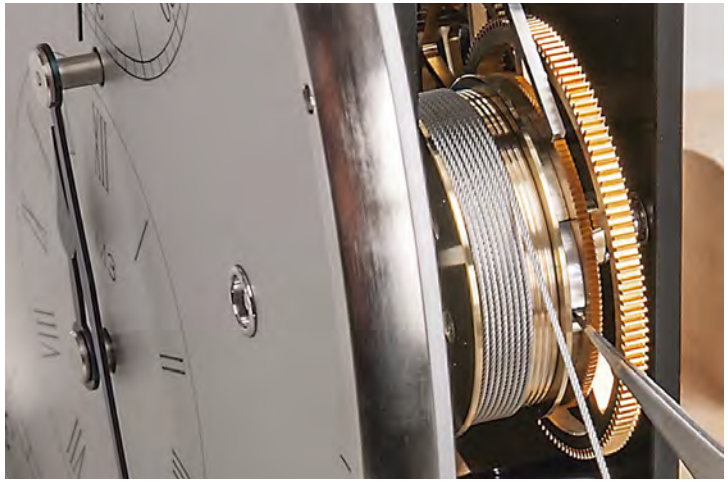
Bei der kugelgelagerten Seilrolle ist lediglich das Gewicht auszuhängen und nach Abhängen der Schlaufe, die Seilrolle auszubauen. Legen Sie Antriebsgewicht und Seilrolle sicher beiseite.

Halten Sie bis jetzt und während der folgenden Schritte das Stahlseil stets gespannt!



Lösen Sie die beiden Werkhalteschrauben mit dem Inbusschlüssel (Schlüsselweite 3 mm). Ziehen Sie das Uhrwerk vorsichtig und langsam nach vorne aus dem Gehäuse und stellen Sie das Uhrwerk sicher auf den Montagesockel. Nun sollten Sie das Uhrwerk abspannen, falls die Uhr in nicht völlig abgelaufenem Zustand ausgebaut wurde.

Dazu gehen Sie wie folgt vor: Drücken Sie mit der Spitze der Pinzette auf die Einkerbung des Sperrkegels am Walzenrad* (siehe Abbildung) und ziehen Sie währenddessen am Stahlseil, bis dieses völlig von der Seilwalze* abgewickelt ist. Das Walzenrad dreht sich bei Funktion der Uhr alle zweieinhalb Tage ein mal. Daher kann sich die Einkerbung des Sperrkegels im ungünstigsten Fall an einer schlecht zugängigen Stelle befinden. In diesem Fall muss das Stahlseil Umgang für Umgang herausgefädelt werden.



II. Kapitel

TECHNIK UND FUNKTIONSWEISE DER MECHANICA M3

Die folgenden Beschreibungen sollen Ihnen einen Einblick in die Funktionsweise und die konstruktiven Besonderheiten Ihrer Präzisionsuhr geben.

Es ist natürlich eine anspruchsvolle Aufgabe, die komplexen Zusammenhänge von Pendel, Hemmung* und Räderwerk* in relativ kurzen und verständlichen Texten dem interessierten Uhrenliebhaber näher zu bringen. Schließlich haben wir Uhrmacher drei Jahre Zeit, um uns die Grundlagen dieses Handwerks zu erarbeiten.

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

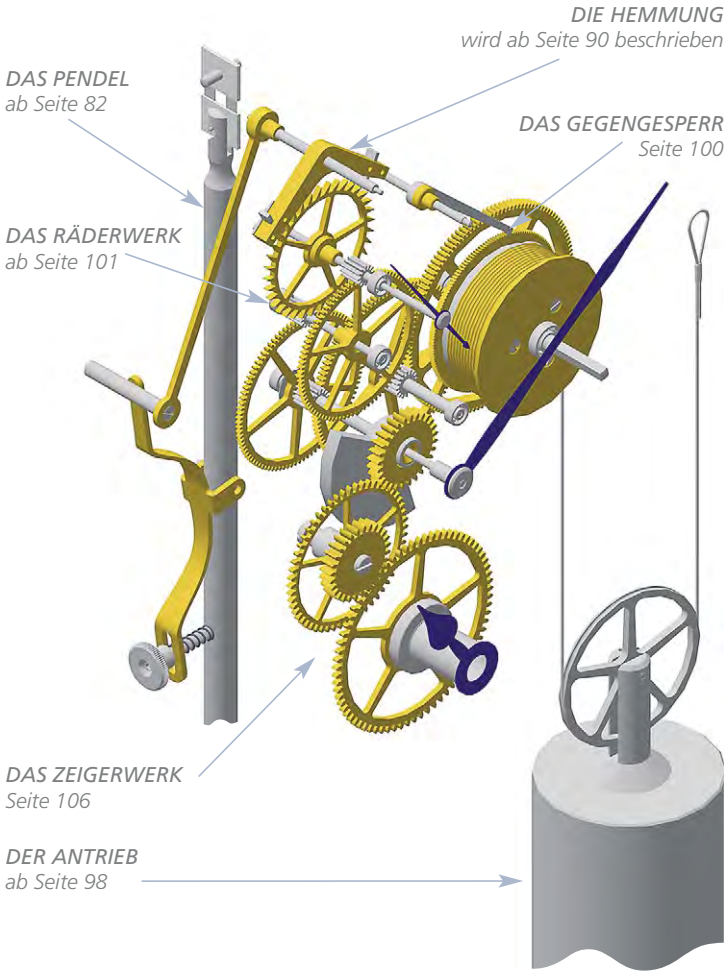
Es ist das faszinierende Zusammenspiel von Naturgesetzen und einer auf den ersten Blick einfachen Mechanik, welches uns erlaubt, den Ablauf der Zeit mit einer enormen Präzision zu messen.

Die Uhrmacher haben in den letzten Jahrhunderten große Anstrengungen unternommen, um mit den ihnen zur Verfügung stehenden Mitteln die Genauigkeit der Präzisionspendeluhren 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 Präzisionspendeluhr 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 M3 sogar etwas Begreifbares im wörtlichen Sinne.

Wenn Sie sich nun die Zeit nehmen und versuchen die Abläufe in Ihrer Mechanica M3 nachzuvollziehen, können Sie unsere Begeisterung für die Uhrmacherei teilen und betrachten Ihre Uhr wissend mit anderen Augen.



MECHANICA
BY ERWIN SATTLER
M3

Das Pendel

Das Pendel* ist bis heute das genaueste mechanische Schwingsystem. Es unterteilt die Zeit in genau definierte Abschnitte. Die Schwingungsdauer wird durch seine Länge und die uns alltäglich umgebende Schwerkraft bestimmt. Diese Entdeckung machte Galileo Galilei 1585 und verhalf so der Zeitmessung zu einem Durchbruch.

Seinen Beobachtungen zu Folge schwingt ein Pendel unabhängig von seiner Schwingungsweite zeitgleich, wir sagen heute isochron*.

Bei genauerer Betrachtung trifft dies aber nur bei sehr kleinen Schwingungsweiten annähernd zu.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Genauigkeit des Pendels in einer Uhr von einer gleich bleibenden Länge, einer gleich bleibenden kleinen Schwingungsweite und der konstanten Schwerkraft abhängt.

Die Länge eines Pendels oder genauer die des Pendelstabs ist nun aber abhängig von äußeren Einflüssen wie der Temperatur. Eine Erhöhung derselben bewirkt bei den meisten festen Materialien eine Ausdehnung, beim Pendelstab also eine Verlängerung. Beim Abkühlen zieht sich der Pendelstab zusammen und wird kürzer.

Das Resultat ist eine längere Schwingungsdauer bei Erwärmung und eine Verkürzung der Schwingungsdauer beim Abkühlen.

Um die Schwingungsweite oder Amplitude* des Pendels konstant aufrecht zu erhalten, ist es notwendig dem Pendel in regelmäßigen Abständen die Energie zuzuführen, welche es bei jeder Schwingung durch Reibung in der Luft und der Aufhängung (der Pendelfeder*) verliert.

Nun stellt sich die Frage, wie es den Uhrmachern in den letzten 400 Jahren gelungen ist, diese Einflüsse zu kompensieren, die ein genaues Gehen der Pendeluhren erschwerten.

Dazu müssen wir den Aufbau unseres Pendels erst einmal genauer betrachten.

Es besteht aus dem Pendelstab, einem Kompensationsrohr* auf dem das Pendelgewicht ruht, der Reguliermutter* und deren Kontermutter*. Etwa in der Mitte des Pendelstabs ist der Feinregulierteller und am oberen Ende der Abfalleinsteller* angebracht.

Zubehör

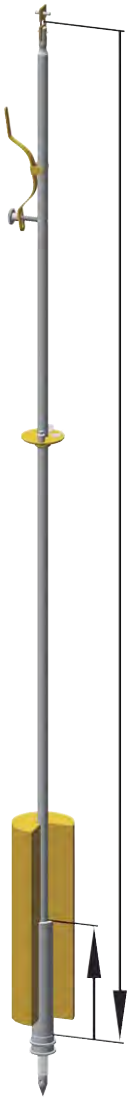
Zur Kompensation der durch Luftdruckschwankungen bedingten Gangänderungen ist als Zubehör ein Barometerinstrument erhältlich, das im nächsten Abschnitt ausführlich erklärt wird.

Wie wir wissen, dehnt sich der Pendelstab bei Erwärmung aus und unsere Uhr geht nach.

Aus diesem Grund ist die Verwendung eines Materials mit sehr geringer Wärmeausdehnung wichtig. Gegen Ende des 19. Jahrhunderts entdeckte der französische Wissenschaftler Charles-Édouard Guillaume eine Eisen-Nickellegierung, welche sich etwa zehnmal weniger als normaler Stahl oder fünfmal geringer als Holz ausdehnt. Er nannte es Invar*, von invariabel abgeleitet.

Für normale Gebrauchsuhren waren schon mit den verwendeten Holzstabpendeln vorzügliche Gangergebnisse von wenigen Sekunden in der Woche möglich.

Um nun die Genauigkeit auf wenige Sekunden Abweichung im Monat zu steigern, reicht es jedoch nicht aus, einfach einen Invarstab zu verwenden, sondern es ist erforderlich, auch noch die schon sehr geringe Längenausdehnung des Invarstabs zu kompensieren.



Aus diesem Grund sitzt auf der Reguliermutter unseres Pendels das sogenannte Kompensationsrohr, auf dem dann das Pendelgewicht ruht. Dieses kurze Rohr besteht aus Stahl und ist so berechnet, dass seine Ausdehnung bei Erwärmung exakt soviel beträgt, wie sich der gesamte Invarstab nach unten verlängert (siehe Abbildung). Demzufolge wird die Position des Pendelgewichts, welche in etwa der Position des Pendelschwerpunkts entspricht, konstant gehalten.

