aus:
Dinglers Polytechnisches Journal
Jg. 77 (1896), Bd. 300, H. 9, S. 199 – 207
Datei erstellt von Stephan Weiss 2007

Die Duplex-Rechenmaschine.

Ein Beitrag zur instrumentalen Arithmetik.

Von **W. Küttner**, Burgk bei Dresden.

Mit Abbildungen.

Die Völker des Alterthums waren in Folge ihrer für den Kalkül sehr unbequemen Zahlzeichen ausser Stande, eine einigermaassen umfängliche Rechnung ohne mechanische Hilfsmittel auszuführen. Sie bedienten sich neben den Fingern (Fingerrechnen) vorzugsweise des Rechenbrettes, ἄβαξ bei den Griechen, abacus bei den Römern genannt, womit die instrumentale Arithmetik ihren Anfang genommen hat. Freilich gewährte dieses Rechenbrett nicht viel mehr als die Füglichkeit, Marksteine für eine gewisse Zählarbeit zu setzen, und wir finden noch heute ähnliche Vorrichtungen bei allen asiatischen Völkern, so den Swân pân bei den Chinesen, welchen ein Minister des Kaisers *Huâng ti* im J. 2637 v. Chr. erfunden haben soll[1], den Soroban bei den Japanesen, den Tschotii (Stschotii) bei den Russen u. s. w. Den letzteren brachte *Poncelet* unter dem Namen Boulier oder Compteur aus der russischen Gefangenschaft mit nach Frankreich, von wo er seinen Einzug wieder in unsere Schulen gehalten hat und heute zur Veranschaulichung der vier Species, des Addirens, Subtrahirens, Multiplicirens und Dividirens, dient.

Dass wir heute das Rechenbrett nicht mehr kennen und trotzdem umfängliche numerische Rechnungen mit vieler Leichtigkeit auszuführen vermögen, verdanken wir den Ziffern, deren wir uns gegenwärtig allgemein bedienen. Dieselben kamen in Indien bereits im 6. Jahrhundert nach Christi Geburt, aber erst im 11. Jahrhundert vereinzelt im Abendlande in Gebrauch und werden hier zuerst in astronomischen Tafeln, die von einem maurisch-spanischen Verfasser, *Arzachel*, etwa um 1080 verfertigt wurden, angetroffen. Wie es möglich sein sollte, etwa mit den Zahlzeichen der Griechen und Römer die heutigen commerciellen und wirthschaftlichen Verhältnisse in Ordnung zu halten, unsere Versicherungsrechnungen durchzuführen, oder alle die einzelnen Lohnsummen festzustellen, welche unsere Industriearbeiter allwöchentlich zu erhalten haben, ist schwer zu sagen. So viel ist indess klar, dass sich diese Zahlzeichen unserer ganzen culturellen Entwickelung hemmend in den Weg gestellt hätten, und dass die Menschheit ohne den genialen Einfall desjenigen, der den Zahlzeichen zugleich einen absoluten und einen Stellenwerth verlieh, in ihren Fortschritten weit zurückgeblieben wäre. *Laplace* sagt in der *Exposition du système du monde* treffend: „Der Gedanke, alle Quantitäten durch neun Zeichen auszudrücken, indem man ihnen zugleich einen absoluten und einen Stellenwerth gibt, ist so einfach, dass man eben deshalb nicht genugsam erkennt, welche Bewunderung er verdient. Aber eben diese Einfachheit und Leichtigkeit, welche die Methode dem Kalkül zusichert, erheben das arithmetische System der Indier zu dem Range der *nützlichsten* Erfindungen. Wie schwer es war, eine solche Methode aufzufinden, kann man daraus entnehmen, dass sie dem Genie des *Archimedes* und *Apollonius von Perga*, zweien der grössten Geister des Alterthums, entgangen war.“

Und doch ist auch bei diesem System, das bereits ein 9jähriges Kind befähigt, mit Leichtigkeit Multiplicationen und Divisionen von drei- und mehrstelligen Zahlen auszuführen, allezeit der Wunsch rege gewesen, mechanische Hilfsmittel zu besitzen, welche die Operationen des Rechnens noch weiter abkürzen und erleichtern. Früher war dies um so mehr der Fall, weil die Unterrichtsmethoden nicht so leicht zur Beherrschung des Einmaleins führten und im Allgemeinen die rechnerische Ausbildung weit hinter der unserigen zurückblieb. Sagt doch *Adam Riese* in seinem bekannten Rechenbuche, Frankfurt 1544, noch: „Ich habe befunden in Unterweisung der Jugend, dass alleweg die so auf den Linien anheben des Rechnens fertiger und lauftiger werden, denn so mit den Ziffern, die Feder genannt, anfahen.“

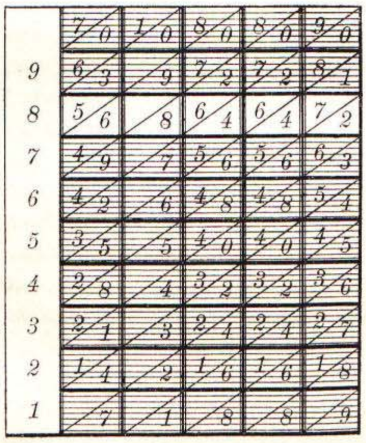
Unter Rechnen „auf den Linien“ ist das Rechnen mit Rechenpfennigen zu verstehen, welche man auf parallele Linien und in die Zwischenräume derselben legte. Die ersteren bedeuteten der Reihe nach die Einheiten in der Klasse der Einer, Zehner u. s. f., während die in den Zwischenräumen je fünf dieser Einheiten bezeichneten. Diese Anordnung verräth sofort den römischen Ursprung des Hilfsmittels, da die Einrichtung offenbar nur mit Rücksicht auf die Zahlzeichen der Römer getroffen sein kann. Das Rechnen auf der Linie ist in Deutschland im 16. Jahrhundert noch sehr häufig gewesen, ja *Leupold* erzählt in seinem *Schauplatze der Rechen- und Messkunst*, Leipzig 1727, dass er in seiner Jugend noch einige Verwalter und Beamte auf den Linien habe rechnen sehen. Zu *Dechales*' Zeiten, 1674, war die Rechnung auf den Linien in Frankreich bei den Kaufleuten sehr in Gebrauch.

Neper, der verdiente Erfinder der Logarithmen, hat Anfang des 17. Jahrhunderts ein anderes Erleichterungsmittel zur Ausführung gemeiner Rechnungen erfunden, seine *Rechenstäbe*. Sie enthalten die Vielfachen der einzelnen Zahlen bis zum Neunfachen, und diese Vielfachen sind so angeordnet, dass die Einer unter der Diagonale jedes Faches zur Rechten, die Zehner aber über derselben zur Linken stehen. Durch das Zusammenlegen einer passenden Anzahl Stäbe lassen sich sodann alle Vielfachen von 2 bis 9 einer gegebenen Zahl ablesen. So stellen sich z. B. die Vielfachen der Zahl 71 889 dar, wie aus der Figur auf der folgenden Seite hervorgeht.

