

UHREN-FACHKUNDE

Rudolf Frei

Reprint 2015



Alle Rechte vorbehalten

2. erweiterte und ergänzte Auflage 1968

FACHKUNDE

TABELLEN

NORMEN

MATERIALKUNDE

BO/CTM

GREINER

FACHRECHNEN

Reprint 2015 der 2. Auflage 1968

Mit freundlicher Genehmigung durch den
Verband deutschschweizerischer Uhrenfabrikanten

© **Historische Uhrenbücher**

Verlag: Florian Stern, Berlin 2015

www.uhrenliteratur.de

service@uhrenliteratur.de

Alle Rechte vorbehalten

Digitalisierung: Michael Stern, Berlin

Druck: SDL, Berlin

ISBN 978-3-941539-82-2

Vorwort

Die vorliegende Auflage der Uhren-Fachkunde in deutscher Sprache, herausgegeben von der Stiftung für Personalfürsorge und Berufsausbildung des Verbandes deutschschweizerischer Uhrenfabrikanten, will keine wissenschaftlich-technische Abhandlung sein. Der Verfasser, Rudolf Frei, Fachlehrer VDU der Uhrmacherfachklassen, wollte vor allem diesen Klassen der Gewerbeschulen eine moderne Fachkunde in deutscher Sprache in die Hände legen. Dieser Schulungsstufe entspricht auch der behandelte Stoff des Werkes. In zweiter Linie ging es darum, im Zusammenhang mit den heutigen Qualitätsanforderungen durch die schweizerische technische Uhrenkontrolle den Verbandsmitgliedern des VDU für ihre interessierten Mitarbeiter ein kurzgefasstes, technisch orientiertes, allgemein verständliches Werk in ihrer Muttersprache zu verschaffen,

Diese Beschränkung schliesst deshalb die Erwartung, ein Nachschlagewerk technisch höchster Stufe vor sich zu haben, zum vornherein aus. Es wird aber vielen Uhrenfabrikanten und deren Mitarbeitern in den Ateliers ein brauchbares Lehrmittel sein, insbesondere allen Betrieben mit Lehrlingsabteilungen. Der Stiftung des VDU für Berufsausbildung lag es ferner daran, einen weiteren Schritt zu einer verbesserten Schulungsmöglichkeit zu schaffen, um vor allem bei jungen Menschen das Berufsinteresse in der Richtung einer guten Fachausbildung unablässig zu wecken. Das Fachbuch wird zweifellos auch mithelfen, die Schulung, wenigstens innerhalb des Verbandes deutschschweizerischer Uhrenfabrikanten, in eine bestimmte Marschrichtung zu lenken. Selbst dem technisch interessierten kaufmännischen Mitarbeiter dürfte die Fachkunde von Rudolf Frei ein willkommenes Lehrmittel für fachliches Wissen bieten.

Diese Erwägungen waren für die Anlage des Lehrbuches bestimmend. Die Darstellung ist übersichtlich, der gewählte Druck mit leicht verständlichen Zeichnungen und neuesten Reproduktionen angenehm lesbar.

In ungezählten Arbeitsstunden und in freier Initiative ist damit Rudolf Frei ein wertvoller Beitrag zu unseren Bemühungen um das moderne Fachwissen gelungen. Ihm sind wir zu grösster Anerkennung verpflichtet. Ferner sei auch allen Fachleuten und Firmen, insbesondere Herrn Edwin Frei, Uhrentechniker und der Greiner Electronic AG für die Mitarbeit und das rege Interesse aufrichtig gedankt.

Wir freuen uns damit, den Fachklassen des Verbandes deutschschweizerischer Uhrenfabrikanten und den Verbands-Mitgliedern das Unterrichtswerk von Rudolf Frei zu übergeben.

Solothurn, im Januar 1966

Im Auftrage der Stiftung für
Personalfürsorge und Berufsausbildung des Verbandes deutschschweizerischer Uhrenfabrikanten:

D r . O . H o f

V o r w o r t zur zweiten Auflage

Durch den grossen Anklang, welchen das vorliegende Lehrbuch im In- und Ausland fand, sahen sich Verfasser und Verlag gezwungen, bereits nach zwei Jahren an die Herausgabe einer zweiten Auflage zu denken. Diese liegt hiemit vor, wobei der Verfasser, Rudolf Frei, durch die Ueberarbeitung nach neuestem Stand die stoffliche Gestalt des Werkes faktisch belassen konnte. Zu einer grundlegenden Veränderung oder Ergänzung des Stoffes war kein Grund vorhanden.

Möge auch dieses Buch der Jugend in der Ausbildung, sowie recht vielen Leuten der Praxis weiterhin eine willkommene Hilfe im Berufe sein.

