

Peter Haertel

Die Klassifizierung mechanischer Rechenmaschinen

**The classification of
mechanical calculating machines**



Teil 7 / Part 7:

**Zähl- und Rechenwerke
Counting registers and arithmetic units**

Lilienthal,
März 2023

**Kurzfassung veröffentlicht 2013/14 von
IFHB
- Internationales Forum Historische Bürowelt e.V. -**

**Short version published in 2013/14 by
IFHB
- Internationales Forum Historische Bürowelt e.V. -**

**Erste Vollausgabe veröffentlicht 2015 im
Rechnerlexikon**

Die große Enzyklopädie des mechanischen Rechnens

- Dritte überarbeitete Ausgabe 2023 -

**First full edition published in 2015 by
Rechnerlexikon**

Die große Enzyklopädie des mechanischen Rechnens

- Third revised edition 2023 -

Titelseite / Frontpage:
Astra Klasse 0,
SN 61783

Copyright © 2023 Peter Haertel

Teil 7 / Part 7:
Zähl- und Rechenwerke /
Counter and arithmetic units

	Inhaltsverzeichnis / <i>Contents</i>	Seite <i>Page</i> 3
1	Einführung	6
1.1	Definition Zählwerk, Rechenwerk, Rechenmechanik	6
1.2	Definition „Direkte Subtraktion“	7
1.3	Definition Addiermaschine - Saldiermaschine	7
1.4	Anmerkungen zum Saldieren	7
1.5	Anmerkungen zum Datenlauf:	8
1.5.1	Von der vorzeichenlosen Zahl zum gespeicherten Plus- oder Minus-Rechenwert	9
1.5.2	Eingabespeicher für halbautomatische Abläufe der vier Grundrechenarten	9
1.5.3	Eingabespeicher für die Multiplikatoren bei vollautomatischen Multiplikationen	10
2	Zählwerke	11
2.1	Allgemein	11
	<i>Begriffe und Beispiele zur Klassifizierung der Zählwerke</i>	
2.2	Zählwerke der Einspezies-Maschinen	12
2.2.1	mit einem schwenkbaren Zählrädersatz	13
2.3	Zählwerke der Zweispezies-Maschinen	14
2.3.1	mit zwei schwenkbaren Zählrädersatz	14
2.3.2	mit feststehendem Zählrädersatz und Plus-/ Minus-Zwischenrädern	15
2.3.3	mit schwenkbarem Zählrädersatz in einer Rechenwerkskassette	16
2.3.4	Einschwenken eines Zählrädersatzes beim Vor- oder Rücklauf der Rechenmechanik	17
2.4	Zählwerke der Duplex-Maschinen	18
2.5	Sonderformen der Zählwerke	19
2.5.1	für nichtdezimales Rechnen	19
2.5.2	mit zusätzlichen Ziffernrollen	21
2.5.3	Rechnen mit Eingabewert $\frac{1}{2}$	22
3	Aufbau der Rechenwerke	24

3.1	Allgemein	24
	<i>Begriffe und Beispiele zur Klassifizierung des Aufbaues der Rechenwerke</i>	
3.2	Verbundrechenwerke	24
3.3	Kompaktrechenwerke	25
4	Rechenwerke ohne Saldofunktion	26
4.1	Allgemein	26
	<i>Begriffe und Beispiele zur Klassifizierung nicht saldierender Rechenwerke</i>	
4.2	Verbundrechenwerke	26
4.3	Kompaktrechenwerke	28
4.3.1	mit Ziffernrollen	28
4.3.2	mit Mehrfach-Zählrollen	29
4.3.2.1	und Zehner-Übertragskurven	29
4.3.2.2	und Zehner-Übertragsnocken	30
4.4	Vertikal- und Horizontal-Rechenwerke	31
5	Rechenwerke mit Saldofunktion	32
5.1	Allgemein	32
	<i>Begriffe und Beispiele zur Klassifizierung saldierender Rechenwerke</i>	
5.2	mit zwei Zählrädern	32
5.2.1	Zehnerringschaltung	33
5.2.2	Kapazitätsüberschreitung	34
5.3	mit einem feststehenden Zählrädern	34
5.3.1	Zehnerringschaltung	35
5.4	mit einem schwenkbaren Zählrädern in einer Rechenwerkskassette	37
5.4.1	Zehnerringschaltung	38
6.	Rechenmechaniken ohne Saldo-Funktion	39
6.1	Allgemein	39
	<i>Begriffe und Beispiele zur Klassifizierung nicht saldierender Rechenmechaniken</i>	
6.2	Vorlauf zur Werteinlagerung	39
6.3	Ausdruck des Eingabewertes	40

6.4	Einlagerung des Rechenwertes	41
6.5	Zwischensumme	41
6.6	Endsumme	43
6.6.1	Summenschlagsperre	43
6.7	Schreiben von Hinweiszahlen	43
7	Rechenmechaniken mit Saldo-Funktion	44
7.1	Allgemein	44
	<i>Begriffe und Beispiele zur Klassifizierung saldierender Rechenmechaniken</i>	
7.2	mit zwei Zählrädern	44
7.2.1	Zwischen- und Endsumme	44
7.3	bei einem feststehenden Zählrädern	45
7.3.1	Einlagerung des Rechenwertes	45
7.3.2	Zwischen- und Endsumme	46

1. Einführung:

Teil 7 der „Klassifizierung mechanischer Rechenmaschinen“ behandelt die Zähl- und Rechenwerke der Addier- und Saldiermaschinen und ihr Zusammenwirken mit anderen Mechanismen bei den wichtigsten Funktionsabläufen.

Zähl- und Rechenwerke stellen hohe Ansprüche an die Betriebssicherheit und waren immer wieder eine Herausforderung für die Konstrukteure. In vielen Fällen führte es dazu, betriebssichere und kostengünstige Lösungen zu übernehmen. In der Regel geschah dies mit rel. kleinen Anpassungen an die Mechanik einer neuen Maschine.

Dieses Vorgehen erklärt auch das auffallend häufige Auftauchen gleicher oder sehr ähnlicher konstruktiver Lösungen bei vielen Fabrikaten, so dass bei dem Großteil aller Maschinen schon von *Standardlösungen* gesprochen werden kann.

Zur besseren Unterscheidung wiederholt verwendeter, wichtiger Begriffe werden deren Definitionen voranzustellen.

1.1 Definition Zählwerk, Rechenwerk, Rechenmechanik:

Zählwerk:

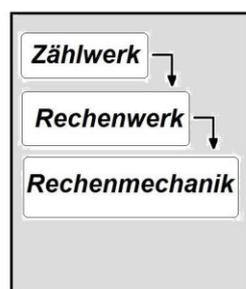
Ein Zählrädersatz inkl. seiner Lagerung und einer Mechanik für die Übernahme eines Plus- oder Minus-Rechenwertes durch Einkopplung in Zahnstangen oder -segmente. Das Zählwerk ist Teil eines Rechenwerkes.

Rechenwerk:

Einrichtungen zur Addition oder Addition und Subtraktion eingegebener Zahlenwerte¹. Besteht aus einem oder zwei Zählwerken einschließlich der Mechanismen zur Zehnerübertragung und ggf. Saldofunktion. Das Rechenwerk ist Teil der Rechenmechanik.

Rechenmechanik:

Mechanismen für Eingabe, Verarbeitung (Addition, Subtraktion, Speicherung) und Ausgabe der Zahlenwerte.



**Struktur der
rechnenden
Mechanik**

¹ Auch Multiplikation oder Division werden in der Regel auf das Addieren bzw. Subtrahieren zurückgeführt.

1.2 Definition „Direkte Subtraktion“

Direkte Subtraktion bedeutet, dass der Rechengang auf direktem Wege erfolgt und keine Vorbehandlung der Operanden durchzuführen ist (wie z. B. bei der *indirekten Subtraktion*; hier werden Komplementzahlen ermittelt und addiert).

1.3 Definition Addiermaschine - Saldiermaschine:

Einspezies-Addiermaschine:

nur Addition; Subtraktion als Hilfslösung nur indirekt durch Addition des Komplementwertes.

Zweispesies-Addiermaschine:

für Addition und direkte Subtraktion nur bis 0. Bei Unterschreitung der Kapazität von Plus zu Minus wird bei einem Summenzug die Komplement-Summe ausgegeben.

Zweispesies-Saldiermaschine:

für Addition und direkte Subtraktion auch unter 0. Bei einem Summenzug wird die tatsächliche Plus- oder Minus-Summe ausgewiesen.

1.4 Anmerkungen zum Saldieren:

In der Buchführung ist der Saldo die Differenz zwischen der Soll- und Habenseite eines Kontos. Eine Aussage, ob es sich um eine Plus- oder Minus-Differenz handelt, ist hiermit nicht verbunden.

Dieser Definition entsprechen auch die Formulierungen des Fachnormenausschusses für Bürowesen im Deutschen Normenausschuss (DNA) mit Erstellung der DIN 9751 „*Rechenmaschinen, Begriffe*“:

- Blatt 3 / Ausgabe Oktober 1958:

Saldieren: Darstellen auch eines negativen Rechenergebnisses als absolute Zahl mit Minus-Kennzeichnung.

- Blatt 2 / Ausgabe Januar 1971:

Saldieren: Vorgang im Rechnungswesen, bei dem aus beliebigen Zahlen durch Addieren oder Subtrahieren eine Summe oder Differenz (Saldo) gebildet wird.

Im früheren Sprachgebrauch der Büromaschinenbranche und in der Fachliteratur für mechanische Rechenmaschinen jedoch hat das *Saldieren* immer nur die Bedeutung einer *Unter-Null-Rechnung*, bei der das Rechenergebnis als absolute Zahl mit Minuszeichen dargestellt wird.

Für saldierende Zweispezies-Maschinen werden die nachfolgenden Bezeichnungen gebraucht:

- *Saldiermaschine*
- *saldierende Addiermaschine*
- *Addier- und Saldiermaschine* (Abb. 1)

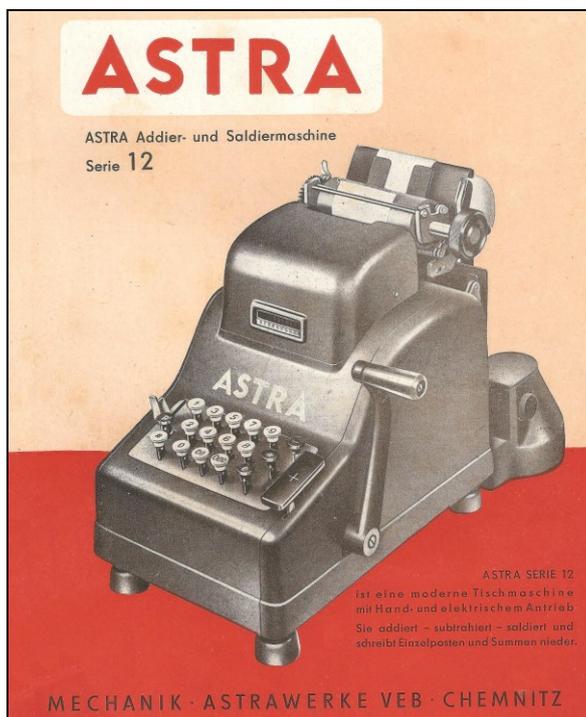


Abb. 1:
Addier- und
Saldiermaschine der
Mechanik
Astrawerke VEB,
Chemnitz

1.5 Anmerkungen zum Datenlauf:

Der erste Schritt eines zweistufigen Rechenablaufes beginnt mit der dekadenweisen Eingabe vorzeichenloser Zahlen in eine Tastatur und ihre Zwischenspeicherung in einem Eingabespeicher.

Im zweiten Arbeitsschritt erhalten die gespeicherten Dekadenwerte einen gemeinsamen Plus- oder Minus-Operator, werden von der Rechenmechanik abgefragt und in einem Rechenwerk gespeichert².

² Bei den Maschinen mit einstufiger Werteverarbeitung werden die Zahlenwerte durch Tasten, Einstellhebel, Einstellstifte oder Einstellräder direkt in das Rechenwerk eingegeben (s. Klassifizierung Teil 2, Abs. 6.1).

1.5.1 Die Umwandlung vorzeichenloser Zahlen in gespeicherte Plus- oder Minus-Werte:

Die Umwandlung der vorzeichenlosen Zahlen in verarbeitbare Plus- / oder Minus-Werte für die vier Grundrechenarten erfolgt mittels Plus- oder Minus-Eingabetaste bei der Weitergabe vom Eingabespeicher zum Rechenwerk, wo die Speicherung der Einzelwerte als Summanden oder Subtrahenden zu Bildung von Summen oder Differenzen führt.

Mittels Repetier (R)-Funktion können die Plus- oder Minus-Werten aber auch beliebig lange als Faktoren oder Divisoren in einem Eingabespeicher gehalten und durch fortlaufende Additionen als Produkte oder fortlaufende Subtraktionen als Quotient im Rechenwerk gespeichert werden.

In Abhängigkeit von der auszuführenden Rechenart kommen bei dem Eingabespeicher unterschiedliche Speicherelemente und -methoden zum Einsatz.

1.5.2 Eingabespeicher für halbautomatische Abläufe der vier Grundrechenarten:

Beispiel 1:

Zu den einfachsten Formen eines Eingabespeichers zählen die gedrückten Tastenschäfte einer Volltastatur, die beim Vorlauf der Rechenmechanik von einem teilverzahnten Abfragehebel (Abb. 2 / rot markiert) abgetastet werden. Die Zahl der verschobenen Zähne ist proportional dem eingetasteten Zahlenwert, wird beim Rücklauf der Rechenmechanik abgefragt und von den Plus- oder Minus-Zählrädern des Rechenwerkes als Dekadenwert gespeichert.

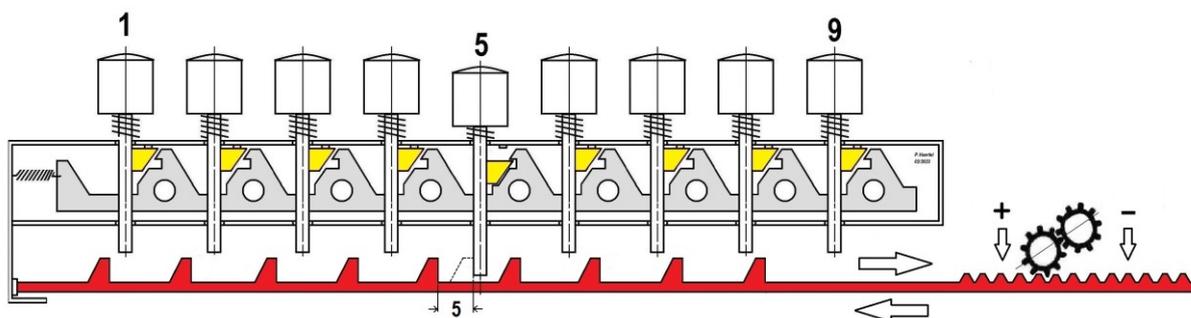


Abb. 2:
Schema der Tastenzeile einer Volltastatur,
Abfrageschieber rot markiert

Beispiel 2:

Bei den Zehnertastaturen arbeiten in der Regel Stellstifte als Speicherelemente eines verschiebbaren Stiftschlittens (Abb. 3, Pos. 1). Mit jedem Drücken einer Zifferntaste springt dieser,

ausgelöst durch ein Schaltschloss (4), in die nächsthöhere Dekade.

