Zeitschrift

für

Mathematik und Physik

herausgegeben

unter der verantwortlichen Redaction

von

Dr. O. Schlömilch, Dr. E. Kahl

und

Dr. M. Cantor.

Neunter Jahrgang.

Mit 8 lithographirten Tafeln.

LEIPZIG,

Verlag von B. G. Teubner.

1864.

IX.

Die Thomas'sche Rechenmaschine.

(Arithmomètre.)

Von Dr. August Junge,

Professor der höheren Mathematik und Lehrer der praktischen Markscheidekunst an der Königlich Sächsischen Bergacademie zu Freiberg.

Vor ungefähr zwei Jahren wurden hier in Freiberg auf Anordnung des Königlichen Oberbergamtes zwei Thomas'sche Rechenmaschinen angekauft. Beide Maschinen haben seit jener Zeit eine sehr ausgedehnte, fast tägliche, Verwendung gefunden, und zwar ist die eine von Herrn Hüttenraiter Gottschalk und von seinem Expeditionspersonal hauptsächlich zu Procentrechnungen, die andere dagegen von mir und von Studirenden bei der hiesigen Bergacademie vorzugsweise zu markscheiderischen Berechnungen benutzt worden.

Die hierbei gemachten Erfahrungen zeigen unverkennbar, dass der Arithmomètre bei ausgedehnten Rechnungen mit grösseren Zahlen ausserordentliche Vortheile gewährt, und ich glaube daher gerechtfertigt zu sein, wenn ich mir erlaube, demselben zur Beförderung einer grösseren Verbreitung eine kurze Besprechung zu widmen.

Ausführliche, leichtfassliche und gründliche Belehrung über die theoretische Grundlage, die Construction und den Gebrauch des Arithmometers findet man in der Schrift „die Thomas'sche Rechenmaschine. Vom Professor F. Reuleaux in Zürich. Separatabdruck aus dem Civilingenieur. Freiberg, 1862. 10 Ngr."

Es sollen daher hier nur die nöthigsten Andeutungen über die Einrichtung und die Handhabung des Arithmometers gegeben werden. Fig. 1 auf Tafel III zeigt den Arithmometer in ¼ der natürlichen Grösse im Grundriss. Man erkennt leicht, dass seine Grösse von der Art ist, dass derselbe noch bequem neben Büchern und Papieren auf jedem Schreibtisch Platz findet.

Der zurückgeschlagene Deckel *A* bildet ein Pult und die Schiefertafel *B* bedeckt ein Reservoir, in welchem kleinere Utensilien Aufnahme finden.

Der innere Mechanismus der Rechenmaschine wird von zwei Messingplatten *CC* und *DD* verdeckt, von welchen die erstere um ein unter der Kante *aa* liegendes Scharnier mit Hilfe des Knopfes *E* um ungefähr 20 Grad nach oben gedreht werden kann, während dagegen die letztere mittelst der Schrauben *b* fest auf dem Instrument aufgeschraubt ist.

In der Messingplatte *CC*, dem sogenannten „Ziffernlineal", befinden sich zwei Reihen kreisförmiger Oeffnungen und zwar zwölf in der Reihe *FF* und sieben in der Reihe *GG*. Diese Oeffnungen repräsentiren Stellen des dekadischen Zahlensystemes. In den Oeffnungen *FF* lassen sich daher Zahlen bis zu 12 und in den Oeffnungen *GG* Zahlen bis zu 7 Stellen hervorbringen.

Es geschieht dies mit Hilfe von Scheiben (Ziffernscheiben), welche drehbar unter dem Ziffernlineal angebracht sind und auf welche die zehn Ziffern 0 bis 9 in einem Kreise verzeichnet sind. Bei Decimalbrüchen bezeichnet man die Stelle der Einer durch ein elfenbeinernes Knöpfchen, welches in zwischen den Oeffnungen *FF* befindliche Löcher gesteckt werden kann und hier die Stelle des Decimalcomma's vertritt.

Die Rechnungsresultate erscheinen bei der Addition, Subtraction und Multiplication in den Oeffnungen *FF* und bei der Division in den Oeffnungen *GG*. Die ersteren lassen sich daher bis auf 12 und die letzteren bis auf 7 Stellen bringen.

