

# Teil A

## Einleitung

Nach Quellenlage – also Quellen in Form von Primär- oder Sekundär-Literatur, die mir zur Zeit der Drucklegung dieses Buches zur Verfügung standen – gibt es keine umfassende deutschsprachige Abhandlung über all jene Rechenhilfen (Rechenstäbe, Rechenscheiben, Nomogramme) mit deren Hilfe sich Federn mit all ihren Merkmalen berechnen lassen bzw. ließen. DR.-ING. MANFRED MEISSNER und Dipl.-Ing KLAUS WANKE behandelten innerhalb ihrer ausführlichen Publikation *Handbuch Federn*<sup>1</sup> zwar Rechenschieber im engeren Sinne<sup>2</sup>, beschrieben aber, mehr oder weniger ausführlich, lediglich folgende Modelle: den *Rechenstab* »Federberechnung« von GOTTLIEB BRÜGMANN; die beiden Modelle *TAUmax* und *Federfix* von DENNERT & PAPE; den *RIBE-Federnrechner* der SCHRAUBEN- UND FEDERNFABRIK RICHARD BERGNER und schließlich den *Federrechner* von JOHANNES STOLLER (die genannten Modelle sind ausführlich beschrieben in *Teil C Die Federnrechner*, S. 37 ff. Berechnungen mit solchen Rechenhilfen wurden sowohl für Entwurf und Konstruktion *neuer* Federn als auch zur Prüfung *vorhandener* Federn angestellt.

Es geht hier im betrachteten Zeitraum (S. 38) aber nicht nur um die genannten Hilfsmittel, sondern auch um die zeitgenössische Fachliteratur jener Jahre (S. 7 ff), in der die besagten Rechenhilfen erfunden, patentiert, entwickelt bzw. gefertigt wurden. Apropos: Der Begriff *Fachliteratur* ist hier im erweiterten Sinne zu verstehen, so dass außer *Fachbüchern* und *Fachzeitschriften* auch zeitgenössische Bilddokumente, Werbeanzeigen von Unternehmen u. ä. einbezogen sind.

Die Geschichte der Federnrechner ist also letztlich auch eine Geschichte der sie behandelnden Fachliteratur. Vielleicht logisch, aber dennoch sei's gesagt: Das vorliegende Buch erhebt nicht den Anspruch einer umfassenden fachliteratur-geschichtlichen Darstellung.

Zunächst ist aber Einiges über Federn zu sagen. Es geht hier nicht um jene Federn, aus denen zu kommen KNUT KIESEWETTER einst seine Liebste anlässlich ihres Hochzeitstages aufgefordert hatte – es geht vielmehr um *technische* Federn, dabei allerdings nicht auch um Gummi- und Gasdruckfedern.

### Über technische Federn im Alltag

Beginnen wir mit einer Frage, zugegebenermaßen etwas salopp ausgedrückt: Wann haben Sie zum letzten darüber nachgedacht, welche Vorteile, Bequemlichkeit oder auch Sicherheit Ihnen eine Feder geboten hat? Eben!

Aber nun ernsthaft. Man könnte es so ausdrücken: Federn sind die oft unsichtbaren und manchmal unscheinbaren Helfer in unserem Alltag. Federn sind so genannte Maschinenelemente, die als Kraftspeicher im weitesten Sinne dienen. Wenn Federn verformt werden (gedrückt, gezogen, gebogen, verdreht), dann kehren sie nach der zulässigen Verformung wieder in ihre Ausgangslage zurück. In den meisten Fällen – und wir sprechen hier über Federn im Alltag von »Menschen wie Du und ich« – dürften diese Federn so genannte zylindrische Schraubenfedern in ihrer Funktion als Zug- oder Druckfedern sein (Bild 1); zur Systematik technischer Federn ausführlich im nächsten Abschnitt. Apropos: Bilder von Schraubendruckfedern sehen Sie in diesem und in allen anderen Kapiteln links und rechts der Kapitel-Überschrift.

Nun zu den so genannten alltäglichen Beispielen: Das kann beginnen mit den Federn, die die Tür der Mikrowelle zuhalten, nachdem Sie die Milch zum Kurzerhitzen hineingestellt haben. Dann sind es möglicherweise die beiden kräftigen Zugfedern, die Ihr »gutes altes« handbetriebenes Garagentor in der Schwebe halten. Wenn Sie dann mit dem Auto losfahren, sorgen Zug- bzw. Druckfedern dafür, dass die Pedale nach dem Niederdrücken nicht in ihrer gedrückten Position bleiben; wer je eine gebrochene Rückstellfeder des Gaspedals erlebt hat, weiß wie unangenehm sich die plötzlich einsetzende Vollgasfahrt anfühlt, und ästimmert dann vielleicht die bislang nicht wahrgenommene Federfunktion. Im Vergleich dazu leisten die Ventildfedern in Verbrennungsmotoren mit

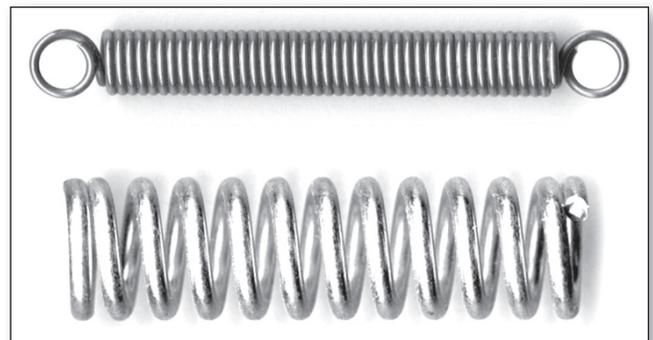


Bild 1: Zwei zylindrische Schraubenfedern: oben eine Zugfeder, unten eine Druckfeder

ihren zigtausend Arbeitsspielen Schwerstarbeit; jahrelang. Sollten Sie aber mit Straßen- oder anderen Bahnen fahren, dann sorgen auch Federn für mehr oder minder großen Fahrkomfort. Sollten Sie jedoch mit dem Fahrrad unterwegs sein, dann geht es auch dabei nicht ohne Federn; nach dem Bremsen werden die an den Felgen anliegenden Bremsbacken durch Federn wieder in ihre ursprüngliche Lage zurückgeholt. Irgendwann im Laufe des Tages greifen Sie zu einem Kugelschreiber – sicherlich ohne an die Feder zu denken, die zusammen mit der mechanischen Schaltlogik für eine stabile Position der Mine sorgt, im ausgefahrenen wie im eingezogenen Zustand. Und wenn Sie es sich dann schließlich und endlich nach des Tages Last in Ihrem Sessel mit dem schichtholzverleimten, federnden Freischwinger-Rahmen bequem machen wollen, dann sorgen diese verleimten Holzschichten – neben ihrer Design-Funktion – aufgrund ihrer Federfunktion für ein entspanntes Schaukelgefühl; oder so ähnlich.

1 Meissner, Wanke 1993

2 ebd., S. 283-287

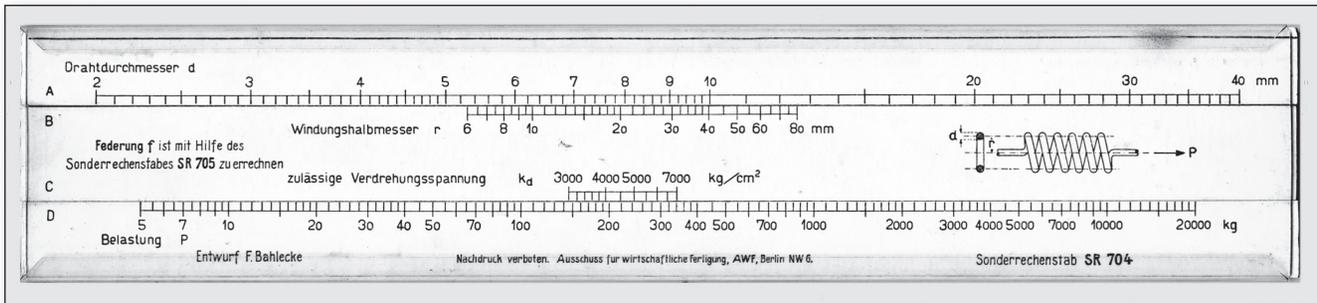


Bild 1: Vorderseite des Sonderrechenstabes zur Berechnung der »Tragkraft von Federn«

### Der AWF, das RKW und die Sonderrechenstäbe

Mit dem in der Kapitelüberschrift genannten Sonderrechenstab ist eine Organisationen zu verbinden, die in Fachkreisen unter dem Akronym AWF bekannt war. Es ist dies der REICHAUSSCHUSS FÜR WIRTSCHAFTLICHE FERTIGUNG (verkürzt AWF)<sup>1</sup>. Der AWF ist am 23. Februar 1918 entstanden. Ziel des AWF war es, durch technisch-organisatorische Maßnahmen die Folgen von kriegs- und nachkriegsbedingtem Rückgang bzw. Erliegen der deutschen Industrieproduktion zu mindern oder gar zu beseitigen.

Der AWF, im letzten Kriegsjahr bezeichnenderweise gegründet auf Initiative von kaiserlichen Ämtern (Reichswirtschaftsamt, Kriegsamt, Reichsmarineamt) und preußischem Ministerium der öffentlichen Arbeiten einerseits sowie Vertretern der Industrie andererseits, wurde 1922 dem VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (VDI) und im selben Jahr dem REICHSKURATORIUM FÜR WIRTSCHAFTLICHKEIT IN INDUSTRIE UND HANDWERK (RKW) angegliedert. 1925 wurde das RKW umbenannt in REICHSKURATORIUM FÜR WIRTSCHAFTLICHKEIT, um die Zuständigkeit für alle Wirtschaftsbereiche zu verdeutlichen. In einer zeitgenössischen Publikation, dem *Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft* von 1925, findet sich ein früher Hinweis auf den AWF, der sowohl dessen Aufgaben als auch die wirtschaftlichen Umstände jener Zeit beschreibt:

„Aus Mangeln [!] an Mitteln und wegen der schwierigen wirtschaftlichen Verhältnisse hat der Ausschuss für wirtschaftliche Fertigung während der Inflationszeit seine Arbeiten ganz erheblich einschränken müssen und konnte erst nach Eintritt der Stabilisierung wieder daran denken, die Geschäftsstelle auszubauen und seine Tätigkeit in größerem Umfange aufzunehmen. Inzwischen sind eine Reihe von Arbeitsergebnissen in Form von Büchern, Merkblättern, Betriebsblättern, Tafeln, Karten usw. herausgegeben worden. Der leitende Gedanke bei allen Arbeiten ist immer der, in Zusammenarbeit mit anerkannten Wissenschaftlern und Fachleuten aus allen Zweigen von Industrie und

Handel die Tätigkeit so durchzuführen, daß möglichst alle Ergebnisse in der Praxis unmittelbar verwertet werden können.“<sup>2</sup>

Zu der genannten Reihe von Arbeitsergebnissen gehören auch die vom AWF bis kurz vor Ende des 2. Weltkrieges herausgegebenen AWF-Mitteilungen, in denen u. a. für den vorliegenden Kontext wichtige Mitteilungen über Sonderrechenstäbe veröffentlicht worden waren.

### 1 Die Parameter der Federberechnung

Die Parameter des vorliegenden Sonderrechenstabes SR 704 „Tragkraft von Federn“, so seine formale Bezeichnung, werden auf seiner Rückseite genannt; ebenso die Formel, die den Zusammenhang dieser Parameter zeigt (Bild 2).

**Sonderrechenstab SR 704 „Tragkraft von Federn“.**

dient zur Berechnung des Drahtdurchmessers  $d$  zylindrischer Schraubenfedern aus Federbelastung  $P$ , Windungshalbmesser  $r$  und zulässiger Verdrehungsspannung  $k_d$ .

Formel:  $P = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{d^3}{r} \cdot k_d$

Bild 2: Ausschnitt aus der Rückseite des Modells »SR 704«

### 2 Die Datierung

Der Sonderrechenstab wurde 1930 in den AWF-Mitteilungen der Fachwelt vorgestellt. Im April-Heft wurde unter der Überschrift *Neuerscheinungen des AWF* das Modell SR 704 angeboten (Bild 3).

SR 704      Sonderrechenstab zur **Federberechnung**. Aus der Formel  $P = \frac{\pi \cdot d^3 \cdot k_d}{16 \cdot r}$  wird der Drahtdurchmesser der Feder berechnet.\*) Die Federung ist mit Hilfe des Sonderrechenstabes SR 705 zu berechnen. 1 Zunge, 4 Teilungen . . . . . 3,—

Bild 3: Quelle: Anonymus 1930-2, S. 32

1 Ausführliche Informationen in zwei Jubiläumsschriften: AWF 1968, AWF 2018; aus zeitgenössischer Sicht: Köttgen 1943

2 Jahrbuch 1925, S. 46-47

# 1934

## Thiel u. Widmayer: Ringbuch-Rechenschieber

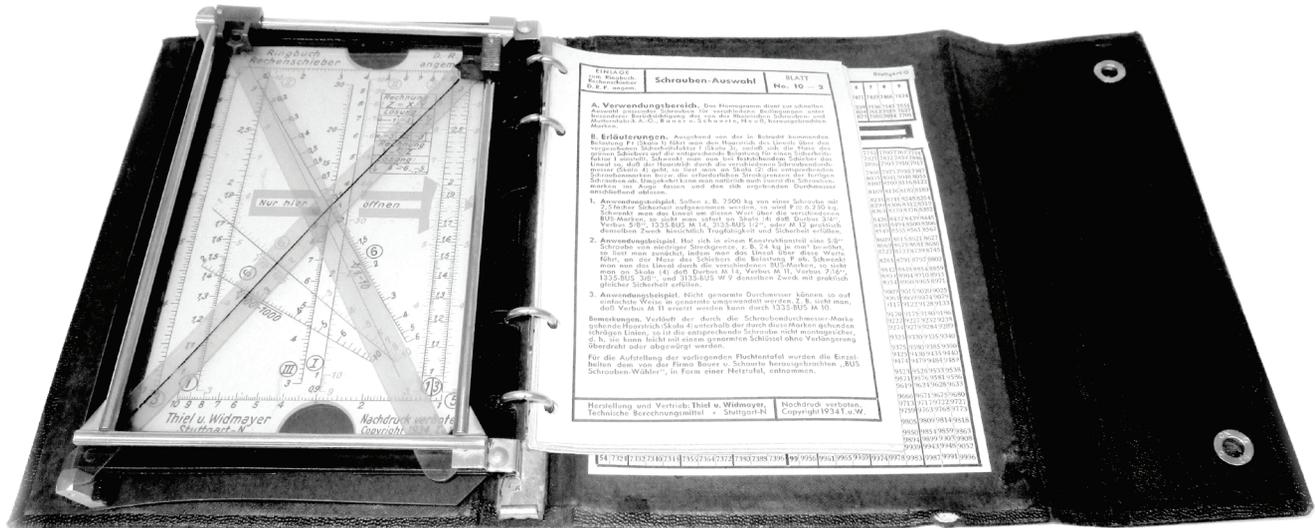


Bild 1: Der Ringbuch-Rechenschieber in aufgeklappter »Arbeitsposition«; auf der rechten Seite mehrere Ringbuch-Einlagen

Was in Bild 1 nicht im Entferntesten wie ein Rechenschieber aussieht oder wohl auch nur ansatzweise an einen Rechenschieber denken lässt, ist in der Tat einer – wenn auch ein ganz besonderer. Die Besonderheit besteht darin, dass es sich nicht um einen Rechenschieber im herkömmlichen Sinne mit Zunge und Läufer handelt, sondern um eine »Art Rechenschieber«, genauer um eine Fluchtlinientafel mit integrierten beweglichen Linealen (Bild 2).

