C 72.

https://archive.org/details/militrwissensch21miligoog

MITTHEILUNGEN

ÜBER

DEPARTEMENT BIBLIOTHEEK VAN DEFENSIE

GEGENSTÄNDE

DES

ARTILLERIE- UND GENIE-WESENS.

HERAUSGEGEBEN VOM

K. UND K. TECHNISCHEN & ADMINISTRATIVEN

MILITÄR-COMITÉ.

XXI. JAHRGANG

1890.

MIT 30 TAFELN, 38 FIGUREN UND VIELEN TABELLEN IM TEXTE.

WIEN.

DRUCK UND COMMISSIONSVERLAG VON R. v. WALDHEIM.

1890.

Über Rechenmaschinen.

Von

Alfons Halkowich,

k. u. k. Hauptmann des Artilleriestabes.

Die großartigen Fortschritte der letzten Decennien im Maschinenwesen, sowie der Umstand, dass die meisten technischen und industriellen Arbeiten fast nur mehr fabriks-, d. h. maschinenmäßig, ausgeführt werden, lassen nicht wundernehmen, wenn man heute mehr denn je darauf sinnt, auch die geistige und wissenschaftliche Handlangerarbeit durch die Verwendung von Schreib- und Rechenmaschinen zu umgehen oder zu vermindern.

Die Nützlichkeit der Schreibmaschinen kann angesichts deren schon so ausgebreiteter Verwendung, trotz der gegentheiligsten Ansichten über den Wert der einzelnen Systeme, wohl nicht mehr angezweifelt werden; die Bedeutung der Rechenmaschinen hat Professor F. Reuleaux in der Einleitung zu seiner im Jahre 1862 erschienenen Beschreibung der Thomas'schen Rechenmaschine in der treffendsten Weise wie folgt gekennzeichnet:

„Das Maschinenwesen hat einen Hauptantheil an der großartigen. culturhistorischen Aufgabe, die Menschheit von den rohen, beschwerlichen und namentlich den geisttödtenden Arbeiten frei zu machen; und nicht bloß heute in Amerika, sondern längst im großen Ganzen müssen die Maschinen als Mittel bezeichnet werden, die Sclaverei aus der Welt zu verbannen.

Ein eigenes Gefühl überkommt uns, wenn wir letzteres heute sowohl als edles Ziel menschlichen Strebens hingestellt sehen, als auch dasselbe überall zutagetretend finden, und damit vergleichen, was die Alten von derselben Frage hielten.

Ironisch belächelt Aristoteles in seiner „Politik" die Schwärmer, welche gegen die Sclaverei eingenommen sind. „Freilich," sagt er, „wenn jedes Werkzeug auf's Geheiß, oder gar dasselbe im voraus errathend, sein Werk verrichten könnte, wie das die Statuen des Dädalos, sagt man, thaten, oder die Dreifüße des Hephästos, von denen der Dichter singt, dass sie ganz von selbst in die Versammlung der Götter rollten — wenn so auch die Weberschiffe selbst webten und die Cither-

schlägel die Cither schlügen, dann freilich brauchten die Baumeister weder Handlanger, noch die Herren Sclaven."

Solchem gegenüber muss eine Zeit hochbedeutend erscheinen, in welcher das zu erfüllen begonnen worden ist, was die Weisesten der Weisen ehemals für völlig unmöglich und märchenhaft hielten.

Nun, unter die Sclavenarbeiten, kaum besser als die „Handlangerei" beim Baumeister des Aristoteles, gehört die geistige Handlangerei großer Zahlenrechnungen, wie sie der Maschinen-, Bau-, Berg- und Militär-Ingenieur, der Physiker, der Astronom und der Zahlenmathematiker oder Arithmetiker, der Steuer- und Finanzbeamte u. a. m. viele Stunden, Tage, Wochen, Monate lang auszuführen haben.

Fast keine geistige Erschlaffung ist größer, als diejenige nach tagelang fortgesetzter Beschäftigung mit dem Abstractum der Zahlen, namentlich in höheren Rechnungsarten, und bekannt ist es, dass es bis jetzt nicht menschenmöglich gewesen ist, Logarithmentafeln fehlerfrei zu rechnen, indem der menschliche Geist sich entschieden zu sträuben scheint, in die unbeugsame Maschinenmäßigkeit einzutreten, welche dafür gefordert wird.

Es muss deshalb eine Erfindung mit Freuden begrüßt werden, welche die Sclaverei des Rechnens zu brechen gekommen ist, und es ist eine solche, auf welche ich hier die sonderbarerweise noch nicht darauf geführte Aufmerksamkeit der deutschen Rechner lenken möchte."

Wenn wir nun noch aus den Schlussbemerkungen dieses Aufsatzes die Worte citiren:

„Vortheilhaft für alles praktische Rechnungswesen, wertvoll für die Wissenschaft, bedeutungsvoll als Erzeugnis menschlicher Denkkraft ist das Rädergetriebe in dem zierlichen Ebenholzkasten, das sich erkühnt, Gedankenoperationen auszuführen, wie ein Spiel", und diese, damals auf die Thomas'sche Rechenmaschine gezielte Bemerkung mit entsprechender Abstraction überhaupt auf zweckentsprechende Systeme von Rechenmaschinen ausdehnen, so dürfte die Berechtigung solcher Maschinen genügend klargelegt sein.

Als zweckentsprechende Systeme sollen hiebei solche verstanden werden, welche in zulässig einfacher und vollkommen verlässlicher Weise die mechanische Ausführung gewisser Operationen mit decadischen Zahlen erlauben und hiebei — wenn auch nicht unmittelbar eine wesentlich beschleunigte Durchführung der einzelnen Zahlenverbindungen — so doch durch die Vereinfachung oder Elimination der Geistesarbeit und durch untrügliche Richtigkeit der Resultate eine leichte und rasche

Ausführung größerer, meist gleichartiger Rechnungen bedingen, respective gestatten.

Die einzelnen hiefür nöthigen Bedingungen und die Details der vernünftigerweise an eine Rechenmaschine zu stellenden Anforderungen werden im Verlaufe dieser Betrachtungen präcisirt werden, doch bieten schon die nachfolgenden historischen Fragmente über Rechenmaschinen hiefür einige Anhaltspunkte [1]).

Das mechanische Rechnen erscheint in seinen ersten Formen schon in den ältesten Zeiten als Fingerrechnen und Rechnen mit dem Rechenbrette (*abacus*). Ersteres war im allgemeinen auf Zahlen bis 10.000 beschränkt und ist bei manchen orientalischen Stämmen noch im Gebrauche. Das Rechenbrett, welches gegenwärtig auch noch häufiger benützt wird, erscheint in mannigfachen Abarten, ist aber im Principe der unter dem Namen *boulier* oder *compteur* bekannte Schulrechenapparat, welcher aus Russland stammt, über Frankreich zu uns kam und ein geschätztes Lehrmittel beim arithmetischen Anschauungsunterricht für Kinder bildet. Die Chinesen, Japanesen und Russen bedienen sich des Rechenbrettes im Handelsverkehr noch ziemlich allgemein, wie ja dasselbe in Europa auch bis zum 17. Jahrhundert — neben dem bereits seit dem 12. Jahrhunderte eingeführten Zifferrechnen — noch in Anwendung war.

Ein ähnliches, hieher gehöriges Rechnungshilfsmittel ist der bekannte Rechenschieber, welcher jedoch nur einzelne, specielle Formeln mit beschränkter Genauigkeit auszuführen gestattet [2]).

---

[1]) Als Quellen für die historische Übersicht und die Beschreibung der einzelnen Systeme wurden nebst dem im technischen und administrativen Militär-Comité vorhandenen und in Gebrauch stehenden Arithmometer die bezüglichen Mittheilungen in „Dingler's polytechnischem Journal" (156., 165. und 271. Band), die von dem Fabrikanten der Selling'schen Rechenmaschine, Mechaniker Max Ott in Kempten, erhaltenen Daten und die Beschreibung der Rechenmaschine von Professor Dr. Selling benützt.

[2]) Ohne näher darauf einzugehen, sei nur erinnert, dass der Rechenschieber aus mehreren in einander verschiebbaren Linealen oder Platten besteht, auf welchen im allgemeinen die $\varphi(x)$, die $\psi(y)$ u. s. w. aufgetragen sind, so dass deren Summe, also

$$\varphi(x) + \psi(y) + \xi(z) + \ldots = f(a)$$

directe, abgelesen werden kann.

Ein besonderer Fall desselben ist der logarithmische Rechenschieber, welcher zur Ausführung der Producte $u.\ v.\ w. \ldots = x$, respective der Formel $\log u + \log v + \log w + \ldots = \log x$ dient.

Sehr gute Verwendung gestattet der Rechenschieber für die Formel

$$v.w^2 = x,$$

respective

$$\log v + 2 \log w = \log x.$$

Die erste eigentliche Rechenmaschine zur Ausführung beliebiger Rechenoperationen versuchte Blaise Pascal (geboren 1623) im Jahre 1640 zu construiren. Dem 18jährigen Mathematiker gelang wohl im allgemeinen die Lösung seiner Aufgabe, und es finden sich in seiner berühmt gewordenen Rechenmaschine schon die Anfänge zu den späteren, glücklicheren Constructionen, doch war die Maschine nicht praktisch verwendbar. Das Modell derselben befindet sich im *Conservatoire des arts et métiers* in Paris.

Im Jahre 1673 erschien eine von dem großen Philosophen Leibnitz construirte Rechenmaschine, welche bereits bedeutende Fortschritte aufwies, an welcher Leibnitz noch bis an sein Lebensende arbeitete (dieselbe kostete ihn über 11.000 Thaler), deren Beendigung aber — weil die weiteren Geldmittel nicht aufzubringen waren — aufgegeben werden musste. Auch diese Maschine, welche sich in der Modellenkammer der Göttinger Universität befindet, war praktisch nicht verwendbar.

Von da ab folgten immer häufigere, fast immer scheiternde oder aufgegebene Versuche, deren Gasammtkosten sich nach Millionen berechnen.

Alle bisher construirten oder geplanten Rechenmaschinen hatten nur den Zweck, die Operationen der vier Species auf mechanischem Wege auszuführen und dadurch an Zeit oder Sicherheit in der Rechnung zu gewinnen; man konnte es jedoch trotz vieler Versuche und großer Kosten zu keinem praktisch brauchbaren Instrumente bringen.

Im Jahre 1821 begann der englische Mathematiker Babbage eine 1833 nahezu fertig gewordene Maschine, welche eine neue Richtung, u. zw. den Gedanken verfolgte, mathematische Zahlentafeln jeder Art, die sich nach einem gewissen Gesetze stetig entwickeln, mit Sicherheit zu berechnen und gleichzeitig in eine für den Druck geeignete Form zu setzen.

Die Wichtigkeit eines derartigen Werkes für die Wissenschaft und die Praxis, sowie die Bedeutung, welche insbesondere zuverlässige und zahlreiche nautische und astronomische Tafeln für eine seefahrende Nation besitzen mussten, veranlassten die englische Regierung, nach dem so einfach und unfehlbar erscheinenden mathematischen Principe der Differenz-Maschine Babbage's die Ausführung derselben im größeren Maßstabe und auf Kosten des Staates zu beginnen. Nach zehnjähriger rüstiger Arbeit und nachdem die Regierung etwa 17.000 Pfund Sterling zugeschossen hatte, war die Maschine zu einem gewissen Grade der Vollendung gelangt und lieferte höchst überraschende, selbst unerwartete

Resultate, doch musste deren vollkommene Ausfertigung wegen Verweigerung der weiter verlangten Staatszuschüsse (im Betrage von 34.000 Pfund Sterling) aufgegeben werden.

Für die Zeichnungen zu einer zweiten, analytischen Maschine hat Babbage noch 20.000 Pfund Sterling verwendet, doch gelangte dieses Project nicht zur Ausführung.

Die erste Maschine Babbage's kam 1842 in das Museum von Kings College, war aber das Vorbild zu der endlich mit Erfolg ausgeführten Scheutz'schen oder schwedischen Rechenmaschine.

Der Schwede Georg Scheutz (Herausgeber einer technologischen Zeitschrift in Stockholm) und sein Sohn Eduard (angehender Techniker) brachten aus ihren eigenen Mitteln in den Jahren 1834 bis 1840 ein Modell zuwege, welches 1851 bis 1853 zur Ausführung gelangte, den Constructeuren eine von den Ständen bewilligte Nationalbelohnung eintrug und sich als dem Zwecke vollkommen entsprechend bewährte.

Diese Maschine wurde nach England gebracht, rechnete dortselbst eine Reihe von Tafeln (unter anderen die fünfstelligen Logarithmen von 1 bis 10.000 vollkommen fehlerfrei (!), die numerischen Werte für einige Gleichungen des vierten Grades u. s. w.), wurde 1855 bei der Pariser Ausstellung mit der goldenen Medaille gekrönt und von einem begüterten Amerikaner dem Dudley Observatory in Albany (Nordamerika) zum Geschenke gemacht, wo sie von einem Windmotor betrieben wird.

Eine zweite solche Maschine wurde für das allgemeine statistische Bureau (*Register office*) auf Bestellung der englischen Regierung mit einigen unwesentlichen Verbesserungen durch Donkin ausgeführt und rechnete die 605 Großquartseiten Tafeln, welche das Fundament für die mit den englischen Postsparcassen verbundenen Leibrenten gaben.

Die Scheutz'sche Maschine rechnet und stereotypirt in einer Stunde und 15 Minuten eine Tabelle, zu deren Rechnung, auf gewöhnlichem Wege drei Stunden erfordert werden; solche Rechnungen werden aber — der Controle halber — von mindestens zwei Personen zugleich vorgenommen, woraus die bedeutende Zeit- und Kostenersparnis bei Anwendung der Maschine erhellt. Oft kommt sogar das bloße Wiederabdrucken schon bestehender Tafeln, solange sie nicht stereotypirt sind, durch die Maschine weit billiger, da sie schneller zu rechnen und zu drucken vermag, als der Setzer die Lettern zu setzen, ganz abgesehen von der in diesem Falle besonders mühevollen Arbeit, die Bürstenabzüge zu corrigiren, was beim Gebrauch der Maschine entfällt.