Diese Art der Temperaturkompensation wurde 1896 von Sigmund Riefler erfunden und hat sich seitdem beim Bau von Präzisionspendeluhren* vielfach bewährt.

Nachdem wir nun das Thema der konstanten Pendellänge, oder genauer formuliert des konstanten Schwingungsmittelpunkts, erläutert haben, müssen wir auf die Konstante der Schwerkraft eingehen.

Die Schwerkraft ist neben der Pendellänge für die Schwingungsdauer ausschlaggebend. Diese uns nur allzu gut bekannte Kraft ist an einem Ort konstant, ändert sich aber, wenn wir uns von Nord nach Süd bewegen oder unsere Höhe zum Meeresspiegel ändern. Aus diesem Grund muss eine Pendeluhr am jeweiligen Aufstellungsort einreguliert werden, das heißt, wir gleichen die Pendellänge der örtlichen Schwerkraft an.

Dazu bedienen wir uns der Reguliermutter und verändern durch das Hoch- oder Herunterschrauben den Schwerpunkt des Pendels. Durch diese Maßnahme können wir die Uhr auf ein bis zwei Sekunden Abweichung pro Tag einjustieren. Um aber eine Ganggenauigkeit von zwei bis drei Sekunden im Monat zu erreichen, müssen wir nun mit Hilfe der wenige Milligramm schweren Feinreguliergewichte den Schwingungsmittelpunkt des Pendels korrigieren.

Dazu legen wir die Gewichte auf den Feinregulierteller in der Mitte des Pendelstabs und erreichen damit eine minimale Verlagerung des Schwerpunkts nach oben und so eine kleine Beschleunigung der Pendelschwingung.

Wenn wir eines dieser Gewichte entfernen, verlängert sich die Schwingungsdauer und unsere Uhr wird langsamer.

Bisher kann man also sagen, dass das Pendel der Mechanica M3 die wichtigsten Vorraussetzungen für eine erstklassige Präzisionspendeluhr* erfüllt.

Die letzte noch offene Frage ist die der gleich bleibenden Schwingungsweite des Pendels. Diese ist nicht abhängig von der Konstruktion des Pendels, sondern von der Kraft, die dem Pendel zur Aufrechterhaltung seiner Schwingung zugeführt wird.

Diese Kraft wird dem Pendel vom Uhrwerk mit Hilfe der so genannten Hemmung*, welche die Verbindung vom Räderwerk* zum Schwingsystem herstellt, zugeführt.

Der Aufbau und die Funktion der Hemmung werden ab Seite 90 genauer erläutert.

Wir wissen aber schon, dass diese die Aufgabe hat, das Pendel in Schwingung zu halten. Da die Reibungen von Luft und Aufhängung nahezu konstant sind, muss die Kraft, die dem Pendel zugeführt wird, ebenfalls so konstant wie möglich gehalten werden. Dies ist Aufgabe des Uhrwerks und dessen Antriebs.

An dieser Stelle sei nur erwähnt, dass der Antrieb durch ein ablaufendes Gewicht erzielt wird, das durch die konstante Schwerkraft am Aufstellungsort eine gleich bleibende Kraft auf das Räderwerk ausübt.

Der Antrieb Ihrer Mechanica M3 wird im Abschnitt „Antrieb und Räderwerk“ ab Seite 99 erläutert.

Luftdruckkompensation durch Barometerinstrument

Neben Temperaturänderungen, deren Auswirkung durch die Temperaturkompensation ausgeglichen wird, verursachen auch Luftdruckschwankungen Gangänderungen. Diese Gangabweichung, auch Luftdruckkonstante des Pendels genannt, beträgt, abhängig von der Form des Pendelkörpers und dessen spezifischen Gewichts, etwa ein bis zwei Hundertstel Sekunden pro mbar (Millibar) am Tag. Dieser Fehler wird durch die Änderung des Luftwiderstands und des Auftriebs des Pendels verursacht. Im Mittel beträgt der Luftdruck auf Meereshöhe (NN) 1013 mbar und schwankt zwischen 930-1070 mbar (hPa, Hektopascal). Daraus folgt, wie Messungen auf unserem eigenen Pendelprüfstand gezeigt haben, dass sich bei extremen Druckveränderungen von 100 mbar der Gang* Ihrer Uhr um etwa ein bis zwei Sekunden pro Tag verändern kann.

Zum Ausgleich dieser Abweichungen entwickelte die Firma Riefler eine Luftdruckkompensation durch Aneroiddosen*, wie diese auch in Dosenbarometern und Höhenmessern Verwendung finden. Die Schwankungen des Luftdrucks sind in der Regel kurzfristig. Da sich diese eventuell ausgleichen können, fallen sie bei längeren Gangbeobachtungen von etwa einem Monat kaum ins Gewicht. Der Einsatz der Luftdruckkompensation ist dennoch sinnvoll.

Man kann nicht davon ausgehen, dass sich der Luftdruck zwischen den Kontrollen des Uhrenstands* exakt ausgeglichen hat. Eine gute Präzisionspendeluhr* zeichnet sich aber durch ein konstantes Gangverhalten aus und wird durch äußere Störeinflüsse nicht beeinträchtigt.

Das als Zubehör für Ihre Mechanica M3 erhältliche Barometerinstrument kompensiert Gangschwankungen, die durch Luftdruckänderungen verursacht werden. Genauer gesagt sind es die Veränderungen der Luftdichte beziehungsweise des Luftgewichts, das sich proportional zum Luftdruck verhält. Die Gangschwankungen bei steigender Luftdichte resultieren aus dem stärkeren Auftrieb des Pendels. Dieser verursacht zusammen mit anderen Einflussfaktoren, wie dem erhöhten Luftwiderstand, eine Verlangsamung der Pendelschwingung.

Wie stark sich dieser Fehler auf das Pendel auswirkt, hängt von der Form des Pendels und dem spezifischen Gewicht ab. Die Auswirkungen lassen sich nicht hinreichend genau berechnen und müssen durch sehr zeitaufwändige Messungen mit einem von Umwelteinflüssen isolierten Pendelprüfstand in einem abgedichteten Glastank ermittelt werden. Für alle Komponenten Ihrer Mechanica M3 wurden diese Messungen in monatelangen Testreihen im eigenen Labor der Großuhrenmanufaktur Erwin Sattler OHG durchgeführt.

Die Funktion der Kompensation beruht auf Veränderungen des Trägheitsmoments des Pendels durch das Verschieben einer Masse am Pendelstab und bewirkt eine Änderung der Schwingungsdauer. Die Verschiebung erfolgt bei dieser Art der Kompensation durch die fünf Aneroiddosen* oder Barometerdosen mit dem sich darauf befindlichen Gewicht. Jede dieser Dosen besteht aus zwei dünnen, im Unterdruck zusammengelöteten Metallmembranen. Ein Ansteigen des Luftdrucks außerhalb der Dosen drückt diese zusammen und senkt so das Auflagegewicht ab. Es ergibt sich eine Gesamtverschiebung von 1,5 mm bei einer Druckänderung von 100 mbar. Temperatureinflüsse wirken sich durch die Konstruktion der Dosen nicht auf den Gesamthub aus. Das Instrument wird zwischen Pendeldrehpunkt (Pendelfeder*) und der Mitte des Pendelstabs montiert. Die in der Montageanleitung angegebene Position ist genau einzuhalten, weil davon die exakte Wirkung der Kompensation abhängt.

Funktionsweise der Barometerkompensation:

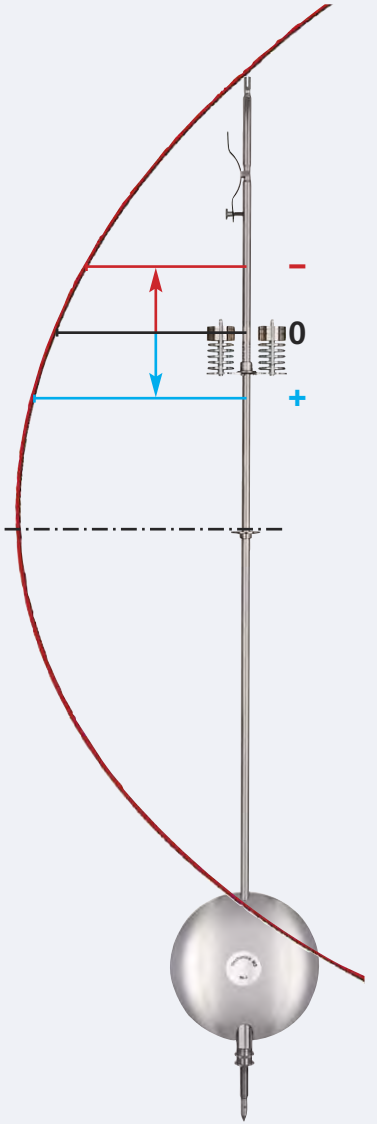
Bei steigendem Luftdruck erhält das Pendel mehr Auftrieb und die Luftreibung vergrößert sich. Das Pendel würde ohne Kompensation langsamer schwingen und Ihre Uhr ginge nach. Die Aneroiddosen* der Luftdruckkompensation werden zusammengedrückt.

Das Auflagegewicht verschiebt sich somit nach unten und die Pendelschwingung wird beschleunigt. Der aufmerksame Uhrenbausatzkunde wird sich an dieser Stelle fragen, ob uns hierbei nicht ein Fehler unterlaufen ist. Schließlich verändern wir so den physikalischen Schwerpunkt des Pendels und das müsste doch zu einer Verlangsamung der Schwingung führen! Beim Regulieren Ihrer Mechanica M3 haben Sie doch genau das getan? Durch Verschieben der Pendellinse* nach unten geht die Uhr langsamer. Durch das Entfernen eines Feinreguliergewichts vom Auflageteller wird der gleiche Effekt erzielt! Um diesen etwas verwirrenden Sachverhalt aufzuklären stellen wir uns ein mathematisches (ideales) Pendel vor, das aus einem masselosen Pendelstab und einem punktförmigen Pendelgewicht mit einer beliebigen Masse besteht.

