

DAS BUCH ZUR UHR

Entwicklung und Technik
der Präzisionspendeluhr
Mechanica M4

Erste Auflage

MECHANICA

by Erwin Sattler

BAUEN SIE SICH
IHR PERSÖNLICHES STÜCK
ZEITGESCHICHTE

MECHANICA
BY ERWIN SATTLER
M4

MECHANICA

by Erwin Sattler



NUSSBAUM



SCHWARZ LACKIERT



KIRSCHBAUM

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

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

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

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

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

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

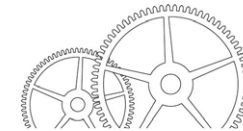
Dabei war und ist es uns selbstverständlich ein Anliegen, die in den vergangenen Jahrhunderten herausgebildeten Werte und Kunstfertigkeiten des klassischen Uhrmacherhandwerks weiterhin zu pflegen und sie darüber hinaus mit den uns heute zur Verfügung stehenden Mitteln weiterzuentwickeln. Dieses Know-how,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

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

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

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

Ihr Uhrenbausatz Team!



UHRENBASATZ

MECHANICA

by Erwin Sattler

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, Abbildungen, Texte:

Erwin Sattler GmbH & Co. KG

Verantwortlich für Idee und Verwirklichung:

Richard Müller, Stephanie Sattler-Rick
Müller & Sattler Uhrenbausatz GmbH

Schutzgebühr: Euro 25,-

INHALTSVERZEICHNIS

DIE MECHANICA M4	3
VORWORT	4
INHALTSVERZEICHNIS	8
I. KAPITEL – BAUANLEITUNG	
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
Justierbare Pendelskala	29
Aufhängen des Gehäuses	30
DIE MONTAGE DES PENDELS	32
Montage des Barometerinstruments	33
Ausführungen der Pendelkörper	34
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	46
Vorderplatine für Durchbruch im Zifferblatt	46
Rubinlochstein für Ankerlager	48
Aufsetzen der Vorderplatine	50
Aufsetzen des Zeigerwerks	52
Prüfprotokoll Räderwerk	55
Das Setzen der Hemmung	56
Rubinlochstein für Exzenterlager	56
Anker mit Steinpaletten	57
Prüfprotokoll Hemmung	59
Das Ölen der Hemmung	62
Montage der Zifferblätter	63
Handgearbeiteter Zeigersatz Standardzifferblatt	65
Ausrichten der Zeiger	66

EINBAU DES UHRWERKS IN DAS GEHÄUSE	67
Montage von Seilrolle und Gewicht	68
Kugelgelagerte Seilrolle	69
IN GANG SETZEN IHRER MECHANICA M4	70
Regulieren Ihrer Mechanica M4	72
Feinstellen Ihrer Mechanica M4	74
Präzisions-Reguliergewichte-Set	76
WARTUNG UND PFLEGE	77
AUSBAU DES UHRWERKS	78
II. KAPITEL – TECHNIK & FUNKTIONSWEISE	
VORWORT	82
TECHNIK UND FUNKTIONSWEISE DER MECHANICA M4	84
Das Pendel	84
Luftdruckkompensation durch Barometerinstrument	88
Die Hemmung	92
Der Antrieb	100
Das Gegengesperr	101
Das Räderwerk	103
Das Zeigerwerk	108
GLOSSAR	110
TECHNISCHE DATEN (Grundbausatz)	124
ZUBEHÖR – DIE PASSION GEHT WEITER ...	126
WEITERE MECANICA UHRENBAUSÄTZE	130
DAS GROSSE VORBILD DER MECHANICA M4	132
GANGTABELLE	135
FUNKTIONSABLAUF DER HEMMUNG	138



WICHTIGE INFORMATIONEN VOR BAUBEGINN

Bevor wir nun voller Vorfreude die Montage Ihrer Mechanica M4 beginnen, bitten wir Sie, die folgenden Informationen sorgfältig zu lesen.

Ihre Mechanica M4 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

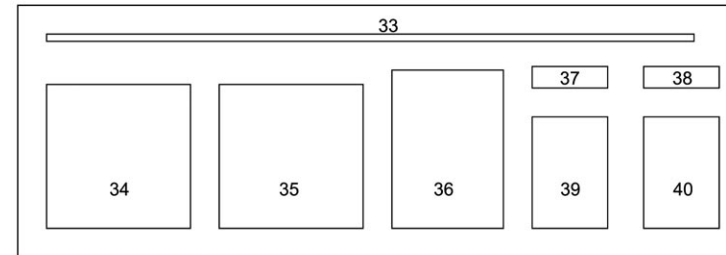
Die Montageanleitungen für die verfügbaren zahlreichen Optionen sind als Varianten bei den jeweiligen Arbeitsschritten ergänzt und zur Unterscheidung deutlich sichtbar hervorgehoben.

Eine übersichtliche Auflistung der für die technische und optische Aufwertung Ihrer Mechanica M4 zurzeit verfügbaren Zubehörteile finden Sie, jeweils zusammen mit einer kurzen Beschreibung, am Ende des Buchs auf Seite 126.

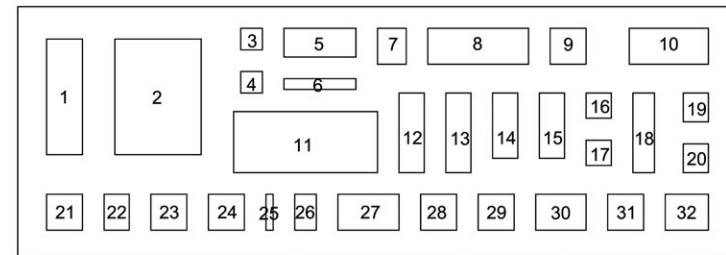
In der Montageanleitung und den erläuternden Texten wurde weitgehend auf Fachbegriffe verzichtet. Spezialausdrücke, deren Verwendung unvermeidlich war, werden im GLOSSAR am Ende des Buchs erläutert. Diese sind im Textbild mit einem * gekennzeichnet.

Der Bausatz Ihrer Mechanica M4 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.

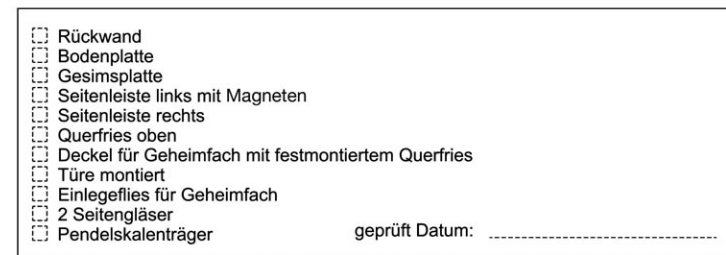
Obere Ebene



Mittlere Ebene



Untere Ebene



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.

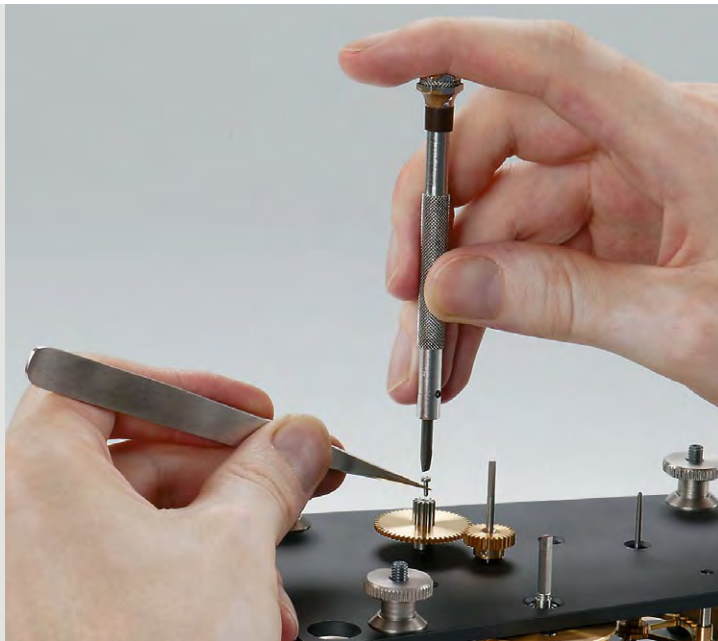
Das Aufschrauben von Zifferblatt und Pendelskala birgt ein gewisses Risiko, die Oberflächen zu verkratzen. Daher auch hier noch einmal der Hinweis auf behutsames Vorgehen. Schließlich ist das Zifferblatt das Gesicht Ihrer Mechanica M4.

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 kugellagert und erhält kein Öl.



*Nun aber viel Spaß
und gutes Gelingen!*

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.

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:

- Pflegeöl *Fach 11*
- Poliertuch *Fach 11*
- Stahlwolle *Fach 11*

Ferner benötigen Sie zur Demontage der Gehäusetür einen Schraubendreher.

Bauteile:

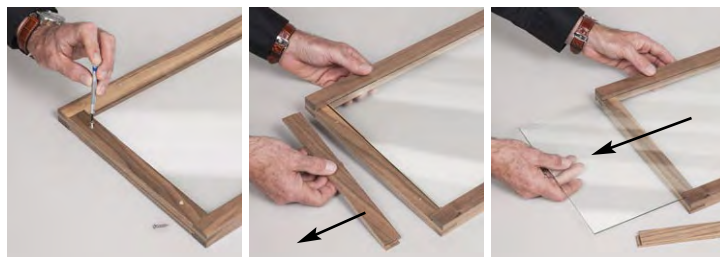
Die Gehäusebauteile finden Sie in der untersten Ebene der Verpackung. Legen Sie folgende Teile zur Oberflächenbehandlung bereit:

- Rückwand *Untere Ebene*
- Bodenplatte *Untere Ebene*
- Gesimsplatte (Dachteil) *Untere Ebene*
- Zwei Seitenleisten *Untere Ebene*
- Querrfries oben *Untere Ebene*
- Deckel für Geheimfach mit Querrfries unten *Untere Ebene*
- Tür *Untere Ebene*
- Skalenhalter *Untere Ebene*

Sicherheitshinweis:

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

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



OBERFLÄCHENBEHANDLUNG DER NATURHOLZGEHÄUSE

Das Gehäuse Ihrer Mechanica M4 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 Leinöl 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.

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.

Reiben Sie sämtliche Gehäuseteile mit dem Öl ein. Nach ungefähr 20 Minuten sollte das Holz das aufgebraute 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.



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

Legen Sie sich zur Gehäusemontage folgende Werkzeuge zurecht:

Werkzeuge:

- Schraubendreher *Fach 8*
- Inbusschlüssel Schlüsselweite 3 mm *Fach 8*
- Inbusschlüssel Schlüsselweite 4 mm *Fach 8*
- Inbusschlüssel Schlüsselweite 5 mm *Fach 8*
- Ölspritze *Fach 8*

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

Bauteile:

- Türglas *Untere Ebene*
- Einlegeflies *Untere Ebene*
- 2 x Seitengläser *Untere Ebene*
- Dichtung *Fach 2*
- 2 x Scharnierstifte *Fach 15*
- 8 x Korpussschrauben M4 x 30 *Fach 15*
- 8 x Unterlegscheiben *Fach 5*
- Pendelskala *Fach 5*
- 2 x Linsensenkkopfschrauben 2,5 x 10 *Fach 5*
- 4 x Kastenhalteschrauben *Fach 19+20*
- Pendelgalgen *Fach 16*
- Inbus-Senkkopfschraube M6 x 25 *Fach 16*
- Unterlegscheibe *Fach 16*
- 2 x Werkhaltefeiler* *Fach 12+13*
- 2 x Inbus-Senkkopfschrauben M8 x 30 *Fach 17*
- 2 x Unterlegscheiben *Fach 17*

FACETTIERTER 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 Gummistreifen bei. Diese Streifen werden mit Hilfe der Pinzette in die Glasnut des Gehäuses eingelegt.

Tipp:

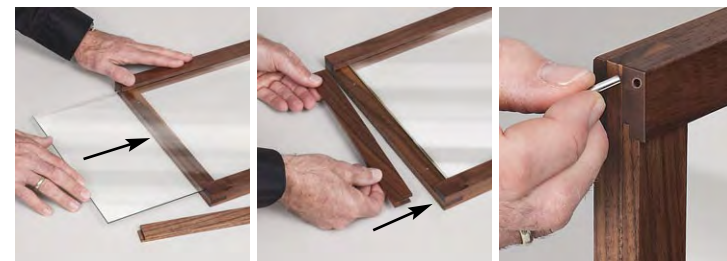
Legen Sie aus optischen Gründen die Streifen für die Seitengläser in die Leisten und den Streifen für das Türglas auf die Stirnseite der Scheibe.

