

# Die Rechenmaschine.

Separatabdruck

aus dem

"Allgemeinen Journal der Uhrmacherkunst".

Von

C. DIETZSCHOLD,

Diplom. Maschineningenieur und Direktor der k. k. Fachschule für  
Uhrenindustrie in Karlstein (Nied.-Oest.)

Quelle: Allg. Journal der Uhrmacherkunst, Leipzig 1882

Die Seitenzählung des Originals wurde beibehalten. Die schlechte  
Qualität der Bilder ist durch den Zustand der Kopie bedingt, die  
als einzige zur Verfügung stand.

© Copyright für diese Übertragung in das Format PDF  
Stephan Weiss 2004

Leipzig,

Druck und Verlag von Hermann Schlag.

1882.

## Vorwort.

Der Unterzeichnete hat infolge seiner Stellung und auch früher geschäftlich Gelegenheit gehabt, die Eignung guter Uhrmacher für Reparaturen an Rechenmaschinen beobachten und erproben zu können und empfiehlt daher allen Rechenmaschinenbesitzern sich an Uhrmacher wenden zu wollen, im Falle Reparaturen an ihren Maschinen vorkommen. Abgesehen davon, dass die Rechenmaschine auf der Grenze zwischen Uhrmacherei und Mechanik steht, also ebenso gut von Gewerbetreibenden der einen oder der anderen Kunst behandelt werden kann, so ist die vielfach verwickelte Bewegung ihrer Theile eine den wenigsten Mechanikern so geläufige Erscheinung, dass sie im allgemeinen diese Reparaturen übernehmen könnten. So hat ein grösseres öffentliches Institut versichert, dass es in Berlin keinen Mechaniker fände, welcher eine Reparatur der Maschine vornehmen könne, (oder besser "wolle"). Gewiss gibt es aber dort 100 gute Uhrmacher, denen eine solche Arbeit eine Leichtigkeit wäre.

Karlstein, (Nied.-Öest.) im Oktober 1881.

C. Dietzschold.

# Kapitel I.

## Einleitende Bemerkungen.

Unter den Apparaten, deren allgemeine Einführung einen grossen Einfluss auf bedeutende Zweige menschlicher Thätigkeit erwarten lässt, steht ohne Zweifel die Rechenmaschine mit obenan. Ogleich nun seit Jahrhunderten bereits Viele, darunter Männer unsterblichen Namens sich mit der Lösung des Problems der Rechenmaschine beschäftigt, so haben doch die Schwierigkeiten, welche sich vom prinzipiellen, vom mechanischen und vom praktischen Standpunkte entgegenstellen, erst in diesem Jahrhunderte zu einer, weitere Kreise befriedigenden Lösung geführt. Eine Zusammenstellung der verschiedenen Bestrebungen, eine Darlegung der systematischen Entwicklung, welche trotz der notorischen Selbständigkeit der einzelnen Arbeiten im folgenden nachgewiesen wird, besteht bis heute noch nicht, aber sie ist so naturgemäs, dass Jeder, welcher die Lösung der Aufgabe versucht, die ganze Skala der Entwicklung, welche bis jetzt durchlaufen wurde, erst wiederholen muss, was grosse Opfer an Zeit und Geld erfordert.

Man kann daher wol ein allgemeines Interesse für das Problem voraussetzen, so dass es von Wichtigkeit erscheint, die mechanische Einrichtung und Wirksamkeit der Maschine kennen zu lernen, um namentlich bei Kauf und Verkauf oder bei Reparaturübernahme von Maschinen der verschiedenen Systeme einen Anhalt zu haben.

Die Zahl der Systeme, welche erfunden wurden und an denen noch gearbeitet wird, ist, bereits ausserordentlich. Wenige gelangen vor einen grösseren Kreis, da sie meist an der "Zehnerübertragung" während der Versuche oder nach kurzer Praxis scheitern. Die

Zahl der Lösungen dagegen erscheint uns als verhältnismässig unbedeutend, wenn man auf eine Untersuchung der vorhandenen Mittel sich einlässt, welche zur Durchführung der Aufgabe dienen, wie sie heute der Rechenmaschine gestellt ist.

Indem wir so Schritt für Schritt die Entwicklung unseres Apparates verfolgen, werden wir auch die Grenzen seiner Leistungsfähigkeit vom mechanischen Standpunkte aus bestimmen können, sowie auch Gesichtspunkte andeuten, von denen Neuerungen zu erwarten sind.

Ein wesentlicher Erfolg dieser Abhandlung wäre endlich der, die Zahl der für die Reparatur Befähigten zu vermehren; denn ein Hauptdamm der Verbreitung der Rechenmaschine liegt in der Befürchtung, dass sie sofort werthlos ist, sobald sich Fehler einstellen, weil sehr schwer ein Reparatteur zu finden ist. Und letzteres dürfte in Zukunft ein Hauptgeschäft der Uhrmacher sein. Uhrmacher finden sich in allen Orten, selbst in minder bedeutenden, und ich habe bisher gerade mit ihnen die besten Erfahrungen gemacht, so dass ich der Meinung bin, dass ein halbwegs coulant es Entgegenkommen der Rechenmaschinenfabriken für beide Theile nur vom besten Erfolge sein müsste. Hierunter verstehe ich, dass bereitwilligst umgehend Aufklärungen von den Fabriken an Uhrmacher gegeben werden, die eine Rechenmaschine in Reparatur haben. Das Verständnis für die Maschine oder doch die Befähigung dazu wird man schon aus der Art und Weise der Anfrage erkennen und demgemäs handeln.

Ehe wir uns nun zum Besprechen der Mechanismen wenden, deren Verbindung die Rechenmaschinen ergeben, ist es nöthig, einen geschichtlichen Rückblick auf die Entwicklung ihrer Idee und der Grundbedingungen, unter denen sie entstanden, zu werfen.

Die Rechenmaschine erfordert, wie jeder mechanische Apparat, dass vollständige Klarheit über das herrsche, was durch ihn geleistet werden soll, so dass die Form der Leistung festgestellt und bis zu einem gewissen Grade der Einfachheit der von allem zu Leistenden gemeinsame Grundgedanke entwickelt ist. Selbstredend stellt sich im Laufe der Zeit die Aufgabe höher wie wir z. B. den Uebergang von der Additions- und Subtraktionsmaschine zur Rechenmaschine für die 4 Spezies haben, welche anfangs nur als erweiterte Additionsmaschine aufzufassen ist, bis die höher gestellten Anforderungen an die Mechanik der Maschine eine relativ geringere Ge-

schwindigkeit der Theile der Maschine und bei Beibehaltung der absoluten bisherigen Geschwindigkeit Vergrößerung der Leistungsfähigkeit der Maschine fordert, wie wir durch Rechnung sehen werden.

So wird ca.  $1/40$  Sekunde bei den früheren und jetzigen Rechenmaschinen gebraucht, damit bei Maximalanstrengung der Maschine in den Zifferscheiben die nächste Zahl erscheint (ein Zeitraum, den wir mit Tempo bezeichnen wollen), z. B. statt 6 die 7; trotzdem braucht die erweiterte Additionsmaschine zur Addition einer Zahl zu einer anderen bereits in den Schaulöchern der Maschine sichtbaren Zahl für die Kurbelumdrehung  $2\frac{1}{2}$  Sek., die heutige Multiplikationsmaschine aber nur  $1/2$  Sekunde, womit die Leistungsfähigkeit auf die fünffache Höhe gebracht ist, abgesehen von der mechanischen Sicherheit, mit der heutzutage gute Rechenmaschinen arbeiten.

Ehe es indes möglich ist, zu einer Rechenmaschine zu gelangen, müssen die Kunst des Rechnens und die Mechanik auf eine gewisse Stufe gebracht sein.

Den besten Beleg dafür liefert das Alterthum, welches in seinen gigantischen Ruinen die Beweise hinterlassen hat, dass zu seinen technischen Unternehmungen umfangreiche Berechnungen angestellt wurden. Es konnte trotz der hohen Stufe der Kunstfertigkeit, auf der schon damals das Rechnen stand, indes keine Rechenmaschinen haben, weil die Mechanik noch zu weit zurück war und weil das Zahlensystem, welches ja mit seinen Eigenschaften die Grundlage der bezüglichen Rechenmaschine bildet, zu bedeutende Schwierigkeiten in den Weg legte.

Wir finden zwar schon damals Spuren, die Gesetzmässigkeit der Zahlenoperationen auf mechanischem Wege zu nützen; man legte Steinen und Marken, ohne dadurch der maschinellen Lösung näher zu kommen, wie sie uns heute vorliegt. Die Endglieder dieser Bestrebungen sind die noch heute, in unseren Schulen, sowie auch in Russland allgemein gebrauchten Rechenmaschinen, in denen Kugeln auf Drähten hin- und hergeschoben werden. Die Chinesen stehen seit Jahrtausenden noch auf derselben Stufe, ihr Swan-Pan ist ebenfalls eine Kugel-Rechenmaschine.

Bekanntlich basierte das Zahlensystem der Alten auf der Fünf, eine Grundlage, welche der Rechenmaschine für dieselbe Zahlengrösse gegen die heutigen die doppelte Stellenzahl gegeben hätte, was mit der unentwickelten Mechanik, welche so feinfühlig

Apparate zu bauen nicht gewohnt war, die Wahrscheinlichkeit von Fehlerquellen derart vergrößert haben würde, dass von Verlässlichkeit, mithin von einem Nutzen der Maschine durchaus nicht die Rede sein konnte.

Eine Kunde für den Versuch, eine Rechenmaschine zu bauen, ist uns vom Alterthume nicht überliefert worden und doch lässt sich die Thatsache vielfacher Versuche sicher annehmen. Die geisttödtende Arbeit des Zahlenrechnens wird damals wie heute viele Leute auf Mittel zur Abhilfe haben sinnen lassen. Dass einst wie jetzt oft jeder Zusammenhang mit den gleichzeitigen und früheren Arbeiten mangelt, ist eine Thatsache, die im Interesse des Problems zu beklagen ist, aber sich leicht erklärt, wenn man bedenkt, wie schwer ein Ueberblick der dieselbe Aufgabe behandelnden vorhandenen Arbeiten erlangt werden kann!

Die mir zu Gebote stehenden Bücher und Manuskripte sind während dreissig Jahren<sup>1</sup> mit grossen Kosten erst zusammengetragen und doch würden sie für mich ohne die Erfahrungen, welche ich beim Baue der Maschinen und im Verkehre mit Interessenten gemacht habe, nahezu werthlos sein, da die Beschreibungen der Maschinen zum Theile offenbar von Leuten herrühren, denen das geistige Verständniss für die Apparate völlig abgeht. – Ja, noch mehr, für eine grosse Zahl von Rechenmaschinen fehlt jede Angabe, doch ist dies von wenig Belang, da die charakteristischen und ausgebildeten Vertreter jeder Gruppe ohnehin behandelt werden können.

Ehe wir uns nun zur eigentlichen Behandlung der mechanischen Aufgabe wenden, ist es nöthig, kurz die **Geschichte des Rechnens** zu berühren, wie dasselbe vor dem Jahre 1640, dem Geburtsjahre der ersten Rechenmaschine, bestand.

Die Charakteristik des heutigen Rechnens ist durch den Gebrauch der 10 Zahlzeichen, die aus Indien zu uns gekommen sind, gegeben. Das Zeichen 0 kam indes erst im 8. Jahrhundert n. Chr. nach Westen zu den Arabern. – Am Hauptsitze der maurischen Wissenschaft, dem 1080 wieder eroberten Toledo, wurde namentlich die Rechenkunst eifrig betrieben und von da nach Italien, Frankreich und England gebracht. Ueberall war die

---

<sup>1</sup> Herr B. Engel in Dresden hat die Güte gehabt, mir die von ihm auf Reisen und in vielen Bibliotheken gesammelten einschlägigen Schriften und Zeichnungen zur Verfügung zu stellen, wofür ich ihm an dieser Stelle den verbindlichsten Dank sage.

Abacusrechnung zu bekämpfen. Diese bestand in allen von den Mauren unabhängigen Ländern und wurde namentlich durch die Klosterschulen verbreitet. Noch gegen 1200 allgemein gebraucht, erlag sie doch bereits im 13. Jahrhundert gegen die neue Rechnungsweise. Bahnbrechend war die 1202 erschienene Arbeit Leonardo Fibonaccis, "die wahre Eleganz echter Wissenschaft."

Von Leonardo ab war 300 Jahre Stillstand. Unklarheit und Beweismangel war für die Rechenkunst das Merkmal dieser Zeit, von der Descartes sagt: Nach ihm (Leonardo) aber, gütige Götter! in welch' erbärmliche Hände gerieth diese Wissenschaft etc.

Als aber die Zeit kam, in der das Ritterthum sank, das Studium des Alterthums wieder aufgenommen wurde, als grossartige Entdeckungen die geographischen und physischen Kenntnisse erweiterten und änderten, als der Handel einen mächtigen Aufschwung nahm und Nation mit Nation verband, wurde es zu einer Grundbedingung einer gedeihlichen Fortentwicklung, dass die Kunst des Rechnens gehoben werde.

Anfang des sechzehnten Jahrhunderts waren es nur die Kaufleute und wenige Männer der Wissenschaft, welche des Rechnens kundig waren. Selbst auf den Universitäten wurden die Elemente noch gelehrt. So sagt ein Dozent (zur Zeit der Reformation) in Wittenberg in seiner Antrittsrede, die Studirenden mögen sich nicht zurückschrecken lassen, die ersten Elemente seien leicht. Die Lehre vom Multiplizieren und Dividieren verlange mehr Fleiss; freilich gebe es schwierigere Theile der Arithmetik. "Ich spreche aber", so fährt er fort, "von diesen Anfängen, welche Euch gelehrt werden und nützlich sind."

Bei den Kaufleuten bestanden geradezu zunftgemässe Regeln für das "Rechnen auf den Linien (mit Zahlpfennigen, welche auf einer liniirten Bank, Cambien, Banckir, Wechselbank, aufgelegt wurden), oder für das "Rechnen mit der Feder"

Unter den damals üblichen Formen zu rechnen finden sich auch die, welche sich bis heute erhalten haben, aber sie sind noch gleichwerthig mit den anderen. Dies ist ein Zeichen wie wenig man in den Geist der Zahlen eingedrungen war und darf als Grund angesehen werden, dass die Lösung des maschinellen Problems im 16. Jahrhundert, trotz der vorliegenden Nothwendigkeit noch nicht versucht wurde.