Vor dem Beginn einer jeden Rechnung hat man dafür zu sorgen, dass sich in sämmtlichen Oeffnungen *F* und *G* des Ziffernlineals Nullen befinden, wie es die Fig. 1, Tafel III, zeigt. Dieses Einstellen auf Null oder das sogenannte „Auslöschen" kann man in folgender Weise bewirken.

Man erhebt das Ziffernlineal am Knopf *E* und dreht an den Knöpfen *c* und *d*, gleichviel ob nach rechts oder links so lange, bis in sämmtlichen Oeffnungen *F* und *G* Nullen hervorgetreten sind. In den Oeffnungen *F* kann das Auslöschen noch einfacher dadurch geschehen, dass man bei erhobenem Ziffernlineal am Knopf *H* so lange von links nach rechts dreht, bis die gewünschten Nullen erschienen sind. Der Knopf *H* wird hierauf frei gelassen und das Ziffernlineal niedergelegt.

Das Einstellen auf Null in den Oeffnungen *G* ist übrigens blos bei der Division nöthig.

Die Rechenmaschine wird mit Hilfe der Kurbel *J* in Bewegung gesetzt, wobei zu beachten ist, dass sich dieselbe nur von links nach rechts drehen lässt. In der Stellung, welche die Figur zeigt, ruht die Kurbel bei *e* auf einem Anschlag (Aufhalter). Diese Stellung ist als die Anfangsstellung der Kurbel zu betrachten. Am Ende jeder vollen Umdrehung stösst die Kurbel an den Aufhalter. Die Bewegung derselben wird hierdurch nicht gehemmt, wohl aber wird hierdurch die Beendigung einer jeden Umdrehung merklich angezeigt. Man hat mit der Kurbel stets volle

Umdrehungen zu machen und dieselbe daher jederzeit wieder in die Anfangsstellung zurückzubringen.

Von den Knöpfen *K* und *L* wird der erstere vor dem Beginn einer Addition oder Multiplication und der letztere vor dem Beginn einer Subtraction oder Division niedergedrückt. Der nicht niedergedrückte Knopf erhebt sich hierbei von selbst und es ist zu beachten, dass das Niederdrücken dieser Knöpfe in der Anfangsstellung der Kurbel erfolgen muss.

Die sechs Schlitze *M* in der Messingplatte *DD* gehören zu dem darunter befindlichen Schaltwerk, d. i. derjenige Theil des Mechanismus, dem die zur Berechnung vorliegenden Zahlen übergeben werden.

Dies geschieht dadurch, dass die in den Schlitzen verschiebbaren Knöpfe *ff* mit den daran befindlichen Zeigern auf die neben den Schlitzen stehenden Ziffern 0 bis 9 eingestellt werden. Man kann daher im Schaltwerk in dieser Weise Zahlen bis zu sechs Stellen einstellen, indem jeder Schlitz eine Stelle des dekadischen Zahlensystemes vertritt.

Wenn man das Ziffernlineal am Knopf *E* erhebt, so lässt sich dasselbe in seiner Längenrichtung verlegen. Ein am Ziffernlineal befindlicher Zahn, dessen oberer Theil bei *g* sichtbar ist, greift in entsprechende Einschnitte in einer Seitenwand im Innern der Maschine ein und hält dasselbe in der ihm gegebenen Lage unverrückbar fest. Diese Einschnitte sind so angebracht, dass bei jeder Lage des Lineals sechs von den Oeffnungen *F* in die Verlängerungen der sechs Schlitze *M* zu liegen kommen.

Aus der Stellung, in welcher sich das Ziffernlineal in der Figur befindet, lässt sich dasselbe noch um eine Stelle nach rechts hin und um fünf Stellen nach links hin verlegen. Es giebt also im Ganzen sieben verschiedene Lagen für das Ziffernlineal. Die punktirten Linien zeigen das Ziffernlineal in seiner äussersten Lage links.

Nachdem wir uns so weit mit dem Arithmometer bekannt gemacht haben, sind wir bereits im Stande, mit demselben zu rechnen und die Wirkungsweise desselben kennen zu lernen. Die nachfolgenden Beispiele werden dies zeigen.