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.

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



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.



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.

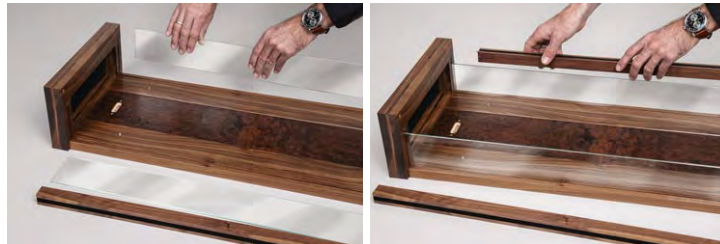
Aufstecken der Bodenplatte

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 M4 x 30 und den dazugehörigen Beilagscheiben verschraubt.



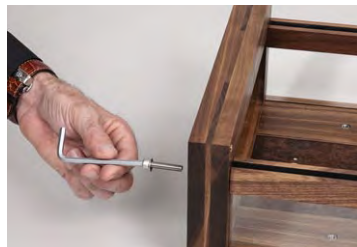
Einbauen der Seitengläser

Stellen Sie die Seitengläser in die Nuten von Gehäuserückwand und Bodenplatte. Legen Sie die 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.

Verschrauben Sie die Seitenleiste und Bodenplatte mit den Zylinderkopf-Inbusschrauben M4 x 30 und den dazugehörigen Beilagscheiben.

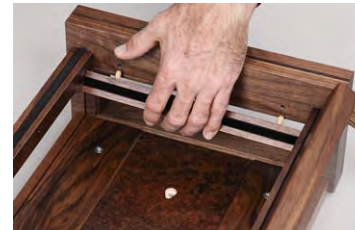


Montage von Glastüre und oberer Gesimsplatte

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 M4 x 30 und den dazugehörigen 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.

Montieren von Pendelgalgen, Werkhaltepeilern und Kastenhalteschrauben

Montieren Sie Pendelgalgen und Werkhaltepeiler* 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.



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 Werk Tisch ab.

DIE MONTAGE DES GEHÄUSES



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.



JUSTIERBARE PENDELSKALA

Zubehör

Der horizontal verstellbare Pendelskalenträger zeichnet sich durch seine ansprechende Optik aus und ermöglicht ein genaues Einstellen der Pendelspitze auf den »0-Punkt«.

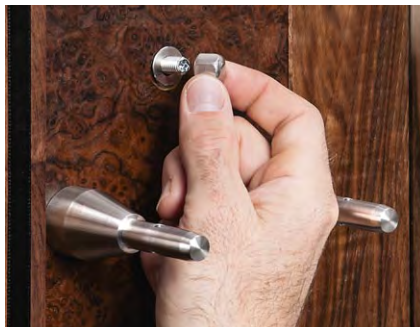


AUFHÄNGEN DES GEHÄUSES

Wählen Sie zum Aufhängen Ihrer Mechanica M4 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 30 mm herausragt. Danach bohren Sie 58 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. 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 M4: Pinzette, Aufzugsschlüssel, Regulierstift, Pendelfeder, Feinreguliergewichte, ...



DIE MONTAGE DES PENDELS

Für die Pendelmontage sollte ein sauberer Arbeitsplatz zur Verfügung stehen.

Legen Sie zunächst die für die Pendelmontage benötigten Werkzeuge bereit:

Werkzeuge:

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

Halten Sie auch die verpackten Pendelbauteile griffbereit:

Bauteile:

- Pendelstab aus Invarstahl* mit aufgeschraubtem Spitzenschutz *Fach 33*
- Feinregulierteller* *Fach 4*
- Inbus-Madenschraube M2 x 2 *Fach 4*
- Abfalleinstellhebel *Fach 5*
- Führungsbuchse *Fach 5*
- Inbus-Zylinderkopfschraube M2 x 12 *Fach 5*
- Rändelschraube *Fach 5*
- Wendelfeder* *Fach 5*
- Pendelzylinder* *Fach 1*
- Kompensationsrohre* *Fach 6*
- Inbus-Madenschraube M3 x 5 *Fach 5*
- Reguliermutter* *Fach 7*
- Kontermutter* *Fach 7*
- Pendelfeder* *Fach 3*

Montage des Feinreguliertellers*

Legen Sie den Pendelstab auf die Arbeitsfläche und montieren Sie den Feinregulierteller mit der beiliegenden Madenschraube M2 x 2. Die Schraube soll sich auf der Seite der Pendelhakenöffnung, im Gehäuse also der Rückwand zu gewandt, befinden.

Die Auflagefläche des Reguliertischchens hat bei Ausführungen ohne Barometerinstrument einen Abstand von 283 mm vom oberen Pendelende.

Um Unfälle im Umgang mit dem Pendel zu vermeiden, heben Sie niemals das Pendel am Feinregulierteller*. Die Madenschraube fixiert den Regulierteller nur durch Andruck auf eine geringe Auflagefläche und hält eventuell nicht das beachtliche Gesamtgewicht des Pendels.



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



MONTAGE DES BAROMETERINSTRUMENTS

Zubehör

- Barometerinstrument *Fach (2)*

Bauteile:

Zur Kompensation der durch Luftdruckschwankungen hervorgerufenen kurzfristigen Gangänderungen und um die Ganggenauigkeit Ihrer Mechanica M4 noch weiter zu steigern, bieten wir als Option ein Barometerinstrument an.

Diese 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 M4«.

Je nach Pendelausführung beachten Sie bitte die unterschiedliche Position des Barometerinstrumentes! Die entsprechenden Maße sind aus den Abbildungen auf Seite 35 ersichtlich.

Entfernen Sie nun zur Montage vorsichtig die Schrumpffolie von den Aneroiddosen* und schrauben das Barometerinstrument mit den beiden Madenschrauben M2 x 2, abhängig vom Pendeltyp 203 beziehungsweise 209 mm, vom oberen Pendelende entfernt fest.



Als Bezugsfläche zum Messen dient jeweils die obere Kante des Anschraubflansches (siehe Abbildungen). Die Verschraubung soll sich auf der Seite der Pendelhakenöffnung, im Gehäuse also der Rückwand zugewandt, befinden.

Hinweis:

Beim nachträglichen Einbau eines Pendels mit Barometerinstrument muss das Gehäuse neu ausgerichtet werden (siehe Seite 39)!

Durch das seitlich montierte Barometerinstrument wird der Pendelschwerpunkt leicht verändert.

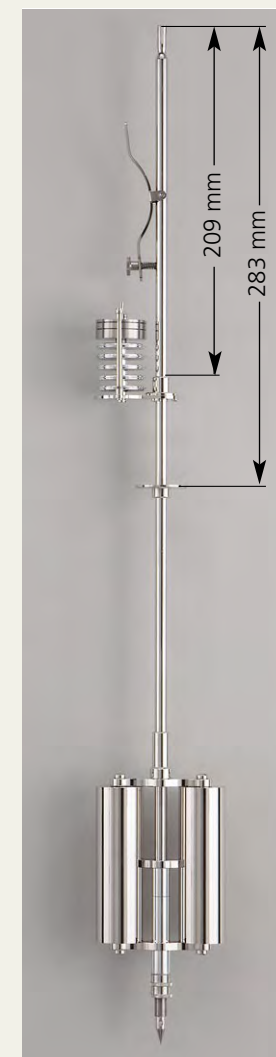
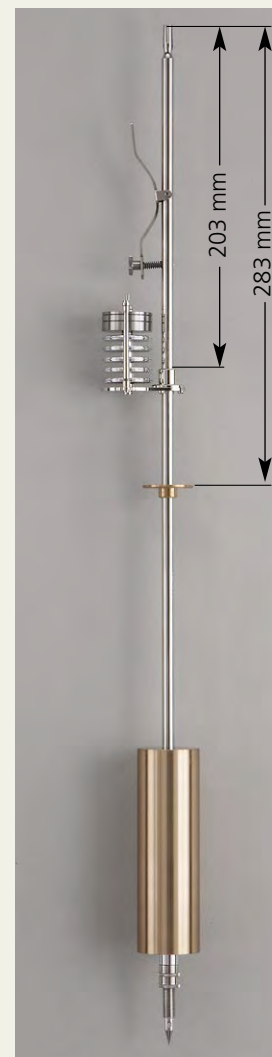
Bitte beachten Sie, dass beim nachträglichen Einbau eines Pendels mit Barometerinstrument das Gehäuse – wie auf Seite 39 beschrieben – wieder neu auf die Mitte der Pendelskala ausgerichtet werden muss.

AUSFÜHRUNGEN DER PENDELKÖRPER

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

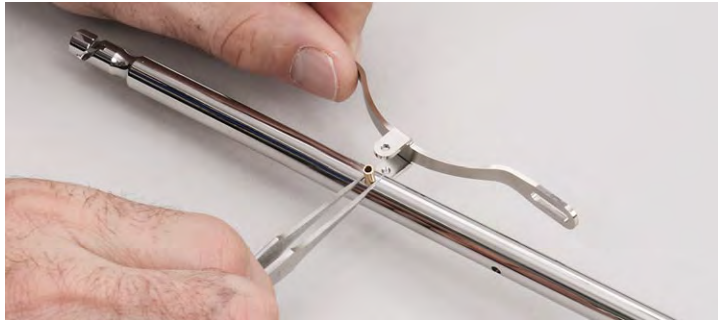
- Doppelzylinderpendel Fach 11

Entsprechend den großen klassischen Vorbildern gibt es für Ihre Mechanica M4 auch ein elegantes Pendel in der Glashütter Bauart nach Professor Strasser. Bei der offenen Bauweise werden die freien Kompensationsrohre von der Umgebungsluft umströmt und ermöglichen durch die schnellere Temperaturanpassung eine optimale Kompensation der temperaturbedingten Längenänderungen des Pendelstabs. Der in bicolor oder vernickelt lieferbare Doppelzylinder wertet das gesamte Erscheinungsbild Ihrer Mechanica M4 noch einmal deutlich auf.



So montieren Sie den Abfalleinsteller*:

1. Stecken Sie die Führungsbuchse in die Querbohrung im oberen Viertel des Pendelstabs ein.



2. Der Abfalleinstellhebel 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 Abfalleinstellhebel rechts befinden (siehe Abbildung). Der Abfalleinstellhebel soll leicht drehbar gelagert sein, darf aber nicht merklich wackeln. Montieren Sie Wendelfeder* und Rändelschraube zum Einstellen der Gangsymmetrie.



Montage von Pendelzylinder und Kompensationsrohren:

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



Zuerst wird das kürzere Kompensationsrohr, als zweites das Längere mit Langloch aufgeschoben und mit der Madenschraube M3 x 5 durch das Langloch hindurch in der Gewindebohrung des Pendelstabs fixiert.

Schrauben Sie als erstes die Reguliermutter* mit der Skalenteilung gegen das Kompensationsrohr und drehen Sie die Kontermutter* auf. Der Pendelkörper wird über die Kompensationsrohre geschoben.

Das genaue Regulieren wird im Abschnitt »In Gang setzen Ihrer Mechanica M4« ab Seite 72 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 Werkstisch 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
- Pinzette (Kornzange) Fach 8
- Uhrmacherschraubendreher Fach 8
- Schraubendreher, groß Fach 8
- Uhrmacherlupe Fach 8
- Montagesockel Fach 2

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

Hinweis:

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

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 M4 wird im II. Kapitel – »Technik und Funktionsweise der Mechanica M4« ab Seite 81 ausführlich erklärt.