Als Beispiele für die damals üblichen Rechnungsweisen sei für Multiplikation die von Apianus gegebene, “eine andere Art in Form einer Gale” 4876 D 2395

$$\begin{array}{r}
 8 \\
 77 \\
 650 \\
 539 \\
 6374 \\
 49662 \\
 1112239 \\
 9580050 \\
 8264876 \\
 2395555 \\
 23999 \\
 233 \\
 2 \\
 \hline
 11678020
 \end{array}$$

Diese Methode bringt auch Micyllus. Unsere heutige Form der Ausführung der Multiplikation hiess Modo de Multiplicare per bericoli oder scachieri wegen der im Schema vorkommenden Aehnlichkeit mit dem Zuckerbackwerk bericuocoli o confortini.

Die Division wurde meistens von rechts nach links statt als direkte Umkehrung der Multiplikation von links nach rechts ausgeführt, obgleich auch die heute übliche Art gelehrt wurde, aber nur wie Clavius bemerkt, “weil es das Schreiben mancher Ziffer erspart!”

Die Division 975353 durch 9876 sah damals folgendermaassen aus:

86	86	85	
975	975	1460	
16301	16301	8611	
975353 (9)	975353 (98)	9755	
9876	98766	163015	
81234	81234	975353 (98)	7505
765	7657	98766	9876
	98	812348	
		7657	
		7986	
		244	
		65	

wurde also hier in 3 Theilen ausgeführt und fordert, so viel Theile vermehrt um 1, als der Quotient Stellen hat. Die theoretische Grundlage dieser Rechnungsweisen hier zu entwickeln wäre



zwecklos, jedenfalls sind sie ein Beweis, wie gut der Wittenberger Dozent that, in seiner Antrittsrede die Gemüther zu beruhigen.

Durch Einfluss des Rechnens auf den Linien (mit Zahl-Pfennigen) traten diese komplizirten Rechnungsarten mehr und mehr zurück, “weil man das Schreiben vieler Ziffern ersparte”, nicht also, weil es gekünstelte Verfahrensweisen sind, die ganz abseits von der organischen Entwicklung liegen.

Endlich in der Mitte des siebzehnten Jahrhunderts trat als Erster der französische Mathematiker Blaise Pascal an die Lösung der Aufgabe der Rechenmaschine heran. Er musste bereits als 19jähriger Jüngling für seinen Vater grössere Tabellen berechnen und um sich diese Arbeit zu erleichtern, sann er darüber nach, wie er die Aufgabe mechanisch lösen könne. Die von ihm 1640 erfundene Maschine wirkte indes nicht sicher genug, um praktisch verwendet werden zu können. Es war die erste Additionsmaschine.

Wir könnten uns nun direkt zur .Besprechung der einzelnen Maschinen wenden. Dies würde aber unstreitig Wiederholungen zur Folge haben, anderseits brauchen viele Theile nur kurz berührt zu werden, da nach dem Standpunkte der Leser dieses Schriftchens ihr Nutzen oder Nachtheil sofort einleuchtet, sofern wir über die Aufgabe klar sind. Daher werden wir uns vorerst damit beschäftigen, die Rechenmaschine vom mechanischen Standpunkte aus zu betrachten und die Mechanismengruppen feststellen, welche als Ganzes aufgefasst werden können, wodurch auch das Verständnis der Maschine bedeutend erleichtert wird.

---

## Kapitel II.

### Die Rechenmaschine vom mechanischen Standpunkte.

Alle uns bekannten Rechenmaschinen gründen sich auf die Eigenschaft des dekadischen<sup>2</sup> Zahlensystems, dass bei der Addition und Subtraktion je die Zahlen derselben Stelle zu einander zu addieren sind, z. Beispiel  $425 + 132 =$

$$\begin{array}{r|c|c|c}
 4 & 2 & 5 & \\
 1 & 3 & 2 & \\
 \hline
 = 4 & 1 & 2 & 3 & 5 & 2 \\
 \hline
 = & 5 & 5 & 7 & & 
 \end{array}$$

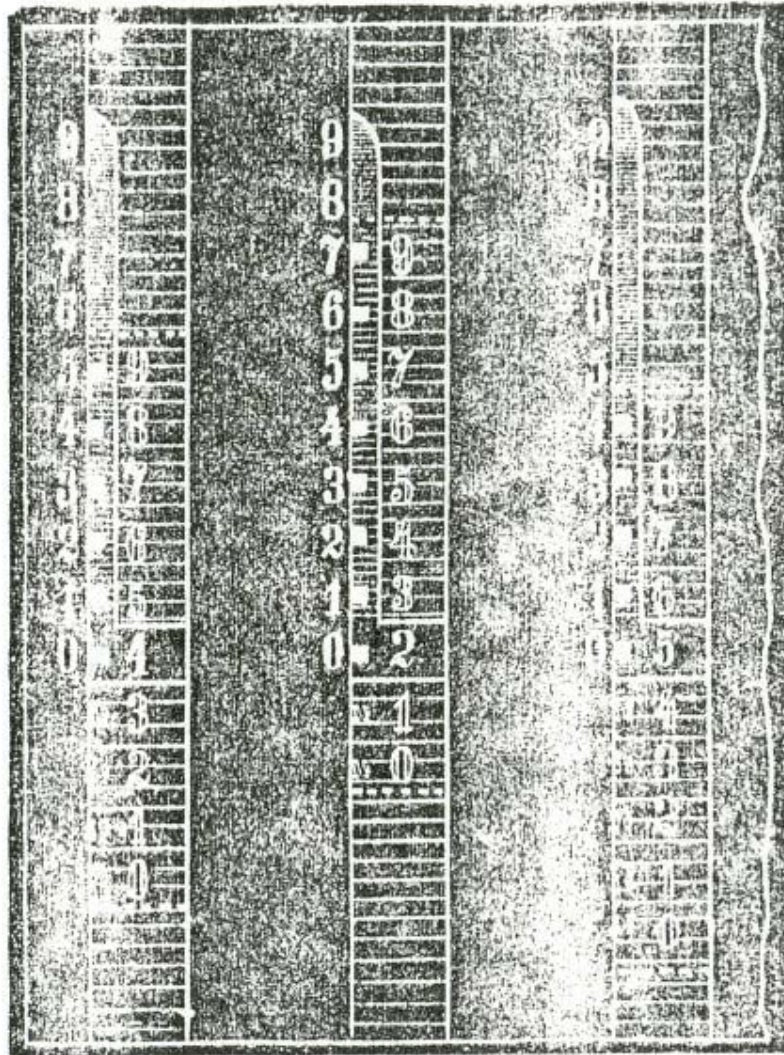
Dies lässt sich mechanisch dadurch ausführen, dass wir Scheiben oder Stäbe mit den Zahlen von 0 bis 9 versehen, nur je eine Zahl davon sichtbar lassen (oder besonders z. B. die Stellung derselben unter ein Fensterchen gegen die übrigen hervorheben), und nun die Scheibe bez. das Stäbchen um so viel weiter drehen bez. schieben, als die hinzuzuaddierende Zahl an der betreffenden Stelle verlangt, im obigen Beispiele die Einer-, Zehner-, und Hunderterstelle, in denen bez. die Zahlen 5, 2, 4 sichtbar waren, um bez. 2, 3, 1, so dass nun die in den Schaulöchern von links nach rechts gelesen die Zahlen 5, 5 und 7 erscheinen; wir lesen 557 (siehe Abbildungen Fig. 1 u. 2).

---

<sup>2</sup> Auch das Zahlensystem mit der Basis 5, wie es die römischen Zahlen bieten, hat dieselbe Eigenschaft, so ist

$$\begin{array}{r|c|c|c|c|c}
 D & CC & L & XXX & V & III \\
 & CC & & X & & I \\
 \hline
 D & CCCC & L & XXXX & V & III = DCCCLXXXVIII, \text{ was abgekürzt} \\
 & & & & & CMXCIX \text{ geschrieben wird, was wol ganz unzweifelhaft zu Versuchen, eine} \\
 & & & & & \text{mechanische Lösung vielleicht unter Zuhilfenahme von Hebelverbindungen, Anlass} \\
 & & & & & \text{gegeben.}
 \end{array}$$

Die Gruppe von Mechanismen, denen die Drehung der Scheiben um diese im allgemeinen veränderlichen Grössen obliegt, wird "Schaltwerk" genannt. Wie man sieht gestatten die Scheiben eine bedeutend schnellere, weil kontinuierliche Bewegung als die Stäbchen. Letztere zeigt, in der That auch nur die Kummer'sche Rechenmaschine, welche für grössere Verhältnisse indes unanwendbar ist und daher ferner ausser Betracht bleiben kann.



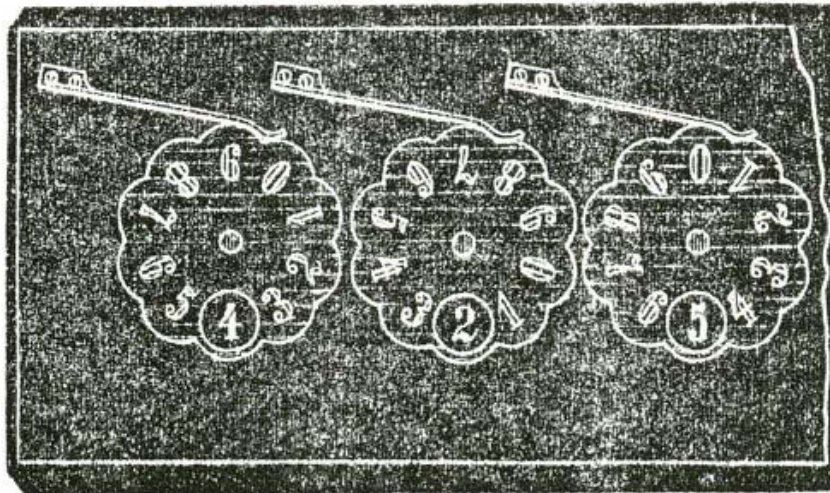
Figur 1.

Die für jede Rechnung andere Drehungsgrösse kann nun erreicht werden: a) durch Einschaltung neuer Theile (Thomas); b) Begrenzung der Wirkung desselben Theiles (Roth, Dietzschold) und endlich c) Formänderung desselben Theiles, z. B. bei Anwendung schiefer Ebene, Änderung von deren Neigung.

Bisher ist die Aufgabe leicht zu verwirklichen, aber die schon

einmal erwähnte Achillesferse der Rechenmaschine, die Zehnerübertragung, birgt die Hauptschwierigkeiten.

Ist z. B. zu 425 die Zahl 195 zu addiren, so erscheint nach dem bisher Erwähnten, wenn wir die Einer-, Zehner- und Hunderter Scheiben um bez. 5, 9 und 1 weiter drehen, 5, 1, 0; dies ist noch nicht richtig, vielmehr muss dem "merk ich mir eins" Rechnung getragen werden, da ja z. B.  $9 + 2 = 11$ , nicht aber 1 ist; ich schreibe, 1 "merk mir 1" und addire 1 zur nächst höheren Stelle. Dies ist von der Maschine auszuführen und zwar ist die nächst höhere Stelle ausser der in der Aufgabe festgestellten Drehung noch um 1 weiterzudrehen.



Figur 2.

Die Verbindung von Mechanismen, welche dies auszuführen hat wird die Zehnerübertragung genannt.

Ihre Schwierigkeit der Anordnung ist dadurch bedingt, dass sie nicht nur angetrieben durch das Schaltwerk in Thätigkeit zu treten hat, sondern auch in sich wirken muss, denn z. B.:

$$\begin{array}{r} \phantom{+} 99999 \\ + \phantom{9999} 1 \\ \hline = 10000 \end{array}$$

wobei nur die letzte Stelle vom Schaltwerke, alle übrigen aber durch die Zehnerübertragung in sich zu bewegen sind.

Die Subtraktion kann dadurch ausgeführt werden, dass die Scheiben zurückgedreht werden. Es kann aber auf den Scheiben noch ein zweiter Zahlenkranz sich befinden, auf dem die Zahlen in umgekehrter Reihenfolge ersichtlich sind, wie bei allen Additions-

maschinen. In letzterem Falle muss, um die Zehnerübertragungsmechanismen nur einmal zu haben, da die Zehnerübertragung beim Addiren bez. Subtrahiren wirkt, wenn Uebergang der nächst niederen Stelle von 9 auf 0, bez. 0 auf 9 statthat ( $9 + 1 = 10$ ,  $28 - 8 = 20$  aber  $28 - 9 = 19$ ), jedenfalls also bei  $9\frac{1}{2}$ , folgende Reihenfolge der Zahlen bestehen:

Addition                    8 9 \* 0 1 2 3 4 5 6 7

Subtraktion                1 0 \* 9 8 7 6 5 4 3 2

Bei \* wirkt die Zehnerübertragung.

Daher wird in den Additions- und Subtraktionsschaulöchern nie dieselbe Zahl stehen, sondern beide Zahlen werden einander zu 9999...9 ergänzen.

Ein unmittelbares Berechnen einer Grösse  $98753 + 13376 - 21564$  ist daher nicht möglich, man muss addiren

$$\begin{array}{r} 98753 \\ + 13376 \\ \hline = 112129 \end{array}$$

in den Schaulöchern für Subtraktion steht dann gleichzeitig 887870 man ist daher genöthigt, hier 112129 einzustellen und kann dann erst

$$\begin{array}{r} 112129 \\ - 21564 \\ \hline = 90565 \end{array} \text{ ausführen.}$$

Bei der Umstellung auf Subtraktion wird die Möglichkeit eines Versehens in die Rechnung gebracht und jeder solche Umstand ist thunlichst zu vermeiden.

Die Anordnung doppelter Zahlenringe ist daher aus praktischen Gründen zu verwerfen.

Mit Rücksicht auf das bisher in diesem Kapitel Gesagte, sind wir im Stande die mechanische Aufgabe, welche in der Rechenmaschine durchgeführt ist, auszusprechen: Die Rechenmaschine ist ein Apparat, in dem eine Anzahl von Scheiben je um einen (für jede Rechnung besonders) genau bestimmten Winkel gedreht wird, wobei indes noch Vorrichtungen bestehen, um, wenn Scheiben gewisse Lagen (9 - 0 bez. 0 - 9) überschreiten, ein Weiterdrehen der den letzteren Scheiben nächst-

benachbarten (der nächst höheren Stelle gehörigen) auszuführen.

Mit dieser Definition ist uns auch das Mittel gegeben, uns die einzelnen noch nicht genannten, Mechanismengruppen zu entwickeln, welche ausserdem in jeder Rechenmaschine vorhanden sein müssen.