Hiernach ist das Achtfache von 71 889, wenn innerhalb des nicht schraffirten, d. h. nicht verdeckten Theiles der Stäbe diagonal addirt wird, gleich 575 112. Es ist klar, dass das *Neper*'sche Hilfsmittel sich nur für solche vortheilhaft erweist, denen das Einmaleins nicht geläufig

[1] *Cantor, Vorlesungen über Geschichte der Mathematik*, Leipzig 1880, Teubner.

ist, und dass es in Folge dessen heute nur noch einen ganz untergeordneten Werth besitzt. Früher muss dies anders gewesen sein, wie schon aus dem Umstande hervorgeht, dass *Neper* seine Anordnung für werth gehalten hat, sie 1617 in einer lateinischen Abhandlung zu beschreiben, und dass diese Schrift sowohl eine italienische (1623) als auch zwei deutsche Uebersetzungen (1619 und 1623) erfahren hat. Ueberdies wird die von *Neper* angegebene Art, die Vielfachen einer Zahl zu finden, schon früher in einem deutschen Rechenbuche aus dem 16. Jahrhundert gelehrt. Es hat den Titel: „*Eine Newe vnd wohl gegrundte vnderweysung aller Kaufmanns Rechnung in dreien buchern mit schönen Regeln und Fragstucken begriffen.* — Durch *Petrum Apianum von Leysnick*, der Astronomie zu Ingolstadt Ordinarium, verfertiget. Aufs new durchaus übersehen — vnd gebessert. Anno MDXLIII". Auf dem Bogen *P* sind zwei Multiplicationsexempel völlig nach dem *Neper*'schen Verfahren dargestellt. Nur kennt *Apian* noch nicht die beweglichen Stäbe, sondern setzt die Vielfachen des Multiplicandus, die höheren von den niederen Einheiten durch die Diagonale gesondert, in Gemässheit des Multiplicators zusammen.



Neper's Rechenstäbe.

Kaspar Schott hat die Rechenstäbe dergestalt zu einer Rechenmaschine vereinigt, dass er anstatt der Stäbe Cylinder nahm, auf deren Flächen er die Vielfachen der Zahlen 1 bis 9 und 0 auftrug, und sie in einem Kästchen neben einander so anordnete, dass sie um Zapfen drehbar waren und mit Hilfe von Knöpfchen auf jede beliebige Zahl gestellt werden konnten. Weitere Ausbildung haben nach *Klügel*'s mathematischem Wörterbuche — dessen Artikel über instrumentale Arithmetik vorzugsweise dem gegenwärtigen geschichtlichen Rückblicke mit zu Grunde liegt — die *Neper*'schen Stäbe durch *Leupold*, sowie durch *Reyher*, Professor der Rechte in Kiel, erfahren.

Ein entscheidender Schritt in der Herstellung vollkommener Rechenmaschinen wurde von *Blaise Pascal*, geboren 1623, unternommen. Bereits in seinem 18. Lebensjahre stellte er sich die Aufgabe, eine Rechenmaschine zu construiren, die alle Arten von Rechnungen, als Additionen, Subtractionen, Multiplicationen, Divisionen und andere arithmetische Aufgaben für sich allein, ohne dass irgend eine geistige Arbeit nöthig sei, ausführen sollte. Er hat, wie es in dem Privilegium des Königs von *Pascal* heisst, zu diesem Zwecke über fünfzig verschiedene Modelle hergestellt, die einen zusammengesetzt aus geraden, die anderen aus krummen Stäben und wieder andere mit Ketten, die einen mit concentrischen, die anderen mit excentrischen Rädern, die einen mit Bewegungen in geraden Linien, die anderen in Kreisen, die einen auf Kegeln, die anderen auf Cylindern, und wieder andere ganz verschieden von diesen nach Stoff, Gestalt oder Bewegung, wobei die Haupterfindung und das Wesentliche der Bewegung immer darin bestand, dass jedes Rad oder Stäbchen einer Ordnung, indem es sich um zehn Ziffern weiter bewegte, die Fortrückung des folgenden um eine Ziffer veranlasste. Eines dieser Modelle steht noch heute im Conservatoire des arts et métiers mit dem Certificat: Esto probati instrumenti signaculum hoc, *Blasius Pascal Arvernus* 1652.[2]

Pascal's Maschine ist in dem *Recueil des machines approuvées par l'Académie des Sciences* abgebildet und beschrieben. Wirklich praktische Verwendung hat dieselbe ebenso wenig gefunden, als die im J. 1725 von *l'Epine* verfertigte, welche einfacher als die *Pascal*'sche Maschine gewesen sein soll. Auch hat nach derselben Sammlung *Boitissendeau* noch eine andere Maschine erfunden, die ebenfalls von der Akademie rühmlich beurtheilt worden ist.

Leibnitz, der einige Unvollkommenheiten an der *Pascal*schen Maschine bemerkte, ersann ebenfalls eine Rechenmaschine und legte solche bereits 1673 der Royal Society in London und später auch, nachdem er noch Verbesserungen an derselben vorgenommen hatte, der Pariser Akademie der Wissenschaften vor, von welcher sie mit Beifall aufgenommen wurde. Das Aeussere, sowie das Verfahren beim Gebrauch hat *Leibnitz* in den *Abhandlungen der Berliner Akademie*, *Miscellanea Berolinensia*, Bd. 1 S. 317, beschrieben und durch eine Abbildung erläutert. Indess ist *Leibnitz* mit seiner Maschine nie völlig zu Stande gekommen, obgleich er grosse Geldsummen dafür aufgewendet hat. Sie soll ihm 11 000 Thaler, nach Anderen sogar 24 000 Thaler gekostet haben. *Klügel* sagt in seinem mathematischen Wörterbuche, Th. 2 S. 742: „Da er," *Leibnitz*, „selbst kein Mechanicus und, wie es scheint, auch ein schlechter Zeichner war, so mochte er sich den Künstlern nicht gehörig verständlich machen können. Er hat, wie *Leupold* an dem a. O. erzählt, seine Maschine an einen geschickten Mechanicus, *M. Teubertin*, Zeitz, geschickt, dass dieser versuchen sollte, sie völlig in Stand zu setzen. Da aber nach *Leibnitz*' Tode die Erben dazu kein Geld hergeben, selbst den Vorschuss jenes Mannes nicht vergüten wollten, so ist das Werk ganz liegen geblieben. Ein Exemplar der Maschine, aber nicht vollendetes, ist vor diesem in Hannover auf der königl. Bibliothek befindlich gewesen und hernach nach Göttingen geschickt. Ich erinnere mich, da ich sie in Göttingen gesehen habe, dass die Getriebe ungleich lange Triebstrecken wie die Ordinaten an einer cylindrischen Spirale hatten, um die Räder mittels ihrer Stifte und Zähne mehr oder weniger zu drehen. *Kästner* hat eine Beschreibung derselben zu *Pütter's akademischer Gelehrtengeschichte der Georg-Augustus-Universität* geliefert. Eine kurze Nachricht gibt derselbe in seiner Fortsetzung der *Rechenkunst*, S. 568 ff. Das göttingische Exemplar ist vollständiger als das von *Leibnitz* selbst in den *Misc. Berol.* beschriebene, welches auch in *Leupold*'s *Theater* angeführt ist."