MONTAGE DER HINTERPLATINE

Bauteile:

Sie benötigen folgende Bauteile:

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

Zubehör

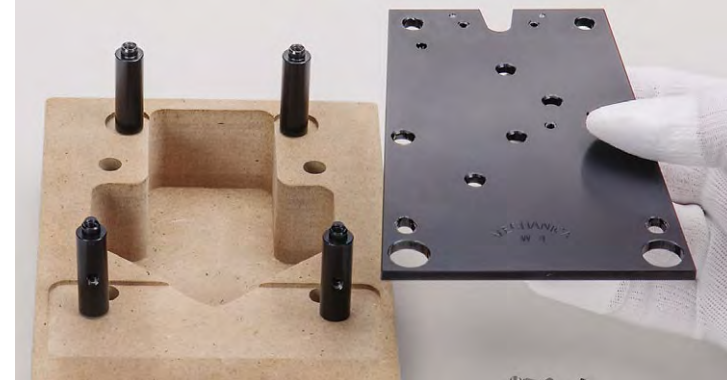
FEINPOLIERTER SCHRAUBENSATZ

Bauteile:

Als Zubehör ist für Ihre Mechanica M4 ein feinpolierter Schraubensatz erhältlich. Diese 38 feinpolierten beziehungsweise feingedrehten Edelstahlschrauben*, acht vergoldeten Unterlegscheiben und zwei Begrenzungsstifte werden die Optik des Werks entscheidend auf und ersetzen die entsprechenden Standardteile für die Werkmontage.

- 9 x Zylinderkopfschrauben M4 x 6 *Fach 2*
(ersetzen die acht Standard Inbus-Senkkopfschrauben M4 x 10 und eine Zylinderkopfschraube M4 x 6)
und 8 vergoldete Unterlegscheiben zur Verschraubung der Platinen mit den Werkpfeilern* und des Seilpföstchens
- 14 x Zylinderkopfschrauben M2 x 4 *Fach 2*
zur Verschraubung des Wechselradpföstchens, des Stundenradpföstchens (nur bei Regulatorzifferblatt), der beiden Ankerlager, der Zifferblattpfeiler und des Zifferblatts
- Zylinderkopfschraube M1,4 x 4 *Fach 2*
zur Verschraubung des Wechselrads*
- 2 x Inbusschrauben M3 x 10 *Fach 2*
zur Verschraubung der Ankerbrücke*
- 2 x Inbusschrauben M4 x 20 *Fach 2*
zur Verschraubung des Werks auf den Werkhaltepfeilern
- 2 x Begrenzungsstifte *Fach 2*
für Ankergabel*

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 W4« 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.



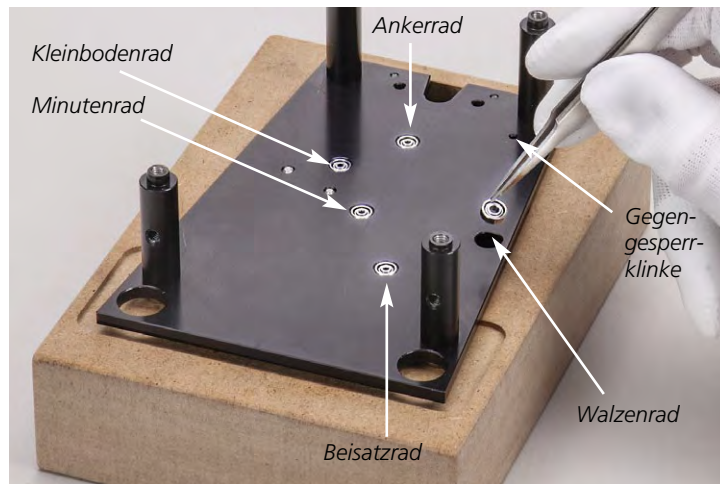
Schrauben Sie die beiden Ankergabel*-Begrenzungsstifte ein.

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

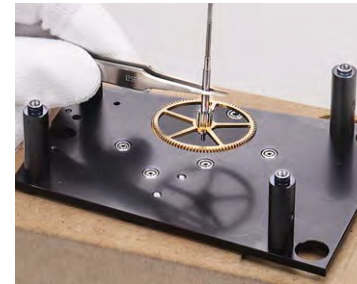
Da die gehärteten Stahlwellen* nicht oberflächenbeschichtet sind, verwenden Sie bitte die beiliegenden Handschuhe. Die Vergoldung der Räder kann bei Berührung mit der härteren Stahlpinzette verkratzt werden.

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*



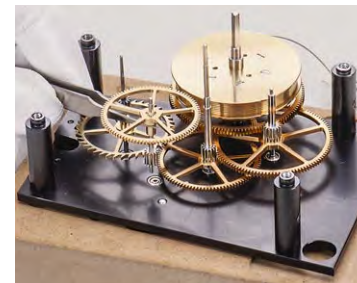
2. Beisatzrad*



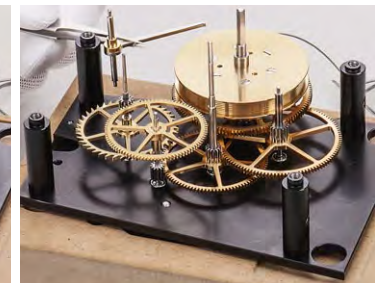
3. Walzenrad* mit Stahlseil



4. Ankerrad*



5. Kleinbodenrad*

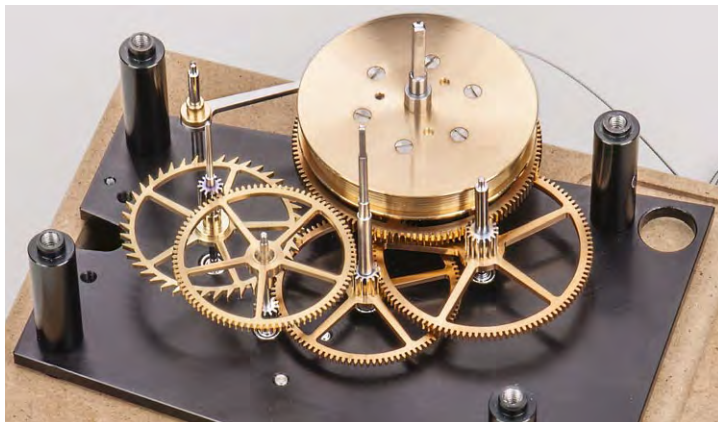


6. Gegensperrklinke*



Die Gegensperrklinke* muss in die Sägeverzahnung des Gegensperrrads eingreifen.

DIE MONTAGE DES UHRWERKS



VORBEREITEN UND AUFSETZEN DER VORDERPLATINE

Bauteile:

Folgende Bauteile werden benötigt:

- Vorderplatine ohne Durchbruch für normales oder Regulator Zifferblatt Fach 40
- Ankerlager Fach 24
- 2 x Zylinderkopfschrauben M2 x 4 Fach 24
- Wechselradpfosten Fach 24
- Zylinderkopfschraube M2 x 4 Fach 24
- 5 x Kugellager* Vorderplatine Fach 24
- 4 x Zifferblattfeiler Fach 24
- 4 x Zylinderkopfschrauben M2 x 4 Fach 24
- 4 x Inbusskopfschrauben M4 x 10 Fach 24
- 4 x Beilagscheiben Fach 24
- Seilpfosten Fach 14
- Zylinderkopfschraube M4 x 6 Fach 14

Bei Regulator Zifferblatt

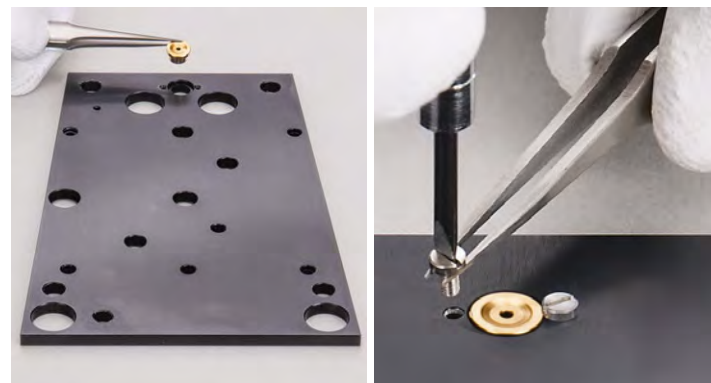
- 2 x Zylinderkopfschrauben M2 x 4 Fach 24
- Stundenradpfosten Fach 24

Zubehör

- Vorderplatine für Durchbruch im normalen Zifferblatt Fach 40
- Vorderplatine für Durchbruch im Regulator Zifferblatt Fach 40

Da die Montage der Zifferblätter mit und ohne Durchbruch exakt die Gleichen sind, haben wir keine gesondert bebilderte Anleitung für den Zusammenbau mit Durchbruch abgedruckt. Folgen Sie bitte einfach der Anleitung für die Vorderplatine und das Aufsetzen des Zifferblattes ohne Durchbruch!

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.

Montage des Seilpfostens

Auf der Vorderplatine wird der Seilpfosten eingesetzt und von der Gegenseite (Zifferblattseite) mit einer Zylinderkopfschraube M4 x 6 verschraubt – Platzierung siehe Seite 48 untere Abbildung.



Beim Normalen Zifferblatt – Einsetzen des Wechselradpfostens

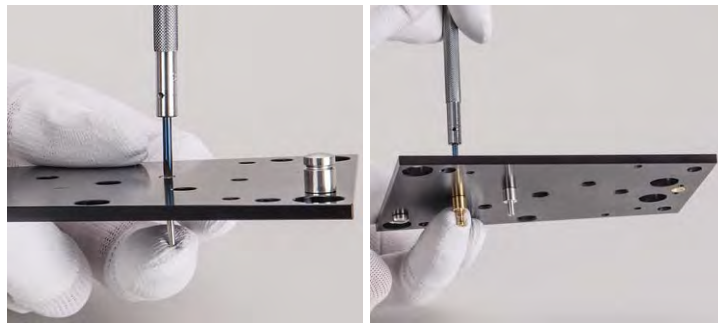
Auf der Gegenseite der Vorderplatine (Zifferblattseite) wird der Wechselradpfosten eingesetzt und von innen mit einer Zylinderkopfschraube M2 x 4 verschraubt – Platzierung siehe Seite 48 untere Abbildung.



Beim Regulatorzifferblatt

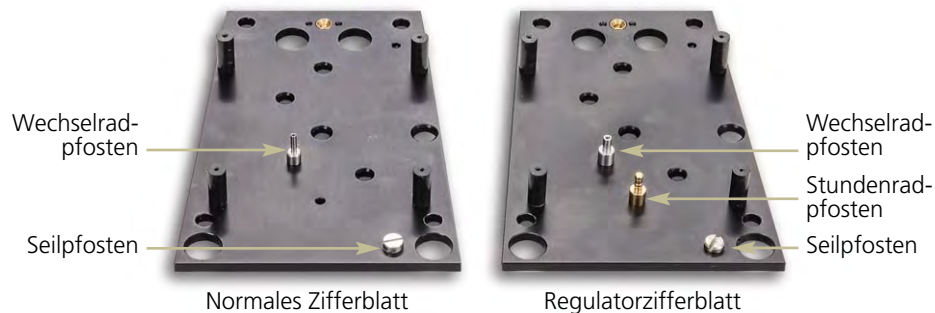
Einsetzen des Wechselrad- und des Stundenradpfostens

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.



Zifferblattpfiler

Auch auf der Gegenseite der Vorderplatine (Zifferblattseite) werden die Zifferblattpfiler 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!



Zubehör

RUBINLOCHSTEIN FÜR ANKERLAGER

Wie bei den großen Vorbildern kann die Langlebigkeit Ihrer Mechanica M4 ebenfalls durch einen als Zubehör erhältlichen Satz Rubinlochsteine für die Ankerlagerung entscheidend erhöht werden. Dabei werden die serienmäßigen Messingbuchsen durch Chatons* mit verschleißfreien Rubinlochsteinen ersetzt.

Aufsetzen der Vorderplatine auf das Werkgestell

Nun fügen Sie die Vorderplatine mit dem bereits teilmontierten Uhrwerk auf dem Montagesockel zusammen. Setzen Sie hierzu die Vorderplatine in die richtige Lage, auf das teilmontierte Uhrwerk ab.

Die Zapfen* und Pfeileransätze werden dabei vorsichtig in Kugellager und Bohrungen eingeführt.

Hinweis:

Hier in der Version
des normalen
Zifferblattes



Die Vorderplatine wird durch vier Beilagscheiben und vier Inbus-senkkopfschrauben M4 x 10 auf den Pfeilern fixiert.

