

Peter Haertel

Die Klassifizierung mechanischer Rechenmaschinen

**The classification of
mechanical calculating machines**



Teil 3 / Part 3:

**Schaltwerksprinzipien,
Control mechanism principles**

Lilienthal,
März 2019

Dritte überarbeitete Ausgabe im
Rechnerlexikon
Die große Enzyklopädie des mechanischen Rechnens,
- Version 2019 -

Vorveröffentlichungen 1996 und 2011 durch
IFHB
Internationales Forum Historische Bürowelt e.V.

Third revised edition in
Rechnerlexikon
Die große Enzyklopädie des mechanischen Rechnens
- Version 2019 -

Previously published in 1996 and 2011 by
IFHB
Internationales Forum Historische Bürowelt e.V.

Titelseite / Frontpage:

NFI Modell 3A,
SN 38263

Copyright © Peter Haertel 2019

Teil 3 / Part 3		
SCHALTWERKSPRINZIPIEN		
control mechanism principles		Seite page
Inhaltsverzeichnis/ <i>Contents</i>		3
	Einführung / <i>introduction</i>	5

1	Sprossenräder / <i>pin wheels</i>	6
1.1	Geteiltes Sprossenrad / <i>splitted pin wheel</i>	6
1.2	Axial-Sprossenrad / <i>axial pin wheel</i>	7
1.3	Klappsprossenrad / <i>folding pin wheel</i>	9
2	Staffelwalzen / <i>stepped drums</i>	9
2.1	Geteilte Staffelwalze / <i>splitted stepped drum</i>	10
2.1.1	Sonderbauformen der geteilten Staffelwalze <i>special designs of splitted stepped drums</i>	11
3	Schaltklinke / <i>ratchet</i>	12
4	Proportional- oder Verhältnishebel / <i>proportional lever</i>	13
5	Proportionalräder / <i>proportional gear actuators</i>	13
6	Multiplikations- oder Einmaleinskörper / <i>direct multiplier</i>	15
6.1	Anordnung der Multiplikationskörper in Blockform / <i>common arrangement of the multipliers in block form</i>	15
6.2	getrennte Anordnung der Einer- und Zehner- Multiplikationskörper / <i>arrangement of the multipliers in two groups</i>	17
7	Schaltschwinge / <i>rocker arm</i>	18

8	Zahnantriebe / <i>toothed drives</i>	18
8.1	Zahnstange / <i>toothed-bar</i>	19
8.2	Zahnsegment / <i>toothed-segment</i>	19
8.3	Zahnscheibe / <i>toothed-wheel</i>	20
8.4	Zahnkette / <i>chain</i>	21
9	Stellsegment / <i>adapting segment</i>	22
10	Pendelrad / <i>pendulum wheel</i>	23
11	Mehrfach-Zählrolle mit Zehner-Übertragskurven/ <i>multiple counting role with ten transfer curves</i>	24
12	Zählscheibe / <i>counting disk</i>	25
13	Gewindespindel / <i>threaded spindle</i>	27
14	Oszillierende Betätigungswalze / <i>oscillating actuator</i>	28

Einführung:

Der dritte Teil behandelt die Klassifizierung mechanischer Rechenmaschinen nach ihren Schaltwerksprinzipien wie z. B. Staffelwalzen, Sprossenräder, etc.

Wegen der Vielzahl der Konstruktionen war es bei der erstellten Systematik nicht möglich, eine vollständige Erfassung der bekannten Grund- und Mischformen zu erreichen. Ein solches Schema wird auch sehr leicht unübersichtlich und ist wenig praxisgerecht. Deshalb beschränkt sich die Systematik im Wesentlichen auf die „klassischen“ und aus der Literatur her allgemein bekannten Prinzipien.

Auf der anderen Seite muss hierbei billigend in Kauf genommen werden, dass weniger bekannte Ausführungen durch solch ein grobes Einordnungsraster fallen.

Introduction:

The third part deals with the classification of mechanical calculators according to control mechanism principles such as stepped drums, pin wheels, etc.

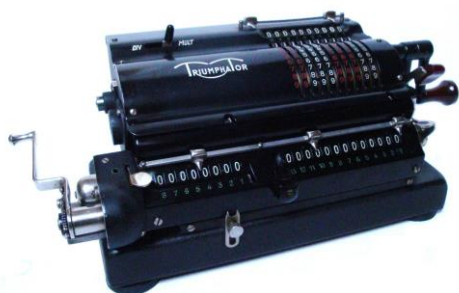
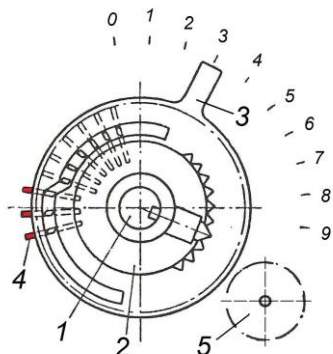
Because of a vast number of designs accomplishing a complete coverage of the known basic and hybrid forms has not been attempted in the present compilation. Such a scheme easily tends to become confusing and is hardly practical. That is why this systematization is primarily confined to "classical" and generally well-known principles as they are found in literature.

On the downside, it has to be accepted that less known design versions drop through a classification grid as rough as this.

Schaltwerksprinzipien

control mechanism principles

1. Sprossenräder / pin wheels:



Beispiel:
Triumphator CN, S/N 155212

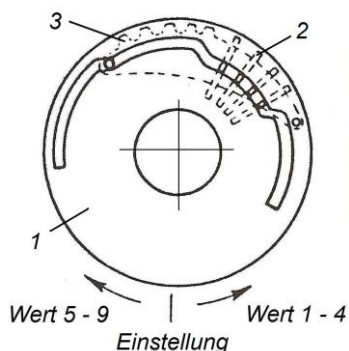
Bei einem auf einer Welle (1) feststehenden Radkörper (2) werden durch Drehen einer Einstellscheibe (3) radial 1 bis 9 Zähne, die sogenannten Sprossen (4), herausgeschoben. Bei einem Umlauf der Welle (1) wird ein zugeordnetes Zählrad (5) entsprechend der Anzahl herausragender Sprossen gedreht¹. Die Grundstellung der Einstellscheibe entspricht dem Übertragungswert 0.

Anmerkungen:

1. Sprossenradmaschinen auch mit zusätzlichen Einstellscheiben, die beim Rechnen jedoch nicht umlaufen. Beispiel: Walther WSR 160

2. Technischer Höhepunkt in der Entwicklung der Sprossenrad-Maschinen waren die Facit-Modelle CM 2-16 und 1004 inkl. Varianten nach den Patenten von Erik Konrad Grip. Diese Maschinen haben eine Zehnertastatur mit genormter Anordnung der Zifferntasten.

1.1. Geteiltes Sprossenrad / splitted pin wheel:



Am Radkörper (1) befinden sich vier einzeln einstellbare Zähne (2) und ein einschwenkbare Segment (3) mit fünf festen Zähnen. Durch entsprechendes Zusammenwirken von Einzelzähnen und Zahnsegment können 1 bis 9 Zähne zur Wirkung kommen². Die Eingabe der Zahlengruppen 1 bis 4 und 5 bis 9 erfolgt jeweils bei entgegengesetzten Drehrichtungen des Radkörpers (1). Die Grundstellung aller Zahnelemente entspricht dem Übertragungswert 0.

¹ vgl.: Lind, Wilhelm: Büromaschinen, Teil 1, Füssen 1954, S. 16-29

² Der Büromaschinenmechaniker, Heft 7, Hamburg, 1960, S. 11



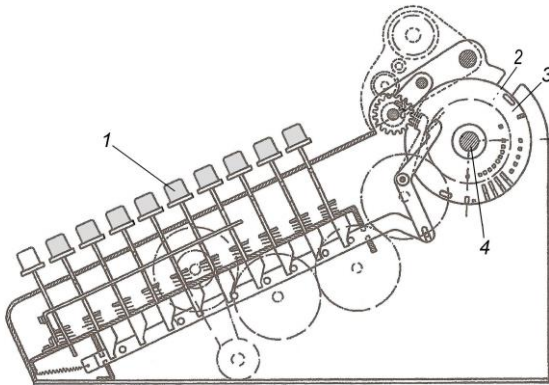
Beispiel:
Facit NEA, S/N 406540

Anmerkungen:

1. Die unterschiedlichen Drehrichtungen der Einstellscheiben bei der Eingabe halbieren dessen Schwenkwinkel und ermöglichen so eine Tasteneingabe.

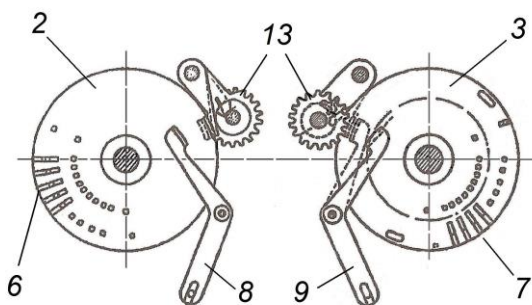
2. Erfinder ist der Schwede Karl Victor Rudin (1882-1939)

1.2. **Axial-Sprossenrad /**
axial pin wheel:



NUMERIA der Fa. Lagomarsino S.p.A.,
Mailand, Italien.

Schweizer Patent 209384 von 1940



Seitenansicht der linken und rechten
Trägerscheibe
(in Zeichenebene geklappt)

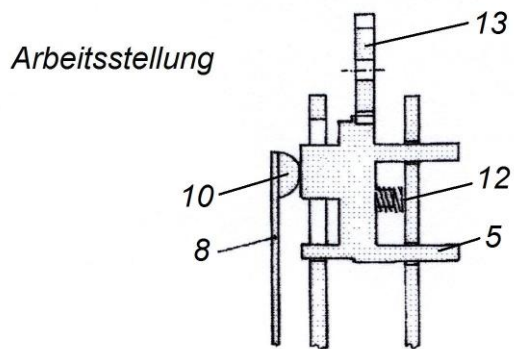
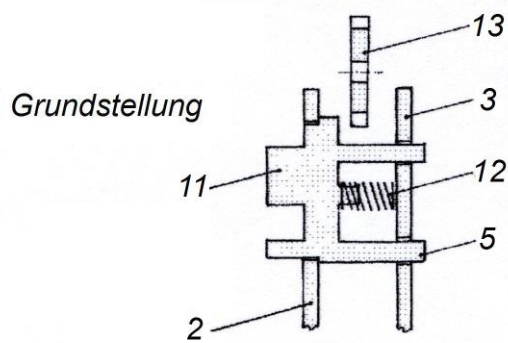
Zu jeder Tastenbank (1) der Volltastatur gehören eine linke und eine rechte Trägerscheibe (2) (3). Dieses Scheibenpaar ist auf Abstand montiert und lagert auf einer gemeinsamen Antriebsachse (4). Ihre Anzahl entspricht der Eingabekapazität der Maschine.