Die Nachricht von *Pascal*'s und *Leibnitz*' Rechenmaschine gab die Anregung zu weiteren Versuchen in dieser Richtung. Neben *Leupold* traten mit neu erfundenen Rechenmaschinen *Polenus*, Professor zu Padua, 1709, und der württembergische Pfarrer *Hahn* 1779, sowie der hessen-darmstädtische Ingenieur-Hauptmann *Müller* 1786 hervor. Der Verfasser hat Gelegenheit gehabt, eine *Hahn*-

[2] Siehe: *Oeuvres complètes de Blaise Pascal*, Paris 1866, Hachette et Co.

sche Maschine zu sehen, die von Ingenieur *Burkhardt* in Glashütte wieder in Gang gesetzt worden war und der Gesellschaft „Isis" in Dresden im Frühjahr 1893 vorgeführt wurde.

Allein diese, wie alle bisher genannten Maschinen waren nicht geeignet, eine ausgedehntere Verwendung zu finden; dies blieb allein der im J. 1821 von *Thomas* in Colmar erfundenen Rechenmaschine vorbehalten. Dieser Apparat, den *Reuleaux* im *Civilingenieur,* Bd. 8, beschrieben hat, und der den meisten dieser Leser bekannt sein wird, darf als die erste brauchbare Rechenmaschine bezeichnet werden, welche bis dahin ersonnen worden ist. Sie hat nicht nur, wie dies bei allen ihren Vorläuferinnen der Fall war, die Sammlungen von wissenschaftlichen Instrumenten an Hochschulen und anderen Instituten bereichert, sondern sich thatsächlich für die praktische Verwendung sehr geeignet erwiesen und überall dort, wo umfängliche numerische Rechnungen fortgesetzt auszuführen sind, grosse Erleichterungen gebracht. Bis zum Jahr 1878 sind nach *D. p. J.* 1879 **234** 248 aus der *Thomas*'schen Werkstatt allein 1000 Maschinen hervorgegangen, und der Erfolg würde noch wesentlich grösser gewesen sein, wenn nicht vielen der hohe Preis ein Hinderniss für die Anschaffung dieser Maschine gewesen wäre.

Wie *Pascal*'s und *Leibnitz*' Maschine den Anstoss zu neuen Erfindungen gab, so hat auch die Thomas-Maschine, die übrigens nach der Beschreibung *Klügel*'s den Haupttheil — die Walze — mit *Leibnitz*' Maschine gemein zu haben scheint, Anregung zur Construction anderer Rechenmaschinen gegeben. *Charles Babbage* und die Schweden *Scheutz*, Vater und Sohn, construirten die sogen. *Differenzmaschinen*, welche nicht zur Ausführung beliebiger Rechnungen, sondern nur zur Ableitung von Differenzreihen dienen, wie solche zur Herstellung tabellarischer Werke, z. B. der Logarithmentafeln u. s. w., nöthig sind, und die das Resultat sogleich in plastischer, zur Stereotypirung geeigneter Form hervorbringen. *Charles Babbage* ist es ähnlich ergangen wie *Leibnitz* mit seiner Rechenmaschine, d. h. er ist mit seiner Differenzmaschine nie recht zu Stande gekommen, obgleich die englische Regierung zu dem Bau derselben 17000 Pfund beigetragen hat. Von der *Scheutz*schen Maschine sind, so viel bekannt geworden, nur zwei Stück zur Ausführung gekommen. Die eine befindet sich am Dudley observatory in Albany, Nordamerika, während die andere von der englischen Regierung angekauft und zur Berechnung der 605 Grossquartseiten umfassenden *Tables of lifetimes, annuities and premiums* benutzt worden ist.

Inzwischen hatte man, um zu den eigentlichen Rechenmaschinen zurückzukehren, in der mechanischen Benutzung der Logarithmen ein weiteres und einfacheres Hilfsmittel beim Zifferrechnen gefunden. Man trug nach einem beliebigen Maasstabe die Werthe der Logarithmen auf Stäbe oder Scheiben von Holz und Metall auf und brachte diese Apparate als Rechenschieber und Rechenscheiben in mannigfacher Gestalt in den Handel. Freilich waren damit nicht Rechnungen von grosser Genauigkeit auszuführen, und die Apparate versagten zumeist den Dienst, wo sie erst nöthig wurden, nämlich beim Auftreten mehrstelliger Zahlen. Noch neuerdings sind von einem Schweizer derartige Rechenschieber auf Glasplatten hergestellt und hauptsächlich zu Lohnberechnungen empfohlen worden.

Weiter construirte man kleine Additionsmaschinen in der Anordnung einfacher Hubzähler, um das Summiren ausgedehnter Colonnen einstelliger Zahlen zu erleichtern. Indess alle diese Apparate hatten nicht im entferntesten die Bedeutung, die eine Rechenmaschine wie die *Thomas*'sche besass, und waren im Vergleich zur letzteren in ihrer Anwendung ausserordentlich beschränkt. Deshalb ist auch die Thomas-Maschine immer wieder zum Ausgangspunkte neuer Versuche und Anordnungen gemacht worden, namentlich haben nach dem Erlöschen der ursprünglichen Patente zahlreiche Erfinder Verbesserungen an derselben nach dieser oder jener Richtung hin versucht oder sind von ganz neuen Ideen ausgegangen. In letzterer Beziehung sind u. A. *Dietschold* in Glashütte, *Königsberger und Co.* in St. Petersburg, *Heyde* in Dresden, *O. Büttner* in Dresden, Dr. *Ed. Selling* in Würzburg und *Odhner* in St. Petersburg zu erwähnen. Allein die Thomas-Maschine, die in Deutschland gegenwärtig von *Burkhardt* in Glashütte gebaut wird, ist bisher allen diesen neueren Maschinen vorgezogen worden; keine, am *allerwenigsten* die Odhner-Maschine, die unter dem Namen „Brunsviga" in Deutschland eingeführt worden ist *und nicht einmal zwangsläufig arbeitet,* konnte sich das Vertrauen erwerben, dessen sich die Thomas-Maschine mit Recht erfreut, und die man im Laufe der Jahre immer mehr und mehr schätzen gelernt hat, obgleich ihr bei aller Genialität der Erfindung manche Unvollkommenheiten anhaften.

Vor allem sind es die vielen Kurbelumdrehungen, die den Gebrauch der Thomas-Maschine, wie aller ihr nachgebauten Apparate unbequem machen, und die den Wunsch nahe legen, dass es gelingen möchte, durch eine Abänderung des Mechanismus wenigstens einen Theil dieser ermüdenden Arbeit entbehren zu können. Um z. B. das Quadrat von 989899 zu ermitteln, sind nach dem gewöhnlichen Verfahren *52* Kurbelumdrehungen erforderlich. Dadurch wird das Rechnen nicht allein zeitraubend, sondern auch der Mechanismus der Maschine im Verhältniss zur Leistung ungebührlich abgenutzt.

Es ist selbstverständlich, dass man vielfach versucht hat, diese Mangelhaftigkeit oder, wenn man will, Unbequemlichkeit der Thomas-Maschine zu beseitigen, denn der damit zu erzielende Vortheil ist zu augenfällig. Allein bis heute existirt noch kein Apparat, der die Vorzüge der Thomas-Maschine besässe und frei von dem in Rede stehenden Mangel wäre. Wie sinnreich auch ein Apparat sich darstellte, den *v. Gutbier* vor einigen Jahren erdacht hatte, so war derselbe doch nicht praktisch zu verwerthen, und es ist, so viel der Verfasser kennt, nicht einmal das Modell fertig gestellt worden. Die *v. Gutbier*'sche Maschine löste zwar die Aufgabe der Verminderung der Kurbelumdrehungen vollkommen, war aber dabei leider so monströs und überdies derartig unzuverlässig, dass an ihre Verwendung als Hilfsmittel beim Rechnen ohne ganz wesentliche Verbesserungen nicht gedacht werden konnte.