### 1 Die Parameter der Federberechnung

Der Ringbuch-Rechenschieber dient(e) zur Berechnung von Schraubenfedern in der Ausführung als Zugfeder (vgl. Bild 51, S. 32), oder wie THIEL U. WIDMAYER sie nannten: *gewundene Dehnungsfedern*.

Auf der Einlage *Federn Berechnung* (Bild 4) sind die verarbeitbaren Parameter aufgelistet, hier in Bild 3 vergrößert wiedergegeben. Kleine Anmerkung: Das fehlende Divisionszeichen bei der Einheit  $kg\ cm^2$  des Gleitmoduls  $G$  in dieser Liste ist vermutlich der Druckqualität zu Opfer gefallen; die korrekte Angabe  $kg/cm^2$  findet sich auf der Rückseite der Einlage (vgl. Bild 2).

<b>P</b>	= Federbelastung in kg
<b>d</b>	= Durchmesser des Federdrahtes in mm
<b>r</b>	= Windungshalbmesser in mm
<b>f</b>	= Durchfederung in mm
<b>kd</b>	= zulässige Verdrehungsspannung in $kg/cm^2$
<b>G</b>	= Gleitmodul in $kg\ cm^2$
<b>n</b>	= Anzahl der Feder-Windungen

Bild 3: Parameter, die mit dem Ringbuch-Rechenschieber zu verarbeiten sind (Quelle: Thiel u. Widmayer 1934-2)

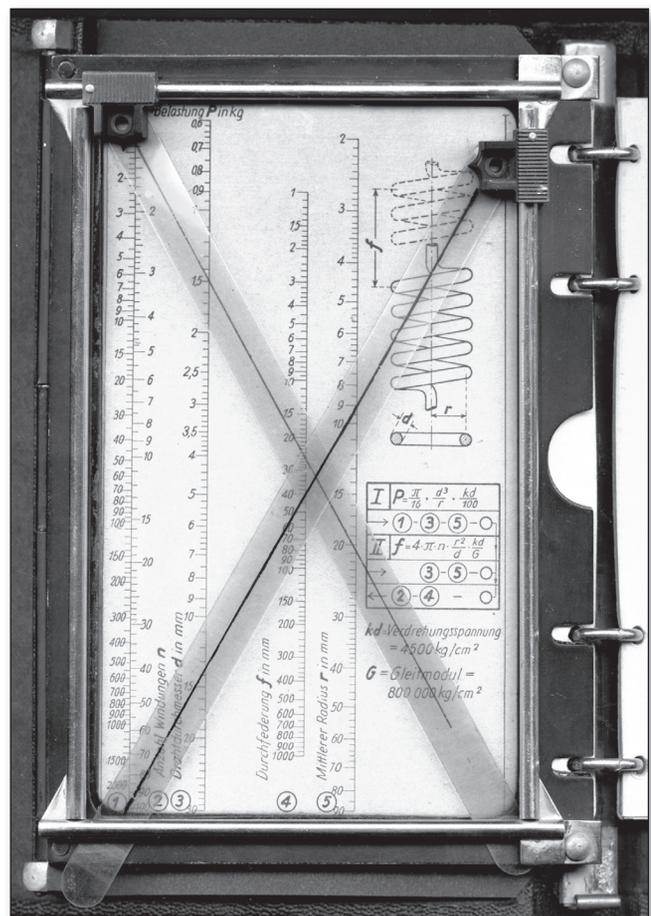
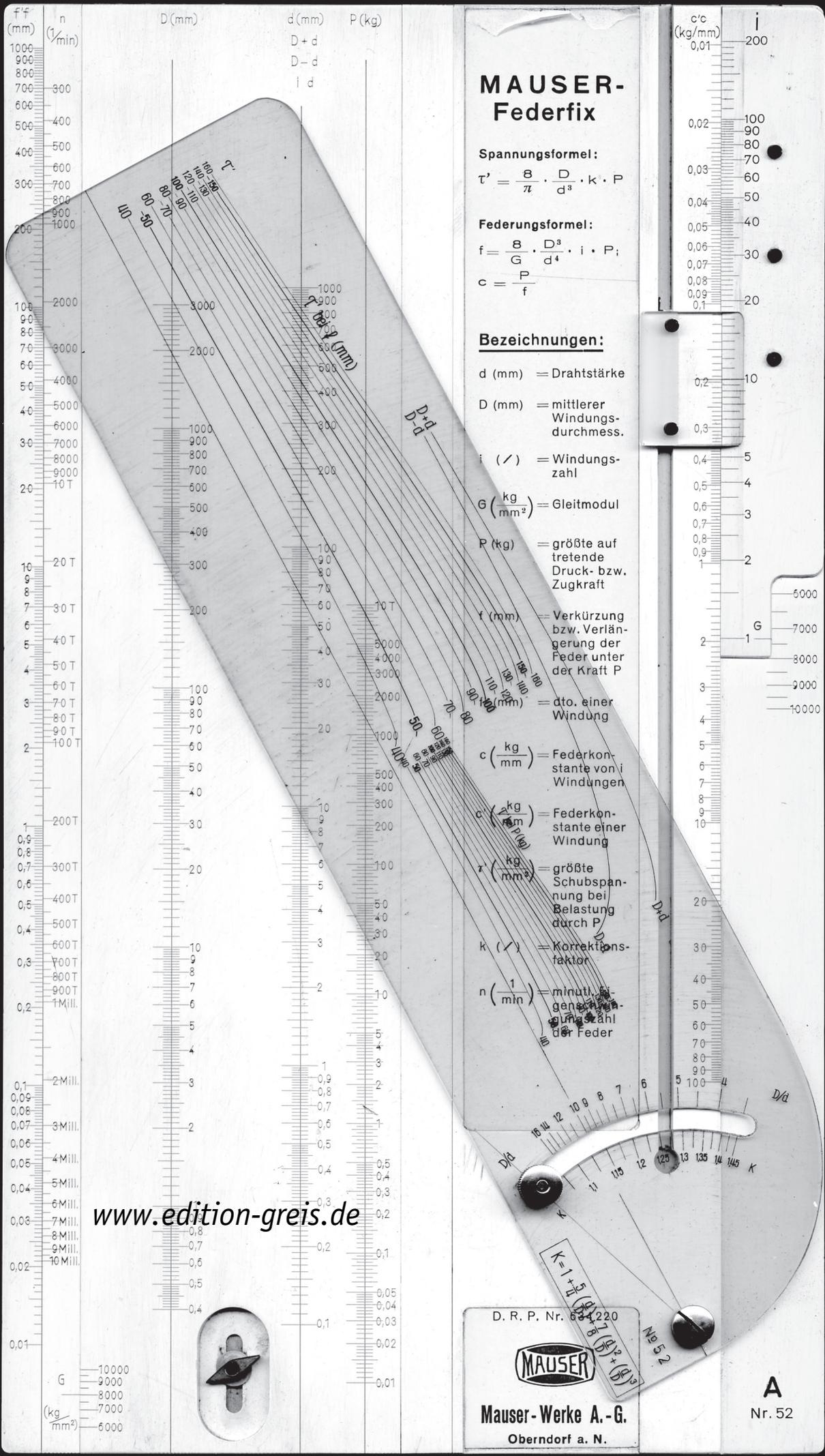


Bild 2: Die »Auswerte-Einrichtung« des »Ringbuch-Rechenschiebers« mit der Einlage »Federn Berechnung«



# MAUSER-Federfix

**Spannungsformel:**  

$$\tau' = \frac{8}{\pi} \cdot \frac{D}{d^3} \cdot k \cdot P$$

**Federungsformel:**  

$$f = \frac{8}{G} \cdot \frac{D^3}{d^4} \cdot i \cdot P;$$

$$c = \frac{P}{f}$$

**Bezeichnungen:**

- d (mm) = Drahtstärke
- D (mm) = mittlerer Windungsdurchmess.
- i (/) = Windungszahl
- G ( $\frac{kg}{mm^2}$ ) = Gleitmodul
- P (kg) = größte auf tretende Druck- bzw. Zugkraft
- f (mm) = Verkürzung bzw. Verlängerung der Feder unter der Kraft P
- ... (mm) = dto. einer Windung
- c ( $\frac{kg}{mm}$ ) = Federkonstante von i Windungen
- c ( $\frac{kg}{mm}$ ) = Federkonstante einer Windung
- r ( $\frac{kg}{mm^2}$ ) = größte Schubspannung bei Belastung durch P
- k (/) = Korrektionsfaktor
- n ( $\frac{1}{min}$ ) = minütl. Eigenfrequenz der Feder

[www.edition-greis.de](http://www.edition-greis.de)

D. R. P. Nr. 634220

**Mauser-Werke A.-G.**  
Oberndorf a. N.

**A**  
Nr. 52

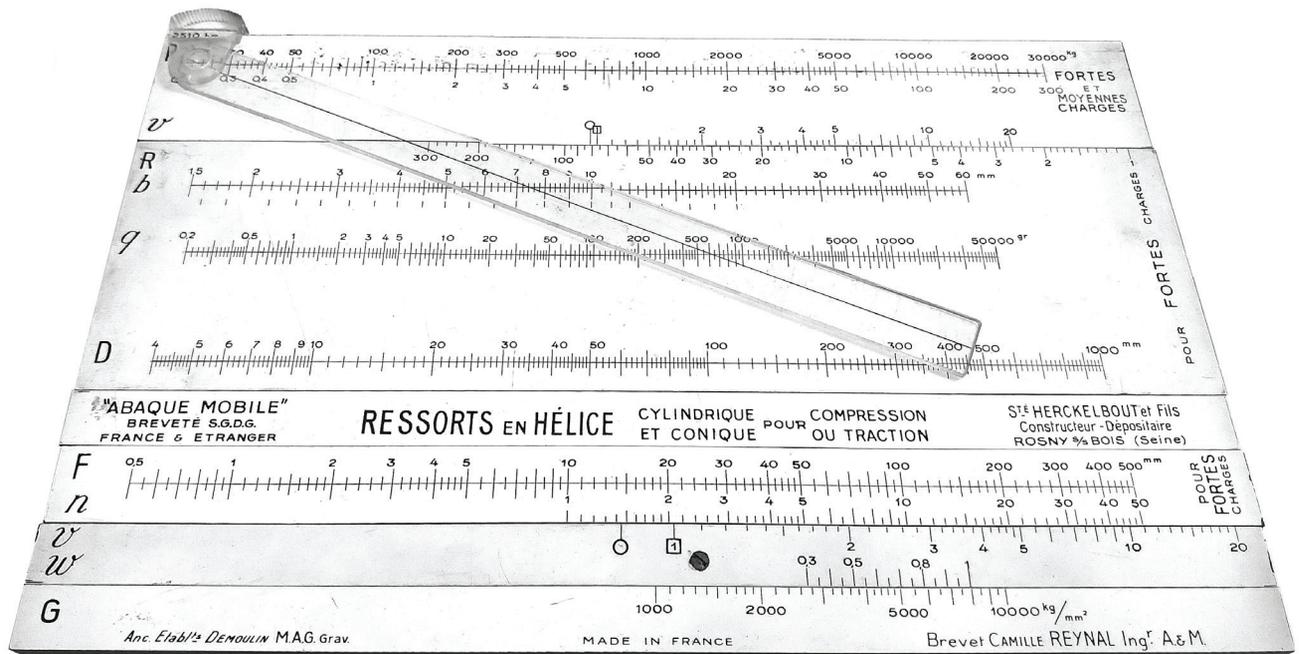
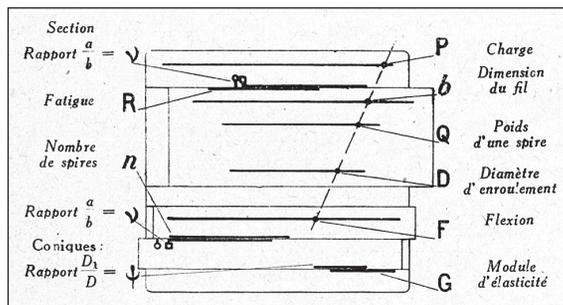


Bild 3: REYNALS »Abaque Mobil«, hier das Modell »bm«. Das Foto wurde mir freundlicherweise von DR. MARTIN LÜPOLD, Universität Basel, zur Verfügung gestellt (Quelle: Schweizerisches Wirtschaftsarchiv, Basel, Firmenarchiv Loga, Signatur: CH SWA PA 544 M 1 II).

### 1 Zur Genealogie und Chronologie von Reynals »Abaques mobiles« von 1938 bis 1974

Dieser Abschnitt kann logischerweise nur jene Federnrechner umfassen, die in den REYNAL'SCHEN Büchern behandelt wurden und von denen zugleich existierende Exemplare bekannt sind. Aus diesem Grunde und weil deshalb wiederum in der Kapitelüberschrift ausdrücklich nur Schraubenfedern (*Ressorts en Hélice*) genannt sind, enthält die folgende Aufstellung nicht die Modelle für Blattfedern (*Abaque mobile pour ressorts à lames superposées*) und auch nicht die Modelle *Abaques mobiles de la série spéciale «Aviation»* (siehe S. 59 f).

**1938** Der Ursprung findet sich in REYNALS Buch *Les Ressorts* von 1938 als Beschreibung *Abaque universel pour ressorts en hélice cylindrique, conique et parabolique* einschließlich Skizze.<sup>2</sup>

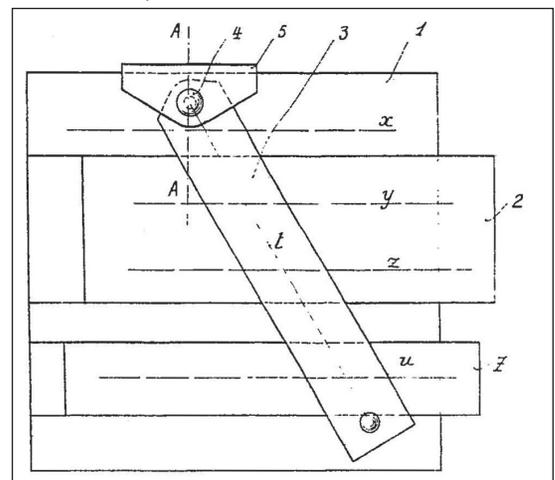


**1939** beschrieb REYNAL das gleiche Modell mit der gleichen Abbildung in dem Buch *La Détermination instantanée de tous les ressorts par les abaqués mobiles de Camille Reynal*<sup>3</sup>, das gewissermaßen als Auszug aus dem 1938er Buch ausschließlich die Federnrechner behandelt.