Von einer Verbreitung dieser merkwürdigen, zehn englische Centner wiegenden Maschine, welche aus ca. 4.320 Stücken (davon 2.054 Schrauben und 364 Kettenglieder) besteht und deren Anschaffungskosten sich auf nicht weniger als 2.000 Pfund Sterling (20.000 fl.) belaufen sollen, kann jedoch bei all ihrer Vorzüglichkeit begreiflicherweise keine Rede sein, selbst von dem Umstande abgesehen, dass sie nicht zur Ausführung beliebiger, allgemein verwendbarer Rechnungsoperationen, sondern nur zur Herstellung tabellarischer Werke dient.

Die erste Rechenmaschine, welche in weiteren Kreisen Eingang gefunden und sich als Hilfsmittel für Mathematiker, Physiker, Astronomen, Versicherungsgesellschaften u. s. w. bis auf den heutigen Tag gegenüber zahlreichen Concurrenzmaschinen behauptet hat, ohne jedoch zu einer dem Bedürfnisse genügenden Verbreitung zu gelangen, ist der von dem Elsässer Thomas in Colmar construirte Arithmometer.

Thomas begann fast gleichzeitig mit Scheutz (1820) an der Verwirklichung seiner Idee zu arbeiten und es gelang demselben nach manchen vergeblichen Versuchen, anfangs der Fünfziger-Jahre eine Maschine herzustellen, die den Anforderungen ziemlich gut entsprach und dabei doch so billig war, dass sie von Instituten, die ihrer bedurften, leicht beschafft werden konnte. Thatsächlich wurden auch von dem Arithmometer in den Jahren 1821 bis 1865 fünfhundert und von 1865 bis 1878 tausend Stück abgesetzt. Der Preis des Instrumentes variirte nach seiner Größe und Einrichtung von 150 bis 400 Francs.

Die neueste und brauchbarste Rechenmaschine, welche — wenn deren Princip auch schon im Jahre 1886 patentirt — doch erst in der neuesten Zeit zu ihrer vollkommenen constructiven Vollendung und beginnenden Verbreitung gelangte, ist die von Dr. Eduard Selling, Professor für Mathematik und Astronomie an der Universität Würzburg.

Dr. Selling hat bei seinen Untersuchungen über die Leistungsfähigkeit des allgemeinen Unterstützungsvereines für die Hinterlassenen der bayerischen Staatsdiener und der mit demselben verbundenen Töchtercasse sich des Thomas'schen Arithmometers bedient, mithilfe dessen es ihm möglich war, die gewaltigen Ziffermassen bei Berechnung so ungemein zahlreicher Tabellen in zwei Jahren zu bewältigen. Hiebei hatte Professor Dr. Selling Gelegenheit, sich einerseits von dem großen Nutzen der sinnreichen Maschine zu überzeugen, anderseits aber auch ihre Mängel (Ungleichmäßigkeit und zeitweise Häufung der Widerstände) kennen und vermeiden zu lernen.

Wenn die Thomas'sche Rechenmaschine im ganzen und großen ihrem Zwecke auch entsprach und thatsächlich praktisch verwendbar

war, so hat sie doch in ihrem ziemlich complicirten und nicht in jeder Richtung am zweckmäßigsten eingerichteten Getriebe so viele und oft ungleiche Widerstände, dass sie trotz des oft lebhaft gefühlten Bedürfnisses nach einem solchen Instrumente, doch keine sehr allgemeine Verbreitung fand.

Die Selling'sche Rechenmaschine ist nach jahrelanger, beharrlicher Arbeit und Überwindung mancher technischen Schwierigkeiten seitens ihres Constructeurs zu einer Ausbildung gelangt, welche derselben auf Grund ihrer geistvollen und praktischen Anordnung voraussichtlich zu dem durchgreifenden Erfolge verhelfen wird, welcher mit dem vielseitigen Bedürfnisse nach einer guten Rechenmaschine im Einklange steht und den das Arithmometer nicht zu erreichen imstande war.

Aus dem Gesagten geht bereits hervor, dass man im allgemeinen zwei, ihrem Zwecke und ihrer Ausführung nach vollkommen verschiedene Typen von Rechenmaschinen zu unterscheiden hat, u. zw.:

1. die Tabellen-Rechenmaschinen nach dem Gedanken Babbage's, respective nach Ausführung Scheutz's und

2. diejenigen Rechenmaschinen, welche den Zweck verfolgen, gewisse Rechenoperationen (als Addition, Subtraction, Multiplication u. s. w.) fallweise auszuführen.

Es soll daher im Nachfolgenden das Princip, die Einrichtung und Wirkungsweise dieser beiden Gruppen getrennt vorgeführt, mit den bis jetzt minder ausgebildeten und für die allgemeine Verwendung unwichtigeren Tabellen-Rechenmaschinen begonnen und als Repräsentanten der zweiten Richtung das Arithmometer von Thomas und die Rechenmaschine von Selling angeschlossen werden.

1. Tabellen-Rechenmaschinen.

(Differenzmaschinen.)

Die Rechenmaschinen von Babbage und Scheutz haben — wie schon erwähnt — nicht den Zweck, beliebige Rechnungen zu vollbringen, sondern dienen einzig und allein zur Herstellung von Tabellen. Insbesondere Scheutz ging von der Ansicht aus, dass die Berechnung

logarithmischer, astronomischer und sonstiger Zahlentafeln die Maschine wichtig mache, dass aber mit dem bloßen richtig rechnen nicht genug geschehen sei, indem der Druck solcher Tafeln durch das Setzen immer wieder Fehler erhält.

Die Scheutz'sche Maschine wurde deshalb darauf eingerichtet, dass sie Tabellen obiger Art zu rechnen und zu stereotypiren, u. zw. mit allen übrigen Druckerfordernissen, als Seitenzahl, Strichen u. s. w. zu versehen imstande ist.

Das mathematische Princip der Tabellen-Rechenmaschinen ist das nachfolgende:

Eine Zahlentabelle, von welcher Art sie auch sei, ist bekanntlich eine Reihe von Zahlen, die irgend einen gemeinsamen Charakter besitzen und nach einem bestimmten Gesetze stetig fortschreiten.

Subtrahirt man bei einer wachsenden Reihe jede Zahl von der nachfolgenden, bei einer fallenden Reihe jede Zahl von der vorhergehenden, so erhält man eine neue Reihe, die Reihe der ersten Differenzen.

Verfährt man bei dieser Reihe auf die gleiche Weise, so ergeben sich die zweiten Differenzen und man kann dieses Verfahren bis zu einer Differenzreihe fortsetzen, bei welcher die einzelnen Reihenglieder, d. h. die letzten Differenzen, einander gleich sind.

Selbst bei denjenigen Zahlenreihen, bei welchen die letzten Differenzen strenge genommen im Unendlichen liegen, zeigt sich doch bald eine Reihe, in welcher die Differenzen für eine sehr große Anzahl von Gliedern constant sind, und welche für den praktischen Gebrauch innerhalb gewisser Grenzen als die letzte Differenzreihe angenommen werden kann.

Da es für den vorliegenden Zweck unwesentlich ist, ob die Zahlenreihe wächst oder fällt, weil man sich eine fallende Reihe umgekehrt gelesen oder mit negativen Differenzgliedern als wachsende Reihe denken kann, soll im Nachfolgenden im allgemeinen nur von ansteigenden Reihen die Rede sein.

Indem die nach dem oben erwähnten Vorgange gebildeten Differenzreihen durch Subtraction entstanden sind, kann man umgekehrt aus der letzten Differenz (die für alle Glieder der vorhergehenden Differenzreihe gleich ist) durch Addition nach und nach die einzelnen Differenzreihen und schließlich die Hauptreihe bilden, wenn nur die erste Zahl jeder Differenzreihe und der Hauptreihe bekannt ist.

Es sei, um dies an einem Beispiele leichter zu veranschaulichen, als Hauptreihe die Reihe der dritten Potenzen der natürlichen Zahlen gewählt, so ist dieselbe:

1
8
27
64
125
216
343
512
729
1.000 u. s. w.

Zieht man jede Zahl dieser Reihe von der nachfolgenden Zahl ab, so erhält man die Reihe der ersten Differenzen, u. zw.:

7
19
37
61
91
127
169
217
271 u. s. w.;

subtrahirt man bei dieser Reihe nochmals, so erhält man als zweite Differenzreihe:

12
18
24
30
36
42
48
54 u. s. w.

und ist in diesem Falle schon die dritte Differenzreihe die letzte, da die Glieder derselben gleich sind und 6 betragen.

Wenn demnach bekannt ist, dass die dritte Differenzreihe das constante Glied 6 hat, und dass das erste Glied der zweiten Differenzreihe 12 ist, so kann man durch fortgesetzte Addition alle Glieder der zweiten Differenzreihe entwickeln. Ebenso kann man aus dieser und dem ersten Gliede der ersten Differenzreihe durch entsprechende Addition die erste Differenzreihe und in gleicher Weise die Hauptreihe aufstellen.

Zuweilen trifft es sich jedoch, dass — während die Tafel (Hauptreihe) fortwährend wächst — eine oder mehrere Differenzreihen fortwährend abnehmen; demgemäß wird es auch nöthig sein, bei der Reproduction der einzelnen Reihen, wo ihr erstes Glied gegeben ist, in manchen Fällen zu subtrahiren, statt zu addiren.

Um diese Subtraction jedoch auch in Form einer Addition ausführen zu können, ersetzt man den Subtrahend durch sein arithmetisches Complement, addirt, lässt jedoch die Ziffer Eins der höchsten Ordnung aus; z. B.:

Von 8.429
ist zu subtrahiren 2.512 und gibt nach gewöhnlicher Ausführung
einen Rest 5.917.
Das arithmetische Complement von 2.512 ist:
10.000 weniger
2.512,
also 7.488; —
addirt man zu 8.429
dieses Complement 7.488, so erhält
man 15.917
und bei Weglassung der Ziffer Eins der höchsten Ordnung den wirklichen Rest 5.917.

Es kann daher thatsächlich die Berechnung aller Tafeln durch das mechanische Verfahren der Addition allein vorgenommen werden.

Wie zahlreich nun auch die Zifferstellen der zu summirenden Zahlen sein mögen, so kommt es bei der mechanischen Operation des Addirens doch nur darauf an, immer die zwei an der gleichen Stelle befindlichen Ziffern der Summanden zu addiren und in dem Falle, als die Summe zweier Ziffern mehr als neun beträgt, in der Columne der nächst höheren Stelle eine Einheit zuzuzählen, d. h. die Zehnerübertragung auszuführen.

Ohne nun auf die ziemlich complicirte Einrichtung näher einzugehen, mit welcher Babbage und Scheutz die Ausführung dieser Manipulationen bei ihren Maschinen bewerkstelligten, und weil die Details dieser Maschinen überhaupt nie vollständig bekannt wurden, führen wir die Scheutz'sche Maschine in Fig. 1 auf Seite 45 nur in einer perspectivischen Ansicht vor und bemerken hinzu, dass dieselbe etwa die Größe eines gewöhnlichen Claviers hat.

Der rechnende Theil besteht aus 5 Reihen versilberter Ringe oder hohler Cylinder, worauf die 10 Ziffernzeichen eingravirt sind. Die Maschine ist also für 4 Differenzreihen eingerichtet. In jeder Horizontalreihe befinden sich 15 Ziffernringe, welche auf einer Messingbank ruhen

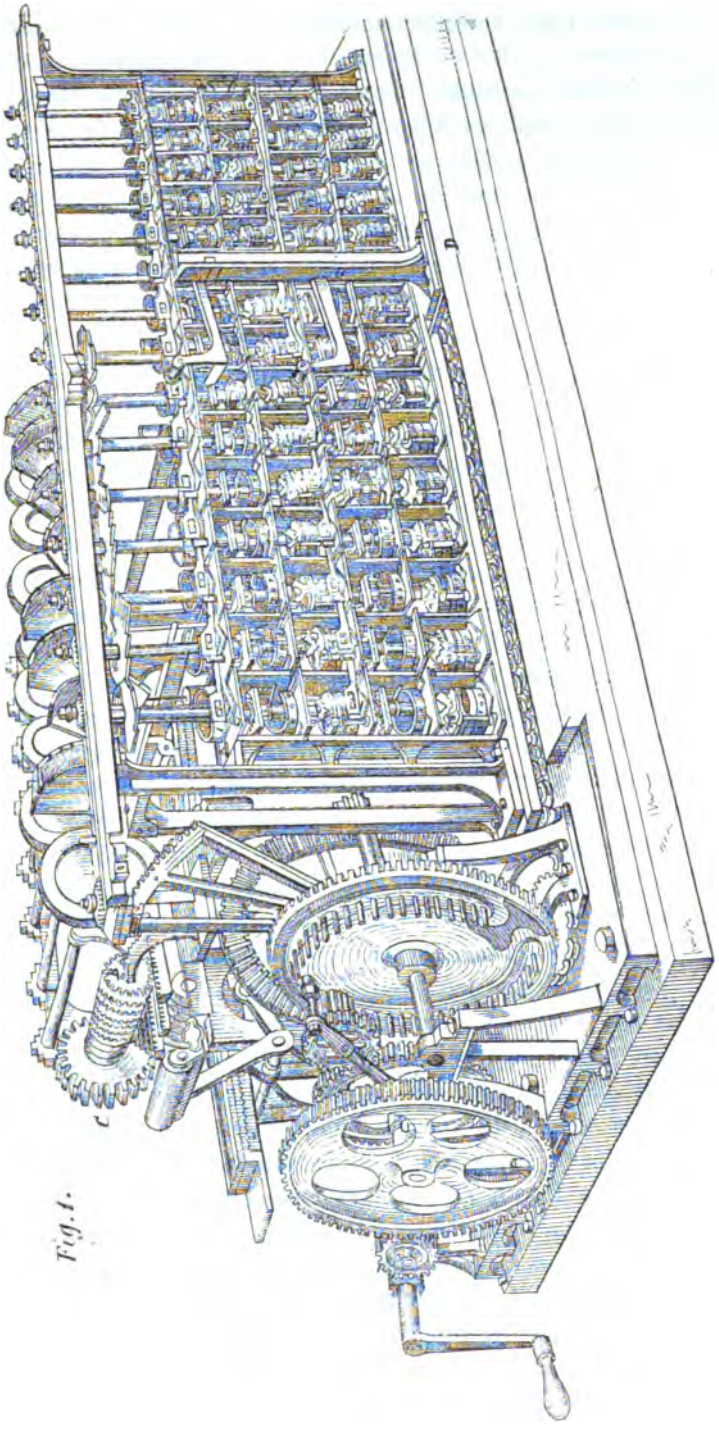


Fig. 1.