Der Satz, dass jede einzelne Zahl sich immer in $10 - x$ zerlegen lässt, bietet allerdings für die Thomas-Maschine ein Mittel, die Kurbelumdrehungen herabzumindern. Um z. B. mit 9 zu multipliciren, kann man mit 10 und mit 1 multipliciren und von den erhaltenen Producten die Differenz nehmen. Dies würde ausser der Verlegung des Lineals *nur zwei* Kurbelumdrehungen nothwendig machen. Um mit 7 zu multipliciren, kann man mit 10 und mit 3 multipliciren und wieder die Differenz der Producte nehmen, was anstatt sieben nur vier Kurbelumdrehungen erfordern würde u. s. w. Anstatt der oben gedachten Zahl 989 899 ist es vortheilhaft, mit 1 000 000 und mit 10 101 zu multipliciren und das letztere Product von dem ersteren zu subtrahiren, was mit nur vier anstatt 52 Kurbelumdrehungen sich erreichen lässt.

Es ist klar, dass auf diese Weise vortheilhaft mit der Thomas-Maschine gerechnet wird, auch enthalten die Anweisungen, welche den Maschinen beigegeben werden, bereits Vorschriften nach dieser Richtung. Allein der Vortheil, den man hierdurch für die Maschine erhält, geht durch die Zerlegung des Multiplicators in zwei Zahlen für den Rechner in den meisten Fällen ganz wieder verloren. Er hat eine Umsteuerung der Maschine und eine Rechenoperation ohne Maschine mehr vorzunehmen, und ausserdem erhält die Formel eine wenig übersichtliche Gestalt. Hierzu kommt noch, dass diese Zerlegung nur für die Multiplication anwendbar ist und somit für die Division keinerlei Erleichterung bringt. [3]

Soll also durch dieses Verfahren thatsächlich und in allen Fällen eine Abkürzung und Erleichterung der Rechnung stattfinden, so darf weder eine vorherige Zerlegung der Zahlen nöthig sein, noch eine Umsteuerung der Maschine bedingt werden. *Das letztere lässt sich vermeiden, wenn sowohl die Kurbel nach rechts, als auch nach links gedreht werden kann, während die Zerlegung entbehrlich wird, wenn das Umdrehungszählwerk so eingerichtet ist, dass es sich im additiven und subtractiven Sinne fortbewegt, je nachdem die Kurbelumdrehungen als Rechts- oder als Linksdrehungen ausgeführt werden.*

Diese letztere Einrichtung liesse sich ohne Schwierigkeit an der Thomas-Maschine anbringen. Nicht so ist es mit der zuerst verlangten. Die lebendige Kraft, welche bewegten Massen innewohnt, erfordert für die Rechenmaschine Sicherheitsvorrichtungen, dass die Bewegung sich nicht über die bestimmten Zahneingriffe hinaus fortsetzt, oder, mit anderen Worten, dass die Maschine zwangsläufig ist. Bei der Thomas-Maschine wird dies dadurch erreicht, dass auf der Welle des mit der Walze in Verbindung stehenden Triebrades noch eine Sicherungsscheibe mit in die Peripherie eingefrästen Kreissegmenten aufgesetzt ist. In eines dieser Segmente legt sich gegebenenfalls immer ein an der Walze befindliches Schlussringstück und verhindert so die weitere Bewegung des Triebes. Auf diese Weise hat *Thomas* die Zwangsläufigkeit, so weit sie nöthig war, sehr einfach erreicht. Die ganze Anordnung setzt indess voraus, dass die Walzen sich immer nur nach ein und derselben Richtung drehen, denn nur dann wirkt die Vorrichtung, nicht aber, wenn die Walzen in entgegengesetzter Richtung in Umdrehung versetzt werden.

[3] Einen Fortschritt in dieser Beziehung zeigt die Maschine von *O. Büttner* in Dresden, von welcher der Verfasser erst nach Beendigung dieses Aufsatzes nähere Kenntniss erhielt. Bei dieser Maschine lässt sich die Umsteuerung vermeiden, und sie würde vollkommen sein, wenn bei der gekürzten Rechnung auch das Umdrehungszählwerk ein richtiges Resultat gäbe. *Das letztere ist aber nicht der Fall,* vielmehr hat der Rechner eine Umwandelung des Quotienten vorzunehmen, die ungemein leicht zu Irrthümern Veranlassung geben kann. Der Erfinder handelt daher ganz correct, wenn er allen denen von der verkürzten Rechnung abräth, welche nicht gehörig geübt sind. Leider fällt damit aber der ganze Nutzen, zumal auch der Geübtere sehr leicht einen Fehler begehen kann und ausserdem eine Aufmerksamkeit aufzuwenden hat, die beim Maschinenrechnen im Allgemeinen nicht erforderlich sein darf. D. V.

Geht man näher auf den Gegenstand ein, so stellt sich auch bald heraus, dass es *unmöglich* ist, der Thomas-Maschine eine Anordnung zu geben, die eine solche Vorwärts- und Rückwärtsdrehung zuliesse. Um dies zu erreichen, muss vielmehr eine ganz neue Rechenmaschine erfunden werden, neu in der Anordnung des Schaltwerkes, neu in der Sicherung oder Zwangsläufigkeit.

Diese Betrachtungen führten den Verfasser auf die Construction seiner *Duplex-Rechenmaschine*, die in Nachstehendem mit Hilfe der beigegebenen Zeichnungen (Fig. 1 bis 15) beschrieben werden soll.

Auf der Hauptwelle w, an der linksseitig eine Kurbel angebracht ist, sitzt fest aufgekeilt das Schaltrad, das an Stelle der von *Leibnitz* und *Thomas* angewandten Walze tritt. Dasselbe besteht aus dem festen Radkörper A_1 mit neun radialen Einschnitten, die zur Aufnahme der verschiebbaren Zähne a_1 dienen, und der beweglichen Stellscheibe B, die durch die Lappen b_1 festgehalten, jedoch an einer drehenden Bewegung nicht gehindert wird. Die Zähne a_1 sind auf der einen Seite mit Stiften c versehen, die sich in einem concentrisch gebrochenen Schlitz b der Stellscheibe B führen. Je nachdem diese Stellscheibe mehr oder weniger gedreht wird, tritt eine grössere oder kleinere Anzahl von Zähnen a_1 aus der Peripherie des Schaltrades A_1 hervor. Auf diese Weise ist es möglich, das Schaltrad mit einer beliebigen Anzahl von Zähnen (0 bis 9) zu versehen und die später zu beschreibenden Registrirräder um eine solche Anzahl von Zähnen fortzubewegen.

Um ein selbsthätiges, unerwünschtes Drehen der Scheibe B zu verhindern, ist auf der Innenseite des Radkörpers A eine Sperrfeder c_1 angebracht, die, in einen der zehn an B angebrachten Einschnitte c_2 eingreifend, dem Drehen der Stellscheibe einen gewissen Widerstand entgegensetzt, der zwar beim beabsichtigten Einstellen einer Anzahl Zähne a_1 am Griffe b_2 leicht überwunden wird, im Uebrigen aber genügend gross ist, um ein selbsständiges Drehen der Scheibe B zu verhindern.

