

Funktion einer Rechenmaschine

Wie arbeitet eine mechanische Rechenmaschine?

- Die Funktionen der Addiermaschine -

1. Einleitung:

Anfang der 1960er Jahre kamen die ersten elektronischen Tischrechner auf den Markt und die mechanischen Rechenmaschinen verschwanden innerhalb weniger Jahren von den Arbeitsplätzen. Heute sind rund fünfzig Jahre vergangen und die Vertreter einer vergangenen Technik werden als Meisterwerke der Feinmechanik in privaten Sammlungen und Museen bestaunt. Der Blick unter das Gehäuse bietet uns eine verwirrende Ansammlung unterschiedlicher Hebel, Getrieberäder, Rollen, Stangen, Zug- und Druckfedern, Kurvenscheiben und Wellen, gehalten von vielen Schrauben, Muttern und Sicherungsringen (Abb. 1). Für einen Laien ist es nur schwer vorstellbar, wie mit diesem Innenleben Rechenwerte entstehen und verarbeitet werden.



Abb. 1: Addiermaschinen im *Handwerkermuseum Lilienhof* in Lilienthal-Worphausen

Je nach Fabrikat und Konstruktion können mit den mechanischen Rechenmaschinen bis zu vier der Grundrechenarten durchgeführt werden. Wir unterscheiden:

Maschinenart:	addiert	subtrahiert	multipl.	dividiert
	+	-	•	:
Einspezies-Maschine	x			
Zweispesies-Maschine	x	x		
Dreispesies-Maschine	x	x	x	
Vierspezies-Maschine	x	x	x	x

Für Vierspezies-Maschinen mit Quadratwurzel-Funktion wurde in Veröffentlichungen um 1954 der Begriff „*Fünfspezies-Maschine*“ geprägt; dieser hat sich weder in deutschen noch in internationalen Normgremien durchgesetzt.

2. Der Aufbau einer Rechenmaschine:

Für die Durchführung der vier Grundrechenarten gibt es in der Praxis viele unterschiedliche konstruktive Lösungen, die in der Regel aber zu gleichen bzw. ähnlichen Rechenabläufen führen. Sie alle zu beschreiben ist hier nicht möglich. Die Unterscheidungen sind zum Teil auch nur gering und für ein grundsätzliches Verständnis ohne Bedeutung.

Die Zeichnung (Abb. 2) zeigt in vereinfachter Form die wichtigsten Funktionselemente einer schreibenden Zweispezies-Addiermaschine mit Zehnertastatur.

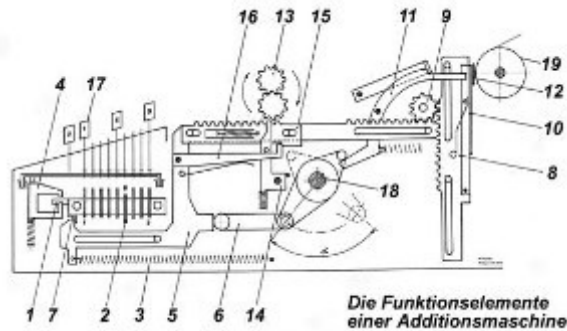


Abb. 2: Innenaufbau einer druckenden Zweispezies-Maschine

Die hierzu aufgelisteten und in den nachfolgenden Texten benutzten Begriffe gehörten zur Fachsprache des ausgestorbenen Büromaschinenmechanikers:

1	Stiftschlitten	11	Druckhämmer
2	Eingabestifte	12	Farbband
3	Zugfedern	13	Plus- / Minus-Rädersätze
4	Schaltenschloss	14	Zehnerschaltklinken
5	Zahnstangen-Träger	15	Übergabe-Zahnschienen
6	Schieber	16	Stützhebel
7	Nullenleiste	17	Zehnertastatur
8	Typenstangen	18	Hauptwelle
9	Zwischenräder	19	Papierrolle
10	Drucktypen 0, 1 bis 9		

3. Der Rechenablauf:

Die Reihenfolge der beschriebenen Funktionsabläufe entspricht im Wesentlichen dem Ablauf eines Rechenvorganges bei einer Maschine ohne Saldofunktion[1].