Der Wert bereits eingegebener Teilwerte wird mit jedem Sprung um Faktor zehn erhöht, der Endwert mit Abschluss der Eingabe erreicht.

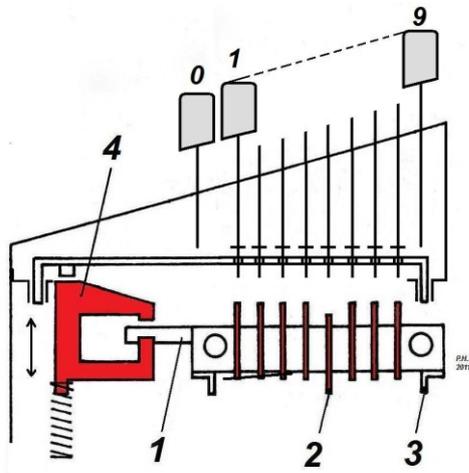


Abb. 3:
Schema eines Stiftschlittens

Abb. 3:

Zehnerastatur für das Setzen der Stellstifte in einem verschiebbaren Stiftschlitten (1); das Schema zeigt 8 Stellstifte (2) pro Dekade für die Eingabewerte 1 bis 8 und eine gemeinsame Anschlagleiste für den Wert 9 (3).

Anmerkungen:

1. Detaillierte Informationen zum Stiftschlitten siehe Teil 6, Abs. 5.

2. Eine Variante zum Einsatz der Stellstiften im Stiftschlitten ist der Einsatz im feststehenden Stiftblock der Sundstrand-Maschinen; s. Teil 6 / Abs. 3.6.4.

1.5.3 Eingabespeicher für die Multiplikatoren bei vollautomatischen Multiplikationen:

Ältere, vollautomatisch multiplizierende Maschinen arbeiten mit einer sogenannten *Multiplikatorastatur*, einer Zusatzastatur für die Voreinstellung der Multiplikatoren (vgl.: Teil 2 / Abs. 5.4.3); die Anordnung der Zifferntasten entspricht DIN 9753.

Mit der Multiplikatorastatur gekoppelt ist ein Multiplikator-Speicher. Hier wird der Multiplikator abgespeichert, um dessen Wert der Multiplikand im Verlauf der Multiplikation vervielfältigt wird.

Anmerkung:

Multiplikatorastaturen werden vielfach verwechseln mit den Multiplikatorwahltastaturen für das stellenweise manuelle Eingeben des Multiplikators. (s. Teil 2 / Abs. 8.7.1).

Neuere Maschinen jedoch arbeiten ohne eine zusätzliche Multiplikatorastatur.

Der Ablauf erfolgt z. B. in der Weise, dass nach Eingabe des Multiplikators mittels Zehnerastatur in den Stiftschlitten und Betätigung der Multiplikations (x)-Taste (Abb. 4) der Multiplikator-Speicher kurzzeitig in den Eingriffsbereich der Zahnstangen gebracht wird und verzahnte Wertschieber den Wert

übernehmen. Beim Rücklauf der Mechanik wird der Stiftschlitten wieder gelöscht.



Abb. 4:
Olympia
Dreispezies-Modell RAS 3/12
für
vollautomatische
Multiplikationen, ohne
Multiplikator-tastatur,

Nach Eingabe des Multiplikanden in den Stiftschlitten und Betätigung der Ist-Taste werden die in den einzelnen Dekaden des Wertschieberkastens (Abb. 5) ausgefahrenen Wertschieber schrittweise auf 0 zurückgesetzt. Pro Arbeitstakt der Maschine wird hierbei jeweils ein Zahn zurückgeschoben und hierbei der Multiplikand $1x$ in das Rechenwerk eingerollt

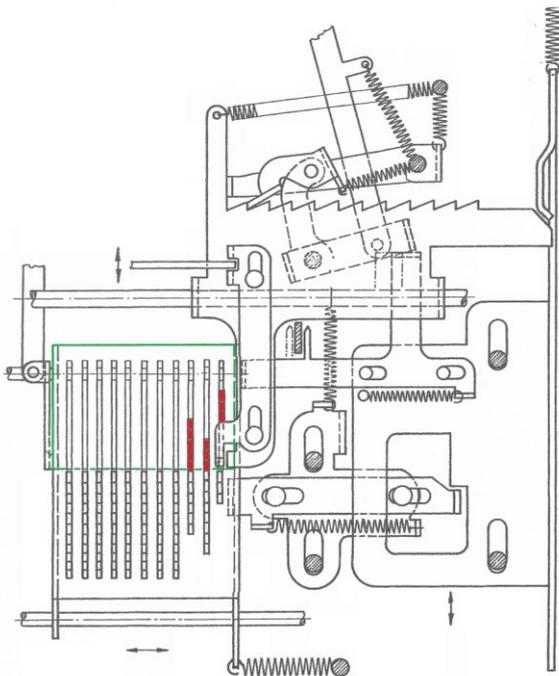


Abb. 5:
Ausgefahrene Wertschieber
(rot markiert)
im Wertschieberkasten
(grün umrandet),
gespeicherter Multiplikator:
538,
Multiplikationsmechanik nach
Patent DE1524056.

2. Zählwerke

2.1 Allgemein

Beschrieben werden Zählwerke, die zur Kategorie der sogenannten *Standardlösungen* gehören. Die Zählwerke bestehen aus einem oder zwei Zählrädern. Die Anzahl der Zählräder

eines Zählrädersatzes entspricht der Ausgabekapazität der Maschine.

Dazu werden einige spezielle Ausführungen nach Patenten der Hersteller Odhner und Burroughs beschrieben.

Bei den Maschinen für dezimales Rechnen hat jedes Zählrad zehn bzw. ein Mehrfaches von zehn Zähnen. Jeweils einer von zehn Zähnen trägt den Schaltnocken für das Auslösen eines Zehnerübertrags. Dieser Vorgang erfolgt in der Regel außerhalb des Zählwerkes, die zugehörige Mechanik ist Teil des übergeordneten Rechenwerkes.

Zählräder mit abweichenden Zähnezahlen kommen vor bei Maschinen für nichtdezimales Rechnen. Beispiele sind Währungsrechner (alte Sterling-Währung) oder Zeitrechner.

Ein Klassifizierungsschema der Zählwerke ergibt sich aus

- dem Einsatz in Ein- oder Zweispezies-Maschinen
- der Anzahl eingesetzter Zählrädersatz
- den unterschiedlichen Konstruktionsmerkmalen

Anzahl der Zählrädersatz		Bemerkung
Zählwerke der Einspezies-Maschinen		
1	schwenkbarer Zählrädersatz	Standardlösung
Zählwerke der Zweispezies-Maschinen		
2	zwei Zählrädersatz in einer schwenkbaren Halterung	Standardlösung
1	feststehender Zählrädersatz mit Plus-/ Minus-Zwischenrädern	Odhner-Patent SE91280, 1935
1	schwenkbarer Zählrädersatz in einer Rechenwerkskassette	Odhner-Patent SE196230, 1960
1	Einschwenken eines Zählrädersatzes beim Vor- oder Rücklauf der Rechenmechanik	Burroughs Klasse 9 / Zweispezies-M.

Unterscheidungsmerkmale der Zählwerke

Begriffe und Beispiele zur Klassifizierung der Zählwerke

2.2 Zählwerke der Einspezies-Maschinen	bestehen aus einem Zählrädersatz. Die Einlagerung der Rechenwer-
---	---



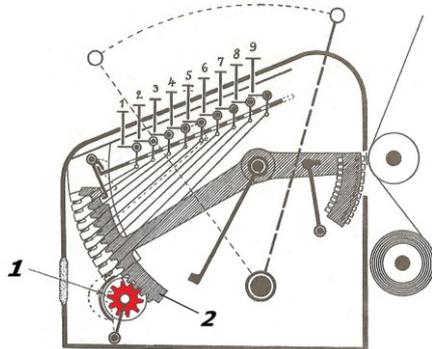
Beispiel:
Addiermaschine der Wanderer-Werke
AG. mit nur einem Zählwerk:
Modell Continental 8

te erfolgt in der Regel beim Rücklauf der Rechenmechanik.

Anmerkung:
Hersteller einfacher Einspezies-Maschinen waren u. a.

- Adwel
- Aldo Bona
- Astra
- Burroughs
- Corona
- Dacometer
- Dalton
- GIM
- Monarch
- Remington
- Victor
- Wanderer / Continental

2.2.1 mit einem schwenkbaren Zählrädersatz



Beispiel: Zählrädersatz der Burroughs Einspezies-Maschinen Klasse 1

Das früheste Beispiel liefern die Burroughs-Maschinen der Klasse 1 ab 1895³.

Der Rädersatz (1) entspricht dem Plus-Rädersatz der Zweispezies-Maschinen. Er wird beim Rücklauf der Rechenmechanik in die Zahnsegmente (2) eingeschwenkt.

Anmerkung:

Die simple Anordnung eines Zählrädersatzes wurde von zahlreichen Herstellern der Einspezies-Maschinen übernommen und damit quasi zur Standardlösung.

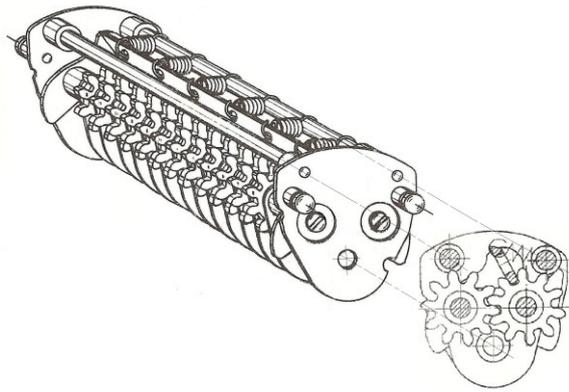
2.3 Zählwerke der Zweispezies-Maschinen

bestehen aus einem oder zwei Zählrädersatzen.

Die Einlagerung der Rechenwerte erfolgt in der Regel beim Rücklauf der Rechenmechanik.

³ United States Patent and Trademark Office, Patentschriften No. 388116 u. 388118 v. 21. Aug. 1888;

Deutsches Kaiserliches Patentamt, Patentschrift Nr. 77068 v. 13. Sept. 1893



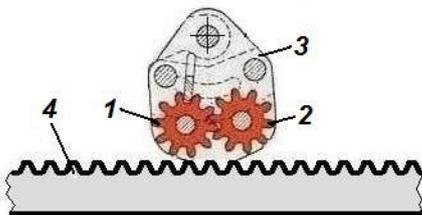
Beispiel:
Zählwerk der Walther-Saldiermaschine S12 mit zwei Zählrädernsätzen.

Einlagerungen beim Maschinen-
vorlauf sind eher die
Ausnahme.

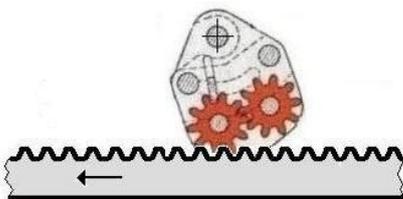
Der US-Hersteller Burroughs
nutzte z.B. bei der Klasse 9
den Vorlauf für die Funktion
der Subtraktion.

2.3.1 mit zwei schwenkbaren Zählrädernsätzen

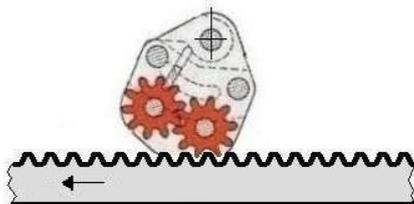
Beispiel 1:
in Verbindung mit Zahnstangen;



a) Grundstellung, kein Zählrädernsatz
im Eingriff



b) Addition,
Plus-Rädernsatz im Eingriff



c) Subtraktion,
Minus-Rädernsatz im Eingriff

Das Zählwerk besteht aus einem
Plus-Rädernsatz (1) und einem
Minus-Rädernsatz (2), die über
ihre Verzahnung gekoppelt
sind.

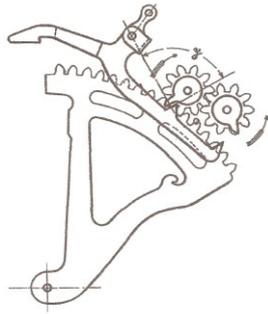
Die Auswahl eines Rädernsatzes
erfolgt über die *Plus-* und
*Minus-*Funktionstasten, auch
Postensteuerung genannt.

Die Rädernsätze wurden gemein-
sam in einer schwenkbaren
Halterung (3) gelagert, die
zum Einkoppeln eines Räder-
satzes in die Zahnstangen (4)
bei vielen Konstruktionen auch
eine zusätzliche Vertikalbe-
wegung ausführt.

Einlagerung der Rechenwerte
auch hier beim Rücklauf (s.
Pfeilrichtung) der Rechen-
mechanik. Dies gilt für

- nicht druckende Maschinen
- druckende Maschinen;
der Abdruck der Rechenwerte
erfolgt vorab am Ende des
Vorlaufs der Rechenmechanik.

In der Grundstellung - keine
Werte im Rechenwerk - stehen
die Plusräder auf 0 und die



Beispiel 2:
in Verbindung mit Zahnsegmenten;
hier Astra Modell B von 1924.



Beispiel:
Astra Modell B, SN 1785

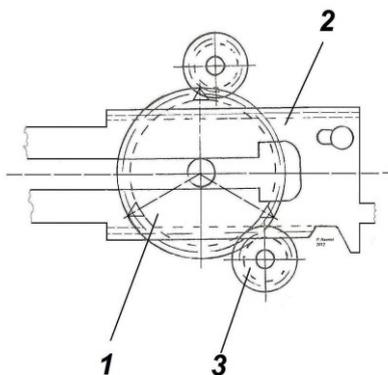
Minusräder auf 9.

Anmerkungen:

1. John E. Greve, Konstrukteur der Astra-Maschinen, setzte zwei schwenkbare Zählrädersatz bereits ab dem Modell B ein⁴. Das Umschwenken des beschrifteten Zählräder-Gehäuses wird vorteilhaft als Statusanzeige der Additions- oder Subtraktions-Funktion ausgenutzt.

2. Standardlösung vieler Maschinen mit oder ohne Saldofunktion. Für Jahrzehnte war es der Stand der Technik. Alle Anwender haben maschinenspezifische Anpassungen eingebracht, die einander ähneln, das Prinzip grundsätzlich aber nicht änderten.

