Aus: Karmarsch und Heeren's Technisches Wörterbuch.
Dritte Auflage, VII. Band, Prag 1884,
Suchbegriff Rechenmaschine

Rechenmaschine. Man versteht unter Rechenmaschinen die Apparate, welche zur Ausführung von Rechnungsoperationen mit benannten Zahlen dienen.

Man kann die Rechenmaschinen in mechanische und algebraische theilen, von denen die ersteren als eigentliche Maschinen im Sinne der Kinematik gelten können, die letzteren mehr den Charakter mathematischer Hilfsmittel tragen. Erstere werden auch gewöhnlich Rechenmaschinen genannt; letztere umfassen die logarithmischen Rechenschieber und andere auf entsprechenden Principien aufgebaute Anordnungen.

Die Notwendigkeit, wichtigere Rechnungen mindestens doppelt ausführen zu müssen, um Fehler möglichst zu vermeiden, die Unmöglichkeit, umfangreichere Rechnungen fehlerlos durchzuführen, das Widerstreben des menschlichen Geistes, die mechanische Geistesthätigkeit des Rechnens auf längere Zeit unausgesetzt zu üben, muss schon im Alterthume zu Versuchen der Lösung des Problems der Rechenmaschine geführt haben.

Die Riesenbauten des Alterthums boten jedenfalls Gelegenheit genug, für die dabei nöthigen Berechnungen eine Erleichterung anzustreben.

Von den damals wie heute ohne Zusammenhang ausgeführten Versuchen ist uns keine Kunde geblieben.

Eignete sich nun auch das römische Zahlensystem zur mechanischen Verwendung, so waren doch wiederum Zahlenlehre und Mechanik zu unentwickelt, um praktisch wirklich brauchbare Maschinen zu liefern.

Betrachtet man die Maschine vom Standpunkt der Mechanik, so hat sie die Aufgabe zu lösen, die Addition zweier Zahlen auszuführen, da hierauf das Rechnen in sämmtlichen Rechenmaschinen zurückgeführt ist. z. B.

$$\begin{array}{rcccc} & 2 & 4 & 1 & \\ & 1 & 2 & 6 & + \\ \hline = & 2+1 & 4+2 & 1+6 & \\ = & 3 & 6 & 7 & \end{array}$$

Es ist dies durch Scheiben mit drehender oder Stäbchen mit fortschreitender Bewegung ausführbar, sofern auf diesen die Zahlen von 0 bis 9 aufgetragen

sind und für jede Stelle (Einer, Zehner etc.) eine von der Bewegung der Übrigen unabhängige Scheibe etc. vorhanden ist.

Der Mechanismus, welcher diese, für jede Rechnung im Allgemeinen bestimmte Drehung auszuführen hat, ist das S c h a l t w e r k.

Die veränderliche Drehungsgrösse kann nun erreicht werden 1. durch Einschaltung neuer Theile (T h o m a s), 2. Begrenzung der Wirkung desselben Theiles (R o t h u. D i e t z s c h o l d), 3. Formveränderung desselben Theiles z. B. Neigungsänderung der schiefen Ebene, Verlängerung und Verkürzung von Hebeln. —

So lange die Summe der an jeder (z. B. an der der Hunderter) Stelle zu addirenden Zahlen kleiner oder gleich 9 bleibt, genügt das Schaltwerk allein, sobald diese Summe gleich oder grösser als 10 wird, ist die
Z e h n e r ü b e r t r a g u n g nöthig. Hätte z. B. die Addition 250 + 161 zu erfolgen, so wäre nach dem Bisherigen 311 erschienen, richtig ist 411, es müsste also die Hunderterstelle noch um eine Stelle weitergedreht werden.

Aufgabe des die Zehnerübertragung bildenden Mechanismus ist es daher, sobald eine Scheibe im Schauloch beim Addiren die 9 überschreitet, die der nächsthöheren Stelle gehörige benachbarte Scheibe ausser der im Schaltwerk bestimmten Drehung um 1 weiterzudrehen. Die Thätigkeit der Zehnerübertragung wird demnach von den Zifferscheiben aus eingeleitet. Sie ist die Achillesferse aller Rechenmaschinen. Ihre Hauptschwierigkeit ist dadurch bedingt, dass sie auch unter sich zu wirken hat z. B.

$$\begin{array}{r} 99999 + \\ \underline{\qquad 1} \\ 100000 \end{array}$$

Die Subtraction mit der Rechenmaschine kann entweder durch Zurückdrehen der Scheiben oder durch Drehung in derselben Richtung erfolgen, jedoch muss dann die Scheibe mit einem doppelten Ring von Zahlen ausgeführt werden, hierbei gilt für die Ordnung wie die Zahlen unter einander kommen bei

Addition 89 X 01234567
Subtraction 10 X 98765432,

damit die Zehnerübertragungsmechanismen nicht doppelt anzuordnen sind, denn bei Addition haben sie zu wirken beim Uebergang von 9 auf 0, bei Subtraction bei 0 auf 9. 19 + 1 = 20, 20 – 1 = 19. Bei letzterer Anordnung stehen aber stets 2 Zahlen in den Schaulöchern, welche einander zu 999 . . . 9 ergänzen, wodurch das unmittelbare Berechnen einer Grösse 4612 + 3948 – 1263 nicht erfolgen kann, sondern erst die Summe 4612 + 3948 = 8560 gebildet werden muss, da in den Subtractionsschaulöchern 1439 steht, ist erst 8560 einzustellen, worauf 8560 – 1263 = 7297 zu rechnen ist. Bei der Neueinstellung können leicht Irrthümer unterlaufen, weshalb diese Anordnung bei leistungsfähigeren Rechenmaschinen verlassen wurde.

Mit Rücksicht auf Obiges lässt sich die mechanische Aufgabe der Rechenmaschine zusammenfassen in folgenden Satz:

Die Rechenmaschine ist ein Apparat, in dem eine Anzahl Scheiben je um einen (für jede Rechnung besonderen) genau bestimmten Winkel gedreht werden, wobei indess noch Vorrichtungen bestehen, um, wenn die Scheiben gewisse Lagen überschreiten (9 — 0 bez. 0 — 9), ein Weiterdrehen der den letzteren Scheiben nächstbenachbarten (der nächst höheren Stelle gehörigen) auszuführen. Damit können nun auch die weiteren Mechanismengruppen entwickelt werden.

Das S t e l l w e r k stellt die Schaltwerksmechanismen so, dass sich die betreffenden Scheiben genau um den erforderlichen Winkel drehen, es ist von aussen zu reguliren.

Das Schaltwerk wird von aussen durch eine Kurbel bewegt und heissen die Uebertragungsmechanismen “der A n t r i e b”.

Da nun jede Scheibe gesondertes Schaltwerk und Stellwerk haben muss, ergibt sich ferner: Eine Rechenmaschine besteht aus so vielen einzelnen Rechenmaschinen, als sie Stellen mit dem Antriebe zu bewegen gestattet.

Ausser obigen Gruppen: Antrieb, Schaltwerk, Zehnerübertragung, Stellwerk sind noch 4 besonders hervorzuheben: Die A u s l ö s c h u n g, welche alle Zifferscheiben derart stellt, dass in allen Schaulöchern Nullen stehen. Sie löscht mechanisch den von der vorhergehenden Rechnung in den Schaulöchern stehenden Werth aus und ist bei umfangreichen Berechnungen geradezu unerlässlich.

Der Q u o t i e n t, ein einfacher Tourenzähler, welcher die Umdrehungszahlen der Kurbel zu registriren hat. Unentbehrlich ist er bei den Divisionen, wo man an ihm den Quotienten abliest. Bei Multiplicationen dient er mehr zur Constatirung, dass der zweite Factor (der erste wird im Stellwerk eingestellt), welcher durch die Manipulation gebildet wurde, auch der richtige sei.

Die U m s t e u e r u n g ändert die Drehungsrichtung der Zifferscheiben für Addiren und Subtrahiren. Bei Zifferscheiben mit doppeltem Zahlenkranz verdeckt oft auch ein Schieber in verschiedenen Stellungen bald die Zahlen des einen, bald die des anderen Kranzes, wodurch gewiss mancher Irrthum beim Ablesen des Resultates entfällt. Da es mechanisch von Wichtigkeit ist, dass Stellwerk, Schaltwerk und Zehnerübertragung nur in einer Richtung wirken, so setzt man auf die Hauptschaltwerksaxen conische Wendegetriebe, welche die Zifferscheiben, auf denen wieder conische Triebe sitzen, treiben, so dass die Umsteuerung nur die Wendegetriebe verschiebt.