1. Wir wollen die Zahlen 678532 + 278932 + 4923 addiren.

Die Kurbel *J* befindet sich in der Anfangsstellung. Es wird der Additionsknopf *K* niedergedrückt, in den Oeffnungen *F* auf Null gestellt, das Ziffernlineal ganz nach links verlegt, im Schaltwerk, d. i. in den Schlitzen *M*, der erste Addend 678532 eingestellt und hierauf die Kurbel herumgedreht.

Im Ziffernlineal erhält man hierdurch dieselbe Zahl 678532. Es ist also durch die Umdrehung der Kurbel die im Schaltwerk eingestellte Zahl in das Ziffernlineal übertragen worden.

Es wird weiter im Schaltwerk der zweite Addend 278932 eingestellt und die Kurbel abermals herumgedreht. Im Ziffernlineal ist die Zahl 957464 als die Summe der ersten beiden Addenden erschienen.

Endlich wird im Schaltwerk der dritte Addend 4923 (mit den Einern im letzten Schlitz rechts) eingestellt und die Kurbel nochmals herumgedreht. Im Ziffernlineal hat man nun die Zahl 962387 als die Summe von allen drei Addenden erhalten.

2. Wir wollen die Subtraction 923287 — 54326 ausführen. Nachdem im Ziffernlineal auf Null gestellt worden ist, bringen wir durch Addition wie im ersten Beispiele den Minuenden 923287 in das Ziffernlineal. Es wird hierauf der Subtractionsknopf *L* niedergedrückt, im Schaltwerk der Subtrahent 54326 (mit den Einern in dem letzten Schlitze rechts) eingestellt und die Kurbel herumgedreht.

Das Ziffernlineal zeigt hierauf die Differenz 868961 und die Subtraction ist daher beendigt.

3. Wir wollen die Zahl 358925 mit 256 multipliciren. Die Kurbel muss sich wieder in der Anfangsstellung befinden. Es wird in den Oeffnungen *F* ausgelöscht, das Ziffernlineal ganz nach links verlegt, der Additions- oder Multiplicationsknopf *K* niedergedrückt, im Schaltwerk der Multiplicand 358925 eingestellt und, weil im Multiplicator in der Einerstelle 6 Einheiten stehen, die Kurbel sechsmal herumgedreht. Im Ziffernlineal ist hierdurch das Sechsfache des Multiplicanden hervorgebracht worden. Hierauf wird das Ziffernlineal um eine Stelle nach rechts verlegt, und, weil in den Zehnern des Multiplicators 5 Einheiten stehen, die Kurbel fünfmal herumgedreht. Es steht nach dieser Operation im Ziffernlineal bereits das 56fache des Multiplicanden.

Endlich wird das Ziffernlineal abermals um eine Stelle nach rechts verlegt und, weil in den Hunderten des Multiplicators zwei Einheiten stehen, die Kurbel zweimal herumgedreht. Im Ziffernlineal zeigt sich nun das Gesammtproduct 91884800 der Factoren 358925 und 256.

4. Wir wollen die Zahl 696102 durch 4378 dividiren. Es wird durch Addition oder durch Drehen an den Knöpfen *c* der Dividend 696102 in die Oeffnungen *F* und zwar möglichst weit nach links gebracht, in den Oeffnungen *G* auf Null gestellt, das Ziffernlineal ganz nach rechts verlegt, der Subtractions- und Divisionsknopf *L* niedergedrückt und im Schaltwerk der Divisor 4378 möglichst weit links eingestellt. Im Ziffernlineal steht jetzt 6961 unmittelbar über dem Divisor 4378 im Schaltwerk. Dreht man die Kurbel einmal herum, so hat man 4378 von 6961 subtrahirt. Es bleibt der Rest 2583, der eine weitere Subtraction nicht zulässt. Man muss sich daher in dem vorliegenden Falle mit einer Umdrehung der Kurbel begnügen. Diese eine Umdrehung wird dadurch gezählt, dass in der ersten von den Oeffnungen *G* links eine Eins hervortritt, und diese Eins bildet die erste Stelle des Quotienten. Hierauf verlegt man das Ziffernlineal um eine Stelle nach links. Ueber dem Divisor 4378 steht sodann die Zahl 25830. Man dreht nun die Kurbel soviel mal herum, bis im Ziffernlineal über dem Divisor eine Zahl steht, die kleiner ist, als 4378. In dem vorliegenden