2.3.2 mit feststehendem Zählrädersatz und Plus -/ Minus-Zwischenrädern



Zählwerks-System Odhner,
Anordnung der einzelnen Zählräder
(1) zwischen den Zahnstangen (2).

Patentierete Konstruktion von 1935 des schwedischen Herstellers Odhner⁵. Hauptteil des Zählwerks ist ein Zählrädersatz, dessen Zählräder (1) auf einer gemeinsamen Achse zwischen den einzelnen Zahnstangen (2) angeordnet sind.

Die Verbindung der Zählräder zu den Zahnstangen wird durch zwei einschwenkbare Zwischenrädersatz (3) hergestellt, deren Ansteuerung durch die Plus- oder Minus-Taste erfolgt.

⁴ Deutsches Reichspatentamt, Patentschrift Nr. 378078 v. 13. Sept. 1921

⁵ Schwedisches Patent- und Registrieramt, Patentschrift Nr. 91280 v. 21. Dez. 1935, Erfinder: Gustav Vilhelm Liljeström



Beispiel:

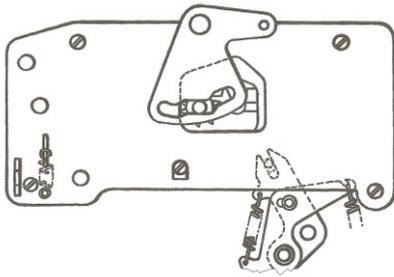
Odhner Modell X 11 C-6 mit feststehendem Zählrädersatz

Anmerkungen:

1. Die Konstruktion wurde in zahlreichen Odhner-Modellen eingesetzt, Beispiele sind X 11 C-6 und X 9 S-5.

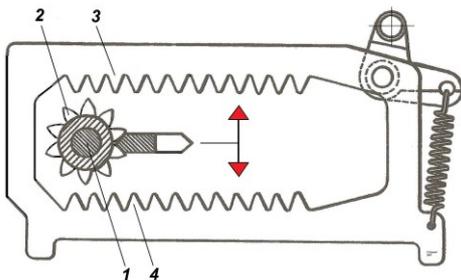
2. Bei diesen Maschinen handelt es sich um sogenannte Rundläufer; hier dreht sich die Hauptachse bei jedem Arbeitsgang um 360°. Die Rechenfunktionen werden über Kurvenscheiben gesteuert⁶.

2.3.3 mit schwenkbarem Zählrädersatz in einer Rechenwerkskassette



Beispiel:

Seitenansicht der geschlossenen Kassette



Beispiel:

Zählrädersatz in Mittelstellung

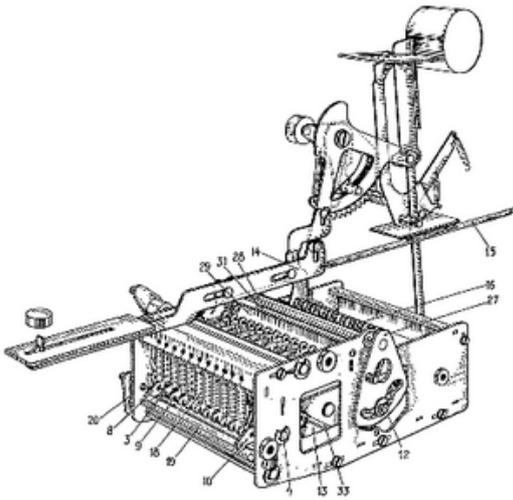
Das System ist eine Erfindung des schwedischen Konstrukteurs Sven Leopold Almvide, Patentinhaber die Firma AB Original-Odhner, Göteborg⁷.

Hier wurde das Zählwerk dekadenweise in kassettenähnlichen Einheiten unterteilt. Alle Zählräder liegen auf einer gemeinsamen Achse (1). Diese ist vertikal verstellbar, so dass die Zählräder (2) in eine obere Plus-Zahnstange (3) und eine untere Minus-Zahnstange (4) eingreifen. In seiner Grundstellung liegt der Rädersatz mittig zwischen den Zahnstangen.

Beim Einrollen von Plus-/ und Minus-Werten pendeln die Zählräder - gemeinsam mit der zugehörigen Steuermechanik für den Zehnerübertrag - zwischen den beiden Zahnstange hin und her.

⁶ vgl.: „Der Rechenvorgang bei einer Odhner X 11 C-6“ in: *Der Büromaschinenmechaniker*, Heft 122 / 1968, S. 230f und Heft 123 / 1968, S. 250ff

⁷ Schwedisches Patent- und Registrieramt, Patentschrift Nr. 196230 v. 06. April 1960; United States Patent and Trademark Office, Patentschrift No. 3078038 v. 19. Febr. 1963



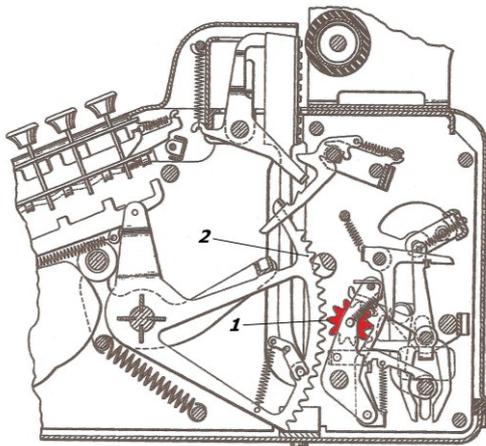
Anordnung nach Patentschrift SE196230 von 1960

Anmerkungen:

1. Die besonderen Vorteile der Konstruktion liegen in seinen kleinen Abmessungen und einer geringen Bewegungsmasse mit kurzen Schaltbewegungen für schnelle und sichere Rechenoperationen.

2. Zum Zeitpunkt der Patentierung war dieser Lösungsansatz nicht ganz neu. Eine vergleichbare Konstruktion wurde der US-Firma Rockford Milling Machine Co. bereits 1924 patentiert und in den Sundstrand-Maschinen realisiert⁸.

2.3.4 Einschwenken eines Zählrädersatzes beim Vor- oder Rücklauf der Rechenmechanik



United States Patent and Trademark Office, Patentschrift No. 1.853.053 v. 12. April 1932

Der Amerikaner Allen A. Horton erhielt 1932 ein Patent für eine im Auftrag von Burroughs entwickelte Zweispezies-Maschine, bei der ein Zählrädersatz (1) wahlweise beim Vor- oder Rücklauf der Rechenmechanik in Zahnsegmente (2) eingeschwenkt wird.

Bei der Addition (Einrollen eines Rechenwerts) geschieht dies im Rücklauf, bei der Subtraktion (Ausrollen eines Rechenwerts) im Vorlauf.

Anmerkung:

Eingesetzt wurde die Konstruktion ab 1926 bei den Burroughs Zweispezies-Maschinen der Klasse 9⁹:

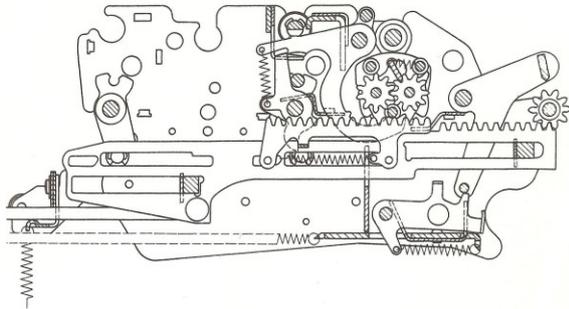


Modell	Kapazität	Bemerkung
90801	8 x 8	Handantrieb
90802	8 x 8	Handantrieb Breitwagen
90851	8 x 8	E-Antrieb
91020	7 x 7	Handantrieb Datumsdruck
91051	10 x 10	E-Antrieb

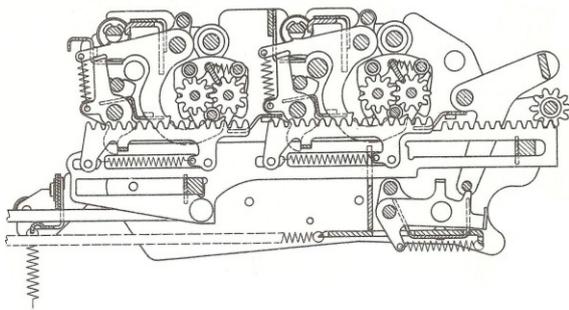
⁸ Deutsches Reichspatentamt, Patentschrift Nr. 445537 v. 01. Juli 1924

⁹ vgl.: Internationales Forum Historische Bürowelt IFHB (Hg.): Rechenmaschinen-Lexikon: Burroughs Klasse 9, Eintrag Hans Frank, 04/2001

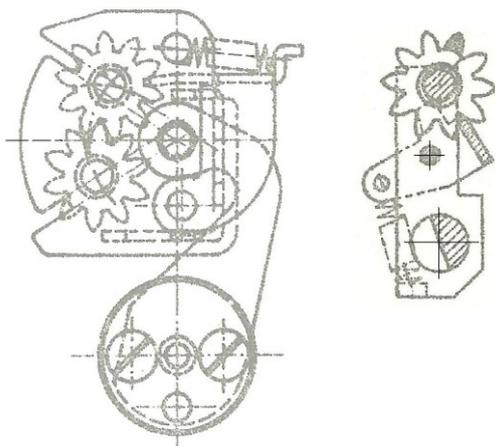
2.4 Zählwerke der Duplex-Maschinen



Beispiel 1:
Walther Saldiermaschine S 12
(Basismaschine) mit Einbaumöglichkeit für ein zweites Zählwerk.



Beispiel 2:
Walther Duplexmaschine DS12 mit zwei baugleichen Zählwerken.



Beispiel 3:
Rokli-Modell Duplex 221 mit unterschiedlichen Zählwerken:
links : Zählwerk I (Hauptzählwerk)
rechts: Zählwerk II (Zusatzzählwerk)

Der mechanische Aufbau und die Funktion der Zusatz-Zählwerke entsprechen vielfach dem Hauptzählwerk, ganze Modellreihen wurden mit baugleichen Zählwerken ausgestattet.

Das Zählwerk der Walther-Saldiermaschine S 12 (Beispiel 1) wurde zweifach in die aus diesem Modell abgeleiteten Duplex-Modelle (Beispiel 2)

- DS 12
- DS 124
- DS 132
- DS 224
- DS 232

eingebaut.

Dazu gab es Maschinen mit unterschiedlichen Zählwerken wie z. B. das Rokli-Modell Duplex 221 (Beispiel 3): Zählwerk I (Hauptzählwerk) hat zwei Zählwerks-Rädersätze und Saldofunktion; Zählwerk II mit nur einem Rädersatz kann nur addieren.

Der Inhalt des Zählwerkes II kann wahlweise als Plus- oder Minus-Wert in das Zählwerk I übertragen werden.

Anmerkungen:

1. Die Mehrfachverwendung der Zählwerke gilt auch für die Triplex-Maschinen.
2. Ein weiterer Einsatz der Zählwerke waren die Speicherwerke.

2.5 Sonderformen der Zählwerke

gehörten in der Regel nicht zur Standard-Produktion. Die Sondermaschinen liefen als Kleinserien, brachten aber gute Deckungsbeiträge.

2.5.1 für nichtdezimales Rechnen

Sterling-Währung bis 1971:

1 Pfund Sterling = 20 Schilling

1 Schilling = 12 Pence

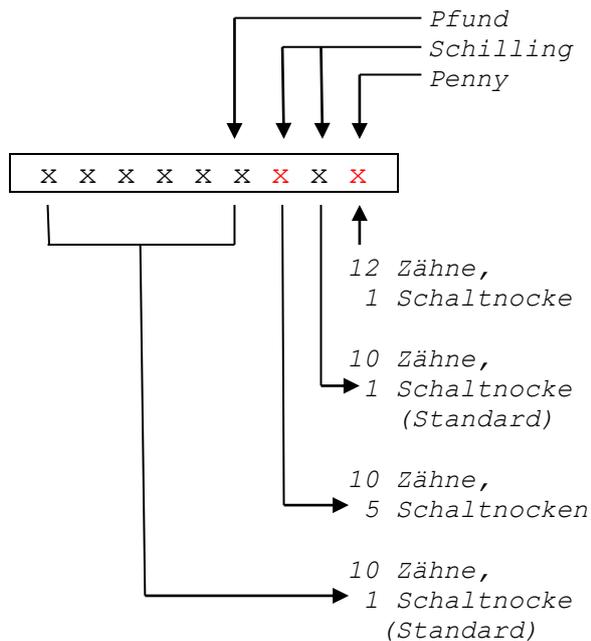
1 Pfund Sterling = 240 Pence

Abkürzungen:

£ = Pfund

s = Schilling

d = Pence



Maschinenbeispiel 1:
Walther P 232, für Sterling-Rechnung

1. Anwendungsbeispiel:

Rechnen mit der alten englischen Sterling-Währung

Bei der Addition und / oder Subtraktion von Pfunden, Schillingen und Pennies gibt es in der ersten und dritten Dekade keinen Zehnerübertrag; die Auslösung eines Übertrags erfolgt in der ersten Dekade bei dem Wert 12, in der dritten bei dem Wert 2.

Rechenbeispiel:

	2 £	17 s	3 d
+	1 £	12 s	11 d
+		04 s	9 d
<hr/>			
=	4 £	14 s	11 d

Wichtig ist, dass einem einstelligen Schilling-Betrag eine 0 vorangestellt wird.

Anmerkungen:

1. Diese Dateneingabe erfordert immer eine Sondertastatur¹⁰.

2. In der Regel können die drei rechten Zählwerksstellen für „Shilling“ und „Pence“ abgeschaltet werden, so dass die Maschinen mit reduzierter Rechenkapazität im Dezimalsystem arbeiten (s. DIN 9763, Blatt 2, Nr. 3.5.6).

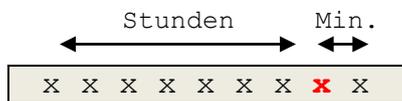
3. Mit einem Vierspezies-Rechner ohne Sondereinrichtung ist es auch möglich, Pfunde, Schillinge und Pennies zu addieren. In einem ersten Schritt werden die Werte gleicher Währungseinheiten wie einfache

¹⁰ vgl.: Die Klassifizierung mechanischer Rechenmaschinen, Teil 6, Sondertastaturen, Abs. 3.4.3.4 und 3.5.7.2

Maschinenbeispiel 2:
 Olympia-Modell AE 9 D/60/60 (2183-060) für das Addieren von Minuten und Sekunden.