Aeusserlich verdeckt werden die Schalträder durch die Deckplatte $Q\,Q$, und nur die Griffe b_2 ragen durch je einen Schlitz hervor, neben welchen die Zahlen *0* bis *9* angeschrieben sind. Je nachdem nun in der Ruhelage der Maschine der Griff b_2 bei *0, 1, 2 . . .* steht, sind *0, 1, 2 . . .* Zähne über die Peripherie des Schaltrades herausgezogen und greifen bei einer Umdrehung von A in die Triebe d der Registrirräder D ein. Letztere sitzen lose auf der Welle w_1 auf, sind durch Stifte, die sich in eingedrehten Nuthen der Welle w_1 führen, an der seitlichen Verschiebung gehindert und bestehen aus dem zehnzähnigen Trieb d, der durch die Hülse d_1 mit der Zahltrommel d_2 fest verbunden ist. Der Umfang der Zahltrommel ist mit den Zahlen *0* bis *9* beschrieben, wovon immer eine durch das in der linksseitigen Decke der Maschine eingebrachte Schauloch d_4 dem Rechnenden sichtbar ist.

Es ist klar, dass, wenn im Schaltrade z. B. fünf Zähne eingerückt sind und im zugehörigen Schauloche d_4 des Registrirwerkes eine Null zu ersehen ist, der Trieb d sich bei einer einmaligen Umdrehung des Schaltrades um fünf Zähne drehen und an Stelle der *0* eine *5* in das Schauloch d_4 treten muss. Auf diese Weise kann jede in dem Schaltwerke eingestellte Zahl auf das Registrirwerk übertragen werden.

Um zu verhindern, dass durch die lebendige Kraft, die den bewegten Registrirrädern innewohnt, eine Rotation derselben weiter fortgesetzt wird, als es den im Eingriffe gestandenen Zähnen a_1 entspricht, ist zwischen Schalt- und Registrirwerk ein eigenartiges Sperrwerk eingeschaltet, das eine absolute Zwangsläufigkeit der Registrirräder bedingt. Dieses Sperrwerk besteht im Wesentlichen aus einem auf der Zahltrommel senkrecht zu ihrer Ebene aufgesetzten zehnzähnigen Radkranz d_3, der dem zugehörigen Schaltrade zugekehrt ist, und einem zwischen beiden pendelnden Anker e. Dargestellt ist dieser Mechanismus in Fig. 1 und Fig. 9 bis 13.

Der Anker e, der an der Winkelschiene f_1 angebracht und um die Schraube f drehbar ist, wird mit seinem Stift e_1 von der Feder e_2 in den ihm gegenüberstehenden herausragen, d. h. im Eingriff mit dem Trieb d stehen, wodurch ein vollständig zwangläufiger Gang herbeigeführt wird.

Wenn ein Registrirrad über die *9* fortbewegt wird, oder umgekehrt im Schauloche von *0* auf *9* übergeht, was immer eintritt, wenn bei der Rechenoperation eine Dekade erfüllt oder angegriffen wird, so muss dieser Vorgang auf dem die nächst höheren Einheiten darstellenden Registrirrade Berücksichtigung finden. Hierzu ist folgende Vorrichtung getroffen: Ein auf der Zahltrommel zwischen den Zahlen *5* und *6* angebrachter, dem nächst höheren Schaltrade zugekehrter Stift g stösst bei der Drehung des Registrirrades an einen Hebel h, der auf dem nächst höheren Schaltrade einen sogen. Zehnerzahn I derartig stellt, dass

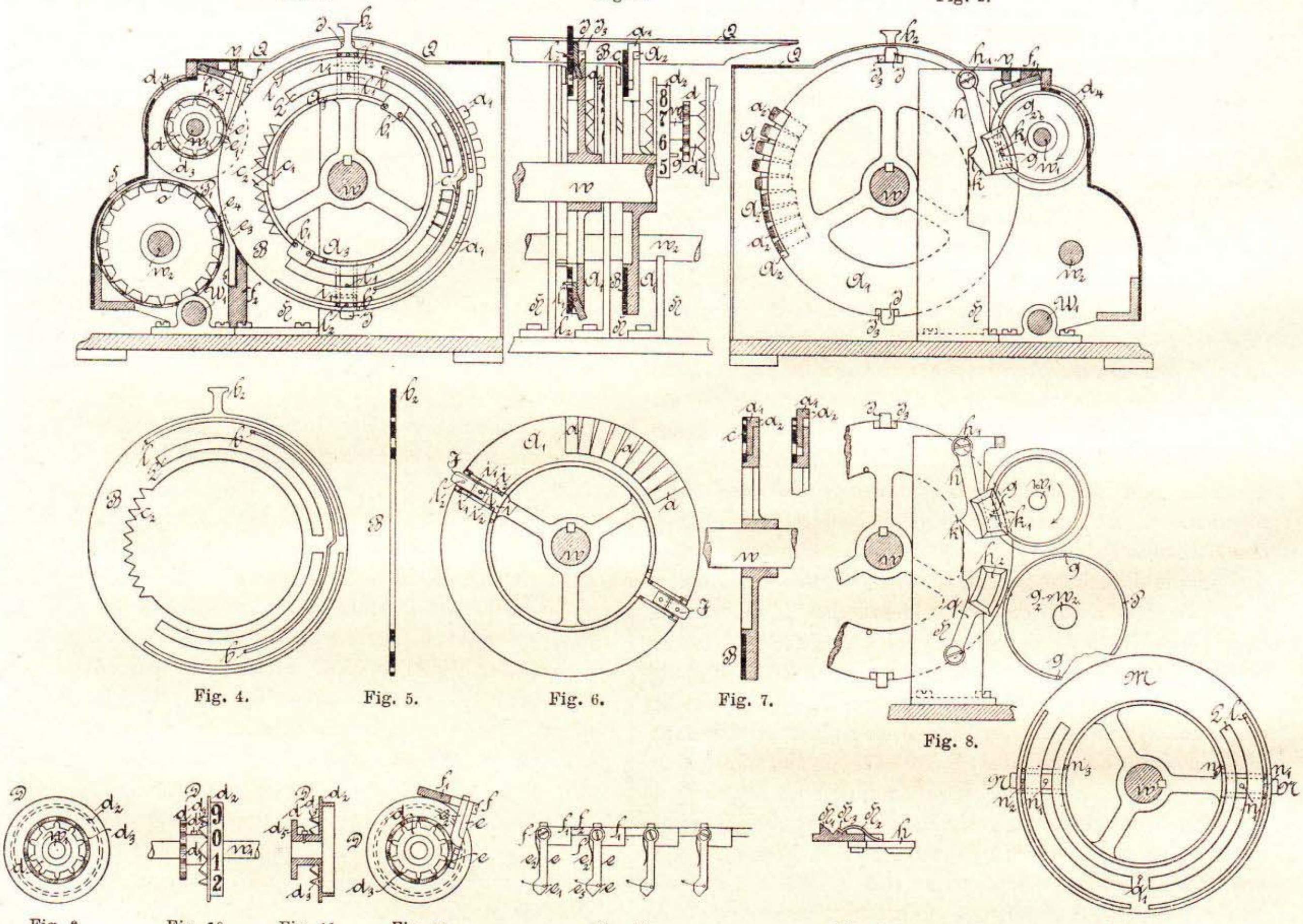


Fig. 1. Fig. 3. Fig. 2. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13. Fig. 14. Fig. 15.