Andere Einrichtungen hierzu haben sich nicht bewährt, so namentlich die Einführung von Zwischentrieben oder Zwischenrädern, welche eine zu wenig feste Verbindung geben.

Der L i n e a l r ü c k m e c h a n i s m u s hat das Lineal, d. i. die Platte,

welche die mit ihren Axen auf den conischen Trieben sitzenden Zifferscheiben trägt, zu verlegen, so dass dieselbe Zifferscheibe von verschiedenen Schaltwerken angetrieben werden kann, was beim Multipliciren nöthig ist.

Die Rechenmaschinen können nun theils nur zum Addiren und Subtrahiren, theils auch zum Multipliciren und Dividiren dienen, weshalb man Additions- und Multiplicationsmaschinen unterscheidet, welche auch constructiv bedeutende Abweichungen zeigen, abgesehen davon, dass Letztere naturgemäss complicirter sind.

A. A d d i t i o n s m a s c h i n e n sind nur zum Addiren und Subtrahiren bestimmt. Man erwartet von Ihnen namentlich im kaufmännischen Leben Vortheile, doch erleichtern sie das Colonnenaddiren durchaus nicht, laden vielmehr neue Fertigkeiten auf und schaffen neue Fehlerquellen.

Alle haben Zifferscheiben mit doppeltem Zahlenkranz, da ihr Preis so niedrig als möglich sein muss. Als Endglied ihrer Entwicklung kann Dr. Roths Maschine, Paris 1842, bezeichnet werden. Die neueren Maschinen haben veränderten Antrieb, principiell müssen sie, soll es kein Rückschritt sein, Roths Maschine darstellen. Roth‘s Maschine dient zur Addition von Thalern, Groschen und Pfennigen, das Schaltwerk besteht (pr. Stelle) aus einer Scheibe *Z*, auf der zweimal (pr. Zahlenkranz) die Zahlen von 0—9 stehen. Dem entsprechend enthält die Scheibe am Umfang 20 Zähne, von denen stets 9 unter einem halbkreisförmigen Schlitze sichtbar sind. Die Zehn-Groschen, und Pfennigscheiben haben entsprechend 6 und 24 Zähne, weshalb hier nur principiell auch von einer Zehnerübertragung die Rede sein kann. Eine Sperrfeder legt sich sichernd in die Zähne ein. Fig. 3630.

Die Scheibe läuft unter einer Platte, welche den concentrischen Schlitz und zwei Schaulöcher, je eines für einen Zahlenkreis enthält, das äussere ist für Addition, das innere für Subtraction.

Mit einem Stifte kann man nun durch den Schlitz in die Zahnlücken gelangen, deren 10 sichtbar sind, neben denen die Zahlen von 0—9 gravirt sind. Steckt man den Stift in eine z. B. die achte Zahnlücke und führt ihn im Schlitze so weit als möglich nach links fort, so wird die Zifferscheibe um 8 Theilungen weiter geschoben und damit eine um 8 grössere Zahl erscheinen. Man sieht hier, wie schon bemerkt wurde, Antrieb, Schaltwerk und Stellwerk an der Zifferscheibe vereinigt.

Die Zehnerübertragung geschieht mittelst des Exenters *E* (der doppelt ist, weil für eine Scheibenumdrehung zweimal die Zehnerübertragung zu wirken hat), dem Doppelhebel *D, D* mit Stift *s* unter Zuhilfenahme der Hilfsfeder *H*, die an *s* drückt.

Das Spiel der Zehnerübertragung ist folgendes: Je mehr sich beim Rechnen in einer Stelle die im Schauloche sichtbare Zahl der 9½ nähert, desto mehr wird *DD* durch das Exenter nach links gerückt und die Hilfsfeder *H* durch *s* gespannt. Bei 9½ gestattet *E*, dass *DD* sich wieder nach rechts bewege, der zurückschnappende Doppelhebel tritt mit dem Sperrkegel *S* in die Theilung der links benachbarten Scheibe und schiebt Z_1 um eine Stelle weiter.

Die Zehnerübertragung ist damit auf die einfachste Weise erreicht. Die Auslöschung *A* dieser Maschine wirkt, indem eine Stange A_1 in der Längenrichtung der Maschine ein Stück herausgezogen wird, wobei die auf den Achsen sitzenden Auslöscherarme A_1, A_2 von Stiften, welche in die Stange eingeschlagen sind, mitgenommen werden. Um den Stiften eine günstigere Wirkungsart zu sichern, wird die Stange durch Bogennuten geführt, so dass die einzelnen Mitnehmerstifte sich concentrisch zu den Scheibenachsen bewegen.

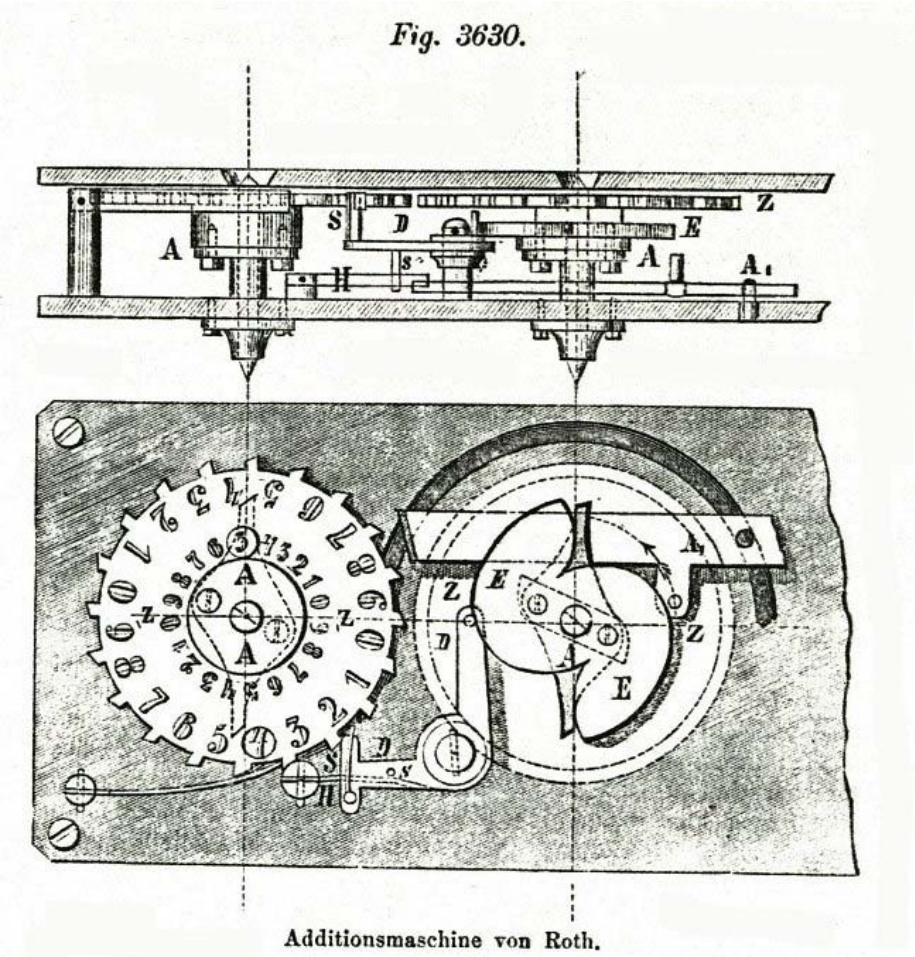
Die verwendeten Federn sind durchaus Blattfedern. Der Sperrkegel *S* ist ebenfalls eine Blattfeder, so dass durchweg Sperrkegel und Sperrfeder in einem Stück vereinigt sind.

Die Maschine ist in einem Kästchen von Mahagoni-Holz befestigt.

Die Dimensionen inclusive Kästchen sind 390 X 68 X 24 mm. Man kann mit ihr direct bis 1,000.000 Thaler als Summe rechnen.

Ihr Preis war damals 20 Thaler. Dass sie sich kein Absatzgebiet verschaffen konnte lag an den obenerwähnten Uebelständen aller Additionsmaschinen. Auch 20 Thaler war zu viel,

Fig. 3630.



Additionsmaschine von Roth.

obgleich sie auch mit Specialmaschinen (deren wohl nur wenige zur Fabrikation gedient haben mögen) nicht viel billiger herstellbar ist.

Die älteren Maschinen z. B. Pascal 1642, Boistisandeau 1750 (3 Stück), Lepine 1830 etc. hatten das Schaltwerk vom Stellwerk getrennt. Die Aelteren, vornehmlich die von Pascal, haben Stifträder und auch die Sperrkegel, welche durch ihr eigenes Gewicht einfallen müssen, greifen in solche ein.