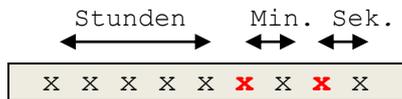


Rechenbeispiel 1:
 Neunstelliges Zählwerk für die Addition von Stunden und Minuten:



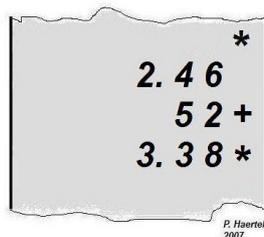
Übertrag nach Überschreiten des Wertes 6 } → ↑

Rechenbeispiel 2:
 Neunstelliges Zählwerk für die Addition von Stunden, Minuten und Sekunden:



Übertrag nach Überschreiten des Wertes 6 } → ↑ ↑

Rechenbeispiel 3:
 Ausdruck bei Addition
 2 h 46 min.
 plus 52 min.



Zahlen getrennt addiert. Im zweiten Schritt werden dann die Pennies in Schillinge und die Schillinge in Pfunde umgewandelt¹¹.

2. Anwendungsbeispiel:

Zeiterfassungen in Minuten- oder Sekunden-Genauigkeit.

Dienststellen der Luftwaffe der Deutschen Bundeswehr arbeiteten z. B. mit Rechnern zur Erfassung der Flugzeiten der Maschinen.

Bei einer Addition oder auch Subtraktion von Stunden und Minuten erfolgt eine nicht-dezimale Übertragung in der zweiten Dekade, wo das Zählrad nach Überschreitung des Wertes 6 einen Übertrag auslöst.

Sollen Zeiten mit Sekunden-genauigkeit erfasst, so erfolgt ein nichtdezimaler Übertrag in der zweiten und vierten Dekade.

Anmerkungen:

1. Die Eingabe eines Minuten- oder Sekundenwertes kann wahlweise in einer oder auch zwei Dimensionen erfolgen. Zu beachten ist hierbei, dass max. zweistellige Werte eingegeben werden.

Beispiel: 1 h 12 min.

Eingabemöglichkeit a) **1.12** oder
 Eingabemöglichkeit b) **72**

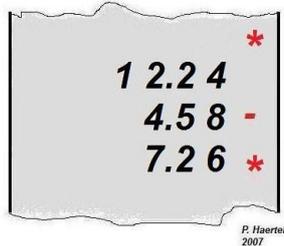
2. Hersteller sogenannter „Zeit-rechner“ waren u. a.:

- Olympia-Werke AG.;
 Basis waren Zweispezies-Maschinen der Modellreihe AE (Baureihe D4, produziert von 1967-1974).

- Original-Odhner AB;

¹¹ vgl.: *Der Büromaschinen-Mechaniker*, Heft 12, Hamburg 1960, S. 111f

Rechenbeispiel 4:
 Ausdruck bei Subtraktion
 12 h 24 min.
 minus 4 h 58 min.



Basis waren Serienmodelle wie X 11 C-6 oder X 9 S-5
 Die Zählwerks-Zählräder dieser Serienmaschinen haben 30 Zähne mit jeweils 3 Zehnerschaltnocken für das dezimale Rechen (vgl.: Abs. 2.3.2).

Hier bot es sich an, in den nicht-dezimalen Dekaden Zählräder mit 5 Zehnerschaltnocken einzusetzen, so dass ein Übertrag bereits bei Überschreiten des Wertes 6 erfolgt.

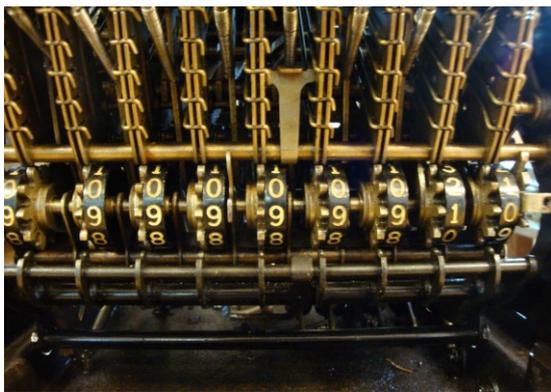
3. Sondertastaturen waren bei den Zeitrechnern nicht erforderlich.

4. Olympia-Zeitrechner wurden auch dem Vermessungswesen für das Berechnen von Altgrad, Grad-Minuten und Grad-Sekunden angeboten

(vgl.: Der Büromaschinenmechaniker, Heft 116, Juni 1968, S. 114).

2.5.2 mit zusätzlichen Ziffernrollen

Beispiel 1:
 Burroughs Einspezies-Maschine der Klasse 1 mit Gehäuse-Frontscheibe für das direkte Ablesen des aktuellen Rechenwerk-Inhaltes; eine Ausführung der Zwischensummen-Funktion erübrigte sich, wenn ein Ausdruck nicht gefordert wurde.



Beispiel 2:
 Olympia-Saldiermaschine der ersten Baureihe D1 (Sondermodell) mit zusätzlichen Ziffernrollen für die Anzeige des Inhaltes im Rechenwerk.

Mit Betätigung der Plus- oder Minus-Taste wird das entsprechende Zähl-

Die Möglichkeit, bei schreibenden Rechnern ein Resultat auch ohne Ausdruck zu erhalten, war für viele Anwender von einiger Bedeutung. Nicht immer wurde ein Rechenbeleg benötigt.

Bei großvolumigen Maschinen wie z. B. den Burroughs-Maschinen der Klasse 1 und 2 war es leicht möglich, zusätzliche Ziffernrollen an den Zählrädern zu befestigen.

Bei Maschinen mit kompakten Zählwerken (Beispiel: Olympia-Werke) verbinden zusätzliche Zwischenräder die Zählräder mit den Ziffernrollen.

Anmerkungen:

1. Diese feste Kopplung der Zählräder mit den Ziffernrollen ist nicht zu verwechseln mit den sogenannten „Ziffernrollen-Rechenwerken“, die bevorzugt bei Kleinrechnern wie z. B. Regina, Resulta oder Summira eingesetzt wurden.

werk inkl. der gekoppelten Ziffernrollen eingeschwenkt und das aktuelle Ergebnis der ausgeführten Funktion am Zählwerksgehäuse angezeigt¹².



Auch hier liegen Zählräder und zugeordnete Ziffernrollen gemeinsam auf einer Achse, jedoch verbunden durch den Mechanismus der Zehnerübertragung (siehe Abs. 4.3.1).

2. Bei Maschinen mit zusätzlichen Ziffernrollen im Zählwerk gab es vielfach die Zusatzfunktion „Druckwerk abschalten“.

Fehlte diese Funktion, so half man sich mit der Betätigung des Papierlösers (vgl. Teil 4 / Abs. 4.4).

Mit dieser behelfsmäßigen Einstellung wurde der Papiertransport aufgehoben und Rollenpapier gespart.

2.5.3: Rechnen mit Eingabewert $\frac{1}{2}$:



Beispiel 1:
Ricoh-Modell Ricomac 218- $\frac{1}{2}$ mit $\frac{1}{2}$ -Taste anstelle der 000-Taste.

Die Ausführung bezieht sich vorrangig auf druckende Zweispezies-Rechenmaschinen zur Verarbeitung von ganzen Zahlen und $\frac{1}{2}$ -Brüchen, wie sie z. B. ab 1971 mit Einführung des dezimalen englischen Geldsystems bei der $\frac{1}{2}$ Penny-Münze (Ende 1984 zurückgezogenen) auftraten.

Bedienungs- und Konstruktionsmerkmale:

1. Die rechte $\frac{1}{2}$ -Rechenstelle ist eine zusätzliche Nachkommastelle der niedrigsten rechten Dekade.
2. Sie wird nur beim Drücken der $\frac{1}{2}$ -Eingabetaste aktiviert.

¹² vgl.: Haertel, Peter:

1. „Baureihen und Modelle mechanischer Rechenmaschinen der Olympia-Werke AG, Wilhelmshaven - Entwicklungsfolgen der Baureihen und Erklärungen zu den Modellbezeichnungen“ in: Internationales Forum Historische Bürowelt (Hg.): *Historische Bürowelt*, Ausgabe Nr. 85 / 2011, S. 3-10.

2. „Die mechanischen Rechenmaschinen der Olympia-Werke AG in Wilhelmshaven - 1951 bis 1973 - Entwicklungsfolgen der Baureihen, Erklärungen zu den Modellbezeichnungen“, überarbeitete und erweiterte Ausgabe in *Rechnerlexikon*, 06/2017



Beispiel 2:

Addmaster Modell 208 H mit zusätzlicher 1/2-Taste ¹³

Die Abläufe im Rechenwerk:

- Addition:

Beispiel $12\frac{1}{2} + 13\frac{1}{2}$

	PLUS	MINUS
+ 12 1/2	00000125	99999874
+ 13 1/2	00000260	99999739

Ausdruck: **26 T**

- Subtraktion:

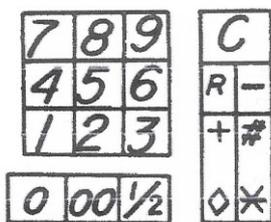
Beispiel (Saldiermaschine)
 $127 - 132\frac{1}{2}$

	PLUS	MINUS
+ 127	00001270	99998729
- 132 1/2	99999945	100000054

Zehnerringschaltung
der Saldofunktion

Ausdruck:

+1
5 1/2 T



Beispiel 3:

Tastenanordnung nach US-Patent
3741470 der Citizen Business
Machines Inc. in Tokyo vom 28. Dez.

3. Der Bruch 1/2 wird im Rechenwerk wie ein eingegebener Rechenwert 5 verarbeitet.

4. Der Rechenablauf entspricht dem dezimalen Rechnen.

5. Bei den Drucksegmenten des Druckwerkes liegt die 1/2-Drucktype auf gleicher Höhe wie die Drucktypen der Rechenwerte 5.

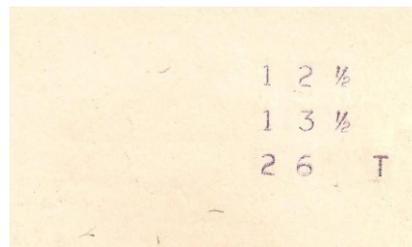
6. Die zusätzlichen Plus- und Minus-Zählräder in der 1/2-Rechenstelle unterscheiden sich nicht von den übrigen Zählrädern des Rechenwerkes.

7. Der Rechenwert 1/2 kann addiert oder subtrahiert werden.

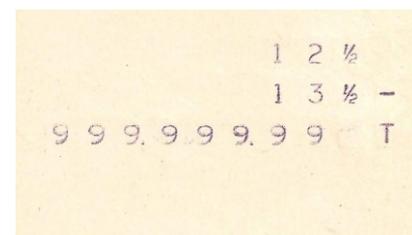
Anmerkungen:

1. Addition und Subtraktion des Rechenwertes 1/2 bei Maschinen mit oder ohne Saldofunktion.

2. Druckbeispiel Addition:



3. Druckbeispiel Subtraktion bei einer nicht saldierenden Maschine.



¹³ Patentiert GB1312331 und GB1311688 / Anmeldung v. 29. April 1970 der Addmaster Corporation in San Gabriel, Californien, USA.

1970, ausgeführt bei dem Citizen-Modell 215S.

Bei Werteeingaben, Zwischen- oder Endsummen ohne $\frac{1}{2}$ -Wert wird stattdessen automatisch ein schwarzer Punkt geschrieben.

4. Weitere Maschine mit $\frac{1}{2}$ -Taste:

- Commodore 202-2;
entspricht Ricoh Ricomac 218- $\frac{1}{2}$

3. Aufbau der Rechenwerke

3.1 Allgemein

Hauptbestandteile eines Addiermaschinen-Rechenwerks sind das Zählwerk und der Mechanismus für die Zehnerübertragung, bei einer Saldiermaschine kommen Teile für die Saldofunktion hinzu.

Der Zehnerübertrag wird immer automatisch ausgeführt. Wird die Funktion manuell durchgeführt, so sprechen wir von einer Rechenhilfe.

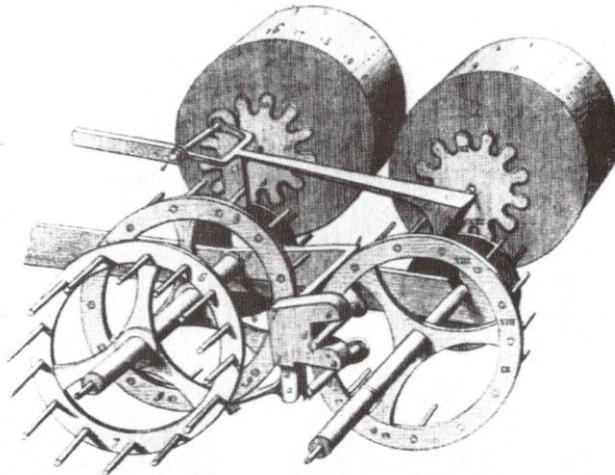


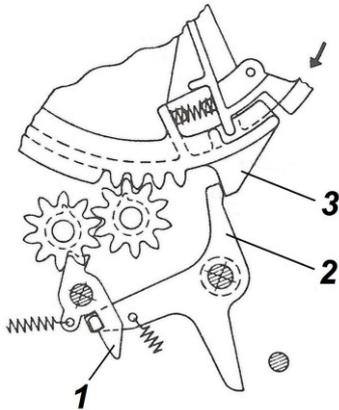
Abb. 6: Teilansicht Blaise Pascals „Pascaline“ von 1642, frühes Beispiel einer Zehnerübertragung.

Begriffe und Beispiele zur Klassifizierung des Aufbaues der Rechenwerke

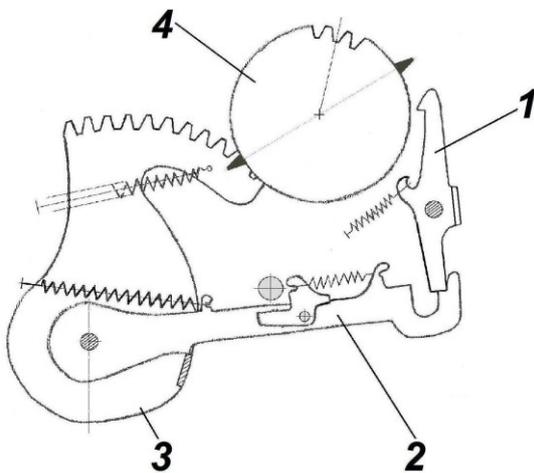
3.2 Verbundrechenwerke

Ein Verbundrechenwerk entsteht durch das Zusammenwirken von Zählwerk und Zehnerübertragung.

Wichtige Funktionsteile einer Zehnerübertragung sind Zehnerschaltklinke (1), Stützhebel



Beispiel 1:
Olympia Modell AM,
Zählwerk mit zwei Zählrädern
und externer Zehnerübertragung



Beispiel 2:
Add Index¹⁴-Addiermaschine:
1. Zehnerschaltklinke
2. Stützhebel
3. Zahnsegment
4. Zählwerk; Zählräder mit 20 Zähnen
und 2 Zehnerschaltnocken.

(2) und Übergabeelemente wie Zahnsegmente (3) oder Zahnstangen.

