gleichförmige Abnutzen keinen Einfluß. Tisch und Gewände müssen immer aus demselben Metall bestehen, wegen der Ausdehnung bei der Erwärmung. [77]

Meier'sche variable Expansionsvorrichtung. — Fig. 10 bedarf keiner weiteren Erklärung. Der mittlere Theil, die Muschel, ist genau wie oben entlastet. Das Ausschweifen der Canäle nach Außen ist schon durch vollkommene Variabilität allein bedingt.

Eine größere Erweiterung der oberen Partie ist nicht zulässig. — Es tritt der Dampf noch an der einen Seite unter dh, welche Entlastung derjenigen bei fg das Gleichgewicht halten muß; erstere heiße M, letztere Q, so muß $M \times \frac{do + ho}{2} = Q \times \frac{mg + fm}{2}$ seyn.

Die Muscheldeckel-Schrauben finden ihren Platz neben den Canälen im Vertheilungsschieber.

LXXXIII.

Die Thomas'sche Rechenmaschine; von Prof. F. Reuleaux in Zürich.

Aus dem Civilingenieur, 1862, Bd. VIII S. 181.

Mit Abbildungen auf Tab. V.

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 unwillkürlich überall zu Tage tretend finden, und damit vergleichen, was die Alten von derselben Frage hielten. Ironisch belächelt Aristoteles in seiner „Politik" (I, Cap. 2, 5) die Schwärmer, welche

---

77 Wenn Tisch und Schieberfläche nicht von demselben Metalle sind, wird die Belastung sich proportional der Metallhärte auf sie vertheilen. Wollte man annehmen der Tisch schlisse sich um ein Δx mehr ab als die Schieberfläche, so wird der Druck auf ihm nachlassen und auf der Schieberfläche zunehmen, bis ersterer beigeschliffen ist.

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 Citherschlägel 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 Militäringenieur, 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 sonderbarer Weise noch nicht darauf geführte Aufmerksamkeit der deutschen Rechner lenken möchte.

Rechenmaschinen[78] hat man schon früher zu machen versucht, indem die regelmäßige Wiederkehr gleicher Vorgänge dazu auffordern mußte. Ja von dem Rechnen mit „Steinchen“ bei Griechen (ψῆφος, ψηφίζω) und Römern (calculos ponere, calculare) bis heute weist die Geschichte der Zahlen eine ununterbrochene Reihe von Versuchen auf, die Gesetzmäßigkeit der Zahlen zu benutzen, um sie mechanisch hervorzubringen.

---

78 Vielleicht ist es nöthig, hinzuzufügen; „nicht Rechnenmaschine“; denn es scheint fast, als wolle es diesem widrigen Sprachfehler, der auch in „Zeichnenpapier“ 2c. vorkommt, und durch Büchertitel, Zeitungsanzeigen, Schulprogramme und Bücher geschützt wird, gelingen, sich zum Nachtheil des Sprachgefühls einzuschwärzen. Wer für „Rechnenbuch“, „Zeichnenzimmer“ auftreten will, muß auch „Schwimmenschule“, „Fechtenboden“, essenbar“, sagen. Verwechslung ist nicht zu fürchten, und würde auch den Fehler nie entschuldigen, welchen zu vermeiden man in der Schweiz die nicht nur steifen, sondern auch unrichtigen Formen: „Zeichnungspapier“, „Rechnungsstunde“ eingeführt hat. Nach Abwerfung der Infinitiv-Endung bleibt vom ursprünglichen Zeitwort „rechenen“ der zum Zusammensetzen geeignete Stamm übrig, worüber jedes gute linguistische Werk belehrt.

Vieles davon ist verloren gegangen, die Logarithmen wurden beim Suchen nach dem Recheninstrument gefunden. In Pascal's berühmt gewordener, aber nicht praktischer Rechenmaschine finden sich die ersten Anfänge zu dem heute mit Glück verfolgten Wege. Nach ihm versuchte sich auch Leibnitz ohne eigentlichen Erfolg an der Aufgabe. Von da ab folgen sich rasch und rascher die fast immer scheiternden oder aufgegebenen Versuche, deren gesammter Geldaufwand sich nach Millionen berechnet. 1821 begann Babbage seine 1833 fertig gewordene Rechenmaschine, welche 425000 Franken kostete, die aber dennoch als nicht praktisch befunden von ihm nicht weiter ausgebildet wurde. Doch war sie im Grunde das Vorbild der endlich mit Erfolg ausgeführten Scheutz'schen oder schwedischen Rechenmaschine, welche im abgelaufenen Jahrzehend fertig wurde und im polytechn. Journal Bd. CLVI S. 241 und 321 beschrieben ist.

Diese Maschine, obgleich gänzlich verschieden in Zweck und Mitteln von der unten zu besprechenden, verdient hier eines kleinen Verweilens, da sie weder im allgemeinen genug gewürdigt, noch auch ihrem Zweck und Erfolg nach genug bekannt scheint. Die Maschine von Babbage und darnach die Scheutz'sche hat nicht den Zweck, beliebige Rechnungen zu vollbringen, sondern dient einzig und allein zur Herstellung von Tabellen, in welchen gesuchte Werthe von Formeln für eine geordnete Anzahl von Werthen der gegebenen Größen zusammengestellt sind, und beruht darauf, daß bei solchen Zahlenfolgen sich durch fortgesetztes Bilden der Unterschiede aufeinanderfolgender Werthe schließlich Zahlenreihen von lauter gleichen Gliedern ergeben. So z. B. finden sich, wenn man die Folge der Quadrate der natürlichen Zahlenreihe in der genannten Weise behandelt, die nachstehenden Zahlen:

0 1 4 9 16 25 36 49 . . . .
1 3 5 7 9 11 13 . . . .
2 2 2 2 2 2 . . . .

Also schon die dritte Differenzfolge besteht aus gleichen Gliedern. Addirt man nun das erste Glied der zweiten Reihe zu einem der dritten, so erhält man das zweite Glied der zweiten Reihe, durch fernere Addition der constanten Differenz das dritte u. s. f. Verfährt man darauf von der zweiten zur ersten Reihe ähnlich, so ergiebt sich — die letzte Differenzenreihe von constanten Gliedern, und die ersten Glieder der übrigen Reihen als bekannt vorausgesetzt — die ganze unendliche Folge der Quadrate der natürlichen Zahlenreihe durch fortgesetzte Addition, welche maschinell nahe liegt. Auf diese Grundlage hin, welcher es zu statten kommt, daß sehr viele Zahlenfolgen, u. a. auch die Logarithmen nicht viele Differenzreihen bis zu derjenigen von gleichen Gliedern (welcher Differenzen = 0 entsprechen) besitzen, gründete Babbage seine Maschine. Scheutz (Vater und Sohn) nahmen dieselbe auf, wandten darauf ihren ganzen Fleiß und zudem ihr Vermögen und kamen schließlich unter der endlich erlangten Beihülfe des Staates zu einem vortrefflichen Ergebniß.[79] Scheutz gieng davon aus, daß

1) die Berechnung logarithmischer und astronomischer Tafeln die Maschine wichtig mache, und daß

2) mit dem bloßen richtig rechnen nicht genug geschehen sey, indem der Druck solcher Tafeln durch das Setzen immer wieder Fehler bekomme.

Die Scheutz'sche Maschine wurde deßhalb darauf eingerichtet, daß sie Tabellen obiger Art zu rechnen und zu stereotypiren und zwar mit allen übrigen Druckerfordernissen, als Seitenzahl, Strichen etc., zu versehen im Stande ist. Dieß alles ist den braven ausdauernden Erfindern — darf man gewiß sagen — nach jahrelangen Mühen gelungen, und zwar vollkommen gelungen. Die Scheutz'sche Maschine war, obwohl wenig gesehen, eine der glänzendsten Zierden der letzten Pariser Ausstellung. Eine auf ihr gerechnete und stereotypirte vollkommen fehlerfreie Logarithmentafel ist von den Beschützern der bescheidenen Nordländer an viele Orte hingesandt worden. Schließlich wurde die Maschine von dem Smithonian-Institute angekauft, um von Amerika aus die Verbreitung ganz wohlfeiler Zahlentafeln irgend welcher Art, vor allem Logarithmentafeln, zu bewirken.

Ungefähr gleichzeitig mit der vortrefflichen, freilich sehr verwickelten und theueren Scheutz'schen Rechenmaschine, welche, wie gesagt, nur für besondere Zwecke, nicht aber für das Ausführen einzelner gewöhnlichen Rechnungen bestimmt ist, hat sich in Frankreich die Maschine des Elsässers Thomas ausgebildet; sie wurde 1820[80] patentirt, hat sich, von einem zweckmäßigen Grundgedanken ausgehend, 30 Jahre hindurch neben sehr zahlreichen Concurrenzmaschinen, die alle nach und nach unterlegen sind, behauptet, und ist schließlich zu einer Vollkommenheit gebracht worden, welche ihr einen Platz unter den mathematischen Instrumenten der höchsten Gattung erworben hat, ja welche sie binnem kurzem zu einem für den ausführenden Mathematiker ganz unentbehrlichen Hilfsmittel machen wird.

---

79 Von diesem erwähnt Régnier in seiner „Histoire des nombres" auffallender Weise Nichts oder nur Negatives.

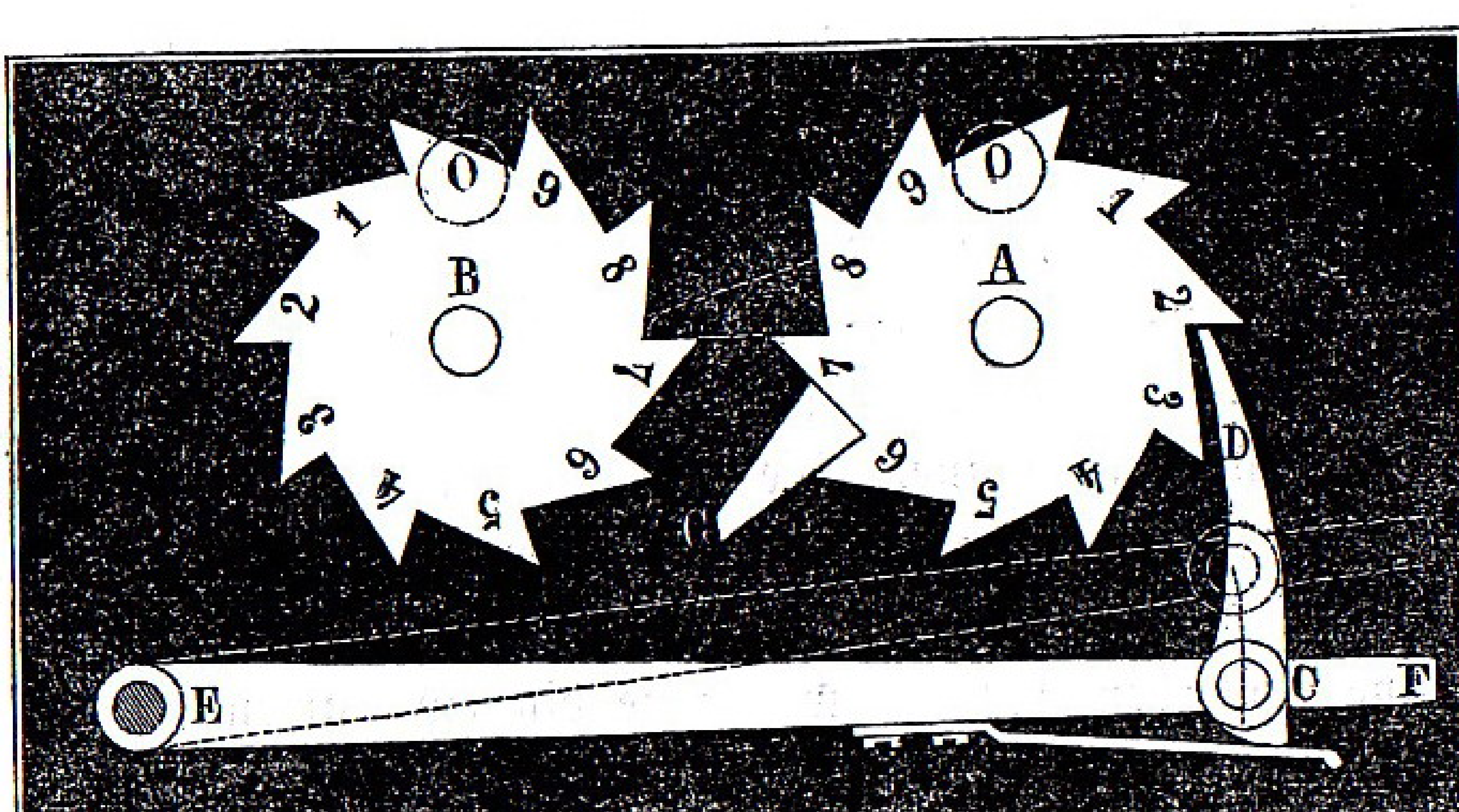
80 Siehe: Bulletin de la Société d'Encouragement, p. 455, pl. 232.