Wenn wir bei diesem Pendel die Masse des Pendelgewichts vergrößern hat es keinen Einfluss auf die Schwingungsdauer. Genau so verhält es sich, wenn wir im Drehpunkt des Pendels (Aufhängung) eine Masse anbringen würden. Beides hat keinen Einfluss auf das Trägheitsmoment des Pendels und somit auf die Schwingungsdauer. An jedem anderen Punkt am Pendelstab zwischen Drehpunkt und Pendelgewicht wirkt sich das Hinzufügen einer Masse beschleunigend auf die Schwingungsdauer aus. Dieser Effekt ist in der Mitte zwischen diesen beiden Punkten am größten. Genau diesen Sachverhalt nutzen Sie ja auch beim Feinregulieren* Ihrer Mechanica M3. Wenn wir die Größen der Auswirkungen in Bezug zur Position am Pendelstab betrachten, ergibt sich als Wirkungslinie die in der nebenstehenden Abbildung gezeigte Parabel. Diese kreuzt den Pendelstab am Drehpunkt an der Pendelfeder und dem Schwerpunkt (Schwingungsmittelpunkt) auf Höhe des Pendelkörpers. Der Scheitelpunkt (maximale Beschleunigung) befindet sich in der Mitte des Pendelstabs.

Wie in der schematischen Abbildung gezeigt, resultiert daraus, dass eine Masse oberhalb der Mitte, welche nach unten bewegt wird, eine Beschleunigung der Schwingungsdauer hervorruft. Nach diesem Prinzip funktioniert Ihre Kompensation. Daraus wird auch deutlich, warum die Position des Instruments so wichtig ist. Je weiter oben es montiert wird, desto geringer wird die Steigung der Parabel und desto stärker wirkt sich die Verschiebung des Auflagegewichts auf die Schwingungsdauer aus. Das heißt: Über das Verschieben des Instruments oder das Verändern dessen Auflagegewichts lässt sich die Kompensationswirkung verändern. Diesen Effekt können Sie auch an Ihrer Mechanica M3 nachvollziehen, indem Sie zum Beispiel den Regulierteller am Pendelstab, ausgehend vom Scheitelpunkt in der Mitte der Parabel, nach unten oder nach oben verschieben. Dabei wird sich die Schwingungsdauer jeweils verringern!

Die Position des Barometerinstruments bei den verschiedenen Pendelausführungen ist auf den Abbildungen auf Seite 35 ersichtlich.



Die Hemmung

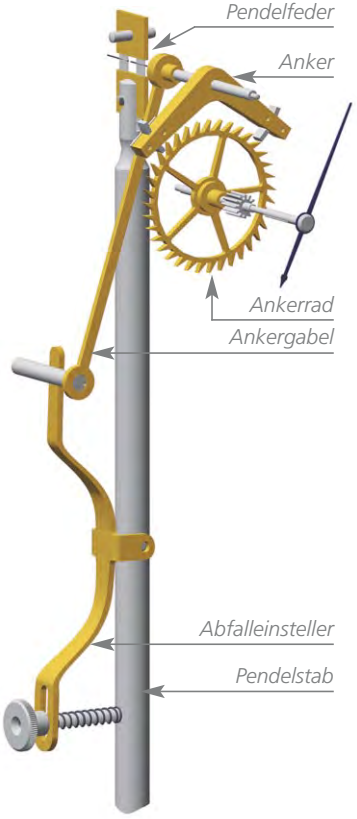
Die Hemmung hat zwei wichtige Aufgaben:

- Diese stellt die Verbindung zwischen Räderwerk* und Schwingsystem her. Dabei führt sie dem Pendel bei jeder Halbschwingung die Energie zu, welche das Pendel durch Reibung verliert.
- Darüber hinaus hemmt diese den vorzeitigen Ablauf des Räderwerks.

Die zeitliche Abfolge wird dabei durch das Pendel gesteuert. So ist es uns nun möglich, die gleichförmigen Schwingungen des Pendels mit Hilfe des Räderwerks zu zählen und mit den Zeigern anzuzeigen.

Seit der Entdeckung des Pendels als Schwingsystem für Großuhren wurden verschiedene Hemmungssysteme entwickelt, die ihre Aufgaben mehr oder weniger gut erfüllten.

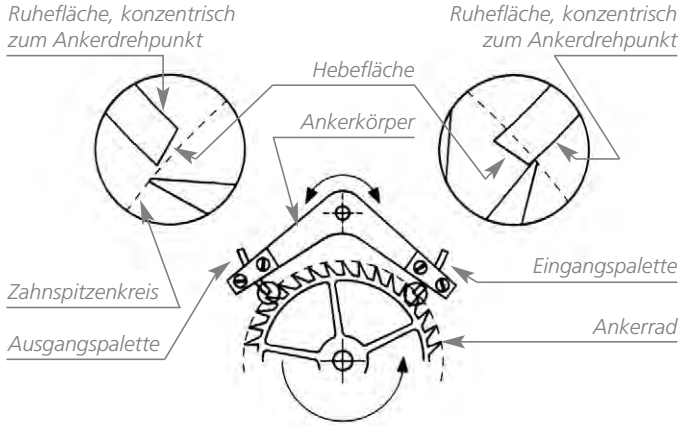
In unserer Mechanica M3 wird eine so genannte ruhende Ankerhemmung verwendet, die um 1720 von dem englischen Uhrmacher George Graham erfunden wurde und aus diesem Grund auch Grahamhemmung* genannt wird. Diese stellt die logische Weiterentwicklung der bis dato verwendeten Hemmungen dar und ist bis heute in ihrer genial einfachen Konstruktion, ihrer sehr hohen Zuverlässigkeit und Genauigkeit unübertroffen. Alle nach ihr entwickelten Hemmungen waren in einigen Fällen sogar noch genauer, aber konstruktiv deutlich aufwändiger und dadurch auch anfälliger in ihrer Funktion.



Um die Genialität dieser Hemmung zu verstehen, müssen wir zum Einen die Konstruktion und zum Anderen die physikalischen Grundlagen näher betrachten.

Der Aufbau der Hemmung und die Bezeichnung der einzelnen Bauteile sind der Abbildung 1 zu entnehmen.

Abbildung 1



Die eigentliche Hemmung besteht aus dem spitz verzahnten Ankerrad* und dem Anker mit seinen beiden Paletten*. Das Ankerrad ist wie alle anderen Räder des Werkes zwischen den beiden Platinen* des Werkgestells gelagert.

Der Ankerkörper ist mit der Ankergabel* auf einer drehbaren Welle* befestigt, die zwischen der Vorderplatine und der auf der Hinterplatine angebrachten Ankerbrücke* gelagert ist.

So reicht die Ankergabel hinter das Werk und kann nun die Verbindung zum Pendel herstellen. Diese Verbindung darf man als starr bezeichnen und daraus folgt, dass der Anker die gleiche Drehbewegung wie das Pendel vollzieht.

Vorraussetzung dafür ist allerdings, dass sich die Drehpunkte von Anker und Pendel auf der gleichen gedachten Linie befinden.

Wir sehen, dass die Eingangs- und Ausgangspalette durch die Bewegung des Pendels und damit auch des Ankers, abwechselnd in den Zahnspitzenkreis des Ankerrads eingreifen.

Die Paletten bestehen aus Achat, haben eine leicht gebogene Form und sind kreisförmig um den Ankerdrehpunkt angeordnet. Die Enden der Paletten, die in den Zahnspitzenkreis eingreifen, sind schräg angeschliffen und poliert. Diese werden als Hebeflächen* bezeichnet.

Den äußeren Radius der Eingangspalette und den inneren Radius der Ausgangspalette bezeichnen wir jeweils als Ruhefläche*. Wie wir schon wissen, erteilt die Hemmung dem Pendel regelmäßig Impulse zum Aufrechterhalten der Schwingung.

Dabei ist es von Vorteil, dass der Impuls oder Antrieb auf das Pendel dann stattfindet, wenn das Pendel während seiner Schwingung die größte Geschwindigkeit und damit seine größte bewegte Energie besitzt. Dies ist der Fall, wenn es durch die Nulllage schwingt. Zu diesem Zeitpunkt wirken sich Störungen auf die Schwingung am geringsten aus.

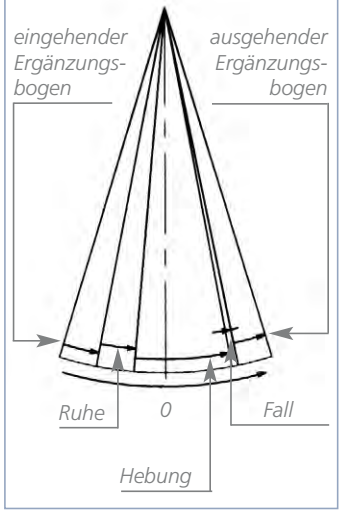
Hinweis:

Den „Funktionsablauf der Hemmung" (Abbildungen 3 A bis G) finden Sie auf den Seiten 132-134.

Den Hemmungsablauf und damit eine Halbschwingung des Pendels unterteilen wir in fünf Abschnitte, die in der Abbildung 2 als Winkelabschnitte dargestellt sind. Der komplette Funktionsablauf der Hemmung und die dazugehörige Position des Pendels sind während einer Halbschwingung des Pendels in den Abbildungen 3 A bis G „Funktionsablauf der Hemmung" wird ab Seite 132 dargestellt.

Abbildung 2

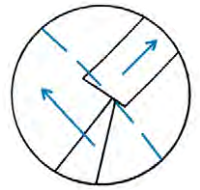
Eine Halbschwingung des Pendels vom linken zum rechten Umkehrpunkt, aufgeteilt in die 5 Winkelabschnitte



Um auf die einzelnen Abschnitte genauer eingehen zu können, ist es wichtig, dass Sie vorher den Funktionsablauf im Detail betrachten.

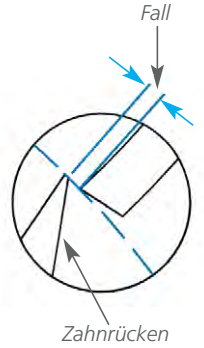
Nun zu den Erläuterungen der einzelnen Bewegungsabläufe

Beginnen wir mit der Hebung.



Die Hebung* ist eine der beiden wichtigen Funktionen der Hemmung. Während der Hebung wird dem Pendel die zur Aufrechterhaltung der Schwingung notwendige Energie zugeführt. Dies geschieht, in dem eine Zahnspitze des Ankerrads über die Hebefläche* einer Palette gleitet und dabei den Anker, welcher mit dem Pendel verbunden ist, in eine Drehbewegung versetzt. Bei unserer Grahamhemmung* erfolgt die Hebung, während sich das Pendel durch seine Nulllage bewegt.

Nach der Hebung vollzieht sich der so genannte Fall.



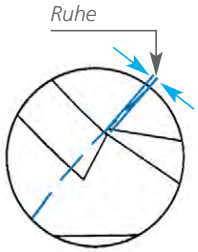
Der Fall* ist die freie Drehbewegung des Ankerrads, nachdem der Ankerradzahn von der Hebefläche abgefallen ist. Er stellt eine Sicherheitsgröße dar, die für die Funktion der Hemmung unbedingt notwendig ist. Das heißt, er ermöglicht es der Palette bei der nächsten Halbschwingung wieder in den Zahnspitzenkreis einzutauchen, ohne am Zahnrücken aufzusetzen. Darüber hinaus gewährt ein größerer Fall die Hemmungsfunktion auch bei kleinsten Teilungsfehlern* des Ankerrads. Um die größtmögliche Funktionssicherheit zu gewährleisten, muss der Fall von beiden Paletten aus gleich groß sein.