Die linke wie auch die rechte Scheibe (2) (3) enthalten in radialer Anordnung die Aufnahmen für axial verschiebbare Übertragungskörper (5), nachfolgend Sprossen genannt.

Für die Übergabe eines Rechenwertes in das Resultatwerk trägt die linke Scheibe (2) fünf Sprossen (6), die zur rechten Seite geschoben werden können; die vier Sprossen (7) der rechten Scheibe (3) können zur linken Seite geschoben werden.

Für die Werteübergabe trägt jede Tastenbank (1) für jede der zwei Sprossen-Gruppen (6) (7) einen linken und einen rechten Auslenkhebel (8) (9).

Beim Drücken einer Zifferntaste werden die Hebel (8) (9) in Abhängigkeit von dem Zahlenwert einzeln oder gemeinsam so verschoben, dass die Druckkörper (10) an ihren Enden im Dreh-



P. Haertel
Jan. 2007

Beispiel für die Auslenkung einer Axial-Sprosse



Beispiel:
Lagomarsino Numeria 7101 H,
S/N 039756

bereich der sogenannten Gegen-
nocken (11) liegen. Diese Teil-
bereiche der Sprossen (5) sind
in Breite und Lage unterschied-
lich ausgebildet, so dass bei
bestimmten Hebelstellungen und
einer Rotation des Scheiben-
paares (2) (3) auch nur ganz
bestimmte Sprossen (5) axial
ausgelenkt werden können.

Die Auslenkung gegen die Kraft
einer Druckfeder (12) ist tem-
porär und wiederholt sich mit
jeder Umdrehung des Scheiben-
paares. Hierbei werden Teil-
flächen der Sprossen (5) kurz-
zeitig in den Eingriffsbereich
eines Zwischenrades (13) ge-
schoben, das einen Wert ent-
sprechend der Anzahl ausgelenk-
ter Sprossen in das Resultat-
werk überträgt.

Zusätzlich zu den neun Eingabe-
Sprossen tragen die Scheiben-
paare zwei zusätzliche Sprossen
für die Zehnerübertragung.

Anmerkungen:

1. Die mit Axial-Sprossenrädern
arbeitenden Numeria-Maschinen
wurden von einigen Fachautoren
fälschlich zur Gruppe der Maschi-
nen mit geteilten Staffelwalzen (s. Abs. 2.1)
gerechnet³.

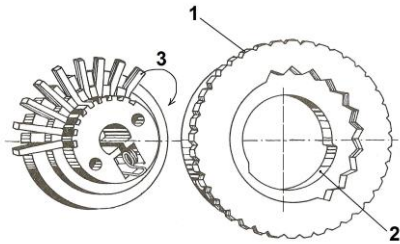
2. Der für Pos. 11 benutzte Begriff
„Gegennocken“ entspricht dem
italienischen „contro-camma“ bzw.
„contro-camme“ der Schweizer
Patentschrift Nr. 209384 von 1940.

3. Auswahl weiterer Numeria-Modelle:

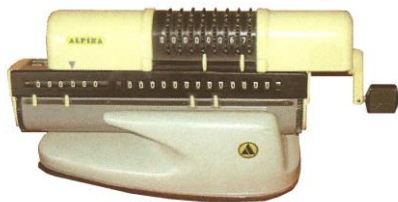
- 5301, 5401, 5903, 5905
- 7101, 7201, 7901,
- 8111, 8213, 8321, 8913, 8923
- 9100, 9101, 9200, 9201, 9203, 9901

³ Reese, Martin, Haertel, Peter: „Numeria - nur scheinbar eine Monroe-
Tochter“ in: INTERNATIONALES FORUM HISTORISCHE BÜROWELT (Hg.): *Historische
Bürowelt*, Nr. 77 (2007), S. 3ff

1.3. **Klappsprossenrad /**
folding pin wheel



Beispiel: *Alpina URM*



Beim Drehen des gerändelten Einstellringes (1) wird auch die Kurvenscheibe (2) gedreht. Dies bewirkt ein seitliches Umklappen der Stifte (3) in Arbeitsstellung. Beim Antrieb der Hauptachse werden die Einstellungen verriegelt, das Einstellwerk gedreht und die waagrecht (axial) liegenden Sprossen treten in die Bahn von Zwischenrädern, die den eingestellten Betrag in das Resultatwerk übertragen.

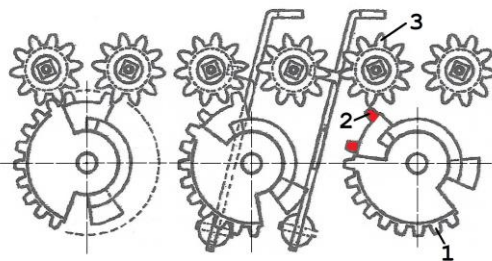
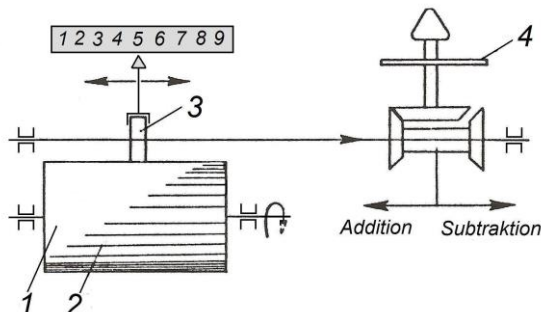
Anmerkungen:

1. Erstmals eingesetzt von Giovanni Poleni (1685-1761) in seiner 1709 beschriebenen *Machina Aritmetica* mit Gewichtsantrieb.

2. Klappsprossenrad auch ausgeführt bei Kuhrt Modell AB von 1923.

3. Das Schaltwerksprinzip wird auch als Schwenksprossenrad bezeichnet.

2. **Staffelwalzen /**
stepped drums:



Beispiel: Eine Staffelwalze für zwei Dekaden des EW und RW
Pos. 1: Staffelwalze
Pos. 2: Zehnerschaltzahn
Pos. 3: Übertragungsrad zum RW

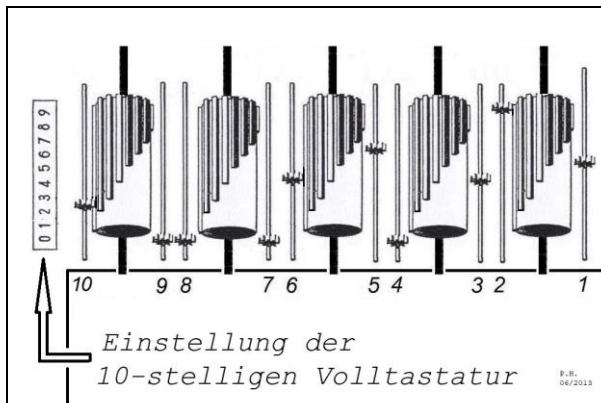
Bestehen aus einem Zylinder (1) („Walze“) mit neun unterschiedlich langen („gestaffelten“) Zähnen (2). Ein zugeordnetes Übertragungsrad (3) wird durch Eingabetasten oder -schieber axial so gestellt, dass es von 1 bis 9 Zähnen getroffen wird und der entsprechende Wert in das Resultatwerk (RW) übertragen werden kann⁴. Die Grundstellung des Übertragungsrades (3) entspricht dem Rechenwert 0.

Je nach Konstruktion arbeitet eine Staffelwalze mit jeweils

- a) einer Dekade des Eingabe- und Resultatwerkes,
- b) zwei Dekaden des Eingabe- und Resultatwerkes.

< Beispiel: *Rheinmetall*,
DRP 319630 v. 06. April 1919,
Erfinder: *Richard Berk*

⁴ vgl.: Martin, Ernst: *Die Rechenmaschinen und ihre Entwicklungsgeschichte*, Band 1, S. 6-14



Beispiel (Schema):
Zehnstelliges Einstellwerk mit fünf
Staffelwalzen zur Eingabe max. zehnstelliger
Werte in das Resultat-
werkes.

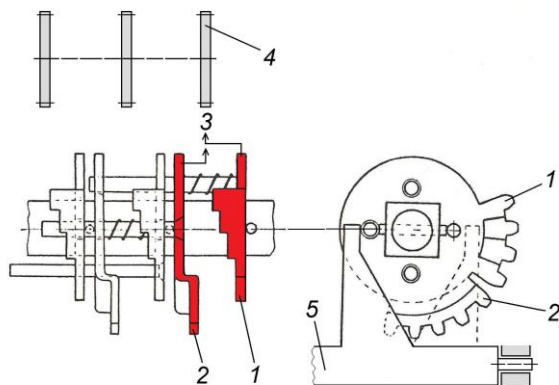


Beispiel: Record Universal von 1915
S/N 852

Anmerkungen:

1. Herstellung der Staffelwalzen
 - als Frästeil
 - als Gussteil (Bronze, Stahl, Alu)
 - durch Zusammenfügen gestanzter Einzelbleche
 - durch Zusammenfügen von Stanz- und Drehteilen
2. Hersteller von Staffelwalzenmaschinen mit Volltastatur waren u. a.:
 - Archimedes
 - Badenia
 - Diehl
 - Friden
 - Madas
 - Rheinmetall
 - Rheinmetall-Borsig
 - < - Record
 - Spitz
3. Staffelwalzenmaschinen mit Zehnertastatur wurden nicht gebaut.