und sich zugleich auf derselben im Kreise bewegen. Eine einzige Stahlachse geht durch je fünf senkrecht über einander stehende Ziffernringe und durch die Messingbänke hindurch und bewirkt die Bewegung der Ringe. Die Ziffern auf den Ringen der ersten, dritten und fünften Reihe sind in umgekehrter Folge als diejenigen auf der zweiten und vierten Reihe markirt. Wenn nun die Maschine durch Umdrehung der Kurbel in Gang gesetzt wird (wozu etwa ein Kraftaufwand wie bei einer gewöhnlichen Drehorgel erforderlich ist), so machen zuerst alle 15 senkrechten Stahlachsen eine vollständige Umdrehung von rechts nach links und bewirken dabei durch ein aus der Figur nicht genau erkennbares Arm- und Hebelwerk, dass sich die Zifferringe der zweiten und vierten Reihe um eben so viele Ziffern weiterbewegen, als die darunter befindlichen Zahlen der dritten und fünften Reihe andeuten. An den Ringen, wo eine Übertragung von Einern stattfinden soll, ist unterdes ein Hebel nach rückwärts herausgetreten. Wird nun die Kurbel der Maschine weitergedreht, so verschiebt sich sowohl vor als hinter der Ziffernringreihe je eine senkrechte Pfoste mit zwei Armen. Die Arme der hinten stehenden Pfoste, welche sich von rechts nach links verschiebt, gleiten hiebei an den Ringen der zweiten und vierten Reihe, drücken die vorgesprungenen Hebel in ihre Ruhelage zurück, wobei sie die betreffenden Zifferringe um eine Ziffer weiterbewegen. Die in der Fig. 1 sichtbare Pfoste *D*, deren zwei Arme an der ersten und dritten Ziffernringreihe hinstreichen, ist während dieser Zeit von dem äußersten Ziffernring links zu dem äußersten rechts geglitten, ohne eine weitere Wirkung hervorzurufen.

Während der nun folgenden Kurbelumdrehung, bleiben die Pfosten in Ruhe, jedoch machen die 15 Stahlachsen wieder eine volle Umdrehung u. zw. in entgegengesetzter Richtung wie vorher. Dadurch ist es möglich geworden, dass die Ringe der zweiten und vierten Reihe in Ruhe bleiben, während die der ersten und dritten Reihe von den Achsen mitgenommen werden, u. zw. gerade um so viel Zehntheile einer Umdrehung, als die Zahlen direct darunter in der zweiten und vierten Reihe angeben. Hiebei springen wieder die für die Zehnerübertragung dienenden Hebel u. zw. diesmal nach vorne vor und werden bei der weiteren Kurbeldrehung durch die Pfoste *D* wie oben angedeutet verschoben.

Hiemit ist eine vollständige Rechnung beendet. Die Einrichtung der Maschine ließ es — wie aus dem Vorstehenden ersichtlich — nicht zu, die Addirung der Differenzglieder in allen Reihen zugleich vorzunehmen, wodurch naturgemäß eine Verschiebung der Glieder eintritt und eine besondere Folge beim Einsetzen der Zahlen in die

Maschine nothwendig wird, worauf wir hier jedoch — als zu weit führend — nicht näher eingehen wollen.

Das Drucken der in der obersten Reihe dargestellten Zahlen der Tabelle geschieht in folgender Weise. Die acht ersten Ringe links sind jeder in fester Verbindung mit einem hohlen Messingcylinder, welcher die Stahlachse frei umschließt. An seinem oberen Ende ist eine mit besonderen Einschnitten versehene Scheibe angebracht, welche die Bewegung der Ziffernringe vermittels zweier besonders eingerichteter Apparate auf eine Zahnstange überträgt, die in das Zahnrad *B* eingreift und dies um eben so viele Abschnitte dreht, als sich der Ziffernring bewegt hat. Mit diesem Zahnrad auf derselben horizontalen Achse bewegt sich die Letternwelle *C*, welche auf ihrer Peripherie die zehn Ziffern (0 bis 9) in Relief als Stahlstanzen enthält. Es sind nun solcher Letternwellen acht nahe neben einander, die durch Teleskopachsen mit ihren zugehörigen Zahnrädern in Verbindung stehen. Sowie nun die Ziffernringe der obersten Reihe in Bewegung gesetzt werden, bewegen sich gleichzeitig die acht Letternwellen, u. zw. so, dass immer die Zahl, welche von den Ringen angegeben ist, von den Letternwellen nach unten gekehrt wird.

Nachdem die Rechnung vollendet ist, wird durch die Maschine ein Brett, auf dem eine Bleiplatte liegt, in die Höhe gehoben und die berechnete Zahl in die Platte eingestanzt. Das Brett senkt sich alsbald wieder und schreitet zugleich um einen Raum vorwärts, welcher der Entfernung zweier aufeinanderfolgenden Zahlen entspricht.

Die Maschine von Scheutz rechnet also bis auf 15 Ziffern und druckt bis zu acht Ziffern, was für die Praxis ausreichend ist. Ist bei einem Decimalbruch die neunte Decimale größer als 5, so geschieht die Correctur einfach dadurch, dass man schon bei Beginn der Rechnung die neunte Decimalstelle der obersten Reihe um 5 vermehrt. Analog geht man vor, wenn nur eine geringere Zahl von Decimalen gedruckt werden soll.

Von der als Matrize dienenden Bleiplatte wird sodann auf galvanoplastischem oder anderem Wege eine beliebige Anzahl von Druckplatten abgezogen.

Die Maschine von Babbage, welche in ihren Dimensionen bedeutend größer als die Scheutz'sche ist, sollte sechs Differenzreihen erhalten und auf achtzehn Ziffern rechnen, wurde jedoch trotz des ungeheuren Aufwandes an Mitteln thatsächlich bloß bis auf zwei Differenzreihen und fünf Ziffern gebracht. Die Zahlen der Tabelle und der Differenzen befinden sich nicht in einer Horizontalreihe, wie bei der Scheutz'schen Maschine, sondern sie verlaufen vertical, so dass man die Zahlen von

oben nach unten ablesen und ebenso die Differenzen einsetzen muss. Dadurch hätte natürlich die Maschine — wenn vollendet — eine ganz erstaunliche Höhe bekommen müssen. Bei dieser Maschine war für das Stereotypiren der Tafeln noch nicht vorgesorgt.

Wir wollen hier nur noch kurz erwähnen, dass die Scheutz'sche Maschine in einem Punkte über das ursprüngliche Project hinausgegangen ist, indem sie nicht nur fünfzehn Decimalziffern, sondern auch solche Zahlen, welche in Grade oder Stunden eingetheilt sind, berechnet und hiebei auch die Grade, Stunden, Minuten und Secunden stereotypirt. Hiefür musste natürlich eine besondere Übertragung eingerichtet werden, da die Zehnerstellen der Secunden und Minuten nur bis 6 gehen dürfen und sobald bei den Graden die Zahl 360 erreicht ist, die Ziffern 3 und 6 aus der Tafel verschwinden müssen.

Die Einrichtungen für diese Rechnungsart complicirten die Maschine natürlich wesentlich und geben ein glänzendes Zeugnis für den Scharfsinn und die Ausdauer der Constructeure.

Nachträglich fand man noch mehrere Eigenschaften der Maschine, welche bei der Construction derselben nicht vorgesehen waren; wir wollen hievon nur die wichtigste vorübergehend erwähnen, nämlich die, dass die Maschine imstande ist, Zahlengleichungen mit lateralen Wurzeln zu lösen und verweisen rücksichtlich der bezüglichen eingehenderen Erörterungen auf den Aufsatz Meidinger's in Dingler's polytechnischem Journal, Band 156.

(Fortsetzung folgt.)

Über Rechenmaschinen.

Von

Alfons Halkowich,

k. u. k. Hauptmann des Artilleriestabes.

(Hiezu Tafel 3.)

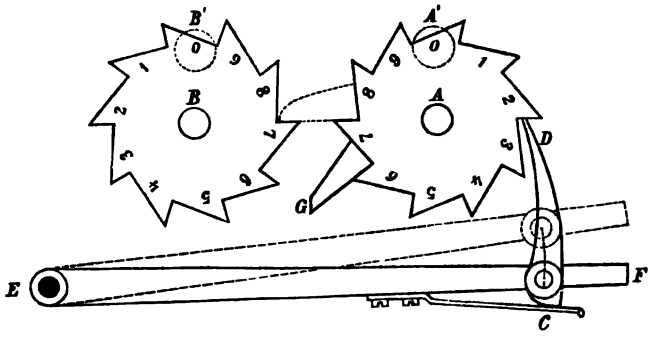
(Fortsetzung und Schluss.)

2. Rechenmaschinen zur Ausführung einzelner Rechenoperationen.

Diese Gruppe von Rechenmaschinen dient — im Gegensatze zu der erstvorgeführten — zur Durchführung einzelner, bestimmter Operationen, also sozusagen zum „Rechnen der vier Species".

A. Das Arithmometer von Thomas.

Das Princip der Ausführung der einzelnen Rechenoperationen und der Einrichtung des Arithmometers lässt sich wie folgt entwickeln:



Es versinnliche die obenstehende Textfigur ein einfaches Zählwerk, wie solche und ähnliche bei Maschinen und Instrumenten häufig zur Verwendung gelangen. In der Figur sind hiebei zwei Elemente angedeutet, doch können deren von rechts nach links beliebig viele aneinandergereiht werden. Jedes dieser Elemente besteht aus einem Schaltrade (*A*, *B*) mit zehn Zähnen, welch letztere bei den benachbarten Rädern immer entgegengesetzt gestellt sind.

Jedem Schaltzahn entspricht eines der zehn Zahlenzeichen (0 bis 9), welche auf einer mit dem Rade festverbundenen Scheibe bezeichnet sind und auf dem Zifferblatte des Instrumentes bei den punktiert angedeuteten Schauöffnungen A', B' etc. einzeln sichtbar werden.

In das Einerrad A greift die Schaltklinke CD ein, welche bei Auf- und Abbewegung des Hebels EF das Rad jedesmal um eine Zehnteldrehung weiter schaltet, also nach jeder ganzen Schwingung des Hebels eine neue Ziffer am Schauloche A' erscheinen lässt. Mit dem Einerrade fest verbunden ist ein Zahn G, welcher — sobald die Ziffer 9 beim Schauloche A' erschienen ist, — in die punktierte Stellung gelangt, bei der zehnten Schaltung des Einerrades A das Zehnerrad B um einen Zahn weiterdreht und hiemit die Zehnerübertragung bewirkt. Es erscheint dann beim Schauloche A' wieder 0, beim Schauloche B' aber die Ziffer 1, wodurch registriert ist, dass das Einerrad bereits eine ganze Umdrehung machte, mithin 10 Schaltungen erfolgt sind.

Ist nun noch ein drittes Element vorhanden und trägt das Zehnerrad ebenfalls einen festen Schaltzahn, so wird eine ganze Umdrehung des Zehnerrades eine einmalige Schaltung des Hunderterrades bewirken, somit auf dem dritten Zählrade nach 100 Hüben des Schalthebels CD die Ziffer 1, bei A' und B' jedoch überall die Ziffer 0 erscheinen. Dieses Zählwerk kann bis zu einer beliebigen Anzahl von Stellen fortgesetzt werden.

Denkt man sich hiezu noch entsprechende Sicherheitsvorrichtungen, welche die Räder stets in ihren Stellungen erhalten und deren Bewegungen vollkommen zwangläufig machen, so hat man ein Decimalzählwerk, welches bereits die beliebig oft wiederholte Addition der Einheit zu einer vorliegenden Zahl gestattet. Modificiert man das Schaltgetriebe durch entsprechende Einrichtung des Schalthebels derart, dass man das Einerrad nach Belieben um je 0 bis 9 Zähne auf einmal fortbewegen kann, so hat man ein Decimalschaltgetriebe, mit welchem bereits erweiterte Additionen ausführbar sind.

Will man zu der in dem Zählwerk bezeichneten Zahl 10 Einheiten addieren, so könnte dies dadurch geschehen, dass man das Einerrad auf einmal eine ganze Umdrehung vollführen lässt, wodurch das Zehnerrad um einen Zahn weitergeschoben würde; einfacher ist es jedoch, in diesem Falle das Einerrad nicht zu bewegen, sondern nur das Zehnerrad um einen Zahn weiterzuschieben, wozu bei demselben ein ähnliches Decimalschaltgetriebe wie beim Einerrad anzubringen ist. Ist dieses Schaltwerk ebenfalls darauf eingerichtet, die Schaltung von beliebig vielen Zähnen zwischen 0 und 9 auf einen Hub zu bewirken, so resultiert hieraus, dass

man imstande ist, auch auf einmal 10, 20 u. s. w. bis 90 Einheiten zuzuzählen.

Versieht man daher jedes der beliebig vielen Schalträder mit einem Decimalschaltgetriebe, so kann man die Addition von beliebig vielen Einheiten, Zehnern, Hunderten u. s. w. mechanisch und gleichzeitig durchführen, doch muss bei der hierdurch erhaltenen Rechenmaschine noch die Zehnerübertragung eingehender berücksichtigt werden.