Solothurn, im März 1968

Im Auftrage der Stiftung
für Personalfürsorge und
Berufsausbildung des Verbandes
deutschschweizerischer Uhren-
fabrikanten

Dr. O. H o f

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

F a c h k u n d e

<u>Die Zeit</u>	1
Die tägliche Erddrehung, Der wirkliche Sonnentag Der mittlere Sonnentag Der Sternentag	2
Die Zeitzonen	3
Die internationale Datumgrenze	4
Die Jahreszeiten	
Das Schaltjahr	5
Die Kalender	
Die Sonne	6
Der Mond	
Finsternisse	7
Die Planeten	
Distanzen im Weltall	8
<u>Die alten Zeitmessinstrumente</u>	9 - 10
<u>Die Organe der Uhr</u>	11 - 14
<u>Uhrenarten</u>	15 - 16
Die Quarzuhr	17 - 18
Die Atomuhr	19 - 21
Die schweizerische Uhrenindustrie	22
<u>Das Trieborgan</u>	23
Federhaus und Zugfeder	24
Federformen	25
Federhaken	26
Dimensionen der Zugfeder	27
Die Triebkraft der Zugfeder	28
Begrenzung der Federspannung	29
Dynamometer (Beschreibung)	30
Berechnung der notwendigen Kraft Auswertung der Diagramme	31
Dynamometer	
Ermüdungsapparat	32 - 34
Zugfederdiagramm zur Berechnung	35
Beispiele von Zugfederdiagrammen	36
Die allgemein in der Uhrenindustrie verwendeten Zugfedern	37
Zugfedern mit Trockenschmierung	38 - 39
Plan von Federhaus mit Federkern	40

Das Räderwerk

Grundbegriffe	42	
Bezeichnungen	43	- 44
Zahnform	45	
Praktische Ausführung der Zahnform	46	
Spiel in der Räderwerkverzahnung		
Stetigkeitsbedingung	47	
Verzahnung bei Zeigerwerk und Aufzug	48	
Merksätze	49	
Eingriffsfehler	50	
Eingriff Rad - Trieb (Konstruktion)	51	
Eingriff Aufzug (Konstruktion)	52	
Eingriff Zeigerwerk (Konstruktion)	53	

Uebersetzungen

Verhältniszahlen, Umdrehungszahlen	54	
Proportion	55	
Umdrehungszahlen und Zähnezahlen	56	
Umdrehungszahl bei mehrfacher		
Uebersetzung	57	
Umdrehungszahl des Sekundenradtriebes	58	
Berechnung des Zeigerwerkes	59	
Schlagzahl der Unruhe	60	

Die Schweizer Ankerhemmung

Grundbegriffe, Aufgaben der Hemmung	62	
Hemmungskonstruktionen		
Konstruktionsgrundlagen	63	
Ankerrad	64	
Anker	65	
Hebelscheibe	66	
Die Funktionen in 4 Phasen		
Erste Phase (Grundstellung)	67	
Zweite Phase	68	
Dritte Phase	69	- 70
Vierte Phase	71	
Geräusch der Ankerhemmung	72	
Entstehung der Stösse	73	
Die Winkel der Hemmung	74	
Sicherheiten, Spiele	75	
Hemmungskonstruktionen der		
Schweizer Ankerhemmung	76	- 78
Schnitt durch Hemmung und Regulier-		
organ	79	
Referenzentafel FAR	80	- 81

Achevage Praktische Anleitung

82	-	90
----	---	----

<u>Das Regulierorgan</u>	91
Grundbegriffe, Pendel, Schwingungsweite, Halbschwingungsdauer	92
Isochronismus, Dämpfung, Sekundenpendel, Pendelgesetze	93
Schwingungserscheinungen	94
Unruhe und Spiralfeder	95
Teile des schwingenden Systems	96 - 97
Isochronismus und Dauer der Schwingungen	97 - 98
Der Einfluss einer äusseren Kraft auf die Schwingungsdauer	98 - 99
Einfluss der Hemmung	100
Das Gleichgewicht der Unruhe	101
Der Einfluss eines Gleichgewichtsfehlers der Unruhe auf die Schwingungsdauer	102 - 103
Diagramme eines Gleichgewichtsfehlers	104
Das Gleichgewicht der Spiralfeder	105
Der Einfluss von Temperaturveränderungen auf den Gang der Uhr	106 - 107
Der Einfluss der Reibung auf die Schwingungsdauer, Einfluss des Spiels zwischen Räderzeigerschlüssel und Stift	108 - 111
Die Lage des Ansetzpunktes	112 - 114
Grundsätze bei der Bestimmung der Lage des Ansetzpunktes	115 - 116
Praktische Bestimmung der Lage des Ansetzpunktes	117 - 119
Die CGS-Numerierung der Spiralfedern	120 - 121
Norm NIHS Spiraux numérotation	
CGS 35-10	122
Die äussere Endkurve	123 - 124
<u>Réglage - praktische Anleitung</u>	125 - 130
Norm NIHS Gewöhnliche antimagnetische Uhren 90-10	131
Norm NIHS Stossgesicherte Uhren 91-10	132
Haupttypen von Unruhen	133
Spiralfedertabelle	134
<u>Gehäuse, Zifferblatt und Zeiger</u>	135
Das Zifferblatt	136
Gehäusetypen	137 - 141
<u>T a b e l l e n</u>	
Räderwerk und Eingriff	142
Berechnung der Eingriffe	143
Faktorentabelle 1	144
Faktorentabellen 2 und 3	145

Modul, Teilung, Zähnezahlen	146	
Zeigerwerk	147	- 149
Uhrwerkgrößen, Umrechnungstabelle		
Linien - Millimeter	150	
Umrechnungstabelle für Dezimalstunden	151	
Normalformate des Papiers	152	
Ebauches SA Liste der Tochter-		
gesellschaften	153	

Z e i c h n e n Normen NIHS

NIHS 07-02 Allgemeines	Formate, Schrift	154
NIHS 07-03 Ansichten	Benennung, Anordnung	155
NIHS 07-04 F.1 Striche	Strichbreite	156
NIHS 07-04 F.2 Striche	Umrisse, Kanten	157
NIHS 07-04 F.3 Striche	Flächen, Ansichten	158
NIHS 07-04 F.4 Striche	Schraffuren, Angaben	159
NIHS 07-04 F.5 Striche	Gewinde	160
NIHS 07-04 F.6 Striche	Verzahnungen	161