2.1 Geteilte Staffelwalze /
splitted stepped drum:

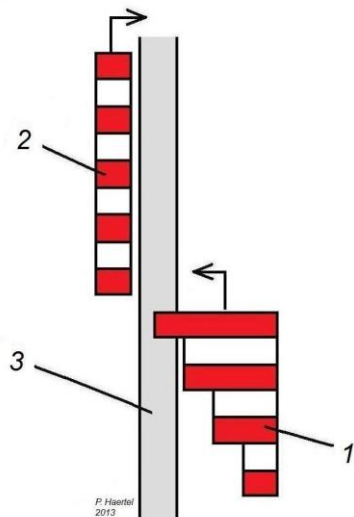


Schema 1: Brunsviga-Rechenmaschine
Modell 10

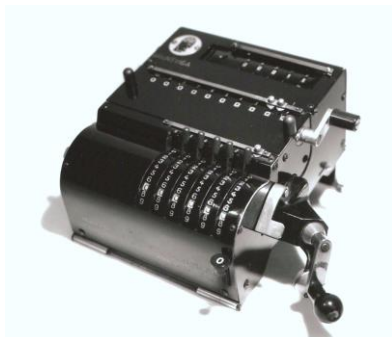
Jede Rechenstelle besteht aus zwei Segmentteilen (1) (2), die unterschiedlich verzahnt sind:
a) eine Zahnreihe (1), die 1 bis 4 Zähne trägt,
b) eine Zahnreihe (2) mit 5 gleich großen Zähnen.

Durch entsprechende axiale Verschiebung der nebeneinanderliegenden Segmentteile in den Eingriffsbereich (3) eines Übertragungsrades (4) werden bei jedem Umlauf der Rechenmechanik 1 bis 9 Zähne wirksam⁵. Die Grundstellung aller Zahnelemente entspricht dem Übertragungswert 0.

⁵Lind, Wilhelm: a. a. O., S. 62-67



Schema 2:
Beispiel Übertragung des Wertes 1



Beispiel: Brunsviga 10
S/N 138569

Die Verschiebung der Segmentteile (1)(2) in ihre Arbeitsstellung erfolgt durch zwei Kippschienen (5), die von den Einstellhebeln oder einer Tastatur ausgelenkt werden. Der Eingabewert bestimmt die Richtung der axialen Verschiebung:

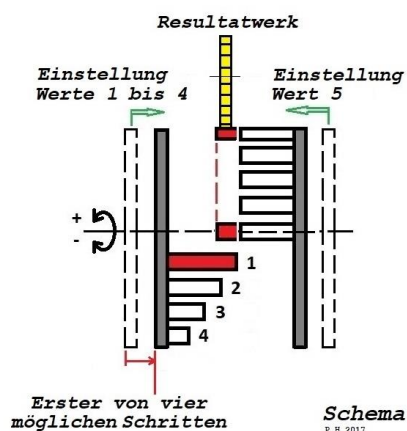
Eingabewert	Verschieberichtung
1, 2, 3, 4	Teil 1 <
5	Teil 2 >
6, 7, 8, 9	Teil 1 <
	Teil 2 >

Anmerkung:

Das Schaltwerksprinzip wurde u. a. verwendet von:

- Brunsviga
- Komet
- Madas
- Monroe
- Nisa
- Shanghai Calculator

2.1.1 **Sonderbauformen der geteilten Staffelwalze**
special designs of splitted stepped drums



Beispiel: Monroe G, gebaut ab 1919

Ähnlich den ungeteilten Staffelwalzen wurden auch bei den geteilten Staffelwalzen unterschiedliche Herstellungsverfahren gewählt; sie hatten Einfluss auf die Ausführungen der Eingabewerke (EW) und Resultatwerke (RW).

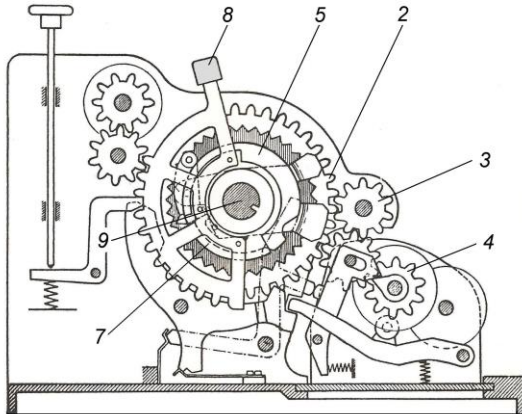
Ein Beispiel liefert das Monroe-Modell G mit geteilten Staffelwalzen aus Stanz- und Drehteilen.

Anmerkungen:

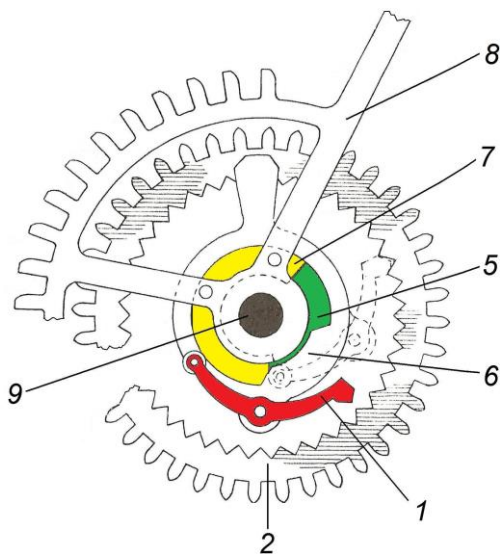
1. Erfinder dieses Schaltwerksprinzips war der US-Amerikaner Frank Stephen Baldwin (1838-1925)

2. Patente: US1080245 v. 15.06.1912
GB27231 v. 26.11.1912

3. Schaltklinke / ratchet:



Beispiel einer Hamann-Rechenmaschine



Beispiel: Hamann E
S/N 73500

Die Werteübertragung in das Resultatwerk (4) erfolgt durch eine umlaufende Mitnehmerklinke (1) („Schaltklinke“), die während eines Rechenganges in die Innenverzahnung eines Arbeitsrades (2) einfällt und dieses um 1 bis 9 Zähne weiterdreht. Mit der Außenverzahnung des Arbeitsrades (2) wird der Wert über Zwischenräder (3) in das Resultatwerk (4) übertragen.

In jeder Dekade des Eingabewerkes erfolgt die Einstellung einer Zahl durch eine feststehende Scheibe (5) – sie hat einen Ausschnitt (6) für das Einfallen der Schaltklinke – in Verbindung mit einem drehbaren Segment (7), das jeweils mit einem Einstellhebel (8) verbunden ist.

Scheibe (5) und Segment (7) liegen zentrisch zur Hauptachse (9) und bilden in der Nullstellung eine geschlossene Einstellscheibe.

Bei der Werteeingabe wird Segment (7) mit Einstellhebel (8) gedreht und es entsteht am Umfang der Einstellscheibe ein Ausschnitt, dessen Länge proportional dem Einstellwert ist.

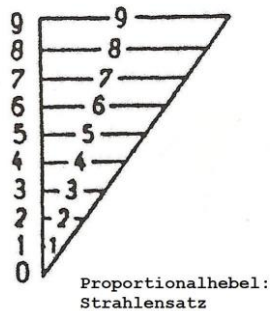
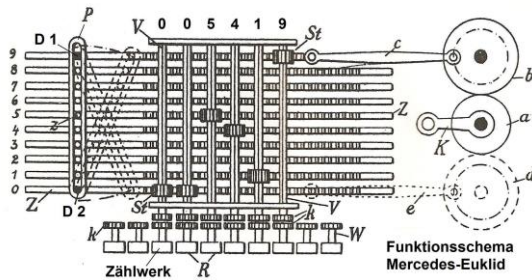
In diesen Ausschnitt fällt die Mitnehmerklinke (1), greift hierdurch in die Innenverzahnung des Arbeitsrades (2) und nimmt eine entsprechende Zähnezahl mit⁶.

Anmerkung:

Erfinder des Schaltwerksprinzips ist Dr. h.c. Christel Hamann (1870-1948).

⁶ vgl.: Lenz, K.: *Die Rechen- und Buchungsmaschinen*, Leipzig und Berlin 1932, S. 61-64

4. Proportional- oder Verhältnishebel /
proportional lever:



Beispiel:
 Mercedes Euklid 29,
 SN 101970

Die zehn Zahnstangen eines Zahnstangensatzes werden bei einer Schwenkbewegung des Proportionalhebels *P* um Drehpunkt *D1* oder *D2* so hin und her bewegt, dass bei größter Auslenkung die erste nicht, die zweite um eine Zahnbreite, die dritte um zwei Zahnbreiten, usw. verschoben wird. Verschiebbare Gegenräder übertragen die Vorwärtsbewegung auf das Resultatwerk *R*. Dieses wird während der Rückwärtsbewegung abgekuppelt⁷.

Anmerkungen:

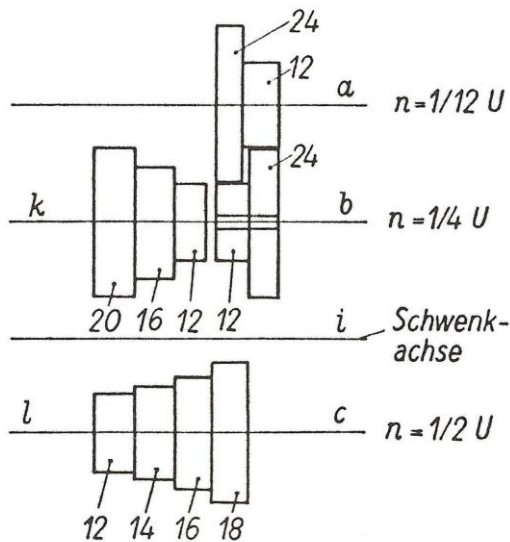
1. Der Proportionalhebel lagert bei Addition / Multiplikation im Drehpunkt *D1*, bei Subtraktion / Division im Drehpunkt *D2*.

2. Erfinder des Schaltwerksprinzips ist Dr. h.c. Christel Hamann (1870-1948)

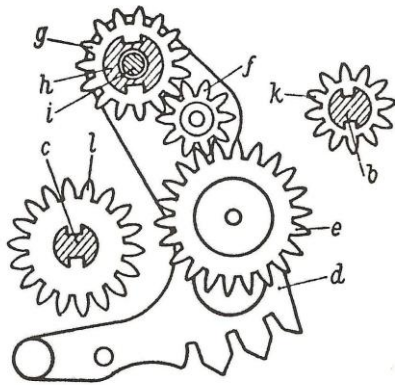
5. Proportionalräder /
proportional gear actuators:

Übertragung der Rechenwerte durch Schwenkradgetriebe, deren Antriebsräder-Zähnezahlen den Werten 1 bis 9 proportional sind. Pro Dekade sind Antriebsradsätze vorhanden, die auf die drei Wellen *a*, *b* und *c* verteilt

⁷ vgl.: Brockhaus der Naturwissenschaften und der Technik, Wiesbaden 1958, S. 457



Proportionalräder der Schwenkradgetriebe (Schema)



Schwingplatte mit Übertragungsrade



Beispiel:
Marchant 10 ADX,
S/N 476380

sind, in Vierer- und Fünfergruppen geordnet sind und einander gegenüberliegen. Die drei Wellen werden gemeinsam angetrieben und führen pro Arbeitsgang $1/12$, $1/4$ und $1/2$ Umdrehung aus. Damit wird jedes der neun Antriebsräder um eine seinem Wert entsprechende Zähnezahl zwischen 1 und 9 gedreht. Zu jeder Dekade gehören fünf separate Schwingplatten *d* auf Welle *i*, von denen jeweils nur eine den Rechenwert zur Zählrolle des Resultatwerkes überträgt; gemeinsam verbunden sind sie über die Abtriebsräder *g*.