Zunächst wird es eine Mechanismengruppe geben, welche bestimmt, um wie viel jede Scheibe weiter oder zurückzudrehen ist, dies ist das Stellwerk. Dasselbe ist von aussen zu regieren. Die Drehung der Scheiben bewirkt das Schaltwerk. Dieses wie auch die Zehnerübertragung werden beide von aussen durch Stift oder Kurbel angetrieben. Die Mechanismengruppe, welche dies ausführt heisst der Antrieb.

Wir können daher unterscheiden:

Antrieb,  
Schaltwerk,  
Zehnerübertragung,  
Stellwerk.

Für jede Scheibe sind nun gesondert diese Theile nöthig, da die Bewegungen, welche jede zu machen hat, im allgemeinen von einander ganz unabhängig sind, woraus hervorgeht: eine Rechenmaschine besteht aus so vielen einzelnen Rechenmaschinen, als sie Stellen mit dem Antriebe zu bewegen gestattet.

Später werden noch vier Gruppen behandelt:

Auslöschung,  
Quotient,  
Umsteuerung,  
Linealrückmechanismus.

Erstere dient, um am Schlusse einer Rechnung schnell alle Scheiben auf 0 zu stellen. (Bei doppeltem Zahlenkranze wird eine Gruppe auf 999 (und zwar die für Addition) kommen, weil dann durch Addition von 1 in der Einerstelle leicht auf 0000...0 gebracht werden kann). Die Aufgabe des Quotient wird bei den Multiplikationsmaschinen klar werden.

Die Umsteuerung hat, weil es von Vortheil ist, den Antrieb nur in einer Richtung erfolgen zu lassen, die Aufgabe bei

einerlei Bewegungsrichtung von Antrieb, Stellwerk und Schaltwerk, doch die entgegengesetzte Drehungsrichtung für die Zifferscheiben zu erreichen. Dies könnte durch Zwischenräder geschehen; besser ist aber auf die Schaltwerksachse zwei konische Räder zu setzen, welche durch einfache Verschiebung vertauscht, auf das konische Rad der Zifferscheibe wirkend, die Drehung derselben geradezu umkehren. Natürlich ist sie bei Scheiben mit doppeltem Zahlenkranze überflüssig, deren Nachtheile indes bereits geschildert wurden, und welche eben die Einführung der Umsteuerung nöthig machten.

Der Linealrückmechanismus hat das Lineal, welches die Zifferscheiben trägt, zu verschieben<sup>3</sup>.

Je nach der Aufgabe, welche der bez. Maschine gestellt ist, werden die genannten Gruppen mehr oder minder ausgebildet sein, oder von einer Gruppe mehrere Funktionen übernommen oder endlich eine Gruppe ganz wegfallen. Z. HB wird bei den späteren Additionsmaschinen beim Einstellen gleichzeitig die Rechnung ausgeführt.

Bei der Prüfung einer Maschine ist es nun von Wichtigkeit, sobald sich Fehler einstellen, zunächst mit Rücksicht auf den Maschinenkomplex, den eine Rechenmaschine repräsentirt, einzelne Stellen auszuschliessen oder auch nur eine Stelle auf einmal zu prüfen. Hierbei ist zu bedenken, dass der Fehler sowol vom Schaltwerk, Stellwerk und Antrieb, als auch von der Zehnerübertragung, welche von der nächstniedereren Stelle herübergreift, statthaben kann.

Rechnen aber alle einzelnen Theile richtig und ergibt doch das Ganze hier und da falsche Resultate, so haben bei Wirkung aller Theile einzelne Theile derartige Deformationen (Ausbiegungen etc.) zu erleiden, dass die vorgeschriebenen Bewegungen nicht korrekt ausgeführt werden.

---

<sup>3</sup> Diese Einrichtung wurde zuerst an einer Maschine von Hoart, Paris (Syst. Thomas) 1873 auf der Wiener Weltausstellung gebracht, später in den Maschinen Syst. Dietzschold wiederholt und dort von mehreren Seiten als zu wenig leistungsfähig bezeichnet, gegenüber der Bewegung des Lineales mit der Hand, die allerdings zur Zeit schneller ausführbar ist. Trotzdem wird diese Einrichtung, an deren Verbesserung ich unausgesetzt weiterarbeite, das Feld behaupten, und einen wesentlichen Theil der Rechenmaschinen der Zukunft bilden. Dass die erste Anordnung den strengsten Anforderungen nicht genügt ist mindestens nicht unnatürlich – auf den ersten Hieb fällt kein Baum.

Eine Hauptsache in den Rechenmaschinen sind endlich die Federn, welche sich namentlich uns den Theilen für Zehnerübertragung schwer<sup>4</sup> ausscheiden lassen, wie wir bei den Multiplikationsmaschinen sehen werden.

---

4 In letzter Zeit wurde mir von einem der Tüchtigsten unter Deutschlands Uhrmachern ein Modell seiner Rechenmaschine zugesandt, in welchem in höchst sinnreicher Weise die Zehnerübertragung völlig kettenschlüssig ausgeführt ist. Der Betreffende, eingeführt in das Problem der Rechenmaschine einzig durch diese Abhandlung, hat den hier ausgesprochenen Grundsätzen durch eine Anzahl von korrekt verbundenen Mechanismengruppen Ausdruck gegeben, so dass seinen weiteren Arbeiten auf diesem Gebiete mit Spannung entgegen gesehen werden muss. Das Modell, welches mir von jenem Herrn vorliegt, gestattet schneller als mit der Maschine von Thomas zu arbeiten, und wirkt kettenschlüssig in Schaltwerk und Zehnerübertragung, ist also unfehlbar, was bis heute noch keine Rechenmaschine war.



## Kapitel III.

### Die Additionsmaschine.

Die Additionsmaschine hat die Aufgabe, lediglich Additionen und Subtraktionen auszuführen.

Praktischen Werth hat dieselbe heute keinen, obgleich beständig zu ihrem Baue, und namentlich von seiten der Kaufleute, gedrängt wird, die sie, dann aber nicht kaufen, weil sie ihnen das Kolonnenaddiren durchaus nicht erleichtert, vielmehr noch die Erlangung einer neuen Fertigkeit aufladet<sup>5</sup>. Auch sonst bietet ihre Fabrikation nur Aussicht auf Misserfolge; denn das, was eine Maschine bezweckt, nämlich die Vermeidung von Fehlern, wird nicht erreicht, weil neue Fehlerquellen hineingebracht werden. Von einer Zahlenkolonne muss jede Zahl abgelesen, eingestellt werden, eine Zwischenkontrolle, eine Vergleichung der zusammenaddirten Zahlen mit den wirklich aufzugebenden ist in kurzer Frist und ohne komplizirte Einrichtungen, die die Maschine verhältnismässig vertheuern (viel darf sie auch nicht kosten) rein unmöglich.

Das Urtheil wird noch getrübt durch die allgemein herrschende Schwerfälligkeit des Laien in Behandlung mechanischer Einrichtungen. Muss man beim Kolonnenrechnen schon aufpassen, so wird dies doppelt nöthig beim Gebrauch der Maschine und sicher wird bei Proben die Maschine die Schuld tragen, wenn aus Nachlässigkeit ein Fehler entsteht. So muss trotz der beständig neu auftauchenden Lösungen jeder Versuch der Einführung als verfehlt betrachtet werden.

Sämmtliche bekannte Additionsmaschinen haben doppelten

---

<sup>5</sup> Ich besitze selbst eine Anzahl französischer und eine amerikanische Additionsmaschine, habe es mit allen versucht, arbeite aber mit keiner mehr, weil das fortwährende Einstellen der Maschine zu ermüdend ist.

Zahlenkranz, mithin keine Umsteuerung<sup>6</sup>. Der Antrieb oder das Stellwerk werden erspart dadurch, dass das Schaltwerk direkt gedreht wird, während bei Roth's Maschine Stellwerk, Antrieb und Schaltwerk in einem Rade vereint sind.

Die erste Additionsmaschine wurde, wie bemerkt, von B. Pascal erfunden.

Es hat nun nach dem heutigen Standpunkte der Mechanik kein Interesse, von dieser Erstgeburt ausgehen zu wollen. Von grösserem Vortheile wird es sein, sofort Dr. Roth's Additionsmaschine, welche die vollendetste der Reihe von Pascal bis Roth ist, zu behandeln, um dann zurückblickend, ihre Entwicklung darzulegen.

Alle neueren Arbeiten haben den Antrieb der Maschine etwas verändert, sind aber prinzipiell das Alte geblieben. In den folgenden Figuren 3 u. 4 ist die Ansicht der ersten beiden Stellen gegeben. Die Zeichnung ist genau nach der in meinem Besitze befindlichen Originalmaschine von Dr. Roth, Paris, mit der Jahreszahl 1842. Sie ist eingerichtet für die Addition und Subtraktion von Thalern, Groschen und Pfennigen. Das Schaltwerk bestellt (pro Stelle) aus einer Scheibe Z, auf der zwei Mal (pro Zahlenkranz) die Zahlen von 0 bis 9 stehen<sup>7</sup>. Dementsprechend enthält die Scheibe am Umfange 20 Zähne, von denen stets 9 unter einem halbkreisförmigen Schlitz sichtbar sind. Eine Sperrfeder legt sich sichernd in die Zähne ein. Die Scheibe läuft unter einer Platte, welche den konzentrischen Schlitz und zwei Schaulöcher, je eines für einen Zahlenkreis enthält. Das äussere ist für Addition, das innere für Subtraktion.

Mit einem Stifte kann man nun durch den Schlitz in die Zahnlücken gelangen, deren zehn sichtbar sind, neben denen, die Zahlen von 0 bis 9 gravirt sind. Steckt man den Stift in eine, z. B. die achte Zahnücke und führt ihn im Schlitz soweit als möglich nach links fort, so wird die Zifferscheibe um 8 Theilungen weiter geschoben und damit eine um 8 grössere Zahl erscheinen.

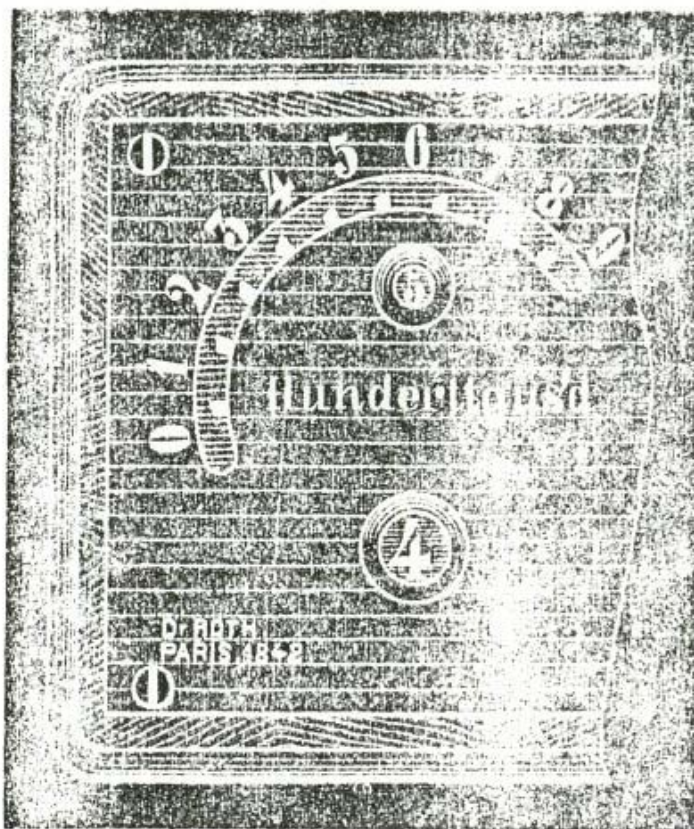
---

<sup>6</sup> Die älteren Maschinen haben scheinbar eine Art Umsteuerung. Es wird ein Hebel auf Addition oder Subtraktion geschoben und dabei stets die Oeffnung geschlossen, in welcher die Zahlen für die entgegengesetzte Rechnungsart erscheinen.

<sup>7</sup> Bei den Zehnern der Groschen haben wir nur die Zahlen 0,1, 2, ...9, bei den Pfennigen dagegen die von 0 bis 11, so dass in diesen Stellen nur noch im Prinzip von einer Zehnerübertragung gesprochen werden kann.

Man sieht hier, wie schon bemerkt wurde, Antrieb, Schaltwerk und Stellwerk an der Zifferscheibe vereinigt.

Die Zehnerübertragung geschieht mittels des Exzenters *E*, (der doppelt ist, weil für eine Scheibenumdrehung zweimal die Zehnerübertragung zu wirken hat), dem Doppelhebel *DD* mit Stift *s* unter Zuhilfenahme der Hilfsfeder *H*, die an *s* drückt. Das Spiel der Zehnerübertragung ist folgendes: Je näher beim Rechnen in einer Stelle die im Schauloche sichtbare Zahl der  $9\frac{1}{2}$  rückt, desto mehr wird *DD* durch den Exzenter nach links gedrängt und die Hilfsfeder *H* durch *s* gespannt. Bei  $9\frac{1}{2}$  ge-



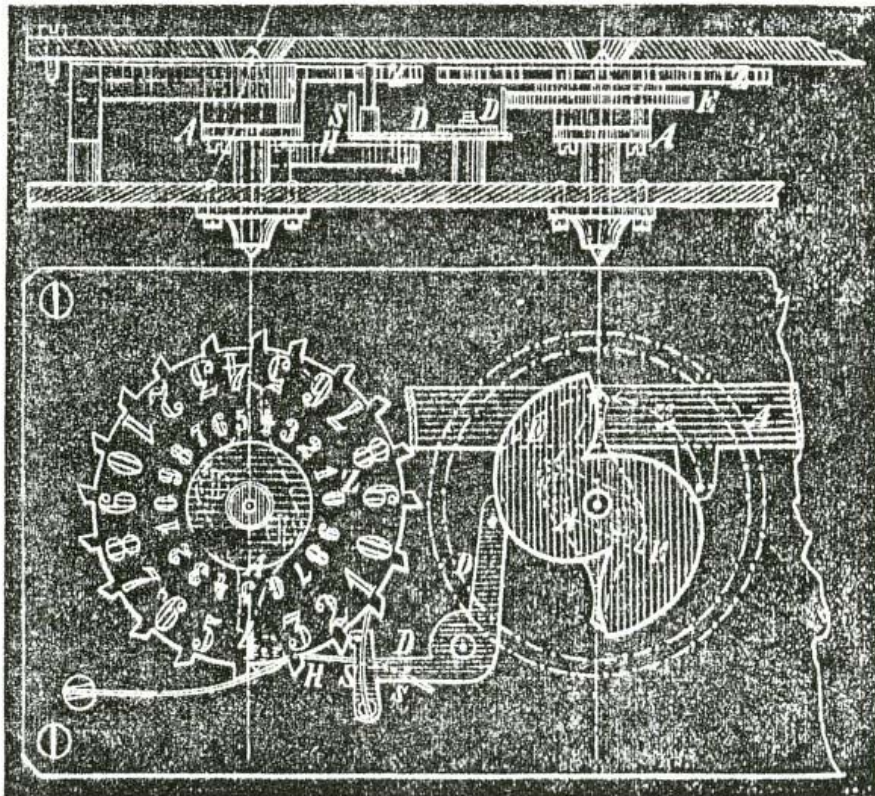
Figur 5.

stattet *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* um eine Stelle weiter. Die Zehnerübertragung ist damit auf die einfachste Weise erreicht.