**1944** beschrieb REYNAL in seiner Patentschrift *Abaque mobile*<sup>4</sup> zum ersten Mal die Ausführung der vorliegenden Modelle mit Schwenkläufer und drei Zungen (in der

hier gezeigten „Fig. 1“ aus der Patentschrift die 2-Zungen-Variante (*une première forme d'exécution*):

„Un appareil caractérisé par la combinaison d'un support et de réglettes mobiles sur ce support, portant l'un et les autres des échelles déterminées d'après une ou plusieurs formules, avec une règle transparente ou ajourée articulée autour d'un point déplaçable parallèlement à l'un des bords du support et aux dites échelles, de manière que l'un des bords de cette règle ou une droite tracée sur celle-ci puisse intersecter toutes les échelles en pivotant autour du dit point.“<sup>5</sup>



**1946** beschrieb und skizzierte REYNAL in der 4. Auflage seines Buches *Les Ressorts*<sup>6</sup> den *Abaque mobile à 3 réglettes pour tous ressorts en hélice cylindrique et conique*, also nicht mehr für die parabolischen Federvarianten und im Sinne von Typenbereinigung nun auch nicht mehr als *universel* und *semi-universel* wie 1938. Zusätzlich präsentierte er in Anlehnung an seine Patentbeschreibung von 1944 nun auch die stilisierte Zeichnung

2 Reynal 1938, S. 221-222

3 Reynal 1939, S. 7-8

4 Reynal 1944

5 ebd., S. 3

6 Reynal 1946-1, S. 251-252

### 1 Die Parameter der Federberechnung

STOLLER nannte in der beigegebenen Gebrauchsanleitung einleitend die „fünf Hauptfedergrößen“:

„a Hebelarm des betreffenden federnden Systems (bei der zylindrischen Schraubenfeder gleich dem mittleren Windungsdurchmesser)

d Federdicke (bei Flachquerschnitten ist d stets die kleinere Querschnittsseite)

f Federungsweg am Hebel a

P Kraftwirkung (Zug oder Druck) am Hebel a

$\tau$  oder  $\sigma$  Spannung im Federwerkstoff und zwar  $\tau$  bei Verdrehungsfedern und  $\sigma$  bei Biegungsfedern“<sup>2</sup>

	<p><b>1a</b> Zylindr. Schraubenfed. für Zug- od. Druckbelast. m. rund. Querschnitt</p>	$P = \frac{\pi}{8 \cdot K} \frac{d^3}{a} \tau$ $f = \frac{\pi}{K} \frac{a^2}{d \cdot G} \tau$ <p>(1 Wind.)</p>
	<p><b>2a</b> wie vorher; jedoch mit quadrat. Querschnitt</p>	<p>P wie 1a</p> $f = \frac{5A}{\psi} \frac{a^2}{d \cdot G} \tau$ <p>(1 Wind.)</p>

Bild 3: Quelle: Stoller 1950-1, S. 2 (n. p.)

Die Verwendung dieser Parameter ist in den Formeln der Übersicht Feder-typen (Bild 2) zu sehen; ein Beispiel für zylindrische Schrauben-Zug- und -Druckfedern zeigt Bild 3.

STOLLER hatte seinen Federrechner für acht Federwerkstoffe ausgelegt und die zugehörigen Schubmoduln samt Grenzwerten der Spannungen  $\tau$  und  $\sigma$  in einer Tabelle aufgeführt.<sup>3</sup>

### 2 Die Mechanik des Berechnungsvorganges

Ähnlich wie schon THIEL U. WIDMAYER in ihrem Ringbuch-Rechen-schieber (S. 47 ff) den zwischen den beiden Händen gespannten Faden durch ihre mechanische Konstruktion ersetzt hatten, hat es auch STOLLER getan. Da sein Federrechner letztlich eine Fluchtlinientafel ist, brauchte auch er einen Faden, den er *Weiserfaden*<sup>4</sup> nannte. Anders als der zwischen den Händen gespannte Faden mit nur zwei Haltepunkten hatte STOLLERS *Weiserfaden* deren drei. Zwei davon sind die beiden Ösen in den *Gleitstücken*<sup>3</sup> am linken und rechten Rand des Federrechners, durch die der Faden läuft; diese Punkte sind entsprechend den beabsichtigten Berechnungen parallel zu den Skalen frei verschiebbar. Der dritte Punkt, als Befestigung der Fadendenen, befindet sich am *mittleren Schiebestab*<sup>3</sup> nicht sichtbar unter den Skalenträgern; auch der *Schiebestab* ist in Richtig der Skalenträger frei verschiebbar (Bild 5).

### 3 Die Datierung

STOLLERS Federrechner war „im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland vom 7. Dezember 1949 an“ patentiert.<sup>5</sup> Sein erster Aufsatz über den Federrechner erschien 1950 in der VDI-Zeitschrift.<sup>6</sup>

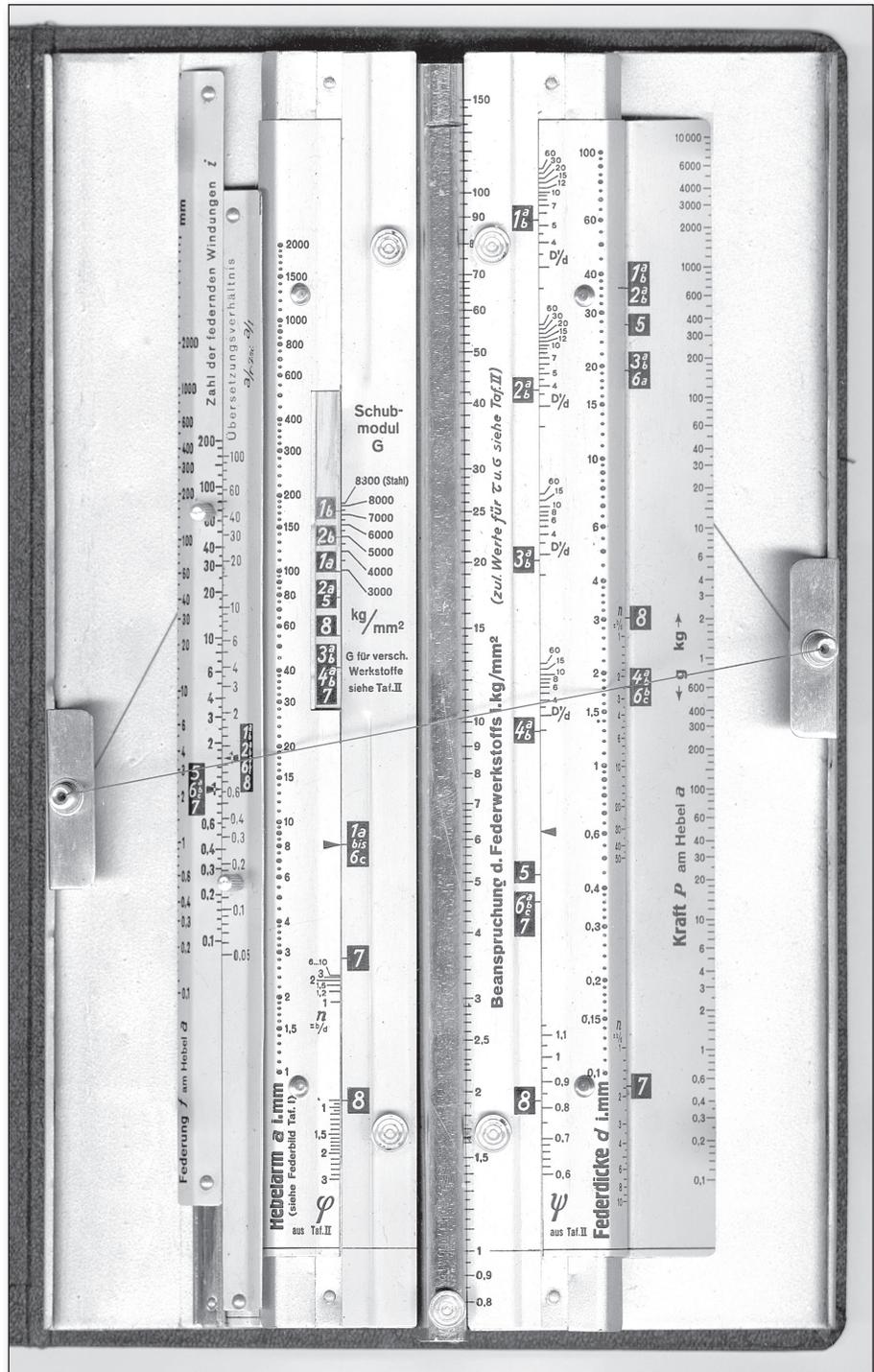


Bild 4: Federrechner mit fünf verschiebbaren und zwei festen Skalenträgern; Abbildungsmaßstab ca. 1:1,4

2 Stoller 1950-1, S. 1 (n. p.)

3 ebd., S. 3 (n. p.)

4 ebd., S. 1 (n. p.)

5 Stoller 1949

6 Stoller 1950-2

### Brüggmanns Rechenstab »Federberechnung« im Rahmen der Rechenschieber-Fertigung in der ehemaligen DDR

In der DDR fertigten (zu Anfang) mehrere private Unternehmen ebenso wie (später ausschließlich) die VOLKSEIGENEN BETRIEBE (VEB) Rechenschieber. Dabei entstanden nicht nur gewöhnliche Rechenschieber in großen Auflagen, sondern auch recht viele, anwendungstechnisch sehr interessante Sonderrechenschieber in (wohl) weniger großen Auflagen. Weshalb BRÜGGMANN'S Rechenstab »Federberechnung« – erwie-nermaßen einer jener sehr interessanten Sonderrechenschieber – nicht in Serie gefertigt worden war, sondern eben »nur« als Selbstbau-Modell<sup>1</sup>, darüber ließe sich allenfalls spekulieren. DR.-ING. GOTTLIEB BRÜGGMANN selbst sprach in seinem Buch über *Schrauben- und Tellerfedern im Werkzeug- und Maschinenbau*<sup>2</sup> vom *Selbstanfertigen eines Rechenstabes*.<sup>3</sup>

### 1 Ein Rechenstab oder zwei Rechenstäbe?

Die Frage könnte angesichts der Kapitelüberschrift verwirren. Der Konjunktiv weist aber schon darauf hin, dass es keine »komische Frage« ist, denn BRÜGGMANN sprach von seinem Rechenstab als *Rechenstab I* und *Rechenstab II* (Bild 5). Es geht also im Folgenden um *einen physischen* Rechenstab und *zwei mathematische* Rechenstäbe. Federtechnisch gesehen – und im Inhaltsverzeichnis (Bild 5) auch so bezeichnet – dient der Rechenstab I zur Berechnung der *Federbelastung P*, der Rechenstab II zur Berechnung der *Federung f*. Es handelt sich also bei dem physischen Rechenstab gewissermaßen um die fertigungstechnische Zusammenfassung der beiden getrennten Rechenstäbe *SR 704 Tragkraft von Federn* und *SR 705 Längenänderung von Federn* von BAHLECKE (siehe S. 41 ff bzw. S. 45 ff) – oder wie BRÜGGMANN es formuliert hatte:

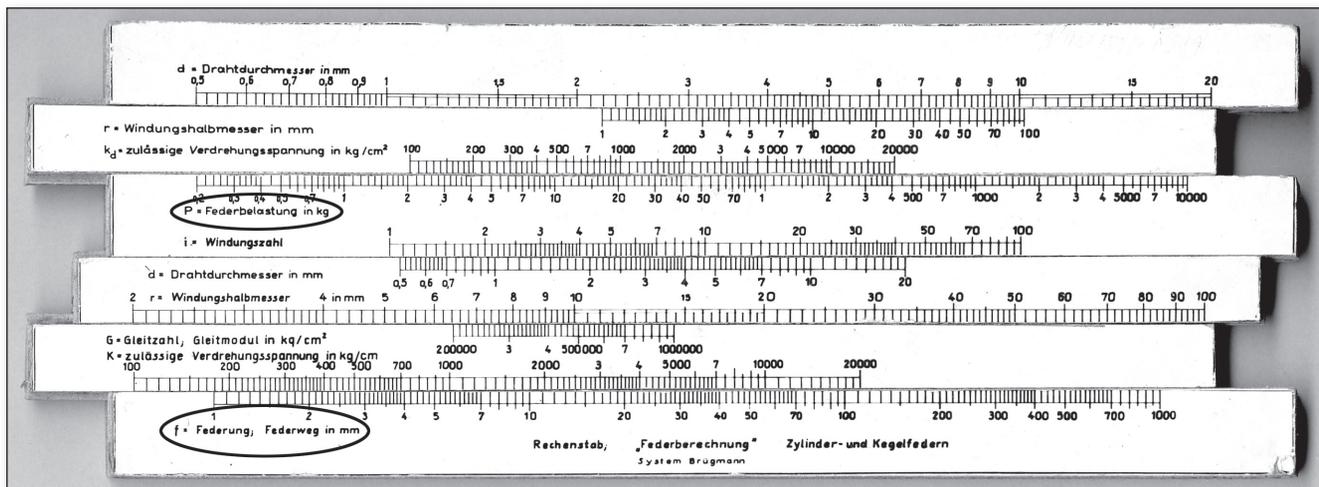


Bild 1: Vorderseite des BRÜGGMANN'SCHEN Federnrechners; Abbildungsmaßstab ca. 1:1,2

- 1 Solche Selbstbau-Rechenschieber, die im Laufe eines Jahrhunderts hergestellt worden waren, sind ausführlich beschrieben in: Greis 2019
- 2 Brüggmann 1953. Über Brüggmann gibt es nach Quellenlage keine biographisch-beruflichen Informationen; lediglich in der Ausgabe des *Neuen Deutschland* vom 07.12.1954, S. 5, wurde gemeldet, dass Brüggmann als *Verdienter Techniker des Volkes* ausgezeichnet worden war. Vor diesem Hintergrund erklärt sich auch die politische Semantik der DDR-Ideologie-konformen Formulierung von „Verfasser und Verlag“ im Vorwort des Buches (Brüggmann 1953, S. 4): „Da das Arbeiten mit dem Rechenstab nicht nur Fehler vermeiden, sondern wertvolle Arbeitszeit einsparen hilft, muß ihm besondere Bedeutung beigemessen werden. Das Sparen mit jedem Pfennig, mit jedem Gramm und mit jeder Minute steht bei der Erfüllung des Fünf-jahrplanes im Vordergrund. Wenn sich alle Schaffenden neuer zeit- und materialsparenden Methoden bedienen, werden die gesteckten Ziele nicht nur erreicht, sondern überboten werden können.“ Siehe auch unten »Abschließende Bemerkung zu Wankes Rezension«, S. 90
- 3 ebd., S. 7

„Der Rechenstab II [...] ist der Einfachheit halber mit dem Rechenstab I vereinigt.“<sup>4</sup>

BRÜGGMANN'S Rechenstab existiert eigentlich nur auf dem Papier, denn er ist in dem genannten Fachbuch lediglich *beschrieben*; damit aber nicht genug. BRÜGGMANN wollte den Rechenstab auch *verwirklicht* sehen; also fügte er seinem Buch ein gedrucktes Skalenbild bei, das *Aufklebeblatt zum Selbstanfertigen eines Rechenstabes*<sup>5</sup> (Bild 6), und er lieferte auch noch eine ausführliche Bauanleitung<sup>6</sup> dazu.