Die Auswahl der Schwingplatte erfolgt - von der Tastatur ausgehend - über ein Einstellgestänge und eine Gruppe von fünf Nockenscheiben. Hierdurch wird ein Übertragungsrade *e* in Radsatz *k* auf Welle *b* oder Radsatz *l* auf Welle *c* eingeschwenkt⁸.

Anmerkungen:

1. Ausgeführt bei den Marchant-Rechenmaschinen. Erfinder ist der Amerikaner Harold T. Avery.
2. Bei einem Rechenvorgang erfolgt die gesamte Werteverarbeitung inkl. Zehnerübertragung in einem kontinuierlichen, stoßfreien Ablauf. Trotz hoher Rechengeschwindigkeit ist die Geräusentwicklung sehr gering.
3. Zuletzt gefertigt wurde Modell CMA, Produktionseinstellung 1970.

⁸ vgl.: Lange, Werner: „Leben und Wirken des Erfinders H. T. Avery“ in: *Bürowirtschaft*, Ausg. 11/1985, S. 25f; vgl.: Lind, Wilhelm: a. a. O., S. 76 bis 80

6. Multiplikations- oder Einmaleinskörper /
direct multipliiert:

Anmerkung:

Speziell im Patentwesen gebrauchte Bezeichnung für dieses Schaltwerksprinzip sind

- Teilproduktkörper
- Wählplatten
(DE222166 v. 18.08.1907)

Rechenkörper für das direkte - nicht additive - Multiplizieren mit zwei einstelligen Faktoren.

Damit werden zwei aufeinander folgende Multiplikationen durchgeführt, das gesuchte Produkt entsteht durch Addition der Teilsummen.

Anmerkung: Frühe Patente von Ramón Vereá (1878), Otto Steiger (1892) und Léon Bollée (1895).

6.1 Anordnung der Multiplikationskörper in Blockform /

common arrangement of the multipliers in block form



Einmaleinsblock der Millionär-Vier-species-Maschine mit Einer- und Zehnerplatten für das direkte Multiplizieren.



Einstellhebel für die stellenweise Eingabe des Multiplikators

Die kompakt angeordneten Multiplikationskörper bilden den so genannten *Einmaleinsblock*. Er besteht aus

- einer einzelnen Einerzungenplatte
- acht Zungenplattengruppen mit jeweils einer Einer- und einer Zehnerzungenplatte.

Damit werden aus dem Multiplizierten und jeweils einer Stelle des Multiplikators ein- und zweistellige Teilprodukte gebildet und in das Resultatwerk (1) übertragen.

Ablauf:

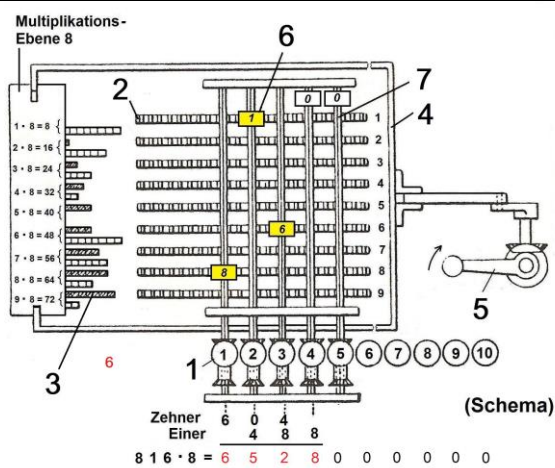
In der Ruhelage stehen die Zahnstangen (2) 1 bis 9 den Zehnerplatten (3) gegenüber.

Das Multiplizieren erfolgt in der Form, dass der Rahmen (4) mit dem Einmaleinsblock bei einer vollen Drehung der Kurbel (5) zweimal vor- und zurückschwingt.

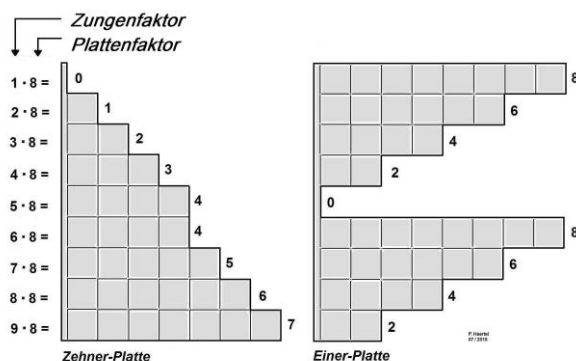
Diesen Bewegungen folgen alle Zahnstangen.

Bei dem ersten Vorlauf verschieben sich alle Zahnstangen (2) um die Längen der Zehnerzungen, bei dem zweiten um die Längen der Einerzungen⁹.

⁹ 1. Hennemann, A: *Die technische Entwicklung der Rechenmaschine*, Aachen 1954, S. 117 bis 121



Beispiel:
Eingabeschema des Produktes aus 816×8 in ein zehnstelliges Resultatwerk.



Beispiel: Zehner- und Einerplatten für den Teilmultiplikator 8.



Beispiel:
Millionär VIII e, Serien-Nr. 2598.

Hierbei sind nur solche Zahnstangen (2) über Zahnräder (6) mit dem Resultatwerk (1) gekoppelt, die im Zuge der Multiplikatoreingabe durch Verschiebung auf Vierkantachsen (7) in die Verzahnung der Zahnstangen (2) geschoben wurden.

Im Beispiel 826×8 multiplizieren die Zahnstangen (2) 8, 2, 6 in Verbindung mit Zungenplattengruppe 8:

Zahnstange 8 überträgt beim Vorlauf der Zehnerplatte den Wert 6 in die höchste Stelle des Resultatwerkes (1). Es erfolgt eine automatische Verschiebung des Rechenschlittens nach rechts, so dass bei dem anschließenden Vorlauf der Einerplatte der Wert 4 in die zweithöchste Stelle des Resultatwerkes übertragen wird.

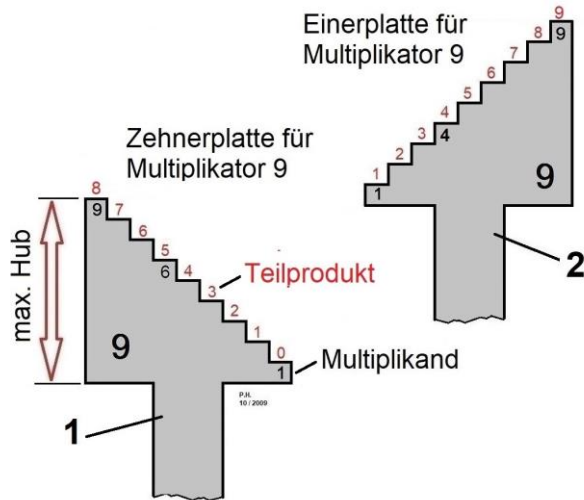
Zeitgleich haben die Zahnstangen 2 und 6 die Ergebnisse aus 2×8 und 6×8 stellenrichtig in das Resultatwerk (6) übertragen.

Eintrag der Zehnerzungen (rot) und Einerzungen (blau) in ein 10-stelliges Resultatwerk (6):

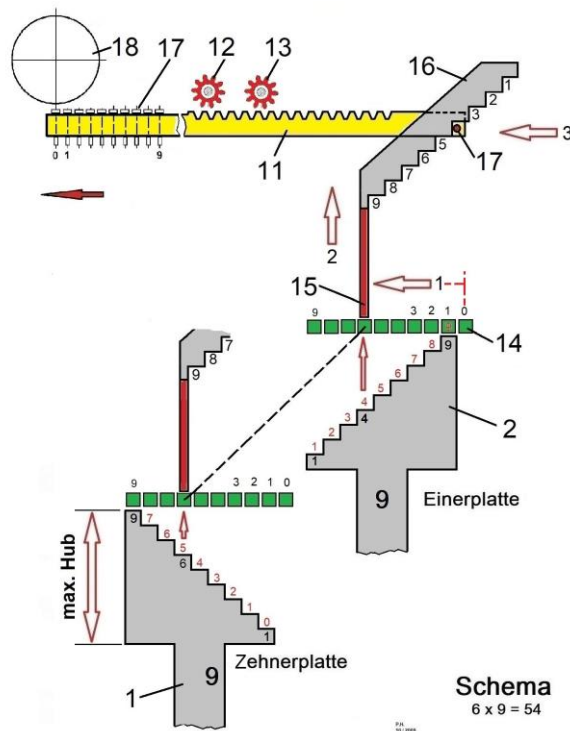
$$\begin{array}{r}
 8 \times 8 = 6 \\
 4 \\
 2 \times 8 = 1 \\
 6 \\
 6 \times 8 = 4 \\
 8 \\
 \hline
 826 \times 8 = \underline{660800000}
 \end{array}$$

Anmerkung:
Einzelheiten zum Rechenablauf siehe Rechnerlexikon: „Die Schweizer Rechenmaschine Millionär - Eine Beschreibung der Funktionsabläufe beim Multiplizieren“ (Haertel 2015/7)

6.2 **getrennte Anordnung der Einer- und Zehner-Multiplikationskörper /**
separate arrangement of the multipliers



Beispiel:
 Multiplikationskörper-Schema mit
 getrennt angeordneter Zehner- und
 Einerplatte für den Multiplikator 9.



Rechenbeispiel 6×9 :

1. Eingabe **6**: Multiplikandentastatur
2. Eingabe **9**: Multiplikatorastatur
3. Ausdruck des Gesamtproduktes **54**
 per Drucktypen (17) am Ende der
 Zahnstangen (11).

Die Moon-Hopkins-Fakturiermaschine ist eine Konstruktion der US-amerikanischen Brüder William Wallace Hopkins (1850-1916) und Hubert Hopkins (1858-1930)¹⁰.