M a t e r i a l k u n d e

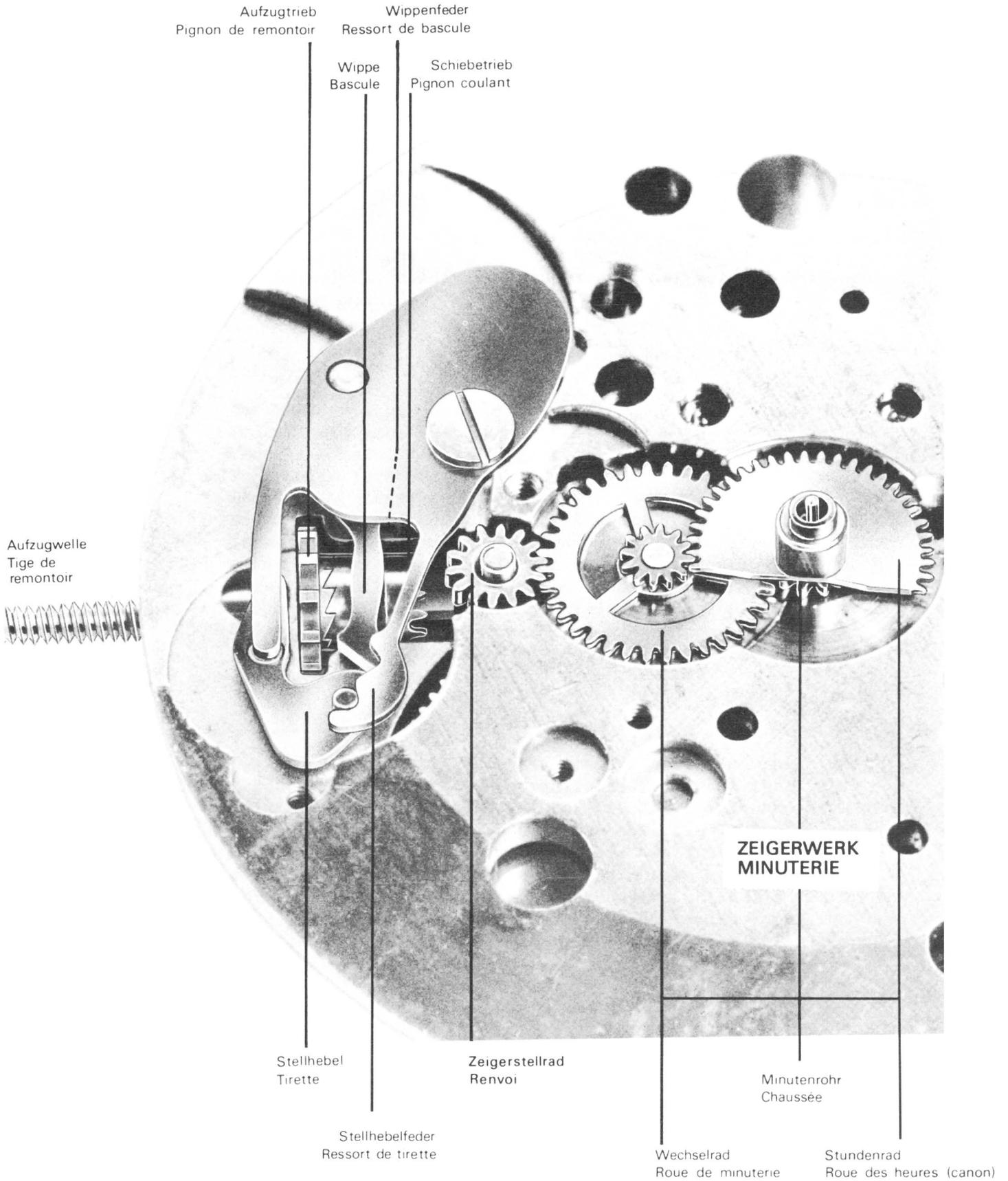
Grundstoffe, Gemenge, Verbindungen	162
Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff	163
Luft, Wasser, Säuren, Laugen, Salze	164
Korrosion	165
Tafel der wichtigsten Elemente	166
Eisen	167
Stahl	168
Guss, Härten und Anlassen von Stahl	169
Kupfer, Nickel, Zink	170
Zinn, Blei	171
Chrom, Wolfram, Molybdän, Vanadium, Kobalt, Mangan	172
Tantal, Titan, Kadmium, Antimon, Wismut, Quecksilber	173
Legierungen	
Messing, Neusilber, Kupfernichel	174
Berylliumbronze, Aluminiumbronze, weitere Kupferlegierungen	175
Leichtmetalle	
Aluminium	176
Beryllium, Magnesium	177
Silber	178
Gold	179
Platin	180
Umrechnungstabelle Karat - Millièmes	181
Ueberzüge aus Edelmetallen	182
Kunststoffe	183 - 184