### 2 Die Parameter der Federberechnung

Obwohl der Buchtitel auf Schrauben- und Tellerfedern hinweist, dient(e) der Rechenstab selbst aber nur zur Berechnung von Schraubenfedern, dabei in der Ausführung als Zylinder- und Kegelfedern; so auch der Aufdruck an der

4 ebd., S. 29

5 ebd., S. 7

6 ebd., S. 56-58

# 1960

## Dennert & Pape: ARISTO-Federfix



Bild 1: Der »ARISTO-Federfix« im aufgeklappten Etui

### Vorbemerkung und zugleich ein Vorgriff auf weiter unten in diesem Kapitel

Sollte Ihnen, liebe Leser und Leserinnen, in diesem Kapitel die eine oder andere Darstellung (in Wort oder Bild) bekannt vorkommen, dann ist das der Tatsache geschuldet, dass der vorliegende Federnrechner *ARISTO-Federfix* vom selben Erfinder stammt wie der *MAUSER-Federfix* von 1936 (siehe Kapitel 1936 *Mauser-Werke A.-G.: MAUSER-Federfix*, S. 51 ff). Der Erfinder ist bzw. war Dipl.-Ing. RUDOLF NIEMANN. Der vorliegende »neue Federfix« ist letztlich eine Weiterentwicklung des »alten Federfix«.

NIEMANN selbst hat in seiner *Beschreibung zur Gebrauchsmusteranmeldung Schraubenfederrechenschieber "Federfix"*<sup>1</sup> [Originalschreibung] auf den »alten Federfix« hingewiesen:

„Der vorliegende Schraubenfederrechenschieber, für den Schutz beansprucht wird, betrifft ein Gerät, wie es in der deutschen Patentschrift No. 634 220 [2] beschrieben ist.“<sup>3</sup>

An der einen oder anderen Stelle dieses Kapitels finden sich also notwendigerweise Wiederholungen, um »Hin- und Herblättern« zu vermeiden.

1 Niemann 1959, S. 2

2 Niemann 1936

3 Niemann 1959, S. 2

# 1961, 1965 Richard Bergner: RIBE-Federnrechner

Die beiden Jahreszahlen in der Kapitelüberschrift weisen darauf hin, dass es den *RIBE-Federnrechner* in zwei verschiedenen Ausführungen gibt; es sind die beiden Modelle *IWA 51450* und *IWA 05111*; den augenscheinlichen Unterschied zeigen die Bilder 1 und 2 (alle Unterschiede ausführlich weiter unten). Darüber hinaus ist mit Modell *IWA 05089* von 1960/61 noch eine dritte Ausführung bekannt, von der kein Bild und keine weiteren Informationen verfügbar sind.<sup>1</sup>

## 1 Die Parameter der Federberechnung

Der *RIBE-Federnrechner* dient zur Berechnung von drei Bauarten von Schraubenfedern:

- zylindrische Zugfedern
- zylindrische und konische Druckfedern
- Biegefedern<sup>2</sup>

Die dabei verarbeitbaren 16 Parameter sind mit ihren Formelzeichen jeweils am linken Rand von Vorderseite (Bild 1) und Rückseite (Bild 3) des Federnrechner aufgeführt. Darüber hinaus sind sie in der *Anleitung zum Federnrechner*<sup>3</sup> mit jeweils ihrer ausführlicher Erklärung aufgelistet.

Hier die Formelzeichen<sup>4</sup> in der Reihenfolge auf dem Federnrechner:

- $d$  Drahtdurchmesser
- $\tau_k$  Schubspannung (schwingende Belastung)
- $D_m$  mittlerer Windungsdurchmesser
- $P$  Betriebskraft
- $M$  Betriebsmoment (Biegefedern)
- $\tau_i$  Schubspannung (ruhende und selten wechselnde Belastungen)
- $\sigma_i$  Biegespannung (ruhende und selten wechselnde Belastungen, Biegefedern)
- $\sigma_k$  Biegespannung (schwingende Belastung, Biegefedern)
- $\sigma_B$  Mindestzugfestigkeit der Federwerkstoffe
- $G$  Schubmodul (Zug- und Druckfedern)
- $E$  Elastizitätsmodul (Biegefedern)
- $i_f$  Anzahl der federnden Windungen
- $f$  Federweg
- $D_{m2}/D_{m1}$  Verhältnis großer zu kleinem Windungsdurchmesser (konische Druckfedern)
- $\omega$  Verdrehwinkel [°] (Biegefedern)

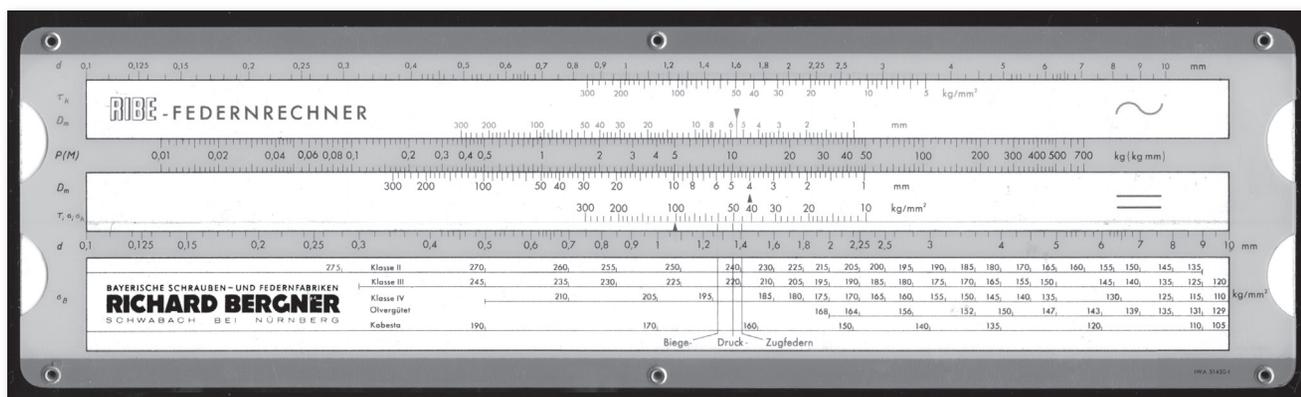


Bild 1: Vorderseite des RIBE-Federnrechners »IWA 51450« von 1961 ...

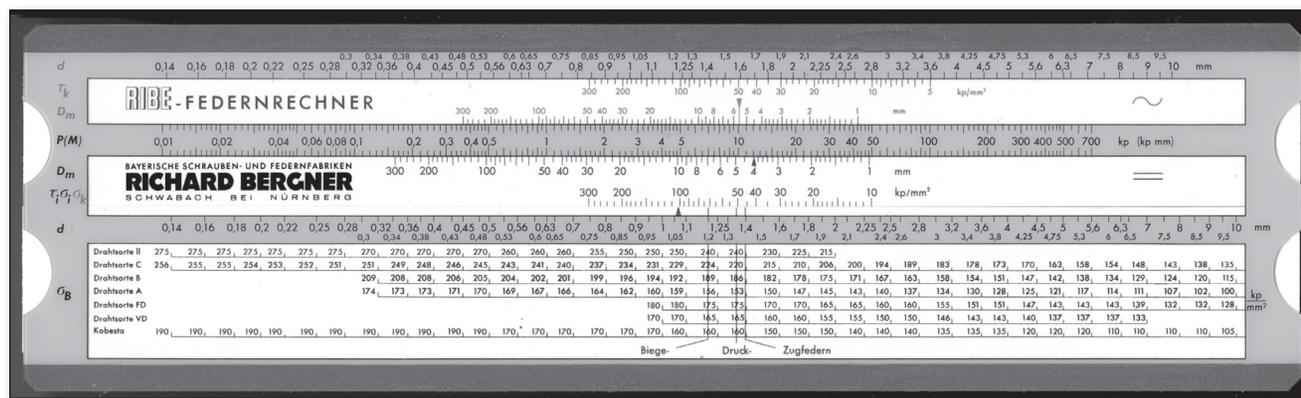


Bild 2: ... und die des Modells »IWA 05111« von 1966

1 Korrespondenz mit Dipl.-Ing. Harald Riehle (Geschäftsführer der IWA - F. Riehle GmbH & Co KG) im Januar 2020  
 2 In manchen Fachbüchern auch als Schenkelfedern bezeichnet  
 3 Bergner 1961, S. 11-12, 16-17

4 Da die RIBE-Federnrechner noch vor Einführung des *Système International d'Unités* in Deutschland herausgegeben wurden, finden sich für die Parameter bzw. deren Formelzeichen noch die Einheitenzeichen des alten MKS-Systems (kg, kg/mm<sup>2</sup> usw.).

### Zwei Vorbemerkungen

1. Es handelt sich bei dem hier vorzustellenden Federnrechner entsprechend der im obigen Teil C: Die Federnrechner dargestellten Kategorisierung *real/virtuell* (S. 38) um einen *virtuellen* Federnrechner, denn nach Quellenlage ist kein reales Modell bekannt, sondern nur die teilweise Abbildung davon (Bild 1).
2. Mit dem im vorliegenden Zusammenhang eher nichtssagende Begriff *Kreiszahlenscheibe* ist lediglich die geometrische Form *Kreis* und der Inhalt *Zahlen* zu assoziieren, möglicherweise noch der Vorgang *Rechnen*. Dennoch ist nicht von einer Rechenscheibe zu sprechen, denn es handelt sich nicht um einen Rechenschieber im klassischen Sinne mit logarithmischen Skalen. Erst der Blick auf die Abbildung mit den drei Skizzen von Federn – zwei Schraubenfedern und eine Spiralfeder<sup>1</sup> – schafft die Verbindung zum Begriff *Federnrechner*.

### 1 Die Parameter der Federberechnung

Die auf der *Kreiszahlenscheibe* aufgedruckten Zahlen sind auf der Grundlage der DDR-Norm TGL 9279 (TGL = *Technische Normen, Gütevorschriften und Lieferbedingungen*) berechnet.<sup>2</sup> Die dabei verwendeten und auch auf der Schreibe aufgedruckten Parameter sind:

- $L_0$  Länge der unbelasteten Feder in mm
- $f_n$  Federweg der belasteten Feder in mm
- $c$  Federkonstante in kp/mm
- $i_f$  Anzahl der federnden Windungen
- $i_s$  Gesamtzahl der Windungen
- $d$  Drahtdurchmesser in mm
- $\tau_{zul}$  zulässige Schubspannung in kp/mm<sup>2</sup>
- $D_m$  mittlerer Windungsdurchmesser in mm
- $P$  größte im Gebrauch auftretende Druckkraft in kp

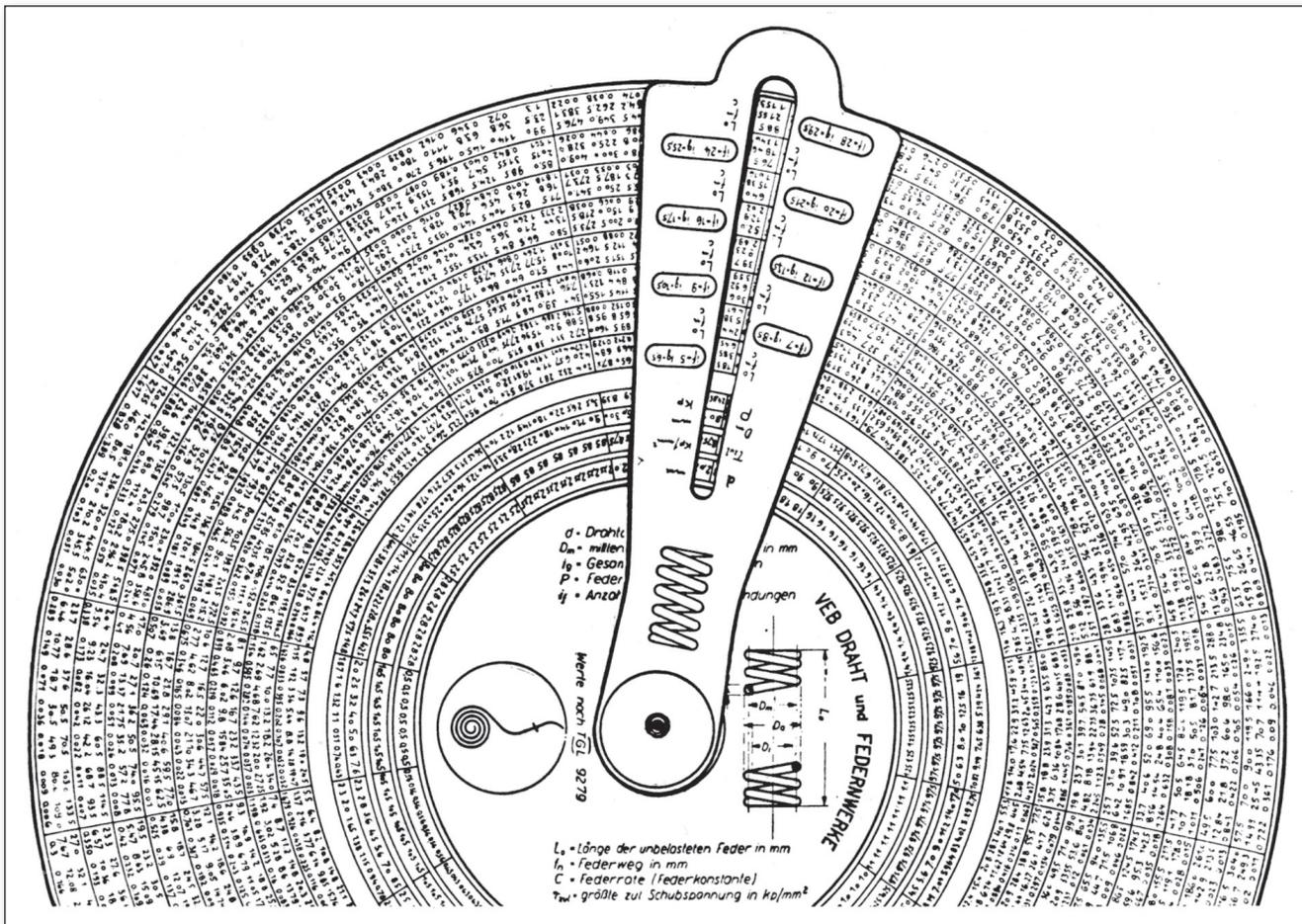


Bild 1: Quelle: Körwien 1962, S. 499 (auch im Original nur teilweise dargestellt). Die schlechte Wiedergabequalität und damit die eingeschränkte Lesbarkeit der Zahlen sind der bereits im Original schlechten Bildqualität geschuldet.