Es kann nämlich bei der gleichzeitigen Fortschiebung aller Schalträder der Fall eintreten, dass z. B. die resultierende Summe der Einheiten größer als 9 wird, daher die Zehnerübertragung in Function tritt; da aber gleichzeitig das Zehnerrad durch das zugehörige Schaltgetriebe um eine gewisse Zahl Zähne fortgeschoben wird, so geht in diesem Falle die Wirkung des Zahnes *G* auf das Zehnerrad, — welches sich auch ohne Einwirkung des Zahnes drehen würde, — verloren und es erscheint die Summe um eine Zehnerstelle zu klein. Ähnliches kann analog auch bei den Schalträdern für die höheren Stellen eintreten und muss natürlich mit Sicherheit vermieden werden. Man kann dies leicht erreichen, wenn man die Schaltgetriebe nicht zugleich, sondern erst dann wirken lässt, wenn die Zuzählung auf den betreffenden rechtsstehenden Schalträdern und hiemit die eventuelle Zehnerübertragung beendet ist, oder auch umgekehrt, indem man zuerst das höhere Stellenrad dreht und erst hierauf das rechtsstehende Rad die Zählung und Zehnerübertragung ausführen lässt. Es ist also ein Vor- oder Nacheilen der Schaltgetriebe vor den linksbenachbarten nöthig, um die volle Sicherheit der Addition zu ermöglichen und zu verbürgen.

Mit dieser Rechenmaschine ist man nun imstande, jede Addition von ganzen Zahlen oder auch Decimalbrüchen auszuführen, wenn man in letzterem Falle nur die Stelle des Decimalpunktes im Schaltwerke entsprechend bezeichnet.

Es sei beispielsweise zu addieren:

57.109,
8.017 und
2.156.

Man hat Folgendes zu thun (alle Schaulöcher zeigen die 0):

1. Einstellen des Einerschaltwerkes auf 9,
„ „ Zehnerschaltwerkes „ 0,
„ „ Hunderterschaltwerkes „ 1,
„ „ Tausenderschaltwerkes „ 7,
„ „ Zehntausenderschaltwerkes „ 5;

2. Einmalige Bewegung der Schaltvorrichtung, wobei je nach Einrichtung der Maschine die einzelnen Schaltwerke einander vor- oder nacheilen und die Fort-

schiebung der Schalträder bewirken (bei den Schaulöchern erscheinen die Ziffern 5, 7, 1, 0, 9);

3. Einstellen des Einerschaltwerkes auf 7,
„ „ Zehnerschaltwerkes „ 1,
„ „ Hunderterschaltwerkes „ 0,
„ „ Tausenderschaltwerkes „ 8;

4. Einmalige Bewegung der Schaltvorrichtung, wobei die Schalträder um 7, resp. 1, 0 und 8 Zähne weitergeschoben werden (bei den Schaulöchern erscheint die Summe der beiden ersten Addenden, also; 6, 5, 1, 2, 6);

5. Einstellen der Schaltvorrichtung auf die Zahl 2.156, in analoger Weise, wie bei den beiden ersten Summanden;

6. Einmalige Bewegung der Schaltvorrichtung, wobei die Schalträder um die den Ziffern des dritten Summanden entsprechenden Zähnezahlen fortgeschoben werden und sich die Hauptsumme bildet. (Bei den Schaulöchern erscheint das Endresultat: 6, 7, 2, 8, 2).

Hätten die obigen Summanden Decimalstellen und lauteten etwa

571·09,
80·17 und
21·56,

so wäre der Vorgang genau derselbe, nur müsste die Stellung des Decimalpunktes notiert werden.

Hiemit ist die Maschine eigentlich auch schon für die Multiplication geeignet, da man nur den einen Factor im Schaltgetriebe einzustellen und dasselbe soviel Umdrehungen machen zu lassen brauchte, als der andere Factor Einheiten enthält, um das Product durch fortgesetzte Addition zu bilden; dieser Vorgang wäre jedoch bei einem großen Multiplicator zu langwierig, weshalb die Maschine derart eingerichtet werden muss, dass man imstande ist, — ähnlich wie bei der Multiplication am Papier — den Multiplicand nacheinander mit den Einern, Zehnern, Hunderten u. s. w. des Multiplicators zu multiplicieren und die Theilproducte unter Berücksichtigung ihres Stellenwertes zu addieren. Dies geschieht einfach dadurch, dass das ganze Schaltwerk von rechts nach links und zurück von einer Zahlenscheibe zur anderen verlegbar eingerichtet wird.

Man hat nun Folgendes auszuführen:

1. Einstellen des Multiplicands im Schaltwerke;

2. Bewegung des Schaltwerkes, u. zw. so oft, als dies die Einerstelle des Multiplicators anzeigt;

3. Verschiebung des ganzen Schaltwerkes um eine Stelle nach links;

4. Bewegung des Schaltwerkes, u. zw. so oft, als dies die Zehnerstelle des Multiplicators anzeigt;

5. Verschiebung des ganzen Schaltwerkes um eine weitere Stelle nach links;

6. Bewegung des Schaltwerkes, u. zw. so oft, als dies die Hunderterstelle des Multiplicators anzeigt;

7. Verschiebung des Schaltbrettes nach links u. s. w., bis der Multiplicand bei fortgesetzer Verschiebung des Schaltwerkes mit allen Stellen des Multiplicators multipliciert erscheint. Das Product erscheint nach der letzten Kurbeldrehung bei den Schaulöchern.

Der mathematische Vorgang ist hiebei leicht zu überblicken und die Zahl der Kurbeldrehungen ist nicht größer, als die Quersumme der Ziffern des Multiplicators.

Um nun mit der in Rede stehenden Maschine auch Subtractionen und Divisionen ausführen zu können, brauchte man nur auf allen Ziffernscheiben die zehn Zeichen 0 bis 9 in umgekehrter Ordnung anzubringen; praktisch lässt sich dies ausführen, wenn man die Zifferscheibe von der Schaltscheibe trennt und ersterer die Bewegung mittels eines Wendegetriebes mittheilt, so dass man die Zifferscheibe nach Belieben rechts- oder linksläufig machen kann. Es ist klar, dass dann mit entgegengesetzter Drehung der Zifferscheiben bei jeder Schaltwerksbewegung die entsprechende Zahl — nicht wie früher addiert — sondern subtrahiert wird und dass man mit entsprechend eingestelltem Wendegetriebe, analog dem entwickelten Multiplicationsverfahren, dividieren kann.

Man kann also, dem Vorstehenden entsprechend, die Thomas'sche Rechenmaschine principiell als ein Decimalzählwerk charakterisieren, welches mit einem verlegbaren Decimalschaltgetriebe und einem Wendetriebwerk für die Zifferscheiben versehen ist.

Die generelle Einrichtung des Arithmometers (mit mittlerer Elementenzahl) ist aus der Figur 1, auf Tafel 3 ersichtlich.

In einem 450 *mm* langen, 160 *mm* breiten und 70 *mm* hohen Holzkasten ist der ganze Mechanismus gelagert, u. z. sind unter *AA* die Schaltgetriebe, bei *BB* die Handhaben des Wendetriebwerkes, bei *CC* in dem Lineal *MM* die Zifferscheiben und es bedeutet *N* die kleine Handkurbel zum Treiben des Schaltwerkes. *E* ist eine kleine Schiefertafel und gleichzeitig der Deckel eines Behälters, in welchem sich das kleinere Zubehör (unter anderem einige beinerne Kommas zur Bezeichnung der Decimalstellen) befindet.

Die Verlegbarkeit des Schaltwerkes gegen die Zifferscheiben ist dadurch erreicht, dass das Zifferlineal *MM* über dem Schaltwerke seitlich verschiebbar gemacht ist. Hiefür hat es an der hinteren (oberen) Kante ein Gelenk, um welches man es, den Knopf *P* anfassend, drehen und vorne etwas aufheben kann; hienach lässt sich das Lineal links und rechts schieben und von Schaltrad zu Schaltrad legen, so jedoch, dass man die letzte Zifferscheibe links nicht weiter als bis vor das letzte offene Schaltgetriebe links bringen kann, und ebenso die letzte Zifferscheibe rechts

nur bis zum letzten Schaltrad rechts. Diese Verlegungsgrenzen genügen dem Bedarfe.

Man sieht auch, dass nicht so viel Schalter vorhanden zu sein brauchen, als Zifferscheiben, da jeder Factor kleiner ist als das Product. Hier sind 12 Zifferscheiben und 6 verstellbare oder offene Schaltgetriebe vorhanden; zwei unverstellbare, welche für weitgehende Zehnerübertragungen nöthig sind, liegen noch links unter der Deckplatte.

Wird das Lineal vorne frei gehoben, so lassen sich mittels der kleinen, angedeuteten Knöpfe die Zifferscheiben leicht verstellen, so dass man an jeder derselben jedes beliebige der zehn Zeichen vor das Schauloch bringen kann. Um alle Zifferscheiben gemeinschaftlich auf 0 zu stellen, dient ein besonderer Auslöschmechanismus, den man durch Drehen des Knopfes *O* am rechten Ende des Lineals in Thätigkeit setzt.

Die Bedeutung der Öffnungen *D* und der Knöpfe *q* wird weiter unten erwähnt werden.

Die Einstellung der einzelnen Schaltgetriebe erfolgt durch Verschiebung der bei *A A* angegebenen Zeigerknöpfe.

Alle Operationen der Maschine werden nun durch folgende Handgriffe eingeleitet:

1. Einstellen der Schaltgetriebe bei den Schlitzen *A*;
2. Niederdrücken eines der beiden Knöpfe *B B*, je nach der auszuführenden Rechnungsoperation;
3. Umdrehen der Kurbel *N*;
4. Seitwärtsverlegen des Lineals *M*; endlich
5. Auslöschen der Ziffern nach Beendigung der Rechnung durch Drehen des Knopfes *O*.

Um mit der Maschine stets richtig zu manipulieren, hat man sich im allgemeinen stets vor Augen zu halten, dass jede Zahl, welche man im Schaltwerk (bei *A*) einstellt, durch eine Kurbeldrehung auf die Zifferscheiben hinaufgeschafft wird, u. z. rücksichtlich einer schon etwa dort angezeigten Zahl im positiven oder negativen Sinne, je nachdem hiebei der untere oder obere Knopf *B* hineingedrückt wird. (Die Knöpfe *B* können nur bei der Nullstellung der Kurbel bewegt werden und es geht bei dem Hineindrücken eines derselben der andere stets automatisch in die Anfangsstellung zurück, d. h. er hebt sich.)

Im Nachfolgenden sollen die einzelnen mit der Maschine ausführbaren Rechnungen und die hiezu nöthigen Manipulationen angedeutet und durch einfache Beispiele erläutert werden.

Addition.

Alles auf 0 gestellt (Lineal heben, Knopf *O* drehen, Lineal wieder einlegen), Additionsknopf niederdrücken. Will man beispielsweise addieren

8·453 und
208·040,

so stellt man die Knöpfe an den 6 Schaltwerkschlitzen zuerst auf

| 0 | 0 | 8 | 4 | 5 | 3 |

ein, dreht die Kurbel einmal herum, wodurch diese Ziffern bei den betreffenden Schaulöchern im Lineal erscheinen; dann stellt man beim Schaltwerk ein

| 2 | 0 | 8 | 0 | 4 | 0 |,

dreht die Kurbel einmal herum und erhält bei den Schaulöchern die Summe

216493.

Die Stellung des Decimalpunktes ist wie beim gewöhnlichen Addieren zu beachten.

Subtraction.

Alles auf 0 gestellt. Es sei zu subtrahieren

von 794·23
die Zahl 25·037;

man stellt beim Schaltwerk ein

| 7 | 9 | 4 | 2 | 3 | 0 |,

dreht die Kurbel einmal, wodurch diese Zahl auf die Zifferscheiben geschafft wird. Sodann drückt man den Subtractionsknopf nieder, stellt beim Schaltwerk

| 0 | 2 | 5 | 0 | 3 | 7 |

ein, dreht die Kurbel einmal und erhält bei den Schaulöchern die Differenz

769193.

Der Decimalpunkt ist nach der dritten Stelle von rechts einzusetzen.

Hat man bei der Addition oder Subtraction irrthümlich eine Kurbeldrehung zu weit (über den Anschlag) fortgesetzt, so vollendet man diese Kurbeldrehung, drückt den hiebei nicht in Action gewesenen Knopf *B* hinunter, macht eine ganze Kurbeldrehung und hat hiemit den begangenen Fehler wieder corrigiert.

Mehrfache Additionen oder Subtractionen setzt man in der beschriebenen Weise fort, wobei natürlich die Zwischenresultate unbeachtet bleiben und nur das Endresultat aufgeschrieben wird.

Multiplication.

Alles auf 0 gestellt; Additions- (Multiplications-) Knopf niederdrücken. Man stellt den unbequemeren Factor (denjenigen, bei welchem die Querziffernsumme größer ist) im Schaltwerke ein und verfährt dann ähnlich wie bei der Multiplication auf dem Papiere und in der Weise, wie dies schon bei der Erklärung des Principes der Maschine erwähnt wurde.

Es sei z. B. auszuführen

23.781 × 1.456,

so stellt man die Zahl 23.781 im Schaltwerke ein; die Multiplication, in gewöhnlicher Weise ausgeführt, gibt:

```
  23.781 × 1.456
 ---------------
  142686
 118905
  95124
 23781
 ---------------
 34,625.136;
```

man geht nun in derselben Weise vor, indem man das Lineal ganz nach links legt und die Kurbel (für die Einer des Multiplicators) sechsmal umdreht; es erscheint im Lineal nacheinander

$$23.781 \times 1 = 23.781$$
$$23.781 \times 2 = 47.562$$

u. s. w. bis

$$23.781 \times 6 = 142.686;$$

nun verlegt man das Lineal um eine Stelle nach rechts und dreht (für die Zehner des Multiplicators) die Kurbel fünfmal um; es wird hienach im Lineal die Zahl

142686 vermehrt um
118905
d. i. 1,331.736 erschienen sein.

Nun legt man das Lineal wieder um eine Stelle rechts, dreht die Kurbel viermal (für die Hunderter des Multiplicators), legt das Lineal nochmals um eine Stelle rechts, dreht die Kurbel einmal (für den Tausender des Multiplicators) und erhält bei den Schaulöchern das gesuchte Product.