3.1 Wie kommt ein Rechenwert in die Maschine?

Rechenwerte werden über die Zifferntasten 0, 1 bis 9 der Zehner-Tastatur eingegeben. Die Eingabe eines mehrstelligen Rechenwertes - Beispiel **95481** – beginnt immer mit der höchsten (linken) Zehnerstelle.

Alle Stellen dieser fünfstelligen Zahl werden von einem Eingabespeicher, dem so genannten Stiftschlitten (Abb. 3), aufgenommen.

Für jede Eingabestellen – in der folgenden Abbildung sind es maximal elf - gibt es neun Eingabestifte (1), die nach unten verschoben werden. Sie entsprechen den Zahlenwerten 1 bis 9. Nach jeder Eingabe eines einstelligen Teilwertes springt der Stiftschlitten um eine Teilung seiner Verzahnung (2) nach links.

Die Anzahl jeweils eingegebener Stellen eines Rechenwertes wird durch einen Stellenzeiger (3) angezeigt.

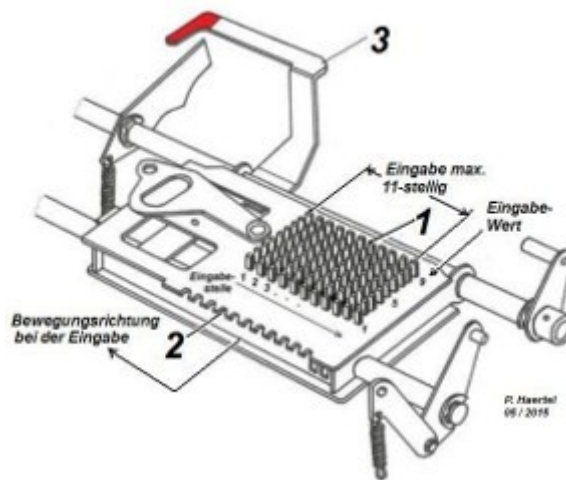


Abb. 3: Der Eingabespeicher (Stiftschlitten)

3.2. Die Abfrage des Eingabespeichers:

Die Abfrage des Eingabespeichers erfolgt durch sogenannte Zahnstangen-Träger (1), die in ihrer Grundstellung von der Nullenleiste (2) am Stiftschlitten (3) gesperrt werden (Abb. 4).

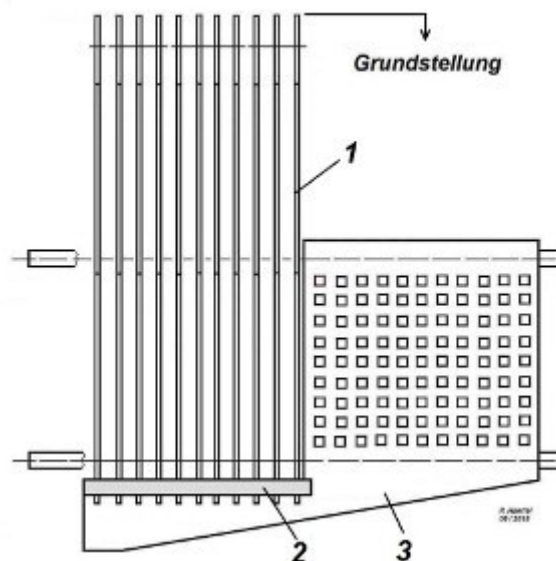


Abb. 4: Grundstellung der Zahnstangen-Träger

Mit der stellenweisen Eingabe z. B. der fünfstelligen Zahl **95481** werden durch das gleichzeitige und schrittweise Verschieben der Nullenleiste (2) mit Stiftschlitten (3) die fünf Zahnstangen-Träger (1) nacheinander entriegelt (Abb. 5).