<u>Uhrensteine</u>	185	
Allgemeines über die synthetischen Steine	186	- 188
Eigenschaften der synthetischen Steine	189	
Physikalische Eigenschaften	190	- 191
Qualitätsmerkmale und Steinkontrolle	192	- 193
Steinform I	194	
Steinform Y	195	
Steinform A	196	
Steinform X	197	
Steinform D	198	
Nicht zulässige Fehler - Sichtkontrollen	199	
Kontrollnormen - Steine durchschnittl. Qualität	200	
Norm NIHS Uhren-funktionsbedingte Steine 94-10	201	
<u>Betrachtung über die Schmierung von Uhrwerken und feinmechanischen Instrumenten</u>	202	
Einleitung	203	
Eigenschaften der Schmieröle		
Die Stabilität	204	
Das Breitlaufen	205	
Die Schmierfähigkeit, die Viskosität	206	
Das Kälteverhalten	207	
Die Oelarten, die Fettarten	208	- 209
Die Reinigung, Lösungsmittel	210	
Die Reinigungsmittel, das Rühren, das Aufbringen der Oele	211	
Die Schmierstellen, die Kälte und der Gang der Uhren, Zusammenfassung	212	
<u>R e g l e m e n t Bureaux suisses de contrôle officiel de la marche des chronomètres</u>	213	
Allgemeine Dispositionen	214	- 216
Administrative Dispositionen	216	- 218
Hinterlegungsbedingungen	218	
Angaben, welche auf den ausgestellten Dokumenten figurieren	219	- 220
Zu bezahlende Taxen	220	- 221
Jahresrapporte	221	
Technische Verfügungen	222	
Erläuterungen	223	
Art der Stücke, Dimensionen der Werke	224	
Versuchsprogramme	225	
Difinitionen der Kriterien	226	
Definitionen der Kriterien	227	
Definitionen der Kriterien	228	
Definitionen der Kriterien	229	
Tabelle der Limiten	230	

Schlussbestimmungen	231	
Berechnungsbeispiel Armbanduhren	232	
Berechnungsbeispiel Armbanduhren - Taschenuhren	233	
Berechnungsbeispiel Zeitmessapparate	234	
Berechnungsbeispiel Zeitmessapparate	235	
Bulletin de marche collectif, Prüfungszeugnis	236	
 <u>C o n t r ô l e t e c h n i q u e</u> <u>s u i s s e d e s m o n t r e s</u>		
Schweizerische technische Uhrenkontrolle	238	- 241
Normen 1 und 4	242	
Norm 2	243	
Normen 3 und 5	244	
Dépôt d'un lot catégorie I (ancré) 541/I	245	
Notierung der Ergebnisse	246	
Chronographen	247	- 248
Dépôt d'un lot de catégorie III (genre Roskopf)	249	
Dépôt d'un lot de catégorie IV (Roskopf simple)	250	
Résultats par pièce individuelle		
Résultats par lot de montres	251	
Notification de résultats	252	
Avertissement pour résultats insuffisants	253	
Ausfuhrdeklaration Form. 19 HO-M (Zoll)	254	
Ausfuhrdeklaration Form. 19 HO-M (Plomben)	255	
Ergebnisse des Postens	256	
 <u>Z e i t w a a g e n G R E I N E R</u>		
(Handbuch)	257	
Einleitung	258	
Inhaltsverzeichnis	259	
Wirkungsweise	260	
Das Zeitmass	261	
Der Aufnahmeteil, die Vergleichs- Einrichtung	262	
Schlagzahlen	263	
Certificat de vérification	264	
Chronografic an der Arbeit	265	
Theorie der Verstärkungsregelung	266	- 269
Praxis der Verstärkungsregelung	270	
Grundsätzliches zur Gangmessung mit Zeitwaagen	271	- 273
Die Analyse der Diagramme	274	
Die Messung der Kenngrössen einer Uhr	275	- 279
Fehlerdiagnose	280	- 290

Elektrische Uhren	291	
Diagnose durch Abhören	292	
Regulieren in der Praxis	293	- 294
Definitionen	294	
Tabellen der Hebungswinkel	295	- 302
Berechnung abweichender Schlagzahlen	303	- 304
Kleinuhrschlagzahlen - Tabellen	305	- 310
Grossuhrschlagzahlen - Tabellen	311	- 312
Tabelle der Punktreihen	313	
<u>Magnonorm GREINER</u>	314	- 315
<u>Ueber den Frequenz-Abgleich von Unruh-Schwingsystemen</u>	316	- 324
<u>Balance-O-Test GREINER</u>	325	- 342
<u>Das Auswuchten der Unruhen</u>	343	- 349
<u>Balance-O-Matic</u>	350	- 354
 <u>F a c h r e c h n e n</u>		
Rabatt und Skonto	355	
Teilzahlung	356	
Material und Werkzeuge	357	- 358
Warenumsatzsteuer	359	- 360
Maschinen und Abschreibungen	361	
Lohnberechnung	362	- 364
AHV, IV, EO	365	- 366
SUVA	367	
Gewinn, Verlust, Ankauf, Verkauf	368	
Fremde Geldwerte	369	
Ausländische Masse und Gewichte	370	
Zinsberechnungen	371	- 372
Verbrauch von elektrischer Energie	373	- 375
Verteilungsrechnungen, Geldeinlagen	376	
Kalkulationen	377	- 378
Volkswirtschaftliches	379	
Steigung und Gefälle	380	
Längen, Strecken	381	
Kreisumfang und Teilung	382	
Flächen	383	- 384
Querschnittberechnungen	385	
Körperberechnungen	386	- 388
Winkel	389	- 391
Zeiteinteilung	392	- 393
Geschwindigkeiten	394	
Legierungen	395	

AUFZUG - UND ZEIGERSTELLMECHANISMUS
 MECANISME DE REMONTOIR ET DE MISE A L'HEURE



DIE ORGANE DER UHR

D i e O r g a n e d e r U h r

Das Rohwerk (cage)

Das Rohwerk (cage) könnte man als Gestell oder Gerüst des Uhrwerkes bezeichnen.