Sie ist eine Maschine, mit welcher man, um es mit einem schlichten Wort zu sagen, die 4 Species ausführen, aber ungemein rasch ausführen kann, und diese schlichte Kunst ist von einem solchen Vortheil, von einer solchen Bedeutung für das numerische Zahlenwesen, wie wohl bisher noch wenige in dieses Gebiet fallende praktische Erfindungen gewesen sind. In Frankreich hat sich der „Arithmometer" schon ziemlich stark verbreitet; merkwürdiger Weise kennt ihn bis jetzt Deutschland kaum dem Namen nach. An der hiesigen polytechnischen Schule (welche zwei Exemplare anschaffte) arbeiten wir seit $1^1/_2$ Jahren fortwährend damit, und hoffentlich wird der vorliegende Aufsatz dazu beitragen, das fast unschätzbare Instrument auch in Deutschland nach allen Seiten hin zur Aufnahme zu bringen.

Nach diesen vorbereitenden Worten darf ich dazu übergehen, die Maschine zu erklären und zu beschreiben.

I. Theoretische Grundlage des Arithmometers.

Die einfache Operation des Zählens oder Addirens von Einheiten wird im Maschinenwesen bei den Zählwerken angewandt, mit welchen die Hübe von Dampfmaschinen, die Umdrehungen von Wellen u. s. w. gezählt werden. Von einem solchen Zählwerk, und zwar einem möglichst einfachen, will ich ausgehen, um dem Leser die Rechenmaschine verständlich zu machen. Ich wähle hierzu ein Desbordes'sches Zählwerk von zwei Elementen (Fig. 1). Von diesen letzteren besteht jedes in



einem zehnzähnigen Schaltrad, und zwar stehen die Zähne der benachbarten Schalträder immer entgegengesetzt. Jedem Schaltzahn entspricht eines der zehn Zahlzeichen, die auf einer mit dem Rad verbundenen Scheibe aufgetragen sind, und auf dem Zifferblatt des Instrumentes durch runde (hier punktirte) Oeffnungen einzeln sichtbar werden. In das Einerrad A greift die Schaltklinke C, D ein, welche bei Auf- und Abbewegung des Hebels E, F das Rad jedesmal um eine Zehnteldrehung weiter schaltet, also nach jeder ganzen Schwingung des Hebels eine neue Ziffer am Schauloch erscheinen läßt. Stand an diesem anfänglich die Null, so erscheint nach der neunten Schwingung die 9, nach der zehnten aber wieder die Null. Für eine richtige Angabe der Hubzahl sollte nun am Schauloch des Zahnrades B eine 1 erscheinen, um anzugeben, daß 10 Einheiten gezählt wurden. Dieß wird bewirkt durch den Zahn G, welcher mit dem Einerrade fest verbunden ist. Derselbe kommt nämlich, wenn die 9 oben anlangt, in die hier punktirte Stellung, das Zehnerrad eben angreifend, und schiebt dieses um eine Zehntel-Drehung weiter, sobald A von 9 nach 0 fortschreitet. Stand B vorher auf 0, so erscheint nun eine 1, und es geben nun die in den beiden Schaulöchern sichtbaren Ziffern in unserer gewöhnlichen Schreibweise 10 an, daß 10 Schübe des Hebels erfolgt sind. Nach weiteren neun Umdrehungen zeigt das Zifferblatt die Zahl 19, G ist aber wieder in die punktirte Stellung gelangt, und bringt bei dem nächsten Schub bei B die 2 zum Vorschein, während A auf 0 geht, und das Zifferblatt also die Zahl 20 zeigt. So wird man fortzählen können bis 99; der nächstfolgende Schub liefert 00. Es ist aber klar, daß bei Hinzufügung eines dritten Elementes bis 100 und darüber bis 999 gezählt werden könnte, wenn nur immer die richtige Uebertragung der Zehner erfolgt. Denkt man sich noch Sicherheitsvorrichtungen hinzu, welche die Räder stets sicher in ihren Stellungen erhalten, wenn gezählt ist, so sieht man ein, daß mit einem solchen Zählwerk entsprechend unserer im Decimalsystem gebräuchlichen Form beliebig hoch gezählt werden kann, wenn man nur die genügende Zahl von Elementen aneinander reiht. Zu demselben Ergebniß führen andere gute Zählwerke; nebenbei gesagt, ist die Zehnerübertragung bei allen der wichtigste und meistens schwierigste Punkt.

Mit der Herstellung eines solchen Decimalzählwerkes ist aber schon ein bedeutender Schritt zur Rechenmaschine gemacht; denn wir brauchen dasselbe nur zu erweitern, um schon eine Addirmaschine zu erhalten. Ja zum Addiren könnte der Zähler schon so, wie er ist, dienen; denn man brauchte, wenn zu einer gegebenen, in den Schaulöchern sichtbaren und einstellbaren Zahl eine andere addirt werden sollte, ja bloß den Zählhebel so oft auf- und niederzuschieben, als der neue Summand Einheiten hat. Doch wäre dieß natürlich von einer unpraktischen Umständlichkeit. Um sie zu vermindern, wird man zunächst daran denken müssen, für jedes Spiel das Schalten von nicht nur einem, sondern von mehr

Zähnen im Einerrad möglich zu machen; eine Verdoppelung des Hebelhubes würde schon die Addition von je 2 Einheiten für jede Schwingung möglich machen, und unter Einschaltung passender Mechanismen wird es auch unschwer erreichbar seyn, nach Belieben 1 oder 0 bis 9 Einheiten bei jedem Spiel zu addiren. Ein so vorgerichtetes Schaltgetriebe kann man ein Decimalschaltgetriebe nennen. Mit seiner Hinzufügung ist, wie man einsieht, vieles gewonnen. Fragt man sich aber, wie es zu machen sey, daß bei einem Schub 10 Einheiten zugefügt werden, so kann dieß sofort auf zwei Arten erreicht werden. Entweder gebe ich dem Einerrad für einen Hebelschub eine ganze volle Umdrehung, so wird z. B. von 0 aus sofort bei A wieder die 0, bei B aber vermöge der Zehnerübertragung die 1, also zusammengelesen 10 erscheinen; oder ich kann ja auch die 0 in A stehen lassen, und schiebe nur B um ein Zehntel, d. i. um einen Zahn. Dann ist mit einer einfacheren Bewegung des Mechanismus dasselbe erreicht, was vorhin durch eine weit verwickeltere erzielt wurde. Träfe man nun auch am Zehnerrad die Einrichtung von vorhin, bei welcher man es in der Hand hätte, nach Wunsch 0 bis 9 Einheiten in den Zehnern zu addiren, so könnte man damit 10, 20, 30, 40 u. s. w. Einheiten zur gegebenen Zahl auf einfache Weise addiren. Noch mehr, lassen wir die beiden Schaltgetriebe (am Einer- und Zehnerrad) gleichzeitig (oder kurz nacheinander) wirken, so ist damit die Möglichkeit gegeben, jede Zahl unter 100 bei einem einzigen Hebelspiel zu einer in den Schaulöchern sichtbaren Zahl hinzuzufügen. Z. B. um 13 zu 24 zu fügen, so würde man zunächst das Einerrad auf 4, das Zehnerrad auf 2 stellen, sodann die beiden Schaltmechanismen so hinstellen, daß bei einer Hebelschwingung am Einerrad 3 Zähne, am Zehnerrad 1 Zahn vorgeschoben würde; alsdann würde das Vollziehen der Hebelbewegung im Einerschauloch 7, im Zehnerschauloch 3, also zusammen die Summe 37 erscheinen lassen. Ja, und wir brauchen nur der so erweiterten Maschine mehr Elemente von derselben Einrichtung zu geben, um sofort eine rasch arbeitende Addirmaschine zu erhalten, praktische und bequeme Handhabungsvorkehrungen selbstredend vorausgesetzt.

Einen Punkt aber müßten wir dabei noch etwas näher betrachten: die Zehnerübertragung. Gesetzt, auf unserer obigen kleinen Rechenmaschine, bei welcher wir uns die obige Einstellbarkeit des Schaltwerkes hinzudenken wollen, solle 11 zu 9 addirt werden. Dann ist das Einerrad auf 9, das Zehnerrad auf 0 zu bringen, beide Schaltwerke aber so zu stellen, daß eine ganze Schwingung des Schalthebels jedes der Räder um 1 Zahn vorschieben muß. Bedenkt man aber nun, daß bei der Stellung 9 im Einerrade der Zehnerschalter G gerade in Berührung mit einem Zahn des Zehnerrades steht, so wird nun, wenn man die Fortschiebungen wirken läßt, das Zehnerrad gleichzeitig durch G und durch das Schaltwerk um 1 Zahn vorangedreht. Es kommt also von der Zehnerscheibe die 1, von der Einerscheibe die 0 vor das Schauloch; das Resultat ist mithin 10 statt, wie es seyn sollte, 20. Es ist also geradeso, als ob keine Zehnerübertragung stattgefunden hätte. Dieser Fehler, welcher auch bei anderen Additionen leicht eintreten kann, muß vermieden werden. Das Mittel hierzu ist nicht fernliegend. Man braucht nur das Schaltgetriebe des Zehnerrades erst dann wirksam werden zu lassen, wenn die Zehnerübertragung schon stattgefunden hat, oder stattgefunden haben könnte, oder umgekehrt: die Zählung vor der Zehnerübertragung vor sich gehen zu lassen. Dann wird in unserem obigen Beispiel zuerst am Einerrade die 0, und gleichzeitig am Zehnerrade die 1 vortreten, darauf aber erst die Schaltung am Zehnerrade anheben und dasselbe abermals um 1 Zahn weiter drehen, also die 2 vor das Schauloch bringen, und das richtige Resultat 20 zum Vorschein kommen lassen. Dieselbe nothwendige Eigenschaft des Schaltgetriebes auf die übrigen noch hinzuzufügenden Elemente ausdehnend, erhalten wir das Voreilen resp. Nacheilen aller einzelnen Schaltgetriebe vor den linksbenachbarten als nothwendige und zureichende Bedingung für das richtige Wirken unserer bis jetzt construirten Additionsmaschine. Nun aber ist dieselbe auch zu einer großen Vollkommenheit und Brauchbarkeit gediehen. Leicht ist es nun, die nöthige Elementenzahl vorausgesetzt, folgende Addition zu machen:

$$\begin{array}{r} 643701 \\ 403692 \\ 347 \\ 1098 \\ \hline 1048838 \end{array}$$

Denn, stellen wir zunächst das Schaltwerk am Einerrade auf 1, am Zehnerrade auf 0, am 100-Rade auf 7, am 1000-Rade auf 3, am 10000er-Rade auf 4, am 100000er-Rade auf 6, so bringt eine ganze Schwingung des Schalthebels, im Zifferblatte vorher lauter Nullen vorausgesetzt, sofort auf diesem den ersten Summanden 643701 zum Vorschein; darauf stellen wir das Schaltwerk auf 403692, bewegen den Hebel, und erhalten auf dem Zifferblatt die Summe 1047393, darauf im Schaltwerk 347 eingestellt und den Hebel bewegt, zeigt sich die Summe 1047740, und endlich, den Summanden 1098 im Schaltwerk einstellend und den Hebel bewegend, bringt man die Hauptsumme 1048838 hervor.