Zur leichteren Handhabung hat man die Additionsmaschinen auch mit 9 Tasten für die Zahlen von 1 — 9 versehen. Diese Additionsmaschinen zerfallen in 2 Gruppen:

1. Die Tasten bewirken direct das Drehen der Scheiben. Hierbei ist der Antrieb jedenfalls möglichst vereinfacht und erscheint mit dem Stellwerke vereinigt. Da es aus äusseren Gründen erforderlich ist, dass alle Tasten gleichviel herabgedrückt werden, so ergibt sich, dass die den höheren Zahlen zugehörigen Tasten wie 6 — 9 ungleich schwerer niedergedrückt werden können, als z. B. 1, 2 oder 3, dann aber ist der Einfluss von Fehlerquellen bei den grösseren Werthen, wie 7, 8 oder 9 sehr gefährlich. Der Ausführung der auf diesem Princip beruhenden Maschinen ist daher zu widerrathen.

Die Maschine von 0. Pitter & B. Schmitz in Solingen entspricht Obigem. Die Tasten verschieben einen Riegel, welcher je 9 verschiedene Schrägungen trägt beim Herabdrücken um den 1 bis 9fachen Weg, womit die Drehung einer Schaltwerksscheibe erzielt wird.

2. Die Tasten dienen zur Einschaltung und erfolgt die Drehung der Scheiben von einem eigenen Antrieb aus. Es ist hier Stellwerk, Schaltwerk und Antrieb getrennt. Diese Anordnung ist der Ersteren unbedingt vorzuziehen, wenn sie auch bedeutend theurer zu stehen kommt.

Am geeignetesten sind sie mit Uhrwerk versehen, wie die von Schilt 1851. Unglückliche Anordnungen hat natürlich auch diese Gruppe aufzuweisen, wie z. B. jene von Antoine Numa Durand, eine Additionsmaschine nach System Thomas, welche unter den Multiplicationsmaschinen behandelt wird.

Durands Maschine hat, da die aufeinander folgenden Zifferscheiben in entgegengesetzter Richtung sich bewegen, die Zehnerübertragung der Hubzähler, bei der z. B. die Einerscheibe direct die Zehnerscheibe bewegt; um aber die Genauigkeit der Zehnerübertragung zu sichern, ist eine eigene Welle mit Schnecken angeordnet, welche die etwa nur halb geschobenen Scheiben in die richtige Stellung bringen.

Die Additionsmaschinen mit Tasten haben ein Schaltwerk das jedesmal mit jener Zifferscheibe in Contact gebracht wird, welche der eben zu addirenden Stelle z. B. Einer oder Hunderter entspricht. Wollte man etwa jeder Stelle die 9 Tasten geben, so würde dies wiederum Irrthümer hervorrufen.

Auch Additionsmaschinen mit Scheiben, welche je die Zahlen von 1—100 tragen, wurden vielfach ausgeführt. Concentrisch zum Mittel beider Scheiben ist für jede Ziffer ein Loch gebohrt und zwar so gross, dass man in jedes Loch einen Stift einsetzen kann. Die Zifferscheiben gehen unter einer Platte, welche indess nur den äussern Ring der Scheiben, auf dem die Zahlen stehen, verdeckt, hart an der Deckplatte sind die Löcher. Auf der Platte sind nun die Zahlen von 0 —99 eingravirt.

Bei 0 ist entweder ein Arretirungs-Stift auf der Deckplatte fest oder der

Schlitz hört dort auf, wie bei Roth's Additionsmaschine. Setzt man nun den Stift, falls 32 zu einer bereits im Schauloche sichtbaren Zahl zu addiren wäre, in das Loch neben der Zahl 32 ein und dreht die Scheibe bis zum Arretirungsstift, so ist die Zifferscheibe, von der in einem Schauloche nur eine Zahl sichtbar ist, um 32 Stellen weiter gegangen und in dem Schauloche steht nun eine um 32 grössere Zahl. Die Hunderter Übertragung ist theils mit Hilfsfedern bewerkstelligt, wie in der, Mr. Webbs am 10. März 1868 in Amerika patentirten Maschine, theils auch entspricht sie der bekannten einfachen 10er-Uebertragung der Zählwerke, wie in der, W. Pfeiffer‘schen in Dresden patentirten Rechenmaschine. Die Idee, sofort zweistellige Zahlen addiren zu können, ist an sich zweckmässig — wenn nicht gerade hier Irrungen leicht geschähen, denn nur allzuleicht wird man bei der Gedrängtheit der in die Platte gravirten 99 Ziffern in eine, der richtigen benachbarte Lücke einsetzen.

B. Erweiterte A d d i t i o n s m a s c h i n e. Obgleich sich auch bei den einfachen Additionsmaschinen die Methode zum Muitipliciren angegeben findet, ist dieselbe doch der Benützung unwerth.

So bedingt die Berechnung von 125 X 5, dass in den Einern bez. Zehnern und Hundertern 5mal je 5, 2 und 1 addirt werde. Bei mehrstelligen Factoren wird das Rechnen natürlich noch zeitraubender.

Man kann nun Stellwerk und Schaltwerk trennen, ferner alle Schaltwerke durch eine Kurbel antreiben, wobei der Mechanismus so eingerichtet wird, dass für eine Kurbelumdrehung alle Schaltwerke nach einander in Wirksamkeit treten, so dass das nächste erst anfängt, wenn das vorhergehende schon gewirkt hat. Letzteres mit Rücksicht auf die Zehnerübertragung, welche auch hier eine Hilfsfeder besitzt Es ist aber durchaus nicht nöthig, dass stets benachbarte Schaltwerke auf einander folgen müssen. Um 294 mit 12 zu muitipliciren, kann 294 eingestellt und 12mal, durch ebensoviele Kurbeldrehungen, zu sich selbst addirt werden, was sich bei grösseren Zahlen selbst verbietet. Trennt man jedoch Zifferscheiben und Schaltwerk, setzt erstere in ein eigenes Gestell (Lineal), welches gestattet, durch Versetzung verschiedene Zifferscheiben nach einander von demselben Schaltwerk treiben zu lassen, so kann 294 X 12 ausgeführt werden, indem man zunächst 294 X 2 bildet, dann das Lineal um eine Stelle verschiebt (so dass das Einer-Schaltwerk die Zehnerscheibe des Lineals etc. treibt) und dreht wiederum einmal die Kurbel, so wird zu der Zahl 588 = 294 X 2, 2940 = 294 X 10 addirt und das gesuchte Resultat 3528 ist sichtbar.

Man erkennt leicht, dass durch die neue Anordnung, welche die mechanische Nachahmung des gebräuchlichen Untersetzens beim Muitipliciren ist; nur so viel Kurbeldrehungen zur Auswertung eines Productes nöthig sind, als die Quersumme des Multiplikanten beträgt, ferner soviel Verlegungen des Lineals, als derselbe Stellen hat.

Natürlich dienten diese Maschinen auch zum Dividiren und kommt hier zum erstenmale der Quotient in Betracht. Derselbe hat anzugeben z. B. wie viele 10.000er, 1000er, 100er, 10er und 1er mal der Dividend vom Divisor weggenommen werden konnte. Da diese Maschinen sämmtlich doppelten Zahlenkranz haben, kann, weil hierdurch die in beiden Schaulöchern stehenden Zahlen einander zu 999 . . . 9 ergänzen, ein unmittelbarer Uebergang vom Multipiciren zum Dividiren nicht eintreten.

Hieher gehören die Additions-Maschinen von dem auch sonst in der Mechanik bekannten Pfarrer Hahn in Kornwestheim 1779 und vom hessendarmstädtischen Ingenieur Hauptman J. H. Müller 1784, unstreitig auch die von Leibnitz 1675. Die Maschine von Leibnitz, welche erst neuerdings in Hannover wieder aufgefunden wurde, sitzt entgegengesetzt den Maschinen derselben Art in einem parallel-epipedischen Gehäuse. Der berühmte Gelehrte hat einen Betrag von 20 bis 30.000 Thaler auf ihre Construction verwendet, ohne indess das Ziel, welches er sich gesteckt hatte, zu erreichen. Hahn‘s Maschine war in einem 25cm breitem, 11cm hohem Gehäuse, hatte 14 Ziffer- und 14 Quotientenscheiben.