Die Auslöschung *A* dieser Maschine wirkt, indem eine Stange in der Längsrichtung der Maschine ein Stück herausgezogen wird, wobei die auf den Achsen sitzenden Auslöcher-Arme *AA*

von Stiften, welche in die Stange eingeschlagen sind, mitgenommen werden. Um den Stiften eine günstigere Wirkungsart zu sichern, wird die Stange durch Bogennuten gezwungen, sich so zu bewegen, dass die einzelnen Mitnehmerstifte sich konzentrisch zu den Scheibenachsen bewegen.

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



Figur 4.

Dr. Roth's Maschine ist in einem Kästchen von Mahagoniholz befestigt. Die Dimensionen inklusive Kästchen sind 390 X 68 X 24 mm, ohne Kästchen aber 378 X 54 X 19 mm. Man kann mit ihr direkt bis 1 000 000 Thaler als Summe erhalten. Sie reicht also dem Umfange nach im allgemeinen auch für sehr guten Geschäftsgang aus.

Ihr Preis war damals 20 Thaler. Dass sie sich kein Absatzgebiet verschaffen konnte, lag an den oben erwähnten Uebelständen für alle Additionsmaschinen. Auch 20 Thaler war zu viel, obgleich sie auch mit Einrichtungen (deren wol nur wenige zur Fabrikation gedient haben mögen), nicht viel billiger herstellbar ist.

Weil man sich nun sehr leicht mit dem Einführen des Stiftes in eine Zahnücke irren kann, so ist bei neueren Konstruktionen die Einführung von Tasten geschehen, so in der von Schilt 1851, welche auf der Londoner Ausstellung prämiirt wurde.

Auf der Ausstellung von 1873 waren endlich Additionsmaschinen mit Tasten und Uhrwerk ausgestellt. Die Tasten hatten nur noch auszulösen. Das Rechnen mit diesen von Bieringer & Hebetanz in Ofen ausgestellten Maschinen geschah sehr schnell.

Vergleichen wir nun die Maschine Dr. Roth's mit den älteren, so ist zunächst bei der Maschine von Pascal 1642, Boistissandeu (3 Stück) 1730, Lepine 1729, das Schaltwerk ein selbständiger Theil, der seinen Antrieb vom Stellwerke erhält. Das Stellwerk wird direkt mittels Stift, der in Löcher oder Zahnücken eingesetzt wird, geführt. Die Zehnerübertragung geschah mit Hilfsfeder und Hebel, ähnlich der Roth's. Boistissandeu hat in seiner ersten Anordnung für die Zehnerübertragung ein Zwischentrieb<sup>8</sup> angeordnet, das durch einen Zahn auf der Zifferscheibe (bei  $9\frac{1}{2}$ ) um eine Theilung weiter getrieben wurde und infolgedessen die links benachbarte Zifferscheibe ebenfalls um eine Theilung vorwärts bewegte. Hilfsfeder war keine vorhanden, womit Unsicherheit eintreten musste, sobald die Zehnerübertragung unter sich zu wirken hatte, weil dann nur die Sperrfedern, welche die Zahlen voll in den Schaulöchern zu halten hatten, als freilich ungenügender Ersatz galten. – Boistissandeu hat die Anordnung bereits in der zweiten der von ihm erfundenen Maschine auch verlassen, wir erwähnen sie aber besonders, weil diese Art der Zehnerübertragung anscheinend die einfachste ist, ohne mit Rücksicht auf obengenannten Fall irgend zu entsprechen.

Für den Fachmann ist auch von Interesse, dass Pascal's

---

<sup>8</sup> Wo die Drehrichtung zweier benachbarter Zifferscheiben entgegengesetzt sein darf, wie z. B. bei Hubzählern etc. kann auch das Zwischentrieb wegfallen und treibt dann ein hervorstehender Zahn der einen Scheibe die nächsthöhere bei  $9\frac{1}{2}$  um eine Stelle weiter.

Maschine durchaus Stifträder (statt Zahnräder) und Laternentriebe zeigt, dass selbst die Sperrkegel, die zum Theil durch Eigengewicht einfallen müssen, an Stifträdern eingreifen. Anfangs des 18. Jahrhunderts, als die nächstgenannten Maschinen ausgeführt wurden, finden wir bereits regelrechte Verzahnungen, Sperräder und Sperrkegel mit Feder, ähnlich den heutigen Mechanismen. Freilich lag dazwischen die Zeit eines eminenten Aufschwunges der Uhrmacherskunst.

Um einen Begriff der Maschinen mit Tasten zu geben, betrachten wir die zwei neuesten, deren Patentschriften mir vorliegen.

Vorerst ist es klar, dass die Tasten entweder

1., direkt das Drehen der Scheiben bewirken oder

2., als Stellung dienen, worauf die Drehung der Scheiben von einem eigenen Antrieb aus geschieht.

In ersterer Klasse gehört die Maschine, welche O. Pütter und B. Schmitz in Solingen vom 1. Dez. 1877 ab in Deutschland patentirt wurde. Sie dient nur zu Additionen und hat 3 Stellen, deren 2. und 3. indes nur von der Zehnerübertragung bewegt werden. Die Tasten verschieben während des Herabdrückens einen Riegel, welcher mittels Sperrkegel die letzte (Einer-) Zifferscheibe um so viel weiterdreht als die niedergedrückte Taste fordert.

Der Riegel trägt 9 Schrägungen, welche für dieselbe Tiefe des Tasten-niederdruckes die 1, 2, 3... 9 fache Steigung haben, so dass, wenn die Taste für die Zahl 6 völlig herabgedrückt, infolge der sechsfachen Steigung der Riegel um 6 Theile weiter geschoben worden ist. Drückte man die 1er Taste, resp. die 9er Taste, so wäre der Riegel um 1 resp. 9 Theilungen weiter geschoben und damit auch die Zifferscheibe um eben so viele Stellen weitergedreht worden.

Zur Uebertragung der Zehn ist hier nur ein Zahn auf der Zifferscheibe, welcher die nächsthöhere Scheibe beim Passiren von  $9\frac{1}{2}$  um eine Stelle weiterrückt. Die Sperrfeder und Sicherungsfeder der Zifferscheibe dient hier als Hilfsfeder zur Zehnerübertragung und kann es auch, da die Maschine überhaupt nur 3 Scheiben hat! – Diese Zehnerübertragung ist die an Zählapparaten<sup>10</sup> gebräuchlichste und bekannteste.

---

9 Die nächsthöhere Stelle zeigt die Zahlen auf der Scheibe in umgekehrter Reihenfolge.

10 Hubzähler und verwandte Zählapparate könnte man auch als Additionsmaschinen bezeichnen bei denen stets nur 1 zu der in den Schaulöchern sichtbaren Zahl addirt wird und werden kann. –

Die Maschine selbst dürfte nicht von langer Dauer sein, da die Schrägen des obgenannten Riegels jedenfalls eine rasche Abnützung namentlich in den Zahlen von 6 - 9 zeigen werden, da, je weiter der Riegel durch den Druck auf die Schräge geschoben werden soll, die Kraftzerlegung infolge der sich mehr der Normalen nähernden Richtung, unter der Drücker und Schräge zusammentreffen, immer ungünstiger wird.

Zur zweiten Klasse gehört die vom 2. Juni 1880 ab in Deutschland patentirte Additionsmaschine von Antonio Numa Durand in Beaumont (Dordogne, Frankreich.)

Dieselbe ist im Prinzip nach dem System Thomas gebaut, auf einer Antriebswelle sitzen 9 Räder mit 1 bis 9 Zähnen.

Ein Trieb wird nun im Beginne des Rechnens mittels Trieb ohne Ende und Zahnstange an den Schalträdern vorübergeführt. Kommt das Trieb, welches mittels Gesperr mit der Zahnstange verbunden ist, an die niedergedrückte Taste, so wird durch diese das Gesperr ausgerückt und das Trieb stehen bleiben. Das sovielzahnige Schaltrad, als zur Taste (z. B. der 7er) gehört, wirkt, und die indes wieder zurückgeführte Zahnstange nimmt das Trieb wieder zurück. —

Die Hin- und Herführung der Zahnstange geschieht mittels Trieb ohne Ende, wozu das Trieb bald in der einen, bald anderen Richtung gedreht wird, was dadurch erreicht ist, dass zwei Sektoren, zuerst ein direkt auf der Triebachse sitzendes Rad, dann ein mit demselben Rad in Eingriff stehendes Wechselrad treiben. Beide Sektoren liegen in verschiedenen Ebenen und sitzen auf der Hauptantriebsachse, welche die Schaltwerksräder trägt.

Soll nun gerechnet werden, so drückt man eine Taste nieder (z. B die 5er) und dreht an der Hauptantriebskurbel. Dadurch wird mittels Trieb ohne Ende die Zahnstange und das mit ihr verkuppelte Trieb verschoben, bis der Kupplungssperrkegel an die Taste stösst, ausgelöst wird und von dem betreffenden Schaltrade um die erforderliche Zahnzahl (dem Beisp. entsprechend 5) weitergedreht wird. —

Die Zehnerübertragung geschieht mittels Zwischentrieb, doch wird demselben nur zugemuthet, die Drehung der nächsthöheren Scheibe zu beginnen, welche durch Einzahnräder, deren Zähne um je eine Theilung gegen (nach) einander versetzt sind, vollendet wird. Diese Einzahnräder sitzen alle auf einer Welle, welche ihren Antrieb ebenfalls von der Hauptantriebswelle erhält. —

Um bei Addition von Kolonnen, z. B. erst alle Einer addiren zu können, dann alle Zehner, alle Hunderter u. s. w. ist eine Vorrichtung vorhanden, womit zuerst das Schaltwerk auf die Einerzifferscheibe wirkt, dann die Verbindung mit der Zehner-, dann mit der Hunderterscheibe u. s. w. hergestellt wird, indem man von aussen ein Trieb verschiebt, auf dessen Welle sich der Antrieb der Schaltwerksräder mittels des von den Schaltwerken bewegten Triebes überträgt. Man sieht leicht, dass die Maschine keineswegs einfach ist. Auch ihre Manipulation fordert jedenfalls viel mehr Zeit und beschäftigt beide Hände zugleich, wenn halbwegs schnell gerechnet werden soll. Da die Einstellung und der Antrieb getrennt sind und nacheinander geschehen, kann man sie kaum für einen Fortschritt halten. Auch sonst halten wir die Anordnung, ihrer zahlreichen Theile wegen nicht für besonders glücklich und muss ihre exakte Funktionirung im voraus zweifelhaft werden, wenn wir bedenken, dass von dem Schaltwerksrade aus durch 3 Zwischenräder erst die Bewegung auf die Zifferscheibe übertragen wird. —

Die Zifferscheiben haben für Addition und Subtraktion doppelten Zahlenkranz, doch ist stets nur eine Zahl durch eine Oeffnung sichtbar, da die zweite (der entgegengesetzten Rechnungsart zugehörige) verdeckt wird, je nachdem man einen Schieber in die eine oder die andere seiner Endlagen bringt. Ein Zeiger gibt an, ob wir die Additions- oder Subtraktionszahlen augenblicklich vor uns haben. —

Auch hier finden wir eine Auslöschung. Mittels Knopf wird eine Welle gedreht, auf der für jede Zifferscheibe ein Zahnrad sitzt, welches in das Zifferscheibenrad greift. Dreht man nun am Knopfe, so wird jede Zifferscheibe ebenfalls gedreht, bis das Zahnrad an eine Lücke in den Zähnen des Zifferscheibenrades kommt, wo nun das Mitgenommenwerden ein Ende hat. In diesem Augenblicke ist die 0 unterm Schauloche.

Die Auslöscherräder sind sehr dünn, so dass sie nur in einem kleinen Theil des breiten Zifferscheibenrades eingreifen, es sind daher keine Zähne vollständig im Zifferscheibenrade weggelassen, sondern nur ein Theil der Zahnbreite weggenommen, so dass man in einem Zifferscheibenrade ein vollständiges für das Rechnen und eins mit Lücke für die Auslöschung vereinigt denken kann. Ist der Auslöscherknopf und damit die Auslöscherräder in der Ruhelage, so zeigen sie auch ihrerseits eine Lücke, welche gestattet, dass sich während des Rechnens die Zifferscheibenräder frei drehen



können, ohne die Auslöscherräder etwa mitzunehmen. Man ersieht hieraus, dass das Auslöscherrad mindestens so viel Zähne als das Zifferscheibenrad haben muss, d. h., dass beide Räder vollständig gleich sein müssen! –

Die Durand'sche Maschine ist bezüglich des Schaltwerkes identisch mit der Thomas'schen Maschine. –

Endlich sei noch der Additionsmaschinen gedacht, in denen zwei Zifferscheiben nebeneinander liegen, welche die Zahlen von 0 bis 100 tragen. Konzentrisch 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 indes nur den äusseren 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 bis 99 angebracht. Bei 0 ist je ein »Stift auf der Deckplatte fest, setzt man nun den Stift in das Loch, z. B. neben der Zahl 32 ein und dreht die Scheibe bis zum Arretirungsstift, so ist die Zifferscheibe von der in einem Schau-loche nur eine Zahl sichtbar ist, um 32 Stellen weitergegangen und in dem Schau-loche steht eine um 32 grössere Zahl. Die Hunderterübertragung ist theils mit Hilfsfedern, wie in der Mr. Webbs am 10. März 1868 in Amerika patentirten Maschine, von der ein Exemplar in meinem Besitze ist, theils auch entspricht sie der bekannten einfachen 10er Uebertragung der Zählwerke, wie in der W. Pfeiffer I in Dresden am 6. Febr. 1879 in Deutschland patentirten Rechenmaschine, von der mir die Patentschrift vorliegt. – Die Idee, sofort zweistellige Zahlen addiren zu können, ist an sich zweckmässig – wenn nicht, gerade hier Irrungen leicht geschähen. Ich habe mehrere Male bereits versucht, mit Webbs Maschine, welche der Erfinder (ihr bester Kenner! – ?) selbst als “only practical adding Machine in the world”<sup>11</sup> bezeichnet, habe aber mit ihr häufig falsche Resultate<sup>12</sup> erhalten, so dass ich sie nur als Merkwürdigkeit noch bewahre. –

Damit sei die Betrachtung der einfachen Additionsmaschinen geschlossen. Der verehrte Leser wird die Ueberzeugung erlangt haben, dass wie in der Einleitung bemerkt, die Arbeiten einem strengen Gesetze folgen, dass die neueren Erfindungen, wenn

---

11 “Einzig praktische Additionsmaschine der Welt.”