Hinweis:

Hier in der Version
des normalen
Zifferblattes



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 M1,4 x 3 *Fach 23*
(bei Regulator Zifferblatt: mit Beilagscheibe)
- Viertelrad* mit Gegengewicht* *Fach 23*
- Inbus-Madenschraube M2 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 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. Achten Sie auch hierbei auf die richtige Einbaulage. Durch Eindrehen der Zylinderkopfschraube M1,4 x 3 (bei der Regulator Zifferblatt Variante mit Beilagscheibe!) in den Wechselradpfosten sichern Sie das Wechselrad in der korrekten Position.

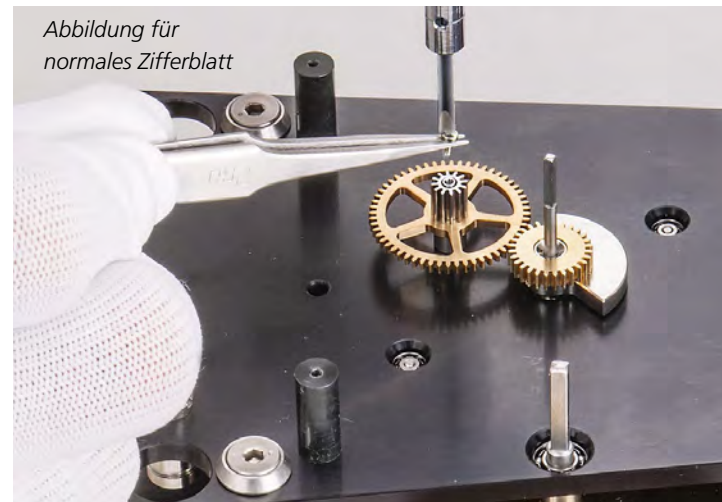


Abbildung für
normales Zifferblatt



Abbildung mit Stundenradpfosten
für Regulatorzifferblatt

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 her bewegen lassen. Das Spiel soll sichtbar und deutlich spürbar sein.

☐ OK

Zeigerwerk

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

☐ OK

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.

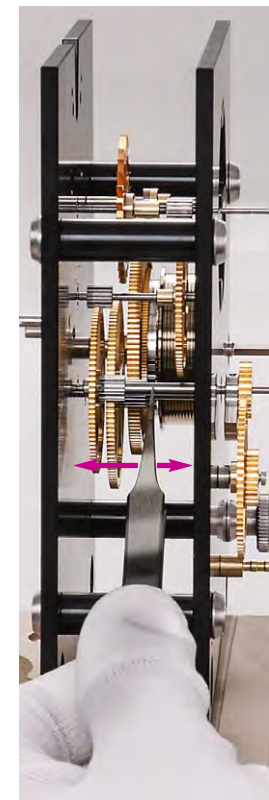
Beim Vorspannen des Gegengesperres soll sich das Räderwerk gleichmäßig drehen und gleichförmig langsamer werden.

☐ 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 M4 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*

Zubehör

RUBINLOCHSTEIN FÜR EXZENTERLAGER

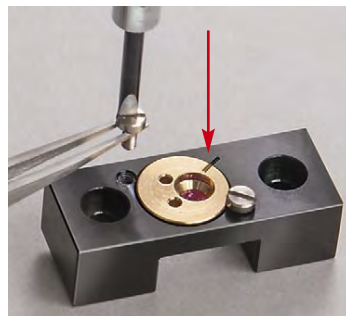
Beim als Zubehör erhältlichen Satz Rubinlochsteine für die Ankerlagerung werden die serienmäßigen Messingbuchsen durch Chatons* mit verschleißfreien Rubinlochsteinen ersetzt.

Achtung: Technische Änderung - die Exzenterlager sind bereits montiert!

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

Hinweis:

Die Funktion der Hemmung* und die Justagemöglichkeiten mit Hilfe des Exzenterlagers* werden im Abschnitt „Die Hemmung“ im II. Kapitel auf Seite 92 näher erläutert.

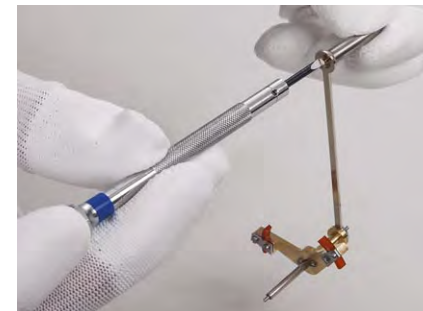


Abbildungen hier mit Zubehör, Rubinlochsteine

Anker mit Steinpaletten

Ihre Mechanica M4 ist mit einem Ankerkörper mit Steinpaletten aus Achat ausgestattet. Wie bei den klassischen hochwertigen Präzisionspendeluhr* vermindern auch hier die Achat-Paletten* die Reibung und gewährleisten somit einen verschleißarmen Gang Ihrer Mechanica M4. 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 W4« zeigt nach oben. Jetzt wird der Anker mit seinem zifferblattseitigen Lagerzapfen vorsichtig in die Lagerbohrung der Ankerbuchse in der Vorderplatte gestellt.



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

Hinweis:

Achten Sie auf korrekte Einbaulage der Bauteile!

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

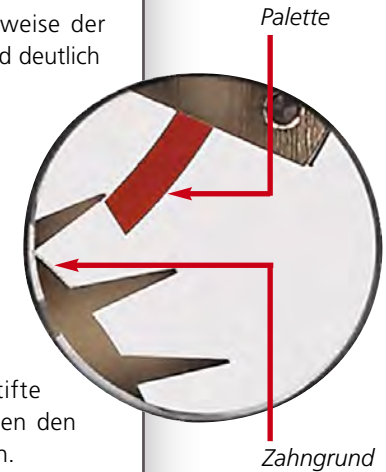
☐ OK

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 dem Zahngrund aufstoßen.

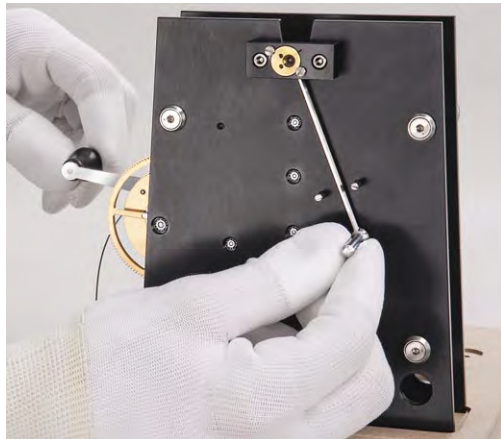
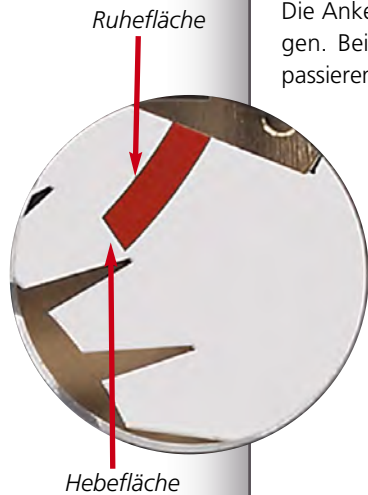
☐ OK



PRÜFPROTOKOLL HEMMUNG

Das Räderwerk mit der Aufzugskurbel entgegen der Aufzugsrichtung über das Gegengeserr* 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.



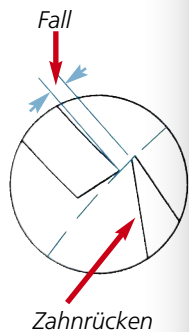
Prüfung des Falls*

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



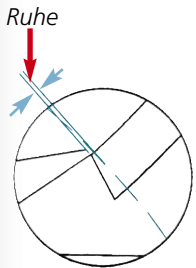
PRÜFPROTOKOLL HEMMUNG

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 M4 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 M4 ist kuggelagert 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.

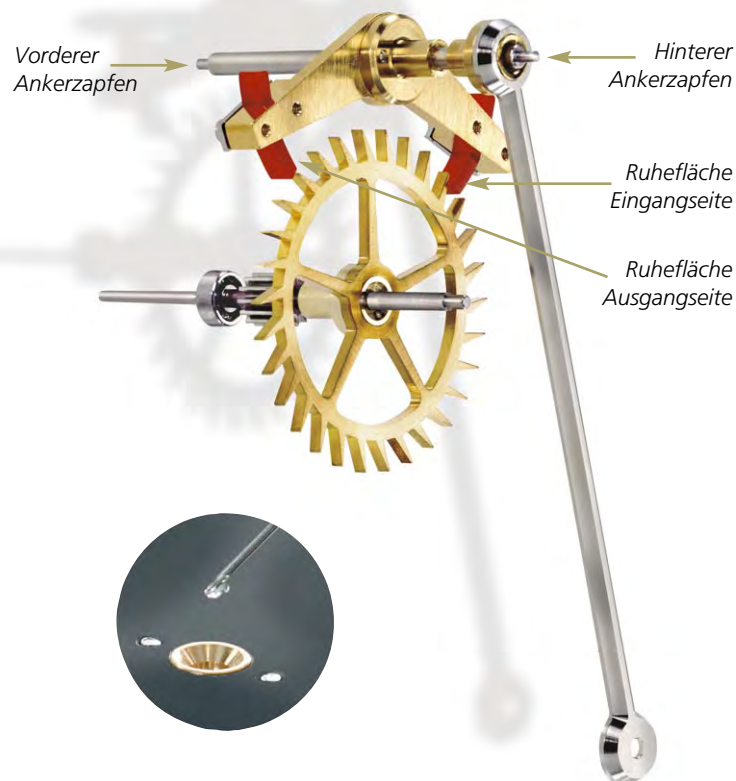
Benutzen Sie nur das dem Bausatz in einer Spritze beiliegende spezielle Großuhrenöl Möbius Microgliss D5.

Achtung:

Rubinlochsteine müssen in gleicher Weise wie die Standardlager geölt werden!

Sicherheitshinweis:

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



MONTAGE DER ZIFFERBLÄTTER

Um die Werkmontage abzuschließen, müssen Sie noch durch Anbringen von Zifferblatt und Zeigern aus Ihrem Mechanica W4 Präzisionsuhrwerk einen vollwertigen Zeitmesser machen.

Dazu benötigen Sie:

- normales Zifferblatt ohne Durchbruch oder Fach 34
- Regulator Zifferblatt ohne Durchbruch Fach 34
- Lünette* Fach 35
- 6 x Inbus-Zylinderkopfschrauben M1,6 x 5 Fach 24
- 4 x Zylinderkopfschrauben M2 x 4 Fach 24
- Satz Standardzeiger Fach 37+38
- Stundenrad* mit Stundenrohr Fach 23

Bauteile:

- normales Zifferblatt mit Durchbruch oder Fach 34
- Regulator Zifferblatt mit Durchbruch Fach 34

Zubehör

Bereiten Sie zunächst das Zifferblatt für den Einbau vor, indem Sie die Lünette* auf das Zifferblatt aufsetzen und von vorne mit sechs Inbus-Zylinderkopfschrauben M1,6 x 5 verschrauben.



Aufsetzen vom Stundenrad

Bitte setzen Sie vor der Zifferblattmontage noch das Stundenrad auf!



Bei normalem Zifferblatt



Bei Regulator- Zifferblatt

Verschrauben vom Zifferblatt

Das vormontierte Zifferblatt wird vorsichtig auf die vier Zifferblattfeiler aufgesetzt und mit vier Zylinderkopfschrauben M2 x 4 befestigt.



Aufsetzen der Zeiger bei normalen (ohne Abbildung) oder Regulator-Zifferblatt

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

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



In der Abbildung mit Zubehör, bombierte Zeiger

Hinweis:

Achten Sie beim Aufsetzen des Minutenzeigers auf die richtige Positionierung in Bezug auf das Gegengewicht (siehe Abbildung Seite 52).

HANDGEARBEITETER ZEIGERSATZ

Zubehör

Für die M4 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 – dieser Abschnitt ist für beide Zifferblattvarianten identisch

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.

Prüfen Sie durch vorsichtiges Drehen am Minutenzeiger, ob die Zeiger aneinander oder am Zifferblatt streifen.

Hinweis:

Der Minutenzeiger soll axial nicht über das Zifferblatt hinausragen.