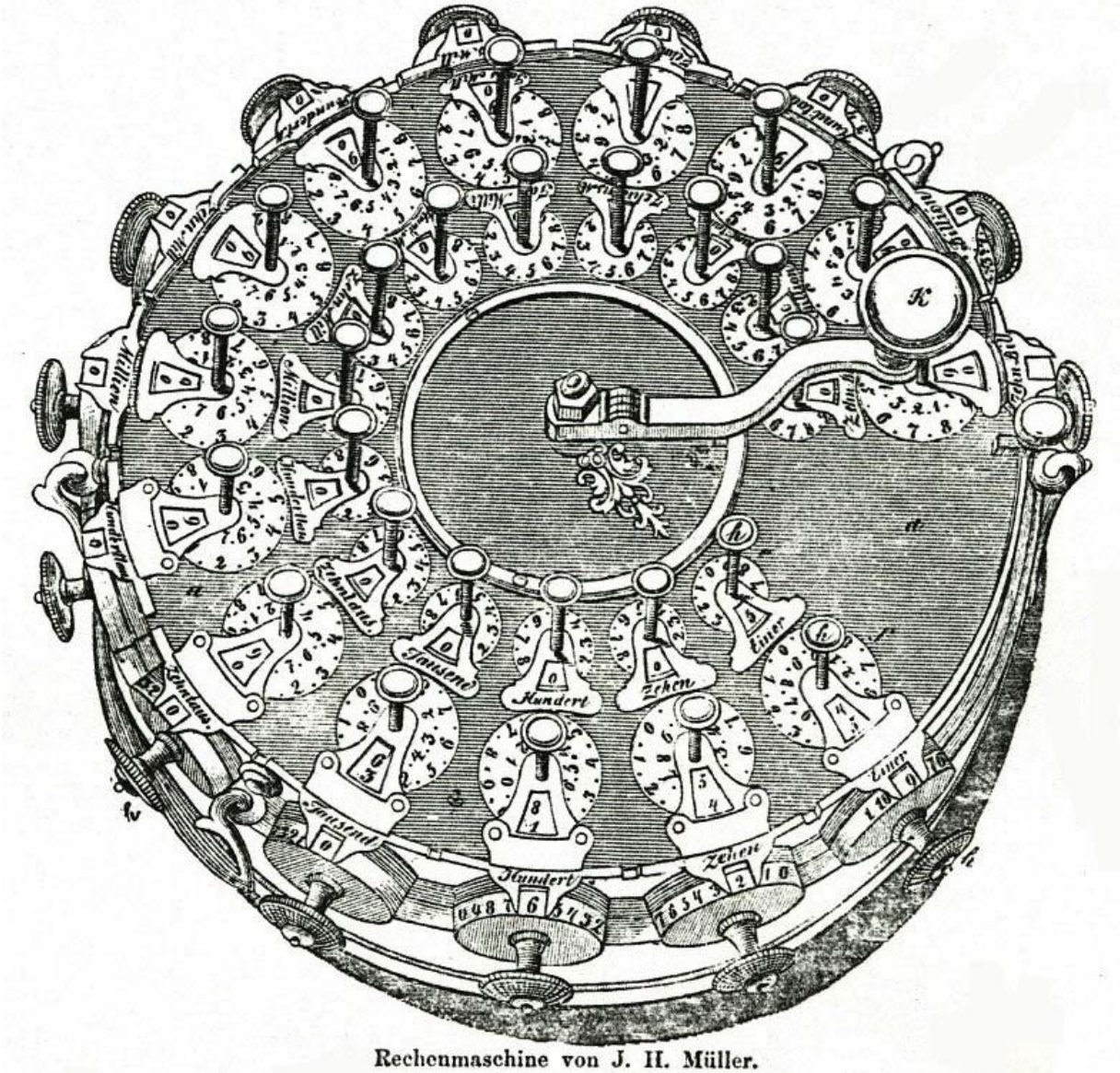
Der Antrieb geschah von einer central gestellten Kurbel, mit der ein Sector fest verbunden war, welche nur ein Schaltwerk auf einmal bewegte. Die Stellung wurde durch Herausziehen radialer Zahnstangen bewirkt. Letztere Anordnung war ungünstig für die Handhabung, da nur zu leicht Verstellungen vorkamen.

Die Rechenmaschine von J. H. M ü l l e r ist in Fig. 3631 dargestellt. Die äussere Anordnung ist der des Pfarrers Hahn sehr ähnlich, nur dass die Stellung durch Drehung von am Umfange radial gestellten mit Zahlen versehenen Knöpfen geschah. Bei allen Rechenmaschinen ist nun die Schnelligkeit, mit der sie die Ausführung einer Rechenoperation gestatten von Wichtigkeit, weshalb wir dieser Seite von nun ab unsere besondere Aufmerksamkeit widmen müssen.

Wie aus der von Müller selbst verfassten Beschreibung hervorgeht, geschah eine Kurbelumdrehung in 5 Secunden (während die heutigen Maschinen 0.5 Sec. brauchen), trotzdem wurden die Schaltwerke sehr beansprucht. Angenommen es wäre 999 . . . 9 zu 1 zu addiren, so würden, nach einander getrieben, durch das Schaltwerk 14 X 9 Ziffern in den Schaulöchern erscheinen, durch die Zehnerübertragung ferner 13 X 1 im ganzen 14 X 9 + 13 X 1 = 144, wir wollen die Zeit, während in einer Zifferscheibe zwei benachbarte Zahlen nach einander erscheinen mit T e m p o bezeichnen und wird also für 1 Kurbelumdrehung die Maschine 130 Tempi benöthigen, für ein Tempo ist mithin disponible Zeit 5/144 Sec. = 1/30 Secunde.

Die Zeit für ein Tempo ist jedoch mit Rücksicht auf nothwendige und unbeabsichtigte Interwalle zu 1/50 Sec. anzunehmen, was auch bei gut gearbeiteten Maschinen wohl die Grenze bezeichnet, zu der gegangen werden soll. Von

Fig. 3631.



Rechenmaschine von J. H. Müller.

Müllers Maschine, deren Abbildung wir hier bringen, unterschied sich den Beschreibungen nach, die Hahn‘sche nur wenig, nur waren bei ersterer Sicherungen angebracht, welche ihre Leistungen weit über letztere stellen. Namentlich scheint hier bereits das Elementenpaar, Stern und Sector, angewandt, da hervorgehoben wird, dass vor dem Eingriff ein besonderer Mechanismus die Räder so genau stellt, dass die Zähne nothwendig in einander greifen müssen. Dr. Roth lieferte ebenfalls eine Multiplkationsmaschine, welche er wohl durch Erweiterung seiner Additionsmaschine erhielt, doch konnte sie der Maschine von Thomas gegenüber das Feld nicht behaupten. Sie sass wie die von Hahn und Müller in kreisrundem Gehäuse.

C. M u l t i p l i c a t i o n s m a s c h i n e n. Wenn man für das Tempo bestgearbeiteter Maschinen 1/50 Secunde nimmt und es soll eine Addition in möglichst kurzer Zeit erfolgen, so ist es nöthig, die Rechenmaschine so anzuordnen, dass wo möglich die Schaltwerke gleichzeitig wirken. Dies angenommen, benöthigt man für die Wirkung aller Schaltwerke nur 9 Tempi, für die der Zehnerübertragung dagegen, des unter sich Wirkens derselben wegen, so viele Tempi als Zehnerübertragungen vorhanden sind.

Nehmen wir, was ausreicht, für n Schaltwerke n + 1 Zehnerübertragungen, so entfallen bei einer Multiplicationsmaschine (9) + (n + 1) = n + 10 Tempi, bei einer erweiterten Additionsmaschine, mit der gleichen Zahl von Schaltwerken und Zehnerübertragungen dagegen (9. n) + (n + 1) = 10n + 1 Tempi, was für dieselbe Dauer eines Tempo die $\frac{10n + 1}{n + 10}$ fache Leistung einer Multiplicationsmaschine der erwähnten Additionsmaschine gegenüber bedingt. Die Grenze, welche für die Wirkungsdauer eines Tempo gilt, ist durch die Zehnerübertragungen gegeben, deren Unregelmässigkeit der Einstellung, welche innerhalb eines Tempos geschieht, die Festhaltung mittelst Federkraft bisher nothwendig machte.

In neuester Zeit ist allerdings eine Lösung gefunden worden, die Zehnerübertragung kettenschlüssig wirken zu lassen, doch muss sich das System erst praktisch erproben.

Bezüglich des Zeitpunktes, wann die Zehnerübertragung wirken soll, liegt es nahe, dies unmittelbar nach der Einstellung geschehen zu lassen, und ist scheinbar der Differentialmechanismus am besten geeignet, der nächstbenachbarten Scheibe ausser der vom Schaltwerke eben mitgetheilten Drehung, noch die der Zehnerübertragung entsprechende zu geben.

Derartige mechanische Complicationen sind indess für Maschinen, welche schnelle Bewegungen haben, zu theuer, weil die Regulirung zu lange währt. Und wenn auch die besten Einrichtungen die Kosten der Fabrication der Theile minderten, würden doch die, durch eine grössere Anzahl der Theile, geschaffenen Fehlerquellen, welche in der Rechenmaschine thunlichst zu meiden sind, ihre Einführung bedenklich machen.