Der Ankerradzahn ist von der Hebefläche der Eingangspalette abgefallen, ein anderer Zahn des Ankerrads fällt auf die Ruhefläche der Ausgangspalette und das Pendel schwingt nun weiter Richtung Umkehrpunkt. Während dieser Zeit steht das Ankerrad still, der Bewegungsablauf des Räderwerks wird also gehemmt.

Wir sehen, dass jetzt die zweite wichtige Aufgabe der Hemmung erfüllt ist und können uns nun vorstellen, warum es sich bei der Grahamhemmung um eine ruhende Hemmung handelt.

Die Bezeichnung „ruhend" bezieht sich dabei auf das Ankerrad, das, während es an einer der beiden Ruheflächen anliegt still steht und somit auch beim weiteren Eintauchen einer Palette (während des Weiterschwingen des Pendels) ruht. Dies wird durch die konzentrisch* zum Ankerdrehpunkt angeordneten Paletten ermöglicht und hat den Vorteil, dass die Reibung der Ankerradzähne an den Ruheflächen konstant gehalten wird.

Der Weg, den das Pendel nach der Hebung bis zu seinem Umkehrpunkt zurücklegt, ist der ausgehende Ergänzungsbogen*. Analog dazu ist der eingehende Ergänzungsbogen der Weg, den das Pendel vom Umkehrpunkt bis zur Ruhe vollzieht. Dieser Überschwung des Pendels sollte in etwa so groß sein, wie der Weg des Pendels von der Nulllage bis zum Ende der Hebung. Somit wird wiederum eine Sicherheit geschaffen, welche die Funktion der Uhr auch dann ermöglicht, wenn diese leicht schief hängt und das Abfallen der Ankerradzähne von den beiden Paletten nicht symmetrisch zur Nulllage des Pendels erfolgt. Diesen Fehler nennen wir Uhrmacher deshalb auch den Abfallfehler. Die benötigte Symmetrie des Abfalls wird mit Hilfe des so genannten Abfalleinstellers* am Pendelstab eingestellt. Dieser Abfallfehler ist akustisch leicht wahrnehmbar, wenn das Ticken Ihrer Uhr nicht in zeitgleichen Abständen erfolgt und es sich anhört, wie wenn die Uhr „hinken" würde. Durch das Drehen an der Rändelschraube des Abfalleinstellers wird die Position des Pendels zum Anker soweit verdreht, bis das Ticken beim Schwingen des Pendels zu beiden Seiten der Pendelskala gleich erfolgt.



Der letzte noch zu klärende Begriff ist die so genannte Ruhe.

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

Zusammenfassend können wir sagen, dass neben dem Fall auch die Ruhe eine Sicherheit gegen leichte Rundlauffehler* des Ankerrads darstellt.

Das Ankerrad Ihrer Mechanica M3 wurde bei uns so präzise gefertigt, dass wir einen Rundlauffehler* von unter zwei Hundertstel Millimeter garantieren können. Verstellen lässt sich der Betrag der Ruhe durch das Verschieben einer Palette im Ankerkörper.

Bei Ihrer Uhr ist die Ruhe etwas großzügiger voreingestellt, um eine sichere Funktion in der Serienproduktion zu gewährleisten.

Wie Sie aus Abbildung 2 sehen, verschiebt dabei die Ruhe die Hebung etwas aus der Nulllage. Daher ist es theoretisch sinnvoll die Ruhe so knapp wie möglich einzustellen und dann zu prüfen, ob wirklich jeder Ankerradzahn gerade noch auf die Ruhefläche fällt.

Notwendig für den einwandfreien Betrieb ist dies aber nicht und sollte deshalb nur dann vorgenommen werden, wenn Sie sich das Verschieben der Paletten um diese kleinen Beträge auch wirklich zutrauen.

Die gleiche Vorsicht ist ebenfalls beim Feineinstellen des Falls geboten.

Wie oben schon erwähnt, sollte der Fall von beiden Paletten aus gleich groß sein. Um die von uns voreingestellte Hemmung auf Fall und Ruhe zu prüfen, übt man mit Hilfe des Aufzugsschlüssels entgegen der Aufzugsrichtung etwas Druck auf das Räderwerk aus.

Nun können Sie den Anker an der Ankergabel* langsam hin- und herbewegen und mit der Lupe durch die beiden Schaulöcher in der Hinterplatine das Hemmungsspiel beobachten. Dabei achten wir zuerst auf den Fall.

Der Fall ist die freie Drehbewegung des Ankerrads, nachdem ein Zahn von der einen Palette abgefallen ist und von einem anderen Zahn auf der anderen Palette gestoppt wird.

Nun kontrollieren wir den Weg des abgefallenen Zahns vom Ende der Hebefläche bis zur Spitze des Zahns. Dieser Weg ist der Fall, den wir nun abwechselnd an der Eingangs- und Ausgangspalette betrachten, während wir die Ankergabel* vorsichtig hin- und herbewegen.

Zugegeben, es bedarf schon ein wenig Geduld und Übung, um die kleinen Unterschiede zu erkennen, zumal die Hemmung ja schon voreingestellt ist und normalerweise einwandfrei funktioniert.

Sollten Sie dennoch einen größeren Unterschied zwischen dem Fall an den Paletten feststellen, können Sie durch ein leichtes Verdrehen des Exzenterlagers* in der Ankerbrücke* den Fall korrigieren. Ist der Fall an der Ausgangspalette zu groß, verdrehen Sie das Exzenterlager ganz leicht im Uhrzeigersinn. Ist er zu klein, drehen Sie entgegengesetzt.

Wenn Sie nach einigem Probieren den Fall so gleich wie möglich eingestellt haben, prüfen Sie die Ruhe. Das heißt Sie kontrollieren, ob jeder Zahn des Ankerrads bei beiden Paletten sicher auf die Ruhefläche auffällt.

Falls ein Zahn tatsächlich auf die Hebefläche* auftrifft, bleibt uns nichts anderes übrig, als eine der beiden Paletten tiefer in den Eingriff* des Ankerrads zu schieben.

Beim Einstellen der Hemmung ist es unbedingt notwendig, die vorgegebene Reihenfolge, also zuerst den Fall dann die Ruhe, einzuhalten, da durch das Verdrehen des Exzenterlagers auch die Eingriffstiefe der Paletten in das Ankerrad verändert wird.

Um nun eine Vorstellung von der enormen Präzision zu bekommen, die Pendel und Hemmung Ihrer Mechanica M3 leisten, können wir eine kleine Rechnung aufstellen:

60 Sekunden pro Minute

60 Minuten pro Stunde und

24 Stunden pro Tag ergeben: 86.400 Sekunden pro Tag bzw.

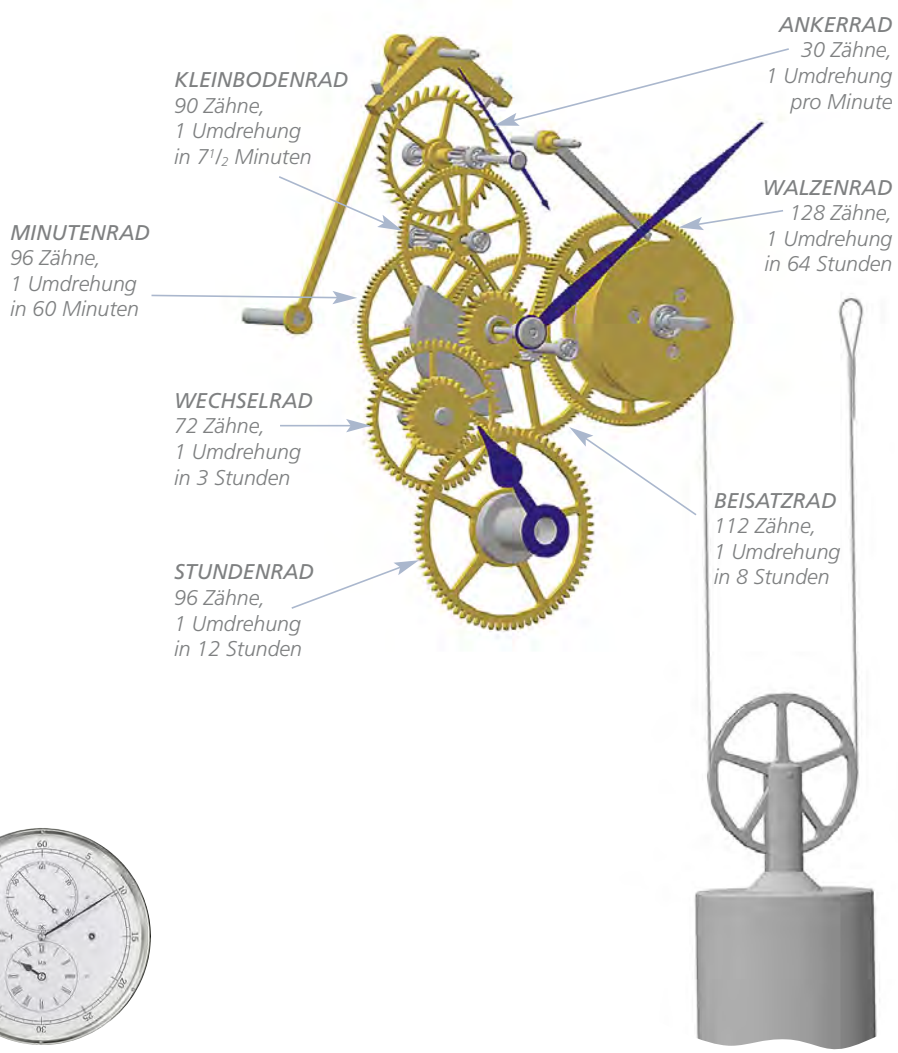
7 Tage pro Woche ergeben: 604.800 Sekunden pro Woche.

Würde Ihre Mechanica M3 nun um eine Sekunde pro Tag abweichen, entspräche dies einer unglaublichen Genauigkeit von 99,9989%!

Bei einer durchaus realistischen Abweichung von nur einer Sekunde pro Woche ergibt dies eine Genauigkeit von 99,9998%!

Antrieb und Räderwerk

Der Antrieb in Verbindung mit dem Räderwerk* hat die Aufgabe, die Hemmung* und damit das Pendel mit Energie zu versorgen. Darüber hinaus treibt das Räderwerk auch die Zeiger an.