Bei den einzelnen Fabrikaten bzw. Konstruktionen ist der jeweils umbaute Raum für Zählwerk mit Zehnerübertragung unterschiedlich groß.

Speziell die vielen Varianten zur Zehnerübertragung bilden in ihren räumlichen Anordnungen keine klar abgegrenzten Teilgruppen.

Die durch den Verbund beider Teilgruppen gebildeten Funktionsgruppen sind somit wenig kompakt und auch als komplette Einheit nicht austauschbar.

Anmerkung:

1. In Abhängigkeit von Maschinenart und Konstruktion (Fabrikat)

- arbeiten die Zahlwerke mit einem oder zwei Zählrädern

- arbeiten die Zählräder der Zahlwerke mit unterschiedlich vielen Zähnen und Zehnerschaltnocken.

3.3 Kompaktrechenwerke

bestehen aus den Zählwerken mit einem oder zwei Zählrädern plus einer integrierten Zehnerübertragung.

Die Bauteile zusammen bilden eine kompakte Funktionsgruppe.

¹⁴ ab 1934 Herstellung und Vertrieb durch R.C. Allen Calculators Inc. in Grand Rapids, Michigan/ U.S.A.



Beispiel:
Kleinrechenmaschine Regina Modell K
mit Kompaktrechenwerk.

Anmerkung:
Einsatz vorrangig bei den nicht
saldierenden Kleinrechenmaschinen
wie z. B.

- Regina
- Resulta
- Summira

4. Rechenwerke ohne Saldofunktion

4.1 Allgemein

Das Rechenwerk ist eine Einrichtung zur Durchführung von Rechenoperationen¹⁵.

Wichtige Funktion ist die Zehnerübertragung, bei der bei Überschreiten der Kapazität einer Zählstelle nach oben oder unten eine Zählleinheit in entsprechendem Zählsinn in die nächste Zählstelle übertragen wird¹⁶.

Diese Norm-Definition besagt: Wird bei einer Addition ein Rechenwerks-Zählrad von 9 auf 10 gedreht, so wird in das Zählrad der nächsthöheren Dekade der Pluswert 1 eingerollt.

Wird dagegen bei einer Subtraktion ein Zählrad von 0 auf 9 gedreht, so wird bei dem Zählrad der nächsthöheren Dekade der Minuswert 1 ausgerollt.

*Begriffe und Beispiele zur Klassifizierung
nicht saldierender Rechenwerke*

4.2 Verbundrechenwerke

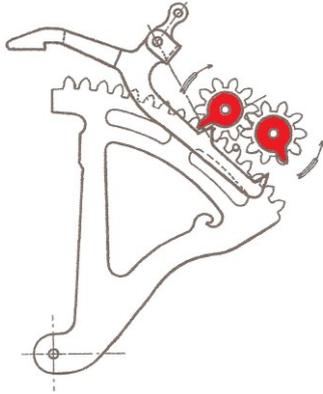
Beispiel 1:
Die Zählräder dezimal rechnender Maschinen – die Anzahl der Zählrädersatzes spielt keine Rolle – haben in der Regel

¹⁵ vgl.: Rechenwerk: DIN 9751, Blatt 2, S. 10 und 9763, Blatt 2, S. 11

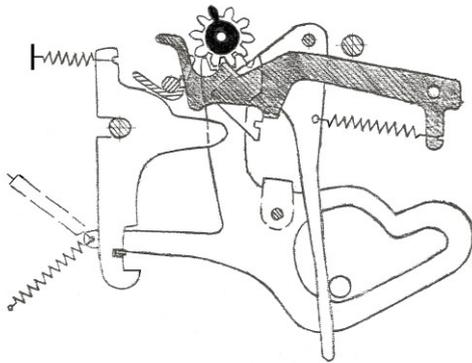
¹⁶ vgl.: Zehnerübertragung: DIN 9751, Blatt 2, S. 6 und DIN 9763, Blatt 2, S. 6



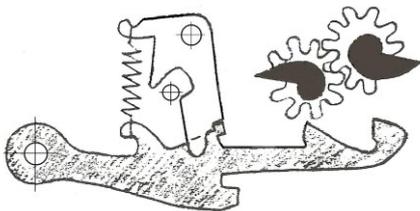
Beispiel 1:
 Untergruppe Zählwerk, zehnzählige
 Zählräder mit Zehnerschaltnocken in
 der Form eines verdickten Zahnes.



Beispiel 2:
 Astra Modell B Zehnerübertragung,
 Zählräder mit aufgesetzten
 Schaltnocken.



Beispiel 3:
 Burroughs Klasse 8 (Portable),
 Zehnerübertragung, Zählräder mit
 aufgesetztem Schaltnocken.



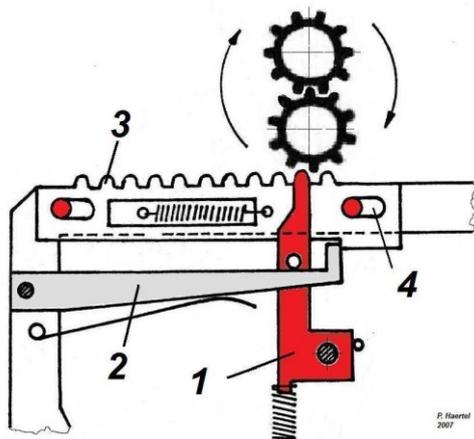
Beispiel 4:
 Precisa Zehnerübertragung,
 Zählräder mit aufgesetztem Schalt-
 nocken

zehn Zähne, von denen einer mit etwa doppelter Dicke als Zehnerschaltnocken die Funktion der Zehnerübertragung steuert (Standardlösung).

Beispiele 2 bis 4:
 Bei anderen Herstellern wie z. B. Astra, Burroughs oder Precisa wurden diese Schaltnocken als einfache Stanzteile ausgeführt und seitlich an die Zählräder gesetzt. Hierbei war es nicht erforderlich, die Formen der aufgesetzten Schaltnocken der Zahnform der Zählräder anzupassen.

Beispiel 5:
 Der Zehnerübertrag wird in der Regel beim Rücklauf der Maschine durch die Zehnerschaltnocken in Verbindung mit Zehnerschaltnocken (1) durchgeführt. Diese ragen mit einem Schaltzahn zwischen den Übergabe-Zahnschienen (2) hervor, werden durch Federkraft in ihrer Grundstellung gehalten und sind jeweils der nächsthöheren Dekade zugeordnet.

Die Addition: Beim Verdrehen eines Zählrades vom neunten auf den zehnten Zahn erfolgt ein Zehnerübertrag. Hierbei drückt der Zehnerschaltnocken die Zehnerschaltnocke (1) nach unten. Hierdurch wird ein Stützhebel (2), der den Anschlag der Übergabe-Zahnschiene (3) bildet, nach unten geschwenkt. Diese bewegt sich durch Federkraft in ihren Führungen (4). Der zurückgelegte Weg entspricht einer Zahnweite, d. h. der zusätzliche Wert 1 wird in das nächsthöhere Zählrad einge-
 rollt.



Beispiel 5:
 Mechanik für Zehnerübertrag
 unterhalb des schwenkbaren Zählwerks
 (Schema).

Hierbei bedeuten:

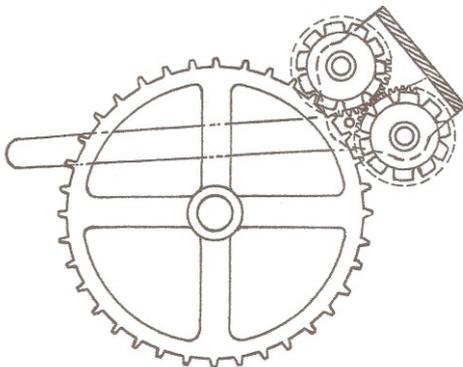
1. Zehnerschaltklinke
2. Stützhebel
3. Übergabe-Zahnschiene
4. Führungen, deren Länge dem Weg einer Übergabe-Zahnschiene (3) entspricht.

Mit dem Ausschwenken des Zählwerks zu Beginn des neuen Arbeitstaktes werden alle vorgefallenen Zahnschienen und die Zehnerschaltklinken (1) durch Spannhebel wieder in die Grundstellung gebracht.

Anmerkungen:

1. Der Zehnerübertrag entfällt bei Überschreitung der Rechenwerks-Kapazität.
2. Benennung Zehnerschaltnocken: auch Zehnerschaltzahn
3. Benennung Übergabe-Zahnschiene: auch Einlagerer

4.3 Kompaktrechenwerke



Beispiel:
 Resulta-Kleinrechner der Firma Paul
 Brüning in Berlin, komplettes
 Rechenwerk mit zwei Zählrädern;
 Deutsches Reichspatent DE640417 von
 1936.

Der Zehnerübertrag erfolgt innerhalb des Rechenwerks, wobei die Drehbewegung eines Zählrades bei Überschreiten seiner Kapazität nach oben oder unten direkt auf das Zählrad der nächsthöheren Dekade übertragen wird.

Die Rechenwerke können aus einem Zählrädernsatz (Einspezies-Maschinen) oder zwei Zählrädernsätzen (Zweispesies-Maschinen) bestehen.

4.3.1 mit Ziffernrollen

für Ein- oder Zweispesies-Maschinen. Die Rechenwerke bestehen aus Zählrädern mit seitlich befestigten Ziffernrollen, die auf einer waage-



Beispiel:

Triumphator KA, Zweispezies-Maschine mit Ziffernrollen-Rechenwerk

rechten Achse angeordnet sind. Der Mechanismus für die Zehnerübertragung ist integriert.

Anmerkungen:

1. Hauptverwendung bei den nicht saldierenden Kleinrechenmaschinen wie z. B.

- Argenta
- Lipsia Addi
- Regina
- Resulta
- Summira
- Triumphator KA

2. Das Rechenergebnis wird direkt am Rechenwerk abgelesen.

3. Bei Zweispezies-Maschinen mit einem Plus- und einem Minus-Zählrädersatz trägt nur der Plus-Rädersatz Ziffernrollen.

4.3.2 mit Mehrfach-Zählrollen



Beispiel:

Addimat der Firma Brevetti Lanza in Savona / Italien

Am Außenmantel der Mehrfach-Zählrollen sind die Zifferngruppen 0, 1 bis 9 mehrfach vorhanden und jeder Gruppe ist ein Zehnerübertrags-Mechanismus zugeordnet. Für die Eingabe der Werte 0, 1 bis 9 sind am Gehäuse Eingabemarken vorhanden.

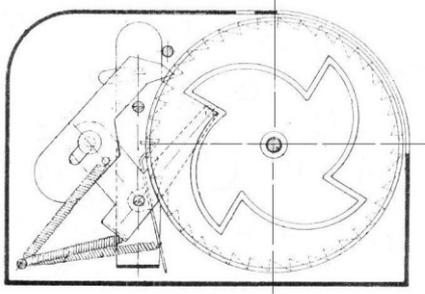
Das Rechenergebnis wird direkt am Umfang der Zählrollen abgelesen.

Anmerkung:

siehe auch Teil 3 / Abs. 11.

4.3.2.1 und Zehner-Übertragskurven

An jeder Zählrolle sind die Zifferngruppen 0, 1 bis 9 vierfach vorhanden, der Zehnerübertrag erfolgt jeweils durch eine der vier vorhandenen Übertragskurven. Durch einen Fühlhebel auf dieser Kurve wird eine Schaltklinke schrittweise angehoben und eine Rückholfeder gespannt.



Beispiel 1:
Ausführung nach Patent IT554094 von
1956 der Firma Brevetti Lanza in
Savona / Italien



Beispiel 2:
Simex Caroline

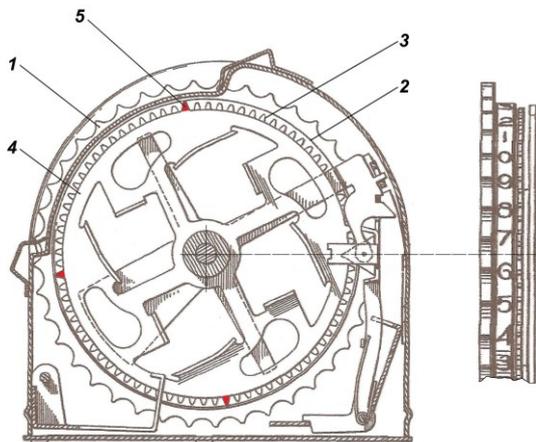
Jede Übertragskurve ist so ausgelegt, dass der Fühlhebel mit dem Wert 9 den höchsten Kurvenpunkt erreicht hat und beim Übergang zur 0 auf die tiefste Stelle der nächsten Kurve zurückfällt. Hierbei wird die Zählrolle der nächsthöheren Dekade durch die zurückfallende Schaltklinke um den Wert 1 weitergedreht. Die Konstruktion der Zehner-Übertragung lässt nur eine Drehrichtung der Zählrollen zu.

Anmerkung:

Maschinen mit Zehner-Übertragskurven wurden unter folgenden Markennamen verkauft:

- Addimat
- Addipresto
- Caroline
- Fossa-Mancini
- Schnellrechner
- Swift Handy Calculator

4.3.2.2 und Zehner-Übertragsnocken



Beispiel 1:
ADDAC,
Addac Company, Grand Rapids,
Michigan / USA;
Patent: US1661605 von 1928

Hier bedeuten:

1. Einstellrad
2. Ziffernrolle mit vierfacher Beschriftung 0, 1 bis 9
3. Zahnscheibe
4. Trägerplatte mit Schaltnocken
5. Schaltnocken

An jeder Zählrolle sind die Zifferngruppen 0, 1 bis 9 mit jeweils einem zugeordneten Zehner-Übertragsnocken drei- oder vierfach vorhanden. Die Konstruktion ist so ausgelegt, dass die Ziffernrollen in zwei Richtungen gedreht werden können.

Ein Zehnerübertrag erfolgt immer dann, wenn in der Anzeige eine Zifferngruppe den Wert von 9 auf 0 (Addition) oder von 0 auf 9 (Subtraktion) durchläuft. Dann greift der Übertragsnocken in die Mechanik der nächsthöheren Zählrolle und dreht hier den Plus- / oder Minus-Wert 1 ein.