12 Durch das leichte Versehen im Einstellen einer Ziffer.

letzteres klar schon dargelegt worden wäre, gewiss den zweifellos auf sie verwandten Opfern entsprechend, ausgiebiger gewesen wären. – Nach der geschehenen klaren Präzision der Aufgabe wird der Techniker leicht in der Lage sein, eine ganze Reihe von Additionsmaschinen zu konstruieren, so lange es aber nicht gelingt dem Irren beim so häufigen Umstellen der zu addierenden Zahlen vorzubeugen, werden die Additionsmaschinen keine allgemeinere Bedeutung gewinnen.

---

## Kapitel IV.

### Die erweiterte Additionsmaschine.

Mit dieser Bezeichnung wollen wir die Additionsmaschinen benennen, welche im Sinne der heutigen Multiplikationsmaschinen zum Multiplizieren und Dividieren dienen. Auch bei allen Additionsmaschinen sind für letztgenannte Spezies die Regeln bei der Beschreibung gegeben worden, nur dass für einen halbwegs geübten Rechner die Maschine mehr als entbehrlich ist. So bedingt die Berechnung von  $125 \times 5X$  &, dass in den Einern bez. Zehnern und Hunderten 5 mal je 5, 2 und 1 addiert werde. Bei mehrstelligen Faktoren wird das Rechnen natürlich noch zeitraubender. Man kann nun Stellwerk und Schaltwerk trennen und 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, denn würden z. B. zwei benachbarte Schaltwerke gleichzeitig angetrieben und die Zehnerübertragung sollte wirken, so fände ein einfaches Durchgehen statt, der Zweck würde also nicht erreicht.

Eine neue Anforderung tritt nun heran. Für Lösung der Aufgabe  $173 \times 14$  könnte man 173 einstellen und 14 mal mit der Kurbel drehen, was bei grösseren Faktoren geradezu undurchführbar wäre. Trennt man aber die Zifferscheibe vom Schaltwerk und vermittelt nun die Uebertragung, z. B. durch Zahnräder, setzt endlich sämtliche Zifferscheiben in ein festes Gestell, so dass man z. B. die 1000er Scheibe mit den 1000, 100, 10 er und Einer-Schaltwerke in Eingriff bringen kann, so ist eine bedeutende Vereinfachung beim Multiplizieren möglich, z. B.:  $173 \times 14$  liesse sich so rechnen; 173 eingestellt und 4 mal mit der Kurbel gedreht, ergibt  $173 \times 4 = 692$  in den Schaulöchern; verlegen

wir nun das Gestell mit den Zifferscheiben, so dass die Zehnerscheibe über das Einerschaltwerk etc. kommt, so wird nun eingestellt erscheinen: im Zifferscheibengestelle 692, im Schaltwerk darunter 173, und bei einmaliger Kurbeldrehung erscheint  $2422 = 173 \times 214$  in den Zifferscheiben, also haben wir durch die Verschiebung eine bedeutende Vereinfachung erzielt. Wollten wir  $173 \times 214$  haben, so brauchte nur das Gestell noch um eine Stelle versetzt und dann die Kurbel 2 mal herumgedreht zu werden, um  $37022 = 173 \times 214$  zu erhalten.

Das ebengenannte Gestell für die Zifferscheiben ist bei den Multiplikationsmaschinen meist als Lineal ausgebildet.

Als erweiterte Additionsmaschine kann unstreitig die des Pfarrers Hahn betrachtet werden. Dieselbe sass in einem kreisförmigen Gehäuse von 25 cm Durchmesser, 11 cm Höhe und hatte am Umfange 14 Zifferscheiben mit doppeltem Zahlenkranze und 14 kleinere Scheiben für den Quotienten.

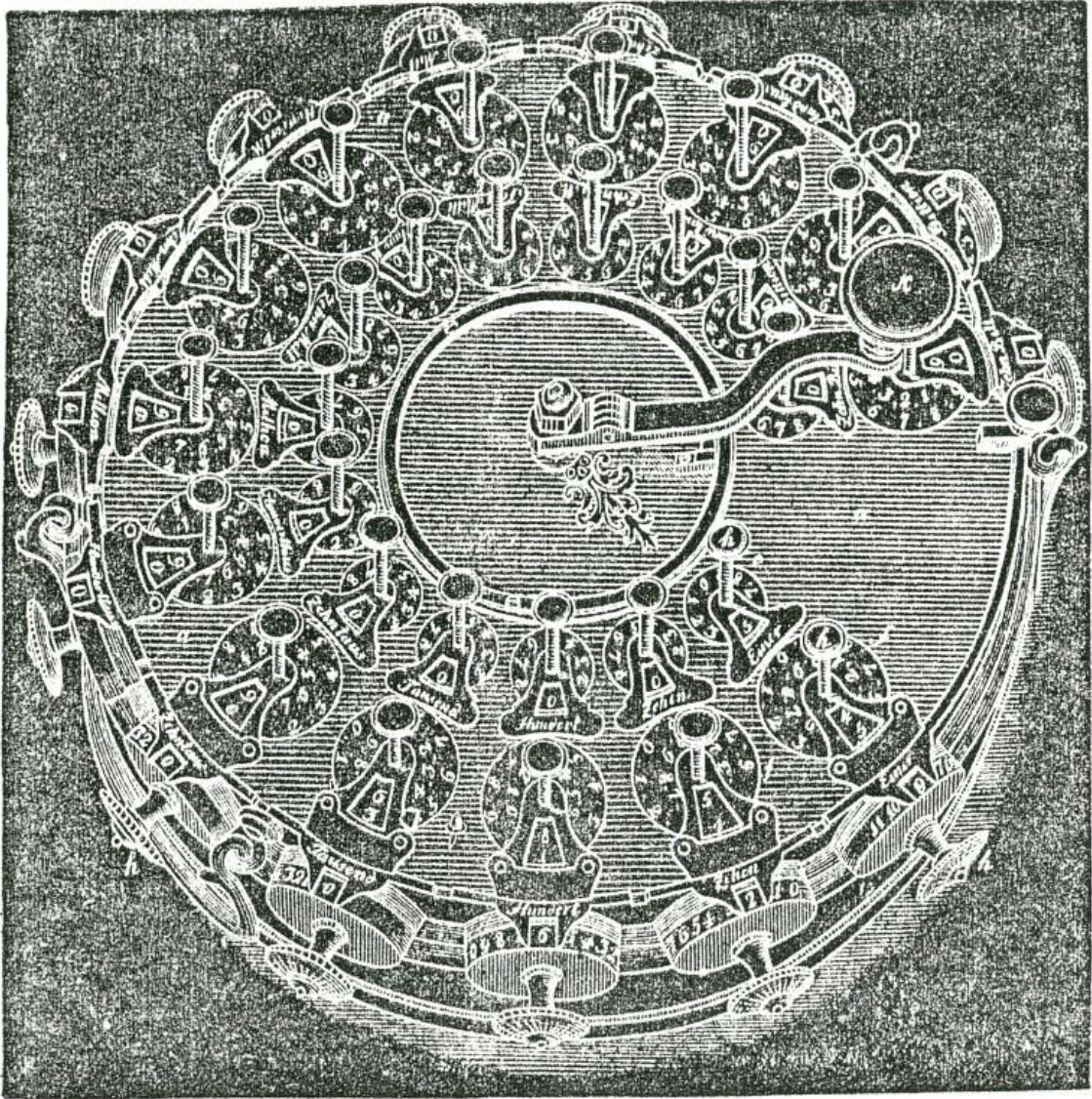
Der Quotient hat die Aufgabe anzugeben, welche Zahl von Kurbelumdrehungen in jeder Lage des Zifferscheibengestelles gemacht wurden. Er ist also ein einfacher Tourenzähler.

Der Antrieb geschah von einer zentral gestellten Kurbel aus und bewegte jedenfalls einen Zahnrad-Sektor, welcher fest auf der Kurbelachse sass, je ein Schaltwerk auf einmal. Die Stellung geschah durch Herausziehen von Stäbchen am Umfange der Maschine. Letzteres war eine Unannehmlichkeit, die nicht nur die Uebersicht der eingestellten Zahlen erschwerte, sondern auch noch beim Drehen der Kurbel nachtheilig wirkte, und zwar theils hindernd, theils eine leichte Umstellung der Maschine während des Rechnens hervorrufend.

Richtig rechnen<sup>13</sup> konnte diese Maschine übrigens nur, wenn sehr langsam damit gearbeitet wurde. Eine Kurbelumdrehung dieser Maschine geschah in etwa 5 Sekunden, trotzdem wurden die Schaltwerke sehr beansprucht, denn da sämmtliche 14 Zifferscheiben eine nach der anderen angetrieben werden und im Maximum

---

13 Bei schnellerem Rechnen scheint sie oft Fehler gemacht zu haben, so dass ihr Erfinder sie nie einer Akademie zur Prüfung vorgelegt, trotzdem ihm dies, wie er im deutschen Merkur Mai 1779 selbst sagt: "Ihro Majestät der Kaiser bey Höchstdero damaligen Durchreise durch Stuttgart wiederholt angerathen haben." Diese Thatsache erwähnt nicht ohne innere Befriedigung der nachbenannte Ingenieur-Hauptmann J. H. Müller, nachdem er allerdings von Hahn des geistigen Diebstahls bezüglich seiner Erfindung geziehen worden.



Figur 5. Rechenmaschine von J. H. Müller aus dem Jahre 1784.

jede Scheibe um 10 Ziffern (inkl. Zehnerübertragung) weitergedreht werden, so können im Maximum nach einander 140 Ziffern<sup>14</sup> in den Schau-  
löchern erscheinen. Wir benannten bereits die Zeit, welche zwischen dem  
Erscheinen zweier benachbarten Ziffern im Schauloch verfließt als 1  
Tempo. Für jede Kurbelumdrehung werden daher 140 Tempi von obiger  
Maschine ausgeführt mit Rücksicht auf nothwendige Zwischenpausen aber  
mindestens 150, woraus pro Tempo folgt

$$\frac{5 \text{ Sek.}}{150} = \frac{1}{30} \text{ Sek.}$$

Verwandt mit Hahn's Rechenmaschine ist die 1784 von J. H. Müller,  
hessendarmstädtischer Ingenieur-Hauptmann, erbaute Maschine, deren Ab-  
bildung wir hier begeben. Sie ist auf Anregung der Hahn'schen Maschine  
entstanden, kann aber wol als Uebergang zu den eigentlichen Multiplika-  
tions-Maschinen angesehen werden.

Anstatt für das Stellwerk Stängelchen herauszuziehen, sind hier dreh-  
bare Knöpfe *h* angebracht. Die Zifferscheiben *f* und Quotientenscheiben *e*  
sind am Ringe *a* befestigt und durch die Knöpfe *h* drehbar.

Ueber die innere Einrichtung der Maschine ist nichts veröffentlicht  
worden, da dies erst dann in Aussicht gestellt wurde, wenn "ein annehm-  
licher Käufer und Beförderer dieser nützlichen Erfindung sich hervorthun  
werde", was nicht geschehen zu sein scheint.

Die Präzision in der Leistung der Maschine, welche u. A. "durch  
einen der fertigsten Rechner, dem Herrn Rechnungsjustifikator Mezler",  
konstatirt wurde, hat, wie den Aeusserungen des Erfinders entnommen  
werden kann, eine Vorrichtung gehabt, welche ähnlich dem Stern und  
Bremssektor, wie sie z. B. die Maschine von Thomas besitzt, gewesen sein  
dürfte.

Diene Vorrichtung besteht, darin, dass auf der Schaltwerkswelle ein  
Stern *s* (Fig. 6) befestigt ist, in den der Bremssektor *b* des Antriebes ein-  
greift und so die Bewegung des Schaltwerkes verhindert, so lange kein An-  
trieb und keine Bewegung des Schalt-

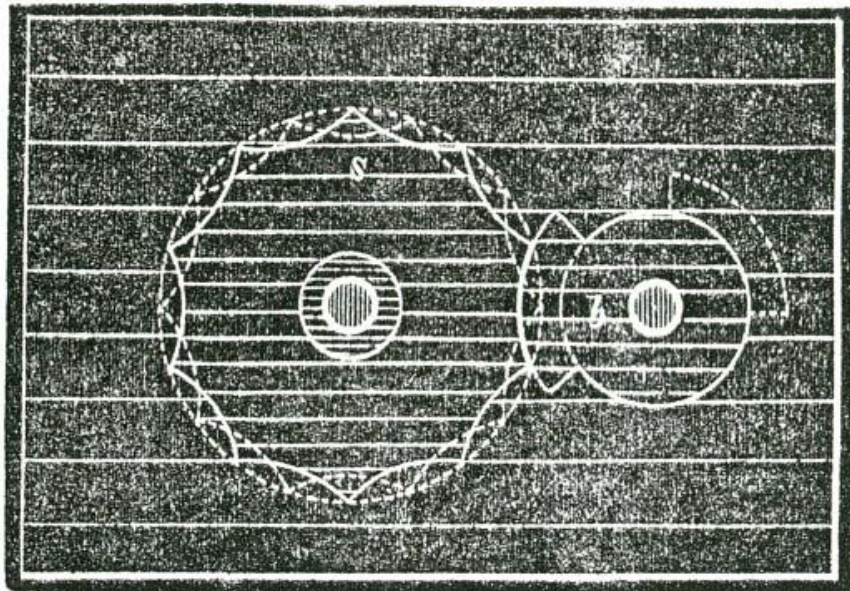
---

14 Richtiger 139, denn stünde im Lineal nur 1, in dem Schaltwerk 999...9 so würden  
durch das Schaltwerk 9, 14, durch die Zehnerübertragung 13 in Sa. 9. 14 + 13 = 139  
Ziffern nach einander im Schauloch erscheinen. —

werkes statthaben soll. Gleichzeitig werden für etwaiges zeitweiliges Eintreten von Zähnen des Antriebrades (Sektors) die Verzahnung des Schaltwerkes so gestellt, dass kein Aufsitzen der Zähne statthaben kann.