Der Antrieb

Wie schon zuvor im Abschnitt über das Pendel beschrieben, wird zur Aufrechterhaltung einer möglichst gleich bleibenden Schwingung eine ebenfalls gleichmäßige Antriebskraft benötigt.

Diese Kraft beziehen wir aus einer Masse, welche durch die Schwerkraft eine gleich bleibende Antriebskraft auf das Walzenrad* ausübt.

Somit erteilen wir dem Räderwerk eine konstante Kraft, welche das Räderwerk an die Hemmung* weiterleitet und damit das Pendel antreibt.

Durch die im Gehäuse zur Verfügung stehende Fallhöhe* des Gewichts und den Durchmesser der Seilwalze* ergibt sich eine Umdrehungszahl von etwa zwölf Umdrehungen des Walzenrads pro Monat. Der Sekundenzeiger befindet sich auf der Welle* des Ankerrads und dreht sich in dieser Zeit über 43000-mal.

Das Räderwerk muss also die Umdrehungszahl des Walzenrads zum Ankerrad hin ins Schnelle übersetzen. Damit das Pendel gleichmäßig angetrieben wird, soll die zu übertragende Kraft möglichst gleichförmig, das heißt ohne Schwankungen, übertragen werden. Die Antriebskraft wird dabei durch die Übersetzung* vom Walzenrad zum Ankerrad im gleichen Verhältnis verringert.

Das Gewicht hängt nicht direkt an der Seilwalze*, sondern wirkt über eine lose Seilrolle auf das Räderwerk. Durch diese Seilrolle wird die Gewichtskraft wie bei einem Flaschenzug je zur Hälfte auf die Befestigung des Stahlseils im Gehäuse und die Seilwalze aufgeteilt.
Dies hat den Vorteil, dass wir bei gleicher Fallhöhe – und diese ist ja durch die Gehäuselänge begrenzt – die doppelte Gangdauer erreichen.

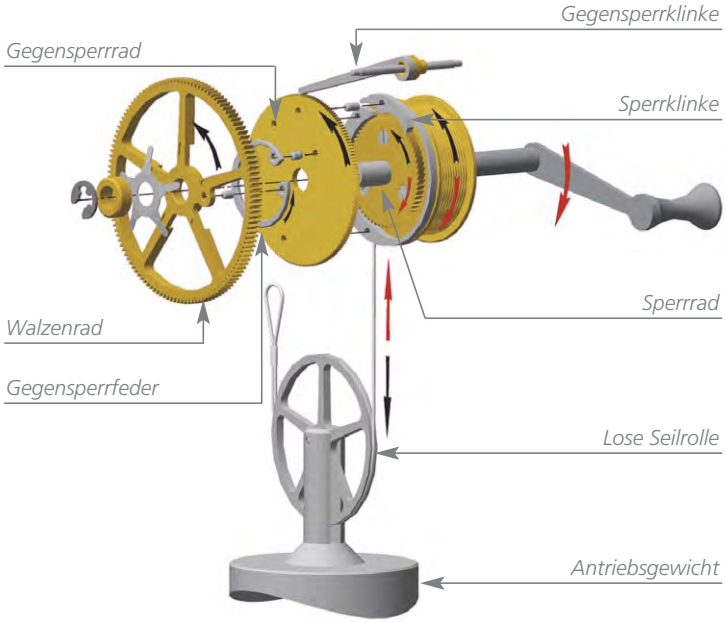
Das Gegengesperr

Während Sie Ihre Mechanica M3 aufziehen, wird das Stahlseil auf die Seilwalze aufgerollt und so das Gewicht nach oben bewegt. Weil das Gewicht in dieser Zeit nicht auf das Räderwerk wirken kann, würde Ihre Mechanica M3 während des Aufziehvorgangs nicht angetrieben werden, die Zeitanzeige würde also zurück bleiben. Dies wird bei Ihrer Mechanica M3 durch ein sogenanntes Gegengesperr* auf der Walzenradwelle verhindert.

Das Gegengesperr besteht aus folgenden Teilen:

- Gegensperrrad
- Gegensperrklinke und
- Gegensperrfeder

Die ringförmige Gegensperrfeder sitzt zwischen Gegensperrrad und Walzenrad und verbindet diese beiden Teile miteinander. Gegensperrrad und Walzenrad sind frei drehbar auf der Walzenradwelle aufgesteckt. In die Sägeverzahnung des Gegensperrrads greift die auf einer separaten Welle* zwischen den Platinen befestigte Gegensperrklinke ein.



Die Wirkungsweise des Gegengesperrs ist mit nebenstehender Abbildung sehr einfach zu erklären: Im Betriebszustand der Uhr wirkt die Schwerkraft des Antriebsgewichts auf die Seilwalze (schwarze Pfeile). Diese überträgt die Kraft über Sperrrad und Sperrklinke auf das Gegensperrrad, spannt die Gegensperrfeder und treibt das Uhrwerk an. Während die Uhr abläuft, dreht sich das Gegengesperrrad frei unter der Gegensperrklinke hindurch. Beim Aufzugsvorgang (rote Pfeile) bewegt sich das Gewicht nach oben und kann keine Antriebskraft auf das Uhrwerk ausüben. Die Gegensperrfeder möchte sich nun entspannen, wird jedoch durch das Einrasten der Gegensperrklinke ins Gegensperrrad gezwungen, die gespeicherte Antriebsenergie an das Walzenrad zu übertragen und so das Uhrwerk auch während des Aufziehvorgangs mit Kraft zu versorgen.

Das Aufzugsgewicht hat eine Masse von 3000 g. Davon werden wegen der Umlenkung an der Seilrolle auf das Räderwerk die Hälfte, also 1500 g wirksam.

Das Räderwerk

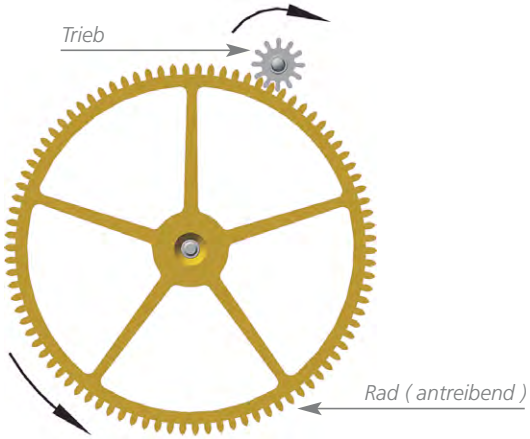
Wenn wir im Räderwerk* das große Übersetzungsverhältnis* vom Walzenrad zum Ankerrad* betrachten, das 1 zu 3840 beträgt und nun die 1500 g durch diesen Wert teilen, sehen wir, dass rechnerisch nur 0,39 g am Ankerrad wirksam werden können.

Diese einfache Rechnung berücksichtigt natürlich nicht die Hebellängen der Radien von Seilwalze und Ankerrad, verdeutlicht aber hinreichend, mit welch geringen Kräften ein Präzisionsuhrwerk arbeitet. Wenn wir die exakte Berechnung des Drehmoments* mit Berücksichtigung der Verluste durch die Reibung im Räderwerk durchführen würden, kämen wir sogar auf einen noch geringeren Wert.

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.

Das Räderwerk Ihrer Mechanica M3 ist eine Weiterentwicklung der Mechanica M1, in die unsere Erfahrungen aus 30 Jahren Präzisionsuhrenbau eingeflossen sind, um oben genannten Kriterien mit den uns heute zur Verfügung stehenden Mitteln gerecht zu werden.



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 ineinander greifenden Räder verändern sich und behindern so die Kraftübertragung. Aus diesen Gründen laufen bei Präzisionsuhren die Lagerzapfen nicht direkt im Messing*, sondern werden mit in Messing gefassten Rubinlochsteinen, so genannten Chatons*, gelagert. Diese Lagerungen weisen selbst nach Jahrzehnten kaum Verschleißspuren auf. Um die in den Lagerstellen auftretende Reibung weiter zu verringern, kommen diese Lagerstellen nicht ohne Öl aus. Da jedes Öl Alterungsprozessen unterworfen ist, müssen die geölten Lager in regelmäßigen Abständen (etwa 10 Jahre) gereinigt und nachgeölt 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 M3 setzen wir nicht rostende Miniaturkugellager ein. Die Lagerung eines Kugellagers* bezeichnet man als Rollreibung, da der innere Lagerring über die Kugeln auf 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 einmal 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. Aber davor 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 weniger Reibung und damit weniger Kraftverlust entsteht. Weniger Antriebskraft bedeutet darüber hinaus 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 M3 durchgehärtete Stahltriebe und Messingräder.

Dies hat zweierlei Gründe:

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

Bei Ihrer Mechanica M3 haben wir Triebzahnzahlen von 12, 14 und 16 Zähnen verwendet.

Die entsprechenden Einzelübersetzungsverhältnisse liegen bei 1:8 und 1:7,5.

Das Zeigerwerk

Als letzte zu besprechende Baugruppe unserer Mechanica M3 bleibt das Zeigerwerk*.

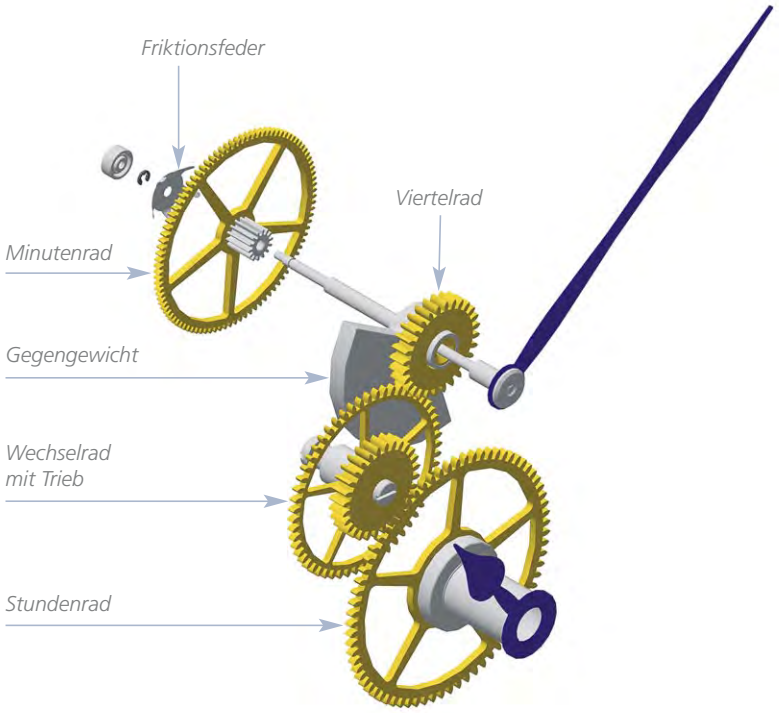
Das Zeigerwerk hat die Aufgabe, die genau definierte Umdrehungszahl des Minutenzeigers zum Stundenzeiger im Verhältnis 12:1 zu untersetzen.