Die Maschine multipliziert mit flachen, aus Blech gestanzten Multiplikationskörpern für die Bildung ein- und zweistelliger Teilprodukte aus einem Multiplikanden und jeweils einer Stelle des Multiplikators. Für das Multiplizieren sind insgesamt neunzehn Multiplikationskörper vorhanden:

- zehn Zehnerplatten (1) für die Teilmultiplikatoren 0, 1 bis 9 und
- neun Einerplatten (2) für die Teilmultiplikatoren 1 bis 9.

Rechenbeispiel 6×9 :

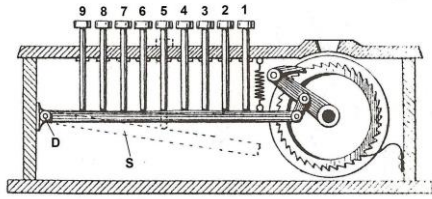
Für die Verarbeitung des Multiplikators **9** ist ein getrenntes Anheben der zugehörigen Zehnerplatte (1) und Einerplatte (2) erforderlich; d. h. die Rechenmechanik muss hierzu zwei Arbeitstakte ausführen.

Nacheinander heben die Zehnerplatte (1) und Einerplatte (2) den Querarm (14) inkl. eingestelltem Hängeschieber (15) mit Stufenplatte (16) für den Multiplikanden **6** an.

Die Stufenplatten (16) betroffener Dekaden begrenzen den werteproportionalen Vorlauf der Zahnstangen (11) mit Anschlägen (17); die Teilprodukte **50** und **4** werden stellengerichtet in das hintere Rechenwerk (13) übertragen.

¹⁰ Einzelheiten siehe Rechnerlexikon: „Die Moon-Hopkins Fakturiermaschine - Entwicklung, Aufbau und Funktion der Maschine“, (Haertel 2019/1)

7. Schaltschwinge / rocker arm:



Tastenaddiermaschine mit Schaltschwinge (Schema)



Beispiel: Contex A, S/N 71264 ,
mit Zifferntasten 1 bis 5 pro Dekade;
bei Eingabewerten > 5 werden zwei
Tasten gedrückt.

Beim Niederdrücken einer der Tasten 1 bis 9, die gleichen Hub besitzen, wird die Schwinge S um verschieden großen Winkel gegen die Kraft einer Rückholfeder ausgelenkt. Der Betrag der Auslenkung wird beim Rückhub als proportionaler Zahlenwert in das Resultatwerk übertragen.

Eine Variante arbeitet in der Form, dass die Übertragung unmittelbar beim Niederdrücken der Tasten erfolgt. Das Resultatwerk ist dann beim Rückgang abgekoppelt¹¹.

Anmerkung:

Werden Zahlenwerte durch Tasten, Hebel, Stifte oder Räder direkt und in einem Arbeitsgang in das Zählwerk eingegeben, so sprechen wir von „einstufiger Werteverarbeitung“.

8. Zahnantriebe / toothed drives:



Beispiel:
Vierspezies-Vollautomat
„printing calculator“
Hamann-SCM 1630,
S/N 701669

Anordnung der Zähne auf
einfachen

- Stangen
- Segmenten
- Scheiben
- Ketten

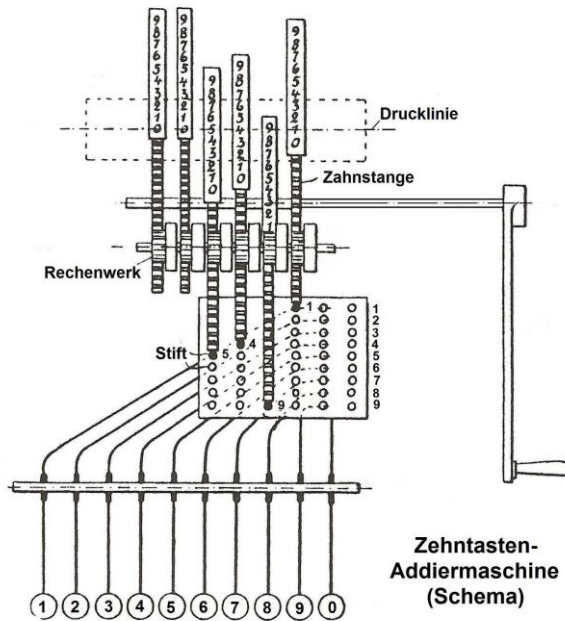
Anmerkungen:

1. Ein Großteil der Addier- und Saldiermaschinen arbeitet mit Zahnstangen oder Zahnsegmenten. Aus diesen Maschinen sind die Drei- oder Vier-Spezies-„printing calculators“ hervorgegangen.

2. Kleinrechenmaschinen mit Stift- oder Fingereinstellung werden getriebetechnisch auch als Spannwerke bezeichnet, wenn durch Federkraft gespannte Zahnsegmente oder Zahnketten nach einer Eingabe in die Nullstellung zurückspringen.

¹¹ Lenz K.: Die Rechenmaschinen und das Maschinenrechnen, Leipzig und Berlin 1915, S. 41f

8.1 **Zahnstange /**
toothed-bar:



Beispiel: Astra Klasse 0-Serie 02
S/N 2258

arbeitet nach dem Prinzip der Längenumwandlung, d. h. der Zuordnung einer Stablänge (hier Zahnstange) zu einer entsprechenden Zahl einer Dekade¹².

Anmerkungen:

1. Die Zahnstangen können direkt oder indirekt mit dem Resultatwerk verbunden sein

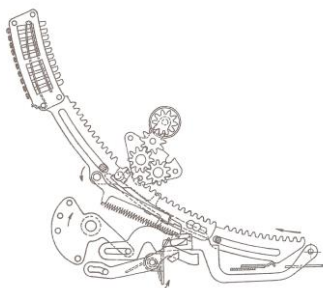
2. Der Vorlauf einzelner Zahnstangen ist proportional dem Eingabewert der entsprechenden Dekaden.

3. Der Vorlauf der Zahnstangen wird begrenzt durch:

a) Stifte eines Stiftschlittens bei Maschinen mit Zehnertastatur

b) Tastenschäfte bei Maschinen mit Volltastatur.

8.2 **Zahnsegment /**
toothed-segment:



Beispiel: Mercedes Modell A 51

hat statt der geraden Zahnstangen mit linearer Bewegung Zahnsegmente, die eine begrenzte Drehbewegung ausführen. Der Winkelwert ist proportional einem Rechenwert.



Anmerkungen:

1. In der Regel bei Maschinen mit Zehnertastatur

2. Zahnsegmente sind vielfach mit Vorrichtungen zur Zehnerübertragung gekoppelt.

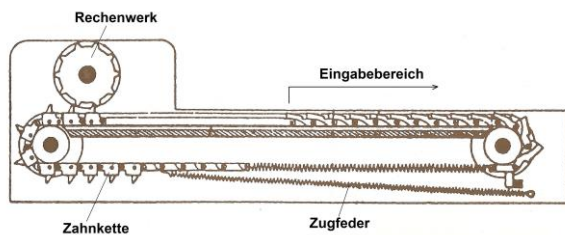
¹² Lind, Wilhelm: a. a. O., S. 93f

<p>Zahnsegment System Mauser (Schema)</p>   <p>Beispiel: Mauser HS S/N 4044</p>	<p>3. Der Vorlauf der Zahnsegmente wird begrenzt durch:</p> <p>a) Stifte eines Stiftschlittens bei Maschinen mit Zehnertastatur</p> <p>b) die Stellräder eines Stellrad-schlittens; Einzelheiten s. Rechnerlexikon: Die Klassifizierung mechanischer Rechenmaschinen, Teil 6, Abs. 6</p> <p>4. Bei einfachen Kleinrechenmaschinen kann die Werteeingabe direkt über die Zahnsegmente erfolgen. Hierfür sind die Zahnsegmente mit Einstellhilfen (Hebel) versehen, die nach der Werteeinstellung auch der Einstellkontrolle dienen.</p> <p>Beispiele: - Lipsia Addi, - Argenta, - Triumphator KA.</p>
--	--

<p>8.3 Zahnscheibe / toothed-wheel:</p>  <p>Beispiel: Summira Chieftain, Zahnscheibe als Einstellrad ausgebildet.</p>  <p>Beispiel: Resulta 9, Zahnscheiben mit Eingabesegmenten gekoppelt¹³.</p>	<p>Die horizontal gelagerten Zahnscheiben sind mit dem Resultatwerk direkt verbunden und</p> <ul style="list-style-type: none"> - als Einstellräder für Finger oder Griffel ausgebildet (s. Teil 2 / 2.5 u. 2.6) - bei der Werteeingabe mit Eingabesegmenten gekoppelt, die mit Finger oder Griffel eingestellt werden. <p><u>Anmerkungen:</u></p> <p>1. Die Dateneingabe mit Stift /Finger entspricht einer Direkteinstellung des Zählwerkes (s. Teil 2 / 6.1)</p> <p>2. Mit Eingabesegmenten arbeiten u. a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Summira 7, 9, S - Resulta 7, 9, A7, AS7, B7 <p>3. Eingabe-Beispiele:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Summira „Chieftain“ Finger - Regina Finger - Resulta, Komet SK Griffel
---	---

¹³ vgl.: Haertel, Peter: „Von Fossa-Mancini bis Triumphator KA - Die Technik mechanischer Kleinrechenmaschinen mit Ziffernrollen-Rechenwerken und Mehrfach-Zählrollen“ in: Rechnerlexikon, November 2014

8.4 Zahnkette / chain:



Addiermaschine mit Kettenantrieb,
Seidel & Naumann, Dresden,
DRP 249606 von 1910,
gehört getriebetechnisch zur Gruppe
der Spannwerke (s. Abs. 8, Anm. 2)

SCRIBOLA

Die kleinste sichtbar schreibende
Addier- u. Subtrahier-Maschine

✱

Gewicht
nur
2,3 kg

✱



✱

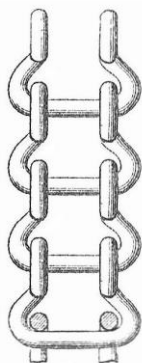
Ganze Breite
nur 7 cm
Ganze Länge
nur 31 cm

✱

Ruthardt & Co.
G. m. b. H., Stuttgart

Werbung von 1925

Beispiel:
Endlos-
Hakenkette
bei dem
Einspezies-
Rechner
Golden Gem,
mit
Griffeleingabe.



Maschine hat statt gerader Zahnstangen mit linearer Bewegung Zahnketten, die direkt oder indirekt in das Resultatwerk eingreifen.