Ausserdem müsste, für den Fall der Wirkung der Zehnerübertragung unter sich, noch eine Hilfsvorrichtung vorhanden sein, welche entweder Federn spannt oder direct antreibt.

Die Zahl der Theile vermehrt sich demnach ausserordentlich und wenn wir endlich die Sicherung gegen das Zuweitdrehen der Zifferscheiben anbringen, so muss obige Idee, schon vom praktischen Gesichtspunkt, ausfallen.

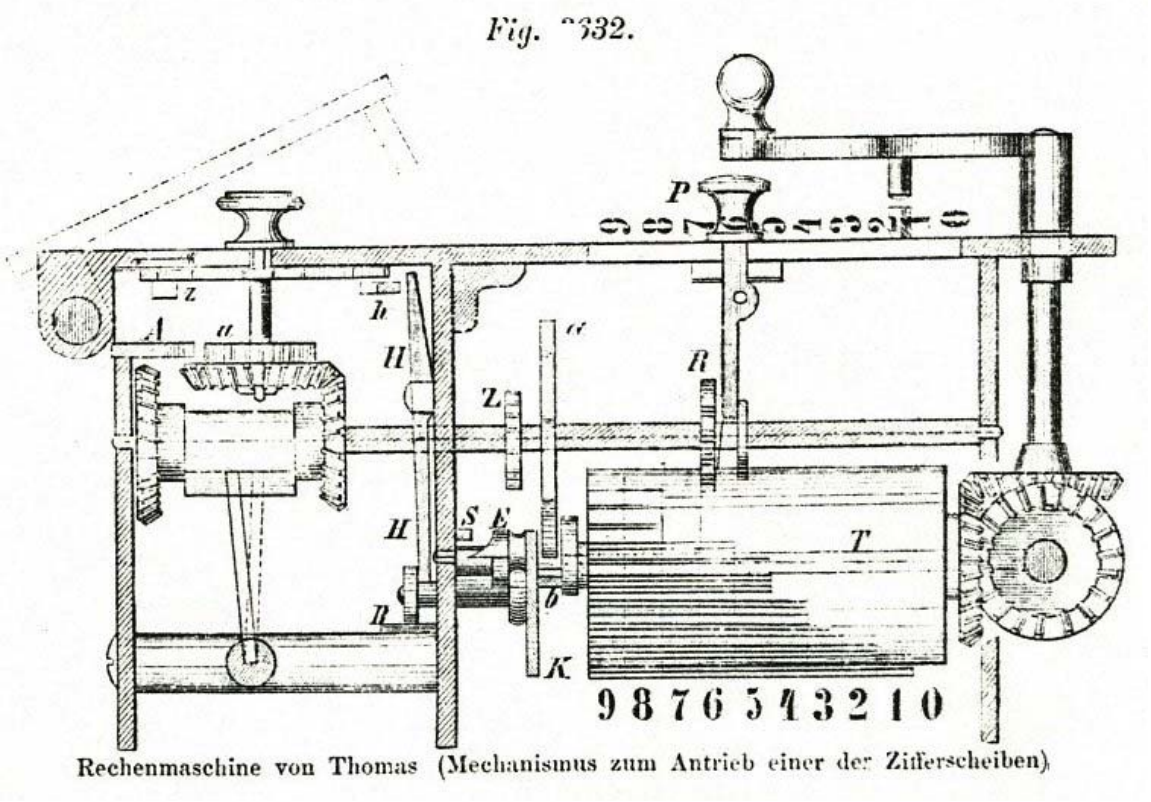
Erscheint es nach Vorstehendem unthunlich, die Zehnerübertragung unmittelbar nach ihrer Einstellung wirken zu lassen, so bleibt nur übrig, dies nach dem Schaltwerk zu thun.

Auch hier gibt es zwei Fälle: entweder die Zehnerübertragung geschieht unmittelbar nach dem Schaltwerke, oder alle Zehnerübertragungen haben gemeinsamen Antrieb und wirken dann mechanisch nacheinander. Erstere Anordnung hat den grossen Vortheil, dass für jede Kurbeldrehung nur einmal eine Bewegung jeder Zifferscheibe erfolgt, nicht aber wie bei letzteren erst von Seite des Schaltwerkes; dann möglicherweise von Seite der Zehnerübertragung ein Antrieb und dann entsprechend zweimal durch Sicherung (z. B. Stern u. Sector) ein plötzliches Aufhalten eintritt. Rechnen wir die bei der Schnelligkeit der Wirkung nicht unbeträcht-

lichen Stösse bei Antrieb und Aufhaltung, so ist es schon von vornhinein klar, wie vorteilhaft der unmittelbare Anschluss der Zehnerübertragung an das Schaltwerk ist.

Die verbreitetste Multiplicationsmaschine ist die des Elsässers T h o m a s aus Colmar. Gegenwärtig wird sie in Paris fabrizirt. Bereits 1818 wurde das erste Patent darauf von T h o m a s genommen und seit dieser Zeit ist vom Erfinder, der erst vor einigen Jahren starb, unablässig an der Vervollkommung gearbeitet worden. Die vielseitigen Beziehungen des Erfinders zu den ersten Technikern und Gelehrten seiner Zeit, wie auch die bedeutenden Mittel, welche ihm zur Verfügung standen, mussten im Laufe der Zeit eine Anordnung schaffen, an der nur schwer eine Verbesserung denkbar ist.

Fig. 332.

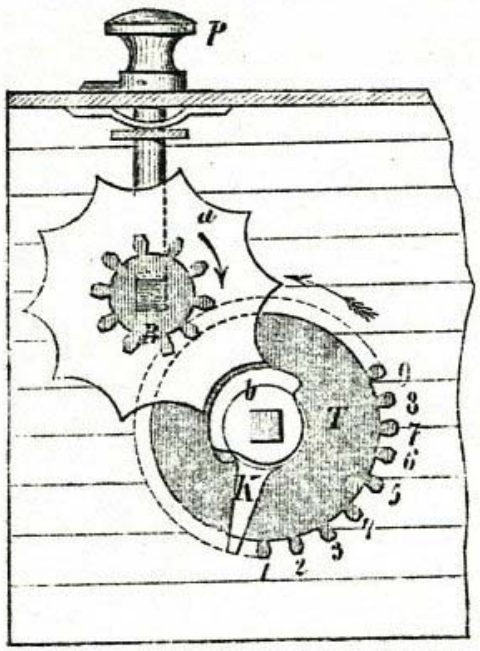


Rechenmaschine von Thomas (Mechanismus zum Antrieb einer der Zifferscheiben)

A r i t h m o m e t e r von T h o m a s. Das Wesentliche des Schaltwerkes ist die gezahnte Trommel *T*; im Principe vereinigt dieselbe 10 Räder, welche 0—9 Zähne haben. Bringt man durch Verschiebung des 10zähnigen Rades *R* letzteres mit einem der 10 Räder in Eingriff; so wird *R* für eine Trommelumdrehung um so viele Zähne weiter gedreht werden, als *T* an jener Stelle eben Zähne hat. Die Uebersetzung von *R* auf die Zifferscheibe ist 1:1, so dass bei Drehung von *R* um eine Theilung, die nächste Ziffer im Schauloche erscheint. Damit niemals ein Aufsitzen der Zähne von *T* und *R* eintritt, ist das Elementenpaar Stern *b* und Sector *a* eingeführt, wovon der Stern auf der Achse von *R*, der Sector auf der von *T* sitzt. Die Wirkung desselben ist für die Präcision der Rechenmaschine bestimmend, weil sie nahezu die gesammte Schaltwerks- und

Zehnerübertragungswirkung kettenschlüssig macht. Nur die Einstellung und Festhaltung der Zehnerübertragung bleibt als wunder Punkt aller Systeme.

Fig. 3633.



Detail zur Rechenmasch. von Thomas.

Die Zehnerübertragung erfolgt durch die Kurbel *K*, vgl. auch Fig. 3633, welche als Einzahnrad aufgefasst werden kann. Wenn die Zehnerübertragung zu wirken hat, so wird durch den Zahn *z*, welcher an der Zifferscheibe befestigt ist, *h* zurückgedrängt und durch Vermittlung des Hebels *H H*, der Arm *A* auf der Achse T^1 (hinter *T*) der n ä c h s t h ö h e r e n Stelle, für welche die Wirkung der Zehnerübertragang eingeleitet werden soll, verschoben. Das Ende von *K* wirkt als Zahn und greift in das auf der Achse von *R* festsitzende Zehnzahnrad *Z* und dreht *Z* um 1/10 Umdrehung = 36° weiter. Mit *K* auf einem Putzen fest sitzen nun zwei Sectoren, deren einer dem Stern gestattet sich um 36° weiter zu drehen, als der andere. Ersterer tritt mit dem Stern in Eingriff, wenn die Zehnerübertragung zu wirken hat; ist das nicht der Fall, so greift jener Sector ein, welcher dem Stern gestattet, sich höchstens um 9 X 36° zu drehen.