Um die gleiche Drehrichtung der beiden Zeiger sowie die konzentrische* Anzeige zu gewährleisten, verwenden wir ein Getriebe mit zwei Eingriffen* und den Einzeluntersetzungen 3:1 und 4:1.

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 des Zeigers ausgeglichen.



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

A

Abfalleinsteller:
Vorrichtung zur Justage der Gangsymmetrie. Mittels der Rändelschraube am Abfalleinsteller wird die Ankerwelle im Verhältnis zum Pendel so verdreht, dass zu beiden Seiten der Ankerbewegung ein gleich großer Ergänzungsbogen* des Pendels und somit ein gleichmäßiges Tickgeräusch erzielt wird.

Achat:
Hartes Mineral, das in hochwertigen Uhren für Steinpaletten verwendet wird. Zur Verminderung der Reibung und für einen verschleißarmen Gang.

Aneroiddosenkompensation:
Eine Möglichkeit, die Einflüsse des schwankenden Luftdrucks auf die Ganggenauigkeit der Uhr mit Hilfe eines Barometerinstruments auszugleichen.
Für Ihre Mechanica M3 ist eine eigens konstruierte Doppelbarometer - Luftdruckkompensation als Zubehör erhältlich.

Ankerbrücke:
Die Ankerbrücke wird mit der Hinterplatine verschraubt und dient als Aufnahme für das Exzenterlager in dem eine Seite der Ankerwelle gelagert ist.

Ankergabel:
Ein Hebelarm, über den die Ankerwelle mit dem Gangregler (Pendel) verbunden wird.

Ankerpalette:
Siehe Palette.

Ankerrad:
Bestandteil der Hemmung*. Es dreht sich bei Ihrer Mechanica M3 alle 60 Sekunden einmal und ist mit einer Buchse auf der Ankerradwelle befestigt. Auf dem vorderen Wellenende ist der Sekundenzeiger angebracht.

B

Beisatzrad:
Bestandteil des Räderwerks*. Es sitzt fest vernietet auf dem Beisatztrieb und sorgt für eine 30-tägige Gangdauer der Uhr. Es überträgt die Antriebskraft auf das Minutentrieb.

Bläuen:
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.

Bombieren:
Wölben. Besonders bei Zeigern edler Uhren gerne angewandte Methode zur Steigerung der optischen Attraktivität.
Für Ihre Mechanica M3 stehen zur optischen Aufwertung aufwändig in Handarbeit bombierte, polierte und gebläute* Zeigersätze als Zubehör zur Verfügung.

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

C

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

CNC:
Computer Numeric Controlled. Die Fertigung der präzisen Werkbauteile Ihrer Mechanica M3 erfolgt in unserer Manufaktur mit Hilfe computergesteuerter Dreh- und Fräsmaschinen.

D

Drehmoment:
Produkt aus Kraft und Hebelarm.

E

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

Eloxieren:
Elektrochemisches Altern von Aluminium. Bei dem speziellen Verfahren wird die Werkstoffoberfläche in Säurebädern behandelt, wodurch sich eine sehr widerstandsfähige Oxydschicht bildet. Bei Ihrer Mechanica M3 sind zahlreiche mechanisch gering belastete Bauteile, beispielsweise Platinen*, Ankerkörper und Seilwalze* aus eloxiertem Aluminium.

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.

Ergänzungsbogen:
Schwingungsphase des Pendels. Den Weg des Pendels vom Ende des Falls* bis zum Umkehrpunkt bezeichnet man als ausgehenden Ergänzungsbogen. Den Weg vom Umkehrpunkt bis zur Ruhe* nennt man eingehenden Ergänzungsbogen.

Exzenterlager:
Lagerbuchse mit außermittiger Lagerbohrung. Wird als hinteres Ankerlager in die Ankerbrücke* Ihrer Mechanica M3 eingesetzt. Durch Verdrehen des Exzenterlagers kann der Achsabstand von Ankerrad*- und Ankerwelle und damit ein gleichmäßiger Fall* eingestellt werden.

F

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 oder sich auf ihnen spiegelnden Objekten.
Zur Aufwertung Ihrer Mechanica M3 bieten wir als Zubehör einen Satz facettierter Gläser an.

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.

Fallhöhe:
Längenmaß des für den Ablauf des Antriebsgewichts zur Verfügung stehenden Raums.

Feinregulierung:
Die genaueste Justage der Schwingungsdauer des Pendels wird durch Auflage von kleinen Gewichten auf den Feinregulierteller in der Mitte des Pendelstabs erreicht. Das Zulegen von Gewichten auf den Feinregulierteller beschleunigt das Pendel, ein Abheben verzögert seine Bewegung.
Als Zubehör gibt es für Ihre Mechanica M3 ein zwölfteiliges Präzisions-Reguliergewichte-Set.

Friktion:
Reibung. Generell wurde bei der Konstruktion Ihrer Mechanica M3 auf die Verminderung auftretender Reibung größter Wert gelegt. Deshalb sind bei Ihrer Mechanica M3 alle Räderwerkswellen mit Kugellagern* ausgestattet. Andererseits kann Friktion auch gezielt zum Einsatz kommen, beispielsweise als Rutschkupplung im Zeigerwerk*, um ein Stellen der Zeiger zu ermöglichen.

G

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

Gangdauer:
Zeitraum zwischen zwei Aufzugsvorgängen. Die Gangdauer der Uhr hängt von der Fallhöhe* des Gewichts, den Abmessungen der Seilwalze* und von den Übersetzungsverhältnissen* im Räderwerk* ab. Bei Ihrer Mechanica M3 beträgt die Gangdauer 30 Tage = Monatsgangdauer.

Gebläut:
Siehe Bläuen.

Gegengesperr:
Baugruppe, bestehend aus Gegensperrrad, Gegensperrfeder und Gegensperrklinke. Es gewährleistet die Kraftversorgung des Uhrwerks während des Aufziehvorgangs.

Gegengewicht:
Der Minutenzeiger ist ein einarmiger Hebel, der durch die Einwirkungen der Schwerkraft halbstündlich wechselnd dem Uhrwerk Kraft zuführen oder entziehen würde. Um dem vorzubeugen, haben wir unter dem Zifferblatt Ihrer Mechanica M3 ein Gegengewicht auf der Minutenzeigerwelle angeordnet, wodurch der Schwerpunkt der Baugruppe in die Drehungsachse fällt und keine negativen Auswirkungen auf den genauen Gang* der Uhr ausüben kann.

Gesperr:
Baugruppe aus Sperrrad, Sperrkegel und Sperrkegelfeder. Das Gesperr bewirkt eine in einer Bewegungsrichtung starre Verbindung zwischen der Seilwalze* und dem Räderwerk*. Damit Sie Ihre Uhr aufziehen können, ermöglicht das Gesperr eine der Ablaufrichtung entgegen gesetzte Bewegung und trennt dabei die Seilwalze vom Räderwerk.

Gleitlager:
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.

Grahamhemmung:
Ruhende Ankerhemmung, 1720 von dem Londoner Uhrmacher George Graham erfunden. 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.

Grobregulierung:
Einstellen der Ganggenauigkeit Ihrer Mechanica M3 mit Hilfe der Reguliermutter* am unteren Pendelende. Sie können so den Gang* der Uhr auf etwa eine Sekunde am Tag trimmen.

H

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

Hebung:
Phase der Hemmung*, während der die Impulsübertragung zum Antrieb des Pendels 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.

Hemmungsrad:
Siehe Ankerrad.

I

Invar:
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 Ende des 19. Jahrhunderts von Charles-Édouard Guillaume gefunden und von Sigmund Riefler 1896 erstmals als Werkstoff für Pendelstäbe in Präzisionsuhren verwendet.

Isochronismus:
Zeitgleichheit der einzelnen Schwingungen des Gangreglers.

K

Kaliber:
Typbezeichnung eines Uhrwerks.

Kleinbodenrad:
Zahnrad im Räderwerk*. Es sitzt auf dem Kleinbodentrieb und greift in das Ankerradtrieb ein.

Kompensationspendel:
Gangregler, der aufgrund seiner speziellen Konstruktion bei Temperaturschwankungen die wirksame Pendellänge nicht verändert.

Kompensationsrohr:
Bauteil des Pendels. Es sitzt auf der Reguliermutter* auf und kompensiert die Längenausdehnung des Invarpendelstabs.

Kontermutter:
Rändelmutter, am Pendelstab unterhalb der Reguliermutter* angebracht. Wird gegen die Reguliermutter geschraubt und sichert diese vor unbeabsichtigter Verdrehung.

Konzentrisch:
Zwei Bauteile oder Kreise haben einen gemeinsamen Mittelpunkt.

Kugellager:
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 Mechanica M3 verwendeten Edelstahl-Kugellager benötigen diese kein Öl.

L

Lünette:
Zierreif für das Zifferblatt.

M

Messing:
Legierung aus Kupfer und Zink. Bei Ihrer Mechanica M3 sind die Zahnräder aus Messing. Diese wurden zum Schutz gegen Korrosion und zur Oberflächenveredelung vergoldet.

Minutenrad:
Zahnrad auf der Minutenzeigerwelle. Es dreht sich einmal in der Stunde und überträgt die Antriebskraft auf das Kleinbodentrieb.

Monatsgangdauer:
Siehe Gangdauer.

N

Neusilber-Gewichte:
Neusilber: Legierung aus etwa 50% Kupfer, 25% Nickel und 25% Zink.
Material der als Zubehör erhältlichen Zulagegewichte* im Präzisions-Reguliergewichte-Set.

O

Ölsenkung:
Bei Gleitlagern* halbkugelförmige Höhlung an der äußeren Lagerlochöffnung. Die Ölsenkung dient zur Aufnahme eines kleinen Ölvorrats.

P

Palette:
Funktionsteil des Ankers, aus gehärtetem Stahl oder Stein. Die Paletten sind in den Ankerkörper eingesetzte Kreisringsegmente, deren Mittelpunkt der Ankerdrehungspunkt bildet. Die polierten schrägen Schnittflächen heißen Hebeflächen*.

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

Pendelfeder:
In Messingbacken gefasste Federstahllamelle, an der das Pendel* aufgehängt wird. Die Pendelfeder wird in den Pendelgalgen eingehängt.

Pendelzylinder:
Schwerer zylindrischer Pendelkörper am unteren Ende des Pendelstabs. Bei Ihrer Mechanica M3 aus Bronze*, wahlweise vernickelt oder lackiert

Pendellinse:
Linsenförmiges Pendelgewicht, das durch die aerodynamisch optimierte Form besonders gute Gangeigenschaften zeigt.