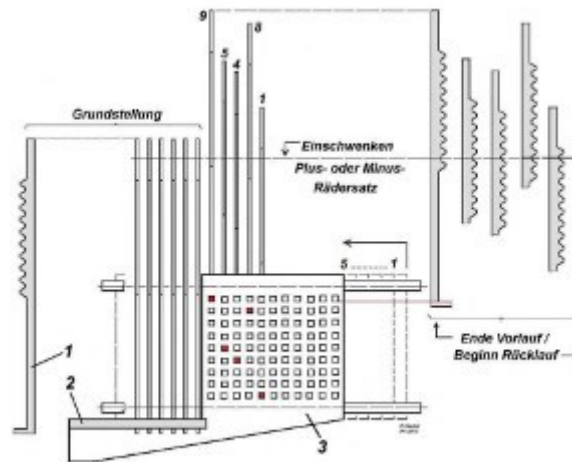


Abb. 5: Übernahme der fünfstelligen Zahl 95481

Zahnstangen-Träger (1) höherer Zehnerstellen ohne Eingabe werden weiter von der Nullenleiste (2) in ihrer Grundstellung gehalten.

Beim Drücken der Motortaste oder Ziehen des Hand-Zughebels werden freigegebene Zahnstangen-Träger (1) durch einen Schieber (2) gleitend freigegeben und durch Federkraft gegen die gesetzten Eingabestifte (3) des Stiftschlittens (4) gezogen (Abb. 6).

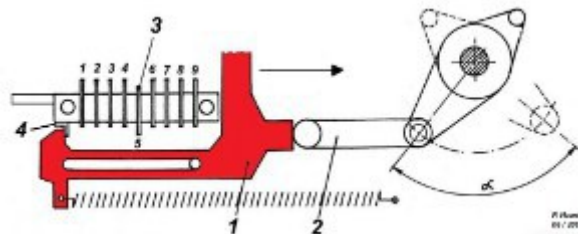


Abb. 6: Abfrage des Eingabespeichers

Bei dem Zahlenbeispiel **95481** legt der Zahnstangen-Träger (1) in der Zehntausender-Stelle den längsten, in der Einer-Stelle den kürzesten Weg zurück (Abb. 5).

3.3. Ausdruck und Löschen des eingegebenen Wertes:

Synchron zum Vorlauf > der Zahnstangen-Träger (1) werden die zugeordneten Typenstangen (2) durch Zwischenräder (3) angehoben und in ihre Druckposition gefahren (Abb. 7).

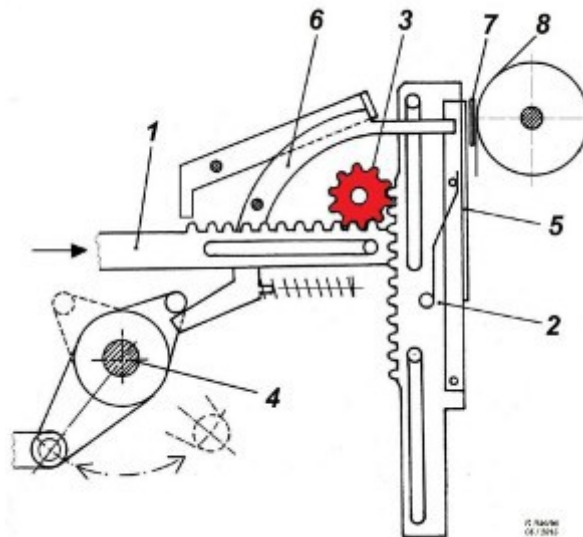


Abb. 7: Druckvorgang

Nach Erreichen des äußersten Arbeitspunktes der oszillierenden Hauptwelle (4) liegen die Drucktypen (5) mit den fünf Ziffern **9 5 4 8 1** auf einer gemeinsamen Drucklinie. Jetzt werden die Druckhämmer (6) ausgelöst und schlagen die Drucktypen (5) gegen das Farbband (7) vor dem Papierstreifen (8), wo der Abdruck erfolgt. Die Druckhämmer (6) werden beim Rücklauf der Maschine durch Nocken auf der Hauptwelle (4) wieder gespannt.

Bei der Addition unterschiedlicher Summanden wird der Stiftschlitten am Ende eines Maschinenganges wieder in die rechts Ausgangsstellung geschoben; hierbei werden alle gesetzten Eingabestifte wieder hochgedrückt (gelöscht).

Anders ist es, wenn die Wiederholungs-Taste (Repetier-Taste) gedrückt wurde und ein eingegebener Summand mehrfach addiert werden soll. In diesem Fall wird die Löschung des Stiftschlittens aufgehoben.