Nachdem die Zehnerübertragung gewirkt hat ist es nothwendig, sie wieder auszurücken, da im Allgemeinen nicht angenommen werden darf, dass sie auch für die nächste Walzenumdrehung zu wirken habe.

Zu diesem Zwecke ist auf *K* eine kleine schiefe Ebene (Knagge) *E* fest, welche, falls die Zehnerübertragung eingerückt war, nach ihrer Wirkung, an den im Gestell befestigten Stift *S* stösst und bei der Drehung an ihm zurückgleitend *K* und auch den Zehner-Sector ausrückt. Die Federn sind nun an der Zehnerübertragung, wie bereits bemerkt, von grösster Bedeutung, sie dürfen nicht zu

starke Spannung haben, damit durch Ueberwindung des von ihnen geleisteten Wiederstandes kein Rückstoss auf die Zifferscheiben ausgeübt werde, welche bei 9½ die Zehnerübertragung einrücken; sie dürfen aber auch nicht zu wenig gespannt sein, weil sonst nur allzuleicht ein Zurückprellen der Zehnerübertragung und damit Nichtwirken derselben erfolgt.

Hierbei sei erwähnt, dass die von vielen Rechenmaschinenbesitzern als ausschlaggebend für die Güte der Zehnerübertragung gehaltene, sogenannte Neunerprobe, dies durchaus nicht ist. Diese Neunerprobe ist die Addition 999,999 + 1 und die Subtraktion 1,000,000 – 1. Die Zehnerübertragung wirkt unter sich und eine folgt so schnell auf die andere, dass selbst bei zu schwach gespannten Federn kaum an ein Zurückgehen gedacht werden kann. Die Zehnerübertragung greift mindestens einen Augenblick ein, der Stern geht um einen Theil der Theilung durch und der Sector vollendet, was die Zehnerübertragung begonnen. Die Neunerprobe kann daher nur als ein Zeichen guter Montage der Zehnerübertragung gelten, da sie nie zu Ende kommen wird, wenn *K* todten Gang auf der Achse von *T* hat, oder nicht so montirt ist, dass es als 10. Zahn von *T* aufgefasst werden kann, oder wenn die Uebertragungshebel nicht zügig wirken; aber über die möglicherweise zu geringe Spannung der Federn gibt sie absolut keinen Aufschluss, weil Stern und Sector meist die Spur des Fehlers verwischen werden.

Die Zehnerübertragung wird dadurch eingerückt, dass der an der Zifferscheibe festsitzende Zahn *z* bei 9½ den horizontal liegenden Hebel *h* zurückschiebt und durch Vermittlung des Zwischenhebels H, H, welcher schräg liegt, da er auf das nächst höhere Schaltwerk überzugreifen hat, *K* vorschiebt, so dass nun *K* in *Z* eingreifen kann. Ist dies geschehen, so wird durch die an *K* festsitzende schiefe Ebene *E*, welche nun am Stifte *S* hingleitet, die Zehnerübertragung wieder ausgerückt. Betrachtet man die Lösung und die Aufgabe, so wird die Erstere kaum in einfacherer und eleganterer Weise erzielt werden können.

Ein weiterer Vortheil ist die Uebersichtlichkeit und sozusagen Durchsichtigkeit der Anordnung, was die nachfolgende Betrachtung noch klarer zeigt. Die Einstellung der Maschine geschieht einfach dadurch, dass *R* auf seiner Achse mittelst des oben durch einen Knopf *P* regirbaren Schiebers verschoben wird, so dass es mit dem sovielzähnigen Rade der Walze in Eingriff kommt, als die Rechnung fordert, was auf der oberen Platte durch Zahlen ersichtlich gemacht ist.

Die Umsteuerung der Maschine wird dadurch erzielt, dass das auf der Achse von *R* und *Z* sitzende Wendegetriebe so verschoben wird, dass das 2. conische Rad in Eingriff mit dem der Zifferscheibe kommt.

Die Einführung der Umsteuerung, welche einerseits vereinfachend wirkt, hat anderseits die Zehnerübertragung bedeutend empfindlicher gemacht, indem genau zwischen 9 und 0 die

Auslösung erfolgen muss. Das Lineal, welches gehoben und gesenkt werden kann, ohne dass ein Aufsitzen des Auslöstheiles der Zifferscheibe, auch wenn in den Schaulöchern 9 oder 0 steht, erfolgen darf, bedingt noch einen gewissen Spielraum, so dass nur ein wenig mehr als $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{10} = \frac{1}{20}$ Zifferscheibendrehung zur Einstellung der Zehnerübertragung verfügbar ist.

Schaltwerk und Zehnerübertragung kann also stets in derselben Richtung angetrieben werden und wirken. Damit, bevor die Antriebskurbel eine ganze Umdrehung gemacht hat (also in die Anfangslage gelangt ist), kein Umsteuern eintreten kann, ist die sehr praktische Einrichtung getroffen, dass sich ein radialer Schlitz in einer Scheibe, welche auf einer Schaltwerksachse fest sitzt, befindet und zwar so, dass nur in der Anfangslage ein mit dem Umsteuerungshebel verbundener Stift durchgehen kann sonst aber (und mit ihm der Umsteuerungshebel) festgehalten ist, da der Schlitz sich mit seiner Achse weitergedreht hat.

Durch diese Einrichtung wird die Maschine sehr geschont, weil namentlich ungeübte Maschinenrechner die Steuerung beständig in Athem halten.

Der Quotient ist ein einfacher Hubzähler. Er zählt die Touren, die in jeder Lage des hier als Lineal ausgeführten Zifferscheibengestelles von der Kurbel gemacht werden. Zu dem Zwecke sitzt auf der Achse des Einer-Schaltwerkes, da wo sonst die Zehnerübertragungskurbel *K*, welche hier noch nicht nöthig, sich befindet, eine feste Kurbel. Dieselbe schiebt pro Umdrehung das Antriebsrad des Quotienten um einen Zahn weiter.

Auch der Quotient ist von der Steuerung abhängig und wird bei Division dadurch in der entgegengesetzten Richtung bewegt, dass ein Wechselrad eingeschaltet wird. Diese Einrichtung wurde aus folgendem Grunde gegeben: Wenn bei tabellarischen Rechnungen ein Factor constant im Schaltwerk eingestellt bleibt, und es sei ein Product gebildet, so kann ein anderes Product durch entsprechende Aenderung hervorgebracht werden; z. B: 18125 X 113 = 2048125 wird dadurch in 18125 X 132 umgeändert, dass man 1 X 18125 vom ersten Producte abzieht und 18125 X 20 hinzu zählt, d. h. das Lineal um eine Stelle verlegt und die Kurbel zweimal herumdreht. Würde nun die Umsteuerung nicht auf den Quotienten wirken, so stünde jetzt in demselben 134 statt 132, während das Product richtig 2392500 zeigt.

Die Auslöschung, welche die Zifferscheiben am Schlusse einer Rechnung auf 0 stellen soll, besteht aus Zahnstange *A* und Zahnrädern *a*, die auf den Zifferscheibenachse festsitzen. Wird nun die Zahnstange in Eingriff mit den Zahnrädern gebracht und bewegt, so erfolgt eine Drehung der Zahnräder und damit der Zifferscheiben: es fehlt nun je ein Zahn in den Rädern, so dass bei entsprechender Tiefe des Eingriffes die Zahnstange endlich die Räder nicht mehr weiter zu drehen vermag und Räder und Zifferscheibe stillstehen.