Falle hat man fünf Umdrehungen zu machen. Diese Umdrehungen werden dadurch gezählt, dass in der zweiten von den Oeffnungen *G* neben 1 die Ziffer 5 als zweite Stelle des Quotienten erschienen ist. Im Ziffernlineal steht über dem Divisor nur noch 3940. Durch abermaliges Verlegen des Ziffernlineals um eine Stelle nach links bringt man die Zahl 39402 über den Divisor. Man dreht nun wieder die Kurbel so viel mal herum, bis der Rest kleiner geworden ist, als der Divisor. In unserem Falle stehen nach 9 Umdrehungen im Ziffernlineal nur noch Nullen, wodurch angezeigt wird, dass die Division aufgegangen ist. In der dritten von den Oeffnungen *G* ist neben 5 die Ziffer 9 als letzte Stelle des Quotienten, der sich nun als 159 ergiebt, hervorgetreten.

Die vorstehenden Beispiele dürften zur Genüge beweisen, dass die Handhabung des Arithmometers eine höchst einfache ist. Auf Grund selbst gemachter Erfahrung kann ich hinzufügen, dass man dieselbe nach der von Herrn Reuleaux in der oben angeführten Schrift gegebenen Anleitung in 2 Stunden, durch mündliche Anweisung aber sogar in einer halben Stunde ohne Mühe erlernt und dass man sich sehr bald eine ziemliche Fertigkeit aneignet. Uebrigens setzt die Handhabung des Arithmometers keine besondere mechanische Geschicklichkeit oder irgend welche tiefere Kenntnisse voraus. Es kann vielmehr jede Person, welche mit den betreffenden Rechnungsoperationen vertraut ist, auch den Gebrauch des Arithmometers erlernen.

Die Thomas'sche Rechenmaschine ist sehr solid und dauerhaft construirt und kann daher bei nur einigermassen vorsichtiger Behandlung kaum erheblich beschädigt werden. Zum Beleg hierfür kann ich anführen, dass die beiden im Eingange erwähnten Maschinen sich noch in völlig gutem Zustande befinden und in keiner Weise zu einer Reparatur Veranlassung gegeben haben, obgleich dieselben nicht allein sehr viel, sondern auch von sehr verschiedenen Personen, die im Anfange sämmtlich ungeübt waren, gebraucht worden sind.

Es hat sich hierbei allerdings ereignet, dass zuweilen, besonders nach einem nicht ganz regelrechten Gebrauche, Stockungen eintraten. Dieselben konnten aber fast immer durch ein leichtes Rütteln an der Kurbel *J* wieder beseitigt werden. Wenn dies nicht der Fall war, so wurden die Holzschrauben *hh* gelöst und das Instrument aus seinem Gehäuse herausgehoben. Man fand dann bald das stockende Rädchen und das vorhandene Bewegungshinderniss liess sich stets leicht beseitigen.

Als besondere Vorzüge des Arithmometers lassen sich die geringe Kraftanstrengung, die untrügliche Sicherheit, die ausgedehnte Verwendbarkeit und der bedeutende Gewinn an Zeit hervorheben.

Man kann Tagelang mit dem Arithmometer rechnen, ohne eine erhebliche Ermüdung zu fühlen. Dieser Umstand allein würde schon hinreichen, um denselben zu einem sehr werthvollen Instrument zu machen, was gewiss Alle anerkennen werden, welche ausgedehntere Zahlenrechnungen auszuführen haben.

Grobe Fehler, die man natürlich auch beim Gebrauch der Rechenmaschine begehen kann, müssen durch eine Wiederholung der Rechnung beseitigt werden. Es ist aber hierbei noch auf die sehr dankenswerthe Eigenschaft des Arithmometers aufmerksam zu machen, dass derselbe einen Theil von diesen Fehlern gleich während der Rechnung selbst anzeigt, und dass dieselben sodann, ohne die Operation von vorn zu beginnen, ohne Mühe berichtigt werden können.