Der korrigierende Einfluss dieses Elementenpaares ist derartig, dass man es bei allen Maschinen, die eine grössere Leistungsfähigkeit haben sollen, nicht entbehren kann, um so mehr, als es auch die Fehler berichtigt, welche etwa durch zu schnellen Gang der Maschine hervorgerufen werden könnten.

Während bei der Maschine von Thomas *b* voll ist, soweit nicht nur für die 10 Schaltwerks-Tempi der Bewegung des Sternes Raum gegeben werden muss, scheint diese Maschine nur ein Stück Bremssektor kurz vor Eingriff vom Antrieb in das Schaltwerk ge-



Figur 6.

habt zu haben; denn der Erfinder sagt: “Sobald man die Kurbel in Bewegung setzt, werden die Ziffern noch vor Eingreifung der Räder durch einen besonderen Mechanismus so genau gestellt, dass die Zähne nothwendig recht eingreifen müssen” und in der Anmerkung dazu “nicht etwa durch blose Springfedern.”<sup>15</sup>

Die Schnelligkeit, mit der die Maschine arbeitete, lässt sich

---

<sup>15</sup> Trotzdem waren noch schwache Federchen angebracht, so dass noch nicht die volle Kettenschlüssigkeit des genannten Elementenpaares erkannt – oder eingeführt war.

berechnen aus der authentischen Angabe, dass die Multiplikation von 2288515 mit 635882 77 Sekunden erforderte. In dieser Zeit sind  $6 + 3 + 5 + 3 + 8 + 2 = 27$  Kurbelumdrehungen auszuführen; rechnen wir nun für Einstellen des Faktors 2288515 und Vorsetzen des Lineals höchstens 23 Sek., so bleiben für die 27 Kurbeldrehungen mindestens 54 Sek., mithin pro Kurbeldrehung 2 Sekunden. Dies ist eine bedeutend grössere Geschwindigkeit, als die Hahn'sche Maschine gestattet, aber noch ein Zeichen, dass wir es nur mit einer erweiterten Additionsmaschine zu thun haben, deren grössere Schnelligkeit durch den günstigen Einfluss des Paares Stern und Sektor ermöglicht wird.

Was die innere Einrichtung anlangt, so vermuthe ich, dass das Schaltwerk der Klasse angehörte, in der die Wirkungsdauer eines Theiles begrenzt wird und dass die Zehnerübertragung mit Hilfsfeder geschah.



## Kapitel V.

### Multiplikationsmaschinen.

Im vorigen Kapitel wurde gesagt, dass die Leistungsfähigkeit der erweiterten Additionsmaschinen deshalb so begrenzt ist, weil pro Kurbelumdrehung zu viel Tempi zu bewältigen sind, mithin das einzelne Tempo einen zu geringen Theil der Kurbeldrehung umfasst. Selbst bei bestgearbeiteten Maschinen kann  $1/50$  Sekunde als Grenze bis zu der man mit einem Tempo herabgehen kann, angenommen werden. Die Unregelmässigkeit der Zehnerübertragung hat es nämlich unmöglich<sup>16</sup> gemacht, die Einstellung, welche im Zeitraume eines Tempos geschieht, bisher anders als mit Federkraft festzuhalten. Das Einschnappen einer Feder bedarf aber mit Rücksicht auf die Ueberwindung der Trägheit ihrer Masse einer gewissen Zeit, unter die man nicht gehen darf. Würde man sie doch unterschreiten, so wäre zu riskiren, dass die Feder zeitweilig oder nie einschnappte und damit der Zehnerauslösungstheil sofort in die Anfangslage zurückprellte. Die Vergrößerung des einem Tempo zugehörigen Theiles einer Kurbeldrehung ist daher die Grundbedingung der Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Rechenmaschine und sie ist dadurch ermöglicht, dass man, anstatt jedes Schaltwerk vollständig auswirken zu lassen, ehe das nächstbenachbarte (der höheren Stelle angehörige) seine Wirkung beginnen kann, die Schaltwerke gleichzeitig oder doch theilweise gleichzeitig arbeiten lässt.

Würde nun hier, wie bei den Additionsmaschinen, die Zehnerübertragung sofort nach ihrer Einstellung wirken, und zwar z. B. in der Weise und Anordnung der Roth'schen Maschine, so würde

---

<sup>16</sup> Siehe Anmerkung S. 14

im Falle des gleichzeitigen Wirkens der benachbarten Schaltwerke sie wirkungslos bleiben. Man könnte allerdings etwa durch Anwendung eines Differentialradsystems sofort die nächsthöhere Scheibe um eine Stelle weiter drehen. Derartige mechanische Komplikationen sind indes für Maschinen, die so schnelle Bewegungen haben, zu theuer, weil die Regulirung zu lange währt, selbst wenn die grossartigsten Einrichtungen die Theilfabrikation noch so billig machten, abgesehen von den durch die grössere Zahl der Theile geschaffenen Fehlerquellen, welche in der Rechenmaschine thunlichst zu meiden sind.

Ausserdem müsste, für den Fall die Zehnerübertragung unter sich wirken soll, doch noch eine Hilfsvorrichtung vorhanden sein, welche entweder Federn spannt oder direkt antreibt.

Man sieht, die Zahl der Theile mehrt sich ausserordentlich, und wenn wir endlich die Sicherung gegen das Zuweitdrehen der Zifferscheiben anbringen, so wird die Durchführung obiger Idee vom praktischen Gesichtspunkte fallen gelassen werden müssen.

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

Auch hier gibt es zwei Fälle; entweder die Zehnerübertragung geschieht unmittelbar nach dem Schaltwerke<sup>17</sup>, oder alle Zehnerübertragungen haben gemeinsamen Antrieb und wirken dann nacheinander.<sup>18</sup> Erstere Anordnung hat den grossen Vortheil, dass für jede Kurbeldrehung nur einmal ein Bewegen jeder Zifferscheibe erfolgt, nicht aber wie bei letzterer erst von Seite des Schaltwerkes; dann möglicherweise von Seite der Zehnerübertragung ein Antrieb und dann entsprechend zweimal durch Sicherung (z. B. Stern und Sektor) ein plötzliches Aufhalten eintritt. Rechnen wir die bei der Schnelligkeit der Wirkung nicht unbeträchtlichen Stösse bei Antrieb und Aufhaltung, so ist es schon von vornherein klar, wie vorteilhaft der unmittelbare Anschluss der Zehnerübertragung an das Schaltwerk ist.

Die verbreitetste Multiplikationsmaschine ist die des Elsässers Thomas aus Colmar. Gegenwärtig wird sie in Paris fabrizirt. Bereits 1818 wurde das erste Patent darauf von Thomas genommen und seit dieser Zeit ist vom Erfinder, der erst vor einigen

---

17 System Thomas u. A.

18 System Dietzschold u. A.

Jahren als Millionär<sup>19</sup> starb, unablässig an der Vervollkommnung 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 Jahre eine Anordnung schaffen, an der nur schwer eine Verbesserung zu erdenken ist.

### A. Der Arithmometer von Thomas aus Colmar.

Das Wesentliche des Schaltwerkes dieser Maschine<sup>20</sup> ist die gezahnte Trommel  $T$ ; im Prinzip vereinigt dieselbe 10 Räder, welche 0 bis 9 Zähne tragen. Bringt man durch Verschiebung des 10 zahnigen Rades  $R$  letzteres mit einem der 10 Räder in Eingriff, so wird  $R$  für eine Trommelumdrehung um so viel Zähne weiter gedreht, 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 Sektor<sup>21</sup>  $a$  eingeführt, wovon der Stern auf der Achse von  $R$ , der Sektor auf der von  $T$  sitzt.

Die Zehnerübertragung ist hier durch die Kurbel  $K$  bewirkt, welche als Einzahnrad aufgefasst werden kann. Wenn nun die Zehnerübertragung zu wirken hat, so wird  $K$  von der Zifferscheibe durch Vermittelung der Hebel  $H$  auf der Achse von  $T$  so verschoben, dass das obere Ende von  $K$  als Zahn wirkend in das auf der Achse von  $R$  festsitzende Zehnerrad  $Z$  eingreift und  $Z$  um  $1/10$  Umdrehung =  $36^\circ$  weiter dreht.

Mit  $K$  auf einem Putzen fest sitzen nun zwei Sektoren, deren einer dem Stern gestattet, um  $36^\circ$  sich 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 der Sektor ein, welcher dem Stern gestattet, sich höchstens um  $9 \times 36^\circ$  zu drehen. Nachdem die Zehnerübertragung gewirkt hat, ist es erforderlich, sie wieder auszurücken, da im allgemeinen nicht an-

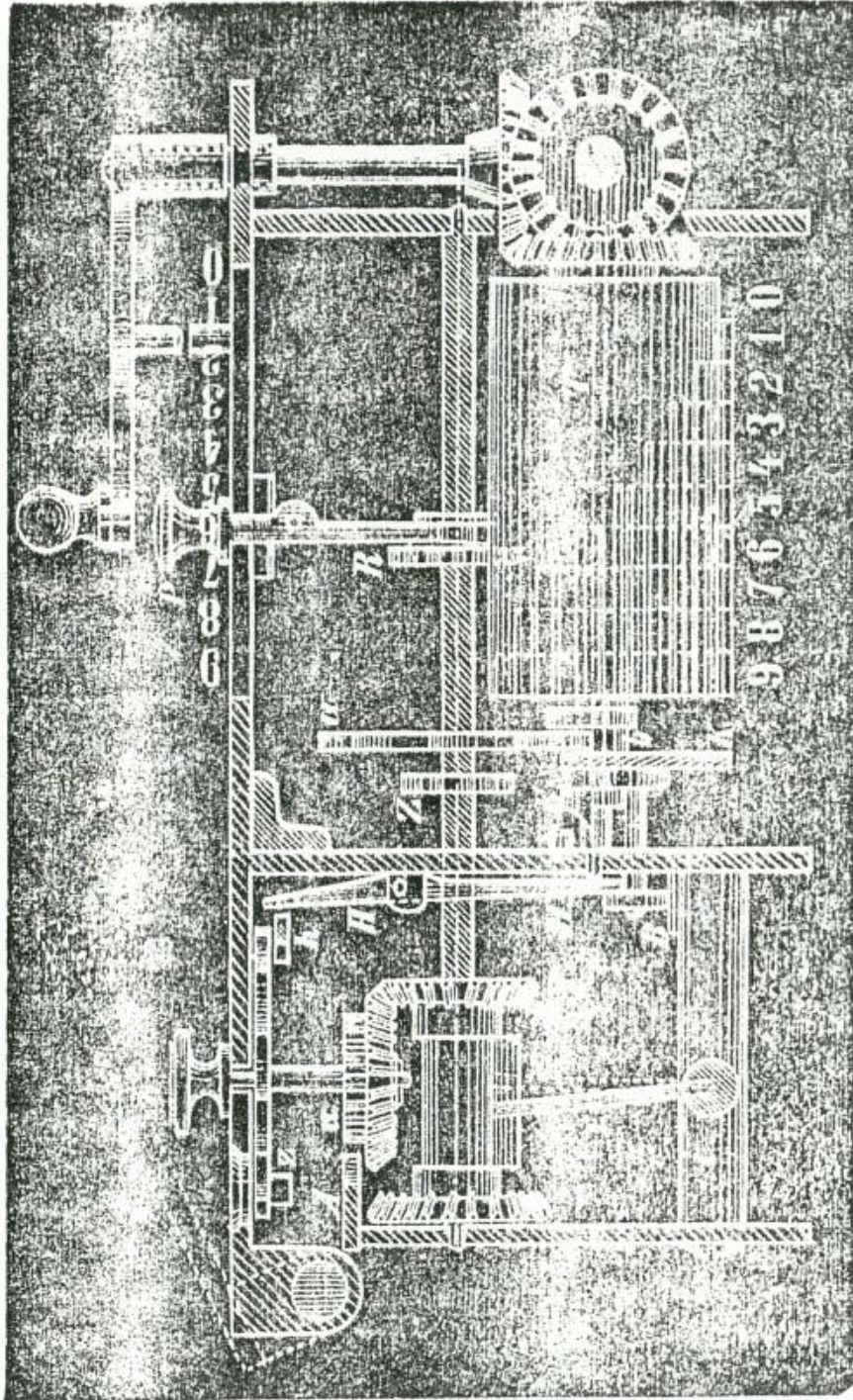
---

19 Sein Reichthum gestattete ihm glücklicher Weise bedeutende Opfer zur Ausbildung der Rechenmaschine zu bringen.

20 Siehe S. 21, bez. der Additionsmaschine von Antoine Numa Durand Gesagtes.

21 Siehe S. 27 und 28.

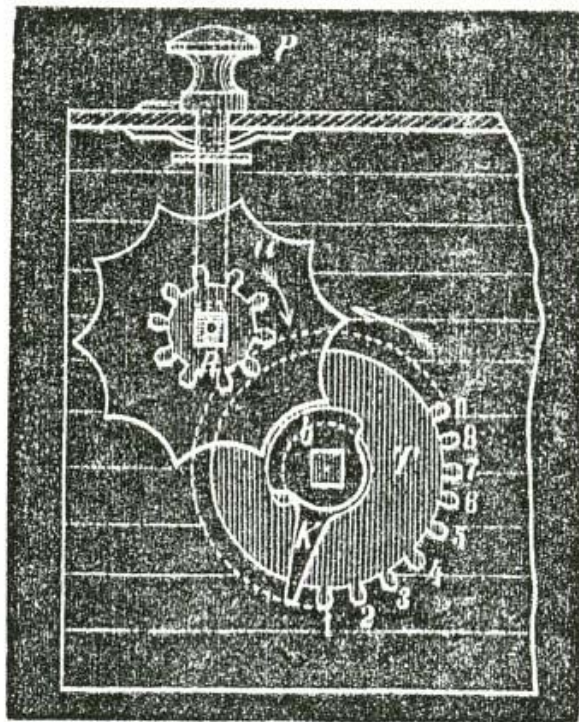
genommen werden darf, dass sie auch für die nächste Walzenumdrehung wieder zu wirken habe. Zu diesem Zwecke ist auf *K*



eine kleine schiefe Ebene (Knagge) *E* fest, welche, falls die Zehnerübertragung eingerückt war, nach ihrer Wirkung an den im

Gestell befestigen Stift  $s$  stösst und bei der Drehung an ihm zurückgleitend  $K$  und auch den Zehner-Sektor ausrückt.