Vorrangig verwendet bei den Kleinrechnern; besonders geeignet für kompakte Bauformen und niedrige Herstellkosten.

Anmerkungen:

1. Zahnketten arbeiten als Spannwerke, wenn diese nach einer Eingabe in die Nullstellung zurückspringen.

Arbeitsbereich der Kette in der Regel nur am Resultatwerk.

2. Maschinen mit Endlos-Ketten bilden formschlüssige Kettenräder-Getriebe, die zur Gruppe der Zugmittelgetriebe gehören.
(s. Teil 5, Abs. 8.2.3)

Umlaufende Endlos-Ketten arbeiten im Arbeitsbereich des Resultatwerkes und im Eingabebereich.

3. Eingesetzt werden
- Sonderketten (Beispiel S & N)
- handelsübliche Ketten wie z. B. Hakenketten (Beispiel Golden Gem nach US-Patent 847759 von 1907)

4. Ausführungsbeispiele sogenannter „Kettenaddierer“:

- Argos
- Dux
- Golden Gem
- Pico Adding Machine
- Scribola
- Seidel und Naumann

9. Stellsegment /
adapting segment:

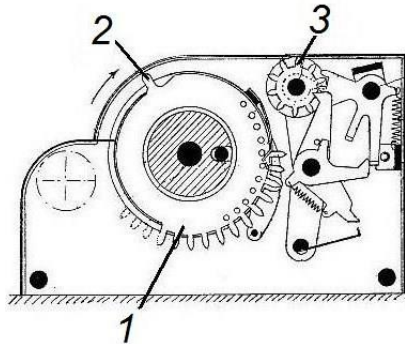


Abb. 1: Funktionsschema DEMOS

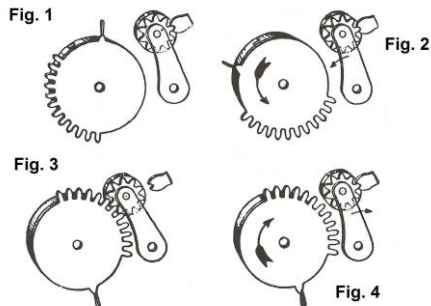


Abb. 2: Funktionsablauf DEMOS

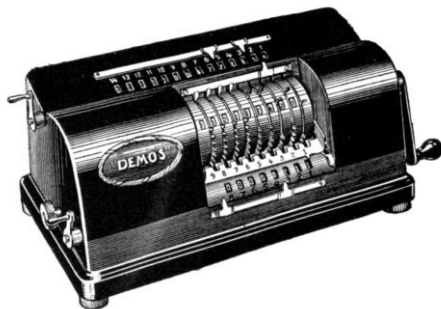


Abb. 3:
 Demos II Vierspezies-Rechner,
 Carl Moesch, Aargau / Schweiz



Abb. 4:
 Produx Multator I, S/N 7314,
 Otto Meuter, Hamburg¹⁴

Bei jeder vollen Rechtsdrehung der Handkurbel macht das Einstellwerk - es besteht aus zentrisch gelagerten Einstellscheiben mit Zahnsegmenten (1) und Einstellgriffen (2) - eine gegenläufige Teildrehung und wieder zurück.

Synchron zum Vor- und Rücklauf des Einstellwerkes wird das Resultatwerk (3) vorgeschwenkt, übernimmt den eingestellten Rechenwert und schwenkt danach wieder zurück¹⁵.

Funktionsablauf DEMOS (Abb. 2):

Fig. 1: Grundstellung

Fig. 2: Einstellung Rechenwert

Fig. 3: Übertragungsphase

Fig. 4: Rückstellung

Je nach Fabrikat erfolgt die Werteeingabe über Tasten oder nicht umlaufende Hebel:

- a) **Marchant** (Modell-Auswahl):
 XL, XLB / Hebeleinstellung
 KA, KB, KC, KE, KEA / Volltastatur
- b) **Demos**-Modelle ab 1923:
 Hebeleinstellung,
 Schweiz-Patent Nr. 101848 von 1923
 DRP Nr. 405510 ab 1920.
- c) **PRODUX**-Kleinrechner:
 Hebeleinstellung,
 Lieferung unter den Markennamen
 - axbxc-Calculator,
 - Multator
 - Multical
 - Summira X
- d) **Hannovera**
 C, CK (EOS) / Hebeleinstellung

Anmerkungen:

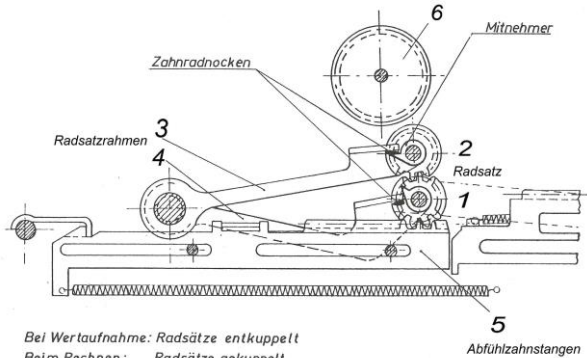
1. Wegen ihrer großen Ähnlichkeit zur Sprossenradmaschine werden Stellsegment-Maschinen auch häufig mit diesen verwechselt.

2. Das als Stanzteil gefertigte Stellsegment ließ sich wesentlich kostengünstiger herstellen als z. B. ein gefräster Sprossenradkörper.

¹⁴ Büromaschinen-Lexikon / NZB- Neuzeitliche Bürotechnik 7. Auflage, Baden-Baden 1963/64, S. 294

¹⁵ vgl.: Martin, Ernst: a. a. O., S. 365ff

10. Pendelrad /
pendulum wheel /
shuttle wheel

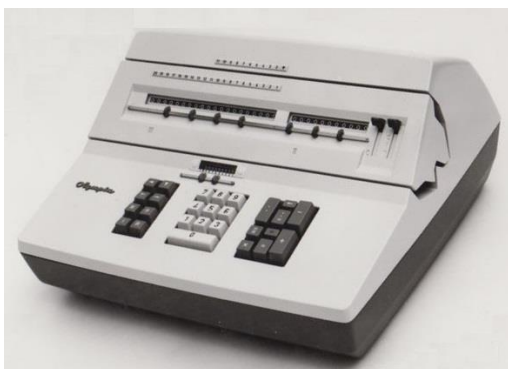


Bei Wertaufnahme: Radsätze entkuppelt
 Beim Rechnen: Radsätze gekuppelt
 gemeinsam mit oberem Rad im Eingriff

Schnittzeichnung für
 Olympia RA 16 u. RA 20



Olympia RA 16,
 Rechenkapazität 8 x 8 x 16,
 SN 14-13653 von 1964



Olympia RA 20,
 Rechenkapazität 10 x 11 x 20

Das Schaltwerk besteht aus den pendelnden Radsätzen 1 und 2 mit jeweils gleicher Zahnradzahl. Beide Radsätze sind in einem Radsatzrahmen 3 (oben) und 4 (unten) gelagert, die unabhängig voneinander schwenkbar sind.

Der untere Radsatz 1 wird in Zahnstangen 5 eingeschwenkt, die den Stiftschlitten des Einstellwerkes abfühlen.

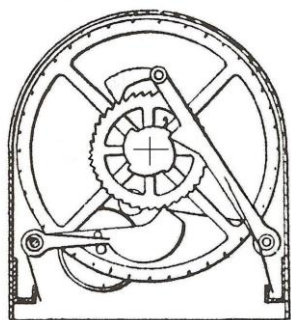
Der obere Radsatz 2 stellt die Verbindung her zwischen Radsatz 1 und dem Hauptzählwerk 6 bzw. dem Umdrehungszählwerk. Beide Zählwerke sind in einem Zählwerksschlitten gelagert¹⁶.

Anmerkungen:

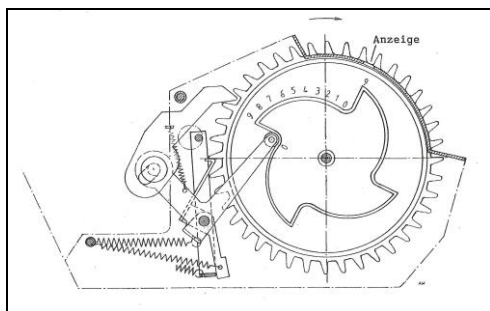
1. Das Schaltwerksprinzip dieser Vierspezies-Maschinen ist besonders geeignet für Rückübertragungen aus dem Resultatwerk und aus dem Umdrehungszählwerk.
2. Saldierend, Konstantenspeicher
3. Andere Hersteller haben dieses Schaltwerksprinzip nicht übernommen.
4. Patentierte Divisionseinrichtung nach DE1147060 von 1963;
 Erfinder:
 - Ernst Altenburger,
 - Ernst Trümpelmann und
 - Karl Westinger.
5. Produktionszeit der Modelle
 - RA 16: ab 1961
 - RA 20: ab 1964 bis 1966

¹⁶ vgl.: Anthes, Erhard: „Pendelradmaschine Olympia RA 16“ in: Internationales Forum Historische Bürowelt (Hg.): *Historische Bürowelt*, Nr. 10 (1985), S. 14f

**11. Mehrfach-Zählrolle mit Zehner-Übertragskurven/
multiple counting role with ten transfer curves**



Beispiel:
„Indispensable“ um 1900,
Erfinder: Carlo Fossa-Mancini und
Ernesto Fallar¹⁷



Beispiel:
Simex Caroline mit vier Zehner-
Übertragskurven.
(Zeichnung: A. Witzemann)



Beispiel:
Swift „Handy Calculator“
mit Stiftbedienung

Die Zählrollen sind horizontal gelagert und als Einstellrad für Stift- oder Fingereingabe ausgebildet (s. Teil 2, Abs. 2.5 u. 2.6).

Für die Eingabewerte 1 bis 9 sind am Gehäuse entsprechende Eingabemarken vorhanden, ihr Abstand entspricht dem Teilungsabstand der Eingaberasten.

Typisch ist das Fehlen eines Resultatwerks, da das Resultat direkt am Umfang der Zählrollen abgelesen wird. Hierzu sind die Zifferngruppen 0, 1 bis 9 mehrfach vorhanden. Jeder dieser Zifferngruppen ist eine Kurve für den Zehnerübertrag zugeordnet.

Anmerkungen:

1. Die Einspezies-Kleinrechner wurden u. a. unter den Markennamen

- Addimat
- Addipresto
- Handy Calculator
- Schnellrechner
- Simex Caroline

verkauft. Sie arbeitet ohne Zahnräder; einige Modelle mit Ergänzungszahlen für Subtraktion.