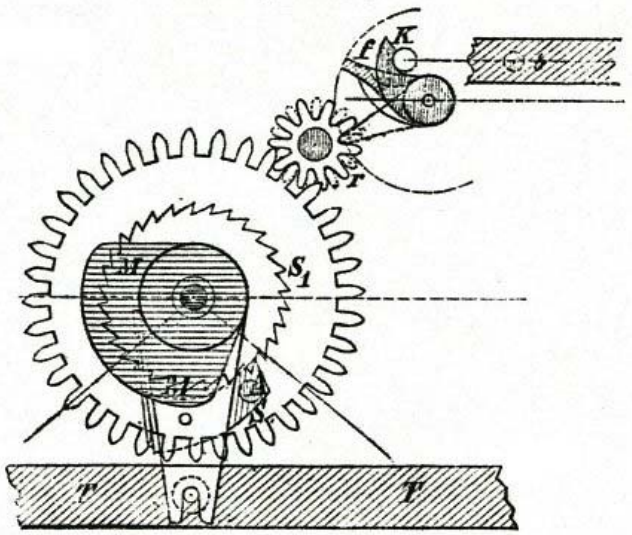
In diesem Augenblicke ist aber die 0 im Schauloche sichtbar und bleibt es auch bei allem weiteren Hin- und Hergehen der Zahnstange. Die Montage der Auslöschung ist eine sehr feinfühlige, was sich, durch den für 8stellige Maschinen mit Auslöschung um 80 Mark höheren Preis, als bei den ohne dieselbe ausgeführten, ausdrückt. Bei Montage und Justirung ist hier darauf zu sehen, dass

die Zahnstange an allen Rädern zugleich eingreift und während der Wirkung die Führung stets derart ist, dass Federungen gänzlich vermieden werden, da sonst einerseits zu seichter, anderseits zu tiefer Eingriff der Zahnstange erfolgen könnte.

M u l t i p l i c a t i o n s m a s c h i n e System D i e t z s c h o l d. Das Schaltwerk verändert hier die Wirkungsdauer eines und desselben Theiles.

Es ist nämlich ein Sperrkegel *S*, dessen Einfallen in das Sperrrad S_1 und Auslösung durch das Stellwerk regulirt wird. Letzteres ist ein Stahlsector *M*, welcher auf der Achse der, den Sperrkegel tragenden Kurbel sitzt, die durch den Antrieb *T* um 90° hin und herschwingt. Während des Hinschwingens gestattet nun der Sector dem Sperrkegel, früher oder später zur Wirkung zu gelangen, dadurch, dass der Ausrückstift *A* herabgleiten kann, nachdem er vorher auf Ersterem schleifen musste. Die Uebersetzung der Welle von S_1 auf die Zifferscheibe ist so gewählt, dass wenn S_1 um eine Theilung verdreht wird, im Schauloche die nächste Zahl erscheint.

Fig. 3634.



Zur Rechenmaschine von Dietzschold.

Soll z. B. durch ein Schaltwerk in der darüber stehenden Zifferscheibe 6 addirt werden, so ist nur der Sector derart zu stellen, dass der Sperrkegel, nachdem er eingefallen, während der Hinbewegung S_1 um 6 Zähne weiter schiebt. Während der Rückbewegung der Kurbel wirkt der Sperrkegel natürlich nicht, um hier aber nicht dadurch Fehler des Schaltwerkes zu veranlassen, dass das Sperrrad wieder zurückgenommen wird, sind an je einem conischen Rade der Umsteuerung Sperrfedern angebracht, durch welche auch das etwaige Weitergehen des Schaltwerkes über die, vom Sperrkegel bestimmte Lage verhindert wird.

Die Zehnerübertragung geschieht dadurch, dass Stifte (an einen Lineal befindlich, das horizontal verschoben wird) die Knagge *k* herunterdrücken, welche gemeinschaftlich mit dem Finger *f* auf einem Bolzen sitzt. *f* greift in das Sternrädchen *r* ein und drückt dasselbe um eine Theilung weiter. Die Achse, welche *k* und *f* trägt, liegt gewöhnlich derart, dass der Stift die Knagge *k* nicht berührt, sobald aber die Zehnerübertragung zu wirken hat, wird die Achse verschoben, der Finger *f* stellt sich über das Rädchen *r* und die Knagge wird von dem nächst darüberstreichenden Stift herabgedrückt, wodurch dann *r* um eine Theilung weitergedreht wird. Die Form der Zahnlücke von *r* ist endlich so gewählt, dass *f* nach dem Wirken fest in dieselbe passt, wodurch geradezu ein Aufhalten von *r* erreicht wird. Ist dies geschehen, so wird die Achse *k, f* zurückgeschoben und *f* durch Stifte gehoben, so dass die Lage, welche vor der Einrückung vorhanden war, wieder eingenommen ist.

Obgleich diese Maschine keinen grossen Verbreitungskreis erlangte, ist sie doch deshalb bemerkenswerth, weil sie leicht eine weittragende Verbesserung erlangen kann. Construirt man sie nämlich so um, dass der Schaltwerkssperrkegel noch um eine Theilung weiter schiebt, jedoch nur ausgehoben wird, wenn die Zehnerübertragung zu ruhen hat, so würde dieser Ueberschub die Zehnerübertragung übernehmen können, so dass letztere nur noch ein Anex der Schaltwerkswirkung wäre. Dann hätte die Zifferscheibe beim Uebergange 0—9 oder 9—0 nur etwa eine kleine Knagge zurückzuziehen, welche sonst die Aushebung des Sperrkegels hervorbringen würde.

Bereits bei Besprechung der Zehnerübertragung wurde der Neunerprobe als Untersuchung des Ganges der R.-M. gedacht, um indess Eigenthümer von R.-M. zu befähigen selbst den Umfang von Fehlern zu beurtheilen und Reparaturkosten zu ersparen, sei noch Folgendes bemerkt.

Fehlt eine R.-M. so kann es entweder im Schaltwerk oder in der Zehnerübertragung liegen. Um zu unterscheiden, ob im Schaltwerk der Fehler liegt, stellt man da, wo eine unrichtige Zahl in der Zifferscheibe erhalten wurde, 0 ein, dann ändert nur die Zehnerübertragung die in der bezüglichen Zifferscheibe sichtbare Zahl. Erscheinen nun richtige Resultate, so war das Schaltwerk, welches durch Stellung auf 0 ohne Einwirkung auf das neue richtige Resultat geworden, schuld. Wäre aber auch jetzt eine unrichtige Zahl erschienen, so lag der Fehler an der Zehnerübertragung. Diese kann man von der Wirkung nun ausschliessen, indem man die der benachbarten nächstniederen beiden Schaltwerke auf 0 stellt und nun rechnet. Ist das Resultat richtig, so ist die Zehnerübertragung fehlerhaft. Z. B. erscheinen Fehler in der Hunderterstelle, so könnte zur Probe auf das Schaltwerk 78094 eingestellt und 10mal mit der Kurbel gedreht werden, so läge der Fehler im Schaltwerk, wenn 780940 erschiene, dagegen in der Zehnerübertragung bei 780840. Letzteres Resultat als erhalten vorausgesetzt, würden wir nun 78704 einstellen, ergäbe sich bei l0maliger Kurbeldrehung 787040 so bestätigt sich der Verdacht nur, denn das richtige Resultat wurde erhalten, ohne dass die Zehnerübertragung von der Zehnerscheibe auf die Hunderterscheibe ein einziges Mal gewirkt hätte. Um zu finden, ob nur bei Additionen Fehler vorkommen, stellt man eine Zahl z. B. 67986 ein und dreht l0mal mit der Kurbel, es muss dann 679860 erscheinen, was leicht verglichen werden kann, worauf man das Lineal versetzt und 9mal die Zahl hinzuzählt, es erscheint die l00fache Zahl u. s. w.

Für Subtraction und Division kann man den entgegengesetzten Weg einschlagen.

Zeigen sich Fehler nur bei Multiplication oder Division, so setzt dies schlechte Montage voraus, welche indess bei den geübten Arbeitskräften der Rechenmaschinen-Fabrication nur höchst selten vorkommt.

Den Quotienten untersucht man auf seine Richtigkeit, indem man im Schaltwerk 1 einstellt und nun unter öfteren Umsteuern und Versetzen des Lineals rechnet, schließlich muss im Product und im Quotienten dasselbe Resultat stehen, vorausgesetzt, dass man Rücksicht auf den Mangel einer Zehnerübertragung im Quotienten nahm. Reparaturen führen am besten Uhrmacher aus.

In neuerer Zeit hat P e t e r s o n in Christiania eine Rechenmaschine so angeordnet, dass das Resultat nur am Umfange eines Cylinders ablesbar ist. Wenn nun dadurch in der Construction manche Vereinfachung erzielt wird, so ist doch die Ablesung durch Mangel an Uebersicht des Resultates erschwert und damit Fehlerquellen Raum gegeben. Vereinfachungen an Rechenmaschinen sind demnach dann, wenn auf Handlichkeit und auf Uebersichtlichkeit der gewonnenen Resultate keine Rücksicht genommen wird, als verfehlt zu betrachten.