Die Federn sind nun an der Zehnerübertragung, wie bereits bemerkt, von grösster Bedeutung. Sie dürfen nicht zu starke Spannung haben, um zur Überwindung des von ihnen geleisteten Widerstandes keinen Rückstoss auf die Zifferscheibe auszuüben, welche bei  $9\frac{1}{2}$  die Zehnerübertragung einrücken; sie dürfen aber auch nicht zu wenig gespannt sein, weil sonst nur allzuleicht ein Zurückprellen der Zehnerübertragung und damit Nichtwirken derselben geschieht.



Figur 7.

Hierbei sei erwähnt, dass die von vielen Rechenmaschinen-Besitzern als ausschlaggebend für die Güte der Zehnerübertragung gehaltene sogen. Neunerprobe dies durchaus nicht ist. Die Neunerprobe ist die Addition  $999999 + 1$  und Subtraktion  $1000000 - 1$ . 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 Sektor vollendet, was die Zehnerübertragung begonnen.

Die Neunerprobe kann daher nur als 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 Sektor meist die Spur des Fehlers verwischen werden. Von Zeit zu Zeit könnten aber doch Fehler vorkommen.

Die Anordnung der Federn ist denn auch eng mit der Entwicklung der Zehnerübertragung verknüpft; so waren sie im Anfange nur flache Bremsfedern  $B$ , welche gegen den Putzen von  $K$  drückten und mittelst der hierdurch entstehenden Reibung das Zurückgehen zu verhindern strebten. Her Einfachheit und Uebersichtlichkeit wegen haben wir diese Anordnung belassen. An den neuen Maschinen sind zwei Federn angebracht, die einander gegenseitig entlasten; sie wirken als Sperrfedern und ihre Ausbuchtungen, welche sich gegen die doppelkonischen Aussenkungen des Gestelles auf einer oder der anderen Seite legen, hindern dadurch das Ein- oder Ausrücken der Zehnerübertragung. Ausserdem gestattet diese Anordnung längere, und damit stärkere Federn zu verwenden, dadurch aber, dass die Festhaltung am Gestell stattfindet, ist ein neues Moment der Sicherung gegeben. Die Zehnerübertragung wird dadurch eingerückt, dass der an der Zifferscheibe festsitzende Zahn  $z$  bei  $9\frac{1}{2}$  den horizontal liegenden Hebel  $h$  zurückschiebt und durch Vermittelung des Zwischenhebels  $H H$ , welcher schräg liegt, da er auf das nächsthöhere 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  $s$  hingeleitet, die Zehnerübertragung wieder ausgerückt. Betrachtet man die Lösung und die Aufgabe, so wird kaum die erstere in einfacherer und eleganterer Weise geschaffen werden können. Ein weiterer Vortheil ist die Uebersichtlichkeit und sozusagen Durchsichtigkeit der Anordnung, was auch im Uebrigen beobachtet werden kann.

Die Einstellung der Maschine geschieht einfach dadurch, dass  $R$  auf seiner Achse mittels des oben durch einen Knopf  $P$  regierbaren Schiebers verschoben wird, so dass es mit dem sovielzähligen

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 auf der Achse so verschoben wird, dass das zweite konische Rad in Eingriff mit dem der Zifferscheibe kommt. Schaltwerk und Zehnerübertragung kann also stets in derselben Richtung angetrieben werden und wirken.

Das Wendegetriebe durch Einführung von gewöhnlichen Rädern und zwar mit oder ohne Zwischenrad ausführen zu wollen, hat derartige Komplikationen im Gestelle und in der Steuerung zur Folge, dass man selbst, wenn man eine Maschine (wie wir gethan haben) damit versieht, nur doppelt gern zu dieser einfachen und soliden Einrichtung zurückgeht.

Damit, bevor die Antriebskurbel eine ganze Umdrehung fertig gedreht (also in die Anfangslage gelangt ist,) kein Umsteuern eintreten kann, ist die sehr praktische Einrichtung getroffen, dass ein Schlitz in einer auf einer Schaltwerkachse befestigten Scheibe in der Normalstellung sich befindet und ein Stift auf der die Umsteuerung auf die Wendetriebe vermittelnden Zugstange durch den Schlitz gehen kann; sobald aber die Kurbeldrehung beginnt, wird natürlich auch die Schlitzscheibe sich bewegen; der Stift kann dann nicht mehr zurück, weil die Scheibe dies verhindert. Durch diese Einrichtung wird die Maschine sehr geschont, da namentlich ungeübte Maschinenrechner die Steuerung beständig in Athem halten und Maschinen, welche solche Vorkehrungen nicht haben oder haben können, durch Umsteuern im un rechten Augenblicke oft beschädigen.

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 Eineschaltwerkes, 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 Einrichtungen wurden in erster Reihe gegeben, um bei tabellarischen Rechnungen, wenn ein Faktor im Schaltwerke eingestellt bleibt, nachdem bereits ein Produkt gebildet ist, ein anderes mit einem Faktor durch Aenderung des ersten

Produktes erzeugt werden kann und auch der neue Faktor im Quotienten wieder richtig erscheint; z. B.  $18125 \cdot 113 = 2048125$  wird dadurch in  $18125 \cdot 132 = 2392750$  umgeändert, dass man 1  $\cdot$  18125 von ersterem Produkt abzieht und  $18125 \cdot 20$  addirt, 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 Produkt richtig 392750 zeigt. Man sieht, dass für Tabellenrechnungen, wenn Irrungen vermieden werden sollen, der Quotient mit der Umsteuerung versehen sein muss.

Die Auslöschung, welche die Zifferscheiben am Schlusse einer Rechnung auf 0 stellen soll, besteht aus Zahnstange A und Zahnrad *a*, das auf der Zifferscheibenachse festsetzt. Wird nun die Zahnstange in Eingriff mit den Zahnrädern gebracht und bewegt, so geschieht eine Drehung der Zahnräder und damit der Zifferscheiben; es fehlt je nun ein Zahn in den Rädern, so dass bei entsprechender Tiefe des Eingriffes die Zahnstange endlich das Rad nicht mehr weiter zu drehen vermag und Rad und Zifferscheibe stillsteht. 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 8 stellige 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, andererseits zu tiefer Eingriff der Zahnstange erfolgen könnte.

Wie bemerkt nahm Thomas 1818<sup>22</sup> das erste Patent. 1822 sprach die Aufmunterungsgesellschaft in Paris dem Erfinder ihre Anerkennung aus, 1851 verlieh ihm dieselbe Gesellschaft eine goldene Denkmünze. Im selben Jahre erhielt er von der Londoner Ausstellungsjury eine (einfache) Preismedaille. 1854 sprach sich die Akademie in Paris sehr günstig über den Arithmometer aus und liess ihn zur Preisbewerbung zu.

An Orden erhielt der Erfinder 1851 vom Bey von Tunis einen Orden in Diamanten, 1852 von Franz I von Neapel, vom König

---

<sup>22</sup> Reuleaux gibt 1820 an.



der Niederlande, vom Herzog von Nassau, 1853 vom Papst, vom Grossherzog von Toscana, 1854 vom König von Sardinien.

Unbemerkt, ungeehrt ist der Erfinder also nicht geblieben. Wenn er nicht mehr in weiteren Kreisen genannt wurde, so liegt es wol daran, dass die Maschine, infolge Ihres Preises (den Thomas durch Zuschüsse ausserdem noch unter den Selbstkosten hielt) nur da angeschafft wurde, wo ohne sie nicht gearbeitet werden konnte.

Jedenfalls verdient diese Arbeit unsere vollste Hochachtung. Noch heute wird an ihrer Verbesserung gearbeitet, wie ein am 29. September 1880 von der Fabrik genommenes Patent zeigt.

Seit 1. August 1879 beschäftigt sich auch "ein junger Deutscher A. B." mit dem Baue von Rechenmaschinen auf Grund des Thomas'schen Trommelprinzipes, das er indes seiner Aussage nach so umgeändert hat, dass, wie er behauptet, die Wirkung im todten Punkte beginnt und ebenso endet (was nur mit schwingenden Trommeln erreichbar wäre, welche er aber nicht anwendet). Es lässt sich daher nur annehmen, dass er nicht weiss was der "todte Punkt" ist.

Wir würden uns aber nicht weiter mit dem "jungen Deutschen" beschäftigen, wenn er nicht ohne jede Achtung vor den 50jährigen Arbeiten eines Thomas, so hochtrabend von ihm spräche und in so schamloser Weise um die geschäftliche Erbschaft buhlte, denn unrentabel ist der Bau von Thomas'schen Arithmometern nicht, und wenn Thomas und jetzt seine Erben Zuschüsse geleistet und noch leisten, so sind daran nur die sehr hohen Regiekosten schuld, welche in Paris die Unterhaltung der Werkstätte fordert.

Doch hören wir den jungen Deutschen selbst. In einem von ihm (der Stil verräth das) herrührenden, am 14. Juli 1881 in einer grösseren Ausstellungszeitung gelieferten Artikel liest man, nachdem einige unrichtige Erklärungen über Rechenmaschinen und deren Grundidee gegeben wurden, folgendes:

"Im Jahre 1820 endlich gelang es dem Elsässer Thomas in Colmar eine Rechenmaschine (Arithmometer) zu erfinden, welche Multiplikationen ausführte und die er 1822 dem praktischen Gebrauche übergeben konnte. Trotzdem nun alle beteiligten Kreise sehr darüber erfreut (!) waren, ist es merkwürdig, dass er erst nach ca. 40 (!!) Jahren Anerkennung fand, indem 1861 der Bey von Tunis dem Erfinder dieses Werkes durch einen diamantblitzenden Orden Aufmerksamkeit verschaffte. 1862 nahm sich der jetzige

kgl. Geheimrath Dr. Reuleaux der Thomas'schen Maschine an; er verfasste eine Broschüre dazu, fand jedoch dafür wenig Anerkennung<sup>23</sup> Die in-  
zwischen (!!!) von Thomas gegründete Fabrik führte ca. 1600 Rechenma-  
schinen aus, ist aber nach seinem Tode eingegangen (!!!!), da die Erben  
nur aus Pietät für den Erfinder die noch vorhandenen Theile  
aufarbeiteten."

Der "junge Deutsche" treibt also sein Geschäftsprinzip nicht nur so  
weit, Unwahrheiten über seine- Konkurrenzfirma zu verbreiten, sondern er  
sagt sie geradezu todt. Ein höchst unehrerbietiges Verfahren, wenn man  
bedenkt, dass das Pariser Geschäft noch heute für Ausbildung des Arith-  
mometers Syst. Thomas arbeitet und Patentkosten nicht scheut!

Dass, nachdem die "sehr erfreulichen" Resultate der Thomasschen  
Maschine abgethan sind, in belegtem Artikel die Verdienste des "jungen  
Deutschen" ihre Würdigung finden, ist natürlich und so sehen wir u. A.  
wie pfiffig er zur Schonung seiner Maschine die Wirkung derselben ange-  
ordnet<sup>24</sup> hat.

Die Wirkung erfolgt nämlich bei einer Umdrehung auf einem Wege  
von 270° – Thomas benützt die verfügbaren 360°. Ersterer lässt also die  
Maschine 90° leer gehen – ein Tempo wird also um  $\frac{1}{4}$  kleiner; da aber  
beide Maschinen dieselbe Leistung zu vollbringen haben, so muss die,  
welche ihre Arbeit schneller als un-

---

23 Aus diesem Satze möchte man fast entnehmen, dass die Rechenmaschine von  
Thomas erst durch die Empfehlung des Herrn Geh.-Rath Dr. Reuleaux bekannter wurde!  
Das ist nicht richtig, denn 1862 schreibt letzterer Herr "sie ist in Frankreich schon sehr  
verbreitet.....In wenig Jahren hat sich dort die Bedeutung und der Werth des Instru-  
mentes Geltung verschafft und gewinnt täglich mehr. Bei uns dagegen besteht eine fast  
gänzliche Unbekanntschaft mit diesem geistreichen mathematischen Werkzeug....." – In  
Deutschland hat der Arithmometer allerdings durch die im CivilIngenieur, Band VIII,  
Heft 3, erschienene Monographie allgemeinere Aufnahme gefunden, und ist er da, wo er  
durch Benutzung von Logarithmen nicht ersetzt werden kann, auch heute meist in Ge-  
brauch.

24 Die folgende Thatsache hat ein namhafter Gelehrter an der B.-schen Maschine be-  
sonders hervorgehoben. Dies folgt aber aus der rein fabrikationellen Absicht 6–12stel-  
lige Maschinen mit denselben Trommeln ausführen zu können, er würde weit genauer  
gefunden haben, dass eine 6stellige Maschine bei 240°, eine 8stellige bei 270°, eine  
10stellige bei 315°, eine 12stellige bei 345° ausgewirkt hat. Wenn also die französische  
Maschine nicht den Vortheil benützt, jede Trommel für 6–12stellige Maschinen ver-  
wenden zu können, so wird eben mehr auf die Güte als auf die Herstellungspreise ge-  
sehen! Q.e.d.

umgänglich nöthig auszuführen gezwungen wird, auch mehr abgenutzt werden. Sollte Thomas in 50 Jahren nicht auf den Trichter gekommen sein?

Damit sei der "junge Deutsche" verlassen, möge er in Pietät, Anstand und Mechanik noch Fortschritte machen, – dies wünscht von Herzen der Verfasser und mit ihm wol auch der verehrte Leser.