Für Ihre Mechanica M3 ist als Zubehör eine Pendellinse aus massiver, feingedrehter und anschließend polierter Bronze* erhältlich. Diese wird auf Wunsch auch vernickelt geliefert. Die eingefräste fortlaufende Nummerierung ist besonders für Sammler interessant.

Pfeiler:
Auch Werkpfeiler genannt. Abstandshalter zwischen den Werkplatinen* und bilden mit diesen das Werkgestell.

Platinen:
Werkplatten einer Uhr. Dienen zur Aufnahme der Lagerstellen und zur Fixierung der übrigen Werkbauteile. Bei Ihrer Mechanica M3 sind die Platinen aus eloxiertem* Aluminium.

Präzisionspendeluhr:
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.

R

Räderwerk:
Zahnradgetriebe in einer Uhr. Das Räderwerk überträgt die Antriebskraft an die Hemmung*. Es ist so berechnet, dass sich einzelne Wellen* in bestimmten Geschwindigkeiten drehen.

Reglage:
Siehe Fein- und Grobregulierung.

Regulatoranzeige:
Spezielle Form der Zeitanzeige bei klassischen Präzisionspendeluhren*. Der Stundenzeiger ist außermittig angebracht und zeigt die Stunden auf einem separaten kleinen Ziffernkreis. Durch diese Anordnung kann der Stundenzeiger nicht für einige Stunden täglich den Blick auf die bei Präzisionsuhren so wichtige Sekundenanzeige versperren.

Reguliermutter:
Rändelmutter am unteren Pendelende. Mit ihrer Hilfe kann der Pendelzylinder* längs der Pendelstange verschoben und somit die Uhr reguliert werden. Verschiebt man den Pendelzylinder nach oben, wird das Pendel verkürzt und es erfolgt eine Beschleunigung der Pendelschwingung. Die Uhr geht schneller.

Regulierstift:
Zylindrischer Edelstahlstift, der während der Reglage* in die Quer bohrung an der Pendelspitze eingeschoben wird. Mit seiner Hilfe kann man das Pendel beim Verdrehen der Reguliermutter* festhalten und so die empfindliche Pendelfeder* vor Beschädigungen schützen.

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

Ruhe:
Als Ruhe wird die kleine Distanz auf der Ruhefläche* bezeichnet, die der Ankerradzahn 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 des Pendels blockiert.

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

Rundlauffehler:
Resultat von Fertigungstoleranzen. Aufgrund präziser Einzelteilfertigung in unserer Manufaktur können wir den Rundlauffehler unter zwei Hundertstel Millimeter reduzieren.

S

Seilwalze:
Zylindrischer Körper auf der Walzenradwelle*. Beim Aufziehen des Antriebsgewichts wird das Stahlseil auf die Umfangsfläche der Seilwalze gewickelt. Damit die einzelnen Seilumgänge nicht aneinander reiben, sind bei Ihrer Mechanica M3 schraubenförmige Führungsnuten angebracht.

Stahlwelle:
Siehe Welle.

Stand:
Wert um den die Anzeige Ihrer Mechanica M3 gegenüber der Referenzzeit abweicht.

Stundenrad:
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.

Superinvar:
Besonders aufwändig getempertes Invar* mit sehr gleichmäßigem Temperaturverhalten

T

Teilung:
Der Abstand zweier aufeinander folgender Zahnspitzen, auf den Umfang des Rads bezogen.

Tempern:
Wärmebehandlung der Invarpendelstäbe* zum Abbau der Materialspannungen. Nur durch das aufwändige Tempern kann das konstante Temperaturverhalten der Pendelstäbe erreicht werden.

Trieb:
Zahnrad mit weniger als 20 Zähnen; meist aus Stahl. In Ihrer Mechanica M3 sind fünf gehärtete Stahltriebe eingebaut: Beisatztrieb, Minutentrieb, Kleinbodentrieb, Ankerradtrieb und Wechseltrieb.

U

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

V

Uhrenstand:
Siehe Stand.

W

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

Walzenrad:
Erstes Zahnrad im Räderwerk*. Treibt das Beisatztrieb an und sitzt zusammen mit Seilwalze*, Gesperr und Gegengesperr* auf einer Welle*.

Wechselrad:
Bestandteil des Zeigerwerks*. Es sitzt mit dem Wechseltrieb auf dem Wechselradpfosten und wird vom Viertelrad* angetrieben.

Welle:
Achse im Uhrwerk.

Wendelfeder:
Druckfeder. Zu einer zylindrischen Spirale gewundener gehärteter Stahldraht. Im Abfalleinsteller* Ihrer Mechanica M3 verwendet.

Werkpfeiler:
Siehe Pfeiler.

Werkplatinen:
Siehe Platinen.

Z

Zapfen:
Dünneres, abgesetztes Wellenende. Über die Zapfen werden die Wellen in den Lagerbohrungen geführt. Die Zapfen Ihrer Mechanica M3 sind durchgehärtet und bilden zusammen mit Welle* und Trieb* ein gemeinsames Bauteil.

Zeigerwerk:
Baugruppe mit zwei Zahnradeingriffen. Überträgt die Bewegung des Minutenzeigers zwölffach verlangsamt auf den Stundenzeiger. Das Zeigerwerk besteht aus Viertelrad*, Wechselrad*, Wechseltrieb und Stundenrad*.

Zulagegewichte:
Kleine Massestücke, die auf den Feinregulierteller* des Pendels* aufgelegt, den Gang* der Uhr sehr gering beschleunigen. Mit Hilfe der Zulagegewichte können Sie Ihre Mechanica M3 auf wenige Sekunden im Monat genau regulieren.

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.

Das Werk

- Platinen* aus 4 mm starkem Aluminium, eloxiert*
- Räderwerk* komplett in 10 Kugellagern* gelagert
- Triebe* aus gehärtetem Stahl
- Zahnräder mit feiner Schenkelung, gefräst, feingeschliffen und vergoldet
- Grahamhemmung* mit verstellbaren Achatpaletten
- Zifferblatt aus hart eloxiertem* Aluminium
- Zeiger aus Stahl, handbearbeitet und gebläut*

Die Uhr

- Sekundenpendeluhr mit Monatsgangdauer
- Erreichbare Ganggenauigkeit: +/- drei bis vier Sekunden im Monat
- Antriebsgewicht aus Blei; 3000 g an loser Rolle
- Gehäuse aus massiven, unbehandelten Edelhölzern in Kirschbaum, und Nussbaum oder in Erle schwarz lackiert
- Gehäuse gegen Staub abgedichtet
- Im Gehäuseboden integriertes Geheimfach für Zubehör
- Pendelgalgen und Werkhaltepfeiler direkt mit der Gehäuserückwand verschraubt
- Auf Wunsch kostenlose Gravurplakette mit Namenszug des Kunden

Das Pendel

- Pendelstab aus wärmebehandeltem Invar*
- Massiver Pendelylinder* aus Bronze*
- Temperaturkompensation
- Feinregulierteller
- Sekunden-Pendel

Um Ihnen die Möglichkeit zu geben, Ihre Mechanica M3 technisch (Langlebigkeit, Ganggenauigkeit) und optisch aufzuwerten, sind zurzeit folgende Zubehörteile verfügbar:

- **Facettierte* Mineralglasscheiben** Seite 23
  Zur optischen Aufwertung des Gehäuses.
- **Doppel - Barometerinstrument** Seiten 33, 86
  Zur Kompensation der durch Luftdruck-schwankungen hervorgerufenen kurzfristigen Gangänderungen.
- **Massiv gedrehte und polierte Pendellinse*** Seite 34
  Durch eine aerodynamisch optimierte Form wird der Luftwiderstand verringert und das Pendel schwingt stabiler.
- **Feinpolierter Schraubensatz** Seite 42
  29-teiliger Satz feinpolierter und -gedrehter Edelstahlschrauben* und Unterlegscheiben.
- **Durchbruch im Regulator Zifferblatt*** Rechte Seite
  Ermöglicht den ungehinderten Blick auf die Sekundenanzeige.
- **Handgearbeitete Zeigersätze**
  Manuell bombierte*, polierte und gebläute* Zeiger. Seite 63
- **Kugelgelagerte Seilrolle** Seite 67
  Attraktive Optik und geringere Reibungsverluste.
- **Präzisions-Reguliergewichte-Set** Seite 74
  Zwölfteiliges Feinreguliergewichte-Set* im Edelholzetui.
- **Und, und, und …**

Die Produktion der sehr aufwändigen Zubehörteile hängt stark von der jeweiligen Nachfrage ab und wird laufend erweitert. Wenden Sie sich für weitere Informationen direkt an die Müller & Sattler Uhrenbausatz GmbH oder besuchen Sie unsere Internetseite:

www.uhrenbausatz.de

Literaturempfehlung:

Für diejenigen, denen die Beschreibungen über die Funktionsweise und Technik der Mechanica M3 nicht ausführlich genug waren und nun mehr über die Konstruktionen der verschiedenen Uhren erfahren wollen, empfehlen wir das Buch:

„Der Uhrmacher“ von Richard Reutebuch
ISBN 978-3-9809557-7-5

Zu beziehen über:
www.uhrenliteraturshop.de

Modell Classica Secunda 1985

Das große Vorbild Ihrer Mechanica M3, die Präzisionssekundenpendeluhr Classica Secunda 1985 der Großuhrenmanufaktur Erwin Sattler in München.

Mit dem Modell Classica Secunda 1985 setzt die Firma Sattler die Tradition des Präzisionspendeluhrenbaus in Deutschland fort. Solche Uhren dienten bis in die Mitte des letzten Jahrhunderts als wissenschaftliche Instrumente und wurden, da es auf absolute Präzision ankam, bis aufs letzte Detail perfekt ausgeführt.

In diesem Sinn ist das 142 cm hohe, 36 cm breite und 17 cm tiefe Gehäuse von drei Seiten mit facettierten* Gläsern versehen und durch eine mehrfach aufgetragene Schleiflackoberfläche dauerhaft geschützt. In zeitaufwändiger Handarbeit werden die Zeiger bombiert*, poliert und anschließend gebläut*. Auf dem gravierten und versilberten Regulatorzifferblatt* zeigen diese die genaue Zeit an.

Durch seine Pendellänge bedingt, vollzieht das temperatur- und luftdruckkompensierte Invarpendel* seine Schwingungen exakt im Sekundentakt.

Sämtliche Bauteile des Uhrwerks mit Monatsgangdauer sind erstklassig finissiert und durch Lackieren oder Vergolden veredelt. Das hohe Maß der Vollendung dieser Präzisionspendeluhr dient nicht ausschließlich der Ganggenauigkeit, sondern soll den Betrachter auch durch die filigrane Mechanik erfreuen.