2.4 Das Rechenwerk:

Das Rechenwerk ist das Herz der Maschine. Es besteht es aus Zählrädern und einer Mechanik für die Zehnerübertragung.

Die Zählräder der Zweispezies-Maschinen (Abb. 8) setzen sich zusammen aus einem Plusrädernsatz (1) und einem Minusrädernsatz (2). Beide sind über ihre Verzahnung gekoppelt.

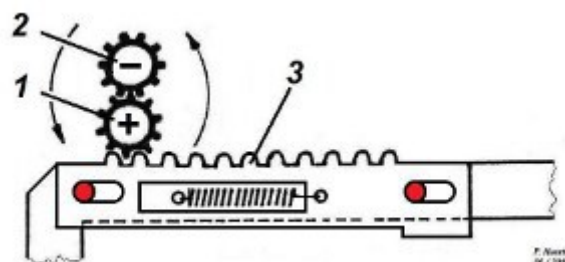


Abb. 8: Werteübergabe

Die Rädersatzes werden gemeinsam in einem drehbaren Gehäuse gelagert, das zum Einschwenken eines Rädersatzes in den Übergabebereich (3) der Zahnstangen-Träger auch eine kleine Vertikalbewegung durchführt. Die Anzahl der Zählräder entspricht der max. Rechenkapazität der Maschine. In der Grundstellung - keine Werte im Rechenwerk - stehen alle Plusräder (1) auf 0 und alle Minusräder (2) auf 9.

Bei einer Addition wird mit Beginn des Maschinenrücklaufes < das Rechenwerk mit dem Plusrädersatz (1) in die Übergabe- Zahnschienen (3) eingeschwenkt und der Wert eingerollt. Gleichzeitig wird dieser Wert aus dem Minusrädersatz (2) ausgerollt.

Eine Subtraktion unterscheidet sich von der Addition nur dadurch, dass hierbei der Minusrädersatz (2) eingeschwenkt wird. Danach wird der Minus-Wert eingerollt (addiert) und aus den Plusrädern (1) ausgerollt.

Die Zählrädersatzes werden mit Beginn eines neuen Additions- oder Subtraktionsvorgangs wieder ausgeschwenkt.

Wichtigste Funktion bei der Übergabe eines Rechenwertes an einen Zählrädersatz ist die Zehnerübertragung (Abb. 9).

Jedes Zählrad hat zehn Zähne, von denen einer durch Verbreiterung zum Zehnerschaltnocken wird. Wird bei einem Additions- oder Subtraktionsvorgang der Wert 10 erreicht oder überschritten, so wird in das Zählrad der nächsthöheren Dekade zusätzlich der Wert 1 eingerollt.

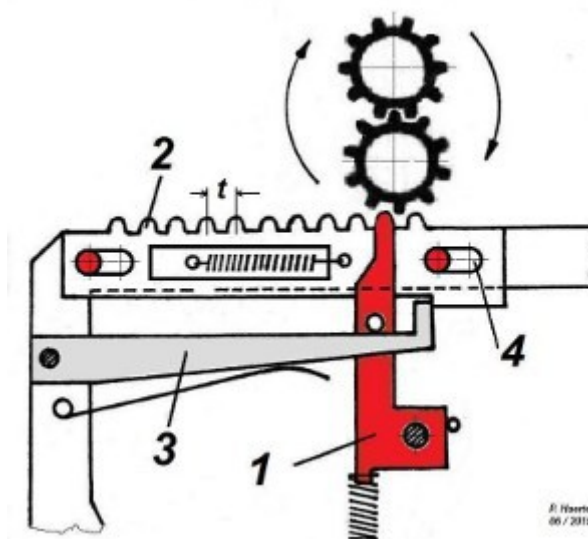


Abb. 9:

Das Rechenwerk mit zwei Zählrädersatzes
und dem Mechanismus der Zehnerübertragung.

Der Vorgang erfolgt beim Rücklauf der Maschine durch die Zehnerschaltnocken in Verbindung mit den Zehnerschaltschaltklinken (1).

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.