Für den Einbau des Uhrwerks benötigen Sie:

- 2x Werkhalteschrauben Inbus M4 x 20
- Inbusschlüssel Schlüsselweite 3 mm.

Fach 24

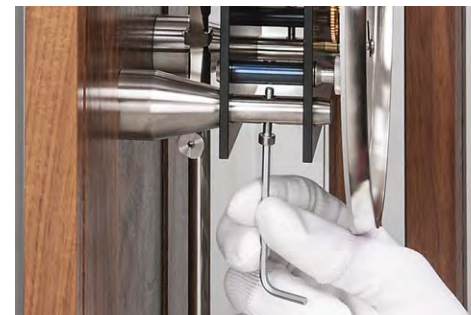
Fach 8

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

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 Werkhaltepfiler eingeschoben und in den unteren Werkpfeilern verschraubt.



Bauteile:

Werkzeuge:

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 aus Wolfram* *Fach 10*
- Inbusschlüssel Schlüsselweite 0,9 *Fach 8*

Werkzeug:

1.

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.



2.

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



3.

Drehen Sie nun den Seilrollenbügel auf das vorstehende Gewindestück auf der Oberseite des Aufzugsgewichtes.



KUGELGELAGERTE SEILROLLE

Zubehör

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

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

Zur Montage werden benötigt:

- Kugellagerte Seilrolle *Fach 9*
- Antriebsgewicht aus Wolfram* *Fach 10*

Bauteile:

Hinweis:

Der Kugellagerdeckel ist auf der einen Seite vernickelt und auf der anderen Seite vergoldet. Die Seilrolle kann somit je nach Ausführung beidseitig verwendet werden!



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 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 (Gangsymmetrie) korrekt eingestellt ist, können Sie die Uhr ganz aufziehen. Beenden Sie den Aufziehvorgang rechtzeitig.

Das Gewicht darf nicht soweit hinaufgezogen werden, dass die Seilrolle Teile des Uhrwerks oder die Werkhaltefeiler berührt!

Hinweis:

Die Uhr stets gegen den Uhrzeigersinn aufziehen!

Darauf achten, dass das Seil immer in den Rillen der Seilwalze läuft!



Einstellen der Gangsymmetrie

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 angekommen 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 M4!**

REGULIEREN IHRER MECHANICA M4

Werkzeuge:

- Regulierstift* *Fach 8*

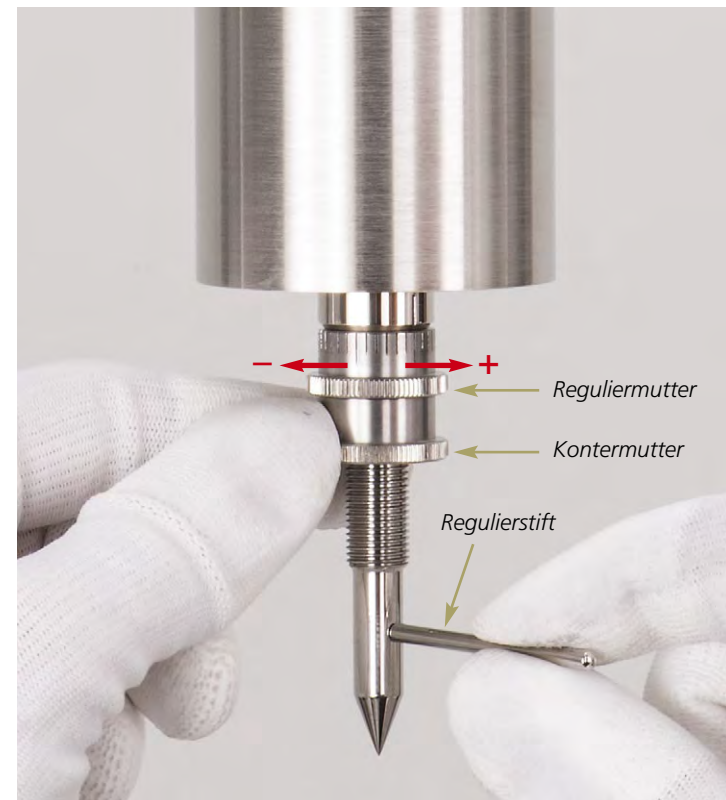
Sobald Sie Ihre Mechanica M4 in Gang gesetzt und auf die genaue Uhrzeit eingestellt haben, stellen Sie ein Gewicht zur Standkorrektur* auf den Feinregulierteller* in der Pendelmitte. Die Uhr sollte nun 24 Stunden lang laufen. **Sie muss jetzt noch einreguliert werden, das bedeutet der Schwerpunkt des Pendelstabs muss so eingestellt werden, dass Ihre Uhr genau geht.**

Nach einer Beobachtungszeit von 24 Stunden vergleichen Sie die Zeitanzeige Ihrer Mechanica M4, der Uhrmacher spricht hierbei von „Stand*“, mit der einer Vergleichsuhr (zum Beispiel Funkuhr). Hieraus ermitteln Sie den „täglichen Gang*“ der Uhr, also das Vorseilen oder Zurückbleiben Ihrer Mechanica M4 im Vergleich zur amtlichen Zeit. Zu Beginn der Reglage* wird Ihre Mechanica M4 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 sogenannte Kontermutter* und drehen Sie die Reguliermutter gezielt pro Sekunde Vorgang am Tag um etwa einen halben 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 halben 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 M4 auf etwa eine Sekunde **Nachgang** täglich einjustiert sein.



FEINSTELLEN IHRER MECHANICA M4

Bauteile:

- Edelstahl-Gewichte

Fach 8

Diente das Einstellen an der Reguliermutter zum Abgleich im größeren Bereich, so bietet Ihnen das Pendel der Mechanica M4 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 M4 beigelegt 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.

Als Zubehör bieten wir für Ihre Mechanica M4 ein zwölfteiliges Feinregulierungsgewichte-Set an, das im nächsten Kapitel ausführlich beschrieben wird.

Zubehör

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 11

Für die Feinreglage* Ihrer Mechanica M4 bieten wir als Zubehör ein zwölfteiliges Feinreguliergewichte-Set an, mit dem sich die Regulierung in noch exakteren Schritten durchführen lässt.

Enthalten sind zwölf Präzisionsgewichte in den folgenden Abstufungen:

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



Ein zusätzliches Zubehör ist ein edles Holzetui mit Magnetverschluss zur Aufbewahrung der Präzisions-Reguliergewichte (s. Seite 128)

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 M4 ist es Ihnen gelungen, einen Präzisionszeitmesser selbst fertig zu stellen und einzuregulieren.

Wie jedes andere Instrument, an dessen Genauigkeit große Anforderungen gestellt werden, verlangt auch Ihre Mechanica M4 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 M4 verfügt aufgrund von 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 5-10 Jahren notwendig.

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

Hinweis:

Niemals Gehäuse offen stehen lassen!

Wartung:

In unserer Manufaktur jederzeit möglich.

**So gepflegt wird Ihre Mechanica M4
über Jahrzehnte unermüdlich Dienst tun und
als wertvoller Zeitmesser mit Stolz
von Generation zu Generation weitergereicht werden.**

Für den nachträglichen Einbau der meisten Zubehörteile ist der Ausbau des Uhrwerks erforderlich. Nehmen Sie sich für den beabsichtigten Umbau Ihrer Mechanica M4 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)*
- 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:

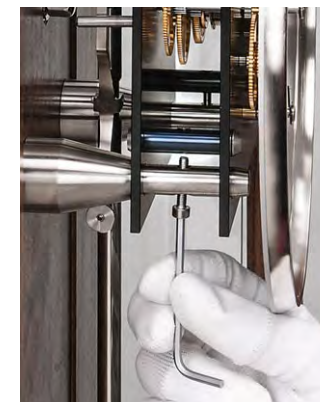
Das Stahlseil muss nach Aushängen des Gewichts unbedingt gespannt bleiben!

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 das Gewicht lediglich auszuhängen. 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.



*Einkerbung
des
Sperrkegels*



II. KAPITEL

TECHNIK UND FUNKTIONSWEISE DER
MECHANICA M4

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.

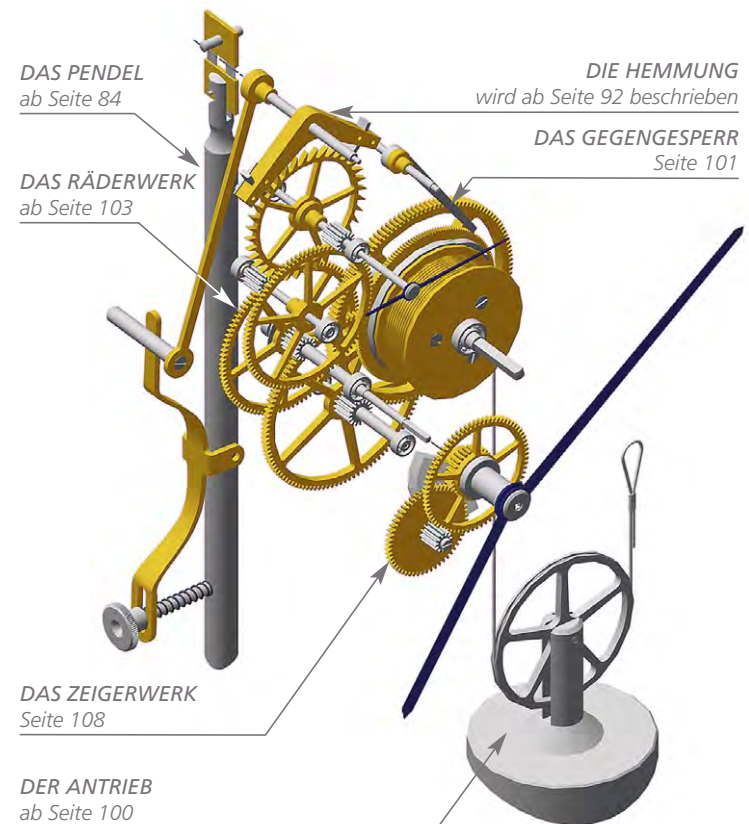
Die Uhrmacher haben in den letzten Jahrhunderten große Anstrengungen unternommen, um mit den ihnen zur Verfügung stehenden Mitteln die Genauigkeit der Präzisionspendeluhren zu steigern.

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 M4 sogar etwas Begreifbares im wörtlichen Sinne.



Wenn Sie sich nun die Zeit nehmen und versuchen die Abläufe in Ihrer Mechanica M4 nachzuvollziehen, können Sie unsere Begeisterung für die Uhrmacherei teilen und betrachten Ihre Uhr wissend mit anderen Augen.



MECHANICA

by Erwin Sattler

DAS PENDEL

Das Pendel* ist bis heute das genaueste mechanische Schwingensystem. 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 Pendeluhrn verhinderten.

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.

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

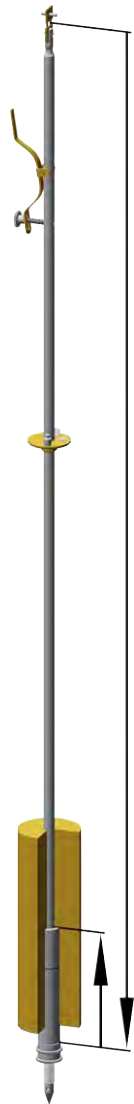
Zubehör

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 Gebrauchsuhrn 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 sitzen auf der Reguliermutter unseres Pendels die sogenannten Kompensationsrohre, auf dem dann das Pendelgewicht ruht. Diese Kompensationsrohre bestehen aus Aluminium (kurzes Rohr) und Titan (langes Rohr) und sind so berechnet, dass ihre 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 Präzisionspendeluhr* 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 Feinregulierungsgewichte 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 M4 die wichtigsten Voraussetzungen 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 Schwingensystem herstellt, zugeführt.

Der Aufbau und die Funktion der Hemmung werden ab Seite 92 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 M4 wird im Abschnitt »Antrieb und Räderwerk« ab Seite 100 erläutert.

Zubehör

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 M4 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.