Es besteht aus den folgenden Teilen:

Werkplatte (platine)

Federhausbrücke (pont de barillet)

Räderwerkbrücke (pont de rouage, pont de finissage)

Ankerbrücke (pont d'ancre, barette)

Unruhbrücke (coq)

Die Werkplatte bildet das Grundstück, auf welchem das Werk aufgebaut wird.

Der Motor (Antrieb)

Der Motor der Uhr besteht aus:

Federhaustrommel (tambour de barillet)

Federhausdeckel (couvercle de barillet)

Federwelle (arbre de barillet)

Zugfeder (ressort de barillet)

Die Zugfeder besteht aus einem langen, dünnen Metallband (Stahl oder Legierung), welches durch das Aufziehen der Uhr um den Federkern gewickelt und dadurch gespannt wird. Durch ihre Elastizität hat die Zugfeder das Bestreben, sich zu öffnen, sie treibt dadurch das Federhaus an. Die Zugfeder weist genau bestimmte Dicken- und Längenmasse auf, um der Uhr eine Gangdauer von 40 bis 50 Stunden zu sichern.

Das Räderwerk (Uebertragung)

Das Räderwerk (rouage) erhält die Kraft vom Federhaus und überträgt diese auf die Hemmung. Das Räderwerk zählt normalerweise 3 Räder und 4 Triebe. Die Räder bestehen aus Messing und weisen 20 bis 80 Zähne auf. Die Triebe (pignons) mit den Zapfen (pivots) weisen 6 bis 14 Zähne oder Flügel auf. Die Räder und Triebe einer Uhr müssen ein bestimmtes Zähnezah-Verhältnis haben (Umdrehungsverhältnis), damit diese mit einem Sekundenzeiger versehen werden kann. Von den Zähnezahlen der Räder und Triebe hängt ebenfalls die Halbschwingungszahl ab.

Die Hemmung (Verteilung)

Die Hemmung (échappement) besteht aus dem Ankerrad (roue d'ancre, roue d'échappement), dem Anker (ancre), den beiden Hebesteinen (levées) aus synthetischem Rubin und der Hebelscheibe (plateau) mit dem Hebelstein (ellipse). Die Hemmung übernimmt die Kraft vom Räderwerk und verteilt sie in regelmässigen (zeitgleichen) Abständen auf das Regulierorgan (réglage), gleichzeitig stoppt sie das Räderwerk periodisch ab.

Das Regulierorgan

Das Regulierorgan besteht aus:

Unruhe (balancier)
Unruhwelle (axe de balancier)
Spiralfeder (spiral)
Spiralrolle (virole)
Spiralklötzchen (piton)

Das Regulierorgan hat die Aufgabe, die durch das Räderwerk festgelegte Halbschwingungszahl einzuhalten und genau auszuregulieren.

Aufzugsmechanismus

Dieser Mechanismus dient zum Spannen der Zugfeder und weist folgende Teile auf:

Aufzugwelle (tige de remontoir)
Aufzugtrieb (pignon de remontoir)
Schiebetrieb (pignon coulant)
Kronrad (roue de couronne)
Kronradring (bague de roue de couronne)
Sperrad (rochet)
Sperrkegel (masse, cliquet)
Sperrkegelfeder (ressort de masse, ressort de cliquet)

Der Aufzugsmechanismus befindet sich zum Teil auf der Werk- und zum Teil auf der Zifferblattseite.

Zeigerstellmechanismus

Zum Richten der Zeiger benötigen wir den Zeigerstellmechanismus, bestehend aus den folgenden Teilen:

Aufzugwelle (tige de remontoir)
Schiebetrieb (pignon coulant)
Zeigerstellrad (renvoi)
Stellhebel (tirette)
Stellhebelfeder (ressort de tirette)

Wippe (bascule)

Wippenfeder (ressort de bascule)

Der Zeigerstellmechanismus befindet sich auf der Zifferblattseite des Werkes.

Bestandteile, welche beim Aufzugsmechanismus und beim Zeigerstellmechanismus in Funktion treten:

Aufzugwelle (tige de remontoir)
Schiebetrieb (pignon coulant)

Das Zeigerstellrad (renvoi) läuft in der Stellung Aufzug leer mit.

Zeigerwerk

Das Zeigerwerk befindet sich auf der Zifferblattseite und umfasst die Teile:

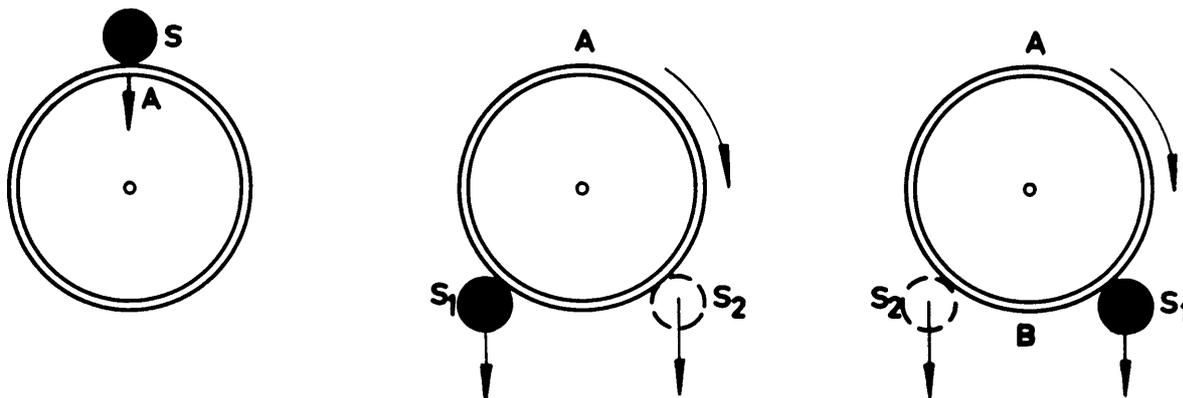
Wechselrad (minuterie)
Wechselradtrieb (pignon minuterie)
Minutenrohr (chaussée)
Stundenrad (canon)