Da die Multiplication auf gewöhnlichem Wege auch ausgeführt werden kann, indem man zuerst mit der höchsten Stelle des Multiplicators multipliciert, also

$$23.781 \times 1.456$$
$$95124$$
$$118905$$
$$142686$$
$$34,625.136,$$

so kann dieser Vorgang auch mit der Rechenmaschine eingehalten werden, nur muss dann das Lineal zuerst ganz nach rechts verschoben und dann stellenweise nach links verlegt werden.

Beide Ausführungsweisen verlangen in diesem Falle nebst dem Einstellen des Multiplicands 16 Kurbeldrehungen und 3 Verlegungen des Lineals, wozu bei einiger Übung nicht mehr als 10 bis 15 Secunden erforderlich sind.

Eine Ersparung an Kurbeldrehungen und Linealverlegungen kann in gewissen Fällen eintreten, wenn der Arbeitende es versteht, etwaige besondere Zifferstellungen im Multiplicator günstig zu verwerten. So könnte z. B. die Multiplication irgend eines im Schaltwerke eingestellten Factors mit der Zahl

39.198

dadurch abgekürzt werden, dass man das Lineal ganz nach rechts schiebt, die Kurbel viermal dreht (also mit 40.000 multiplicirt), dann das Lineal um eine Stelle links verlegt, den Subtractionsknopf drückt, die Kurbel einmal dreht (also den 1000fachen Factor subtrahiert) wodurch mit 39.000 multipliciert ist; dann legt man das Lineal um eine Stelle links, drückt den Additionsknopf, dreht zweimal (multipliciert also mit 200), verlegt das Lineal um zwei Stellen, drückt den Subtractionsknopf, dreht zweimal (zieht also von dem 200fachen Factor wieder den zweifachen ab) und erhält somit das Product mit nur 9 Kurbeldrehungen und 3 Linealverlegungen, während hiezu auf dem oben angeführten Wege 27 Drehungen und 4 Verlegungen nothwendig gewesen wären.

In dem Falle, als die Factoren Decimalbrüche sind, wird die Multiplication wie mit ganzen Zahlen ausgeführt und im Product der Decimalpunkt wie beim gewöhnlichen Rechnen eingesetzt.

Sind drei Factoren miteinander zu multiplicieren, so kann man die Operation entweder durch zwei Multiplicationen nacheinander ausführen oder auch dadurch eine Abkürzung des Verfahrens eintreten lassen, dass man das Product zweier Factoren successive im Kopf bildet, was hier leicht durchführbar ist.

Es seien z. B. zu multiplicieren

$$235 \times 174 \times 58,$$

so stellt man 235 im Schaltwerk ein und schreibt die beiden andern Factoren auf die Schiefertafel untereinander, also:

174
58.

Nachdem alles ausgelöscht und das Lineal ganz nach links geschoben ist, hat man folgende Producte im Kopf zu bilden und hienach die Kurbel zu drehen:
$8 \times 4 = 32$, dreht 2mal und verlegt das Lineal um eine Stelle,
$8 \times 7 = 56$, $+ 3$ (Zehner von oben Rest) $= 59$, dreht 9mal, verlegt um eine Stelle,
$8 \times 1 = 8$, $+ 5$ (Hunderte von oben Rest) $= 13$, dreht 3mal, verlegt um eine Stelle,
1 (Tausende von oben Rest) $= 1$, dreht 1mal;
sodann wird das Lineal auf die zweite Stelle von links zurückgeschoben und fortgesetzt:
$5 \times 4 = 20$, dreht nicht und verlegt um eine Stelle nach rechts,
$5 \times 7 = 35$, $+ 2$ (Zehner von oben Rest) $= 37$, dreht 7mal, verlegt um eine Stelle,
$5 \times 1 = 5$, $+ 3$ (Hunderte von oben Rest) $= 8$, dreht 8mal
und erhält das Resultat der zweifachen Multiplication.

Quadrierung.

Die Quadrierung wird so ausgeführt, wie die Multiplication, doch hat man hiebei den Vortheil, den Multiplicator in dem im Schaltwerke eingestellten Multiplicand stets vor sich zu sehen. Die Anzahl der Decimalstellen ist im Quadrate zu verdoppeln.

Cubicierung.

Die Bildung der dritten Potenz einer Zahl ist als abgekürzte zweifache Multiplication auszuführen; die Zahl der Decimalstellen ist zu verdreifachen.

Division.

Für die leichtere Ausführung derselben dient ein bei den schon früher erwähnten Schaulöchern *D* (Fig. 1 auf Taf. 3) angebrachtes besonderes Quotientenzählwerk (kurzweg der Quotient genannt), welches die Zahl der einzelnen Kurbeldrehungen und hiemit die Ziffern des Quotienten registriert. Die Zifferscheiben des Quotientenzählwerkes werden mit den Knöpfchen *q* von Hand aus auf 0 gestellt.

Zum Dividieren schafft man zunächst den Dividend ganz auf das Lineal, stellt dann den Divisor unter die höchsten Stellen des Dividends im Schaltwerke ein und subtrahiert, solange dies geht; dann verschiebt man den Divisor, subtrahiert wieder und setzt dieses Verfahren fort, bis man den ganzen Quotienten erhalten und im Quotientenzählwerk registriert hat.

Es sei z. B. 240 durch 17 zu theilen, so stellt man 240 im Schaltwerk ein, drückt den Additionsknopf, dreht die Kurbel einmal und erhält 240 im Lineal; nun steckt man nach der 0 ein Komma ein, um sich später nicht zu irren, stellt im Schaltwerke unter 24 die Zahl 17 ein, drückt den Subtractionsknopf und dreht einmal; hiebei erscheint im Quotienten links die Ziffer eins, im Lineale bleibt statt 240 nur 070. Da von 07 die Zahl 17 nicht mehr subtrahiert werden kann, verschiebt man das Lineal um eine Stelle nach links und dreht weiter, bis der Rest oben

kleiner als der Divisor ist; dies wird hier nach 4 Kurbeldrehungen eintreten, wonach beim 2. Quotientenschauloch 4 und im Lineale 002 sichtbar ist. Nun steckt man beim Quotienten das Decimalkomma ein, verschiebt das Lineal nach links, dreht und erhält an der dritten Stelle des Quotientenzählwerkes die Ziffer 1, im Lineale 0003 als Rest und kann das Verfahren soweit fortsetzen, bis die Division entweder ohne Rest aufgeht oder der Quotient mit gewünschter Genauigkeit gerechnet ist. Für Decimalbrüche gilt derselbe Vorgang wie bei der gewöhnlichen Division am Papiere.

Das Rechnen der Quadratwurzeln ist mit dem Instrumente nach Analogie des gewöhnlichen Verfahrens beim Radicieren ebenfalls möglich, bietet jedoch keinen Vortheil und soll deshalb hier nicht vorgeführt werden.

Es muss speciell darauf aufmerksam gemacht werden, dass die Verwendung der Rechenmaschine nicht bei allen Rechenoperationen eine gleich vortheilhafte ist und dass jeder Rechner sich nach seiner individuellen Fertigkeit und den vorliegenden Aufgaben selbst einen Vorgang ausmitteln muss, nach welchem er unter Benützung verschiedener sonstiger Hilfsmittel (Tabellen, Logarithmen, Rechenschieber u. s. w.) von der Rechenmaschine mit Vortheil Gebrauch macht. Bei richtigem Anpassen der in den einzelnen Fällen zu benützenden Rechnungsmittel kann hiemit eine außerordentliche Beschleunigung der Arbeit erzielt werden.

Das Vorstehende würde im allgemeinen genügen, um mit dem Thomas'schen Arithmometer arbeiten zu können, ohne den inneren Zusammenhang und die Wirkungsweise der einzelnen Theile zu verstehen; um jedoch denjenigen Lesern, welche sich dafür interessieren, auch die Kenntnis des inneren Getriebes dieser Maschine zu vermitteln und denselben die Basis zum Vergleiche derselben mit der Einrichtung der nachfolgenden Dr. Selling'schen Maschine zu liefern, sei nachfolgend auf die Detailausführung der einzelnen Bewegungsmechanismen näher eingegangen, was jetzt um so leichter geschehen kann, als der Zweck der einzelnen Organe durch die Darlegung des Manipulationsvorganges bereits bekannt ist.

Auf Tafel 3 sind die wichtigsten Details (für zwei Elemente, Einer und Zehner) dargestellt; zu beschreiben sind:

das Schaltwerk,

das Zählwerk,

das Wendegetriebe und

die Zehnerübertragung, welche zwischen Zählwerk und Wendegetriebe eingesetzt ist.

Der Haupttheil jedes Schaltgetriebes ist die Schaltwalze A, A_1, A_2 (in Fig. 2 und 3); dieselbe ist aus zehn niedrigen Cylindern zusammengesetzt zu denken, von welchen der erste keinen, der zweite einen, der dritte zwei u. s. w., der zehnte

neun Zähne hat. Diese Zähne können mit dem Rädchen B, B_1, B_2 in Eingriff gebracht werden, indem man dasselbe mittels des Zeigerknopfes C, C_1, C_2 auf seiner vierkantigen Achse verschieben und beliebig über die 9-, 8-, 7-, 6- u. s. w. zähnige Stelle der Schaltwalze bringen kann; da B, B_1, B_2 zehn Zähne hat, wird dasselbe beziehungsweise um 9, 8, 7 u. s. w. Zehntel-Umdrehungen verstellt, wenn die Schaltwalze A, A_1, A_2 eine ganze Umdrehung macht. Sämmtliche Schaltwalzen des Instrumentes werden aber mittels der Haupttriebachse D, welche die ganze Maschine entlang läuft, stets gleichzeitig einmal umgedreht, wenn man die Handkurbel E (Fig. 3) eine Drehung machen lässt.

Der Griff der Handkurbel ist umlegbar.

Die Achse F des Rädchens B treibt mit einem der kleinen Kegelräder G oder H des Wendegetriebes (Fig. 3) das Rad J auf der senkrechten Achse, welche die Zifferscheibe K trägt, und ertheilt demnach der letzteren im positiven oder negativen Sinne eben so viele Zehntel-Drehungen als B gemacht hat. Die Achse L der Aus- und Einrückung des Wendegetriebes geht unter den sämmtlichen Achsen F durch, ebenso wie die flache Stange M, welche die Büchse zwischen den Rädchen G und H erfasst und deren Hin- und Herschiebung unmittelbar bewirkt.

Das Zifferlineal dreht sich um die Achse N (Fig. 3); man sieht, dass in der gehobenen (punktierten) Stellung desselben sämmtliche Zifferscheiben außer Eingriff mit dem Getriebe kommen. Das sichere Wiedereingreifen der Zahnräder wird durch eine Reihe Einschnitte vermittelt, in welche der Stift 0 (Fig. 3, punktiert) einsinkt, sobald man das Lineal an den richtigen Stellen niederlässt.

Alle Zifferscheiben sind (wie in Fig. 4 ersichtlich) außen mit zehn Bogenbauchungen versehen, in welche eine weiche Feder eingreift, um die Scheiben mit einiger Kraft in den Stellungen zu erhalten, wo die Ziffern sich gerade dem Schauloche gegenüber befinden. Diese Sperrung ist aber noch nicht genügend, um fehlerhafte Einstellungen der Zifferscheiben zu verhindern, sondern es sind hiefür noch besondere Sperräder P, P_1, P_2 (Fig. 1 und 2) in den Schaltgetrieben angebracht.

Ein solches Sperrad besitzt zehn gleiche, bogenförmige Ausschnitte, in welche das Sperrstück Q, Q_1, Q_2 auf der Schaltwalzenachse eingreift; dieses Sperrstück, welches infolge der punktiert angedeuteten Ausnehmung nicht sperrt, solange es möglich ist, dass Schaltzähne in das Rädchen B eingreifen, verhütet falsche Stellungen der Zifferscheiben durch Erschütterungen bei raschem Drehen, ist wohl aus diesem Grunde unentbehrlich, erschwert aber zugleich die Construction der Zehnerübertragung, welche hiedurch complicierter wird.

Die Zehnerübertragung wird zunächst durch den an einem besonderen Arme sitzenden Zahn 10 (Fig. 2 und 3) bewirkt, welcher auf A_1, als der Einerwalze, nicht nöthig und nicht vorhanden ist, an jeder folgenden Walze aber angebracht sein muss.

Der Zehnerzahn sollte fallweise in das Rädchen B_1 eingreifen; da aber dieses hin- und hergeschoben werden muss, ist ein gleiches, auf F unverschiebbar montiertes Rädchen R (Fig. 3) vorhanden, in welches der Zehnerzahn jedoch nur dann eingreifen kann, wenn er sich in der in Fig. 3 punktierten Lage befindet. Wenn dieser Zehnerzahn in das Rädchen R eingreift, muss aber gleichzeitig das Sperrwerk P, Q ausgelöst werden, was in folgender Weise geschieht:

Das Sperrstück Q besitzt in einer weiter rechts von P (Fig. 3) gelegenen Ebene noch eine weiter zurücktretende Stufe S, welche das Sperrad im Falle des Eingriffes des Zehnerrades ungehindert lässt, wenn sie in die Ebene von P gebracht

wird. Dies geschieht aber gleichzeitig mit dem Verschieben des Zehnerzahnes in die Ebene von *R*, indem jener Zahn mit dem Sperrstücke fest verbunden ist.

Das Übertragen eines Zehners (resp. bei weiteren Elementen Hunderters u. s. f.) geschieht, wenn beim Addieren die Einer- (resp. Zehner- u. s. f.) Scheibe von 9 auf 0, beim Subtrahieren, wenn sie von 0 auf 9 geht. Bei diesem Übergange stößt der Zahn *T* der Zifferscheibe (Fig. 4) einmal links, einmal rechts an den Vorsprung des Ausrückers *U*, dieser drückt dann auf den Zwischenhebel *V*, welcher das auf seinem Stift festgeschraubte Tellerchen *W* (Fig. 3 und 5) und damit das Köpfchen *X* verschiebt und dadurch das Sperrstück und sein Zubehör nach vorne zieht. Der Zehnerzahn gelangt zur Wirkung, wird aber gleich darnach sammt den andern Organen der Zehnerschaltung durch die an dem festen Stifte *Z* gleitende Schraubenfläche *Y* des Sperrstückes (Fig. 3) in seine Normalstellung zurückgeführt. Eine auf *W* drückende Plattfeder (Fig. 3 und 5) hält das Tellerchen und die übrigen Theile der Ausrückung in ihren Stellungen fest.