<sup>1</sup> Die symbolisierte Spiralfeder im Kreis (links der Mitte) ist das Logo des VEB Draht- und Federwerke (siehe Bilder 5 und 6).

<sup>2</sup> Körwien 1962, S. 499, hier auch die aufgeführten Parameter

# 1965 IWA: Federnrechner 0593

Bei diesem jetzt vorzustellenden Federnrechner gibt es neben den federtechnischen und seine Berechnungsmöglichkeiten betreffenden Aspekten eine Besonderheit, die nach Quellenlage bei keinem anderem hier vorgestellten Modell zu finden ist. Das Modell IWA 0593 (Bilder 1 und 2) wurde von seinem Hersteller, der IWA-RECHENSCHIEBERFABRIK F. RIEHLE KG, unter der Bezeichnung IWA-FEDERNRECHNER vertrieben. Außerdem wurde es in Form zweier baugleicher und skalenidentischer Modelle hergestellt (Bilder 3 bis 6). Daneben ist ein Modell bekannt, ebenfalls baugleich und skalenidentisch, das aber nach Quellenlage nur in Form einer Gebrauchsanleitung existiert.

Es geht hier also um vier IWA-Federnrechner, die sich letztlich weniger durch Rechenschieber-technische Aspekte unterscheiden als vielmehr durch Besonderheiten ihres Vertriebes und den damit einhergehenden Dokumentationen in Form von mehr oder weniger ausführlichen Gebrauchsanleitungen. Einzelheiten sind weiter unten beschrieben.

Die folgende Darstellung geht von der nach Quellenlage als ursprüngliches Modell zu bezeichnenden Variante IWA 0593 aus; deshalb auch die Kapitelüberschrift in dieser Formulierung. Wenn also im Folgenden vom IWA-Federn-

rechner die Rede sein wird, ist immer das Modell IWA 0593 gemeint, es sei denn, es ist ausdrücklich eine der besagten Varianten gemeint.

Im zweiten Absatz dieser kleinen Einführung ist gesagt, es gehe um vier IWA-Federnrechner. Das ist insofern richtig, als es vier IWA-Modelle sind. Nach Quellenlage existierte offensichtlich ein fünfter Federnrechner, allerdings nicht von IWA; mehr dazu im Exkurs unten auf Seite 139.

## 1 Die Parameter der Federberechnung

Mit diesem Federnrechner sind Berechnungen von zylindrischen und konischen Schrauben-Zug- und -Druckfedern, von Torsions- und Drehstabfedern sowie Blattspiralfedern, jeweils mit rundem und rechteckigem Drahtquerschnitt möglich. Die Bilder 7 und 9 zeigen die verarbeitbaren Parameter. Ein weiterer Parameter, das Wickelverhältnis  $D_m/d$ , ist mit seinen Werten auf dem Läufer in Form zusätzlicher Indexstriche aufgetragen (Bild 8). Das zugehörige Diagramm zur Ermittlung des Beiwertes  $k$  aus diesem Verhältnis für die Berechnung der zulässigen Schubspannung  $\tau$  befindet sich auf der Rückseite des Federnrechners (Bild 2).

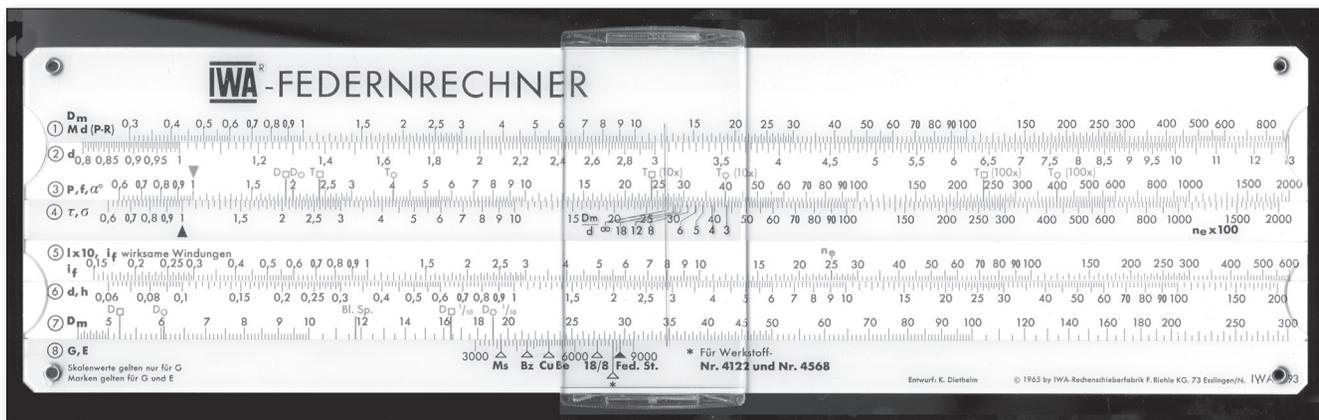


Bild 1: Vorderseite des Modells »IWA 0593«

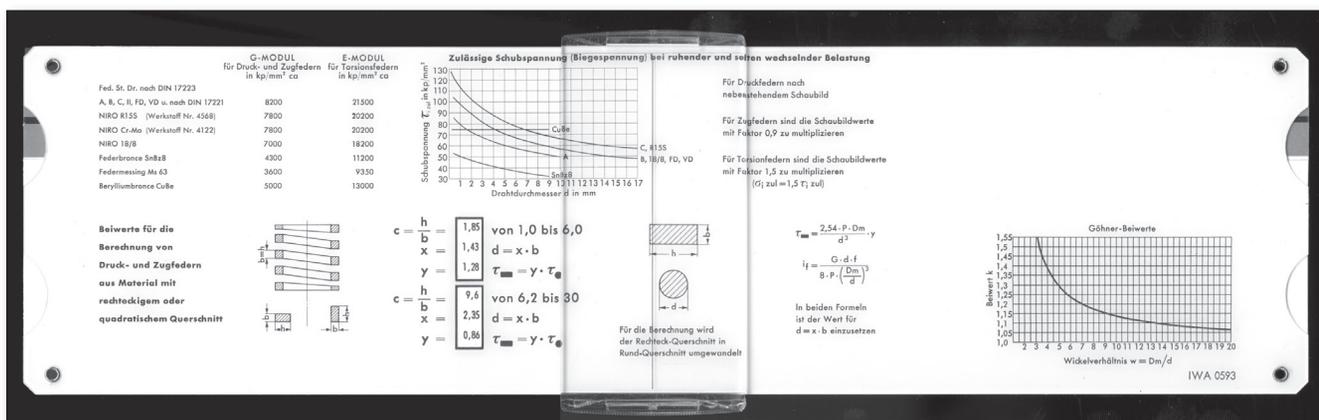


Bild 2: Rückseite des Modells »IWA 0593«

Da die Dokumentation keine bibliographischen Angaben enthält, findet sich auch dort kein Herausgabedatum. Der *Abaque Mobile* lässt sich trotzdem, wenn auch indirekt, datieren. Dazu ist wieder der Blick in die Zukunft notwendig, auf die im nächsten Kapitel beschriebene deutsche Lizenzausgabe IWA *Federnrechner 05170*. Dort findet sich auf der Vorderseite der Urheberrechtsaufdruck © 1974 by SNPPC (S. 147, Bild 1). Deshalb ist auch der hier beschriebene *Abaque Mobile* auf das Jahr 1974 zu datieren.

### 3 Erfinder bzw. Konstrukteur

Als Erfinder darf mit Fug und Recht CAMILLE REYNAL genannt werden, auch wenn sein Name weder auf dem *Abaque Mobile* selbst noch in der zugehörigen Dokumentation zu finden ist.

Apropos: Auf der Vorderseite des *Abaque Mobile* findet sich zwar der Hinweis BREVETÉ S.G.D.G.FRANCE & ETRANGER (Bild 1), aber eine Verbindung zu REYNAL ergibt sich daraus nicht.<sup>1</sup>

Mit dem vorliegenden Federnrechner wurde zwar nicht das Rad neu erfunden, aber es handelt sich im besten Sinne des Wortes um eine konstruktive und daraus entwickelte fertigungstechnische »Rundum-Erneuerung« des REYNAL'SCHEN *Abaque Mobile* aus den 1940er Jahren. In diesem Sinne ist die IWA RECHENSCHIEBERFABRIK F. RIEHLE KG als Konstrukteur zu bezeichnen – auch wenn die Firma nicht auf dem *Abaque Mobile* zu finden ist –, denn sie hat das baugleiche Modell IWA 05170 gefertigt und vertrieben (siehe Kapitel 1974 IWA: *Federnrechner 05170*, S. 147 ff).

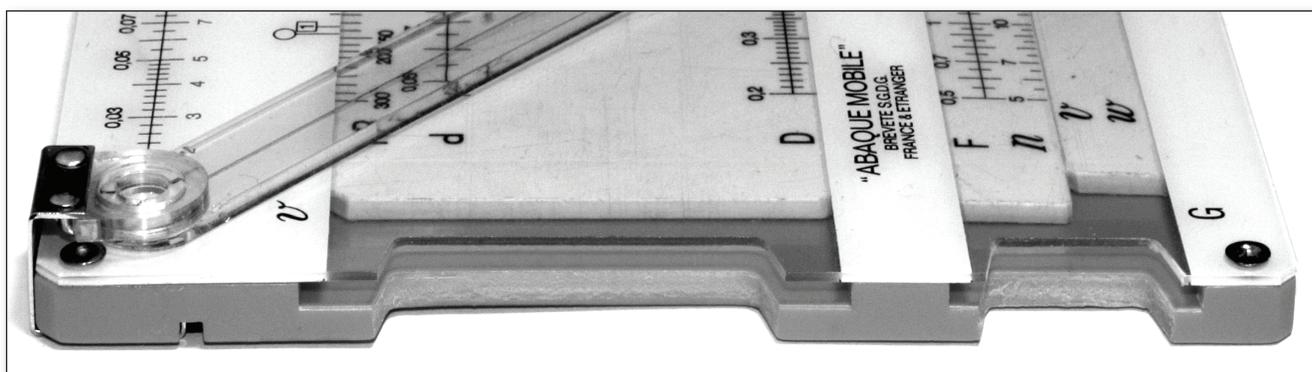
### 4 Konstruktion, Abmessungen, Werkstoffe

#### Eine kleine Anmerkung vorab

In Anbetracht der bisher beschriebenen Federnrechner-Konstruktionen – ohne diese fachlich gering zu schätzen! – sei für die vorliegende Konstruktion und ihre fertigungstechnische Umsetzung eine zugegebenermaßen salopp-emotionale Qualifizierung erlaubt, die eigentlich nicht dem Sprachstil einer Technischen Dokumentation entspricht: Es handelt sich hier um »eine total ausgefuchste Sache«!



Der *Abaque Mobile* hat die Abmessungen 200 × 115 × 5,2 mm. An der oberen Kante ist ein Schwenkläufer mit Hilfe eines Nutzensteins geführt. Die Kunststoffteile des Federnrechners (Trägerplatte, durchsichtige Deckplatte, Zungen, durchsichtiger Schwenkläufer, Bild 2) bestehen – an anderer Stelle schon gesagt – wie alle IWA-Kunststoff-Sonderrechenstäbe aus Astralon®<sup>2</sup>.



Die Trägerplatte ist als Spritzgussteil ausgeführt – in Bild 7 ist der Schnittstelle für den entfernten Anguss zu erkennen –, wodurch die Führungen für die Zungen und den Nutzenstein spanlos hergestellt werden konnten; ein Fortschritt gegenüber bisherigen vergleichbaren Federnrechnern.

Der Nutzenstein besteht aus (vernickeltem?) Stahl mit angeietetem Drehpunkt für den Schwenkläufer (Bilder 2 und 3). Die beiden Rohrniete an der oberen Kante des Federnrechners verhindern, dass der ganze Schwenkläufer nach links oder rechts aus dem *Abaque Mobile* herausgeschoben werden kann. Im Detail: Das halbrunde Ende des Läuferlineals am Drehpunkt stößt beim Verschieben an die Rohrniete und begrenzt so die Schiebe-Bewegung; auch diese Lösung einfach, aber effektiv.

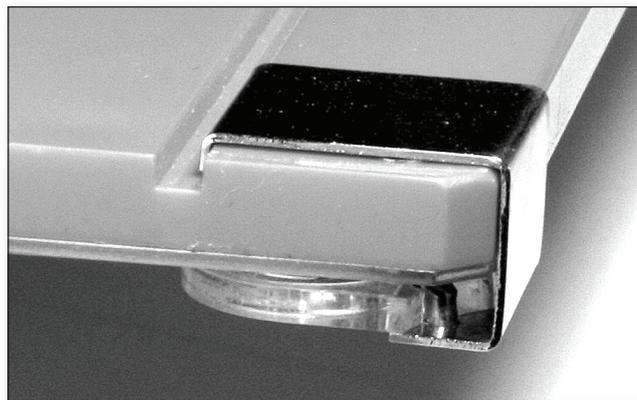


Bild 3: Der Nutzenstein in seiner Führungsnut in der Trägerplatte, von unten gesehen

Die Skalen *P*, *v* und *G* sowie die vollständige Bezeichnung des *Abaque Mobile* auf der durchsichtigen Deckplatte sind auf deren Rückseite aufgedruckt und mit einer weißen Schicht überdeckt (in Bild 2 wie weiße Kunststoffstreifen aussehend). Die Zungen sind »normal« bedruckt; auf der Vorderseite (*pour faibles charges*) schwarz, auf der Rückseite (*pour moyennes charges*) rot.