Der Einfluss eines Gleichgewichtsfehlers kann sich demnach bei grossen Schwingungsweiten ausgleichen. Dieser Ausgleich tritt bei 220° ein, die beiden Einflüsse sind gleich gross, die Schwingungsdauer gleich wie bei einer Unruhe ohne Gleichgewichtsfehler. Befindet sich der Schwerpunkt der Unruhe unter der Achse (in Ruhelage), ist die Schwingungsdauer um so kürzer, je kleiner die Schwingungsweite ist.

Merke: Amplitude unter 220° = Vorgang
 Amplitude über 220° = Nachgang
 Amplitude 220° = Ausgleich des Gleichgewichtsfehlers, weder Vor- noch Nachgang.

Die Schwingungsdauer ändert mit der Amplitude, die Schwingungen sind nicht mehr isochron.

Der Gleichgewichtsfehler befindet sich senkrecht über der Achse. Es ergibt sich, dass eine Schwingungsweite, die kleiner ist als eine halbe Umdrehung, in den Bogen S_1 bis A und A bis S_2 einen Nachgang verursacht.



Für Schwingungsweiten über eine halbe Umdrehung:

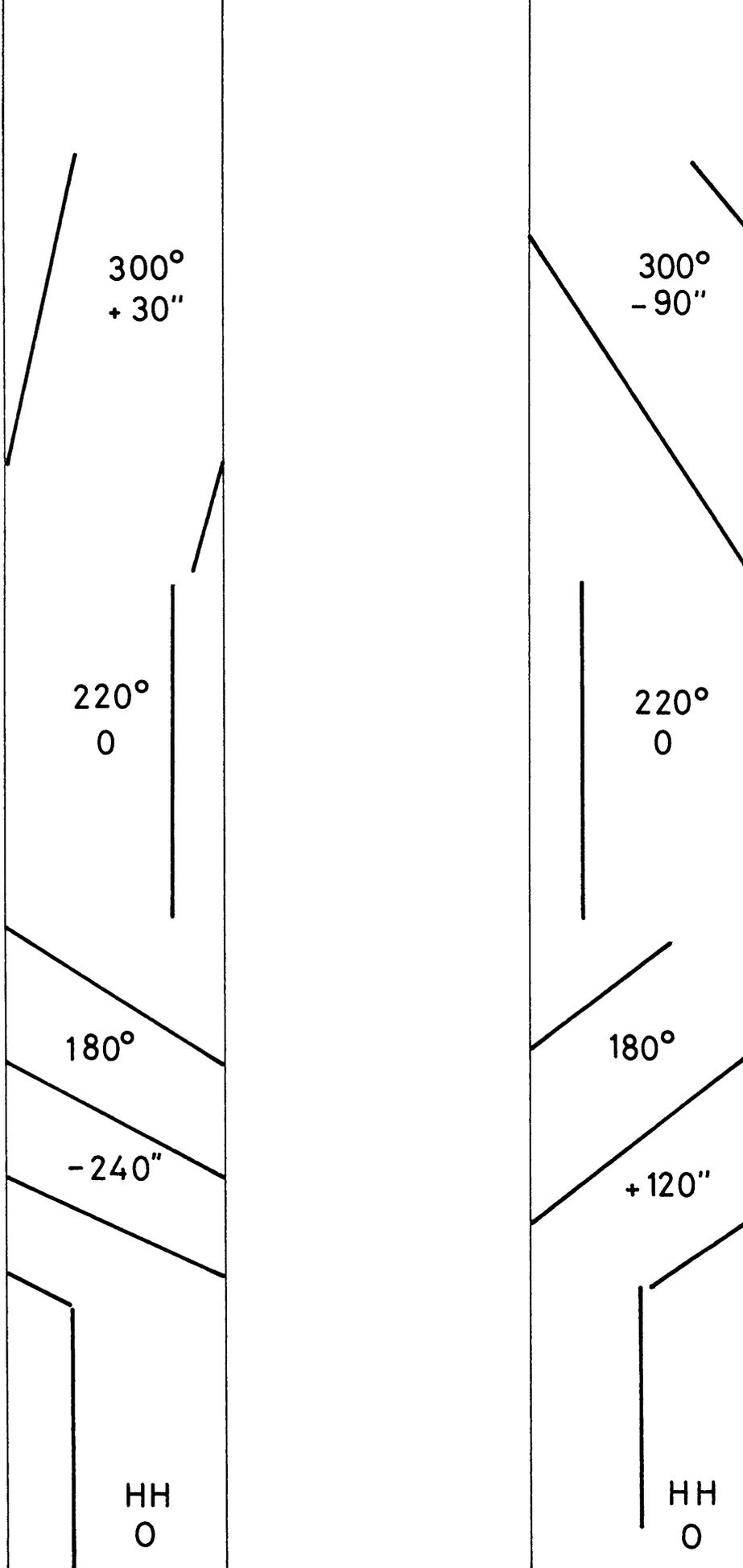
Kreisbogen S_1 - B ergibt einen Vorgang
 B_1 - A ergibt einen Nachgang
 A - B ergibt einen Nachgang
 B - S_2 ergibt einen Vorgang

Befindet sich der Schwerpunkt der Unruhe über der Achse, ist die Schwingungsdauer um so länger, je kleiner die Schwingungsweite ist.