Bemerkenswerth ist, daß wir die Zwischensummen eigentlich nicht zu beachten, also mit ihnen uns nicht aufzuhalten brauchen, sondern möglichst rasch auf die Hauptsumme zu kommen suchen werden.

Wenn wir bisher nur stets ganze Zahlen vorausgesetzt haben, so war das eine unnöthige Einschränkung. Unsere obigen Summanden hätten auch:

64,3701
40,3692
0,0347
0,1098

seyn dürfen, die Summe war dann richtig: 104,8838; wir mußten bloß die einfache Vorsicht gebrauchen, im Schaltwerk die Stellung des Komma's zu beachten, um eine fehlerfreie Addition zu machen, genau so, wie wir es bei dem gewöhnlichen Verfahren auf dem Papier zu thun pflegen.

Vielleicht wird mancher Leser an dieser Stelle den stillen Einwurf erheben, als sey das erzielte Resultat nicht von der oben hervorgehobenen Bedeutung, indem das Einstellen des Schaltwerkes kaum oder nicht so rasch gehen könne, als das Zusammenzählen in der gewohnten Weise. Ueberhaupt zweifle ich nicht, daß mancher geübte Rechner nur mit dem kopfschüttelnden Vorurtheil, als sey doch mit solchen Mechanismen streng genommen nichts anderes auszurichten, als etwas niedliche Spielerei, mir bisher gefolgt ist. Sein Vorurtheil hoffe ich später gänzlich zu besiegen; doch will ich ihm in der That auf obiges Addiren theilweise und bis auf den Vorbehalt der Sicherheit in der Maschinenoperation Recht geben; dennoch aber ist das, was wir oben erzielt haben, etwas ganz Bedeutendes, weil damit unsere Maschine schon zur Multiplication völlig fertig und geeignet ist.

Denn da „eine Größe mit einer anderen multipliciren" nichts anderes heißt, als sie so oft als Summand setzen als die zweite angibt, so braucht man nur den einen Factor im Schaltwerk einzustellen, und darauf das Schaltgetriebe so viele Spiele machen lassen als der andere Factor angibt, um darauf im Zifferblatte das Product erscheinen zu sehen. Stellt man z. B. in unserem obigen Rechenmechanismus das Schaltwerk auf 18 ein und läßt es 5 Spiele machen, so ergibt sich oben aus $18 + 18 + 18 + 18 + 18$ das Product 90. Ebenso wird, wenn das Schaltwerk auf 3 gestellt ist, bei 27 Spielen das Product $27 \times 3 = 81$ hervorgehen, und man so überhaupt, eine genügende Elementenzahl in der Maschine vorausgesetzt, mittelst ihr jede beliebige Zahl mit jeder anderen vervielfachen können. Auch Decimalbrüche werden so multiplicirbar seyn, im Resultat wird man dabei nur das Komma nach bekannten Regeln zu setzen haben.

Ist der Multiplicator groß, so muß man bei vorstehendem Verfahren das Schaltwerk sehr oft spielen lassen. Im gewöhnlichen praktischen Rechnen benutzen wir aus ähnlichen Gründen den einfachen Kunstgriff, mit den Zehnern, Hundertern 2c. gerade so zu multipliciren, wie mit den Einern, die jedesmaligen Producte nur ihrer Ordnung gemäß zur Linken zu versetzen. Ganz entsprechend aber können wir auch bei unserer Rechenmaschine verfahren. Wir multipliciren hierfür nur zuerst den Multiplicanden, welcher im Schaltwerk eingestellt ist, mit den Einern des Multiplicators, stellen darauf die Einer des Multiplicanden (im Schaltwerk) beim Zehnerrad ein, die Zehner beim Hunderterrad ein, u. s. f. und multipliciren darauf mit der Zehnerstelle des Multiplicators u. s. w., und oben wird das richtige Product erscheinen. Wiederholen wir, um dieß Verfahren anzuwenden, das obige Beispiel 27×3. 1) Im Schaltwerk steht der Einerschalter auf 3: wir schalten 7mal und es zeigt sich oben die Zahl 21. 2) Wir stellen den Einerschalter auf 0, den Zehnerschalter auf 3: schalten 2mal, und oben erscheint in den Zehnern 3×2 mehr als dort schon stand (2), also 8 und im Ganzen 81. Arithmetisch ist dieß auch sofort klar; denn wir haben mit der Verlegung der 3 in die Zehner nichts anderes gethan, als die Zahl 30 eingestellt, welche Zahl 2mal hinaufaddirt, mit den vorhandenen 21 das ganze gesuchte Product 81 ausmacht.

Die Zahl der Schaltwerkspiele verminderte sich dabei bedeutend; statt 27 hatten wir nur $7 + 2 = 9$ Spiele zu machen; im Allgemeinen wird die Zahl der Spiele nicht größer als die Quersumme des Multiplicators zu seyn brauchen. Das Verlegen des Multiplicanden im Schaltwerk ist also äußerst werthvoll. Ist die Zahl der Ziffern, welche verlegt werden sollen, groß, so wird das fortwährend wechselnde Einstellen mühsam seyn; ungemein einfach dagegen würde es sich auch dann bewirken lassen, wenn das ganze Schaltwerk von rechts nach links und zurück von einer Zahlenscheibe zur anderen verlegt werden könnte. Dieß läßt sich aber in der That unschwer einrichten, und dadurch unser Apparat abermals wesentlich verbessern; ich will ein so vorgerichtetes Schaltgetriebe ein verlegbares Schaltwerk nennen.

Immer noch beschäftigen wir uns mit dem obigen kleinen Decimalzählwerk, welches wir in Gedanken nach und nach verbessert und bereichert haben; wir sind damit so weit gelangt, eine schon sehr geschickte Additions- und Multiplicationsmaschine gemacht zu haben. Ein Schritt noch, und wir haben die entgegenstehenden Operationen, das Subtrahiren und Dividiren, auch erreicht.

Unser Zählwerk wird nämlich sofort subtrahiren statt zu addiren, wenn wir auf allen Zifferscheiben die 10 Zeichen umgekehrt ordnen, nämlich überall

statt:	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
die Folge:	9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

anbringen. Dann werden, wie sofort einleuchtet, auf jeder Zahlenscheibe stets so viele Einheiten rückwärts oder abgezählt, als Zähne am Schaltrade vorgeschoben werden. Maschinell kann man jene Vertauschung dadurch erreichen, daß man die Zifferscheibe von der Schaltscheibe getrennt ausführt, und ihr deren Bewegung durch ein sogenanntes Wendegetriebe mittheilt, mittelst dessen man nach Willkür die Scheiben rechts- oder linksläufig machen, sie mit den Schalträdern oder denselben entgegen zu gehen zwingen kann. Ein solches Wendetriebwerk wollen wir an unserer obigen Maschine noch eingefügt denken.

Haben wir dann mit derselben vorhin alle Eigenthümlichkeiten der Addition richtig zur Erscheinung bringen können, so müssen sich jetzt auch alle diejenigen der Subtraction mit ihr hervorbringen lassen, denn wir haben das Schaltgetriebe mit seiner Zehnerübertragung ganz unverändert gelassen.

In der That, stellen wir die Scheiben im Zifferblatt nach geschehener Umkehrung des Wendegetriebes z. B. auf 36, und den Einerschalter auf 1, den Zehnerschalter auf 0, und lassen darauf das Schaltwerk 1mal spielen, so geht die Einerzahlenscheibe von 6 auf 5, beim nächsten Spiel von 5 auf 4, darauf auf 3, auf 2, auf 1 und beim sechsten Spiel auf 0. Diese steht aber an der Stelle der 9 bei der Addition, welche letztere bei Weiterschaltung um 1 Zahn den Zehnerübertrager wirken ließ. Dieß geschieht also auch jetzt. Der Zehnerübertrager schiebt die Zehnerscheibe um 1 Zahn fort, es erscheint also statt der 3 bei uns die 2, während die Einerscheibe 9 zeigt, und es bleibt der richtige Rest, 29; mit anderen Worten: die Zehner werden auch jetzt richtig übertragen.

Endlich ist die Division eine wiederholte Subtraction. Für dieselbe verfährt man auf unserer obigen Rechenmaschine wieder ganz entsprechend der gewöhnlichen Uebung auf dem Papier. Daß das Resultat richtig werden muß, liegt auf der Hand.

Wir haben also endlich aus dem einfachen Zählwerk, mit welchem wir begannen, durch allmähliche Erweiterung eine Rechenmaschine gemacht, mit welcher man die 4 Species rechnen kann. Nun aber ist die Thomas'sche Rechenmaschine in der That nichts anderes, als ein in dem bis hierhin besprochenen Sinne erweitertes Zählwerk; sie ist nämlich, wie ich nunmehr definirend in kurzen Worten zusammenfassen darf: ein Decimalzählwerk, welches mit einem verlegbaren Decimalschaltgetriebe und einem Wendetriebwerk für die Zifferscheiben versehen ist.

II. Form und Gebrauch des Arithmometers.

Wenn sich oben die Thomas'sche Rechenmaschine in einem kurzen Satze in Bezug auf ihre Zusammensetzung erklären ließ, und zwar so erklären, daß ein geübter Cinematiker darnach den ganzen Zusammenhang der angewandten Mechanismen überschauen kann, so ist dieß mehr der neueren Entwickelung der Cinematik oder Getriebelehre zuzuschreiben, als der Einfachheit in der Anlage der Maschine. Freilich würden bei Zugrundelegung einer ausgebildeten Getriebelehre ein Pascal und ein Leibnitz nicht jahrelang mit geringem Erfolge nach der Maschine gesucht haben, und würde auch der heutige Erfinder rascher damit vorgeschritten seyn. Dennoch blieb auch dann noch vieles auszusinnen, zu versuchen, zu ergrübeln übrig, um das Ganze zu einem handlichen, bequemen, „nicht difficilen" Instrumente zu gestalten, wie es der „Arithmometer" in der That ist. Die Figur A auf Tab. V stellt einen solchen von mittlerer Elementenzahl dar, wie sie Thomas ausführen läßt. In einen 450 Millimet. langen, 160 Millimet. breiten und 70 Millimet. hohen Kasten ist der Mechanismus eingebettet, und zwar liegen unter A, A die Schaltgetriebe, bei B, B die Handhaben des Wendetriebwerkes, bei C, C in dem Lineal M, M die Zifferscheiben, und bei N die kleine Handkurbel zum Treiben des Schaltwerkes. E ist eine kleine Schiefertafel und gleichzeitig Deckel eines Behälters, in welchem sich u. a. einige elfenbeinerne Komma's zum Einstecken in die zwischen den Zifferscheiben sichtbaren Löcher befinden.

Die Verlegbarkeit des Schaltwerkes unter den Zifferscheiben ist dadurch erreicht, daß das Zifferlineal M, M über dem Schaltwerk verlegbar gemacht ist. Hierfür hat es an der hinteren (oberen) Kante ein Gelenk, um welches man es, den Knopf P anfassend, um jene Kante drehen und vorn etwas aufheben kann; ist das geschehen, so läßt es sich 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. Leicht ist ferner einzusehen, daß nicht so viel Schalter da zu seyn 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 zur Linken unter der Deckplatte.