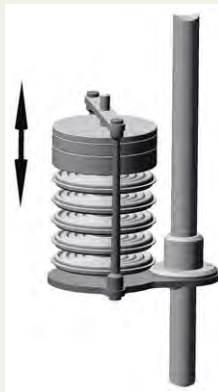


Dieser verursacht zusammen mit anderen Einflussfaktoren, wie dem erhöhten Luftwiderstand, eine Verlangsamung der Pendelschwingung. Wie stark sich dieser Fehler auf das Pendel auswirkt, hängt von der Form des Pendels und dem spezifischen Gewicht ab. Die Auswirkungen lassen sich nicht hinreichend genau berechnen und müssen durch sehr zeitaufwändige Messungen mit einem von Umwelteinflüssen isolierten Pendelprüfstand in einem abgedichteten Glastank ermittelt werden. Für alle Komponenten Ihrer Mechanica M4 wurden diese Messungen in monatelangen Testreihen im eigenen Labor der Großuhrenmanufaktur Erwin Sattler GmbH & Co. KG 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.

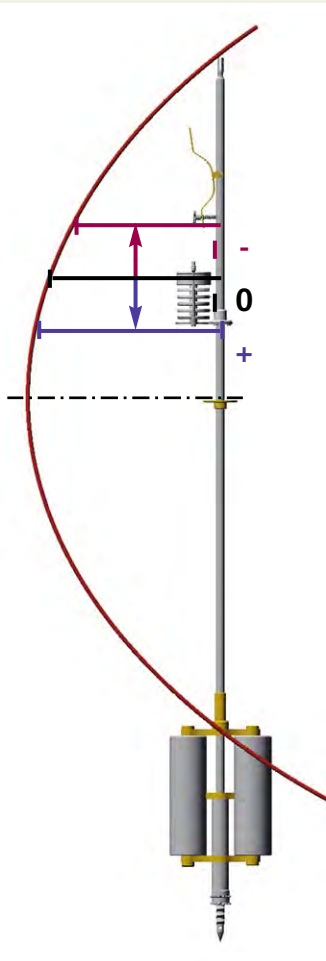
Funktionsweise der Barometerkompensation:

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.



Zubehör

Zubehör



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 M4 haben Sie doch genau das getan? Durch Verschieben der Pendellinse* nach unten geht die Uhr langsamer. Durch das Entfernen eines Feinregulierungsgewichts 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 M4. Wenn wir die Größen der Auswirkungen in Bezug zur Position am Pendelstab betrachten, ergibt sich als Wirkungslinie die in der nebenstehenden Abbildung gezeigte Parabel.



Zubehör

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 M4 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

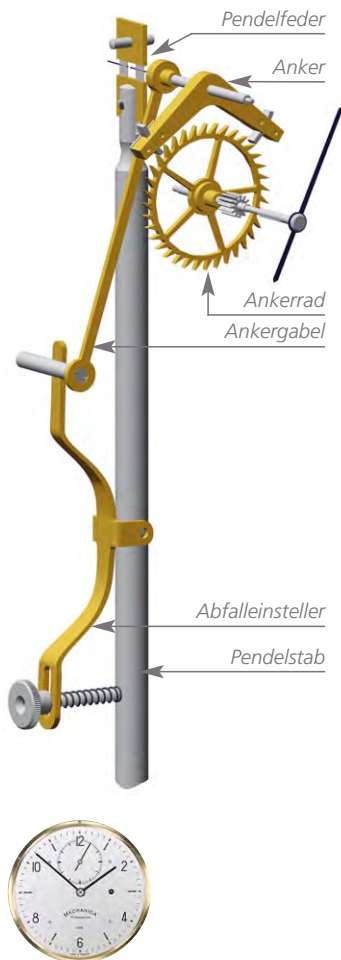
Die Hemmung hat zwei wichtige Aufgaben:

- Diese stellt die Verbindung zwischen Räderwerk* und Schwingssystem 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 Schwingssystem für Großuhren wurden verschiedene Hemmungssysteme entwickelt, die ihre Aufgaben mehr oder weniger gut erfüllen.

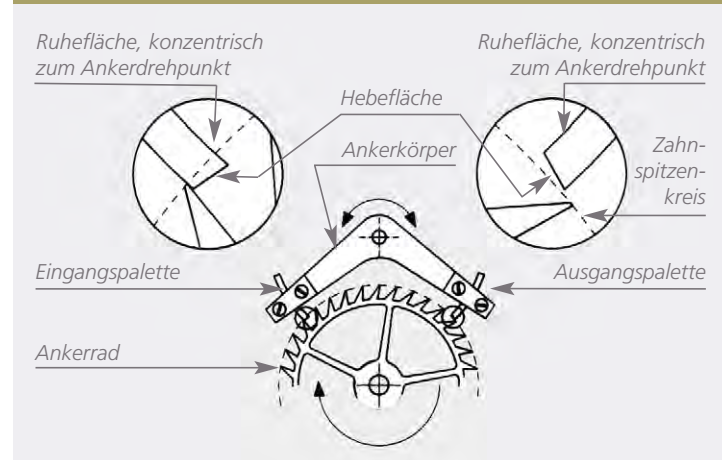
In unserer Mechanica M4 wird eine so genannte ruhende Ankerhemmung verwendet, die um 1720 von dem englischen Uhrmacher George Graham erfunden wurde und aus diesem Grund auch Grahamhemmung* genannt wird. Diese stellt die logische Weiterentwicklung der bis dato verwendeten Hemmungen dar und ist bis heute 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.

Voraussetzung 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.

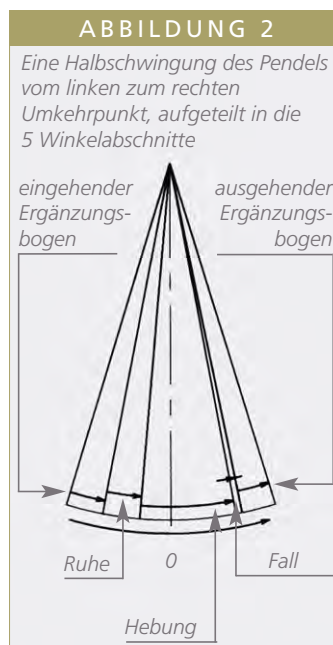
Die Paletten bestehen aus Achat, haben eine leicht gebogene Form und sind kreisförmig um den Ankerdrehpunkt angeordnet. Die Enden der Paletten, die in den Zahnspitzenkreis eingreifen, sind schräg angeschliffen und poliert. Diese werden als Hebeflächen* bezeichnet.

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.

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“ am Buchende dargestellt.

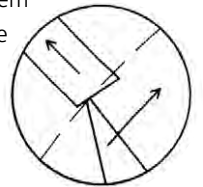
Um auf die einzelnen Abschnitte genauer eingehen zu können, ist es wichtig, dass Sie vorher den Funktionsablauf im Detail betrachten.



Nun zu den Erläuterungen der einzelnen Bewegungsabläufe.

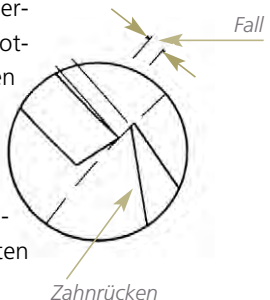
Beginnen wir mit der Hebung.

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 Zahnschuppe 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 Zahnschuppenkreis 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



auch beim Weiterschwingen des Pendels und damit auch beim weiteren Eintauchen einer Palette 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 M4 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 Vorderplatte 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 M4 leisten, können wir eine kleine Rechnung aufstellen:

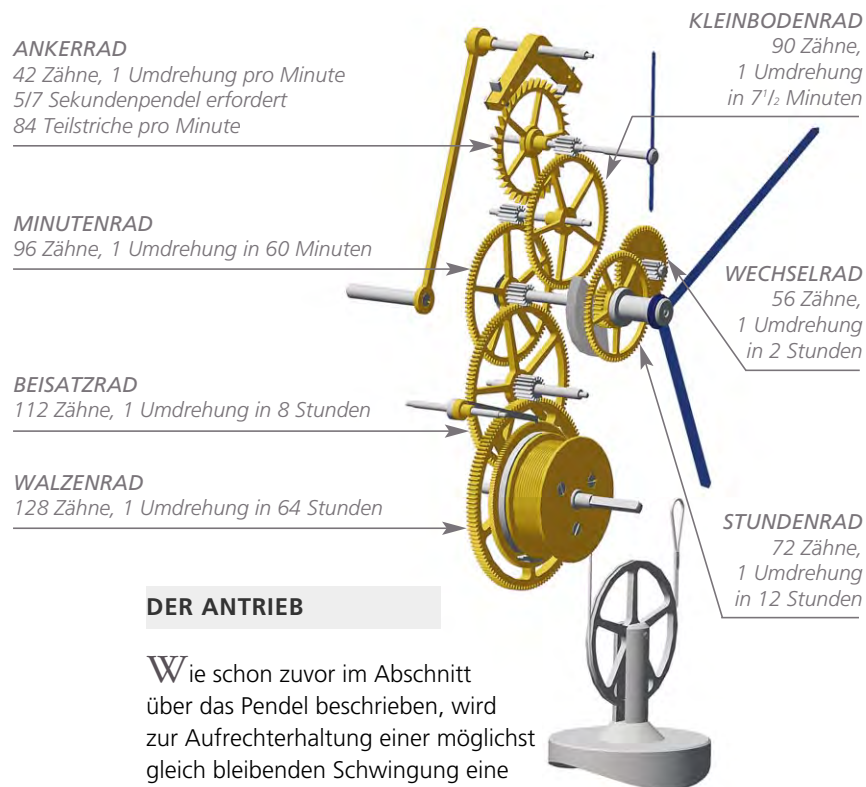
60 Sekunden pro Minute
60 Minuten pro Stunde und
24 Stunden pro Tag ergeben: 86.400 Sekunden pro Tag bzw.
7 Tage pro Woche ergeben: 604.800 Sekunden pro Woche.

Würde Ihre Mechanica M4 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 drei Umdrehungen des Walzenrads pro Woche. Der Sekundenzeiger befindet sich auf der Welle* des Ankerrads und dreht sich in dieser Zeit über 10000-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 Antriebsgewicht besteht aus Wolfram*, das sich durch ein höheres spezifisches Gewicht gegenüber gewöhnlich hierzu im Uhrenbau verwendetem Blei auszeichnet. Dies verleiht Ihrer Mechanica M4 ein eleganteres Erscheinungsbild.

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 an der Vorderplatine 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 M4 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 M4 während des Aufziehvorgangs nicht angetrieben werden, die Zeitanzeige würde also zurück bleiben. Dies wird bei Ihrer Mechanica M4 durch ein sogenanntes Gegengesperr* auf der Walzenradwelle verhindert.

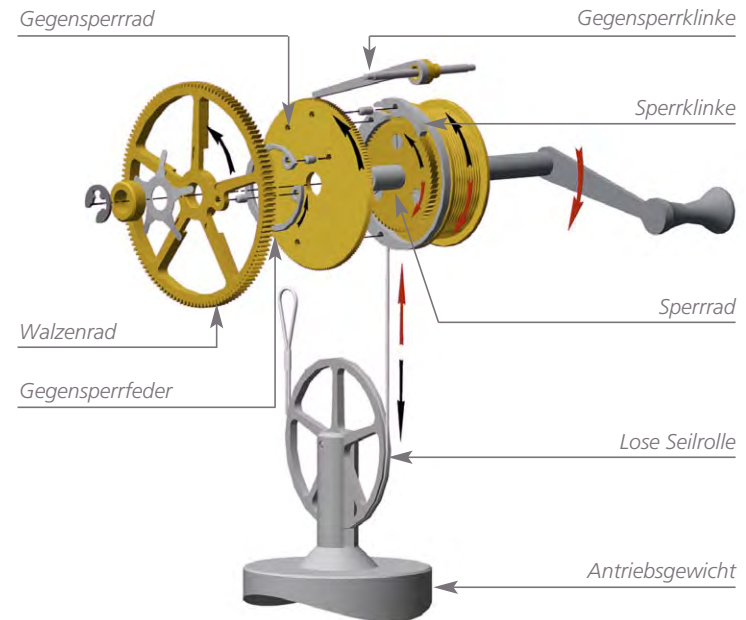
Das Gegengesperr besteht aus folgenden Teilen:

- 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 2600 g. Davon werden wegen der Umlenkung an der Seilrolle auf das Räderwerk die Hälfte, also 1300 g wirksam.