Duplex-Rechenmaschine von Küttner.

Einschnitt des Radkranzes d_3 eingedrückt und sperrt somit das ganze Registrirrad D, sobald e_1 nicht nach dem Schaltrade zu ausweichen kann. Ein derartiges Ausweichen ist aber nur dann möglich, wenn Zähne in Eingriff mit dem Trieb d kommen und so lange die nach der Peripherie gezogenen Ansätze a_2 der Zähne a_1 den Raum zum Ausweichen frei geben; denn der Anker e schleift an der Stelle des Schaltrades, an der sich diese Ansätze a_2 in zurückgezogener Lage befinden, und die Ebene dieser Ansätze fällt mit der vorderen Ebene des Schaltrades zusammen.

Bei einer Drehung des Schaltrades ist daher immer eine so grosse Aussparung A_2 gegeben, dass der Anker e gerade so vielmal ausweichen kann und den Trieb d um so viel Zähne frei gibt, als Schaltzähne über die Peripherie er zum Eingriff mit dem ihm zugehörigen Trieb d kommt und diesen um einen Zahn dreht. Dadurch wird die Uebertragung der auf dem vorhergehenden Registrirrade erreichten oder überschrittenen Dekade bewirkt bezieh. die Hinwegnahme einer von dem zunächst rechtsliegenden Registrirrade beanspruchten höheren Einheit herbeigeführt. Die Einzelheiten dieser Vorrichtung sind in Fig. 1 bis 3 dargestellt und sollen sogleich noch näher beschrieben werden.

Aus Fig. 2 und 3 ist zu ersehen, dass vor dem Schaltrade A_1 ein stehendes Lager H auf der Grundplatte der Maschine aufgeschraubt ist, das, um die Schraube h_1 drehbar, den Zehnerübertragungshebel h trägt. Derselbe ist in Fig. 8 ebenfalls dargestellt. Er besitzt auf jeder

Seite eine Nase k und k_1, von denen k vom Schaltrade durch den Stift A_3, k_1 vom Registrirrade durch den Stift g angestossen wird. Auf dem Stehlager H ist auf der hinteren Seite eine eigenartig profilirte Wulst H_1 (siehe (Fig. 14) aufgesetzt, auf welcher eine am Hebel h angebrachte Schleppfeder H_2 schleift. Die beiden Einschnitte der Wulst nehmen die Nase H_3 der Schleppfeder H_2 auf und dienen dazu, dem Hebel h zwei Grenzlagen zu geben. Die Schleppfeder H_2 greift um H herum und führt dadurch zugleich den Hebel h. Beim Uebergang der *9* auf *0* oder *0* auf *9* des Registrirrades D stösst der Stift g an die Nase k_1 (Fig. 2) des an dem nächst höheren Schaltrade anliegenden Hebels h. Dadurch wird derselbe nach der Hauptwelle w hingedreht und durch Einspringen der Schleppfeder H_2 in dieser Stellung erhalten. In Fig. 8 ist diese Stellung gezeigt, nur ist das zu diesem Zehnerübertragungshebel gehörige Schaltrad, da es vor der Zeichenebene liegt, der Deutlichkeit halber fortgelassen worden. Wenn man sich Fig. 1 um 180° nach rechts gedreht und auf Fig. 2 gelegt denkt, wird man sich die Wirkung des Hebels h auf sein zugehöriges Schaltrad, das in diesem Falle in Fig. 1 liegt, vorstellen können. Das letztere besitzt nämlich zwei Zehnerübertragungszähne I, die je in einer in den Radkörper eingefrästen Nuth i ruhen, um den Bolzen i_1 drehbar gelagert sind und die beiden Stifte l_1 und l_2 tragen, die durch die Schlitze L und l der Stellscheibe B hindurchgreifen. Ist durch den Stift g der Hebel h zurückgeschoben worden, so wird der Stift l_1 beim Passiren dieses Hebels durch die kleine Platte h_2, die am Schaltrade schleift, niedergedrückt und dadurch der Zehnerzahn I aufgerichtet und in Eingriff mit dem Trieb d gebracht und das Registrirrad um eine Zahlstelle verschoben. Sofort nachdem dies geschehen ist, wird durch den Ausrückestift A_3 der Hebel h wieder vorgeschoben und in die Ruhelage gebracht. Passirt jetzt ein Zehnerzahn den Hebel, d. i. die Centrale zwischen $A\,D$, so wird durch die Platte h_2 der Stift l_2 niedergedrückt und der Zehnerzahn selbst seitlich umgelegt, so dass er unfähig ist, in den Trieb d einzugreifen. In Fig. 3 ist oben der eingerückte und unten der umgelegte Zehnerzahn gezeigt.

Da das Schaltrad bei jedem Zehnerzahn eine Aussparung i_3 hat, ähnlich der A_2 für die Schaltzähne a_1, so kann auch das die Zwangsläufigkeit bedingende, oben erwähnte Sperrwerk hier in genau derselben Weise wie bei den Schaltzähnen wirken. Der umgelegte Zehnerzahn schliesst aber die Aussparung i_3 dergestalt, dass der Anker e nicht ausweichen kann, wenn der Zehnerzahn ausser Wirksamkeit gesetzt ist.

Auf der Welle w sind hinter den Schalträdern noch ebenso viele Zehnerübertragungsräder M, die zunächst als Fortsetzung der Schalträder je zwei Zehnerzähne N besitzen, befestigt, und welche sowohl auf die Registrirräder, als auch auf das *Umdrehungszählwerk* wirken. Das letztere wird für jede Zahlstelle gebildet durch den auf der Welle w_2 lose aufsitzenden zwanzigzähnigen Trieb o, der mit der Zahltrommel P fest verbunden ist. Auf der letzteren sind zweimal die Zahlen *0* bis *9* neben einander vor- und rückwärts angeschrieben, wovon immer nur je eine dem Rechnenden durch das Schauloch S sichtbar wird (Fig. 1). Angeordnet ist das Umdrehungszählwerk so, dass es in der Einerlage des Registrirwerkes beim ersten Zehnerübertragungsrade beginnt und nach links sich fortsetzt.

Die Trommel P besitzt einen Radkranz P_1, in den der Anker e_3 mit seinem Stift e_4 eingreift, wodurch deren Zwangsläufigkeit genau so bewirkt wird, wie die Zwangsläufigkeit der Registrirräder D. Die hierzu erforderlichen Mechanismen sind ganz ähnlich den oben beschriebenen.

Die Wirksamkeit des Umdrehungszählwerkes oder Tourenzählers ist folgende: Das erste Zehnerübertragungsrad M ist mit einem festen Zahn versehen, der in den Trieb o eingreift und die Zahltrommel P bei jeder Kurbelumdrehung um eine Zahl fortsteckt. Ausser diesem festen Zahne besitzt fragliches Zehnerübertragungsrad noch die oben beschriebenen zwei Zehnerzähne, die in d eingreifen, wenn sie aufgerichtet sind. Die nun folgenden Zehnerübertragungsräder sind aber ausser den zuletzt genannten Zehnerzähnen mit noch zwei anderen umlegbaren Zähnen versehen, die, wenn sie zur Aufrichtung gelangen, in o eingreifen und die Zehner des Umdrehungszählwerkes übertragen. Die Art und Weise, wie dies geschieht, ist analog der oben beschriebenen. Passirt einer der zwei Stifte der Zahltrommel P die Centrale, so wird der Hebel q, welcher dem Hebel h vollständig nachgebildet ist, zurückgeschoben. Die Folge hiervon ist, dass der erste Umlegzahn, der die Centrale passirt, aufgerichtet wird und den Trieb o um einen Zahn weiter dreht, womit gleichzeitig die Zahltrommel P um eine Zahl verschoben wird. Passirt sodann der Stift n_3 die Centrale, so wird der Hebel q wieder in die Anfangsstellung zurückgeführt, bei welcher die Umlegzähne ausser Eingriff mit dem Triebe o gebracht werden.