Wie schon eingangs der Beschreibung des Arithmometers erwähnt, müssen für die richtige Ausführung der Zehnerübertragung die einzelnen Schaltgetriebe einander entweder vor- oder nacheilen und ist hier die Nacheilung gewählt, so dass in jedem Getriebe der Einerzahn schon durch den Eingriffspunkt gegangen ist, wenn der des links folgenden Schaltgetriebes zur Wirkung kommt.

Die Details des Hebelwerkes beim Wendegetriebe, sowie sonstige unwesentliche Einzelnheiten wurden übergangen.

Das Quotientenzählwerk wird von der Einerachse A_1 des Schaltgetriebes in Bewegung gesetzt, u. zw. stets nur eine Scheibe desselben ohne Zehnerübertragung, da beim Dividieren niemals größere Einzelquotienten als 9 vorkommen.

Der Auslöscher (Fig. 3 und 6) besteht aus einer Zahnstange *a*, welche gewöhnlich nicht in die zugehörigen Zahnräder *b* auf den Zifferscheibenachsen eingreift, durch Drehen des betreffenden Knopfes und die Abschrägung *c d* aber mit den Rädchen *b* in Eingriff gebracht wird. Diese Rädchen haben an der Stelle des zehnten Zahnes, u. zw. der 0 auf der Zifferscheibe entsprechend, eine Zahnlücke, so dass sie — sobald die 0 im Schauloche steht — von der Zahnstange nicht mehr gedreht werden. Die Zahnstange wird durch eine Feder nach jeder Drehung des Knopfes in die frühere Stellung zurückgeführt, stellt also bei mehrmaliger Activierung sämmtliche Rädchen *b* und hiemit die Zifferscheiben in die Nullstellung.

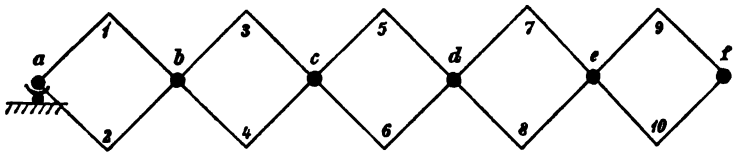
Für den Gebrauch der Maschine sei noch erwähnt, dass gute Einölung derselben wichtig ist; am besten ist es, den ganzen Mechanismus, welcher sich sehr leicht aus dem Kasten heben lässt, bis an die Deckplatte in feinstes Schmieröl zu tauchen und vor dem Gebrauche einen Tag lang abtropfen zu lassen. Zeitweilige aufmerksame Reinigung vom Staub ist nothwendig.

B. Die Selling'sche Rechenmaschine.

Im Principe der Ausführung der einzelnen Rechen-Operationen ähnelt die Selling'sche Rechenmaschine in manchem dem Thomas'schen Arithmometer, während die constructive Einrichtung bei beiden wesentliche Unterschiede aufweist. Um den Vergleich beider Maschinen zu erleichtern und die Grundideen für die Selling'sche Ausführung deutlich zu veranschaulichen, sei der analoge Vorgang wie bei der Erklärung

des Arithmometers auch hier eingehalten. Wie beim Arithmometer vom einfachen Zählwerke mit Schaltgetriebe, so muss hier von der unter dem Namen „Nürnberger Scheere (Pantograph, Storchschnabel)“ bekannten rhombischen Gelenkverbindung ausgegangen werden.

Die Nürnberger Scheere ist eine nach untenstehender Figur angeordnete Verbindung einer Anzahl gleich langer, fester Stäbe, welche sowohl in den Kreuzungspunkten *a*, *b*, *c* u. s. w., als auch an deren Endpunkten in 1, 2, 3, 4 u. s. f. mit einfachen Charniergelenken versehen sind.



Aus den geometrischen Verhältnissen geht leicht hervor, dass — wenn der eine Endpunkt der Scheere bei *a* festgehalten und diese dann auseinandergezogen oder zusammengeschoben wird — die Wege der einzelnen Kreuzungspunkte *b*, *c*, *d* u. s. w. sich zu einander wie 1 : 2 : 3 u. s. f. verhalten, d. h., wenn bei der Verschiebung der Scheere der Punkt *b* einen Weg *s* zurücklegt, macht der Punkt *c* den Weg 2 *s*, der Punkt *d* den Weg 3 *s* u. s. w.

Denkt man sich über dieser Scheere in der Richtung *af* einen Stab oder eine Stange derart gelagert, dass dieselbe in ihrer Längenrichtung leicht verschiebbar ist und nach Belieben mit einem der Kreuzungspunkte *b*, *c*, *d* u. s. w. in feste Verbindung gebracht werden kann, so ist klar, dass diese Stange, je nachdem sie mit dem Punkte *b*, *c*, *d* u. s. w. verbunden wird, bei der Bewegung der Scheere den Weg *s*, 2 *s* oder 3 *s* u. s. f. macht. Versieht man diese Stange an ihrem freien Ende mit Zähnen und lässt diese in ein Zahnrad eingreifen, so werden die betreffenden Verschiebungen durch proportionale Drehung des Zahnrades zum Ausdrucke kommen; sind an dem Zahnrade oder an einem mit demselben verbundenen besonderen Ziffernrade entsprechend die Zahlenzeichen von 0 bis 9 und daneben ein Zeiger oder eine feste Marke angebracht, so werden die einzelnen Ziffern sich, je nach Wahl des mit der Stange verbundenen Kreuzungspunktes und nach der Größe der Scheereneröffnung, gegen den Zeiger verstellen. Steht z. B. die Zifferscheibe so, dass sich die Null am Zeiger befindet,

ist der Punkt *b* mit der Zahnstange verbunden und wird derselbe um eine Einheit nach rechts verschoben, so dreht sich die Zifferscheibe so weit, bis die Ziffer 1 zum Zeiger kömmt; verschiebt man *b* um 2, 3, 4 u. s. w. Einheiten, so tritt die Ziffer 2, 3, 4 u. s. f. zum Zeiger. Ist die Stange z. B. mit dem Punkte *d* verbunden, so würde bei einer Verschiebung des Punktes *b* um eine Einheit die Ziffer 3 zum Zeiger treten, bei der Verschiebung von *b* um 2 oder 3 Einheiten sich das Ziffernrad um 6, resp. 9 Ziffern verstellen.

Mit dieser einfachen Vorrichtung ist man daher schon imstande, Additionen (resp. bei Rückbewegung der Scheere Subtractionen) und Multiplicationen (Divisionen) auszuführen, wenn hiebei alle vorkommenden Zahlen (auch Summe, Subtrahend, Product und Dividend) kleiner als 10 sind.

Denkt man sich nun — nach ähnlichen Principien wie dies beim Thomas'schen Arithmometer durchgeführt wurde — mehrere solche Elemente nebeneinander gelegt und eine entsprechende Zehnerübertragung zwischen den einzelnen Zifferscheiben angebracht, die Gesammtheit der Zahnstangen (nach Art des verlegbaren Schaltgetriebes beim Arithmometer) gegen die Zifferscheiben seitlich verlegbar, so hat man eine Maschine, mit welcher alle Rechnungs-Operationen ähnlich wie beim Arithmometer — doch, wie sich herausstellen wird, in einfacherer Weise und mit geringeren, gleichförmigeren Widerständen in den einzelnen Constructionstheilen — ausführbar sind. Dies ist im Principe die Selling'sche Rechenmaschine, welche man demnach — in Analogie zu der Charakteristik des Arithmometers — „ein auf bestimmte Distanzen zu öffnendes, seitlich verlegbares System von Nürnberger Scheeren mit verstellbaren Zahnstangengetrieben zu einem Decimalzählwerke" nennen kann.

Um die Art der Ausführung der einzelnen Rechnungen mit dieser Maschine erklären zu können, ist es nothwendig, zuerst auf die Details derselben einzugehen, da gerade hierin ein Hauptmoment der Einfachheit und Zweckmäßigkeit dieser Maschine zu suchen ist, und speciell die Art der Zehnerübertragung nur auf diesem Wege vorgeführt werden kann.

Die Fig. 7 auf Taf. 3 zeigt die perspectivische Ansicht, die Fig. 8 einen schematischen Grundriss der Maschine.

Bei der Ausführung der Construction ist das oben erwähnte Scheerensystem durch zwei vollkommen gleiche in den Punkten *a a* (Fig. 8) festgehaltene Nürnberger Scheeren *S* und S_1 (Fig. 7 und 8) vertreten, welche an ihren Kreuzungspunkten durch die zehn Querstäbe 0 bis 9 (Fig. 8) dergestalt verbunden sind, dass sie längs der beiden

Führungen *R R* (Fig. 7 und 8) durchaus gleiche Bewegungen machen. Die Fig. 9 zeigt, wie diese Scheeren der Verstärkung wegen gegliedert sind.

Die Scheeren sind über die Befestigungspunkte *a a* hinaus um ein Glied verlängert und hier durch einen eilften Querstab *g* (Fig. 8) verbunden, welcher sich in entgegengesetzter Richtung verschiebt, als die Stäbe 0 bis 9, und dessen Zweck später angegeben wird.

Die Fixpunkte *a a* der Scheeren liegen auf dem vierkantigen Theile der Welle *W*, welche mit den beiden Schienen *l* (Fig. 7 und 8) und der Platte *k* (Fig. 7) einen durch die Führungen *R* verstärkten Rahmen bildet, der sowohl nach auf- und abwärts drehbar, als auch seitlich verschiebbar ist.

Die Enden der Scheeren und der Querstab *q* gleiten mittels eines Schiebers *s s* an den Führungsstangen *R R* und können mit der Handhabe *h* (Fig. 8) vor oder zurück bewegt werden.

Die Querstäbe werden durch neun auf ihnen liegende Zahnstangen Z_1, Z_2, ... Z_9 rechtwinkelig gekreuzt (in Fig. 8 nur vier gezeichnet); der ungezahnte Theil jeder Zahnstange hat zehn Löcher, welche bei geschlossenen Scheeren (Fig. 8) über entsprechende Löcher der Querstäbe zu liegen kommen und je einen Stahlstift (Taste) zur beliebigen Verbindung der Zahnstangen mit den Querstäben enthalten. Zur Erhöhung der Übersicht sind die den Zifferwerten 0 und 5 entsprechenden Stiften mit Scheibchen versehen; seitwärts der Tasten ist die Nummernbezeichnung der Querstäbe angesetzt. Der Tastenmechanismus ist derart eingerichtet, dass — wenn man durch Hinabdrücken der betreffenden Taste eine Ziffer einstellt — ein etwa in derselben Zahnstange früher niedergedrückt gewesener Stift wieder in die Höhe springt, so dass man bei Einstellung einer Zahl die früher benützte nicht besonders zu löschen braucht.

Die Details dieser Einrichtung sind in Fig. 10 und Fig. 10*a* ersichtlich.

q_1, q_2, q_3, q_4 sind Querstäbe der vollkommen geschlossenen Scheeren, *Z* ist eine Zahnstange mit den Tasten T_1, T_2, T_3 und T_4. Jede Taste gleitet in der Führung 0, wird durch eine Spiralfeder nach aufwärts gedrückt und besitzt einen kleinen Kegel (k_1, k_2, k_3, k_4), welcher beim Hinabdrücken des Stiftes das für die Tasten einer jeden Zahnstange gemeinschaftliche, um eine Achse drehbare und federnd angedrückte Blech *b* (Fig. 10*a*) zurückdrängt. Dieses Blech hält den betreffenden Stift in der die Verbindung der Zahnstange mit dem betreffenden Querstabe sichernden Stellung, lässt jedoch während des

Hinabgehens des Kegels einen eventuell früher eingestellten Stift los, so dass dieser durch die Feder hinaufgeschnellt werden kann und außer Eingriff kommt.

Zur genauen Begrenzung des Öffnens der Scheeren (mittels des Handringes *h*) dient die Scala *U* (Fig. 7) mit den kleinen, den Multiplicatorziffern 1, 2, 3 und 4 entsprechenden Einschnitten I, II, III und IV (Fig. 8), in welche durch eine kleine Drehung des Handringes *h* ein Riegel einspringt. Der Multiplicatorziffer 5 entspricht bei dieser Ausführung der Maschine das Anschlagen des Schiebers *s s* an den Aufhaltstift V, während die Ziffern 6, 7, 8 und 9 bei der Rechnung durch die Werte (10 — 4), (10 — 3), (10 — 2), (10 — 1) oder durch (3 + 3), (3 + 4), (3 + 5) und (4 + 5) u. s. w. ausgedrückt werden. — Diese Anordnung ist gewählt, um die Maschine kürzer bauen zu können und kleinere Bewegungen zu erzielen, doch könnte die Ausführung für die Ziffern 6 bis 9 ebenfalls in der beschriebenen Weise durchgeführt werden.

Die Hebung und Senkung des ganzen Rahmens geschieht mittels des Handknopfes 0, dessen Achse im Rahmen *l l* gelagert ist und ein Excenter *x* trägt, welches auf der festen Stange *u* (Fig. 7) aufliegt.

Durch Hebung des Rahmens gelangen die Zahnstangen mit den Zahnrädern bei *P* (Fig. 8) in Eingriff, übertragen deren Bewegung auf das Zählwerk und können durch Senkung des Rahmens wieder außer Eingriff gesetzt werden.

Das Radsystem *P* besteht bei der in Fig. 7 abgebildeten Rechenmaschine aus 13 gleichen Zahnrädern r_1, r_2 u. s. w. mit je 36 Zähnen und eben so vielen Zifferrädern n_1, n_2 u. s. f. von etwas größerem Durchmesser, welche abwechselnd auf der festen Achse *x x* (Fig. 8) lose aufgeschoben sind.

Weiter links sitzt auf derselben Achse ein ähnliches, aus sieben Zahnrädern und sieben Zifferrädern bestehendes Radsystem *Q*, welches in Verbindung mit der einzelnen Zahnstange *y* in der später zu erläuternden Weise den Multiplicator und Quotienten registriert und die Stelle des Quotientenzählwerkes beim Thomas'schen Arithmometer vertritt. Die Zahnstange *y* kann entweder mit dem Querstabe 1 oder *g* durch Niederdrücken der Tasten *m* oder *d* verbunden werden.