Wird das Lineal vorne frei gehoben, so lassen sich mittelst der kleinen angedeuteten Knöpfe die Zifferscheiben leicht verstellen, so daß man an jeder derselben jedes beliebige der 10 Zeichen vor das Schauloch bringen kann. Auch lassen sich dann alle gemeinschaftlich auf 0 stellen. Hierzu dient ein besonderer Auslösch-Mechanismus, den man durch Drehen des Knopfes 0 am rechten Flügel des Lineals in Thätigkeit setzt. Die Einstellung der einzelnen Schaltgetriebe erfolgt durch Verschiebung der bei A, A angegebenen Zeigerknöpfe. Die Ziffer, auf welche der Zeiger hinweist, gibt die Zahl der Zehntel einer Drehung an, um welche das jedesmal über dem betreffenden Schlitz liegende Zählrad gedreht wird, wenn das Schaltwerk ein ganzes Spiel macht, wenn nämlich die Kurbel N eine ganze Umdrehung durchläuft.

Die Kurbel N kann bloß von links nach rechts aus ihrer jetzigen Anfangsstellung gedreht werden, und muß für jedes Spiel wieder ganz bis in die Anfangsstellung gebracht werden, zu deren leichter Auffindung ein Anschlagestift oder Aufhalter angebracht ist.

Alle Operationen der Maschine bestehen nun aus folgenden einzelnen Operationen:

1) Einstellung der Zifferscheiben im Lineal M;
2) Einstellung der Schaltgetriebe bei den Schlitzen A;
3) Niederdrücken eines der beiden Knöpfe B, B, was die erfolgende Addition oder Subtraction vorbereitet;
4) Umdrehen der Kurbel N;
5) Verlegen des Lineals M.

Als Hauptwirkung der Maschine hat man sich nun einfach Folgendes zu merken: Jede Zahl, welche man im Schaltwerk (bei A) einstellt, wird durch eine Kurbeldrehung auf die Zifferscheiben hinaufgeschafft, und zwar positiv oder zugezählt zu der etwa dort vorhandenen Zahl, wenn man den unteren der Knöpfe B niederdrückt, und negativ oder abgezählt, wenn man den oberen Knopf B niederdrückt. Hierin besteht das ganze äußere Verhalten der Maschine, wobei nur zu bedenken ist, daß die Zehnerübertragung stets von selbst richtig erfolgt. Die Knöpfe B können nur bei der Nullstellung der Kurbel N niedergedrückt werden (stets hebt sich der andere, wenn man den einen niederpreßt), in allen übrigen Kurbelstellungen werden sie von selbst in ihren Stellungen festgehalten. Beim Subtrahiren und Dividiren macht man noch einen nützlichen Neben-gebrauch von den Scheiben D, von denen weiter unten mehr die Rede seyn wird.

Wir wollen nun die Maschine für die einzelnen mit ihr ausführbaren Rechenoperationen in Gebrauch nehmen.

Addition. Alles auf 0 gestellt (das Lineal wird gehoben, der Auslöscher O gedreht, und das Lineal wieder eingelegt), der Additionsknopf niedergedrückt.

1. Beispiel. Man will addiren

	716
zu	1325
Summa	2041.

Stelle in den 3 ersten Schlitzen (von rechts) die Zeigerknöpfe auf 716, und drehe die Kurbel 1mal, so erscheint oben die Zahl 716; stelle darauf in den 4 ersten Schlitzen die Zahl 1325 ein, drehe die Kurbel 1mal, so erscheint oben die Summe 2041.

2. Beispiel. Zu addiren 7,063 zu 131,0. Alles auf 0 gesetzt. Stelle im Schaltwerk ein:

Schalter	VI	V	IV	III	II	I
	0	0	7	0	6	3

und bringe diese Zahl durch einmalige Kurbeldrehung hinauf; stelle darauf den Schalter wie folgt:

Schalter	VI	V	IV	III	II	I
	1	3	1	0	0	0

und drehe 1mal, so steht oben 138063; das Komma ist zwischen 8 und 0 zu setzen.

Subtraction. Alles auf 0 gesetzt; der Subtractionsknopf wird gebraucht. Man bringt zuerst mit Addition den Minuend auf die Zifferscheiben, stellt den Subtrahend in der richtigen Ordnung darunter im Schaltwerk ein, drückt den Subtractionsknopf nieder und dreht 1mal, so erscheint oben der Rest.

1. Beispiel. Von 189 sey abzuziehen 75.

$$\begin{array}{r} 189 \\ 75 \\ \hline 114. \end{array}$$

Bringe in die Zifferscheiben 189, stelle mit den Einern unter Einer 75, drehe mit Subtraction und es steht oben 114.

2. Beispiel. Zu bilden: 1759,6 — 684,57 — 15,043. Ausgelöscht. Stelle ein (mit Addition)

	VI	V	IV	III	II	I
im Schaltwerk	VI	V	IV	III	II	I
die Zahl	1	7	5	9	6	0,

lege das Lineal so weit nach links, daß nur *eine* Stelle noch über das Schaltwerk hinausragt, dann drehe um, lege das Lineal vollends nach links, worauf über dem Schaltwerk steht:

	1	7	5	9	6	0	0
Im Schaltwerk		VI	V	IV	III	II	I
stelle dann ein:		6	8	4	5	7	0

drücke auf „Subtraction“ und drehe, so erscheint oben:

	1	0	7	5	0	3	0
über dem Schaltwerk;		VI	V	IV	III	II	I
stelle dann in diesem ein:			1	5	0	4	3
drehe, und es erscheint:	1	0	5	9	9	8	7.

Gesetzt man habe in der Eile die Kurbel $1/2$ Umdrehung zu weit gedreht, so haben die Zahlenscheiben angefangen, sich zu verstellen, *das Resultat ist fehlerhaft* geworden. In solchem Falle vollende man ruhig die überzählige Drehung (es erschiene dann bei uns 1 0 4 4 9 4 4), *drücke auf „Addition“* und vollziehe abermals eine Drehung, so *wird die fälschlich 1mal zu viel abgezogene Zahl wieder addirt*, und es kommt oben richtig:

1 0 5 9, 9 8 7

worin der Aufgabe entsprechend, das Komma nach der dritten Stelle anzubringen ist. Zu bemerken ist, daß wir beim wirklichen Gebrauch der Maschine das Zwischenresultat 1075030 nicht zu beachten, also z. B. nicht aufzuschreiben brauchen.

Multiplication. Alles auf 0, „Multiplication“ oder „Addition“ niedergedrückt.

1. *Beispiel.* Zu multipliciren 13 mit 6. Man stelle (womöglich den unbequemeren Factor, hier z. B. die) 13 im Schaltwerk ein, und drehe die Kurbel 6mal, so erscheint oben das Product 78.

2. *Beispiel.* Zu multipliciren 13495 mit 2514.

```
   13495
    2514
--------
   53980
  13495
 67475
26990
--------
33926430.
```

Stelle das Schaltwerk auf 13495, und lege das Lineal, nachdem alle Zifferscheiben auf 0 gestellt oder ausgelöscht worden sind, ganz nach links. Darauf drehe für die Einer des Multiplicators 4mal: oben erscheint 53980; verlege das Lineal um eine Stelle nach rechts, und drehe für die Zehner (des Multiplicators) 1mal, oben erscheint 188930; verlege das Lineal wieder um eine Stelle nach rechts und drehe für die Hunderter 5mal, so kommt oben 693430; lege endlich das Lineal nochmals um eine Stelle nach rechts und drehe für die Tausender 2mal, so kommt oben das richtige Product 33926430 zum Vorschein. Die Zwischenresultate beachtet man beim Arbeiten mit der Maschine nicht, sondern merkt bloß auf die Zahl der Drehungen und das Verlegen des Lineals.

3. Beispiel. Man kann auch mit den Stellen der höchsten Ordnung (links) im Multiplicator anfangen, anstatt mit denjenigen der niedrigsten. Zu multipliciren:

$$\begin{array}{r} 643917 \\ 492398 \\ \hline 17063442966 \end{array}$$

Ausgelöscht. Den obersten Factor im Schaltwerk eingestellt, lege man das Lineal ganz nach rechts,

drehe 4 mal, verlege das Lineal um eine Stelle nach links,
" 9 " " " " " " " " "
" 2 " " " " " " " " "
" 3 " " " " " " " " "
" 9 " " " " " " " " "
" 8 " so steht oben das Product, welches mit 35 Umdrehungen und 5 Verlegungen erzielt wurde, wozu 18 bis 21 Secunden erforderlich sind, das Einstellen mit eingerechnet. — Beim Gebrauch von Logarithmen hätte man:

2 Logarithmen
mit Differenzen aufzuschlagen,
dieselben zu addiren,
die Summe aufzuschlagen,
und einige Differenzen nachzutragen gehabt,

ohne dabei die letzten Stellen des obigen Productes finden zu können, was alles bei einem sehr geübten Logarithmenrechner kaum in weniger als $1\frac{1}{2}$ Minute hätte geschehen können. — Doch wollen wir obiges Beispiel noch einfacher als oben rechnen.

4. Beispiel. Verkürzung der Multiplication. Wieder zu multipliciren:

$$\begin{array}{r} 643917 \\ 492398 \\ \hline 10763442966 \end{array}$$

Ausgelöscht. Lineal ganz nach rechts. Den obersten Factor im Schaltwerk eingestellt. Drücke „Multiplication." Sodann:

drehe 5mal (statt 4mal), verlege das Lineal um eine Stelle, drücke „Subtraction,"
drehe 1mal, (50 — 1 = 49) verlege das Lineal um eine Stelle, drücke „Multiplication,"
drehe 2mal, verlege das Lineal um eine Stelle,
drehe 4mal und verlege das Lineal um 2 Stellen,
drücke „Subtraction,"
drehe 2mal (400 — 2 = 398),
so ist das Product mit 14 Drehungen statt mit 35, wie oben, erreicht worden; das Drücken der Knöpfe geht so leicht mit dem Daumen der Linken, daß es keinen Mehraufwand an Zeit erfordert; die leicht verständliche Operation fordert 15 — 17 Secunden Zeit.

5. Beispiel. Quadrirung. Beim Quadriren hat man den Vortheil, den Multiplicator in dem eingestellten Multiplicanden vor sich zu haben. Gesucht das Quadrat von 687,943.

Ausgelöscht; das Lineal bis auf eine Stelle nach rechts (weil 6mal 6 = 36 eine weitere Stelle links liefert), die zu quadrirende Zahl im Schaltwerk eingestellt, und verfahre wie vorhin, so ergibt sich mit 6 + 8 + 7 + 9 + 4 + 3 = 37 Umdrehungen, oder auch mit 7 + (— 1) + (— 2) + (— 1) + 4 + 3 = 18 Drehungen das gesuchte Quadrat: 473265,571249,
von welchem 6 Decimalstellen abzuschneiden sind, da die Wurzel deren 3 hat.

6. Beispiel. Zweifache Multiplication. Es sey das Product 349,04 . 57,63 . 0,073 zu bilden.

Auslöschen. Lineal nach links (wegen des bequemeren Abschneidens der Decimalstellen); im Schaltwerk 349,04 eingestellt, mit 57,63 multiplicirt, gibt 20115,1752. Diese Zahl wird auf die Schiefertafel E geschrieben, darauf im Lineal alles ausgelöscht, und im Schaltwerk 73 eingestellt (wenn man vernachläßigen durfte, wäre 20115,2 einzustellen gewesen), gibt 1468,4077896. Die 0 und die 2 zur Linken waren hierbei durch Verlegung des Lineals nicht zu erreichen. Man versetzt dann die Stellen 73 im Schaltwerk um eine Stelle nach links: keine Drehung, wegen des Factors 0, Verstellung um eine weitere Stelle nach links: 2 Drehungen wegen des Factors 2.