Die Schaulöcher S des Umdrehungszählwerkes befinden sich in einem sectorenförmig gekrümmten Bleche, das sich seitlich verschieben lässt. Je nachdem der Auslöschknopf (s. u.) in die erste oder zweite Einbohrung gestellt wird, werden durch die Schaulöcher die rechts oder links herum angeschriebenen Zahlen der Trommel P sichtbar gemacht und in Uebereinstimmung mit der Rechts- oder Linksdrehung der Kurbel gebracht.

Auf der Welle w sitzt weiter ein Sperrad, das in Verbindung mit einer darunter liegenden Sperrklinke verhindert, dass eine angefangene Drehung der Kurbel, sobald sie 30° überschritten hat, wieder zurückgeführt werden kann. Es ist dies nothwendig, weil im anderen Falle eine falsche Zehnerübertragung eintreten könnte.

Das Registrirwerk ist nicht fest auf der Grundplatte montirt, sondern lässt sich mittels eines auf der Deckplatte eingeschraubten Knopfes ausheben und in die erforderlichen Stellungen zum Schaltwerke bringen, welche durch den Wechsel der Einheiten bei den verschiedenen Rechnungen oder sonstwie bedingt werden. Hierbei gleitet das gesammte Zähl- oder Registrirwerk in zwei Lagern auf der Führungsstange W_1 und legt sich mit der unter der Deckplatte angeschraubten Nase in Einschnitte, mit denen die zwischen dem Schalt- und Registrirwerke liegende Schiene versehen ist, fest ein.

Zum *Auslöschen der Zahlen*, d. h. zum Zurückführen der Registrirräder auf Null nach vollendeter Rechnung, ist folgende Vorrichtung angebracht. In die Wellen w_1 und w_2, auf welchen die Registrirräder aufgesteckt sind, ist je eine Nuth eingefräst, in die eine rechenartige Stange eingesetzt ist. Diese Stangen sind mit je einem Knopfe fest verbunden. Werden die letzteren, die an der rechten Seite der Maschinenaussenseite sich befinden, abgezogen, so legen sich die Zinken der Stangen an die Zahltrommeln d_2 und P, die mit je einem Stifte g_2 versehen sind, an und schleppen sie sämmtlich, wenn die Knöpfe herumgedreht werden, vermöge dieser Stifte auf die Nullstellung zurück. Ist diese Stellung erreicht, d. h. die Welle mittels ihres Knopfes genau einmal herumgedreht worden, so springt die rechenartige Stange durch den Druck einer Feder wieder zurück und gibt die Registrirräder frei. Während des soeben beschriebenen Auslöschens muss das Zählwerk aus den Eingriffen herausgehoben und etwas nach links oder rechts geschoben werden, damit die Anker e und e_3 rechts ausweichen können, was nicht möglich ist, wenn solche in der Ruhestellung an den Schalträdern anliegen.

Wie bereits S. 202 bemerkt, ist das Schaltwerk durch eine gebogene Deckplatte verschlossen, in die sechs, acht oder mehr Einschnitte eingefräst sind, je nachdem die Maschine eine sechs-, acht- oder mehrstellige ist. Durch diese Einschnitte ragen die kleinen Griffe b_2 hervor, mittels welcher die Einstellung der Summanden, Subtrahenden, Multiplicanden und Divisoren in Gemässheit der an den Schlitzen angeschriebenen Zahlen zu erfolgen hat. Beim Einstellen ist zu beachten, dass die an der linken Seite der Maschine angebrachte Kurbel genau senkrecht nach unten zu drehen ist und während des ganzen Einstellens in dieser Lage festgehalten werden muss. Um das letztere zu erreichen, ist mit dem Zeigefinger der linken Hand unausgesetzt auf den Knopf des den Kurbelgriff durchdringenden Stiftes zu drücken, wodurch der letztere in die Durchbohrung der aufgesetzten Stahlplatte gleitet und eine Bewegung der Kurbel unmöglich macht. Die Handhabung der kleinen Griffe g geschieht unterdessen mit der rechten Hand.

Das Rechnen mit der Duplex-Rechenmaschine bedarf einiger Erläuterungen, die in dem Nachfolgenden gegeben werden sollen. Zunächst ist klar, dass die Handhabung der Maschine genau die der Thomas-Maschine ist, wenn mit ihr nicht gekürzt gerechnet werden soll. Ihr Hauptwerth und Vorzug besteht aber, wie schon im Eingange dargelegt worden ist, darin, dass mit ihr die Multiplicationen und Divisionen noch auf eine andere, kürzere Weise ausgeführt werden können. Nehmen wir an, es sei die Aufgabe gestellt, das Quadrat von 989 899 zu berechnen, so würden wir erst, genau wie bei der Thomas-Maschine, das Schaltwerk auf 989 899 zu stellen haben, dann aber nicht, um mit den Einern zu multipliciren, die Kurbel *neunmal* nach rechts, sondern *nur einmal* nach *links* herum drehen. Dadurch würde das Hauptzählwerk bei einer sechsstelligen Maschine auf 999 999 010 101 und das Umdrehungszählwerk auf $\lesssim$ 999 999 gestellt werden. Weiter würden wir, da das Umdrehungszählwerk bereits neun Zehner zeigte, das Lineal sogleich zwei Stellen nach rechts zu schieben und sodann die Kurbel abermals einmal *links* herum, anstatt achtmal nach rechts herum zu drehen haben. Dadurch würde das Hauptzählwerk auf 999 900 020 201 und das Umdrehungszählwerk auf $\lesssim$ 999 899 gestellt werden. Da nun weiter das Umdrehungszählwerk bereits in den letzten vier Ziffern mit dem gegebenen Multiplicator übereinstimmte, so fielen abermals neun Umdrehungen aus, und man hätte das Lineal wiederum zwei Stellen nach rechts zu schieben und sodann *eine* Links- anstatt *acht* Rechtsumdrehungen mit der Kurbel auszuführen. Hiernach stünde das Hauptzählwerk auf 990 001 030 201 und das Umdrehungszählwerk auf $\lesssim$ 989 899. Um das Zeichen $\lesssim$ im Umdrehungszählwerk zu beseitigen, bedarf es immer einer Rechtsdrehung in der äussersten Rechtsstellung des Lineals. Wir würden daher das letztere noch zwei Stellen nach rechts zu schieben und sodann die verlangte einmalige Umdrehung der Kurbel auszuführen haben, wodurch das Hauptzählwerk auf 979 900 030 201 und das Umdrehungszählwerk auf = 989 899 gestellt werden würde. Damit wäre die Rechnung beendet, zu deren Ausführung wir *vier* Kurbelumdrehungen und *drei* Verlegungen des Lineals bedurften, während wir nach der gewöhnlichen Methode mit der Thomas-Maschine *52* Kurbelumdrehungen und *fünf* Verlegungen des Lineals hätten vornehmen müssen.