Die Zungen haben keine Nut-Feder-Führungen, wie das bei anderen Federnrechner in der Regel der Fall ist. Damit sie aber dennoch in definierter Lage immer parallel in den Aussparungen der Trägerplatte, kommt hier in Anlehnung an REINHARD MEY ein *Kunstgriff meisterlicher Hand* zur Anwendung. Die Zungen werden durch jeweils drei, vor der Montage der Deckplatte in die Trägerplatte eingelegte Blattfedern Richtung untere Kante des *Abaque Mobile* gedrückt (in Bild 2

- 1 Patent-Recherchen mit einschlägigen französischen Suchbegriffen in Zusammenhang mit dem Namen des Herausgebers (SNPPC) brachten keine Ergebnisse (Stand Januar 2020).
- 2 Riehle 1997, S. 12; zu Astralon® siehe »Kleiner Exkurs über Handelsnamen und Werkstoffnamen«, S. 110 fS. 110 f

Bild 2: ▲ Der »Abaque mobile« im Profil; links der Nutzenstein, dann die drei Zungen ohne Nut-Feder-Führungen (etwas zurück geschoben), alles überdeckt von der durchsichtigen Deckplatte, die durch vier Rohrniete mit der Trägerplatte verbunden ist (im Bild die beiden Rohrniete an der linken Kante)

# 1974 IWA: Federnrechner 05170

Der hier vorzustellende *Federnrechner IWA 05170* ist baugleich mit dem Modell *IWA 05165*, das von der französischen SNPPC SOCIÉTÉ NOUVELLE PATTIER-PAROTEAU & CIE exklusiv unter ihrem Namen vertrieben wurde (siehe vorhergehendes Kapitel, S. 147 ff). Bei dem hier vorliegenden IWA-Modell handelt es sich um die Lizenzausgabe des genannten französischen Modells; der Aufdruck auf der Vorderseite unten rechts weist darauf hin, ebenso ein Eintrag in der Gebrauchsanleitung<sup>1</sup> (Bild 1).

Weil es sich also bei dem vorliegenden Modell um ein baugleiches handelt, ergibt sich für die gesamte Beschreibung gewissermaßen die Wahl zwischen Pest und Cholera: Entweder hier die gesamte Beschreibung des französischen Modells *IWA 05165* wiederholen und nur auf die wenigen kleinen Unterschiede hinweisen, oder nur die kleinen Unterschiede darstellen und Sie, liebe Leser und Leserinnen bitten, bei Bedarf in das vorhergehende Kapitel zurückzublättern. Ich habe mich hier für die zweite Möglichkeit entschieden.

## 1 Die Parameter der Federberechnung

Es lassen sich – bei Baugleichheit logischerweise – mit dem vorliegenden *Federnrechner 05170* dieselben Parameter verarbeiten wie bei der SNPPC-Ausführung. Diese bzw. deren Formelzeichen sind am linken Rand des *Federnrechners* aufgetragen, mit kleinen Anpassungen (etwa  $D_{m1}/D_{m2}$  statt  $w$

oder  $a/b$  statt  $v$ ). Auch bei den Einheitenzeichen finden sich Unterschiede ( $N$  statt  $kg$ ,  $N/mm^2$  bzw.  $kN/mm^2$  statt  $kg/mm^2$ ). Die Parameter sind anders als bei SNPPC hier in der Gebrauchsanleitung gleich am Anfang aufgelistet (Bild 2).

Skalen-Nr.	Dimension und Größe	Bezeichnung
①	P in N (x 0,1 ≈ kp)	Federkraft
②	a/b	Seitenverhältnis (bei Rechteckquerschnitt)
③	$\tau$ in N/mm <sup>2</sup> (x 0,1 ≈ kp/mm <sup>2</sup> )	Schubspannung
④	d in mm	Drahtdicke
⑤	D <sub>m</sub> in mm	Mittlerer Federdurchmesser
⑥	f in mm	Federweg
⑦	n	Anzahl der federnden Windungen
⑧	a/b	Seitenverhältnis (bei Rechteckquerschnitt)
⑨	D <sub>m1</sub> /D <sub>m2</sub>	Durchmesser-Verhältnis bei konischen Federn
⑩	G in kN/mm <sup>2</sup> (x 100 ≈ kp/mm <sup>2</sup> )	Schubmodul

Bild 2: Quelle: IWA 1974, S. 1

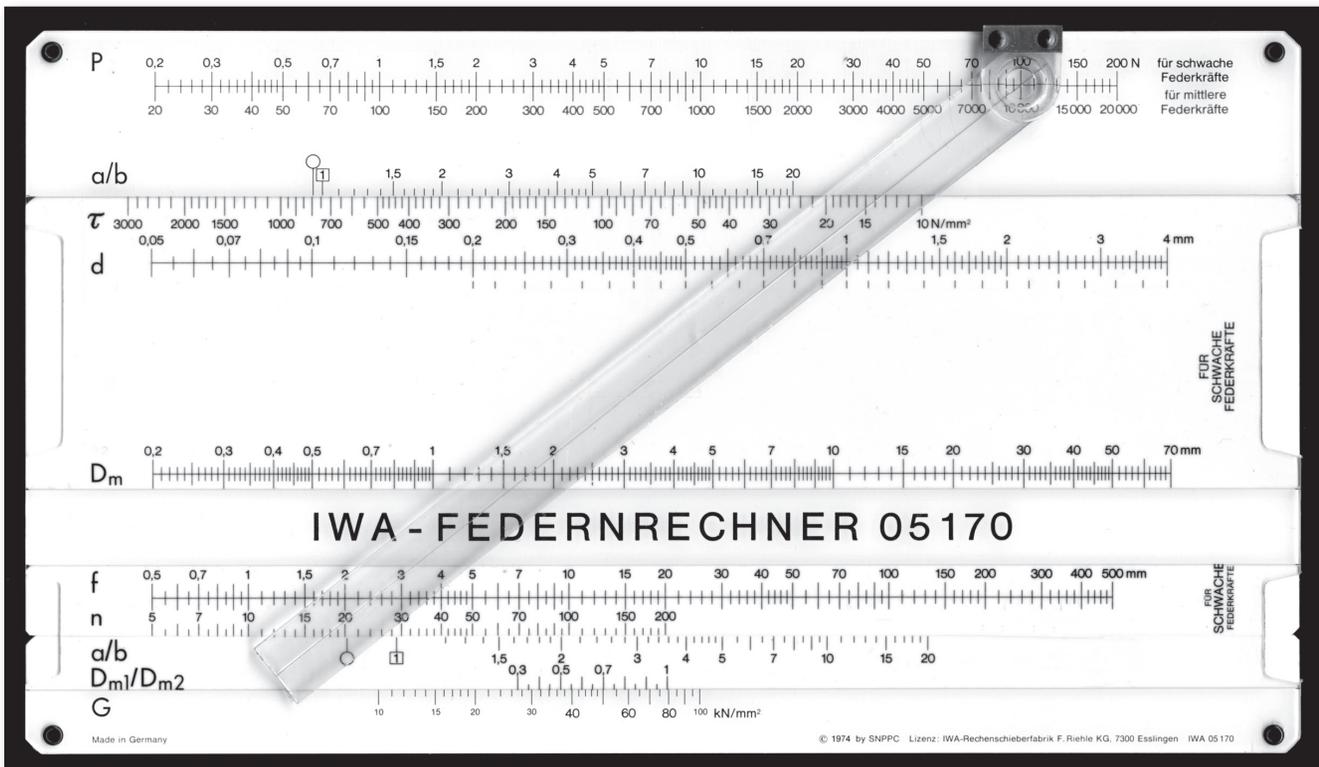


Bild 1: Vorderseite der deutschen Lizenzausgabe des französischen »Abaque Mobile Ressorts en Hélice«; Abbildungsmaßstab ca. 1:1,2

1 IWA 1974, S. 9

# Exkurs 1 Europäische Federnrechner

Die Darstellung der im Folgenden aufgeführten Federnrechner einiger ausgewählter europäischer Hersteller erfolgte nicht wie im vorigen Teil C (S. 39 bis S. 150) im Sinne einer Chronologie. Vielmehr steht jedes Modell für ein bestimmtes Merkmal. Mehr zu den Auswahlkriterien finden Sie jeweils

in den einzelnen Darstellungen unter der Frage *Warum gerade dieses Modell?* Die Länder sind in alphabetischer Ordnung aufgeführt. Die Beschreibung der jeweiligen Federnrechner folgt in etwa dem Muster der Beschreibungen in Teil C.

## England Ratcliffe's Spring Calculating Slide Rule

### 1 Warum gerade dieses Modell?

Dieser aus England – *Made in England* unten links auf seiner Vorderseite – stammende Rechenschieber für die Berechnung von Schraubenfedern zeigt im Vergleich zu den bisher behandelten Federnrechnern einige besondere Konstruktionsmerkmale und seinerzeit nicht alltägliche Werkstoffkombinationen. Außerdem ist die erhöhte Schubspannung an der Innenseite des Federdrahtes berücksichtigt. Das Bild 1 aus einem Fachbuch von 2007<sup>1</sup> veranschaulicht diesen federtechnischen Sachverhalt.

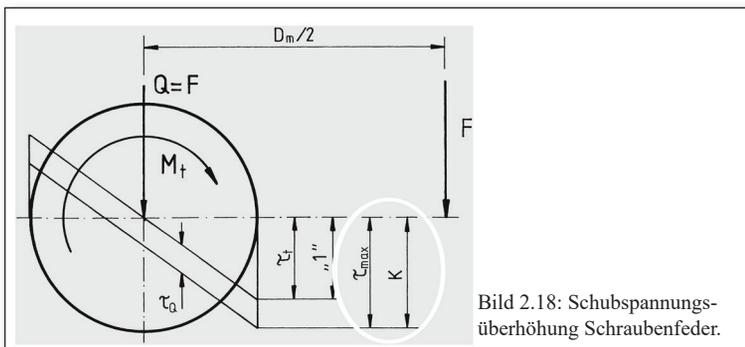


Bild 2.18: Schubspannungsüberhöhung Schraubenfeder.

Bild 1: Kräfte- und Spannungsverhältnisse am Querschnitt des Drahtes einer Feder; die weiße ovale Markierung [K. G.] kennzeichnet die Spannungsüberhöhung (Quelle: Hinzen 2007, S. 155)

### 2 Die Parameter der Federberechnung

Der Rechenschieber berücksichtigt die seinerzeit üblichen Federparameter für Schrauben-Zug- und -Druckfedern in den englischen Maßeinheiten *Zoll* und *Pfund*. Dazu einleitend in der Gebrauchsanleitung:

„The scales are specially arranged to enable the normal calculations involved in the design of helical tension and compression springs to be carried out at one setting. The rule has two slides – the upper for stress and load calculations and the lower for rate calculations. Each slide has scales in conjunction with the adjacent scales on the stock of the rule. The two slides are used quite independently. All the dimensions are inches and lbs. The rule carries a cursor having an index line and a scale for stress correction.“<sup>2</sup>

Das schon von STROMBERG bei seinen Rechenstäben berücksichtigte Durchmesserverhältnis  $\kappa$  (siehe S. 62, Formel 2) geht auch in die Skalenbilder des RATCLIFFE-Rechenschiebers ein. Darüber hinaus ist aber bei diesem Rechenschieber zusätzlich die erhöhte Schubspannung  $\tau$  an der Innenseite des Drahtes berücksichtigt, indem der so genannte *Wahl'sche Faktor*  $K^3$  (in Bild 1 gleichbedeutend mit  $\tau_{max}$ ) als zusätzlicher Parameter auf dem Läufer aufgetragen ist (*scale for stress correction*; Bild 2, ovale Markierung; in Bild 7 vergrößerte Darstellung).

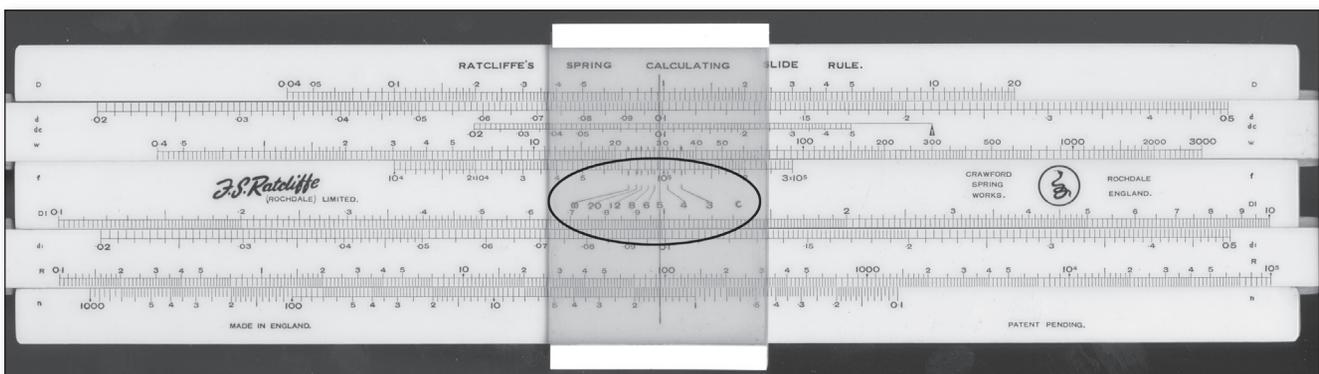


Bild 2: Vorderseite des englischen »Rechenschiebers für Federberechnungen« im Maßstab ca. 1:1,7; an seinem oberen Rand die englische Originalbezeichnung

1 Hinzen 2007

2 Ratcliffe 1955, S. 1 (n. p.)

3 Ausführlich in: Hinzen 2007, S. 154-156, 160-162; vgl. auch Wahls Darstellung von *stress theory* und *maximum shearing stress in a helical spring* in: Wahl 1944, S. 26-49

# Italien *Marcantoni & C.: Regolo calcolatore ad elica*

## 1 Warum gerade dieses Modell?

Wenn Sie vielleicht noch das Bild des französischen *Abaque Mobile pour Ressorts en Hélice* (S. 141, Bild 1) bzw. des deutschen Modells *IWA Federnrechner 05170* (S. 147, Bild 1) vor Augen haben, dann geht es Ihnen, liebe Leser und Leserinnen, vielleicht so wie mir, als ich dieses italienische Modell

zum ersten Mal gesehen hatte. Ich dachte damals so etwas wie *Komisch, den Rechenschieber kenne ich doch*. Damit sind aber auch schon alle Überlegungen zu einem Déjà-vu abgeschlossen, und die Realität kommt zum Zuge. Es geht also um einen Rechenschieber, mit dem bei einer konstruktiv vergleichbaren Ausführung die gleichen Parameter wie den beiden vorgenannten Modellen zu verarbeiten sind.