Anmerkungen:

1. Anzahl der Ziffernrollen / Zehner-Schaltnocken:

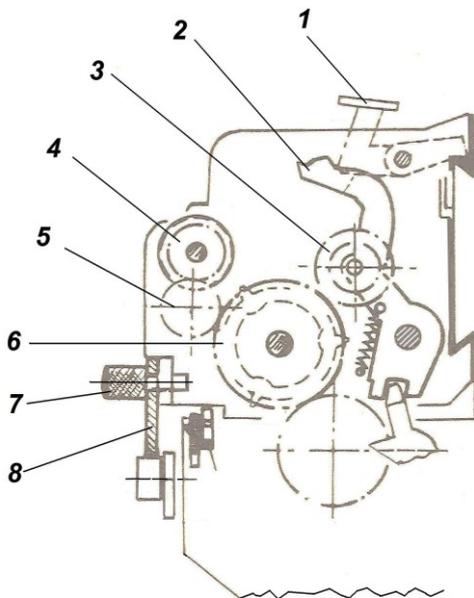
- ADDAC: vierfach
- SOLO : dreifach



Beispiel 2:
 SOLO,
 Solo Calculating Machine Co. Ltd.,
 Japan

2. Die Bedienung der Maschinen erfolgt so, dass die Zählrollen bei der Addition heruntergezogen und bei der Subtraktion hochgeschoben werden.

4.4 Vertikal- und Horizontal-Rechenwerke



Beispiel:
 Vertikal-Rechenwerk (Schema)

- Hierbei bedeuten:
1. Druckknopf zum Abnehmen oder Versetzen des Rechenwerks
 2. Übertragungshebel, Ansteuerung durch die Zifferntasten
 3. Übertragungsrad
 4. Ziffernrolle
 5. Zwischenrad
 6. Zählrad mit $z=30$ / drei Zehnerschaltknocken

sind Sonderformen der Rechenwerke, die in dieser Bauart auch als Register oder Speicher bezeichnet werden. Verwendung in den *Rechnenden Buchungsschreibmaschinen* für die Summierung vertikaler und horizontaler Zahlenreihen.

Vertikal-Rechenwerke sind Teil des Buchungswagens und können mittels Klemmvorrichtung an eine beliebige Stelle der vorderen Halteschiene gesetzt und damit den zu erfassenden Spalteninhalten zugeordnet werden. Je nach Bauart / Einstellung nur Addition oder Addition und Subtraktion bis 0.

Die Ansteuerung einer Dezimalstelle des Rechenwerks erfolgt durch den Tabulator.

Horizontal-Rechenwerke nehmen Beträge in Zeilenrichtung auf für die Saldierung. Sie liegen rechts neben der Tastatur, üblich sind ein oder zwei Werke.

7. Rändelschraube zum Lösen der Steuerplatte
8. Steuerplatte für die Einstellung der gewünschten Rechenart



Beispiel:

Mercedes Addelektra, rechnende Buchungsschreibmaschine mit drei Vertikal- und zwei Horizontal-Rechenwerken.

Anmerkungen:

1. Horizontal-Rechenwerke werden auch als Quer-Rechenwerke bezeichnet.
 2. Führende deutsche Hersteller rechnender Buchungs-Schreibmaschinen waren:
 - Wanderer-Werke A.-G., Schönau, später: Wanderer-Continental VEB
 - Mercedes-Werke A.-G., Zella-Mehlis
 3. Wichtiger Lieferant der Vertikal- und Horizontal-Rechenwerke war die Berliner Firma W. Feiler, Feinmechanik GmbH.
- Erstes Feiler-Patent:
DE517365 von 1929
4. Rechnende Buchungsschreibmaschine: auch Rechnende Schreibbuchungsmaschine

5. Rechenwerke mit Saldofunktion

5.1 Allgemein:

Die unter 0 rechnenden bzw. saldierenden Maschinen sind mit einer sogenannten *Zehnringschaltung* ausgerüstet. Beschrieben werden unterschiedliche Formen dieser Rechenwerke in den Zweispezies-Maschinen.

Die Auswahl der Konstruktionsbeispiele erfolgte in Anlehnung an Abs. 2 und 3.

Begriffe und Beispiele zur Klassifizierung saldierender Rechenwerke

5.2 mit zwei Zählrädern

Addiermaschinen:

+ 12
- 13

12
13 -
9999999 *

Saldiermaschinen:

12 *
13 -
1 *

Beispiel:

Unterschiede beim Ausdruck einer negativen Endsumme

Die unter 0 rechnenden Saldiermaschinen unterscheiden sich von den einfachen Addiermaschinen durch Zusatzfunktionen im Rechenwerk, durch die Minus-Beträge als Saldo ausgewiesen werden.

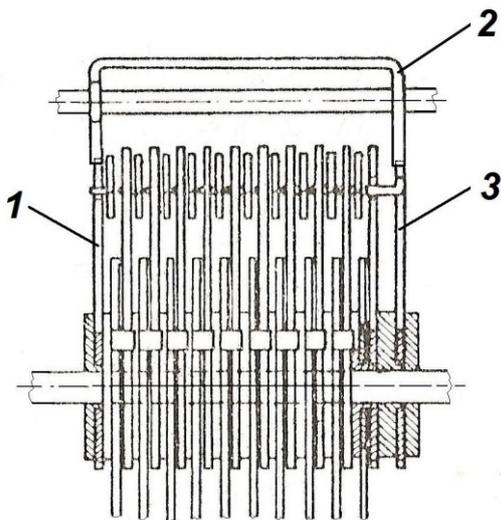
Anmerkungen:

1. In der Buchhaltung ist der Saldo die Differenz zwischen der Soll- und Haben-Seite eines Kontos; positiver Saldo = Habensaldo
negativer Saldo = Sollsaldo
2. Der Negativ-Saldo wird in der Regel rot gedruckt.

5.2.1 Zehnerringschaltung

Beispiel 1:
Grundstellung der Zählräderversätze
vor Beginn der Zehnerringschaltung.

	Plusräder / Minusräder	
→	000000000	999999999
+ 1	000000001	999999998
- 2	999999999	000000000



Beispiel 2:
Brunsviga AS,
Zehnerringschaltung mittels
Kreisschaltbrücke

	Plusrädersatz	Minusrädersatz
5 *	0000000 5	9999999
9 -	0000005	9999994 9
		(1)0000003 → 1
7	9999995 7	0000004
	(1)0000002 → 1	
3 *	0000003	9999996

Rechenbeispiel 3:
Abläufe der Zehnerringschaltung im
Plus- und Minus-Rädersatz

Werteingabe und -einlagerung erfolgen wie bei den Maschinen ohne Saldofunktion: Bei dem nebenstehenden Beispiel 1 (Rechengang -2) wurden alle Zählräder im Minus-Rädersatz durch fortlaufende Zehnerschaltung erst einmal auf 0 gesetzt, obwohl das Ergebnis -1 beträgt.

Damit beginnt die Funktion der Zehnerringschaltung. Sie wird immer dann ausgelöst, wenn mit der zu errechnenden Summe oder Differenz der Wert 0 über- oder unterschritten wird. Hierbei wird die Zehnerschaltung von der höchsten zur ersten Dekade fortgesetzt.

Hierfür gibt es verschiedene Verfahren. Auslöser ist z. B. die letzte Zehnerschaltklinke, die über die sogenannte Kreisschaltbrücke die erste Zehnerschaltklinke auslöst und damit das Einrollen des Wertes 1 in die erste Dekade auslöst.

Beispiel 2:
Hier wird der Zehnerschritt des Zahnsegmentes (1) hinter der höchsten Dekade über die Kreisschaltbrücke (2) auf ein Zahnsegment (3) vor der ersten Dekade übertragen, das hier den zusätzlichen Wert 1 einrollt¹⁷.

Generell gilt, dass eine Zehnerringschaltung immer mit einer Änderung des Saldo-Vorzeichens verbunden ist.

Anmerkungen:

1. „Zehnerringschaltung“ ist ein Begriff nach DIN 9763 / Blatt 2, S. 6.

¹⁷ vgl.: Lind, Wilhelm: Büromaschinen, Teil 1, Füssen 1954, S. 104



Beispiel 4:
Totalia Modell Multix 8641 mit
Kreditsaldoanzeige oberhalb der
roten Minus-Taste.

Weitere gebräuchliche Bezeichnungen
sind:

- Kreisschaltung,
- Ringschaltung,
- durchlaufende (fortlaufende)
Zehnerübertragung,
- flüchtige Eins.

2. Die ausführende Mechanik wird
auch als Kreditsaldomechanismus
bezeichnet.

3. Mit dem Umlegen der Kreisschalt-
brücke kann auch eine optische
Saldoanzeige gesteuert werden, wenn
der Inhalt des Rechenwerkes im
Minusbereich liegt. Die Anzeige
erfolgt in der Regel durch einen
roten Punkt in einem Signalfenster.

5.2.2 Kapazitätsüberschreitung

	Plusrädersatz	Minusrädersatz
* 637	0000000 637	9999999
7506886	0000637 7506886	9999362
2500000	7507523 2500000	2492476
	(1)0007523 ↳ 1	9992476
9992475 *	0007524	9992475

Beispiel:
Falschrechnung als Ergebnis einer
Zehnerringschaltung bei Kapazitäts-
überschreitung

Auch bei Überschreitung der
Rechenkapazität findet eine
Zehnerringschaltung statt.
Hierbei wird zwangsläufig das
Saldo-Vorzeichen geändert und
bei einem Summenzug der fal-
sche Rädersatz eingeschwenkt.

Das nebenstehende Rechen-
beispiel zeigt, wie aus einem
Positivwert ein verfälschter
Negativ-Wert wird, der dem
Minusrädersatz entnommen wird.

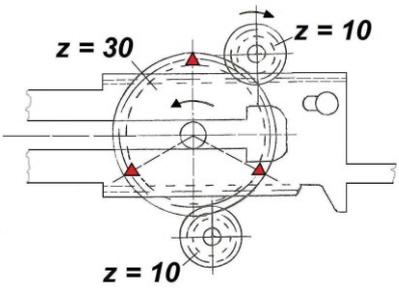
5.3 mit einem festehenden Zählrädersatz

Das System entspricht dem
schwedischen Odhner-Patent Nr.
91280 von 1935;

Erfinder: Gustaf Vilhelm
Liljeström

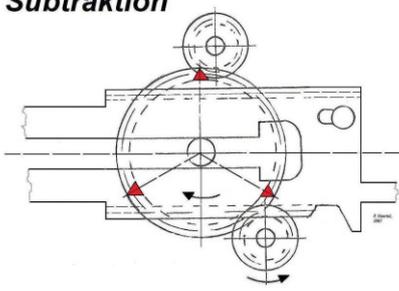
Hier haben die Plus- und
Minus-Zwischenräder jeweils
zehn und die zentralen
Zählräder dreißig Zähne, von
denen jeder zehnte als Zehner-
schaltknocken ausgebildet ist.

Addition

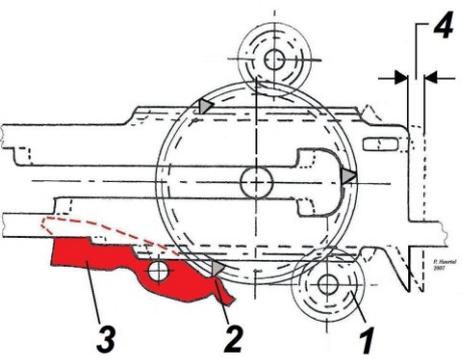


Beispiel 1:
Zentrale Zählräder mit jeweils drei Zehnerschaltnocken und den oberen Plus-Zwischenrädern mit $z = 10$.

Subtraktion



Beispiel 2:
Zentrale Zählräder mit jeweils drei Zehnerschaltnocken und den unteren Minus-Zwischenrädern mit $z = 10$.



Beispiel 3:
Auslösen der Zehnerübertragung durch Zehnerschaltnocke und Zehnerschaltnocken

Nach jedem Einrollen von zehn Zähnen durch die Zwischenräder (1) erfolgt ein Zehnerübertrag

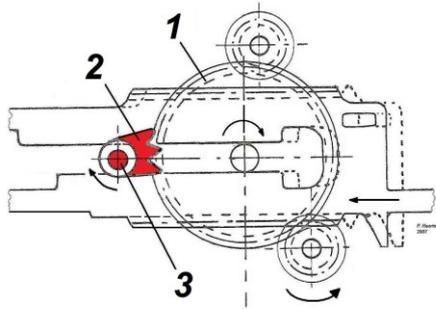
Der Schaltvorgang selbst wird ausgelöst durch eine Zehnerschaltnocke (2), deren Übertragungsnase (3) bei den Plus-/Minus-Drehrichtungen des Zählwerksrades von zwei Seiten angesteuert werden kann.

Über weitere Mechanismen bewirkt dies einen Zehnerschritt (4) bei der Zahnstange der nächsthöheren Dekade.

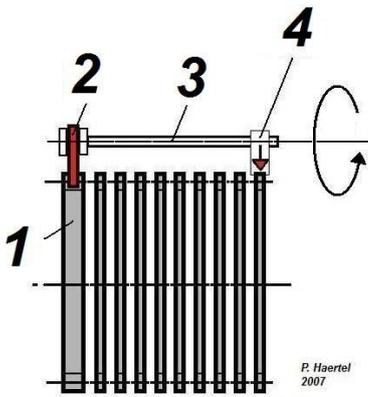
Nach der Ausgabe einer positiven Endsumme steht das Zählwerk mit Inhalt 0 auf Plus. Hierbei liegt - von der rechten Maschinenseite aus gesehen - bei jedem Zählwerksrad immer ein Zehnerschaltnocken rechts von der Übertragungsnase (2) der Zehnerschaltnocke (3).

5.3.1 Zehnringschaltung

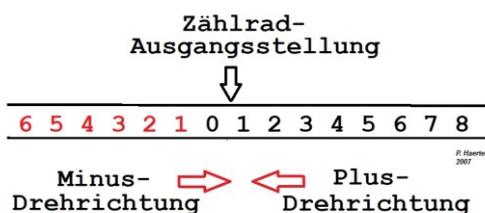
Wird danach z. B. der Wert **-7** eingegeben, so läuft die Zahnstange der ersten Dekade um sieben Schritte vor. Während des Ausdruckes schwenken



Beispiel 1:
Zahnsegment (2) und Saldierachse (3)
für die Zehnerringschaltung.



Beispiel 2:
Ablauf der Zehnerringschaltung über
die Saldierachse (3),
Rechenwerk 10-stellig



Beispiel 3:
Inhalt des Zählrades der ersten
Dekade vor der Zehnerringschaltung

die Minus-Zwischenräder in die unteren Zahnstangen ein (Beispiel 1), so dass bei dem nachfolgenden Zahnstangen-Rücklauf das Zählrad der ersten Dekade um sieben Zähne gedreht wird.

Durch die Minus-Drehrichtung des Zählrades und die Lage des Zehnerschaltnockens direkt vor der Übertragungs-nase des Zehnerschalthebels wird ein Zehnerschritt in der nächsthöheren Dekade auslöst.

Auch das Zählrad der zweiten Dekade bewegt sich nach dem Einrollen des Minuswertes 1 zwangsläufig um einen Zahn weiter, was wiederum einen Zehnerschritt in der dritten Dekade auslöst.