Für die Zukunft der Rechenmaschine ist das Programm: Beseitigung des Kurbeldrehens durch Einführung eines Uhrwerkes und Versetzen des Lineals ebenfalls auf mechanischem Wege. Gegenwärtig muss stehend und unter Benützung beider Hände gearbeitet werden, so dass meist eine Person zum Manipuliren und eine zum Notiren der Resultate beschäftigt ist; während obige Neuerungen es gestatten würden, dass die rechnende Person sitzend arbeitet und die Resultate selbst notiren kann. Weitere Forderungen zu erheben, wie z. B. automatische Multiplication oder Division, nachdem beide Factoren, resp. Divisor und Dividend eingestellt wurden, müssen als verfrüht bezeichnet werden.

Am Schlusse der Betrachtung der eigentlichen Rechenmaschinen angelangt, sehen wir, dass nur eine Idee in den sämmtlichen, bisher bekannten Anordnungen verwirklicht erscheint. Wäre dies schon früher klar gestellt worden, so hätten die Arbeiten auf diesem Gebiete mehr Erfolg gehabt. Anstatt dessen erscheint, trotz der bedeutenden Kosten, welche fortwährend auf die Maschine verwendet werden, nur verhältnissmässig wenig Bedeutenswerthes geleistet.

T a b e l l e n r e c h e n m a s c h i n e n. Ihr Zweck ist ausschliesslich, tabellarische Rechnungen auszuführen und zur Herstellung von Tabellenwerken zu dienen, welche sie wohl gleichzeitig auch zu stereotypiren und zu drucken haben. Sie gründen sich darauf, dass bei jeder Function endlich eine Differenzreihe constant wird z. B.

	n^3	0	1	8	27	64	125
1. D. R.			1	7	19	37	61
2. D. R.				6	12	18	24	30
3. D. R.					6	6	6	6	6

Mechanisch ist dies ausführbar, wenn wir die Idee der Multiplicationsmaschinen benutzend, so viel Maschinen hinter einander stellen, als im äussers-

ten Falle Differenzreihen in der Rechnung vorkommen sollen. Ueber die Anordnung der Maschine selbst belehrt am besten ihre Rechnungsweise, weshalb wir annehmen, es sei eine Tabelle der 3. Potenzen für ganze Zahlen zu liefern. Zunächst benutzen wir, da die 3. Differenzreihe constant ist, nur drei Maschinen hinter einander und schalten alle nachfolgenden aus. Die Maschine liefert pro Kurbeldrehung einen Werth. Es sei e i n g e s t e l l t in allen Stell- und Schaltwerken 0.

1. Hauptkurbeldrehung es erscheint an allen Stellen 0 auch in der Zifferscheibe der dritten und letzten Maschine $0^3 = 0$ wird markirt.

Eingestellt: in Stellwerken der Zifferscheibe der zweiten Maschine 1, das Uebrige bleibt.

2. Hauptkurbeldrehung bildet:

In der Zifferscheibe der 1. Masch. $0 + 0 = 0$ für Stellwerk 2. Masch.
worauf in „ „ „ 2. „ $0 + 1 = 1$ „ „ 3. „
und „ „ „ „ 3. „ $1 + 0 = 1$ erscheint.

$1^3 = 1$ wird markirt.

Eingestellt neu im Stellwerk der 1. Maschine 6 das Uebrige bleibt.

3. Hauptkurbeldrehung bildet:

In der Zifferscheibe der 1. Masch. $6 + 0 = 6$ für Stellwerk 2. Masch.
worauf in „ „ „ 2. „ $6 + 1 = 7$ „ „ 3.
und „ „ „ „ 3. „ $7 + 1 = 8$ erscheint.

$2^3 = 8$ wird markirt. Von nun ab wird ohne neue Einstellung weiter gerechnet.

4. Hauptkurbeldrehung bildet:

In der Zifferscheibe der 1. Masch. $6 + 6 = 12$ für Stellwerk 2. Masch.
worauf in „ „ „ 2. „ $12 + 7 = 19$ „ „ 3. „
und „ „ „ „ 3. „ $19 + 8 = 27$ erscheint.

$3^3 = 27$ wird markirt.

5. Hauptkurbeldrehung bildet:

In der Zifferscheibe der 1. Masch. $6 + 12 = 18$ für Stellw. 2. Masch.
worauf in „ „ „ 2. „ $18 + 19 = 37$ „ „ 3. „
und „ „ „ „ 3. „ $37 + 27 = 64$ erscheint.

$4^3 = 64$ wird markirt u. s. w.

Weil die Zwischenwerthe kein Interesse haben, werden sie nicht gedruckt, immerhin müssen aber Zahlenringe vorhanden sein, um die Einstellung zu bewirken, da wir an obigem Beispiele ersehen, dass für die Entwicklung der Anfangsglieder der Reihe ihre Einstellung erforderlich ist. Weiters sehen wir leicht, dass die Zifferscheibe einer Maschine und das Stellwerk der nächstfolgenden Eins sein kann. Um an Tempi pr. Kurbelumgang zu sparen, sind die Maschinen als Multiplications-Maschinen ausgeführt zu denken und gilt namentlich hinsichtlich der l0er-Uebertragung auch von ihnen das Frühere. Um jede Fehlerquelle möglichst zu vermeiden, setzen, stereotypiren und drucken diese Maschinen gleichzeitig die gewonnenen Resultate.

Die einzige fertige Maschine dieser Gattung, welche nach jahrelanger

Arbeit O. und E. Scheutz (Vater und Sohn) mit Aufopferung eines Vermögens in Stockholm erbauten, wurde vom amerikanischen Staate zum Zwecke der Herstellung billiger Tabellenwerke gekauft, ist aber leider beim Brande des Gebäudes, in dem man sie untergebracht, ein Raub der Flammen geworden. Sie reichte für 15stellige Tabellen uns und ist ihr Preis 2000 Pfund Sterling.

Die Maschine von G. und E. S c h e u t z gestattet auch, mit für goniometrische Tabellen nöthigen Werthen (Stunden, Minuten, Secunden) in einzelnen Stellen zu arbeiten. Der Mechanismus besteht aus 75 vertical stehenden Wellen, welche in 5 Etagen zu je 15 Stück angeordnet sind. Hierdurch ist die Maschine geeignet, direct Functionen auszuwerfen, deren fünfte Differenzreihe constant ist. In jeder der 5 Horizontalreihen sind 15 Zifferscheiben, so dass auch die einzelnen Differenzreihen auf 15 Stellen ablesbar und einstellbar sind. Zur Verringerung der pro Kurbelumdrehung nöthigen Tempi arbeiten mehrere der auf einander folgenden Maschinen zum Theile gleichzeitig. Da endlich die Maschinen nur zu addiren haben, so fällt die Umsteuerung weg. Vor Allem aber wird die Zehnerübertragung minder empfindlich, weil nur eine Drehungsrichtung der Zifferscheiben vorkommt.

Der Antrieb geschieht mittels Handkurbel und geht leicht von Statten. Ueber der Maschine sind 8 Letterwalzen angebracht und berechnete und stereotypirte sie nach Angaben des Astronomen A i r y in 1 Std. 15 Min. eine Tabelle über Leibrenten, welche allein zu rechnen 2 Std. 55 Min. Zeit erforderte. Sie nimmt einen Raum von 1,8 Meter Länge 0,60 Meter Breite und 0,60 Meter Höhe ein.

Ausser G. und E. Scheutz hat sich noch der englische Professor B a b a g e um die Lösung bemüht, konnte aber trotz bedeutender, seitens der englischen Regierung gebrachter Opfer (17000 £) keine so praktisch brauchbare Maschine liefern wie Scheutz, obgleich auch er bereits 5stellige Interessentafeln u. s. w. berechnen konnte.

Der R e c h e n s c h i e b e r ... (Text hier nicht wiedergegeben)

L i t e r a t u r. Ueber die Maschinen von B. Pascal 1642. Recueil par l'Acad. des Sciences IV Band. — Leibnitz, 1675. Theatr. arith. Leupold 1729. L'Epine Recueil p. l'Ac. d. S. IV Band. — Hahn 1769 Deutscher Merkur 1779 Mai. — Müller, 1784 Götting. gel. Anzeiger 120 Stk. 1784. — Thomas, 1820. S. Reuleaux, Civil-Ingenieur VIII. Bd. pag. 181. — Babbage, Edinburg Review 1834. — Scheutz, Dingler Bd. 156 pag. 322. — Dr. Roth, 1840, Dingler Bd. 91. — Maurel u. Jaget, 1847, Dingler Bd. 128 pag. 100. Allgemeines in der Monographie über die Rechenmaschine von C. Dietzschold, Leipzig bei H. Schlag 1882, wo sich zum ersten Male eine systematische Darstellung der Idee der Rechen-Maschinen findet. Ueber den logar. Rechenschieber u. s. Anwendung s. von Ott: Der log. Rechenschieber, Prag, Dominikus 1874.

C. Dietzschold.