Das abgebildete Modell Classica Secunda 1985 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 OHG · Großuhrenmanufaktur
Lohenstraße 6 · D - 82166 Gräfelfing **www.erwinsattler.de**

Gangtabelle als Kopiervorlage

Die Gangtabelle dient zur Kontrolle der Ganggenauigkeit Ihrer M3. Darüber hinaus sind Ihnen die Aufzeichnungen bei der Reglage sehr hilfreich. Dabei ist es sinnvoll, die Anzahl und Größe der Auflagegewichte zu vermerken, welche sich auf dem Feinregulierteller befinden.

Als Vergleichsuhr ist eine handelsübliche Funkuhr vollkommen ausreichend. Mit ein wenig Übung lassen sich Differenzen der beiden Uhren von weniger als 0,5 Sekunden optisch erkennen. Idealerweise sollte der Zeitvergleich beider Uhren immer zur selben Tageszeit stattfinden.

Die Aufzeichnugen von Temperatur, Luftdruck und Amplitude sind nicht unbedingt notwendig, haben aber den Vorteil, dass man bei eventuellen Gangschwankungen Rückschlüsse auf deren Ursprung ziehen kann.

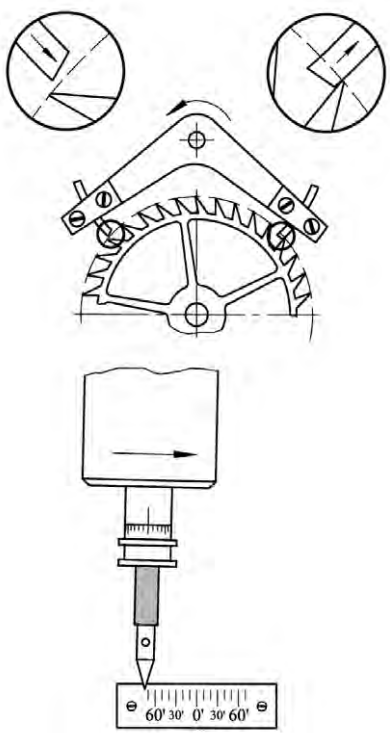
Formel zur Berechnung „Gang"

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

Gangtabelle

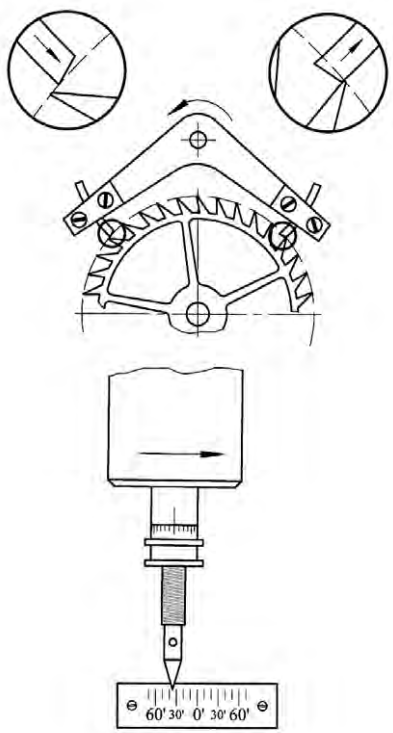
DATUM	UHR-ZEIT	TEMPERATUR	LUFT-DRUCK	AMPLITUDE	**STAND =** DIFFERENZ ZUR AMTLICHEN ZEIT IN SEKUNDEN	**DIFFERENZ DER STÄNDE** VON EINER ZUR NÄCHSTEN AUFZEICHNUNG	**ZEITDIFFERENZ** DER AUFZEICH-NUNGEN IN STUNDEN	**GANG** / 24H IN SEKUNDEN	BEMERKUNGEN

Abbildung 3A



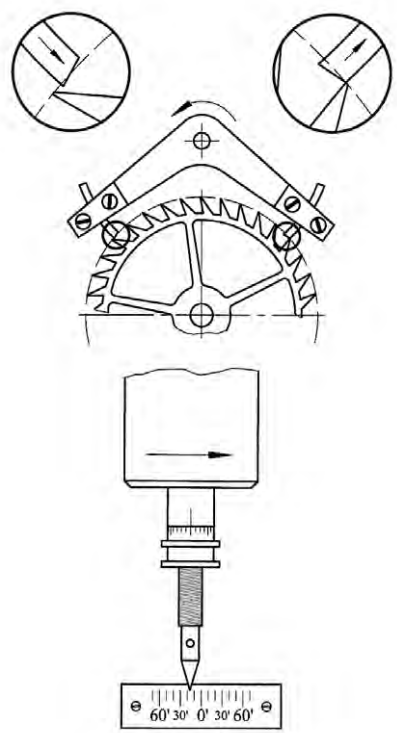
Ankerrad:
Liegt an der Ruhefläche der Eingangspalette an, steht still, ruht also.
Anker:
Folgt der Bewegung des Pendels.
Pendel:
Befindet sich im linken Umkehrpunkt, beginnt eingehenden Ergänzungsbogen.

Abbildung 3B



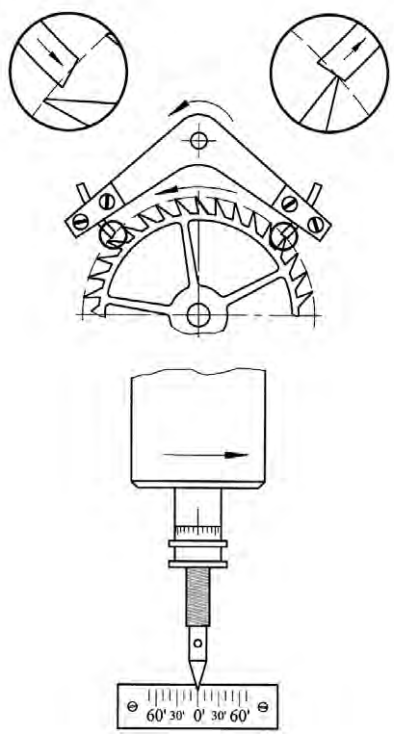
Ankerrad:
Ruht.
Anker:
Folgt der Bewegung des Pendels.
Pendel:
Ende des eingehenden Ergänzungsbogens
Beginn des Ruhewinkels.

Abbildung 3C



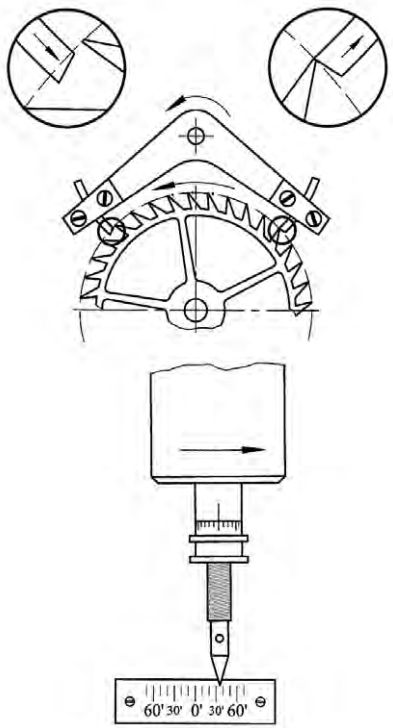
Ankerrad:
Ruht noch.
Anker:
Folgt der Bewegung des Pendels.
Pendel:
Ende des Ruhewinkels.

Abbildung 3D



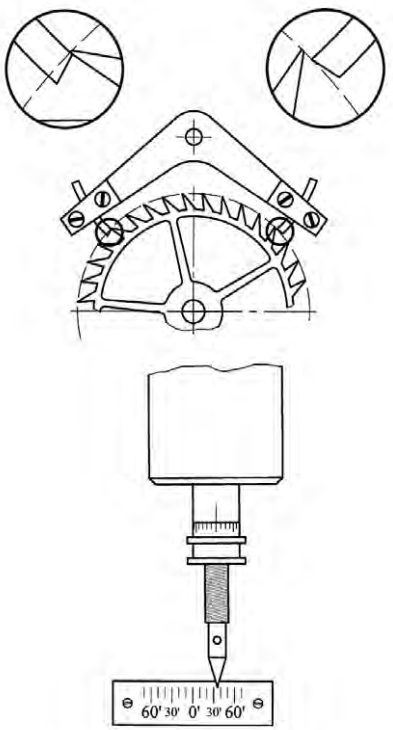
Ankerrad:
Gleitet über die Hebefläche der Eingangspalette, hebt den Anker,
erteilt einen Impuls.
Anker:
Überträgt den Impuls auf das Pendel.
Pendel:
Beginn der Hebung (des Hebewinkels).

Abbildung 3E



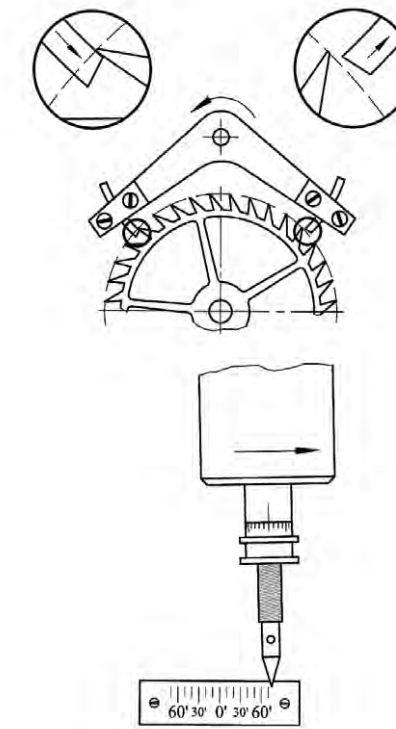
Ankerrad:
Befindet sich am Ende der Hebefläche, Ende des Antriebsimpulses, kurz vor dem Fall.
Anker:
Ende der Impulsübertragung.
Pendel:
Ende der Hebung.

Abbildung 3F



Ankerrad:
Ende Fall.
Ist soeben von der Hebefläche abgefallen und liegt nun an der Ruhefläche der Ausgangspalette an.
Anker:
Folgt der Bewegung des Pendels.
Pendel:
Kurz nach Ende der Hebung.

Abbildung 3G



Ankerrad:
Ruht.
Anker:
Folgt der Bewegung des Pendels.
Pendel:
Vollzieht ausgehenden Ergänzungsbogen.

Lesezeichen & Sichthintergrund zur Prüfung der Hemmung

(Seite 57)

hier knicken

Bitte an gestrichelter Linie ausschneiden

www.uhrenbausatz.de
MECHANICA
by Erwin Sattler

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
www.uhrenbausatz.de