Der Umfang jedes Zifferrades ist in 40 gleiche Felder getheilt, auf welchen sich die Ziffern 0 bis 9 in erhabenen Lettern viermal folgen; parallel zur Achse *X X* ist über beide Radsysteme der Indexfaden *D D* gespannt, welcher bei Nullstellung der Räder den unteren Strich der betreffenden Nullfelder deckt.

Die Radsysteme sind durch ein Schutzblech *A* gedeckt, welches nur längs des Fadens *D D* einen Einschnitt zum Ablesen der Rechnungsresultate hat. Da die Ziffern 0 bis 9 in vierfacher Folge auf den Zifferscheiben vorkommen, bilden sich die Rechnungsresultate aber auch noch in drei anderen Mantellinien des Rädercylinders, was dazu benützt ist, um auf der Rückseite der Räder eine Copiervorrichtung anzubringen. Über die Holzwalzen *c c* und *n* (Fig. 7) ist Seidenpapier gewickelt, welches zwischen den Walzen an die Zifferscheiben anliegt und durch Drehen der Rolle bei *n* je um eine Zeile fortbewegt werden kann; durch ein verschiebbares, mit in Ultramarin-Ölfarbe getränktem Fließpapier umwickeltes Rädchen geschieht der Abdruck der vorstehenden Zifferlettern auf der Rückseite des Seidenpapiers, wodurch die eingesetzten Zahlen, Zwischen- und Endresultate registriert werden können.

Die zwischen den Zifferrädern angebrachte Zehnerübertragung ist in interessantester und sinnreichster Weise derart eingeleitet, dass sich jedes Zifferrad stetig um ein Zehntel der Drehung des nächsten, rechts stehenden und in derselben Richtung fortdreht, gleichzeitig aber und ganz unabhängig von dieser Drehung noch diejenige Bewegung annimmt, welche ihm durch die zugehörige, im Eingriffe stehende Zahnstange ertheilt wird.

Die Fig. 11 zeigt die Details dieser Anordnung. In derselben sind n_1 und n_2 zwei Ziffernräder (Einer- und Zehnerrad), r_1 und r_2 die zugehörigen zwei Zahnräder, in welche die beiden Zahnstangen Z_1 und Z_2 eingreifen. Die Zwischenräume zwischen den Rädern sind der Deutlichkeit halber größer gezeichnet, als sie wirklich sind.

Auf die Achse *X X* ist das einzige feste Zahnrad *a* des ganzen Systems aufgekeilt, in welches das gleich große Planetenrad *b* eingreift. Die Achse dieses Planetenrades ist in der Radscheibe des Rades r_1 gelagert und trägt an dem linken Ende ein Rädchen *c* mit 10 Zähnen; *b* und *c* sitzen auf dieser Achse fest. Das Rädchen *c* steht mit dem an die Zifferscheibe n_1 befestigten Zahnrade *d* von 100 Zähnen im Eingriffe, während auf der andern Seite der Zifferscheibe das Rad *f* (dem Rade *a* gleich) mit derselben verbunden ist.

Die Räder *e*, *g* und *h* sind den Rädern *b*, *c* und *d* gleich und geht die gleiche Anordnung durch das ganze Radsystem.

Die Fig. 12 versinnlicht die thatsächliche Ausführung dieser Räderverbindung in der Hälfte der natürlichen Größe.

Wenn nun das Rad r_1 (Fig. 11) durch die Zahnstange einmal gedreht worden ist, so hat während dieser Zeit sich das Rad *b* einmal um *a* gewälzt, daher mit *c* eine ganze Umdrehung um seine Achse,

u. z. in demselben Sinne wie r_1 vollendet: es muss daher das Rad d (infolge des Übersetzungsverhältnisses von $^1/_{10}$ zwischen c und d) sammt der Zifferscheibe n_1 sich um eine Zehntel-Drehung entgegengesetzt von r_1 (also rückläufig) bewegt haben.

Nun wird aber gleichzeitig die Achse der Räder b und c vom Rade r_1 mitgenommen, welche Bewegung durch c auf n_1 übertragen wird; es resultiert also für n_1 eine Drehung von neun Zehnteln, u. z. in derselben Richtung wie r_1 gedreht wurde.

Die Abstände der Scaleneinschnitte von U (I, II, III, IV, V in Fig. 8) sind so geregelt, dass, — wenn die Zahnstange Z_1 mit dem Querstabe 1 verbunden ist, — die betreffenden Scheerenöffnungen genau die Ziffern 1, 2, 3, 4, 5 des Ziffernrades n_1 an die Stelle der 0 (an den Indexfaden DD) bringen. Das Einerrad n_1 theilt seine Drehung, auf $^1/_{10}$ reduciert, dem Zehnerrade n_2, dieses wieder seine auf $^1/_{10}$ reducierte Drehung dem Hunderterrade n_3 u. s. w. mit, wodurch die fortgesetzte Zehnerübertragung erreicht ist; außerdem kann jedes Sperrad und mit ihm die zugehörige Zifferscheibe der Bewegung der betreffenden in Eingriff stehenden Zahnstange folgen.

Man sieht, dass hier ein Vor- oder Nacheilen der einzelnen Zifferscheiben (Zählwerke) — wie bei der Thomas'schen Rechenmaschine — nicht nothwendig ist, weil die Zehnerübertragung continuirlich und von den Bewegungen der Zifferscheiben höherer Ordnung unabhängig erfolgt.

Dass bei dieser Art der Zehnerübertragung die Resultatziffern nicht genau in einer Linie oberhalb des Indexfadens erscheinen können, sondern je nach der Größe der rechts vorhergehenden Ziffer schon theilweise unter dem Faden stehen müssen, ist leicht einzusehen, doch ist diese Verschiebung gering, beirrt bei einiger Gewohnheit nicht und bietet den Vortheil, dass jede Ziffer durch die Stellung der nächsten, links stehenden controliert wird.

Seien a, b, c u. s. w. die Einer-, Zehner-, Hunderter- u. s. w. Ziffern der eingestellten Zahl und setzt man die Bogenlänge eines Zifferfeldes gleich Eins, so ist die Größe, um welche der untere Strich des Zifferfeldes unter den Faden zu stehen kommt:

Bei dem Zifferrade $n_1 = 0$,

" " " $n_2 = \frac{a}{10}$,

" " " $n_3 = \frac{a}{100} + \frac{b}{10}$,

" " " $n_4 = \frac{a}{1000} + \frac{b}{100} + \frac{c}{10}$ u. s. w.,

welche Werte z. B. bei der Zahl

2573

bei $n_1 = 0$

„ $n_2 = 0 \cdot 3$

„ $n_3 = 0 \cdot 73$ und

„ $n_4 = 0 \cdot 573$ werden, d. h. diese Zahl würde beiläufig in folgender Weise erscheinen:

$$D_0\ 0\ 0\ 0_2_5_7_3____D$$

Ein Fehler beim Ablesen kann nicht eintreten, wenn man sich vor Augen hält, dass die richtige Ziffer immer diejenige ist, bei welcher entweder der untere Strich des Feldes mit dem Indexfaden zusammenfällt oder deren Feld von dem Faden geschnitten wird.

Zur Begrenzung der an dem Knopfe *O* (Fig. 7 und 8) vorzunehmenden seitlichen Verschiebung des ganzen Rahmens sammt den Scheeren und Zahnstangen dient die einspringende Feder *h* (Fig. 7) unter der Welle *W*, bei den neueren Ausführungen hingegen die Scala *L* (Fig. 8) im Vereine mit einer unter den Zahnrädern liegenden horizontalen Schiene mit nach oben verengten Einschnitten, in welche sich ein entsprechender Ansatz des Rahmens einlegt und so die Zahnstangen genau unter die Zahnräder führt.

Zur Sicherung gegen jede Verdrehung der Räder während der Zeit, wo die Zahnstangen nicht im Eingriffe stehen, dient ein mit dem Rahmen verbundener über die Räder gelegter Rechen, welcher beim Senken des Rahmens in die Zahnräder greift.

In einer Mittellage des Rahmens und Rechens (durch den Bügel *g* [Fig. 7] einstellbar), bei welcher nämlich die Zahnstangen schon außer, der Rechen aber noch nicht in Eingriff ist, können mit der nachfolgenden Auslöschvorrichtung sämmtliche Zifferscheiben durch eine Bewegung auf 0 gestellt werden.

Jedes Zifferrad trägt an seiner rechten Seite in Abständen von je 90° und überall bei denselben Ziffern vier Stiftchen β (Fig. 13); in einem um die Hauptachse *X X* drehbaren Rahmen ist die Achse *a* eines Rechens gelagert, dessen Zinken *b* für gewöhnlich nicht bis an die Stiften β reichen; stellt man jedoch bei Handhabung des Bügels *g* (Fig. 7) die oben erwähnte Mittellage des Rahmens her, legt den Finger in den Ring *f* (Fig. 13) und drückt das untere Ende des um 0 drehbaren Hebels nach rückwärts, so kommen sämmtliche Stiftchen β in den Bereich der Zinken *b*. Dreht man nun den Ring *f* nach aufwärts, so raffen die Zinken *b* des Rechens die Stiftchen zusammen; ein anfangs

plicatorziffern, wodurch jeder Fehler sofort entdeckt und hienach durch Ausführung der bezüglichen Rückbewegung leicht beseitigt werden kann.

Wie schon beim Arithmometer angeführt, kann ein gewandter Rechner hier auch Abkürzungen eintreten lassen, indem er die besonderen Zifferstellungen im Multiplicator entsprechend benützt; auch kann die abgekürzte zweifache Multiplication, die Quadrierung und Cubicierung, nach den dort entwickelten Grundsätzen ausgeführt werden.

Division.

Alles auf 0 gestellt. Scheeren geschlossen. Der Rahmen wird so weit nach links geschoben, dass die einzelne Zahnstange unter das erste Rad links des Registrierzählwerkes kommt. Nun wird der Dividend (240) an der linken Seite der Claviatur eingestellt, der Rahmen gehoben, das Scheerensystem bis *I* geöffnet, der Rahmen gesenkt, das Scheerensystem geschlossen und man hat den Dividend auf die Zifferscheiben übertragen.

Die Division wird nun als fortgesetzte Subtraction ausgeführt; man drückt die Taste *d* der Einzelstange nieder, setzt den Divisor (hier 17) in die Claviatur (an der linken Seite) ein, öffnet die Scheeren bis *V*, dreht den Rahmen nach aufwärts, zieht die Scheeren soweit zurück, bis man an der höchsten Stelle des Dividenden Null erscheinen sieht und lässt den Riegel in denjenigen Scalen-Einschnitt einschnappen, dem man gerade am nächsten steht. Hiebei erscheint auf dem linken Ziffernrade des Registriersystems die erste Ziffer des Quotienten, d. i. in diesem Falle Eins und es bleibt im Zählwerke (wie beim Thomas'schen Arithmometer) der Rest 070.

Wenn die Nulle an der höchsten Stelle des Dividenden bis zum gänzlichen Schließen der Scheere noch nicht erschienen ist, zeigt dies an, dass die Quotientenziffer größer als 5 ist; man muss in diesem Falle die Scheeren ohne Eingriff nochmals bis zum Anschlage *V* öffnen und wieder mit Eingriff zurückführen, wobei die Nulle erscheinen muss.

Nun setzt man die Zahnstangen außer Eingriff, öffnet die Scheeren vollständig, verlegt den ganzen Rahmen um eine Stelle nach rechts und geht wie früher vor, wobei man die zweite Stelle des Quotienten erhält. In dieser Weise wird bis zur Beendigung der Division fortgefahren.

Bezüglich der Anwendung der Rechenmaschine im Vereine mit andern Hilfsmitteln gilt hier ebenfalls das beim Arithmometer Gesagte.

Mit einer Selling'schen Rechenmaschine von vorliegender Ausführung kann mit Rücksicht auf deren Elementenzahl noch das Product zweier sechsstelligen Zahlen gebildet und bis auf zwölf Stellen genau abgelesen werden, was für die meisten Fälle genügt; infolge der Gleichmäßigkeit der Widerstände kann jedoch die Stellenzahl noch bedeutend vergrößert werden. Auch kann an der Claviatur eine Vorrichtung angebracht werden, um oft gebrauchte Zahlen, z. B. π, e (Basis der natürlichen Logarithmen), g (Beschleunigung der Schwere) u. s. w. mit einem Griffe einzustellen.

Zum Zwecke bloßer Addition und Subtraction für Aufstellung von Tabellen etc. werden von dem Mechaniker Max Ott in Kempten (Baiern),

welcher die Fabrikation und den Vertrieb der Selling'schen Rechenmaschine für Deutschland und Österreich-Ungarn übernommen hat, auch kleinere Maschinen ohne Scheeren hergestellt, welche nur aus Zahn- und Zahlenrädern mit Zehnerübertragung und einem Systeme verschiebbarer Ketten zur Einführung der Summanden bestehen.

Überhaupt hat diese Maschine eine große Accommodationsfähigkeit und kann sehr leicht speciellen Zwecken und Bedürfnissen angepasst werden, in welchem Falle oft Vereinfachungen durch Weglassung nicht geforderter Theile (z. B. des Registrierwerkes, der Copiervorrichtung etc.) eintreten und eine wesentliche Preisverminderung bewirken können.

Die abgebildete Maschine ist 35*cm* breit, 40*cm* lang, 15*cm* hoch und kostet dermalen mit Copiervorrichtung 450, ohne Copiervorrichtung 400 Mark.

Dem aufmerksamen Leser wird durch die vorstehenden Beschreibungen und die Parallelstellung der Maschinen von Thomas und Selling rücksichtlich der Ausführung der Rechnungen klar geworden sein, welche Theile dieser Maschinen zur Besorgung der analogen Functionen bestimmt sind und in welcher Weise es Dr. Selling gelungen ist, die Unannehmlichkeiten und mehrfachen Complicationen in der Ausführung des Arithmometers zu umgehen.

