

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

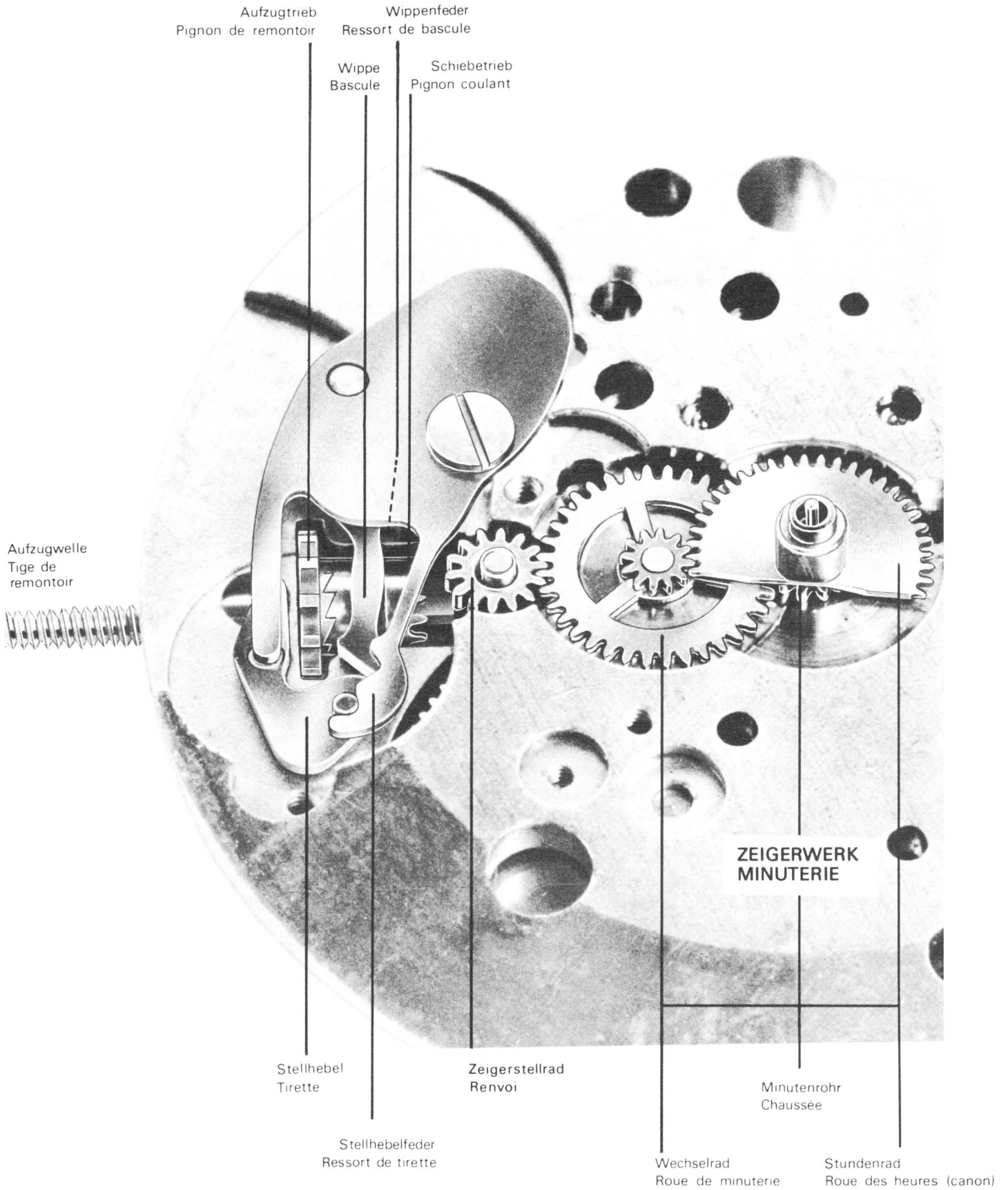
| | |
|--|-----------|
| Grundstoffe, Gemenge, Verbindungen | 162 |
| Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff | 163 |
| Luft, Wasser, Säuren, Laugen, Salze | 164 |
| Korrosion | 165 |
| Tafel der wichtigsten Elemente | 166 |
| Eisen | 167 |
| Stahl | 168 |
| Guss, Härten und Anlassen von Stahl | 169 |
| Kupfer, Nickel, Zink | 170 |
| Zinn, Blei | 171 |
| Chrom, Wolfram, Molybdän, Vanadium, Kobalt, Mangan | 172 |
| Tantal, Titan, Kadmium, Antimon, Wismut, Quecksilber | 173 |
| Legierungen | |
| Messing, Neusilber, Kupfernickerl | 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:

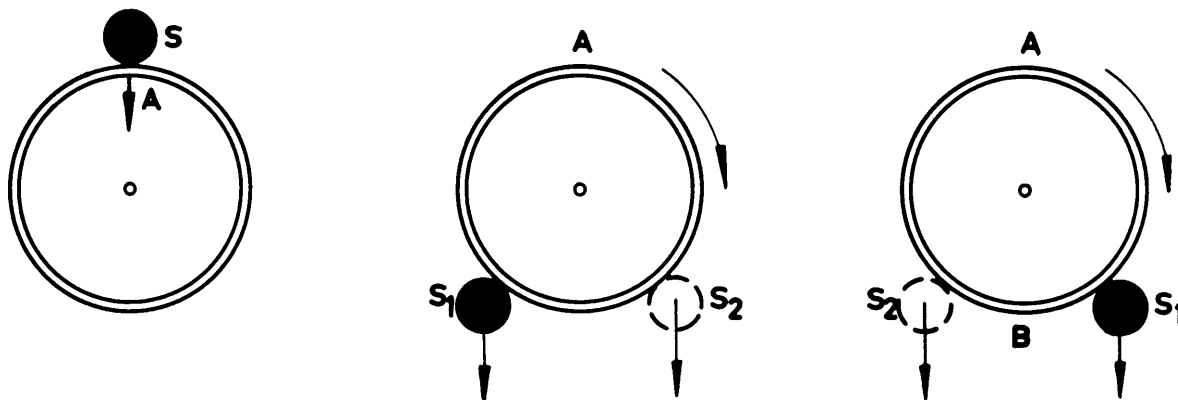
Wechselrad (minuterie)
Wechselradtrieb (pignon minuterie)
Minutenrohr (chaussée)
Stundenrad (canon)

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:

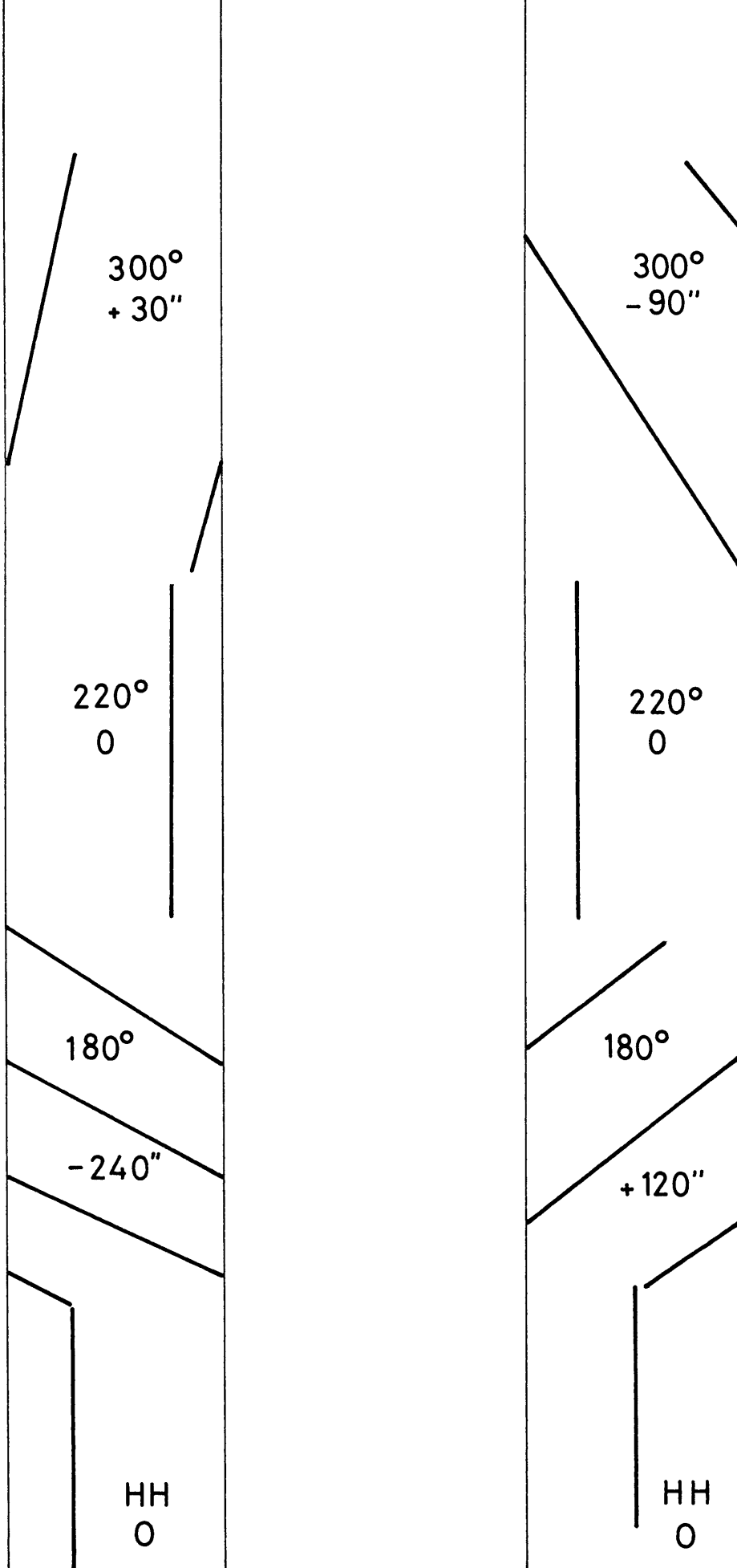
Kreisbogen S_1 - B ergibt einen Vorgang
 B^1 - A ergibt einen Nachgang
 A - B ergibt einen Nachgang
 B - S_2 ergibt einen Vorgang