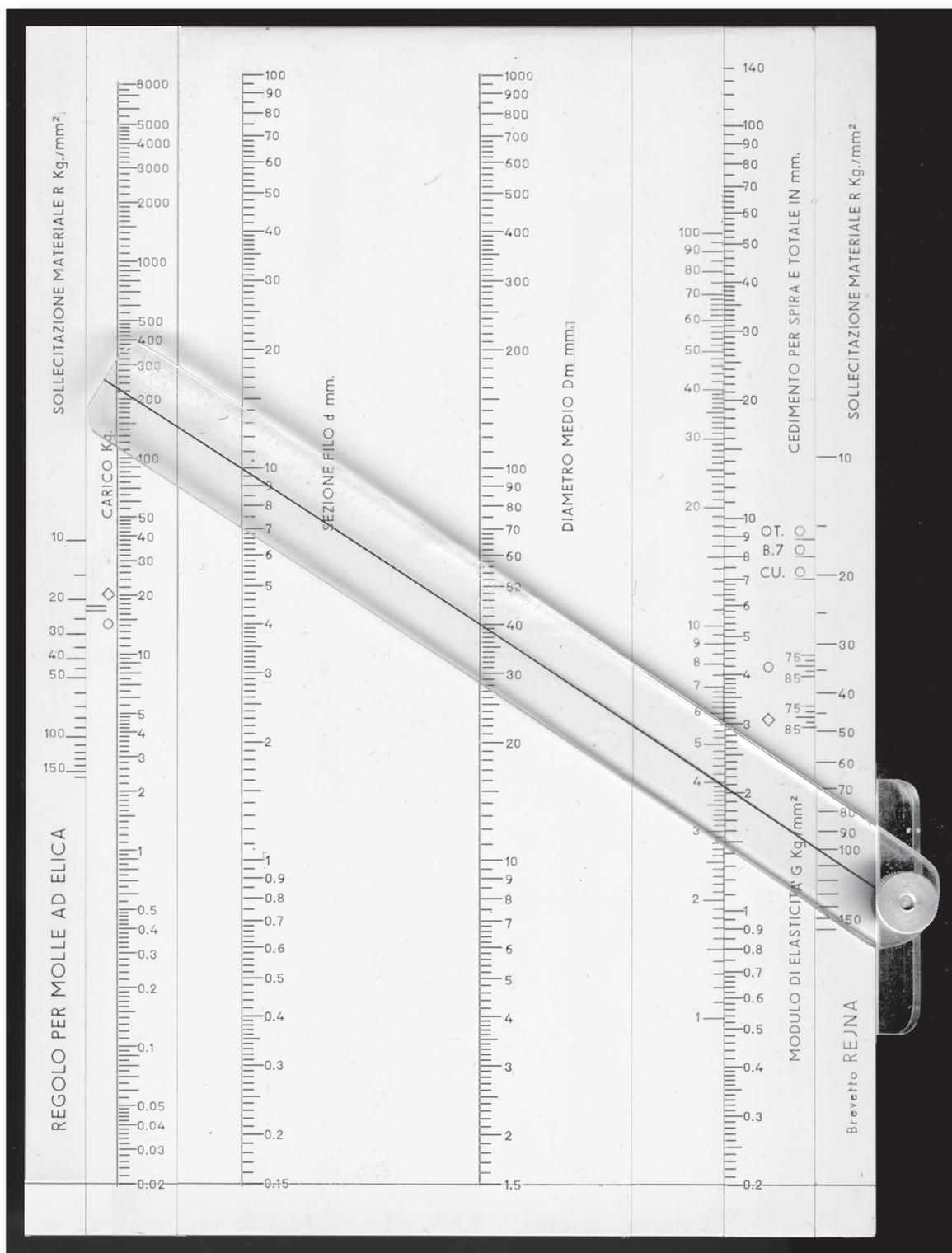


Bild 15: Vorderseite des italienischen Rechenschiebers für Schraubenfedern mit dem auch von anderen Herstellern bekannten Schwenkläufer; Abbildungsmaßstab 1:1

# Schweiz Emil Schenker AG: Rechenscheibe für Zug- und Druckfedern

## 1 Warum gerade dieses Modell?

Im Vergleich zu den bisher hier behandelten Federrechnern handelt es sich hier – abgesehen von der *Kreiszahlenscheibe des VEB Draht- und Federwerke* (Seite 125 ff) – um die nach Quellenlage erste Rechenscheibe. Wie schon der oben beschriebene *Ratcliffe's Spring Calculating Slide Rule* und der *OMARO-Rechenschieber*, so ist auch bei der SCHENKER-Rechenscheibe die erhöhte Schubspannung  $\tau$  am Drahtquerschnitt berücksichtigt. Außerdem bietet sie Berechnungen von Federn mit ruhender Belastung und mit Lastwechseln, und sie ist für vier Drahtwerkstoffe und damit vier unterschiedliche Gleitmoduln ausgelegt.

## 2 Die Parameter der Federberechnung

Neben den üblichen Parametern, deren Benennung in Bild 18 neben den beiden großen Ausschnitten der obersten Scheibe

zu sehen sind, bietet die SCHENKER-Schreibe noch drei Einträge zur Berücksichtigung der erhöhten Schubspannungen  $\tau$ . Es sind dies zum einen die kleine Skala *Beanspruchung in Abhängigkeit von  $D/d$*  (ovale Markierung in Bild 18, vergrößert in Bild 19); zum anderen sind es die beiden Diagramme  $\tau = f(d)$  am linken bzw. rechten Rand der obersten Scheibe (vergrößert in Bild 20 und 21).



Bild 19: Vergrößerte Skala für die erhöhte Schubspannung

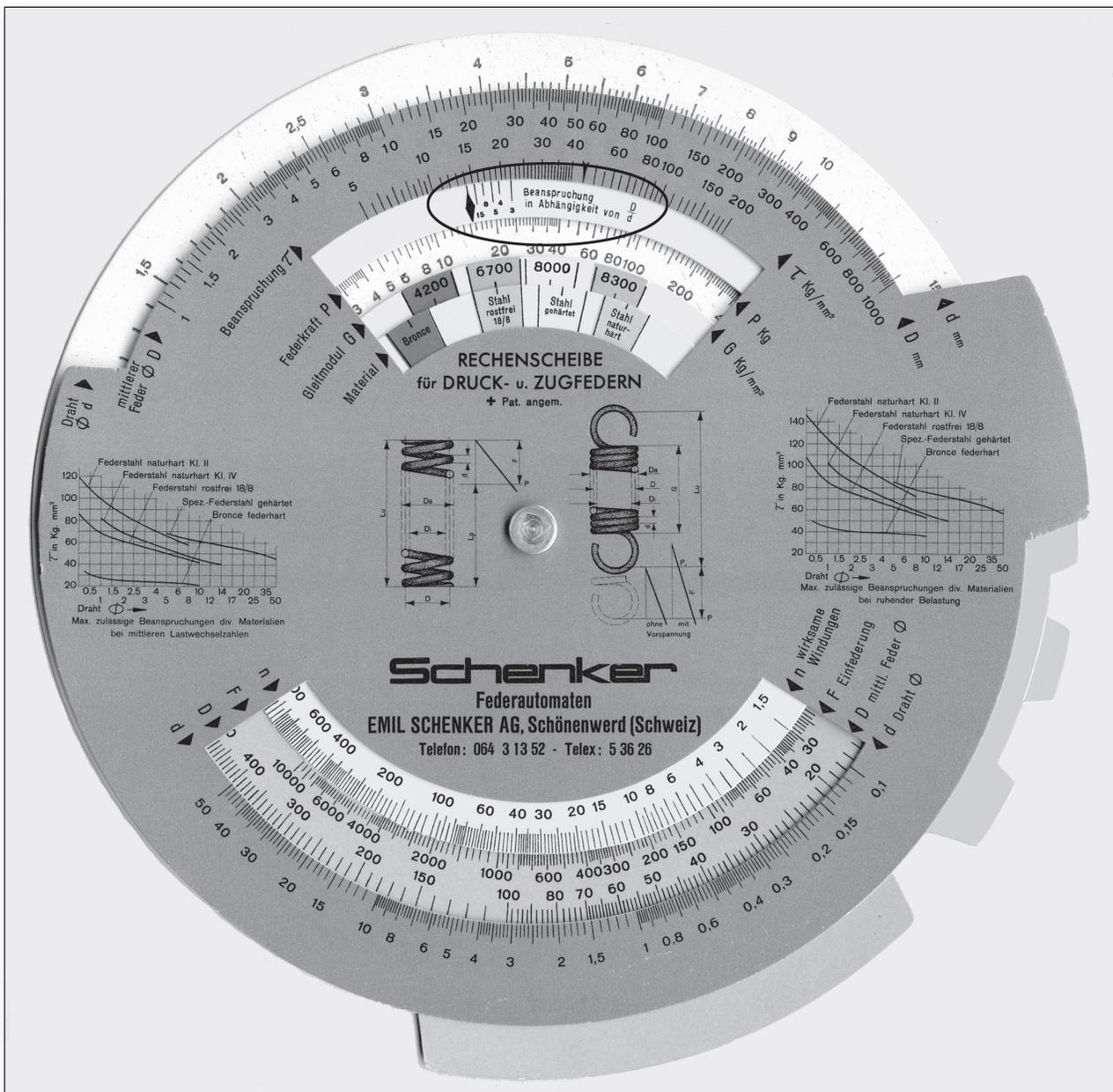


Bild 18: Vorderseite der Schenker-Rechenscheibe mit fünf gegeneinander verschiebbare Scheiben; Abbildungsmaßstab ca. 1:1,3

# Exkurs 2 *Federnrechner aus den USA*

So wie der Exkurs über *Europäische Federnrechner* (S. 179 ff) eine kleine Tour d'Horizon durch das damalige Portfolio einiger europäischer Hersteller ist, sollen in diesem zweiten Exkurs einige Federnrechner US-amerikanischer Federnhersteller bzw. Rechenschieber-Hersteller vorgestellt werden. Es handelt sich dabei um eine kleine exemplarische Auswahl von sechs Federnrechnern, anhand derer sich typische Merkmale des jeweiligen Federnrechners aufzeigen lassen. Auch in diesem Exkurs finden Sie mehr zu den Auswahlkriterien jeweils in den einzelnen Darstellungen unter der Frage *Warum gerade dieses Modell?*

Eine Besonderheit ist anzumerken. Die meisten der hier vorzustellenden Modelle wurden von Unternehmen herausgegeben, die als *Divisions of Associated Spring Corporation*<sup>1</sup> firmierten (zu den *Divisions* siehe Bilder 22 und 36). Die ASSOCIATED SPRING CORPORATION ASC hatte ebenso wie auch einige ihrer *Divisions* unter ihrem bzw. deren Namen Federnrechner herausgegeben.

Die Federnrechner sind chronologisch aufgeführt. Sie decken ungefähr den gleichen Zeitraum wie die vorgestellten deutschen bzw. anderen europäischen Federnrechner ab.

Kleine Anmerkung zu Schreibweisen: *Computer* und *Compuator* entsprechen jeweils der Original-Schreibung.

## 1938 *The William D. Gibson Co. Slide Rule*

### 1 Warum gerade dieses Modell?

Die grundsätzliche Konstruktion ist ähnlich wie die der Modelle *Bauart Dr.-Ing. Seehase*, unterscheidet sich aber im Konstruktionsdetail der Läuferführung, weshalb der Läufer unter Umständen nicht rechtwinklig zum Skalenbild zu stehen kommt (Bilder 1 und 2); ausführlich siehe unten Abschnitt *Konstruktion, Abmessungen, Werkstoffe*.

Dieses Modell ist, wie immer nach Quellenlage, einer der frühesten Federnrechner US-amerikanischer Fertigung.

Es war zwar kein Auswahlkriterium für diesen Federnrechner, aber dennoch sei daraufhingewiesen: dieser Rechenschieber heißt hier mangels »richtigem Namen« einfach nur *Slide Rule*.

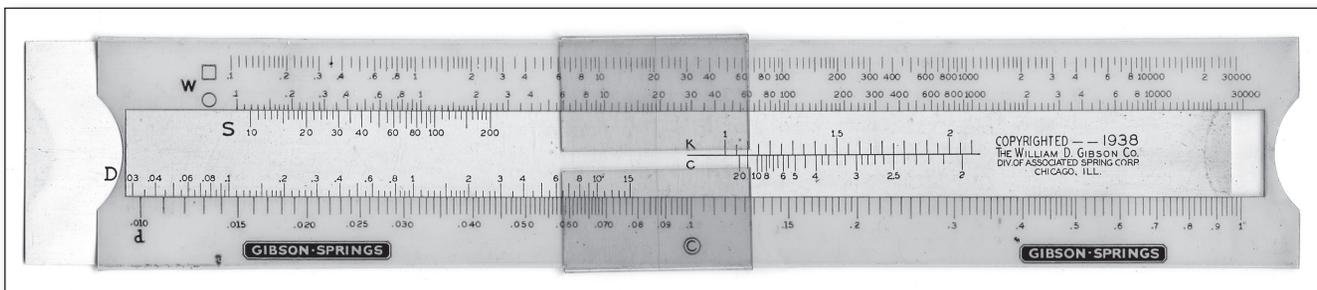


Bild 1: GIBSON Slide Rule, Vorderseite, Abbildungsmaßstab ca. 1:1,3. Der Läufer steht hier bewusst nicht rechtwinklig zum Skalenbild, um die konstruktiv bedingte potentielle Gefahr des Schrägstellens zu veranschaulichen (auch in Bild 2).

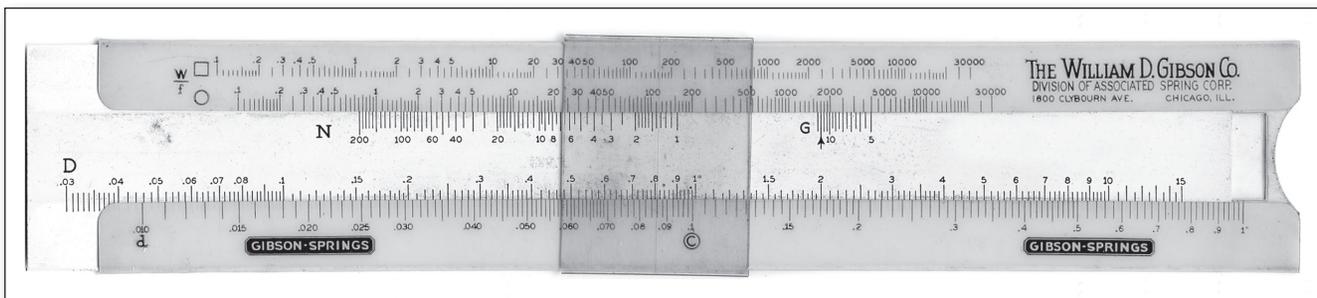


Bild 2: GIBSON Slide Rule, Rückseite, Abbildungsmaßstab ca. 1:1,3

1 Die ASC wurde 1923 als Zusammenschluss mehrerer Einzelunternehmen gegründet („BGR forms into the Associated Spring Corporation“) und bestand in dieser Unternehmensform bis 1976 („Name changes from Associated Spring Corporation to Barnes Group Inc.“); Quelle: A Rich History of Growth and Innovation in: <http://www.barnesgroupinc.com/about-bgi/history.aspx> (02.07.2018), von dort auch die beiden Zitate

# 1958 Divisions of Associated Spring Corporation Slide Rule

## 1 Warum gerade dieses Modell?

Nach den bisher vorgestellten Federrechnern aus Kunststoff ist das vorliegende Exemplar – nach Quellenlage – der erste Federrechner aus Aluminium. Das zweite Auswahlkriterium ist der Hersteller PICKETT, der nach denen der bisherigen mehr oder weniger »No-Name-Produkte« als einer der namhaften US-amerikanischen Hersteller zu nennen ist. Und schließlich das dritte Auswahlkriterium: Dieser Rechenschieber ist, bei allen konstruktiven Unterschieden, die rechen-technisch identische Variante des im vorigen Teil beschriebenen namenlosen Federrechners (S. 173 ff).