Beim Verdrehen eines Zählrades vom neunten auf den zehnten Zahn erfolgt die Zehnerschaltung. Hierbei drückt der Zehnerschaltnocken die Zehnerschaltschaltklinke (1) nach unten. Hierdurch wird der Stützhebel (3), der den Anschlag der Übergabe-Zahnschiene (2) bildet, nach unten geschwenkt. Diese bewegt sich durch Zugfederkraft in ihren Langlöchern (4). Der zurückgelegte Weg entspricht einer Zahnteilung t der Übergabe-Zahnschiene (2), d. h.

der zusätzliche Wert 1 wird in das nächsthöhere Zählrad eingerollt.

Mit dem Ausschwenken des Zählwerkes zu Beginn des nächsten Arbeitstaktes werden zeitgleich die vorgefallenen Übergabe-Zahnschienen (2) und die Zehnerschaltklinken (1) durch Spannhebel wieder in die Grundstellung gebracht.

Die Zählräderbelegungen während eines Rechenganges:

Plusrädersatz / Minusrädersatz

1. Grundstellung : 0000000000 9999999999
2. Addition + 12 : 0000000012 9999999987
3. Subtraktion - 13 : 9999999999 0000000000

2.6. Abfragen des Rechenwerkes:

Über Funktionstasten kann der Inhalt des Rechenwerkes als

- Zwischensumme oder Endsumme

abgefragt werden (Abb. 10).

Zwischensumme: Mit dem Drücken der Zwischensummentaste wird der Stiftschlitten (1) um einen halben Schritt verstellt, so dass die Zahnstangen-Träger (2) durch Schlitze in der kammartig ausgebildeten Nullenleiste (3) freigegeben werden. Gleichzeitig wird der Plus-Rädersatz des Rechenwerkes (4) in die Übergabe-Zahnschienen (5) eingeschwenkt. Damit kann der gespeicherte Wert beim Vorlauf der Mechanik ausgerollt werden. Hierbei werden die Zählräder des Rechenwerkes in ihrer Nullstellung blockiert, indem die Zehnerschaltnocken gegen die Zehnerschaltklinken (6) schlagen, die in dieser Funktion blockiert sind.

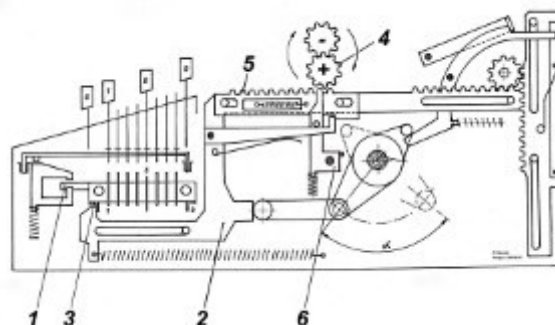


Abb. 10: Zwischen- und Endsumme

Nach dem Ausdrucken wird der Wert beim Rücklauf der Mechanik wieder in den Plus-Rädersatz (4) eingerollt, der Stiftschlitten (1) in Grundstellung gebracht und die Blockierung der Zehnerschaltklinken (6) aufgehoben.

Endsumme: Die Funktionsabläufe sind im Wesentlichen gleich. Lediglich der für den Summenausdruck auf 0 gesetzte Plus-Rädersatz (4) wird beim Rücklauf der Mechanik ausgeschwenkt und nimmt den Wert nicht wieder auf.

2.7 Schreiben von Hinweiszahlen:

Mit dem Drücken der Nichtrechentaste wird eine vorab eingegebene Zahl zur *Hinweiszahl*. Sie wird mit der Kennzeichnung # ausgedruckt, rechnerisch aber nicht verarbeitet.

Mit der Nichtrechentaste ist eine Sperrfunktion gekoppelt, die das Einschwenken des Zählrädersatzes (4) in die Übergabe-Zahnschienen (5) verhindert (Abb. 10).

Text und Abbildungen:

Peter Haertel, Lilienthal,

Mitglied im / member of

IFHB Internationales Forum Historische Bürowelt

Copyright © 2015 Peter Haertel

[1] Saldofunktion: Darstellen auch eines negativen Rechenergebnisses als absolute Zahl mit Minus-Kennzeichnung.

[2] Bezeichnung auch Nullenkamm

Copyright © 2010 De oll'n Handwarkers ut Worphusen un annere Dörper e.V.