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

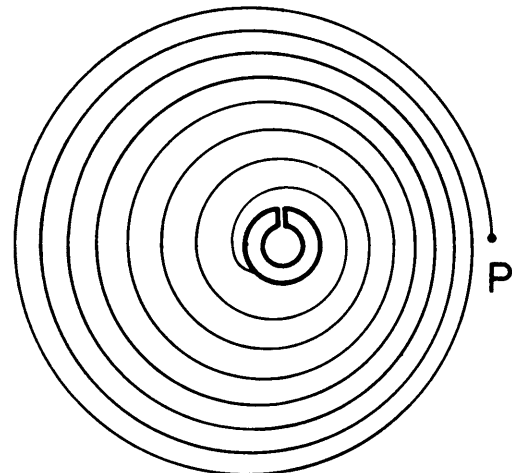
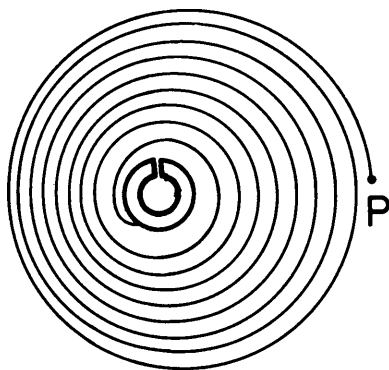
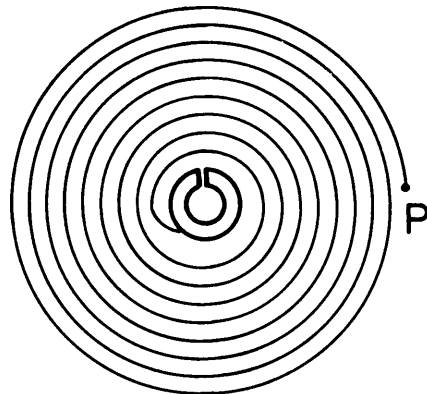
oben

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.

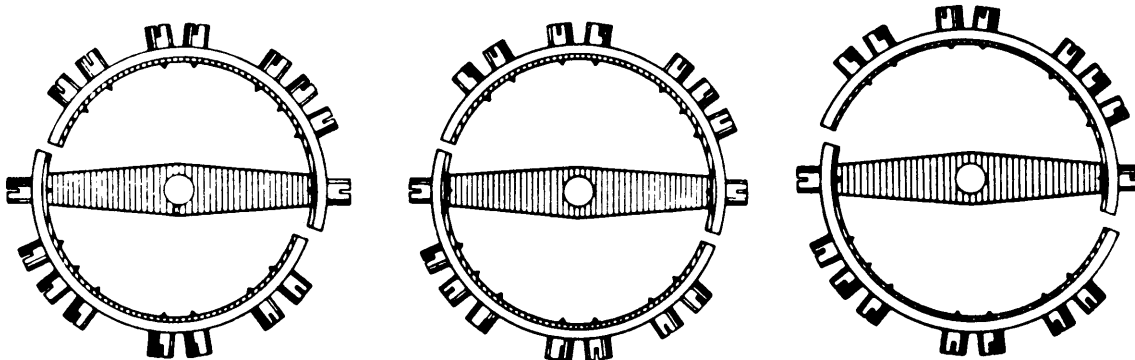
Eine Uhr, mit Stahlspirale und gewöhnlicher Unruhe versehen, weist pro $^{\circ}\text{C}$ Temperaturveränderung und pro Tag eine Gangdifferenz von ca. 10 bis 12 Sekunden auf. Dieser Nachgang bei Temperaturerhöhungen und Vorgang bei Temperaturfall werden durch die folgenden besondern Eigenschaften von 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: 10px;">0.85</div> <div style="margin-right: 10px;">26.12.67</div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="background-color: black; color: white; border-radius: 50%; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-right: 5px;"> <div style="background-color: white; border-radius: 50%; width: 10px; height: 10px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="background-color: black; color: white; padding: 2px;">NIVAROX</div> </div> </div> <div style="font-size: 10px;">Spiraux compensateurs</div> </div> <div style="font-weight: bold; font-size: 14px; margin-left: 5px;">NIVAROX</div> <div style="font-weight: bold; font-size: 14px; margin-left: 10px;">3</div> </div> <div style="margin-top: 5px; font-size: 10px;"> CGS. 0.85 PA 4h DATE 26.12.67 No CONTR. 66.29 </div> |
|---------------------------------------|---|

3

Nivarox S. A.
2610 Saint-Imier