## 2 Die Parameter der Federberechnung

An dieser Stelle gilt, wie im vorigen Abschnitt schon angedeutet, das Gleiche wie den Parametern des 1952er Modells der ASSOCIATED SPRING CORPORATION (S. 173).

## 3 Die Datierung

Auf dem Rechenschieber selbst findet sich keine Information zum Herausgabedat. Was aber weiterhilft, ist das Logo des Herstellers auf der Vorderseite der Zungen am rechten Ende (in Bild 25 etwas verdeckt, in Bild 28 im Maßstab 3:1).

Mit dieser graphischen Information ist im Sinne der Redensart *Wo Licht ist, ist auch Schatten* zwar eine Datierung grundsätzlich möglich, aber eben eine doch nicht genaue.

Auf der Website des INTERNATIONAL SLIDE RULE MUSEUM findet sich auf der PICKETT-Seite bei der Abbildung des Modells der Eintrag „Pickett 1025 - Helical Spring Design - 1952-56“.<sup>10</sup> Damit wäre eine Datierung auf die Jahre 1952 bis



Bild 28: PICKETT-Logo von 1958 bis 1962

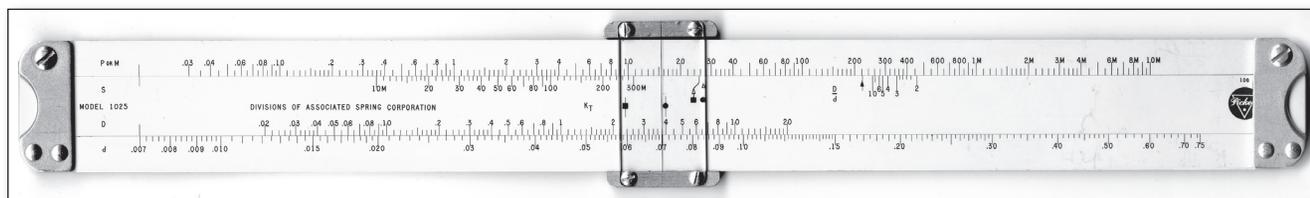


Bild 25: Vorderseite des »Model 1025«, Abbildungsmaßstab ca. 1:1,8

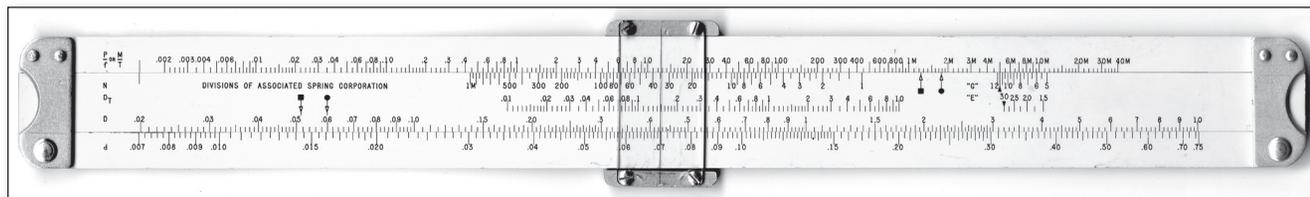


Bild 26: Rückseite des PICKETT-Modells

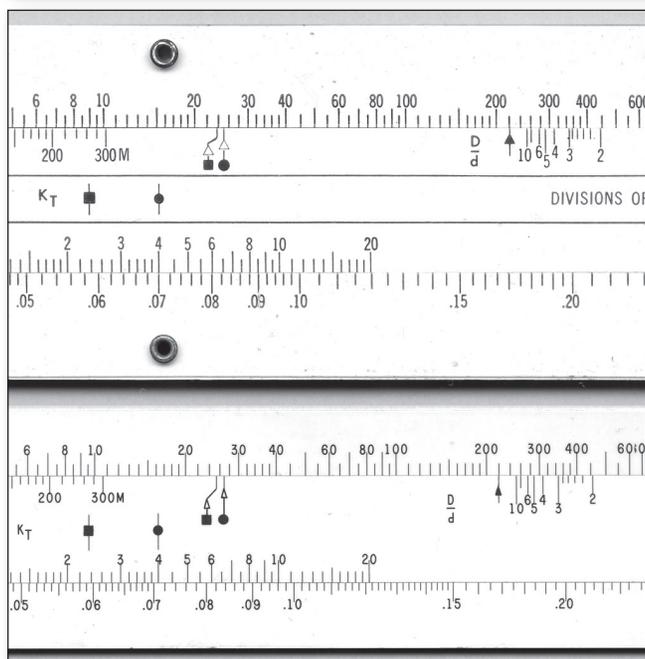


Bild 27: Identische, maßstabsgleiche Ausschnitte aus den Skalenbildern mit der Skala der Durchmesserhältnisse  $D/d$  zur Berücksichtigung des WAHL'SCHEN Faktors für die erhöhte Schubspannung an der Innenseite des Federdrahtes und den Sondermarken für unterschiedliche Drahtquerschnitte

1956 möglich, sinnvollerweise aber erst ab 1953, denn 1952 wurde ja noch das namenlose Modell von 1952 gefertigt (siehe Copyright-Eintrag in Bild 12, rechts unten). So weit, so ungenau.

Eine zweite Information ist eine Chronologie der PICKETT-Logos von 1945 bis 1975 („Based on the research of Dr. Rodger Sheperd, as Published in the Journal of the Oughtred Society, Vol. 1, No. 1, 1992“<sup>11</sup>). Demnach wurde das Logo in der hier vorliegenden Ausführung von 1958 bis 1962 verwendet. Mit dieser Information habe ich den vorliegenden Federrechner auf das (logisch früheste) Jahr 1958 datiert.

## 4 Konstruktion, Abmessungen, Werkstoffe

Der Rechenschieber hat die Abmessungen 308 x 32 x 2,7 mm. Alle Metallteile bestehen aus einer beim vorliegenden Exemplar nicht genau zu bestimmenden Aluminium-Legierung. Zunge und Führungstreifen sind weiß, vermutlich lackiert.<sup>12</sup> Die Fensterplatten des Läufers bestehen aus Lucite®<sup>13</sup>, dem Kunststoff Polymethylmetacrylat, im deutschen Sprachraum auch bekannt unter dem Handelsnamen Plexiglas®.

10 <https://www.sliderulemuseum.com/Pickett.htm> (27.12.2008)

11 Zitiert nach [https://www.sliderulemuseum.com/Manuals/Pickett\\_Chronology\\_med.jpg](https://www.sliderulemuseum.com/Manuals/Pickett_Chronology_med.jpg) (27.12.2008)

12 Alternativ eine Kunststoffbeschichtung, was sich aber sich zerstörungsfrei nicht feststellen lässt.

13 Pickett o. J., S. 3

# 1967 Associated Spring Corporation Belleville Spring Washer Computer

## 1 Warum gerade dieses Modell?

Alle bisher in diesem Exkurs beschriebenen Federrechner waren für die Berechnung von Schrauben- und Blattfedern konzipiert. Das jetzt vorzustellende Modell ist nach Quellenlage das erste aus US-amerikanischer Fertigung zur Berechnung von Tellerfedern, in der Originalbezeichnung einschließlich der Reminiszenz an ihren Erfinder: *Belleville Spring Washer Computer* (zu BELLEVILLE siehe S. 83).

### Kleine Anmerkung zur vorliegenden US-amerikanischen Fachliteratur über Tellerfedern

In der 9. Auflage von 2011 des recht umfangreichen Buch *Shigley's Mechanical Engineering Design* sind in dem 53 Seiten umfassenden Kapitel *Mechanical Springs* die Tellerfedern auf gerade einmal einer knappen Seite behandelt; das entspricht etwa 2 % des Federkapitels.

Obwohl jeder Vergleich, will man der Redensart glauben, letztlich mehr oder weniger hinkt, sei doch der Hinweis auf zwei inhaltlich gleichwertige Bücher aus etwa der gleichen Zeit erlaubt. Das deutschsprachige *Handbuch für den Maschinenbau*, Fachleuten bekannt als *Der Dubbel*, behandelt Tellerfedern auf etwa 8 % des Federkapitels.<sup>19</sup> Ähnlich in dem französischsprachigen *Formulaire de mécanique. Pièces de constructions*, wo Tellerfedern auf etwa 7 % des Federkapitels behandelt werden.<sup>20</sup>

## 3 Die Datierung

Auch hier ist die Datierung ebenso einfach wie sicher. Auf der Vorderseite des Rechenschieber ist links neben dem Namen des Herausgebers ASSOCIATED SPRING CORPORATION die Jahreszahl 1967 aufgedruckt (Bild 37).

## 4 Konstruktion, Abmessungen, Werkstoffe

Der Rechenschieber hat die Abmessungen 312 x 41 x 3,3 mm (einschließlich der beiden Verbindungsstücke 315 mm). Alle Teile bestehen aus einem hier nicht zu bestimmenden thermoplastischen Kunststoff; auch die Dokumentation enthält keine Informationen dazu.

Vielleicht eher marginal, aber im Sinne von Benutzerfreundlichkeit – neudeutsch *usability* – erwähnenswert: Auf der Rückseite ist die beiden oberen Skalen überdeckend ein Punkt aufgetragen, der deshalb hilfreich ist, weil so die Zunge nicht versehentlich »falsch rum« in den Stabkörper eingeschoben und so benutzt wird (Bild 38, rechts der beiden Skalen).

Die beiden Platten des Läufers wurden nach Einlegen der Blattfeder (Bild 39) zusammengeklebt, so dass der Läufer danach nicht mehr abzunehmen ist, wie das bei anderen Rechenschiebern (nicht nur der ASSOCIATED SPRING CORPORATION) der Fall ist.

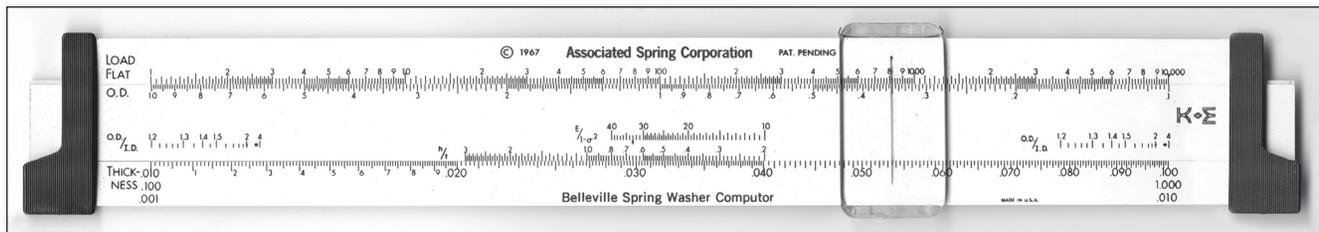


Bild 37: Vorderseite, Abbildungsmaßstab ca. 1:1,8

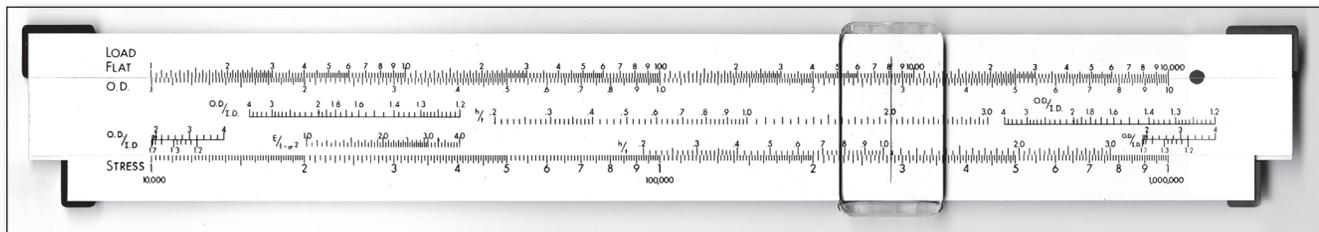
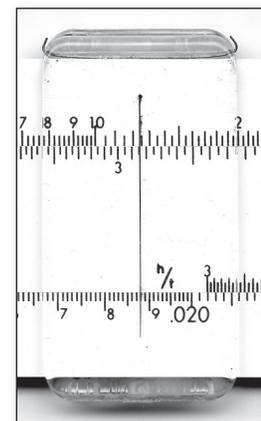


Bild 38: Rückseite

## 2 Die Parameter der Federberechnung

Die die meisten Parameter sind auf Vorder- und Rückseite wie üblich als Formelzeichen aufgetragen. Für drei Parametern sind, ähnlich wie bei dem *Spring Data Computer* von 1960 (S. 179), an Stelle der Formelzeichen aber die Fachbegriffe für die jeweiligen Größen aufgetragen; das sind *Load flat*, *Thickness* und *Stress*. Apropos: In der Dokumentation sind unter der Überschrift *Nomenclature* aber auch diese drei Größen mit Formelzeichen aufgeführt (Bild 41).

Bild 39: ► Der Läufer mit der oben eingehängten Blattfeder. Da ihre gekröpften Enden von außen zugänglich sind, anders als etwa bei dem mittleren Läufer in Bild 17 gezeigt, besteht zumindest die Möglichkeit, beim Verschieben des Läufers mit dem Zeigefinger hängenzubleiben, sich evtl. zu verletzen. Ob in diesem Zusammenhang die heute mit der deutschen Produkthaftung vergleichbare »Strict Liability in Tort« damals relevant gewesen wäre, kann hier nicht entschieden werden.<sup>21</sup>



19 Dubbel 2011, S. G 48-G 59: 2 Federnde Verbindungen (Federn)

20 Xiong, Qian et al. 2007, S. 165-297: Chapitre 4: Ressorts

21 Vgl. IHK