7. Beispiel. Verkürzte zweifache Multiplication. Ausgelöscht. Lineal ganz nach links. Factor 349,04 im Schaltwerk eingestellt. Man schreibt nun die beiden anderen Factoren auf die Schiefertafel E:

57,63
0,073

und bildet deren Product successive im Kopf, was wie man sehen wird, gar nicht schwer ist, und dreht demgemäß die Kurbel. Ausführung:

Man bilde

$3 \times 3 = 9$,	drehe 9mal,	verlege das Lineal um eine Stelle,
$3 \times 6 = 18$,	„ 8 „	„ „ „ „ „ „
$3 \times 7 = 21, + 1 = 22$,	„ 2 „	„ „ „ „ „ „
$3 \times 5 = 15, + 2 = 17$,	„ 7 „	„ „ „ „ „ „
$0 \times 1 = 1$,	„ 1 „	und verlege das Lineal wie-

der nach links, jedoch wegen der Stellung der 7 im Factor 0,073 nur mit der zweiten (Zehner-) Stelle über die erste des Schaltwerkes, so daß dann steht:

	6	0	3	4	5	5	2	5	6
über dem Schaltwerk			VI	V	IV	III	II	I	
worin immer noch steht:				3	4	9	0	4	

Man bilde nun weiter:

$7 \times 3 = 21$,	drehe 1mal,	verlege das Lineal um eine Stelle,
$7 \times 6 = 42, + 2 = 44$,	„ 4 „	„ „ „ „ „ „
$7 \times 7 = 49, + 4 = 53$,	„ 3 „	„ „ „ „ „ „
$7 \times 5 = 35, + 5 = 40$,	„ 0 „	„ „ „ „ „ „
$0 \times 4 = 4$,	„ 4 „	

und es erscheint das richtige Product:

1468,4077896

wovon wie oben $3 + 2 + 2 = 7$ Stellen abzuschneiden sind. Die Zahl der Drehungen betrug 39, das Schaltwerk brauchte nicht verstellt zu werden; es geschah die erzielte zweifache Multiplication in **einer** Operation, während oben 2 Operationen mit 47 Umdrehungen und außerdem (zufällig) einer Schaltwerkverschiebung nöthig gewesen. Die kleine Kopfrechnung geht, da sie nur von Stelle zu Stelle schreitet, sehr leicht.

8. Beispiel. Cubicirung. Das Erheben einer Zahl in die dritte Potenz geht sehr bequem bei Zugrundelegung der soeben besprochenen zweifachen Multiplication. Zu cubiciren die Zahl 3421.

Auslöschen. Lineal nach links. 3421 im Schaltwerk eingestellt, und nun die allmähliche Quadrirung von 3421 im Kopf vollzogen, und danach gedreht, liefert in $1^1/_4$ Minute den Cubus

40036787461.

Division. Auslöschen. Das Lineal ganz nach rechts, den Dividenden ganz links hinaufgeschafft. Darauf drückt man die „Division" oder „Subtraction," stellt den Divisor im Schaltwerk soweit als möglich links, und beginnt das Abziehen desselben von den letzten Stellen zur Linken des Dividenden, bis der Rest zu klein geworden ist, die Zahl der nöthigen Drehungen gibt dann die erste Stelle (von links) des Quotienten an. Darauf wird das Lineal um eine Stelle verlegt und fortgefahren. Das Imkopfbehalten der Umdrehungszahlen ist umbequem; um es zu ersparen, ist aber in unserer Maschine ein besonderes Zählwerk D, das Quotientenzählwerk, kürzer der Quotient genannt, angebracht. Bei demselben werden die Zeigerscheiben einzeln von der Hand auf 0 gestellt, und nun erst beginnt man die Operation.

1. Beispiel. 2934 durch 3 zu theilen. Lineal nach links, 2934 hinaufgeschafft, so daß steht:

2	9	3	4	0	0
VI	V	IV	III	II	I
3					

Darauf wird die 3 im Schaltwerk bei VI eingestellt: 3 von 2 geht nicht, wir stellen sie deßhalb unter die 9. Nun drehen wir, nachdem „Division" gedrückt ist. Nach 9 Drehungen sehen wir eine 2 oben bleiben, im Quotienten steht aber eine 9. Lineal um 1 Stelle nach links verlegt, 7mal gedreht, bleibt 2, Lineal verlegt, 8mal gedreht, bleibt von 24 der Rest 0. Im Quotientenzähler lesen wir 978 als Resultat der Rechnung. Will man die Probe machen, so multiplicirt man nun den Divisor mit der Zahl, welche im Quotientenzähler steht. Bei richtiger Operation muß dann oben wieder der Dividend erscheinen, was auch bei uns der Fall ist.

2. Beispiel. 160 durch 13 zu theilen. Auslöschen. 160 hinaufschaffen; zur Verdeutlichung hinter die 0 einen Kommastift einstecken, 13 unter 16 im Schaltwerk einstellen. Quotientenzähler auf 0. „Subtraction" niedergedrückt.

Drehe 1mal, bleibt 3, erste Quotientenstelle = 1. Nun werde aus Versehen noch einmal gedreht; dieß macht sich dadurch bemerklich, daß links eine 9 erscheint, im Quotienten zeigte sich eine 2; durch das Erscheinen der 9 wird man stets sofort auf den Fehler aufmerksam gemacht. Man drückt also „Addition" und dreht 1mal, addirt also die fälschlich abgezogene Zahl 13 wieder, und sieht oben wieder 030 . . . ., im Quotienten die 1 erschienen. Lineal verlegt. 13 von 30 geht. „Subtraction" gedrückt und zweimal gedreht, läßt oben 4 als Rest. Der Quotient ist also $12^4/_{13}$. Wir können aber weiter fortdividiren, und den gemeinen Bruch in einen Decimalbruch verwandeln. Lineal verlegt:

Drehe 3mal, bleibt 1, verlege das Lineal um 1 Stelle,
" 0 " " 10, " " " " 1 "
" 7 " " 9, " " " " 1 "

Drehe 6mal, bleibt 12, verlege das Lineal um 1 Stelle,
" 9 " " 3, das Lineal ist ganz nach links verlegt, und wir haben als Quotienten: 12,30769. Zur Probe damit rückwärts multiplicirend, kommt wieder 160 nach oben, vom Komma ab gelesen. Hätte man noch mehr Stellen haben wollen, so brauchte man nur den Rest 3 wieder nach links auf die letzte Zifferscheibe zu bringen, um beliebig weit fortfahren zu können. Unendliche Decimalbrüche können so mit großer Leichtigkeit bis zu jeder nur irgendwie wünschbaren Stellenzahl gerechnet werden.

3. Beispiel. 1 durch 75 zu theilen. Auslöschen. 1 ans linke Ende des Lineals stellen, dieses ganz nach rechts. Quotient auf 0 gestellt. 75 in 1 geht nicht, in 10 ebenfalls nicht, Lineal nach links verlegt, 75 in 100 geht 1mal, bleibt 25, Lineal verlegt, nach 3 Drehungen bleibt 25, Lineal verlegt, 3 Drehungen liefern stets den Rest 25, und so ins Unendliche. Quotient also: 0,013333 . . . .

Wurzelausziehung. Die Ausziehung der Quadratwurzeln geht auf dem Arithmometer verhältnißmäßig einfach, doch nicht viel schneller, als die logarithmische Rechnung. Wegen des Verfahrens verweise ich auf die von Thomas dem Instrument beigegebene Anweisung.

Bei uns sind vortreffliche Wurzeltafeln auch so verbreitet, daß man sich in den meisten Fällen der technischen Praxis mit denselben helfen kann. Ueberhaupt muß hier hervorgehoben werden, daß man wohl beachten muß, daß die Rechenmaschine nicht für alle und jede Rechenoperation gleichschnell arbeitet und arbeiten kann, so daß, wer schnell rechnen will, sich der Rechenmaschine da bedient, wo sie besser und schneller zum Ziele führt, aber zu anderen Mitteln greift, wo ihm solche bessere Dienste leisten können. Diejenigen, welche mit der Maschine zu arbeiten haben, werden sich bald eine Combination von Rechnungsmitteln bilden, die sie den Umständen stets anpassen, dann aber damit auch außerordentlich rasch arbeiten.

Zum Schluß dieser Anleitung will ich noch einige Beispiele nicht so abstracter Natur, wie die bisherigen waren, vorführen, woran man erst so recht eigentlich die Vorzüglichkeit des Instrumentes wird ermessen können.

1) Gesetzt es sey eine Tafel für die Gewichte der Gußeisenplatten zu rechnen, deren Dicken von Millimeter zu Millimeter steigend angenommen werden sollen, und bei denen man das Gewicht in Kilogrammen pro Quadratmeter wissen will. Bei 1 Millimeter Plattendicke ist der Inhalt des zu betrachtenden Körpers gerade 1 Kubikdecimeter, dessen Gewicht in Kil. also gleich dem specifischen Gewicht, welches bei dem be-

treffenden Gußeisen durch genaue Methoden = 7,244 gefunden sey. Dieß vorausgesetzt, stellen wir die Zahl 7,244 im Schaltwerk ein, drücken auf „Addition“ und haben:

nach 1	Umdrehung	für 1	Millimeter	Plattendicke d. Gewicht	$7{,}244^k$
„ 2	„	„ 2	„	„ „ „	$14{,}488^k$
„ 3	„	„ 3	„	„ „ „	$21{,}732^k$
„ 4	„	„ 4	„	„ „ „	$28{,}976^k$
„ 5	„	„ 5	„	„ „ „	$36{,}220^k$

u. s. f.; jede Umdrehung liefert einen Werth der aufzustellenden Tabelle.

2) Man habe eine Formel $y = c\sqrt{x}$, z. B. die Dicke d eines schmiedeeisernen Zapfens für die Last P in Kil.

$$d \text{ (in Millimetern)} = {}^9/_8 \sqrt{P}$$

und will für die Werthe d = 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 ꝛc. die Belastungen P in einer Tabelle zusammenstellen, so ermittelt man sich zunächst:

$$P = \left(\frac{8}{9}\right)^2 d^2 = 0{,}790123\ d^2,$$

legt dann die Quadratentafel vor sich (z. B. Weisbach's Ingenieur S. 16), stellt 709123 als Factor in dem Schaltwerk ein, richtet sich auf „Multiplication“ und braucht nun als Factoren die in der Tafel sich findenden Quadrate der Unveränderlichen d. Also

bei d = 20	den Factor	400	und erhält rasch P = 316,049
25	„ „	625	„ „ „ 414,815
30	„ „	900	„ „ „ 711,111
35	„ „	1225	„ „ „ 967,901
40	„ „	1600	„ „ „ 1264,197

u. s. w. und bedenke nur, daß bei logarithmischer Rechnung jedesmal 1 Log. verdoppelt, dazu ein anderer gezählt werden, darauf ein Numerus zu der Logarithmensumme gesucht werden müßte.

3) In Zeuner's mech. Wärmetheorie findet sich u. a. in Tabelle I eine Spalte mit den berechneten Werthen

$$Q = 606{,}5 + 0{,}305\ t,$$

wobei die Temperaturen t von 5 zu 5 Graden steigen. Diese Formel erfordert auf dem gewöhnlichen Wege nach vorheriger Aufschlagung des log. zu 0,305:

Aufschlagung des log. zu t,
dessen Addition zu log. 0,305,
Aufsuchung des Numerus zur Summe,
Addition derselben zu 606,5.

Es seyen 3 Decimalstellen gewünscht.

Wir bereiten uns folgendermaßen vor. 606,500 hinaufgeschafft, das Komma eingesteckt, 305 im Schaltwerk so eingestellt:

606,500
305

Darauf drehen wir 5mal, und erhalten oben 608,025 als Werth für t = 5. Darauf verlegen wir das Lineal um 1 Stelle nach rechts, was bei jeder Drehung 10 × 0,305 hinaufaddirt, und erhalten nun bei jeder Drehung einen Tabellenwerth, nämlich:

nach 1 Drehung für t = 15 den Werth 611,075
„ 2 „ „ t = 25 „ „ 614,125
„ 3 „ „ t = 35 „ „ 617,175
„ 4 „ „ t = 45 „ „ 620,225

u. s. f.; die Zahlen werden schneller erhalten, als sie aufschreibbar sind! Um die Zwischenstufen zu erhalten, fängt man wieder bei t = 0 an, addirt 10 ×, 20 ×, 30 × 0,305 u. s. f.