2. Die Dateneingabe mit Stift /Finger entspricht einer Direkteinstellung des Zählwerkes nach Teil 2 / 6.1

3. Die Reihe der Zählrollen eines Gerätes ähnelt einem sogenannten Rollenzählwerk.

4. Patenthinweise:

- Fossa-Mancini: IT42837 von 1896, FR272735 von 1897, IT49628 von 1898 und GB189904487 von 1899.

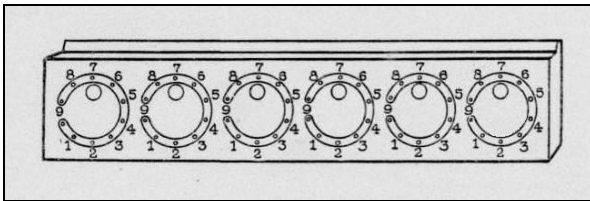
- Addimat, Addipresto: Erfinder ist Sergio Lanza, Patent IT554094 von 1956

¹⁷ vgl.: Martin, Ernst: a. a. O., S. 136

12. Zählscheibe /
counting disk



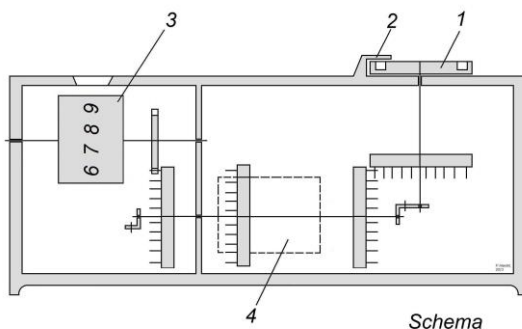
FIGURAYTOR mit Stifteingabe,
Ray Adding Machine Co., New York



PEBALIA mit Fingereingabe,
DRP 216318,
Trio-Gesellschaft, München



„Pascaline“ des Blaise Pascal



1. Zählscheibe für Stifteingabe,
2. Stiftanschlag
3. Ziffernrollen, mit zwei reziproken Ziffernreihen beschriftet.

Horizontale Anordnung der Zählscheiben auf parallelen, senkrechten Einzelachsen. Anwendung bei einstufig arbeitenden Ein- und Zweispezies-Kleinrechnern.

Werteeingabe:

mittels Stift oder Finger. Für die Stifteingabe sind Bohrungen, Mulden, Sprossen oder Schlitze vorhanden.

Bei der Handeingabe werden kleine Stifte auf der Zähl-scheibe (Beispiel: Pebalia), Drehknöpfe in Verlängerung der Lagerachse (Beispiel: Inaudy) oder Zeiger im Zifferkreis (Beispiel: Conto) betätigt. Die Beschriftung der einzelnen Eingabestellen einer Scheibe ist meist ring- oder segmentförmig auf dem Gehäuse angebracht. Eine zusätzliche Eingabeanzeige (Beispiel: Conto) ist selten.

Anzeige:

erfolgt in der Regel durch die Zählscheiben selbst (Beispiel: The Calcumeter), durch zusätzliche Ziffernscheiben (Beispiel Ken + Add), seltener durch Ziffernrollen (Beispiel: Pascaline).

Subtraktion:

durch Umschaltung der Mechanik (Beispiel: alte Pebalia-Version) oder Änderung der Drehrichtung der Zählscheibe (Beispiele: NO 704, neue Pebalia-Version)

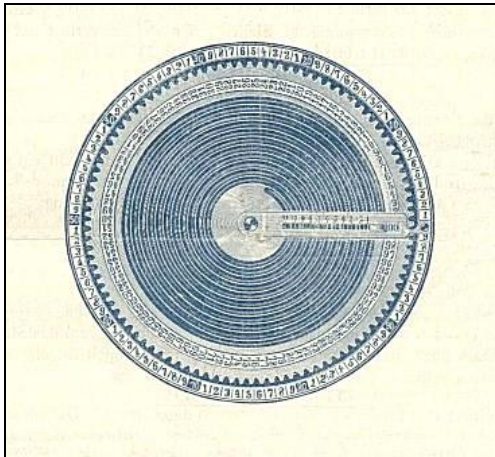
Zählwerks-Löschung:

Gesamtlöschung mittels Laschen oder Hebel.

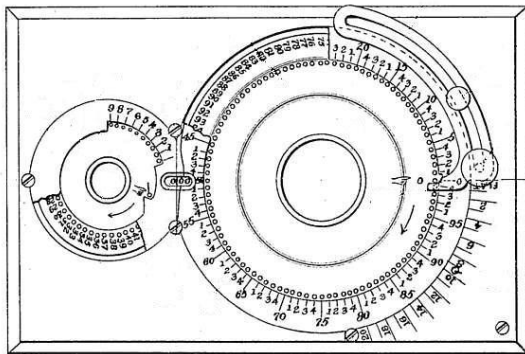
Anmerkungen:

1. Zusatzinformationen: s. Teil 2 /
 - Stifteingabe Abs. 2.6
 - Anzeigeeinrichtung Abs. 3
 - Löscheinrichtungen Abs. 10.1

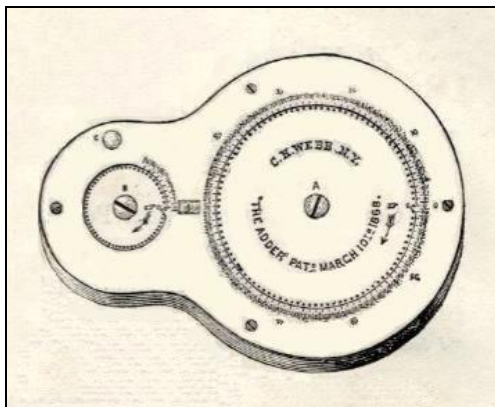
4. Zehner-Übertragsmechanismus



Rechenmaschine UNION,
Vertrieb: A. Hauff, Berlin



Herring Computing Machine,
US-Patent 1263244 von 1918,
Vertrieb: Keuffel & Esser Co., N.Y.



Webb's Adding Machine,
US-Patent 75322 von 1868;
Durchmesser ₁ = 11 cm
Durchmesser ₂ = 6 cm

2. Typische Zählscheiben-Rechner wie „Figuraytor“, „Pebalia“ oder „Pascaline“ arbeiten mit in Reihen angeordneten Zählscheiben, die über den Zehnerübertrags-Mechanismus gekoppelt sind. Die Anzahl der Zählscheiben entspricht hierbei der Rechenkapazität der Maschine.

Daneben gibt es andere Zählscheiben-Rechner, die wegen ihrer Bauform oft als „Scheibenrechner“ bezeichnet werden.

Auch hier sind die Einrichtungen für den Zehnerübertrag vorhanden und die Eingabe erfolgt über Griffel oder Finger. Es sind:

a) Rechner mit konzentrisch angeordneten Zählscheiben:

Beispiel:

- UNION-Rechenmaschine

Eine Variante hierzu ist die 8 x 9-stellige

ATLAS-Addiermaschine

von Julius Mauch in Zürich. Die Ziffern 0, 1 bis 9 für die Werteingabe sind auf den speziellen konzentrischen Zählscheiben dreimal vorhanden, jedoch nur einmal sichtbar. Eingabe mittels Stift, der radial verschiebbar auf einem zentrisch gelagerten Drehhebel angeordnet ist. Geliefert wurden Maschinen mit und ohne Einrichtung zur Nullstellung.

b) Rechner mit zwei nebeneinander liegenden Zählscheiben unterschiedlicher Größe:

Beispiele:

- Herring Computing Machine
- Nestler & Roesler-Addierer
- Webb's Adder

Trotz ihres geringen Preises haben Rechenmaschinen dieser Bauformen nur eine geringe Verbreitung erreicht.

3. Scheiben- oder walzenförmige Rechner ohne Zehnerübertrag sind als Rechenhilfe einzustufen und nicht Gegenstand dieser Klassifizierung.

Beispiele:

- Tröger-Rechenscheiben
- Loga-Rechenwalzen

13. Gewindespindel / threaded spindle

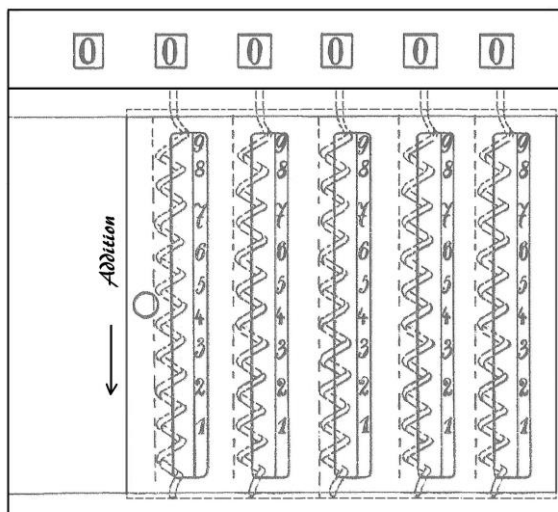


Abbildung 1:
Zweispiez-Rechner Spira,
Schweizer Patent Nr. 51475 von 1910,
Erfinder: Dr. Victor Vogel, Riga,
Hersteller: Franz Morat, Eisenbach.

Lieferbare Rechenkapazität:
- 3 x 4
- 5 x 6,
- 8 x 9.

Addition, Frontblende auf der
rechten Seite, der Schriftzug
„Addition“ ist sichtbar.

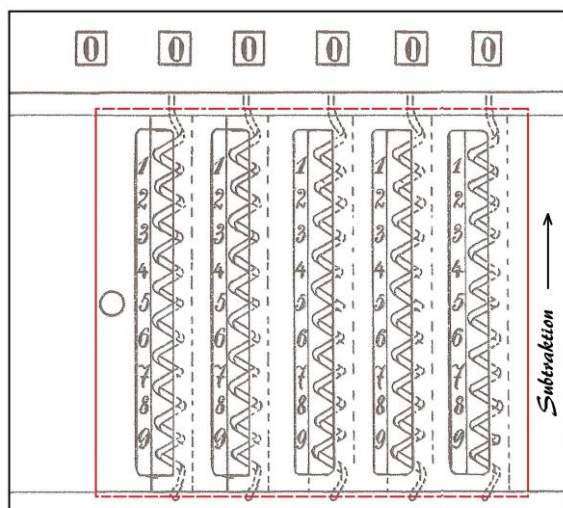


Abbildung 2:
Subtraktion, Frontblende (rot
umrandet) auf der linken Seite, der
Schriftzug „Subtraktion“ ist
sichtbar.
(Darstellungen vereinfacht)

Die Linearbewegung eines hand-
geführten Schubstiftes wird in
Drehbewegungen einer Gewinde-
spindel umgesetzt und damit
als Rechenwert in das oben
liegende Resultatwerk über-
tragen.