In dieser Form setzt sich der Schaltvorgang als „durchgehender Zehnerübertrag“ bis zu dem letzten, breiteren Zählrad (1) auf der linken Maschinenseite (von vorne gesehen) fort (Beispiel 2). Hier aber fehlt eine Zehnerschaltsklinke; dafür kämmt das Rad mit dem Zahnsegment (2), das mit der sogenannten Saldierachse (3) fest verbunden ist.

Im nächsten Schritt wird die aus dem letzten Zehnerübertrag resultierende Drehbewegung des linken Zählrades (1) durch das Zahnsegment (2) auf die Saldierachse (3) übertragen. Die geht hierdurch in eine Minus-Stellung.

Auf der rechten Seite der Saldierachse (Maschine von vorne gesehen) sitzt ein zweites Zahnsegment (4), das in Verbindung mit einer spe-



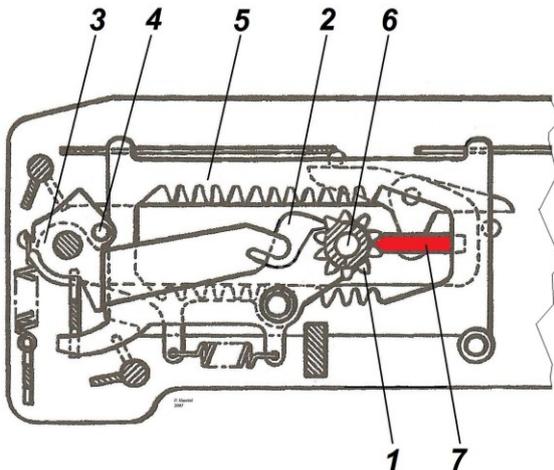
Maschinenbeispiel:
Modell XX 11 C-6,
mit Zehnerringschaltung mittels
Saldierachse.

ziellen Zehnerschaltklinke den Zehnerschritt an das Zählrad der ersten Dekade weiterleitet.

Bei Beginn der Rechnung stand das Zählrad der ersten Dekade - wie auch alle anderen Zählräder - mit Inhalt 0 auf Plus (Beispiel 3).

Bei Eingabe des Wertes **-7** machte das Zählrad folgerichtig auch sieben Schritte über 0, -1 nach -6. Dieses Ergebnis ist nicht richtig. Erst durch den Zehnerübertrag der Zehnerringschaltung auf die erste Dekade wurde der Wert von -6 auf den richtigen Wert -7 angehoben.

5.4 mit einem schwenkbaren Zählrädersatz in einer Rechenwerkskassette



Beispiel:
Ablauf der Zehnerübertragung beim Rücklauf der Rechenwerksmechanik

Das System entspricht dem Odhner-Patent Nr. SE196230 von 1960.

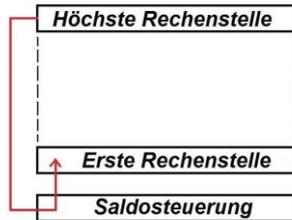
Auch hier hat jedes Zählrad (1) des Rädersatzes zehn Zähne, von denen ein breiterer der Zehnerschaltnocken ist. Mit jedem Durchlauf dieses Schaltnockens wird ein Übertragungshaken (2) ausgelöst, der wiederum einen Sperrhaken (3) betätigt und eine Sperre (4) für die Zahnstange (5) der nächsthöheren Dekade freigibt.

Die Zehnerübertragung erfolgt beim Rücklauf der Rechenwerksmechanik. Hier bewegt sich die freigeschaltete Zahnstange (5) bzw. die ganze Kassette um einen Schritt über die eigentliche Nulllage hinaus und übergibt den Wert 1 an das entsprechende Zählrad.

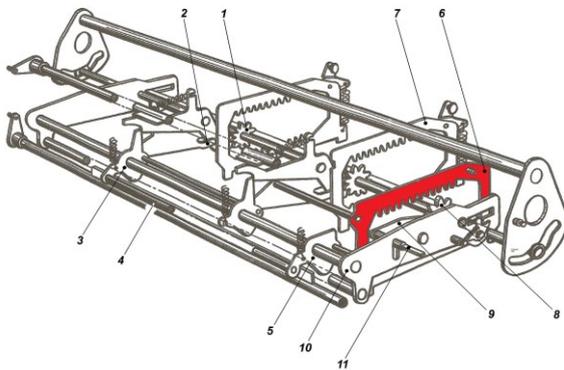
Nach Abschluss eines Rechenvorgangs geht die gemeinsame Achse (6) aller Zählräder (1) in eine Mittelstellung, die Zählräder selbst werden durch

ein Ausrichtglied (7)
verriegelt.

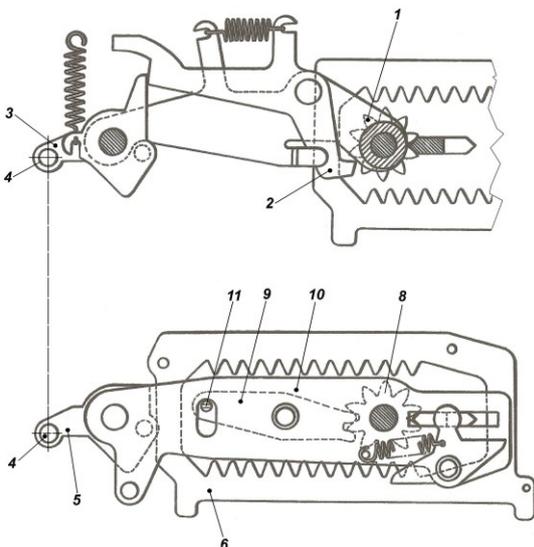
5.4.1 Zehnringschaltung



Beispiel 1:
Übertragung von der höchsten zur ersten Dekade über die Saldosteuerung.



Beispiel 2:
Zehnringschaltung nach SE196230



Beispiele 3 und 4:
Oben: Rechenwerkskassette der höchsten Dekade

Von der höchsten Wertstelle bzw. Dekade des Rechenwerks wird der Wert 1 ohne Zwischenoperationen direkt in die erste Wertstelle des Rechenwerks übertragen¹⁸.

Die Zehnringschaltung beginnt damit, dass der Zehnerschaltknocken des Zählrades (1) der höchsten Dekade den Übertragungshaken (2) und damit auch den Sperrhaken (3) auslöst, der in dieser Funktion auch als *Kredithaken* bezeichnet wird. Dieser ist über die Saldierachse (4) mit einem ähnlichen Sperrhaken (5) verbunden, der eine Verbindung zur Saldo-Zahnstange (6) herstellt. Diese liegt vor der Zahnstange der ersten Dekade (7) des Rechenwerks und ist funktionell mit dieser verbunden.

Wird durch Weitergabe aus der höchsten Dekade die Saldo-Zahnstange (6) um einen Schritt unter 0 bewegt, so folgt auch die Zahnstange der ersten Dekade (7). Auslöser ist das Zähl- oder auch *Kreditrad* (8) der Saldo-Zahnstange (6 / rot markiert). Es hat keinen Übertragungshaken und betätigt bei der Drehung um einen Schritt eine Saldosperre (9), die an einem Tragarm (10) gelagert ist und über einen Sperrzapfen (11) die Zahnstange der ersten Dekade (7) freigibt.

¹⁸ Schwedisches Patent- und Registrieramt, Patentschrift Nr. 203393 v. 21.06.1960: *Kreditsaldoanordning vid komplett räkneverk för additionsmaskiner, bokförings-maskiner och andra räknande maskiner*, Erfinder: Sven Leopold Almvide, Patentinhaber: AB Original-Odhner, Göteborg

Unten: Saldo-Zahnstange vor der Rechenwerkskassette der ersten Dekade.

Anmerkungen:

1. Rechenwerkskassette:
s. auch Abs. 2.3.3
2. Saldierachse:
auch Kreditsaldbügel
3. Saldo-Zahnstange:
auch Kreditsaldozahnstange

6. Rechenmechaniken ohne Saldofunktion

6.1 Allgemein:

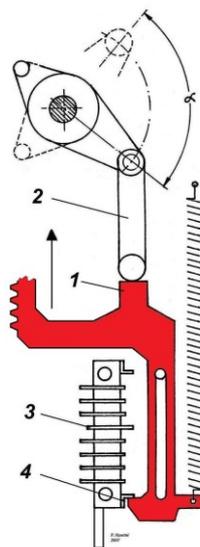
Beschrieben wird das Zusammenwirken der nicht saldierenden Rechenwerke mit den Eingabe- und Ausgabeeinrichtungen. Zur Erklärung herangezogen wurden typische Konstruktionsbeispiele aus Zehnertastatur-Maschinen.

Die Reihenfolge der beschriebenen Grundfunktionen entspricht im Wesentlichen dem Ablauf eines Rechenvorgangs und erfolgt anhand vereinfachter Funktionsbilder.

Zum besseren Verständnis wird nochmals auf die Definitionen der Begriffe *Zählwerk*, *Rechenwerk* und *Rechenmechanik* nach Abs. 1.1 verwiesen.

Begriffe und Beispiele zur Klassifizierung nicht saldierender Rechenmechaniken

6.2 Vorlauf zur Werteinlagerung



Beispiel:

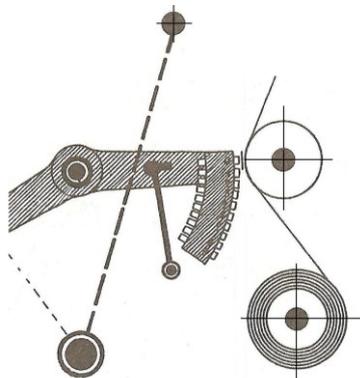
Arretierung der Zahnstangen in den Dekaden ohne Eingabe.

Nach Betätigen der Motortaste bzw. beim Ziehen eines Hand-Zughebels werden die Übergabe-Zahnschienen (1) durch einen Schieber (2) gleitend freigegeben und durch Federkraft gegen die gesetzten Stellstifte (3) bzw. den Neuneranschlag des Stiftschlittens gezogen. Bei höheren Dekaden ohne Eingabe werden die Zahnstangen von der sogenannten Nullenleiste (4) in der Grundstellung gehalten.

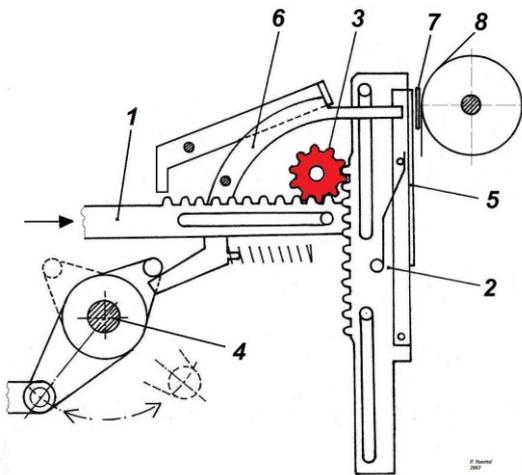
Anmerkungen:

1. Nullenleiste: auch Nullenkamm
2. Ausdruck der Nullen innerhalb einer Zahl: s. Teil 4 / Abs. 2.5.1

6.3 Ausdruck des Eingabewertes



Beispiel 1:
Druckwerk der ersten Burroughs-Addiermaschine der Klasse 1



Beispiel 2:
Typenstangen-Druckwerk (Schema)

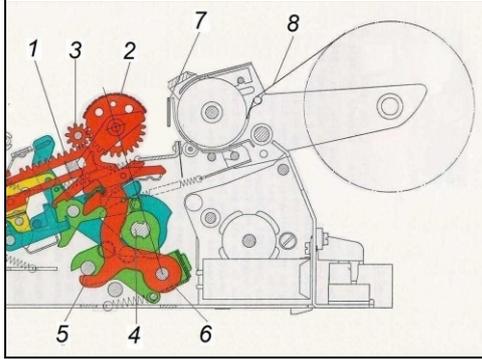
Beispiel 1: Die ersten druckenden Addiermaschinen, Produkte der *American Arithmometer Comp.* (später *Burroughs*), kamen 1895 auf den Markt. Sie waren groß, schwer und standen auf einem Stahlrohrständer. Die Einzelteile des Druckwerks waren entsprechend groß und robust, die Funktion gut überschaubar.

Bei den Druckwerken nachfolgender Fabrikate dominieren Stangen und Segmente als Träger der Drucktypen.

Beispiel 2: Synchron zum Vorschwingen der Zahnstangen (1) werden die verzahnten Typenstangen (2) über Zwischenräder (3) in ihre Druckposition gehoben. Mit Erreichen des äußersten Arbeitspunktes der oszillierenden Hauptwelle (4) liegen die dem Eingabewert entsprechenden Drucktypen (5) der Typenstangen ausgerichtet auf einer gemeinsamen Drucklinie¹⁹. Mit dem Auslösen der Druckhämmer (6) schlagen die Typen gegen das Farbband (7) vor dem Papierstreifen (8), wo der Abdruck erfolgt. Die Druckhämmer werden beim Rücklauf der Maschine wieder gespannt durch Nocken auf der Hauptwelle.

Beispiel 3: Neuere Maschinen der 1960er Jahren erinnern nur noch wenig an die Technik der Anfangsjahre. Deutlich kleinere und leichtere Typenrad-Druckwerke ermöglichen eine höhere Druckgeschwindigkeit.

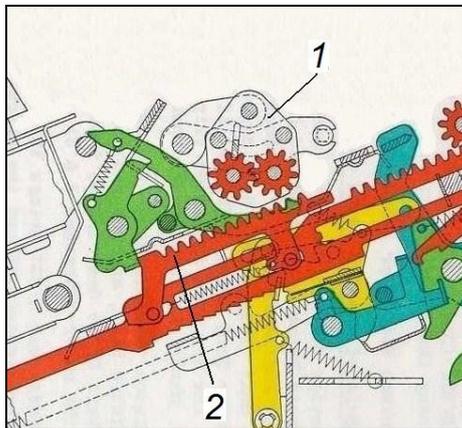
¹⁹ vgl.: *Die Klassifizierung mechanischer Rechenmaschinen*, Teil 4 / Abs. 1.1



Beispiel 3:
Walther comptess,
Typenrad-Druckwerk

Hier werden z. B. beim Vorlauf der Zahnstangen (1) teilverzahnte Typenräder (2) über Zwischenräder (3) in ihre Druckposition gedreht. Ausgelöst durch Steuernocken auf der rotierenden Hauptwelle (4) schwenkt das Druckwerk (5) in seiner Lagerung (6) und die Typenräder (2) schlagen auf das Farbband (7) vor dem Papierstreifen (8).

6.4 Einlagerung des Rechenwertes



Beispiel:
Walther comptess, Werteeinlagerung bei zwei Zählrädern.

Bei Maschinen mit zwei Zählrädern wird beim Addieren das Zählwerk (1) mit seinem Plus-Rädernsatz mit Beginn des Maschinenrücklaufs in die Übergabe-Zahnschiene (2) eingeschwenkt und der Wert eingerollt. Gleichzeitig wird der Wert aus dem Minus-Rädernsatz ausgerollt.