DAS RÄDERWERK

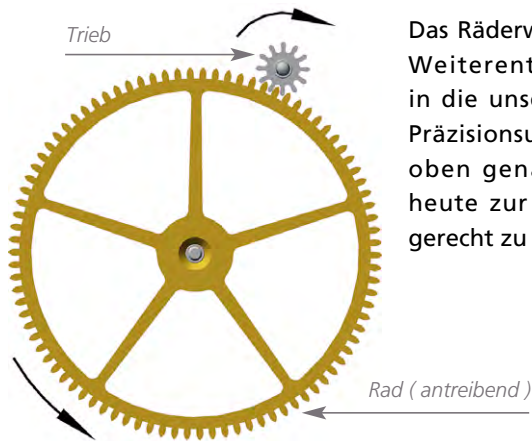
Wenn wir im Räderwerk* das große Übersetzungsverhältnis* vom Walzenrad zum Ankerrad* betrachten, das 1 zu 3840 beträgt und nun die 1300 g durch diesen Wert teilen, sehen wir, dass rechnerisch nur 0,34 g am Ankerrad wirksam werden können.

Diese einfache Rechnung berücksichtigt natürlich nicht die Hebellängen der Radien von Seilwalze und Ankerrad, verdeutlicht aber hinreichend, mit welcher 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 M4 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 Gebrauchsuhr 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 erweiterten 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 geölte Lager in regelmäßigen Abständen (etwa 5-7 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 M4 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 M4 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 hergestellt.
- 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 M4 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 M4 bleibt das Zeigerwerk*.

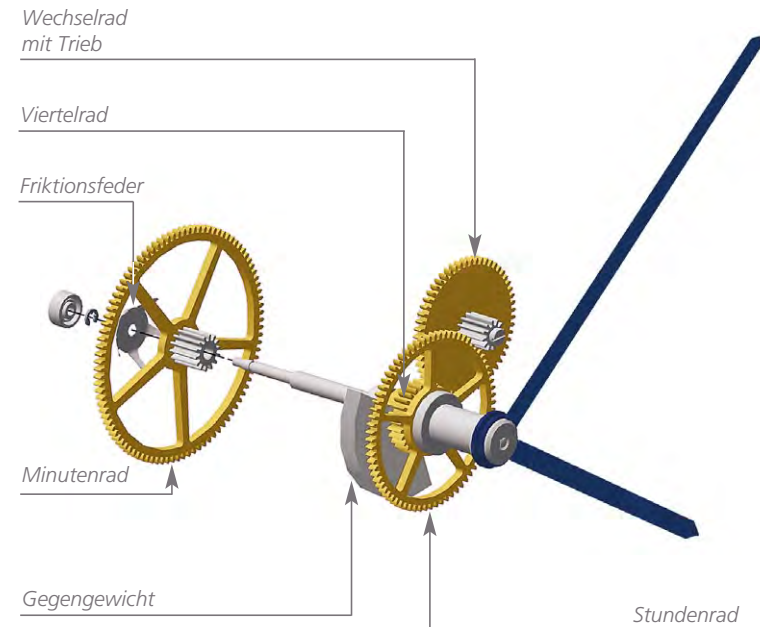
Das Zeigerwerk hat die Aufgabe, die genau definierte Umdrehungszahl des Minutenzeigers zum Stundenzeiger im Verhältnis 12:1 zu untersetzen.

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

Der Minutenzeiger sitzt direkt auf der Minutenradwelle. Um die Zeiger zu stellen, ist es notwendig, die Minutenradwelle vom restlichen Räderwerk zu entkoppeln. Dies wird durch die so genannte Zeigerreibung gelöst, die sich zwischen dem Minutenrad mit seinem vernieteten Trieb* und der Minutenradwelle befindet.

Diese Reibung oder Friktion* wird durch eine vorgespannte, fünfschenkkelige 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.

Aneroiddosenkompensation:

Eine Möglichkeit, die Einflüsse des schwankenden Luftdrucks auf die Ganggenauigkeit der Uhr mit Hilfe eines Barometerinstruments auszugleichen.

Für Ihre Mechanica M4 ist eine eigens konstruierte 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 M4 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. 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 M4 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 M4 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 M4 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 M4 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 M4 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 M4 ein zwölfteiliges Präzisions-Regulierungsgewichte-Set im zum Gehäuse passenden Edelholzetui.

Friktion:

Reibung. Generell wurde bei der Konstruktion Ihrer Mechanica M4 auf die Verminderung auftretender Reibung größter Wert gelegt. Deshalb sind bei Ihrer Mechanica M4 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 M4 beträgt die Gangdauer 14 Tage.

Gebälut:

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 M4 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 Ablafrichtung 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 M4 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 Zahnschnecke 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.

Hemmungsräder:

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 M4 verwendeten Edelstahl-Kugellager benötigen diese kein Öl.

L

Lünette:

Zierreif für das Zifferblatt.

M

Messing:

Legierung aus Kupfer und Zink. Bei Ihrer Mechanica M4 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.

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 M4 wahlweise aus Bronze* oder Bronze* vernickelt.

Pendellinse:

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

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 M4 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.

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. Für Ihre Mechanica M4 ist wahlweise ein normales Zifferblatt oder ein Zifferblatt mit Regulatoranzeige erhältlich.

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.

R

Regulierstift:

Zylindrischer Edelstahlstift, der während der Reglage* in die Querbohrung 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.

Für Ihre Mechanica M4 gibt es im Zubehör als Ersatz für die serienmäßigen Messingbuchsen verschleißfreie, in Chatons* gefasste Rubinlochsteine für Exzenter*- und Ankerlager.

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 Radius der Ausgangspalette auf welche die Zähne des Ankerrads* für die Hemmung* des Räderwerks* fallen.

Rundlauffehler:

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

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 M4 schraubenförmige Führungsnuten angebracht.

Stahlwelle:

Siehe Welle.

Stand:

Wert um den die Anzeige Ihrer Mechanica M4 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.

Teilung:

Der Abstand zweier aufeinander folgender Zahnsitzen, 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 M4 sind fünf gehärtete Stahltriebe eingebaut: Beisatztrieb, Minutentrieb, Kleinbodentrieb, Ankerradtrieb und Wechseltrieb.

Übersetzung:

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

Uhrenstand:

Siehe Stand.

V

Viertelrad:

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

W

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 M4 verwendet.

Werkpfeiler:

Siehe Pfeiler.

Werkplatinen:

Siehe Platinen.

Wolfram:

Sehr schweres Metall, Dichte 19,3 kg/dm³.

Z

Zapfen:

Dünneres, abgesetztes Wellenende. Über die Zapfen werden die Wellen in den Lagerbohrungen geführt. Die Zapfen Ihrer Mechanica M4 sind durchgehärtet und bilden zusammen mit Welle* und Trieb* ein gemeinsames Bauteil.

Zeigerwerk:

Baugruppe mit zwei Zahnradeingriffen. Überträgt die Bewegung des Minutenzeigers zwölfmal verlangsamt auf die Welle* des Stundenzeigers. Das Zeigerwerk besteht aus Viertelrad*, Wechselrad*, Wechseltrieb und Stundenrad*.

Zulagegewichte:

Kleine Massstücke, die, auf den Feinregulierteller* des Pendels* aufgelegt, den Gang* der Uhr sehr gering beschleunigen. Mit Hilfe der Zulagegewichte können Sie Ihre Mechanica M4 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 Schenkellung, gefräst, feingeschliffen und vergoldet
- Grahamhemmung* mit verstellbaren Achatpaletten
- Zifferblatt aus hart eloxiertem* Aluminium
- Zeiger aus Stahl, handbearbeitet und gebläut*

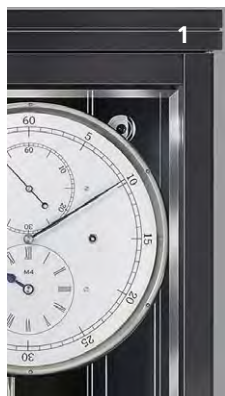
Die Uhr

- 2-Wochen Gangdauer
- Erreichbare Ganggenauigkeit: +/- vier bis sechs Sekunden im Monat
- Antriebsgewicht aus massivem Wolfram*; 2600 g an loser Rolle
- Gehäuse aus massiven, unbehandelten Edelhölzern in Kirschbaum und Nussbaum oder schwarz lackiert
- Gehäuse gegen Staub abgedichtet
- Im Gehäuseboden integriertes Geheimfach für Zubehör
- Pendelgalgen und Werkhaltepfiler direkt mit der Gehäuserückwand verschraubt
- Auf Wunsch kostenlose Gravurplakette mit Namenszug des Kunden

Das Pendel

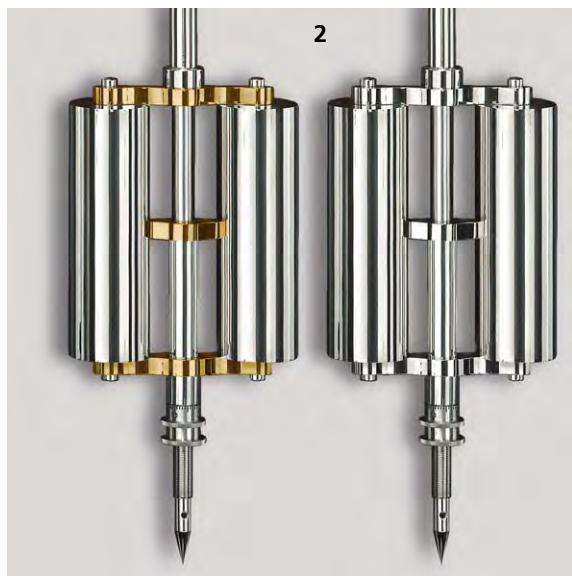
- Pendelstab aus wärmebehandeltem Invar*
- Massiver Pendelylinder* aus Bronze* oder Bronze vernickelt
- Temperaturkompensation
- Feinregulierteller
- 5/7 Sekunden-Pendel



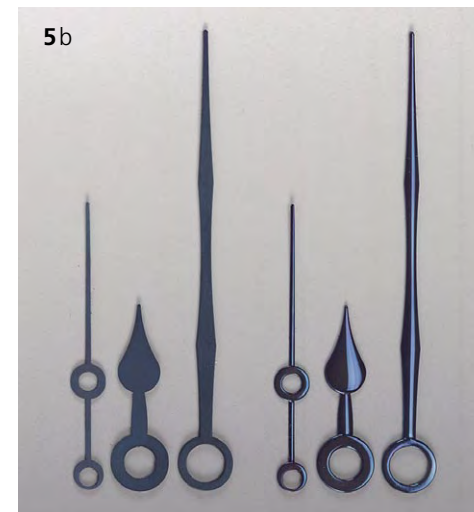
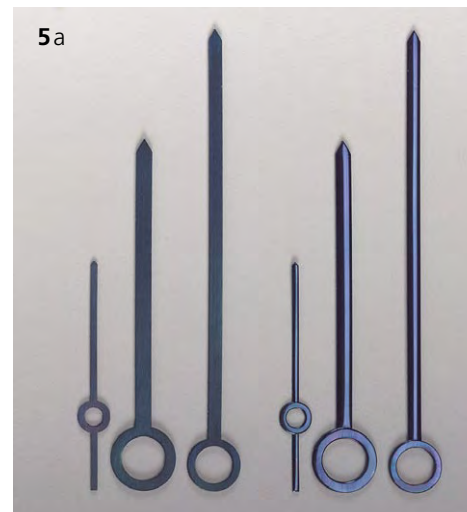


Um Ihnen die Möglichkeit zu geben, Ihre Mechanica M4 technisch (Langlebigkeit, Ganggenauigkeit) und optisch aufzuwerten, sind zurzeit folgende Zubehörteile verfügbar:

- 1 Facettierte* Mineralglasscheiben** Seite 23
Zur optischen Aufwertung des Gehäuses.
- 2 Doppelzylinderpendel, bicolor oder vernickelt** Seite 34
Elegante Optik und optimale Temperaturkompensation.
- 3 Kugelgelagerte Seilrolle** Seite 69
Attraktive Optik und geringere Reibungsverluste.



- 4 Justierbare Penderskala** Seite 29
Horizontal verstellbarer Pendelskalenträger zum genauen Einstellen der Pendelspitze auf den „0-Punkt“.