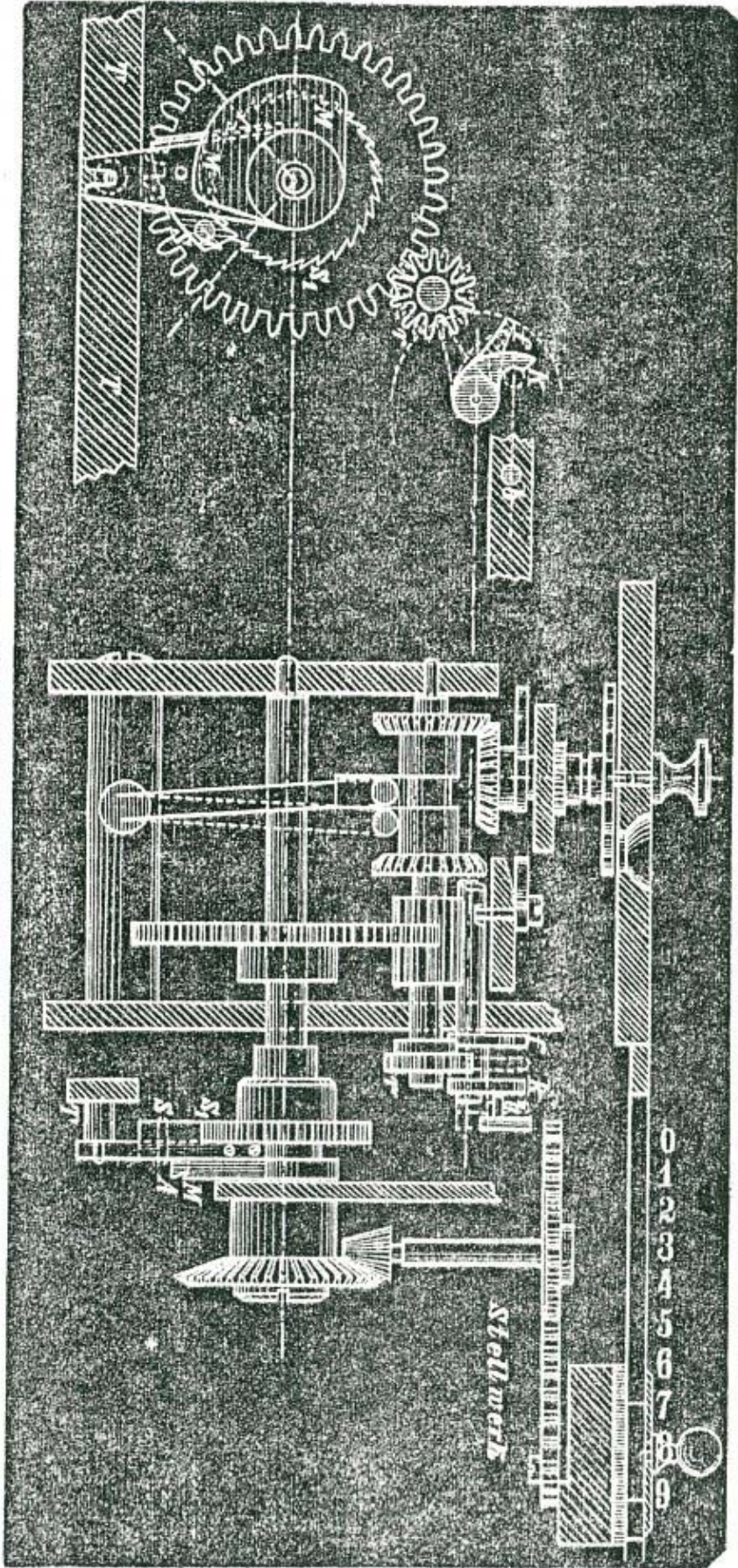
Meines Erachtens nach ist die Maschine nur noch der konstruktiven Abänderung in der Form einzelner Theile fähig, ihre Entwicklung kann in den bisher genannten Mechanismengruppen als abgeschlossen betrachtet werden. Oder sollen 50 Jahre Arbeit mit stets ausreichendem Kapitale und die während dieser Zeit ertheilten Rathschläge der ersten Kapazitäten auf technischem und kommerziellem Gebiete nicht gereicht haben? –

Die Nothwendigkeit, Reparaturwerkstätten in grösserer Nähe zu haben, nicht minder wie auch das geschäftliche Interesse, hat unter anderem in Deutschland und Oesterreich Werkstätten veranlasst, den Bau von Thomas'schen Arithmometern in die Hand zu nehmen. Von ihnen hatten Rudolf Dobesch und Julius Masseur 1873 in Wien ausgestellt.

## B. Die Rechenmaschine "System Dietzschold."

Von Mitte 1877 bis 1879 habe ich eine Anzahl Rechenmaschinen in Glashütte i/S. gebaut. Dieselben haben ihrem Verbreitungskreise nach nicht im Entferntesten die Bedeutung, welche die Thomas'sche Rechenmaschine hat, trotzdem sind sie durch die Idee, welche ihnen zu Grunde liegt, interessant und mögen hier in ihrer Hauptsache (Schaltwerk und Zehnerübertragung) vorgeführt werden.

Das Schaltwerk gehört zu der Klasse, worin die Wirkungsdauer desselben Theiles verändert wird. Dies ist hier ein Sperrkegel  $S$ , dessen Einfallen in das Sperrrad  $S_1$ , und Auslösung durch das Stellwerk regulirt wird. Letzteres ist ein Stahlsektor  $M$ , welcher auf der Achse der den Sperrkegel tragenden Kurbel sitzt, die durch den Antrieb  $T$  um 90 Grad hin- und herschwingt. Während des Hinschwingens gestattet nun der Sektor dem Sperrkegel, früher oder später zur Wirkung zu gelangen, dadurch, dass der Ausrückstift  $A$  herabgleiten kann, nachdem er vorher auf dem Sektor schleifen musste. Hierdurch wird  $k$  so hoch gehoben, dass die Spitze nicht mehr in das Sperrrad eingreift, mithin dasselbe in Ruhe bleibt.



Die Uebersetzung von  $S_1$  auf die Zifferscheibe ist so gewählt, dass, wenn  $S$  um eine Theilung verdreht wird, im Schauuloche die nächste Zahl erscheint.  $S$  hat dementsprechend 40 Zähne und also ist die Uebersetzung von Sperrad auf Zifferscheibe wie 4:1. Soll z. B. durch ein Schaltwerk in der darüberstehenden Zifferscheibe 6 addirt werden, so ist nur der Sektor so zu stellen, dass der Sperrkegel, nachdem er eingefallen, während der Hinbewegung  $S$  um 6 Zähne weiter schiebt.

Während der Rückbewegung der Kurbel wirkt der Sperrkegel natürlich nicht, um hier aber nicht doch Fehler des Schaltwerkes zu veranlassen, dass das Sperrad wieder zurückgenommen wird, sind an je einem konischen 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 durch Stifte (an einem Lineal befindlich, das horizontal verschoben wird) die Knagge  $k$  heruntergedrückt wird, mit welcher auf einem Putzen der Finger  $f$  sitzt. Dieser greift in das Sternrädchen  $r$  ein und drückt dasselbe um eine Theilung weiter, da dieses auf der Welle der konischen Umsteuerungsräder fest sitzt. Die Achse, welche  $k$  und  $f$  trägt, liegt für gewöhnlich derart, dass der Stift die Knagge  $k$  nicht berührt, sobald aber die Zehnerübertragung zu wirken hat, wird die Achse vorgeschoben, der Finger  $f$  stellt sich über das Rädchen  $r$  und die Knagge wird von dem nächst darüber streichenden Stift herabgedrückt, wodurch dann  $r$  um eine Theilung weitergedreht wird. Die Form der Zahnücke von  $r$  ist endlich so gewählt, dass  $f$  nach dem Wirken fest in dieselbe passt, wodurch geradezu ein Aufhalten von  $r$  erreicht wird. Nachdem dies geschehen, wird die Achse von  $kf$  zurückgeschoben und dann  $f$  durch Stifte gehoben, so dass die Lage, welche vor der Einrückung vorhanden war, wieder eingenommen ist.

Es würde hier zu weit führen, die Art, wie die oft verwickelten Bewegungen geschaffen sind, auseinanderzusetzen.

Auch den Mechanismus, welcher bei Linksdrehung der Hauptantriebskurbel die Verschiebung des Lineals bezweckt und den alle meine Maschinen zeigen, übergehe ich hier. Ursache seiner Ausbildung war, dass eine Maschine von Thomas auf der Wiener Ausstellung 1873 ebenfalls einen Linealrückmechanismus zeigte, der wie der meinige bei Linksdrehung der Kurbel wirkte.

Die Maschine selbst wirkt an vielen Orten zufriedenstellend.

Infolge des hier unentbehrlichen Rückmechanismus ist ihre Handhabung der Thomas'schen gegenüber etwas erschwert, so dass sie von Solchen, welche nicht gewöhnt sind, mit Rechenmaschinen umzugehen, hier und da in Unordnung gebracht wurde.

Sie ist eben noch nicht lange Jahre auf dem Schauplatz, wie die von Thomas. – Wer wird glauben, dass man eine Rechenmaschine am Zeichentische oder in 2 Jahren ausbilden kann? Wurde doch nach jahrelangem Bestehen und Ausbilden der Maschine von Thomas noch eine heute nicht mehr gebaute Rechenmaschine (die von Maurel & Jayet) mit dem Preise von 1000 Franken durch die französische Akademie ausgezeichnet! Aber jetzt schon kann ich sagen, dass ihre Ausbildung so möglich ist, dass sie viel leichter, schneller und mit einfacheren Vorrichtungen herstellbar ist, als die von Thomas noch jetzt, und wird sie mindestens dieselbe Sicherheit haben, wie ein bereits fertiges Modell mir bewiesen.

Der Hauptvortheil der neueren Anordnung aber ist, dass der Uhrmacher zu ihrer Herstellung und Reparatur leicht sich einrichten kann, weil sie in ihren Theilen den in der Uhrmacherei gebräuchlichen Mechanismen in Grösse und Form entspricht, während die Thomas'sche Maschine auf der Grenze von Uhrmacherei und Mechanik stehend in beiden Gewerben nur schwer Reparatere findet. So sind z. B. in Wien zur Reparatur gegebene Maschinen von Herren Gebr. Klumak so gut reparirt worden, dass sie seit mehr als 2 Jahren anstandslos arbeiten. Dadurch wurden Transportkosten, Schäden und Zollauslagen vermieden. Endlich darf nicht unterschätzt werden, dass, wenn ein guter Reparatere nahe ist, sich der Laie nur selten selbst helfen wird und damit ist die Quelle grosser Reparaturen verschlossen. Somit wird sich die Maschine viel schneller verbreiten können, weil sie durch ein bedeutendes Gewerbe auch unterstützt ist, da ihr in jedem tüchtigen Uhrmacher ein Verkäufer gegeben ist, bei dem man am ehesten sie schon deshalb kaufen kann, weil er jederzeit die Reparaturen übernimmt.

So gewönne die Maschine durch den Uhrmacher und der Uhrmacher durch die Maschine. Gesünder könnte kein Verhältnis gegründet sein und damit wäre die Bürgschaft seiner Dauer gegeben. –

Bei einem Besuche, welchen ich vor zwei Jahren Herrn Geheimen Reg.-Rath Zeuner in Dresden machte, sprach mir dieser bedeutende Gelehrte, der seit mehr als 20 Jahren mit Rechenmaschinen arbeitend, jedenfalls eine umfassende Erfahrung in ihrer

Behandlung hat, den Wunsch aus, dass die Maschinen mit Pedal versehen werden möchten, damit das lästige Kurbeldrehen beim Rechnen vermieden werde. Dieser Anforderung ist leicht dadurch gerecht zu werden, dass man ein Laufwerk auf die Hauptantriebwelle wirken lässt, das durch Pedal aufgezogen wird. Die Bestimmung, wie viel Umdrehungen zu machen sind, könnte leicht geschehen und zwar durch Vorrichtungen, welche, jedem Uhrmacher geläufig sind. Die Einstellung hat nun zu bewirken, dass die Hauptantriebwelle genau die erforderliche Anzahl von Umdrehungen macht, bevor sie an ihrer Weiterbewegung gehindert wird. Ist z. B.  $13865 \times 5$  zu berechnen, so stellt man 13865 im Schaltwerk ein und stellt dann ebenfalls die Stellung so, dass die Welle nur 5 Umdrehungen machen kann.

Ueberlässt man hierauf die Maschine sich selbst, so wird vom Laufwerk getrieben, die Hauptantriebwelle .5 Umdrehungen machen, worauf sie in der Weiterbewegung aufgehalten würde. Und damit ist der Zweck erreicht.

Durch eine solche Einrichtung würde die Maschine ausserordentlich geschont, da der Antrieb stets gleichförmig geschähe, weshalb wir sie nie genug empfehlen können.

Weitere Einrichtungen an der Maschine anbringen zu wollen, halten wir für verfrüht. Hierher gehört z. B. die vollständig automatische Einrichtung der Maschine, so dass für Multiplikation die beiden Faktoren, für die Division, Divident und Divisor eingestellt werden, und wobei die Maschine allein das Produkt oder den Quotient und Rest entwickelt, was für Multiplikation allerdings verhältnismässig leicht zu erreichen wäre.

Nur der Linealrückmechanismus ist unseres ernstlichen Erachtens beizubehalten, allerdings anders angeordnet und angetrieben.

Wir haben endlich schon an der Müller'schen Maschine den Eindruck empfangen, dass bei der Anordnung, welche dort die Zifferscheiben zeigen, die Resultate nicht auf einmal zu übersehen sind. Dies ist ein grosser Nachtheil, der z. B. in der Maschine von Thomas und System Dietzschold vermieden ist. In neuerer Zeit hat nun Peterson in Christiania die Anordnung so getroffen, dass das Resultat am Umfange eines Cylinders nur durch Drehen der Maschine abgelesen werden kann, was ihre Anwendung erschwert und wenn auch die Herstellung erleichtert und etwas vereinfacht ist, doch der Nachtheil der schwierigen Handhabung nicht aufgewogen wird.

Wir müssen vielmehr jeden Versuch, die Fabrikation auf Kosten der Einfachheit der Handhabung der Maschine billiger zu machen, als verfehlt bezeichnen, da mit der Erschwerung der Handhabung sofort eine unverhältnismäßige Einschränkung des Absatz- und Verwendungsgebietes eintreten muss. — —

Damit sei die Betrachtung der Ideen, welche in den verschiedenen Rechenmaschinen zum Ausdruck gelangten beendet.

Hoffentlich hat jeder aufmerksame Leser das Verständnis der Rechenmaschine gefunden und die Überzeugung, dass sie nicht so verwickelt ist, als man im Vornherein glaubte, aber der Mangel einer systematischen Zusammenstellung liess bis heute nicht zum Vollbewusstsein der Schwierigkeiten der Aufgabe kommen, so dass bis zur Erlangung dieser Erkenntnis bei den Meisten, welche sich damit beschäftigen, so viel Zeit und Geld verloren ging, dass uns wenig Bemerkenswerthes geblieben.

Möge diese Arbeit daher von Nutzen sein und in erster Reihe den Uhrmachern zum Verständnis eines Apparates verhelfen, dessen Ausführungen durch Jahrhunderte in seiner Werkstatt geschahen und der ungünstiger Weise jetzt von einem Gewerbe ausgeführt und reparirt werden muss, das im allgemeinen für so feine Arbeit nicht eingerichtet ist. —