Das Subtrahieren unterscheidet sich von der Addition nur dadurch, dass nach dem Einschwenken des Minusrädernsatzes der Minuswert hier eingerollt und gleichzeitig beim Plus-Rädernsatz ausgerollt wird.

	Grundstellung	
	Plusräder / Minusräder	
→	000000000	999999999
+ 12	000000012	999999987
- 13	999999999	000000000

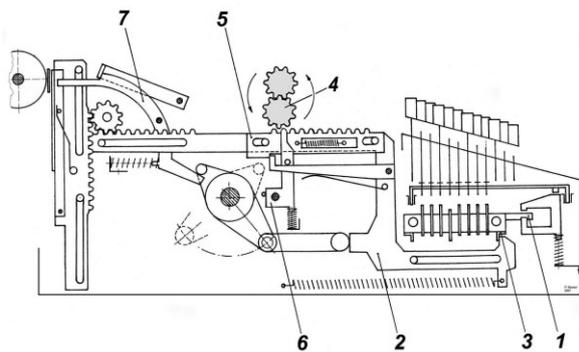
Beispiel:
Zählwerksbelegungen während eines Rechenganges

Getriebetechnisch gesehen arbeiten eingeschwenkte Minus-Zählräder als Zwischenräder für die Plus-Zählräder zwecks Änderung der Drehrichtung beim Subtrahieren.

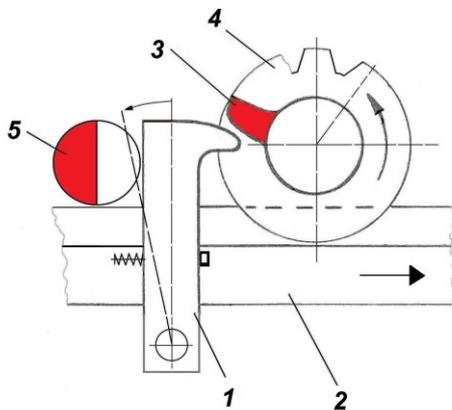
Das Zählwerk wird bei Beginn eines neuen Additions- oder Subtraktionsvorgangs immer wieder ausgeschwenkt.

6.5 Zwischensumme

Mit dem Drücken der Zwischensummentaste wird der Stiftschlitten (1) um die halbe Sprungweite verstellt, so dass

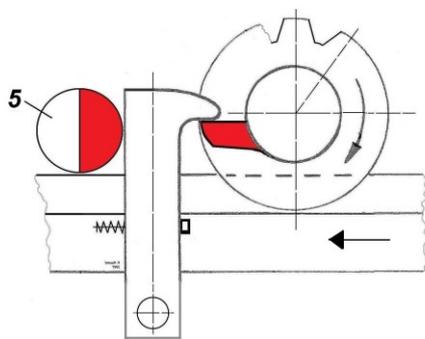


Beispiel 1:
Ablauf der Funktion „Zwischensumme“
mit eingeschwenkten Plus-Rädersatz.



Beispiel 2:
Blockierung der Zehnerschaltnocken
durch Sperrklinken,

a) Freigabe beim Vorlauf



b) Blockierung beim Rücklauf

die Zahnstangen (2) durch Schlitze in der kammartig ausgebildeten Nullenleiste (3) freigegeben werden (Beispiel 1). Gleichzeitig wird der Plus-Rädersatz (4) des Zählwerks in die Übergabe-Zahnschienen (5) eingeschwenkt. Damit kann der gespeicherte Wert beim Vorlauf der Mechanik ausgerollt werden.

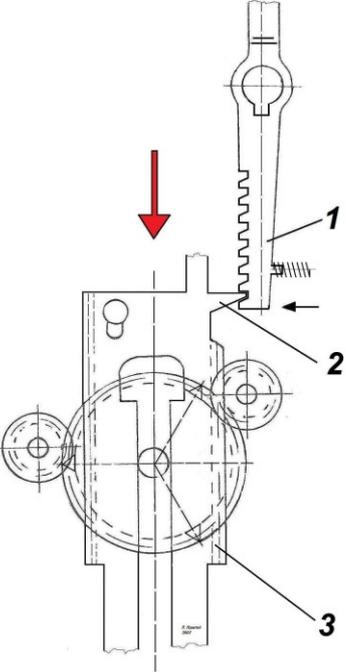
Hierbei werden die Zählräder in ihrer Nullstellung dadurch blockiert, dass die Zehnerschaltnocken gegen die Zehnerschaltnocken (6) schlagen, die in dieser Funktion arretiert sind.

Nach dem Auslösen der Druckhämmer (7) und Zwischen-summen-Ausdruck wird der Wert beim Rücklauf der Mechanik wieder in den Plus-Rädersatz (4) eingerollt, der Stiftschlitten (1) in Grundstellung gebracht und die Blockierung der Zehnerschaltnocken (6) aufgehoben.

Eine Variante der Zählräder-Blockierung (Beispiel 2a) arbeitet mit federnd angeordneten Sperrklinken (1), die beim Vorlauf der Zahnstangen (2) durch den Zehnerschaltnocken (3) des Zählrades (4) ausgelenkt werden.

Beim Rücklauf (Beispiel 2b) schlägt der Zehnerschaltnocken (3) unter die Sperrklinke (1). Aufgrund einer 180°-Drehung der Sperrwelle (5) zu Beginn des Rücklaufes kann diese jetzt nicht ausgelenkt werden, das Zählrad (4) wird blockiert.

<p>6.6 Endsumme</p>	<p>Die ersten Abläufe entsprechen der Zwischensummen-Funktion. Lediglich der für den Summenausdruck auf 0 gesetzte Plus-Rädersatz wird beim Rücklauf der Rechenmechanik ausgeschwenkt und nimmt den Wert nicht wieder auf.</p>
----------------------------	--

<p>6.6.1 Summenschlagsperre</p>  <p><u>Beispiel:</u> Summenschlagsperre bei Odhner-Maschinen mit einem Zählrädersatz.</p>	<p>Bei älteren Maschinen bis etwa 1950 bewirkte das Ausschwenken des Plus-Rädersatzes häufig noch ein schlagartiges Zurückfahren der Zahnstangen in ihre Grundstellung, was mit starkem Geräusch und hoher Materialbeanspruchung verbunden war.</p> <p>Mit Einführung der so genannten <i>Summenschlagsperre</i> wurden diese Nachteile aufgehoben. Hierbei werden die Zahnstangen kurz vor dem Ausschwenken des Rädersatzes abgefangen und gedämpft in ihre Grundstellung geführt. Dies kann z. B. in der Form erfolgen, dass eine verzahnte Summenschlagsperre (1) in eine Fangvorrichtung (2) am hinteren Teil der Zahnstange (3) eingerastet wird.</p> <p>Beim weiteren Rücklauf wird die federnde Sperre (1) immer dann zur Seite ausgelenkt, wenn die Fangvorrichtung über einen der Zähne läuft. Die so erzeugte Reibung bewirkt einen gedämpften Zahnstangen-Rücklauf.</p>
--	--

<p>6.7 Schreiben von Hinweiszahlen</p>	<p>Mit der sogenannten <i>Nummernschaltung</i> ist eine Sperrfunktion gekoppelt, die das Einschwenken des Rechenwerkes in die Übergabe-Zahnschienen verhindert. Eine eingegebene Zahl wird lediglich ausgedruckt, rechnerisch aber nicht verarbeitet.</p>
---	---

7. Rechenmechaniken mit Saldo-Funktion

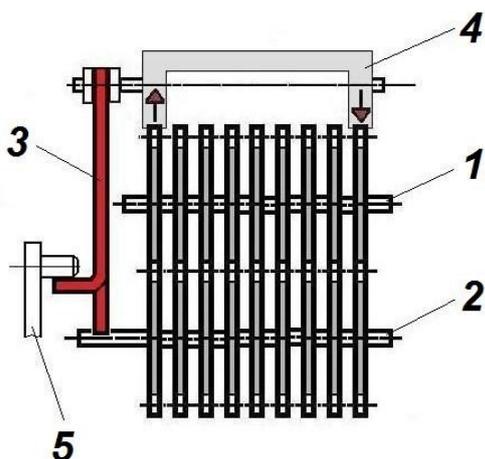
7.1 Allgemein:

Das Zusammenwirken saldierender Rechenwerke mit den Eingabe- und Ausgabeeinrichtungen entspricht im Wesentlichen den allgemeinen Beispielen nach Abschnitt 6. Nachfolgend beschrieben werden nur abweichende bzw. zusätzliche Funktionen.

Begriffe und Beispiele zur Klassifizierung saldierender Rechenmechaniken

7.2 mit zwei Zählrädern

7.2.1 Zwischen- und Endsumme



Beispiel:

Schema der Plus / Minus-Ansteuerung des Rechenwerks durch den Saldofühlhebel (rot markiert).

Es bedeuten:

- 1. Plusrädersatz, } im Beispiel
- 2. Minusrädersatz } 9-stellig
- 3. Saldofühlhebel
- 4. Kreisschaltbrücke
- 5. Saldenhebel

Für den Ausdruck einer Summe müssen der Plusrädersatz (1) oder Minusrädersatz (2) des Rechenwerks angesteuert werden.

Die Auswahl erfolgt durch Abfrage der Inhalte der Rädersatzes. Dies geschieht z. B. durch den sogenannten Saldofühlhebel (3), der mit einer Kreisschaltbrücke (4) für die Zehnerringschaltung von der letzten zur ersten Dekade gekoppelt ist.

Wurde der Minusrädersatz (2) eingeschwenkt und eine Zehnerringschaltung durchgeführt, so ist der Inhalt des Rechenwerks negativ.

Bei dieser Zehnerringschaltung hat sich der Saldofühlhebel (3), ausgelöst durch die Kreisschaltbrücke (4), auf die Achse des Minusrädersatzes (2) gelegt. Bei einem nachfolgenden Summenzug löst er in dieser Position den sogenannten Saldenhebel (5) aus, der die Ansteuerung des Minusrädersatzes (2) auslöst.

Wurde dagegen der Wert 0 überschritten, so fällt der Saldofühlhebel (3) unter die Achse des Minusrädersatzes (2). In dieser Position kann

er den Saldenhebel (5) nicht auslösen und der Plusrädersatz (1) wird eingeschwenkt.

7.3 bei einem feststehenden Zählrädersatz



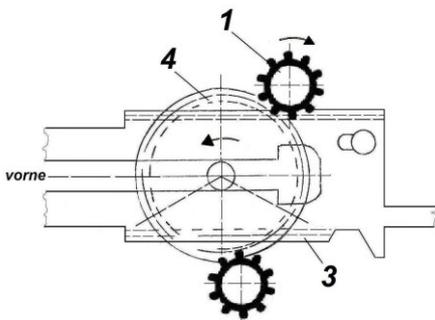
Beispiel:
Odhner X 9 S-5, saldierend, mit feststehendem Zählrädersatz

- Die Einzelfunktionen
- Werteeingabe
 - Vorbereitung zur Werteeinlagerung und
 - Ausdruck des Eingabewertes

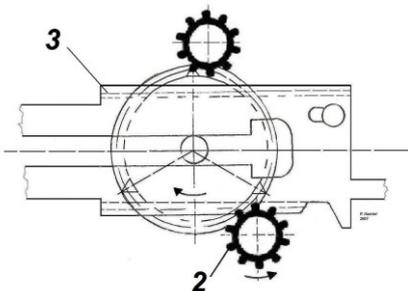
entsprechen im Wesentlichen den Abläufen bei Maschinen mit zwei Zählwerksrädern. Funktionsabweichungen beginnen erst mit der Einlagerung des Rechenwertes.

Anmerkung:
s. auch Abs. 2.3.2

7.3.1 Einlagerung des Rechenwertes



Beispiel 1:
Stellung der Plus-Zwischenräder (1) bei Addition (Schema)



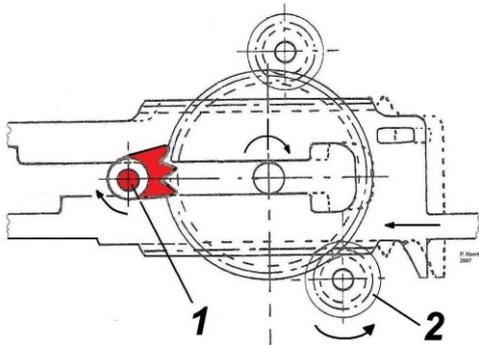
Beispiel 2:
Stellung der Minus-Zwischenräder (2) bei Subtraktion (Schema)

Die Einlagerung der Rechenwerte erfolgt nach dessen Ausdruck mit dem Rücklauf der Zahnstangen (4).

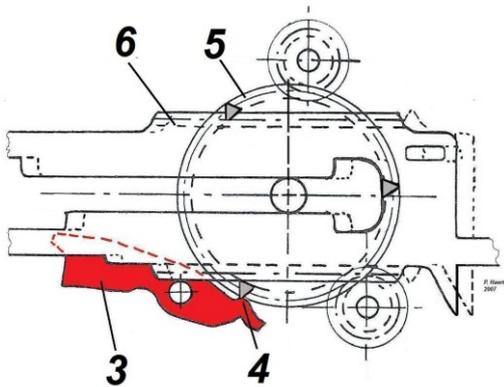
Eine Verbindung zwischen den Zahnstangen (3) und den Zählrädern (4) wird durch die eingeschwenkten Plus-Zwischenräder (1) nach Beispiel 1 oder durch die eingeschwenkten Minus-Zwischenräder (2) nach Beispiel 2 hergestellt.

Anmerkung:
Die Zahnstangen zur Übertragung des Rechenwertes in das Rechenwerk werden auch Einlagerer genannt.

7.3.2 Zwischen- und Endsumme



Beispiel 1:
Steuerung der Plus- / Minus-
Zwischenräder über die Saldierachse.



Beispiel 2:
Blockierung der Zehnerschaltklinken
bei Zwischen- und Endsumme

Beispiel 1:
Wird eine Zwischensumme gezogen, so bewirkt die Stellung der Saldierachse (1) z. B. bei einem gespeicherten Minus-Wert ein Einschwenken der Minus-Zwischenräder (2).

Beispiel 2:
Zeitgleich werden alle Zehnerschaltklinken (3) blockiert, so dass die Zehnerschalt-nocken (4) der Zählräder (5) beim Vorlauf der Zahnstangen (6) hier auflaufen und deren Drehung begrenzen.

Nach dem Ausdruck der Zwischensumme wird der Wert beim Rücklauf der Zahnstangen wieder in die Zählräder eingerollt.

Wird dagegen die Endsumme gezogen, so gleichen die Abläufe bis zum Ausdruck noch der Zwischensummen-Funktion.

Danach aber wird der für den Summenausdruck auf 0 gesetzte Plus-Rädersatz beim Rücklauf der Rechenmechanik ausgeschwenkt und nimmt den Wert nicht wieder auf.