4) In derselben vorgedachten Tabelle findet sich eine Spalte nach der Formel

$$r = 607 - 0{,}708\ t$$

berechnet, ebenfalls für die obigen Stufen von t. Wir verfahren ganz ähnlich. 607,000 wird hinaufgestellt; darunter im Schaltwerk 0,708 so:

607,000
708

Darauf drückt man den Subtractionsknopf, dreht 5mal, und es erscheint oben der Werth für t = 5, nämlich 603,460. Nun das Lineal um 1 Stelle nach rechts gelegt, erhält man für jede Drehung wieder einen Tabellenwerth.

5) Formeln von der Form $y = \frac{x^2 + 27{,}43 \,.\, x}{x - 2}$, der Schrecken der Logarithmenrechner, lassen sich spielend auf dem Arithmometer ausrechnen. Sey z. B. x = 22,54, so verfahren wir folgendermaßen:

Alles ausgelöscht. Lineal ganz nach links.

Im Schaltwerk folgendermaßen eingestellt:

Lineal: 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
VI V IV III II I
2 2 5 4

Bilde nun das Quadrat von 22,54. Es erscheint, wenn man das Lineal zurückgelegt hat:

0 0 5 0 8, 0 5 1 6 0 0
VI V VI III II I
2 2 5 4

in welcher Zahl man das Komma richtig zwischen 8 und 0 einsetze. Darauf multiplicire man, unter Belassung des niedergedrückten Additionsknopfes, 22,54 mit 27,43; es erscheint oben sofort der ganze ausgerechnete Zähler 1126,3238. Im Schaltwerk zieht man nun in der fünften Spalte den Zeigerknopf von 2 auf 0, und verlegt das Lineal wie folgt:

0 1 1 2 6 3 2 3 8 0 0
VI V VI III II I
2 0 5 4

stellt den Quotienten auf 0, drückt auf „Subtraction" und dividirt; alsbald kommt als Endresultat: 54,835 und zwar beansprucht die ganze Rechnung den vierten Theil der Zeit, die man braucht, um vorstehende Erklärung zu lesen.

Diese Beispiele sollten, wie ich glaube, genügen, um das Instrument in seinem Gebrauch und seiner großen Brauchbarkeit kennen zu lehren, so daß ich nun zur näheren Beschreibung des Mechanismus übergehen kann.

III. Beschreibung der Construction des Arithmometers.

Nach den Erklärungen, welche unter (I) gegeben wurden, und nachdem wir uns soeben mit den Aeußerlichkeiten des Arithmometers bekannt und vertraut gemacht haben, dürfen wir es unternehmen, in das scheinbar so verwickelte innere Getriebe des Instrumentes untersuchend hineinzuschauen. Auf Tab. V sind die wichtigsten Details desselben für zwei Elemente (Einer und Zehner) dargestellt, und zwar in der 1,7fachen Größe der Ausführung, wobei ich mir indessen der Deutlichkeit zu Liebe einzelne kleine (für die Ausführung unpraktische) Aenderungen erlaubt habe. Das Ganze zerfällt auch hier wieder in Schaltwerk, Zählwerk und Wendegetriebe. Zwischen Schaltung und Zählrad sitzt sodann wieder die wichtige Zehnerübertragung.

Der Haupttheil jedes Schaltgetriebes ist die Schaltwalze A, A_1, A_2, Fig. 1 und 2. Dieselbe ist zusammengesetzt zu denken aus zehn niedrigen Cylindern, von denen der erste keinen, der zweite 1, der dritte 2, der vierte 3 u. s. w., der zehnte 9 Zähne hat, welche hier $^1/_{22}$ des Umfangs zur Theilung haben. Diese Zähne können mit dem Rädchen B, B_1, B_2 in Eingriff gebracht werden, indem man dasselbe mittelst 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. Der Erfolg ist, da B 10 Zähne hat, daß dasselbe um 9, 8, 7, 6 u. s. w. Zehntel=Umdrehungen verstellt wird, wenn A eine Umdrehung macht. Sämmtliche Schaltwalzen des Instrumentes werden aber vermittelst der Haupttriebachse D, welche die ganze Maschine entlang läuft, stets gleichzeitig einmal umgedreht, wenn man die Handkurbel E eine Drehung machen läßt. Der Griff der letzteren ist, wie hier gezeichnet, niederlegbar.

Die Achse F des Rädchens B treibt mit einem der kleinen Kegelräder G oder H des Wendegetriebes das Rad I auf der senkrechten Achse, welche die Zifferscheibe K trägt, und ertheilt demnach der letzteren in positivem oder negativem Sinne eben so viele Zehnteldrehungen als B empfängt. Die Achse L des Umstellers des Wendegetriebes geht unter den sämmtlichen Achsen F her, 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. Man sieht ein, daß in der gehobenen (hier punktirten) Stellung desselben sämmtliche Zifferscheiben außer Eingriff mit dem Getriebe kommen müssen. Das sichere Wiedereinkehren der Zahnräder wird durch eine Reihe Einschnitte vermittelt, in welche der Stift O einsinkt, sobald man das Lineal an den richtigen Stellen niederläßt.

Alle Zifferscheiben sind, wie es in Fig. 4 angegeben ist, außen mit 10 Bogenbauchungen versehen, welche eben so viele Sperrzähne vorstellen, in welche eine weiche Feder eingreift, um die Scheiben mit einiger Kraft in den Stellungen zu erhalten, wo die Ziffern sich gerade dem Schauloch gegenüber befinden. Diese Sperrung ist aber noch nicht genügend, um fehlerhafte Einstellungen der Zifferscheiben, insbesondere der die Bewegung vermittelnden Rädchen zu verhüten. Vielmehr sind hierfür noch besondere Sperräder P, P_1, P_2 in den Schaltgetrieben angebracht.

Ein solches Sperrad besitzt 10 gleiche bogenförmige Ausschnitte, in welche das Sperrstück Q, Q_1, Q_2 auf der Schaltwalzenachse eingreift. Dieses Sperrstück Q hat aber, wie die punktirten Linien deutlich machen, eine gerade so weit reichende Einziehung, daß nicht gesperrt wird, so l a n g e e s m ö g l i c h i s t, d a ß S c h a l t z ä h n e i n d a s R ä d c h e n B e i n g r e i f e n. Mithin bewirkt die beschriebene Einrichtung, daß die Drehung des Rädchens und der zugehörigen Zifferscheibe freigegeben ist, sobald der verzahnte Bogen zu B tritt, sobald also die Achse des Zahnes 9 sich der Eingriffstelle nähert und während des ganzen Zahnbogens 9—1 freigegeben bleibt, nach Durchgang desselben aber wieder getrennt wird. Hierdurch wird einem Verkehrtstellen der Zifferscheiben durch Erschütterungen bei raschem Drehen u. s. w. vorgebeugt. Zugleich freilich erschwert diese nothwendige Einrichtung die Construction der Zehnerübertragung, die deßhalb mehr Theile erhalten mußte, als man zu erwarten geneigt seyn möchte.

Die Zehnerübertragung wird zunächst bewirkt durch den an einem besonderen Arme sitzenden Zahn 10, welcher auf A, als der Einerwalze, nicht nöthig ist, auf jeder folgenden Walze aber angebracht seyn muß. Der Zehnerzahn dürfte in das Rädchen B eingreifen; da aber dieses hin- und hergeschoben werden muß, ist seine genaue Wiederholung in dem unverschieblich auf F angebrachten Rädchen R vorhanden. In dieses kann der Zahn 10 nur dann eingreifen, wenn er sich in der (in Fig. 2) punktirten Lage befindet. Soll er aber eingreifen, so muß dann gleichzeitig das Sperrwerk P, Q gelöst werden. Dieß geschieht nun wie folgt.

Das Sperrstück Q besitzt in einer weiter rechts von P belegenen Ebene noch eine weiter zurücktretende Stufe S, welche das Sperrrad im Falle des Eingriffes des Zehnerrades ungehindert läßt, wenn sie in seine Ebene gebracht wird. Solches geschieht aber gleichzeitig mit dem Vorschieben des Zehnerzahnes in die Ebene von R, indem jener Zahn mit dem Sperrstück aus einem Ganzen besteht (mit ihm eintrumig ist). Das Uebertragen eines Zehners muß geschehen, wenn beim Addiren die Einerscheibe von 9 auf 0, beim Subtrahiren, wenn sie von 0 auf 9 geht. Bei diesem Uebergang stößt aber 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 und damit das Köpfchen X verschiebt, welch letzteres das Sperrstück und sein Zubehör nach vorne zieht. Sobald dieß geschehen ist, was an irgend einem Punkte des Eingriffes der ersten Schaltwalze vorkommen kann (z. B. gleich bei Eingriff des ersten Zahnes, wenn im Zifferrad eine 9 stand und addirt wird), ist die Zehnerübertragung vorbereitet. Sie erfolgt aber erst wirklich, wenn der Zehnerzahn nach oben und in Eingriff kommt, was aber erst geschieht, wenn alle übrigen 9 Zähne schon durch die Eingriffstelle gegangen sind, also möglicherweise gewirkt haben. Dann erst fällt der Zehnerzahn ein, schaltet um $1/_{10}$ Drehung, und läßt sofort wieder die Kante bei S in das Sperrrad eingreifen, um jede Störung unmöglich zu machen.

Nun aber muß auch der Zehnerzahn wieder beseitigt werden, damit er bei der nächsten Drehung nicht unnöthiger- oder fälschlicherweise nochmals schaltet. Zu dem Ende ist an dem Sperrstück Q eine Schraubenfläche Y angebracht, welche gegen einen festen Stift Z stößt, an diesen streift und Q wieder an seine alte Stelle schiebt. Z ist gerade so gestellt, daß sofort nach geschehener Zehnerschaltung Q wieder zurückgebracht wird. Damit aber gehen auch X, W, V und U wieder zurück, und alles ist zu neuen Operationen in Bereitschaft gesetzt. Eine auf W drückende und daran reibende platte Feder hält dieses Tellerchen und die anhängenden Theile in ihren eingenommenen Stellungen fest. Diese sämmtlichen, so sinnreich angebrachten Theile arbeiten mit einer erstaunlichen Sicherheit und Schnelligkeit, und lassen in der That ohne ganz sonderbare Zufälle nie einen Fehler aufkommen.

Schon oben wurde hervorgehoben, daß die einzelnen Schaltgetriebe stets einander vor- oder nacheilen müssen, damit die Zehnerübertragung richtig erfolgen kann. Hier ist das Nacheilen gewählt; es beträgt von Walze zu Walze eine Zahntheilung, wie auch an unseren Walzen A_1, A_2 zu bemerken ist. So kommt es, daß der letzte, der Einerzahn in jedem Getriebe durch den Eingriffspunkt schon gegangen ist, wenn der des links folgenden (also einer höheren Ordnung angehörigen) zur Wirkung kommt. Ist nun in irgend einem Rade die Zehnerübertragung vorbereitet, so wird sie dieses Nacheilens wegen stets auch ausgeführt. Nothwendig muß aber deßhalb auch, um Fehler zu vermeiden, der leere Bogen auf der Schaltwalze angebracht seyn. Die Größe derselben richtet sich nach der Zahl der angewandten Elemente. Die hier benutzte Größe reicht für 8 zählende (einstellbare) Schaltwalzen noch vollkommen aus. — Interessant ist es, die Wirkung der Zehnerübertragung beim Addiren von Zahlen zu beobachten, welche aus vielen Neunen bestehen. Stellt man im Zählwerk 0999999, im Schaltwerk aber nur eine einzige 1 in den Einern ein und dreht nun einmal, so geschieht Folgendes. Der Zahn 1 in A_1 schaltet B_1 um einen Zahn herum; dadurch wird aber für A_2 die Zehnerübertragung vorbereitet, und nach Durchlaufung der folgenden Theilung auch vollzogen; hierdurch bereitet sich für A_3 die Zehnerübertragung vor, um sofort vollzogen zu werden u. s. f. Kurz man sieht bei langsamem Vollziehen der Kurbeldrehung von links nach rechts eine 0 um die andere in den Schaulöchern die 9 ersetzen, und endlich links von der sechsten Stelle eine 1 statt der 0 vortreten, so daß das richtige Resultat 1000000 da steht. Aehnlich aber umgekehrt wirkt die Maschine, wenn man 1 von 1000000 abzieht, wo sofort 6 Neunen nacheinander zum Vorschein kommen.