Sein Hauptverdienst in dieser Richtung liegt in der geistvollen Benützung des Principes der Nürnberger Scheere, wodurch die langwierige und so leicht zu Fehlern Veranlassung gebende Manipulation mit der Kurbel und das Zählen der Kurbeldrehungen entfällt, dann in der Einführung einer continuirlichen Zehnerübertragung, wodurch die Art der Functionierung der Maschine und hiemit der momentane Widerstand des Getriebes vollkommen gleichmäßig werden.

Mag auch die Einübung auf den Dienst mit der Selling'schen Maschine etwas schwieriger sein als beim Arithmometer, so sind doch die Griffe bei einiger Fertigkeit angenehmer, weicher und gleichmäßiger ausführbar als bei diesem und — was die Hauptsache ist — führen rascher zum Ziele; am meisten springt dies in die Augen, wenn man die Verfahren der Multiplication und Division vergleicht, wo man beim Arithmometer oft bis zu neun (!) Kurbeldrehungen machen und zählen muss, um ein Theilproduct oder einen Theilquotienten zu bilden.

Die hauptsächlichsten, von Dr. Selling geltend gemachten Vorzüge seiner Maschine gegenüber dem Arithmometer sind:

1. Alle Bewegungen sind durchaus gleichmäßig, sanft und geräuschlos; sie sind ebenso leicht rückwärts wie vorwärts auszuführen;

2. die Einstellung der Zahlen geschieht durch einfaches Niederdrücken der Tasten, wobei man auf die vorher eingesetzt gewesene Zahl keine Rücksicht zu nehmen braucht;

3. die Bildung eines Theilproductes geschieht durch eine einzige Handbewegung, während beim Arithmometer hiezu so viel Kurbeldrehungen nöthig sind, als die Ziffer Einheiten hat;

4. die Nullstellung vollzieht sich auf einen Griff;

5. die Sicherung der Radstellungen geschieht nicht durch Federn;

6. alle eingesetzten Zahlen, Zwischen- und Endresultate können durch eine einzige Handbewegung copiert werden;

7. die Zehnerübertragung geht durch alle Radsysteme, während sie beim Arithmometer bei der zweiten Stelle links vom Multiplicanden aufhört;

8. die Stellenzahl kann infolge der Gleichmäßigkeit der Widerstände bis zu fast beliebiger Ausdehnung vergrößert werden.

Bei einiger Mühe ließen sich noch mehr, im Verlaufe der Operationen erkenntlich werdende Vortheile der Selling'schen Rechenmaschine angeben und wir kommen bei der Charakteristik und dem Vergleiche der beiden in Rede stehenden Apparate untereinander und mit den sonstigen früheren Constructionen zu dem unzweifelhaften Resultate, dass das Arithmometer eine gute, die Selling'sche Maschine eine bessere Rechenmaschine ist.

Wenn nun schon das Arithmometer von Vielen geschätzt und gerne benützt wurde, so ist zu hoffen, dass die Selling'sche Maschine, welche ziemlich strengen Anforderungen zu genügen vermag, imstande sein wird, dem Bedürfnisse nach einem „Rechenknechte“ (wie Selling sie nennt) zu entsprechen und „die geistige Handlangerei großer Zahlenrechnungen“ zu bannen.

Es ist vorauszusehen, dass diese Maschine nicht nur bei Centralstellen der Militär- und Civilverwaltungen, wo durch deren Anwendung Personale, Zeit und Mühe gespart werden könnte, sondern auch bei öffentlichen Instituten, in technischen Bureaux und bei einzelnen größeren Industriellen bald und mit Recht vielseitige Verwendung finden wird; es ist sogar wahrscheinlich, dass, insbesondere die einfacheren, speciellen Zwecken angepassten Ausführungen der Maschine, auch im allgemeinen Geschäftleben eine bedeutende Verbreitung finden werden, wie dies in den letzten Jahren mit den Schreibmaschinen der Fall war, und dass

sich vielleicht in einigen Jahren Tausende von Menschen ihren Unterhalt mit der Rechenmaschine verdienen werden.

Sowie es heute fast selbstverständlich ist, dass jeder (wenigstens in technischer Richtung) Gebildetere mit dem Rechenschieber umzugehen versteht, so kann eine Zeit kommen, wo man in gewissen Kreisen die Kenntnis der Handhabung der Selling'schen Rechenmaschine von jedem Techniker, Rechnungsbeamten, Buchhalter etc. wird fordern können und müssen.

Stillstand ist Rückschritt — und es wird auch die Ausführung von Rechenmaschinen nicht stillstehen; die Selling'sche Rechenmaschine wird verbessert, vielleicht auch durch eine auf neuen und noch einfacheren Principien beruhende verdrängt werden, doch lässt der bisherige langsame Gang der Ausbildung dieses Industriezweiges darauf schließen, dass dies nicht so bald geschehen wird, und so ist denn anzunehmen, dass noch mancher Leser dieser Zeilen die hiemit erworbene Kenntnis der Behandlung der Selling'schen Rechenmaschine wird praktisch verwerten können.

Übrigens erleichtert die Kenntnis der Manipulation mit den beiden vorgeführten Rechenmaschinen von Thomas und Selling das Verständnis und die Erlernung der Handhabung anderer Systeme in hohem Grade, da die Hauptgrundsätze für die mechanische Ausführung von Rechnungsoperationen, sowie einzelne Details, sich stets wiederholen. Der auf eine dieser Maschinen eingeübte Rechner wird in kürzester Zeit auch jede andere, in Zukunft etwa zur Verwendung gelangende Rechenmaschine bedienen lernen.

Da gerade in der allerjüngsten Zeit ein diesbezügliches neues Project erschienen ist, von dem jedoch bisher weder Zeichnungen noch nähere Details veröffentlicht wurden, welches bisher auch wahrscheinlich nur im Modelle vorliegt, und dessen Beurtheilung daher noch nicht möglich ist, seien der Vollständigkeit halber und als Anhang zu der vorliegenden Zusammenstellung noch die allgemeinen, hierüber bekannt gewordenen Andeutungen erwähnt.

Dieselben sind einem in den „*Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'académie des sciences (Nr. 20; 11 novembre 1889)*“ veröffentlichten Schreiben des Constructeurs, Herrn Léon Bollée, an die Akademie der Wissenschaften in Paris entnommen.

Dasselbe beginnt mit der Bemerkung, dass die bisher construierten Rechenmaschinen Multiplicationen und Divisionen nur durch fortgesetzte Addition und Subtraction ausführen und dass — wenn ein Multiplicator

mehrere Ziffern hat — diese Maschinen eine der Ziffersumme des Multiplicators gleiche Anzahl von Additionen verrichten müssen.

Ohne die vielleicht nach Bekanntwerden der Details der Bollée'schen Maschine anzuerkennende Überlegenheit derselben über alle bisherigen in Frage stellen zu wollen, sei nur erwähnt, dass diese Bemerkung rücksichtlich der Selling'schen Maschine nicht ganz zutrifft, da bei derselben die Nürnberger Scheeren eine unmittelbare Multiplication mit den Ziffern 1 bis 5 und — je nach der Ausführung der Construction — auch mit 6 bis 9 durchführen lassen. Die Beurtheilung, ob die Maschine Bollée's einfacher, ebenso sicher und schneller arbeitet als andere oder nicht, ist nach den wenigen bekannten Daten über dieselbe und bei dem gänzlichen Mangel an Zeichnungen, wie schon erwähnt, dermalen ganz unmöglich.

Herr Bollée gibt in dem citierten Schreiben nunmehr bekannt, dass seine Maschine in ganz anderer Weise verfährt, als die bisherigen. Dieselbe ist mit einem Multiplicationsapparate ausgestattet, welcher unmittelbar, mit einer Verrichtung und ohne Bildung von Zwischenresultaten das Product welch immer Zahl mit irgend einer Ziffer des Multiplicators bildet, wobei das Komma (der Decimalpunkt) automatisch eingesetzt und die Zahl in Gruppen zu drei Ziffern abgetheilt werden soll.

Die Hauptanordnung der Maschine ist folgende:

An den beiden Enden eines Postamentes sind zwei verticale Träger angebracht, welche den Receptor tragen. Dieser besteht aus einem länglichen Rahmen, in welchem in zwei Lagen übereinander je zwanzig horizontale Wellen parallel gelagert sind (vermuthlich senkrecht auf die Längenrichtung des Rahmens).

Jede dieser Wellen ist mit einem zehntheiligen, mit 0 bis 9 numerierten Zifferblatte in Verbindung, wovon immer je eine Ziffer bei dem entsprechenden, in der Vorderseite des Rahmens angebrachten Schauloche erscheint.

Die oberen Zifferblätter sind derart eingerichtet, dass — wenn eines derselben von 9 auf 0 oder von 0 auf 9 übergeht — ein Apparat, genannt Rückhalter, die Ziffer des unmittelbar links folgenden Zifferblattes um eine Einheit vermehrt oder vermindert. (Eine Zehner-Übertragung, deren Details jedoch nicht angegeben sind.)

Zwischen je zwei in horizontaler Richtung aufeinanderfolgenden Wellenpaaren ist eine Gruppe von drei hintereinandergestellten gezahnten Stahlspindeln, welche in Falzlinealen auf und abgleiten können, eingeschaltet.

Die erste, vordere Spindel jeder Gruppe dient zur Bewegung des rechts von ihr liegenden unteren, die zweite Spindel des rechtsseitigen oberen und die dritte des linksseitigen oberen Zifferblattes.

Es sind ebensoviele Gruppen von Spindeln vorhanden, als Zifferblätter in derselben Horizontalreihe, d. i. 20.

Im unteren Theile der Maschine, nahe dem Postamente, befindet sich der Calculator, welcher mittels einer auf einem zehntheiligen, mit 0 bis 9 bezeichneten Zifferblatte verschiebbaren Kurbel längs zweier horizontaler Lineale verschoben werden kann, die ihrerseits durch die Rotation einer Hauptkurbel eine verticale Bewegung gleich dem zehnfachen Wege der Zahnspindeln annehmen.

Der Calculator ist das Hauptorgan der Maschine. Derselbe ist eine Art Metallkästchen, welches an seiner oberen Fläche zehn Falze mit von 0 bis 9 numerierten Aufhaltschlitzen besitzt, in welche Knöpfe eingreifen können, die an zehn auf dem Boden des Kästchens gleitenden Rechenplatten befestigt sind.

Die Entfernung der Platten von einander ist dieselbe, wie die der Zifferblätter.

Jede Rechenplatte stellt durch entsprechende Ansätze oder Vorsprünge eine Art Multiplications-Tabelle vor, und sind die Vorsprünge derselben so angeordnet, dass — wenn eine Platte z. B. auf 7 gestellt ist, und die zur Verschiebung des Calculators dienende Kurbel (der Manipulator) auf 8 geschoben wird — sich unter der dritten Zahnspindel der über der Platte stehenden Spindelgruppe ein Vorsprung befindet, welcher gleich ist der fünffachen Zahnspindeltheilung und unter der zweiten Spindel ein Vorsprung gleich der sechsfachen Spindeltheilung. Diese beiden Stellungen entsprechen der Rückhalt- (Übertrags-) Ziffer 5 und der Einheitenziffer 6 des Productes $7 \times 8 = 56$.

Wenn nun der Calculator durch die Rotation der Hauptkurbel um ein gewisses Maß in verticaler Richtung verschoben wird, heben die Vorsprünge der Rechenplatte die dritte Spindel um 5, die zweite Spindel um 6 Zähne, wodurch auf dem linksstehenden Zifferblatte die Ziffer 5, auf dem rechtsstehenden die Ziffer 6 eingestellt wird.

Wenn die beiden Factoren mehrere Ziffern haben, stellt man den Multiplicand mithilfe der Knöpfe des Calculators ein, hat jedoch dabei zu beachten, einen kleinen Läufer dem die Einheiten repräsentierenden Knopfe gegenüberzustellen. Nun beschreibt man mit der Kurbel des Manipulators nach und nach alle Ziffern des Multiplicators, indem man dieselbe auf den betreffenden Theilstrichen anhält und mit ihr jedesmal

den Nullpunkt des Zifferblattes passiert. Nach jedem Anhalten der Manipulatorkurbel lässt man die Hauptkurbel eine Umdrehung vollführen. Hiebei verzeichnet sich das Resultat auf der oberen Reihe der Zifferblätter, während der kleine Läufer durch die ersten Zahnspindeln den Multiplicator auf den unteren Zifferblättern registrieren lässt.

Wenn man die Stellung eines kleinen Hebels ändert, drehen sich die Zifferblätter entgegengesetzt, wodurch z. B. die Division ermöglicht wird.

Quadratwurzeln sollen auf ganz automatischem Wege erhalten werden können, wobei der Rechner nicht einmal die eingesetzte Zahl, deren Wurzel er sucht, zu kennen braucht.

Die Maschine erlaubt Producte bis zu 20 Ziffern zu bilden und die Division einer 20zifferigen durch eine 10zifferige Zahl. Die Ausführung der Rechnungen soll nur den dritten Theil der Zeit beanspruchen, welche ein geschickter Rechner hiefür nöthig hat.

Herr Bollée gibt an, dass alle Bewegungen der einzelnen Organe zwangläufig, letztere alle sichtbar und leicht zu conservieren sind.

Wir sind begierig, diese Maschine bald in allen ihren Theilen kennen zu lernen und über deren Bewährung Zuverlässiges zu erfahren.

Nach dem Vorliegenden scheint die Maschine recht sinnreich ausgeführt, doch lässt sich auch vermuthen, dass rücksichtlich des Einstellens des Multiplicands und der Bewegung des Manipulators (entsprechend den Ziffern des Multiplicators) ähnliche Verhältnisse auftreten dürften, wie beim Thomas'schen Arithmometer und dass die hier nothwendige Handhabung von zwei Kurbeln — wenigstens nach der allgemeinen Disposition — keine bedeutenden Vortheile dieser Maschine gegenüber der Selling'schen zu versprechen scheint.

Wir werden eventuell seinerzeit über die näheren Details und die Brauchbarkeit dieser Maschine berichten und hoffen, dass die wieder beginnende Concurrenz in der Construction von Rechenmaschinen dem Fortschritte derselben recht förderlich sein werde.