Die Anzahl erzeugter Spindel-
umdrehungen ist proportional
dem Eingabewert / der Anzahl
durchlaufener Spindelsteigun-
gen.

Für die Eingabe der Werte 1
bis 9 sind am Gehäuse ent-
sprechende Eingabemarken
vorhanden, der Ziffernabstand
entspricht der Steigung der
Gewindespindel.

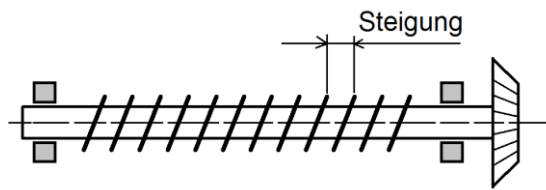
Bei einer Addition (Abb. 1)
liegt die verschiebbare
Frontblende auf der rechten
Rechnerseite, der Schubstift
wird in Führungsschlitzen auf
der rechten Spindel­seite
von oben nach unten geführt.

Bei der Subtraktion wird die
Frontblende (in Abb. 2 rot
umrandet) zur linken Seite
geschoben und der Schubstift
auf der linken Spindel­seite
von unten nach oben geführt.

Diese Umkehr der Schubrichtung
des Stiftes bewirkt eine
Umkehr der Drehrichtung der
Gewindespindel.

Anmerkungen:

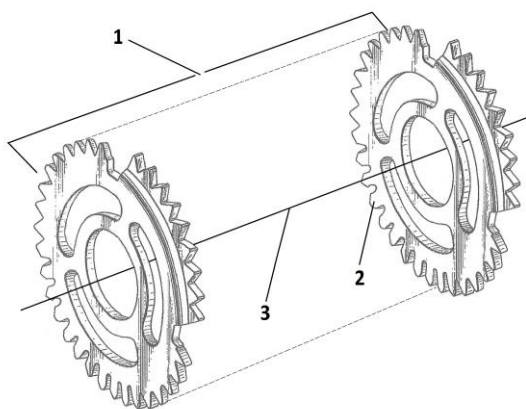
1. Ähnliche Patente für Kleinrechner
mit Gewindespindel:
 - CH309957 von 1950,
Anmelder: Arva S. A.
 - CH494428 von 1970,
Anmelder: Andre Kolly



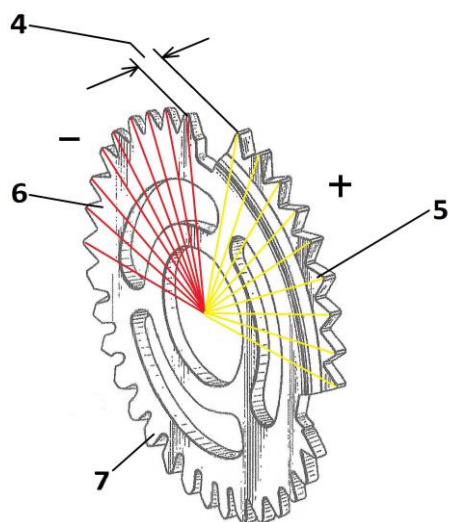
Beispiel einer Gewindespindel mit Kegelrad zur Übertragung der Umdrehungen zum Resultatwerk.

2. Getriebetechnisch gesehen ist die Gewindespindel Teil eines Schraubgetriebes.

14. Oszillierende Betätigungswalze ¹⁸ / oscillating actuator



Facit Vierspezies-Rechner 10-51, Patent von 1966 des Schweden Erik Konrad Grip (Schema)



Die Betätigungswalze (1) wird aus gleichen, verzahnten Einstellscheiben (2) gebildet, die auf einer gemeinsamen Achse (3) gelagert sind und beim Rechnen gleiche axiale und oszillierende Bewegungen ausführen.

Die Einstellscheiben (2) - ihre Anzahl entspricht der Rechenkapazität der Maschine - sind in zwei Segmente unterteilt, die zueinander axial versetzt sind, so dass immer nur ein Bereich mit dem Resultatwerk in Verbindung stehen kann. Der Versatz (4) entspricht einer halben Teilung des Resultatwerkes.

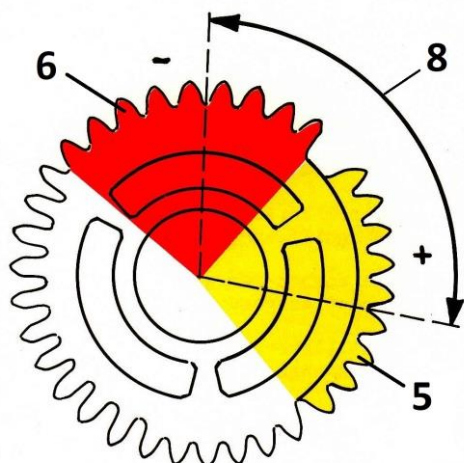
Das kleinere Segment mit neun Zähnen (5 / gelb markiert) arbeitet als Plus-Sektor.

Das größere Segment enthält zusätzlich zum Minus-Sektor mit neun Zähnen (6 / rot markiert) den Eingabesektor (7) für die Übernahme von Rechenwerten.

Die Übertragung erfolgt durch Zwischenräder und Zahnstangen, die einen Stiftschlitten unterhalb der Zehnertastatur abfragen.

¹⁸ Der Begriff „Betätigungswalze“ entspricht der deutschen Patentschrift 1524033 vom 4. November 1966. Der englische Begriff „actuator“ wurde dem US-Patent 3.484.041 vom 16. Dezember 1969 entnommen.

Funktionsbereiche
der Einstellscheiben



Eingabe des Rechenwertes 4
in eine Einstellscheibe
nach DE15204033 (Schema)

Ablauf der Addition :
Rechenablauf Pkt. 4

Beispiel: $128 + 18 = 146$

- Der Summand 128 ist im Resultatwerk vorhanden,
- Eingabe des Summanden 18 in die Betätigungswalze (1),
- Drücken der Plus-Taste, die Betätigungswalze (1) geht in ihre Plus-Position
- Subtraktion des im Plus-Sektor (5) enthaltenen Komplementwertes zu 18 durch Minus-Drehung:

$$\begin{array}{r}
 128 \\
 - \dots 999\ 981 \\
 \hline
 147
 \end{array}$$

- Die Summe ist um +1 zu groß. Eine Korrektur -1 erfolgt automatisch, ausgelöst in der höchsten Stelle des saldierende Rechenwerkes in Form einer durchlaufenden Zehnerübertragung (Ringschaltung), die in der ersten (niedrigsten) Stelle den Wert 1 subtrahiert¹⁹.
- Die Summe 146 wird ausgedruckt.

Rechenablauf:

1. Die Betätigungswalze (1) führt bei jeder additiven oder subtraktiven Rechnung pro Rechentakt eine periodische Oszillation von ca. $\pm 100^\circ$ aus. Hierbei wird das Rechenwerk vor dem Vorlauf (Minus-Richtung) ein- und vor dem Rücklauf ausgeschwenkt.

2. Die Betätigungswalze (1) arbeitet nur in Minus-Richtung. Daher müssen Plus-Rechnungen durch Subtraktion des Komplementwertes eines Rechenwertes ausgeführt werden.

Das bedeutet:

Bei der Eingabe eines Rechenwertes in die Betätigungswalze (1) wird jeder Dekadenwert im Minus-Sektor (6) und dessen Komplementwert zu neun automatisch im Plus-Sektor (5) einer Einstellscheibe (2) gespeichert.

Beispiel:

Bei der Eingabe des Rechenwertes 4 wird die Einstellscheibe (2) so gedreht, dass vier Zähne des Minus-Sektors (6) im Rechensektor (8) liegen. Dazu werden fünf Zähne des Plus-Sektors (5) aus dem Rechensektors (8) herausgedreht.

3. In Abhängigkeit von der Rechenart nimmt die Betätigungswalze (1) durch axial Verschiebung eine Plus- oder Minus-Position ein, so dass immer nur die Plus-Sektoren (5) oder Minus-Sektoren (6) am ortsfesten Resultatwerk zum Eingriff kommen.

¹⁹ Einzelheiten s. Rechnerlexikon:

Die Klassifizierung mechanischer Rechenmaschinen, Teil 7, Abs. 5.2.1

<p><u>Ablauf der Subtraktion:</u></p> <p style="text-align: center;">Beispiel: $146 - 18 = 128$</p> <ul style="list-style-type: none"> - Minuend 146 ist im Resultatwerk enthalten - Eingabe des Subtrahenden 18 in die Betätigungswalze (1) - Drücken der Minus-Taste, die Betätigungswalze geht in ihre Minus-Position - Während der 100°-Vorlaufbewegung wird der Subtrahend 18 im Resultatwerk abgezogen. - Die Differenz 128 wird ausgedruckt. 	<p><u>Anmerkungen:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bei diesem Schaltwerksprinzip erfolgen Multiplikationen und Divisionen in Form fortlaufender Additionen bzw. Subtraktionen. 2. Dieses Schaltwerksprinzip wurde ausschließlich bei dem Facit-Modell 10-51 eingesetzt. 3. In der deutschen Patentschrift 1524033 wird die Recheneinrichtung als „Betätigungswalze“ oder „Zählrotor“ bezeichnet; in der Facit-Serviceanleitung von 1966 wird der Begriff „Rechenrotor“ gebraucht. 4. Teilfunktionen des Schaltwerksprinzip sind vergleichbar mit dem in Abs. 9 beschriebenen Stellsegment. 5. Eine Funktionsbeschreibung des Facit-Modells 10-51 wurde 1986 vom Internationalen Forum Historische Bürowelt IFHB veröffentlicht²⁰.
---	---

Klassifizierung Teil 3_07.1

²⁰ vgl.: Anthes, Erhard: „Druckende Rechenmaschine: Facit 10-51, Hersteller: Facit AB, Schweden“ in: Internationales Forum Historische Bürowelt IFHB (Hg.): *Historische Bürowelt*, Ausg. 13 / April 1986, S. 17ff