Das Hebelwerk des Wendegetriebes wurde weggelassen, da dasselbe ja leicht auf vielerlei Arten gleichgut eingerichtet werden kann. Damit es fest steht, so lange die Kurbel sich nicht in ihrer (hier gezeichneten) Anfangslage befindet, legt sich einer der Hebel an eine Scheibe an, welche auf der letzten Schaltgetriebwelle zur Linken sitzt. Diese Scheibe, welche bei jeder Kurbeldrehung eine Umdrehung macht, hat einen radialen Ausschnitt, welcher sich dem obigen Hebel gerade gegenüberstellt, wenn die Kurbel auf 0 steht, dann also dem Hebel gestattet, auf die andere Seite der Scheibe zu treten, wenn man den betreffenden Knopf drückt.

Außer dieser Einzelheit wurden auch noch manche andere weggelassen,

z. B. das Zählwerk des Quotienten. Von demselben ist zu bemerken, daß es stets nur von der Einerachse A_1 des Schaltgetriebes aus in Bewegung gesetzt wird, und zwar stets nur eine Scheibe desselben ohne Zehnerübertragung, weil beim Dividiren niemals größere Einzelquotienten als 9 vorkommen. — Bemerkenswerth ist noch der Auslöscher, welcher in Fig. 2 zu bemerken, in Fig. 5 theilweise detaillirt ist. Die Auslöschung wird durch eine Zahnstange bewirkt, welche für gewöhnlich nicht in die zugehörigen Drehlinge b auf den Zifferscheibenachsen eingreift. Verschiebt man aber die Zahnstange, was durch Drehen an einem Knopf bewirkt wird, der einen stets in sie eingreifenden besonderen Drehling umtreibt, so zwingt die Schiefebene cd, am Stift c hingleitend, die Zahnstange zum Eingriff mit den Rädchen b, und nöthigt diese sämmtlich, sich zu drehen. Diese Rädchen, ursprünglich 10zähnig, haben aber der 0 gegenüber keinen Zahn, und werden demnach, sobald die 0 im Schauloch erschienen ist, nicht ferner von der Zahnstange ergriffen. Es müssen also alle Zifferscheiben sehr rasch auf 0 kommen, sobald man die Zahnstange, deren Triebdrehling durch eine Spiralfeder stets wieder zurückgetrieben wird, einigemal hin- und hergehen läßt.

Was im Allgemeinen die Handhabung der Maschine angeht, so ist nur weniges darüber zu sagen. Gute Einölung ist wichtig, übrigens auch einfach. Am besten ist, den ganzen Mechanismus, welcher sich sehr leicht aus dem Kasten nehmen läßt, bis an die Deckplatte in ganz feines Oel einzutauchen, ihn einen Tag lang abtropfen zu lassen, um dann in Gebrauch zu nehmen. Man braucht dann in dieser Beziehung nie mehr nachzusehen. Schutz vor Staub ist selbstverständlich nothwendig, wofür übrigens der sehr schön gearbeitete Kasten alles Nöthige leistet. Ein leichtes und schnelles Drehen an der Kurbel wird bald zur Gewohnheit, so daß man bald schon durch das Gefühl belehrt wird, ob eine etwaige kleine Stockung durch einen zwischen die Rädchen gefallenen fremden Gegenstand, oder etwa unzeitgemäßes Aufheben oder Senken des Lineales hervorgerufen wurde. Ein leises Rütteln an der Kurbel beseitigt fast immer sofort die Störung; über das Nachsehen bei besonderen Fällen findet sich das Nöthige in der Thomas'schen Anweisung.

Sollte ich ein Urtheil über die Zusammensetzung der Maschine und die Zweckmäßigkeit in der Wahl der Theile aussprechen, so könnte dieses zunächst nur ein anerkennendes seyn, da die gestellte Aufgabe vollkommen und mit compendiösen und leicht zu fertigenden Theilen gelöst ist. Dennoch bleibt meines ernstlichen Erachtens die Möglichkeit, noch größere Vereinfachungen anzubringen, die sich übrigens mit der Zeit schon einführen werden. Die Hauptsache bleibt, daß man etwas gutes, praktisches und nicht zu theures schon vor sich hat, also ungesäumt zuerst anerkennen und benutzen soll.

Schlußbemerkungen.

Wenn es mir gelungen seyn sollte, die Aufmerksamkeit der Leser auf die wichtigen Punkte hingeleitet und ihnen die Maschine nach Zweck, Wirkung und Einrichtung klar gemacht zu haben, so muß auch der Zweifelsüchtigste darunter die Vortheilhaftigkeit, den Werth, die Bedeutung der Erfindung bereits zugegeben haben. Vortheilhaft für alles praktische Rechnungswesen, werthvoll für die Wissenschaft, bedeutungsvoll als Erzeugniß menschlicher Denkkraft ist das Rädergetriebe in dem zierlichen Ebenholzkasten, das sich erkühnt, Gedankenoperationen auszuführen, wie ein Spiel. Noch ist der Arithmometer im deutschen Vaterlande wenig verbreitet, aber ich bilde mir ein, in kurzer Zeit einen kleinen Dank bei vielen erworben zu haben, die sich zu seiner Anschaffung entschließen werden. Vor allem aber werden Dank und Anerkennung, höchste Anerkennung dem Erfinder gezollt werden müssen. Sehen wir, wie es damit bestellt ist.

Thomas hat etwa 30 Jahre lang Mühe, Zeit- und Geldaufwand angelegt, um seinem Instrument die heutige Vollkommenheit zu verleihen; und, lernen wir die Einzelheiten seines Vorgehens kennen, so müssen wir den Muth, die Zielklarheit und die Genialität hoch bewundern, mit welcher er nach und nach alle Schwierigkeiten überwand. Diesem gegenüber sind der öffentlichen Anerkennungen in Frankreich eigentlich nicht viele gewesen. 1822 sprach die Aufmunterungsgesellschaft in Paris dem Erfinder ihre Anerkennung aus: 1851 verlieh dieselbe Gesellschaft ihm eine goldene Denkmünze; in demselben Jahre stellte ihm die Londoner Ausstellungsjury eine (einfache) Preismedaille zu; 1854 sprach sich die Akademie in Paris sehr günstig über den Arithmometer aus und ließ ihn zur Preisbewerbung zu. Das ist ungefähr alles.

Der Monthionpreis wurde aber einer anderen, jetzt bei Seite gesetzten Rechenmaschine, dem „Arithmaurel", wie ihn die HHrn. Maurel und Sayet nannten, zu Theil, ein Mechanismus, welcher nach Vorgang des Thomas'schen dessen Mechanismen zum Theil benutzt hatte. Diese stillen Anklagen werden lebhaft in Frankreich erhoben, namentlich durch Régnier in seiner Histoire des nombres (Paris 1855), und man kann wohl nicht umhin, dieselben gerecht zu finden.

Das Ausland hat mehr gethan als Frankreich. Freilich will ich dem Leser nicht vorgreifen in dem ironischen Gefühl, welches ihm überkommen wird, wenn er den Bey von Tunis 1851 den Reigen eröffnen sieht, um mit einem seiner höchsten diamantblitzenden Orden den Erfinder zu schmücken. Ihm folgen 1852 Franz I. von Neapel, dann der König der Niederlande, und ein deutscher Fürst, der Herzog von Nassau; dann 1853 der Papst, 1853 ebenfalls der Großherzog von Toscana, 1854 der König von Sardinien. — Und Deutschland? und die deutschen gelehrten Gesellschaften und Ingenieurvereine?

Man darf erwarten, daß sie alle mehr oder weniger ihre Anerkennung für eine Erfindung von so unbestreitbarem Werth ausgesprochen haben würden, wenn sie den Gegenstand genügend gekannt und beachtet hätten. Deßhalb ist auch in dieser Beziehung das Bekanntmachen des Arithmometers von Wichtigkeit, und ich glaube darum nicht bloß meinen Fach- und bisherigen Leidensgenossen im Zahlenrechnen dadurch einen Dienst zu erweisen, sondern auch einen pflichtschuldigen Versuch des Dankes gegen den Erfinder durch Veröffentlichung seiner Maschine zu machen.

Der Preis des Arithmometers ist hoch, wenn man seinen Verbreitungskreis betrachtet, niedrig, wenn man die Schwierigkeiten in seiner Herstellung ins Auge faßt. Hr. Thomas, glücklicherweise in einer Lage, welche ihm keineswegs pecuniären Gewinn an seiner Erfindung zur Nothwendigkeit macht, ermöglicht durch Zuschüsse eine verhältnißmäßig billige Anfertigung der Maschine, welche mit wachsender Verbreitung indessen auch rasch billiger werden wird.

Das große Instrument von 8 und 16 Stellen mit Quotient kostet jetzt	400 Fr.
dasselbe ohne Quotient	300 „
das 6 und 12stellige, welches für die allermeisten Fälle genügt, mit Quotient	300 „
das 5 und 10stellige	150 „

Sich zu wenden an Hrn. A. M. Hoart, rue du Heller, 13, in Paris. Für solche, die es wünschen sollten, erbiete ich mich gerne, die Anschaffung und Wahl der Größe des Instrumentes zu vermitteln.

Reuleaux, die Thomas'sche Rechenmaschine.

Fig. 1.

Fig. 2.

Vogel

Frische

Fig. 4. Zifferscheibe K.

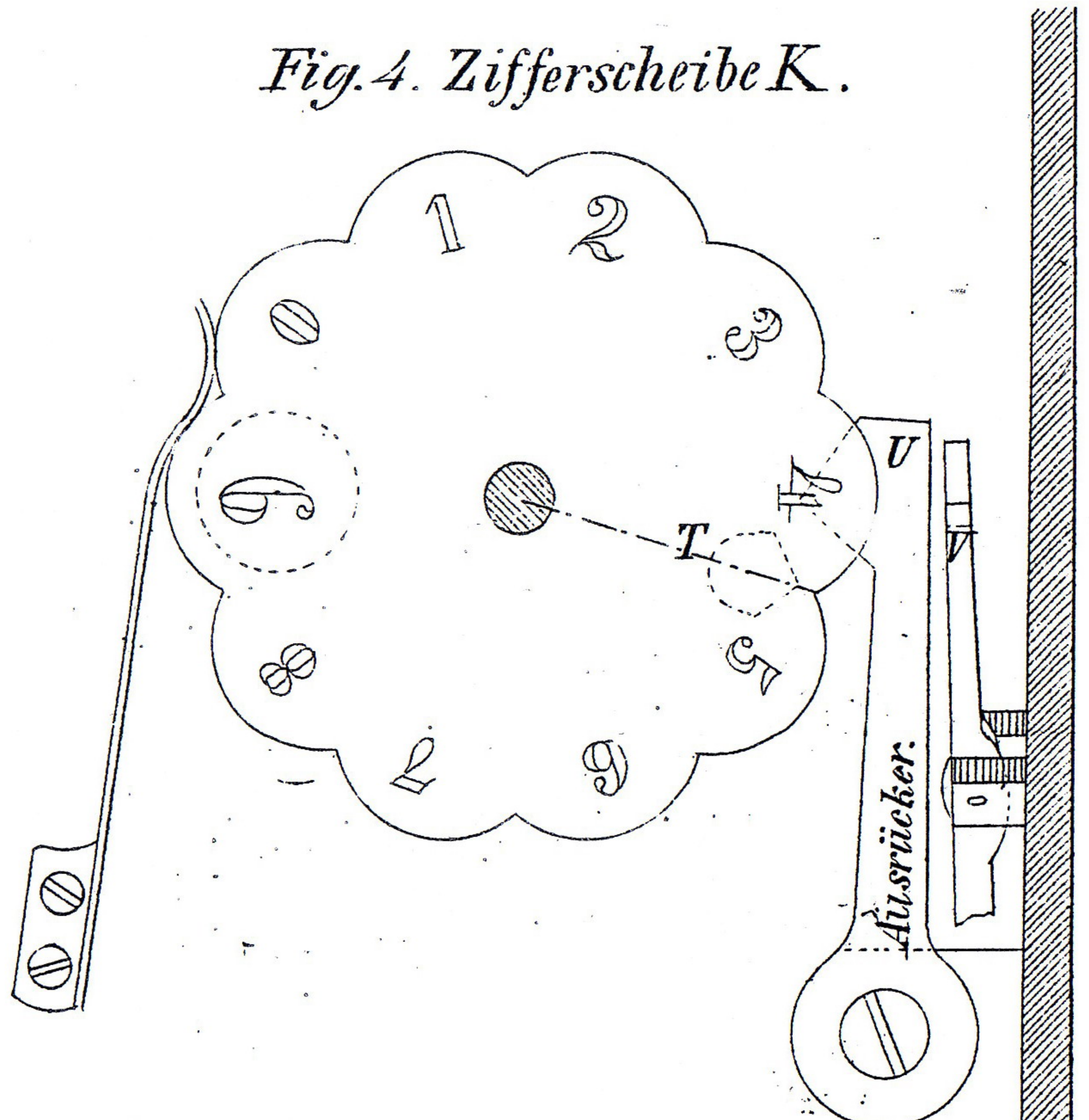


Fig. 3. Ausrücker der Zehnerübertragung.