- 5 Handgearbeitete Zeigersätze** Seite 65
Manuell bombierte*, polierte und gebläute* Zeiger
- 6 Feinpolierter Schraubensatz** Seite 42
38-teiliger Satz feinpolierter und -gedrehter Edelstahlschrauben* und Unterlegscheiben.
- 7 Kastenhalteschrauben** Seite 27
Vier Kastenhalteschrauben mit poliertem, gebläuten Kern und zwei polierte Werkhalteschrauben.

- 8 Rubinlochsteine*** für Exzenter*- und Ankerlager Seiten 48, 56
Ersatz der serienmäßigen Messingbuchsen* durch verschleißfreie in Chatons* gefasste Rubinlochsteine.



9 Barometerinstrument

Um die negativen Auswirkungen des Luftdrucks auf die Ganggenauigkeit zu kompensieren, ist ein Barometerinstrument mit Aneroiddosen erhältlich Seite 33

- 10 Präzisions-Reguliergewichte-Set** Seite 76
Zwölfteiliges Feinreguliergewichte-Set* wahlweise auch in edlem Holzetui mit Magnetverschluss erhältlich

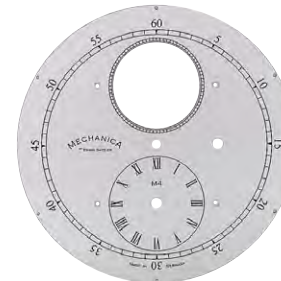
11 Sattler-Lack*

Möglichkeit, das Gehäuse der Mechanica M4 mit einer exklusiven Oberflächengüte auszustatten



12 Durchbruch im normalen bzw. Regulator-Zifferblatt (Seite 63)

Das im Sekundenkreis durchbrochene Zifferblatt und die Ausfräsung in der Vorderplatine des Uhrwerks ermöglichen den Blick auf die vergoldeten Zahnräder und die Graham-hemmung. Das Umbau-Set enthält das jeweilige Zifferblatt mit Durchbruch sowie die ausgefräste Vorderplatine mit Durchbruch.



13 Glasdach

Das im Dach eingearbeitete Mineralglas ermöglicht das Uhrwerk ins »Rampenlicht« zu setzen.



Die Produktion der sehr aufwändigen Zubehöerteile 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



MECHANICA M1



MECHANICA M3

5/6 Präzisionspendeluhr Mechanica M1

Das erste Modell der Uhrenbausätze. Die Mechanica M1 hat alle technischen Feinheiten die auch in den Erwin Sattler Präzisionsuhren zu finden sind. Die Classica Secunda 1985 stellt ihr großes Vorbild dar.

Präzisions-Tischuhr Mechanica M2

Die Tischuhr im Uhrenbausatzprogramm. Durch Verwendung von Kugellagern und dem Einsatz von innovativen Materialien ist eine einfache und rasche Montage möglich. Diese Uhr sieht in den Erwin Sattler Tischuhren ihre Vorbilder.

Sekundenpendeluhr Mechanica M3

Da ständiger Fortschritt und Weiterentwicklung Programm sind, war es nur eine Frage der Zeit bis die Mechanica M1 auch in einer Sekundenpendelvariante angeboten würde. Ausgestattet ist die Mechanica M3 ebenso mit allen technischen Qualitätsmerkmalen der Erwin Sattler Classica Secunda 1985.



MECHANICA M2



MODELL CLASSICA SECUNDA 1985

Das große Vorbild Ihrer Mechanica M4, 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 finisiert 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 GmbH & Co. KG · Großuhrenmanufaktur
Lohenstraße 6 · D - 82166 Gräfelfing www.erwinsattler.de

Die Gangtabelle dient zur Kontrolle der Ganggenauigkeit Ihrer M4. 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.

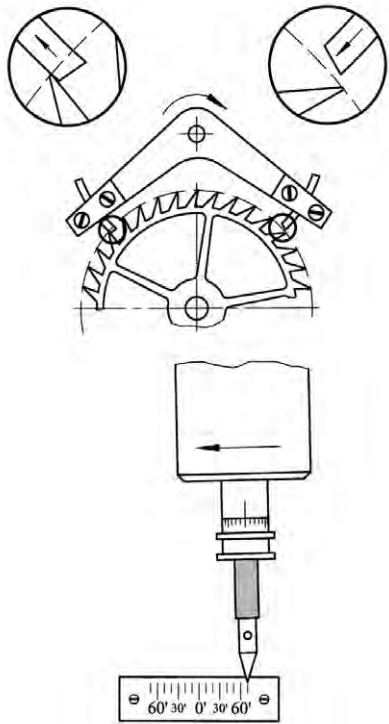
Als Vergleichsuhr ist eine handelsübliche Funkuhr vollkommen ausreichend. Mit ein wenig Übung lassen sich Differenzen der beiden Uhren von weniger als 0,5 Sekunden optisch erkennen. Idealerweise sollte der Zeitvergleich beider Uhren immer zur selben Tageszeit stattfinden.

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

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

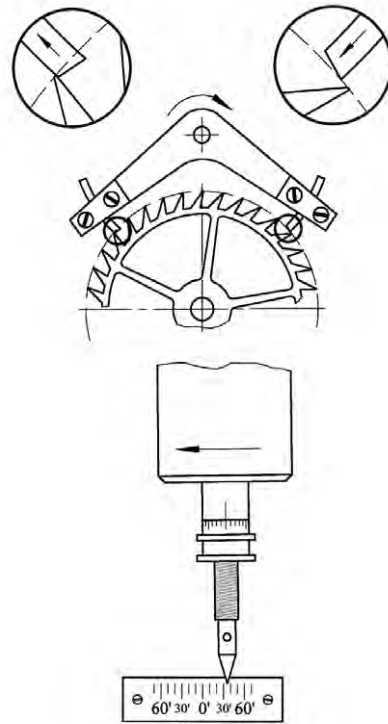
[illegible]

ABBILDUNG 3A



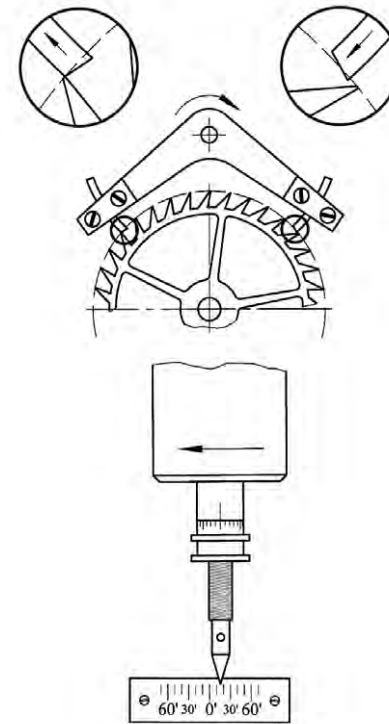
Ankerrad:
Liegt an der Ruhefläche der Eingangspalette an, steht still, ruht also.
Anker:
Folgt der Bewegung des Pendels.
Pendel:
Befindet sich im linken Umkehrpunkt, beginnt eingehenden Ergänzungsbogen.

ABBILDUNG 3B



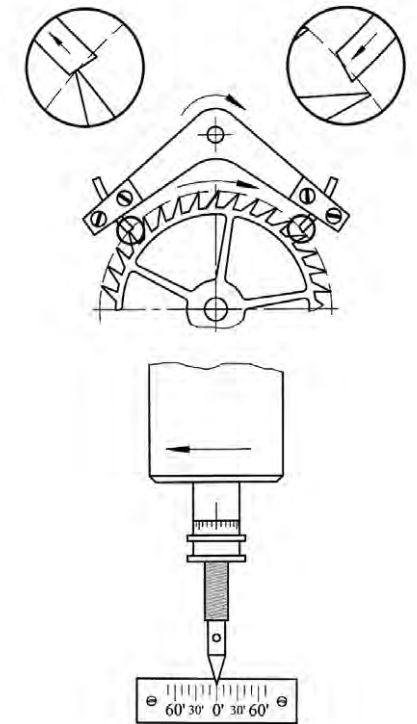
Ankerrad:
Ruht.
Anker:
Folgt der Bewegung des Pendels.
Pendel:
Ende des eingehenden Ergänzungsbogens
Beginn des Ruhewinkels.

ABBILDUNG 3C



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

ABBILDUNG 3D



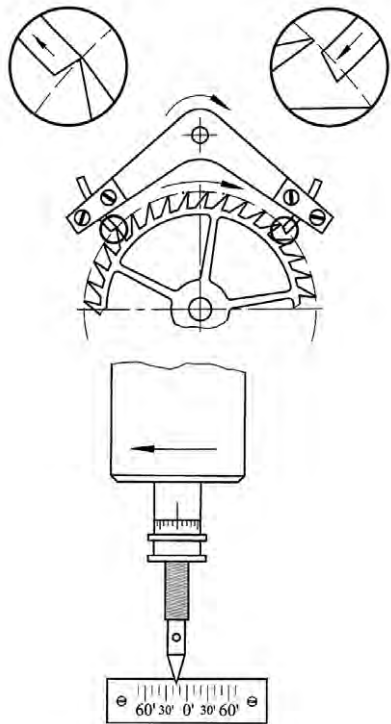
Ankerrad:
Gleitet über die Hebefläche der Eingangspalette, hebt den Anker, erteilt einen Impuls.
Anker:
Überträgt den Impuls auf das Pendel.
Pendel:
Beginn der Hebung (des Hebewinkels).



LESEZEICHEN

✂ Bitte an gestrichelter Linie ausschneiden

ABBILDUNG 3E

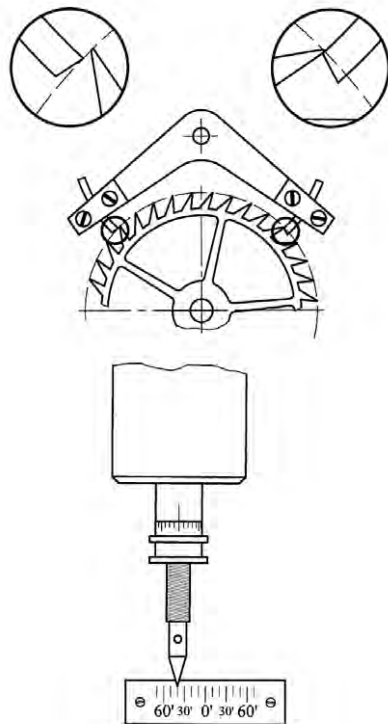


Ankerrad:
Befindet sich am Ende der Hebefläche, Ende des Antriebsimpulses, kurz vor dem Fall.

Anker:
Ende der Impulsübertragung.

Pendel:
Ende der Hebung.

ABBILDUNG 3F

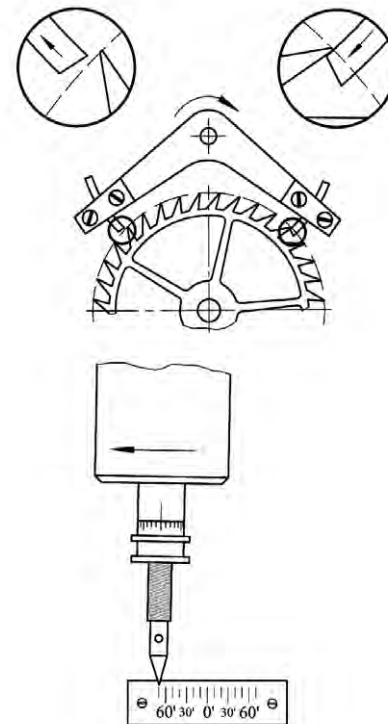


Ankerrad:
Ende Fall.
Ist soeben von der Hebefläche abgefallen und liegt nun an der Ruhefläche der Ausgangspalette an.

Anker:
Folgt der Bewegung des Pendels.

Pendel:
Kurz nach Ende der Hebung.

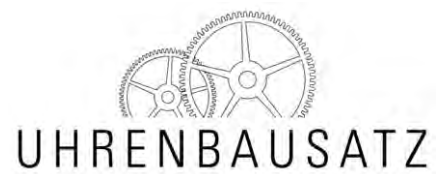
ABBILDUNG 3G



Ankerrad:
Ruht.

Anker:
Folgt der Bewegung des Pendels.

Pendel:
Vollzieht ausgehenden Ergänzungsbogen.



Müller & Sattler Uhrenbausatz GmbH & Co. KG

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