Mit dem Arithmometer lassen sich die vier Grundrechnungsarten addiren, subtrahiren, multipliciren und dividiren mit ganzen Zahlen und Decimalbrüchen, und in Folge dessen auch alle Rechnungen, welche auf diese Operationen zurückgeführt werden können, ausführen. Insbesondere lässt sich der Arithmometer auch zur Herstellung von Tabellen der verschiedensten Art und bei trigonometrischen Berechnungen mit vielem Vortheil verwenden.

Seine Verwendbarkeit ist daher viel grösser als z. B. die der grossen Rechenmaschine von Scheutz, welche blos zu Herstellung von Tabellen benutzt werden kann. Die grosse Rechenmaschine von Scheutz dient höheren wissenschaftlichen Zwecken, der Arithmometer von Thomas dagegen befriedigt den Hausbedarf des praktischen Rechners.

Der mit Hilfe des Arithmometers zu erzielende Zeitgewinn wird nach der Fertigkeit, welche die operirende Person im Rechnen und in der Handhabung der Maschine besitzt, sehr verschieden sein. Ebenso stellt sich derselbe auch bei den einzelnen Rechnungsarten verschieden heraus und es braucht wohl kaum bemerkt zu werden, dass die vortheilhafte Verwendbarkeit des Arithmometers überhaupt blos bei Rechnungen mit grösseren Zahlen in Frage kommen kann.

Bei Additionen mit ungleichen Addenden und bei einer einmaligen Subtraction eines Subtrahenden von einem Minuenden kann der Arithmometer kaum einen Zeitgewinn gewähren, dagegen erzielt man einen ausserordentlichen Gewinn an Zeit, wenn dieselbe Zahl nach einander mehrmals zu addiren oder zu subtrahiren ist, wie z. B. bei der Berechnung der Gefälle bei Eisenbahn-, Strassen- oder Canalanlagen, für gleichweit von einander entfernte Stationen, oder bei Tabellenberechnungen. Die ganze Arbeit reducirt sich hierbei in der Hauptsache auf das Abschreiben der gefundenen Zahlen.

Bei der Berechnung einer Tabelle der wirklichen Längen der Sinus und Cosinus durch einfache Interpolation mit dem Arithmometer wurden z. B. in 6 bis 8 Stunden durchschnittlich 2880 Tabellengrössen gefunden.

Sehr bedeutend ist der Zeitgewinn, welchen der Arithmometer bei der Multiplication und Division gewährt.

Zum Beleg hierfür führe ich an, dass z. B. die Multiplication

$$793485 \times 987659 = 783692601615$$

in weniger und die Division

$$973479318864 : 763248 = 1275443$$

in etwas mehr als einer halben Minute ausgeführt wurden.

In der Markscheidekunst und in der Geodäsie hat man bekanntlich sehr oft die beiden Katheten eines rechtwinklichen Dreieckes aus der Hypotenuse und einem daran liegenden Winkel zu berechnen.

Von derartigen Aufgaben löst man, wie vielfache Erfahrungen zeigen, mit Hilfe des Arithmometers und der oben erwähnten Tabelle der wirklichen Längen der Sinus und Cosinus in einer Stunde ohne besondere Anstrengung 100 bis 120, während hierzu auch ein sehr gewandter Rechner zwei- bis dreimal so viel Zeit brauchen dürfte. Man darf daher den Zeitgewinn, den der Arithmometer gewährt, gewiss nicht gering anschlagen.

Schliesslich soll noch erwähnt werden, dass die in Fig. 1, Tafel III, dargestellte Rechenmaschine mit 6 Stellen im Schaltwerk und 12 Stellen im Ziffernlineal von mittlerer Grösse ist.

Die vom Herrn Hüttenraiter Gottschalk benutzte Maschine ist grösser und zwar hat dieselbe im Schaltwerk 8 und im Ziffernlineal 16 Stellen.

Ausserdem giebt es noch kleinere Maschinen mit 5 Stellen im Schaltwerk und 10 Stellen im Ziffernlineal.

Vorräthig sind dergleichen Rechenmaschinen bei Herrn A. M. Hoart, rue du Helder, 13, in Paris je nach ihrer Grösse zu den Preisen von 400, 300 und 150 Frcs.