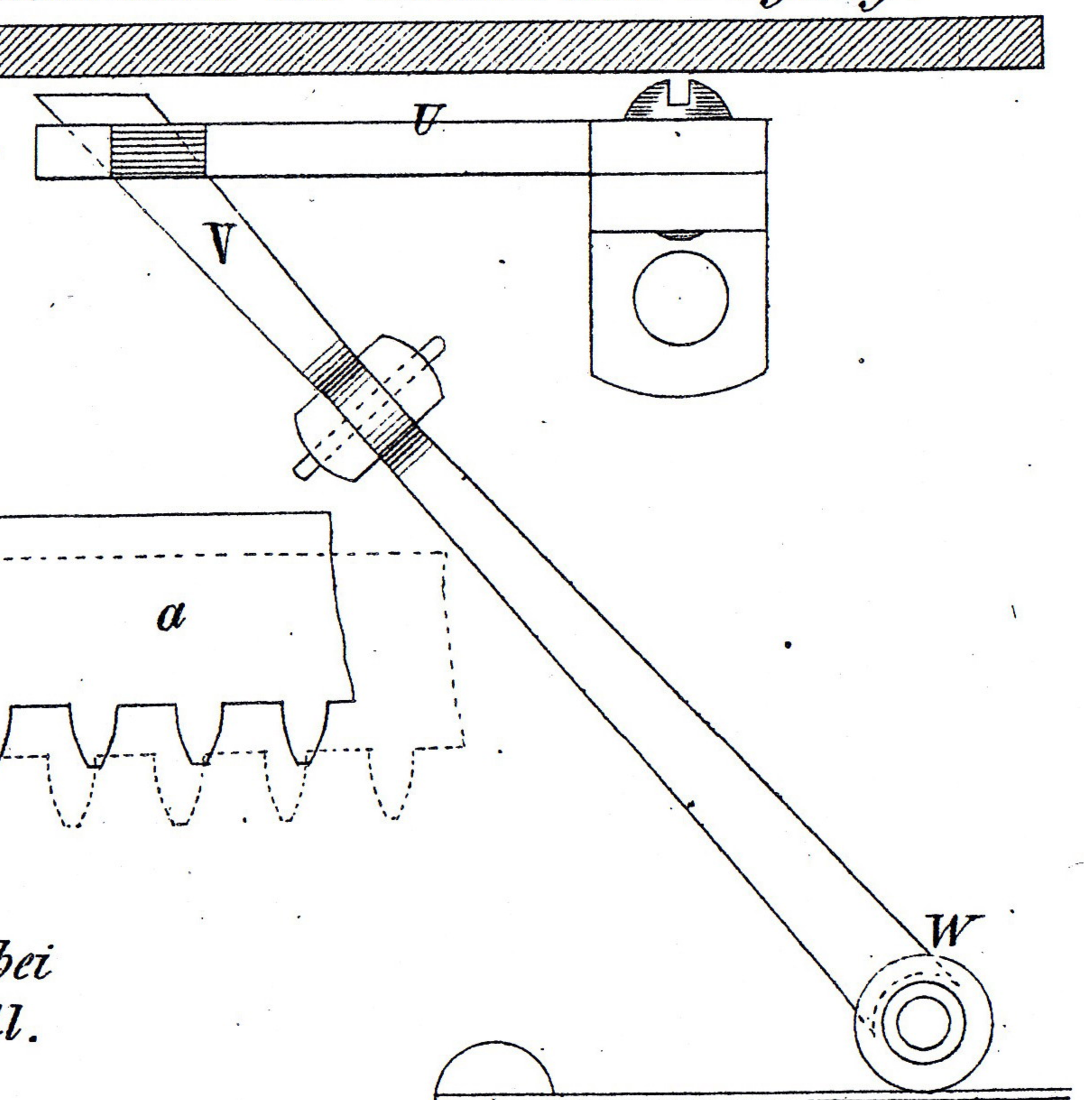


Fig. 5. Auslöscher.

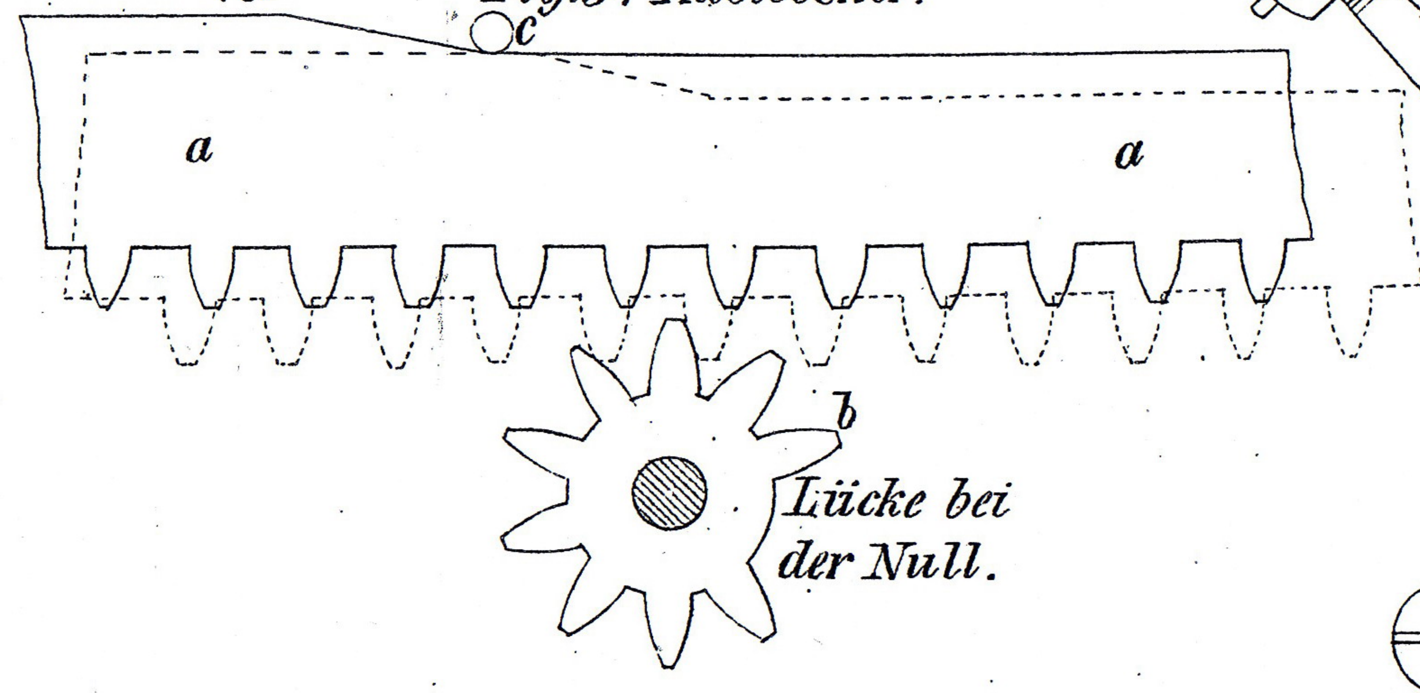
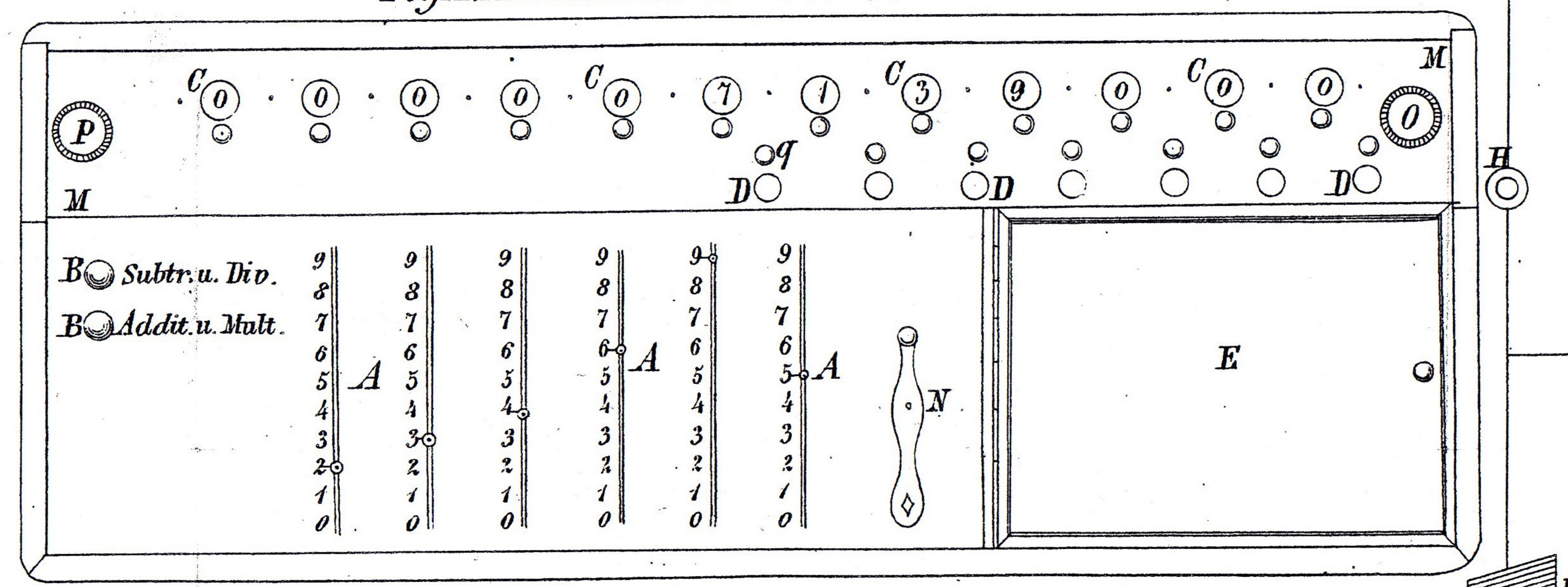
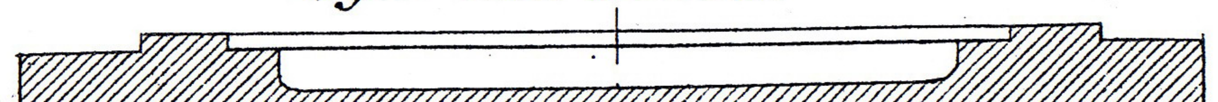


Fig. A. Arithmometer von Thomas.



Schaltenbrand's entlasteter Schieber mit Doppelschluss.

Fig. 7. Quer-Schnitt.



Smith and Ashby.

Fig. 15.