Merke: Amplitude unter 220° = Nachgang
 Amplitude über 220° = Vorgang
 Amplitude 220° = Ausgleich, weder Vor- noch Nachgang.

Die Schwingungen sind nicht mehr isochron.

In den horizontalen Lagen hat ein Gleichgewichtsfehler praktisch keinen Einfluss, ein solcher wirkt sich nur in den vertikalen Lagen aus.



GLEICHGEWICHTSFEHLER

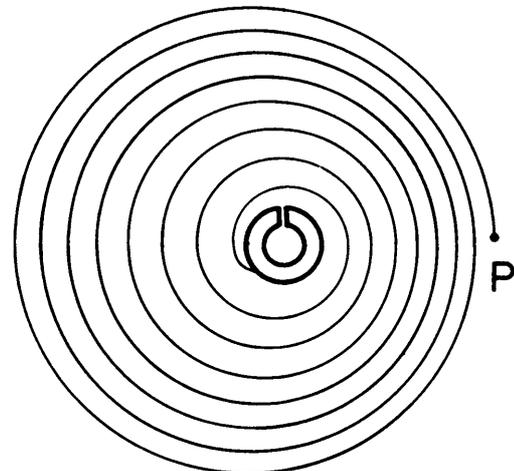
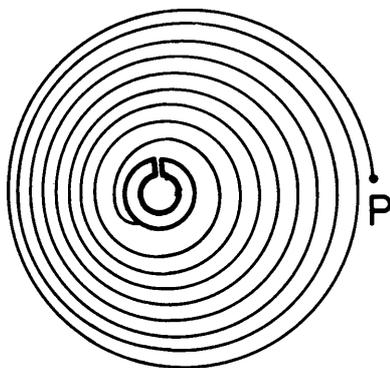
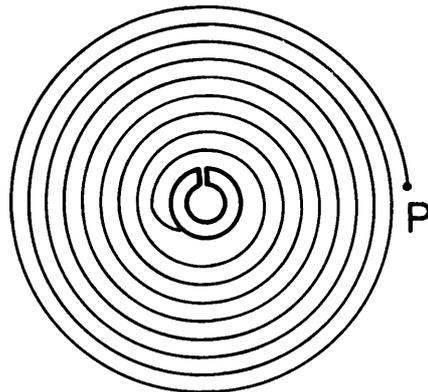
oben

unten

Das Gleichgewicht der Spiralfeder

Der Schwerpunkt einer gut zentrierten Spiralfeder befindet sich beinahe auf der Achse. Während den Bewegungen der Unruhe verändert die Spiralfeder aber ihre Form und ihre Dimensionen, durch die exzentrische Entwicklung der Spiralfeder verschiebt sich deren Masse und verursacht dadurch einen sich beständig verändernden Gleichgewichtsfehler.

Eine Spiralfeder ist innen an der Spiralrolle, aussen am Klötzchen befestigt, der Schwerpunkt befindet sich annähernd im Zentrum. Während der Bewegung verschiebt sich dieser in Richtung P und entgegengesetzt P.



Der Einfluss von Temperaturveränderungen auf den Gang der Uhr

Temperaturschwankungen haben einen grossen Einfluss auf den Gang der Uhr. Beeinflusst wird hauptsächlich die Elastizität der Spiralfeder, aber auch die Dimension von Spiralfeder und Unruhe. Steigt die Temperatur, wird die Elastizität der Spiralfeder geringer, die Unruhe grösser und die Spiralfeder länger, die Schwingung wird langsamer und die Uhr geht demzufolge nach.

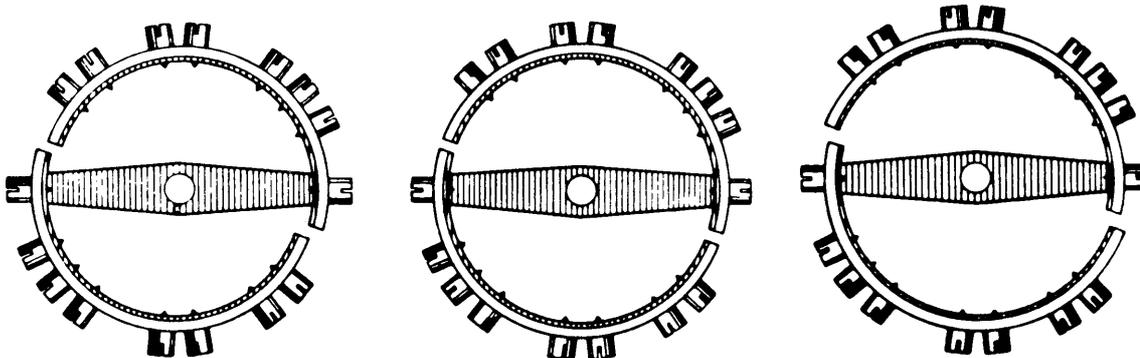
Eine Uhr, mit Stahlspirale und gewöhnlicher Unruhe versehen, weist pro $^{\circ}\text{C}$ Temperaturveränderung und pro Tag eine Gangdifferenz von ca. 10 bis 12 Sekunden auf. Dieser Nachgang bei Temperaturerhöhungen und Vorgang bei Temperaturfall werden durch die folgenden besondern Eigenschaften von Unruhe und Spiralfeder verursacht:

Die Unruhe dehnt sich, wie alle metallischen Körper, in der Wärme aus und zieht sich in der Kälte zusammen. Dadurch verändert sie ihren Radius und damit die Trägheit. Die Uhr weist aus diesem Grunde pro $^{\circ}\text{C}$ und Tag eine Gangdifferenz von ca. 1 1/2 Sekunden auf.

Die Elastizität der Spiralfeder nimmt bei steigender Temperatur ab und bei sinkender Temperatur zu. Dies verursacht eine Gangdifferenz von etwa 9 1/2 Sekunden pro Tag und $^{\circ}\text{C}$.

Die Korrektur der durch Temperaturveränderungen verursachten Gangabweichungen nennt man Kompensation. Die Kompensation kann, unter Beibehaltung der Stahlspiralfeder durch eine besondere Ausführung der Unruhe bewirkt werden. Diese spezielle Unruhe wird Kompensationsunruhe (balancier compensateur), oder auch bimetallische Unruhe (balancier bimetallique, balancier acier-laiton) genannt, sie besteht aus Stahl und aus Messing. Die Arme und der innere Teil des Reifens bestehen aus Stahl (2/5 Reifenbreite), der äussere Teil des Reifens aus Messing (3/5 Reifenbreite), ausserdem ist der Reifen an zwei gegenüberliegenden Stellen aufgeschnitten.

Wirkungsweise:



bei Wärme

normale Temperatur

bei Kälte

Weit einfacher wird das Problem der Kompensation durch Spiralfedern aus Speziallegierungen gelöst, welche gegen Temperaturschwankungen und magnetische Einflüsse weitgehend unempfindlich sind.

Die heute meist verwendete Spirale ist die selbstkompensierende Spiralfeder. Zu diesen Spiralfedern kann eine einmetallische (monometallische) Unruhe verwendet werden, welche aus Messing, Nickel oder Berylliumbronze besteht.

Die bekanntesten Bezeichnungen sind:

Nivarox, Isoval, Metelinvar, Elinvar

Zusammensetzungen: (nach Patenten)

<u>Isoval</u>		<u>Nivarox</u>	
30	% Nickel	35	% Nickel
5	% Chrom	5 - 10	% Chrom oder Molybdän
4	% Molybdän	1	% Beryllium
1	% Vanadium	1	% Titan
2	% Silizium und Mangan	0,5	% Kohlenstoff
0,8	% Kohlenstoff	1	% Silizium und Mangan
5	% Tantal	51,5 -	
52,2	% Eisen	56,5	% Eisen

Merke: Zu einer Stahlspiralfeder gehört eine bimetallische Unruhe

Zu einer selbstkompensierenden Spiralfeder gehört eine monometallische Unruhe.

Auf den Spiralfederpackungen sind verschiedene Nummern vermerkt, welche die folgenden Bedeutungen haben:

nach den Markennamen die Ziffern: bezeichnen die Spiralqualität, welche sich weniger in Form oder Farbe, sondern vielmehr in der Stabilität gegenüber Temperaturdifferenzen bemerkbar macht.

CGS - Zahl: Wert des Elastizitätsmomentes nach CGS-System.

Serien - Nummer und evtl. Fabrikationsdatum

Brevets déposés Fabrication Suisse	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="background-color: black; color: white; padding: 5px; font-weight: bold; font-size: 24px; margin-right: 10px;">3</div> <div style="margin-right: 20px;">0.85</div> <div>26.12.67</div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;"> <p style="font-weight: bold; margin: 0;">NIVAROX</p> </div> <div style="text-align: right;"> <p style="margin: 0;">Spiraux compensateurs</p> <p style="font-weight: bold; margin: 0;">NIVAROX</p> </div> </div> <div style="margin-top: 5px;"> <p>CGS. 0.85 PA 4h</p> <p>DATE 26.12.67</p> <p>No CONTR. 66.29</p> </div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="background-color: black; color: white; padding: 5px; font-weight: bold; font-size: 24px; margin-right: 10px;">3</div> <div>Nivarox S. A. 2610 Saint-Imier</div> </div>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="background-color: black; color: white; padding: 5px; font-weight: bold; font-size: 24px; margin-right: 10px;">1</div> <div style="margin-right: 20px;">0.80</div> <div>26.12.67</div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;"> <p style="font-weight: bold; margin: 0;">NIVAROX</p> </div> <div style="text-align: right;"> <p style="margin: 0;">Spiraux compensateurs</p> <p style="font-weight: bold; margin: 0;">NIVAROX</p> </div> </div> <div style="margin-top: 5px;"> <p>NOUVELLE EXÉCUTION</p> <p>BULLETINS</p> </div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="background-color: black; color: white; padding: 5px; font-weight: bold; font-size: 24px; margin-right: 10px;">1</div> <div>Nivarox S. A. 2610 Saint-Imier</div> </div>	Brevets déposés Fabrication Suisse
---------------------------------------	---	---	---------------------------------------