Es ist selbstredend, dass das gewählte Beispiel ein für die Duplex-Maschine besonders günstiges ist, und dass nicht in allen anderen Fällen ein gleich grosser Vortheil erzielt wird. Allein immerhin wird man im Durchschnitt mit derselben nahezu *doppelt* so schnell multipliciren als mit der Thomas-Maschine, weil für die einfache Zahlstelle *nie mehr als höchstens fünf Kurbelumdrehungen* nöthig sind. Die *Multiplicationsregel* für die Duplex-Maschine lautet einfach:

> Man drehe die Kurbel rechts oder links herum, je nachdem eine fortschreitende oder eine rückschreitende Bewegung der Zahltrommel des Umdrehungszählwerkes am ehesten auf die verlangte Ziffer im Multiplicator führt.

Gleiche Vortheile gewährt die Duplex-Maschine für die Division. Gegeben sei als Dividendus 979 900 030 201 und als Divisor 989 899. Nachdem die erstere Zahl im Hauptzählwerke und letztere im Schaltwerke gestellt worden ist, bringt man Lineal und Schaltwerk wie folgt zu einander in Stellung

989899
979900030201

Nun gilt als Regel für die erste Operation, dass man das Lineal nicht weiter nach links schieben darf, vielmehr die Kurbel fortgesetzt nach *links* herumzudrehen hat, so lange nicht die unter dem Schaltwerk stehende Zahl *kleiner* als die Hälfte des Divisors ist. Wir führen daher, nachdem wir noch die Maschine auf „Division" gestellt haben, eine Linksumdrehung der Kurbel aus und erhalten hierauf im Hauptzählwerk 990 001 030 201 und im Umdrehungszählwerk 1 000 000. Als weitere allgemeine Regel gilt nun, durch die geringste Zahl von Links- oder Rechtsumdrehungen der Kurbel dahin zu streben, dass im Hauptzählwerk von links nach rechts ohne Unterbrechung immer die Zahlen 9 oder die Zeichen 0 erscheinen, wobei man zu beachten hat, dass, wenn auch die Maschine auf Division steht, durch Rechtsumdrehungen die Zahl im Hauptzählwerk immer *grösser*, durch Linksumdrehungen aber immer *kleiner* gemacht wird. Gemäss der soeben erörterten Vorschrift bringen wir nunmehr Lineal und Schaltwerk wie folgt zu einander:

989899
990001030201

und erhalten durch *eine Rechtsumdrehung* der Kurbel im Hauptzählwerk 999 900 020 201 und im Umdrehungszählwerk = 990 000. Weiter bringen wir Lineal und Schaltwerk in die Stellung

989899
999900020201

und drehen abermals die Kurbel *einmal* nach *rechts* herum, wodurch sich das Hauptzählwerk auf 999 999 010 101 und das Umdrehungszählwerk auf = 989 900 stellt. Wird endlich Lineal und Schaltwerk in die Stellung

989899
999 999 010 101

gebracht und abermals die Kurbel *einmal rechts* herum gedreht, so erhält man im Hauptzählwerk 000 000 000 000 und im Umdrehungszählwerk als Quotient = 989 899, womit die Rechnung beendet ist.

Es könnte scheinen, als ob das gewählte Exempel zur Ausführung mit der Duplex-Maschine ganz besonders geeignet gewesen wäre und letztere in anderen Fällen nicht mit ähnlichem Erfolge oder ähnlicher Leichtigkeit zu Ausführungen von Divisionen benutzt werden könnte. Aus diesem Grunde soll das Verfahren noch an zwei Beispielen erläutert werden.

Gegeben sei als Dividendus 548 868 895 575, als Divisor 555 555. Nachdem beide Zahlen gestellt und die Maschine auf „Division" belassen worden ist, bringt man Lineal und Schaltwerk wie folgt zu einander:

555555
548868895575

und dreht die Kurbel einmal *links* herum, weil 548868 $> \frac{555555}{2}$. Dadurch erhält man im Hauptzählwerk 993 313 895 575 und im Umdrehungszählwerk 1 000 000. Nun gibt man dem Lineal die Stellung

555555
993313895575

und dreht die Kurbel einmal *rechts* herum, wodurch das Hauptzählwerk in 998 869 445 575 und das Umdrehungszählwerk in = 990 000 übergeht. Weiter wird das Lineal in die Stellung

555555
998869445575

gebracht und die Kurbel einmal nach *rechts*, wodurch im Hauptzählwerk 999 425 000 575, und dann noch einmal nach *rechts*, wodurch 999 980 555 575 entsteht, umgedreht. Das Umdrehungszählwerk ist hierbei von = 990 000 in = 988 000 übergegangen. Jetzt wird dem Lineal die Stellung

555555
999980555575

gegeben und die Kurbel *dreimal rechts* umgedreht, wodurch das Hauptzählwerk sich auf 999 997 222 225 und das Umdrehungszählwerk auf = 987 970 stellt. Endlich bringt man Lineal und Schaltwerk in die Stellung

555555
999997222225

und dreht die Kurbel fünfmal nach *rechts*, wodurch im Hauptzählwerk 000 000 000 000 und im Umdrehungszählwerk 987 965 erscheint und die Rechnung beendet ist. Man hat also mit *zwölf* Kurbelumdrehungen und *fünf* Linealverlegungen genau das erreicht, wozu man sonst *44* Kurbelumdrehungen und *sechs* Linealverlegungen nöthig hatte. Dabei war die Rechnung stets leicht zu übersehen.

Bei den soeben erörterten zwei Divisionsaufgaben führten die Lösungen *nur* auf Rechtsdrehungen der Kurbel, nachdem die Rechnung durch je eine Linksumdrehung eingeleitet worden war. Wir behandeln deshalb noch eine Aufgabe, wo die Umdrehungen der Kurbel bald Rechts-, bald Linksdrehungen sind. Es soll zu diesem Zwecke 510 555 045 mit 555 555 dividirt werden. Wir stellen diese zwei Zahlen wieder ein, bringen Lineal und Schaltwerk in die Lage

555555
000510555045

und drehen die Kurbel einmal *links* herum, wodurch das Hauptzählwerk in 999 955 000 045 und das Umdrehungszählwerk in = 001 000 übergeht. Geben wir jetzt dem Lineale die Stellung

555555
999955000045

so ist leicht einzusehen, dass wir nunmehr nicht wieder nach *links*, sondern nach *rechts* umdrehen müssen, weil wir im anderen Falle anstatt 9999 . . . . . . nur noch 9998 . . . . . im Hauptzählwerk erhielten, also einen Rückschritt in der Rechnung machen würden. Die einmalige *Rechtsumdrehung* der Kurbel stellt aber das Hauptzählwerk auf 000 010 555 545 und das Umdrehungszählwerk auf = 000 900. Nunmehr geben wir dem Lineal und Schaltwerk die Stellung

555555
000010555545

und drehen einmal nach *links* herum, wodurch im Hauptzählwerk 000 004 999 995 erscheint. Da nun aber 499 999 noch grösser als $\frac{555\,555}{2}$ und diesen Zahlen lauter Nullen vorausgehen, so dreht man noch einmal nach *links* und erhält 999 999 444 445 im Hauptzählwerk und = 000 920 im Umdrehungszählwerk. Bringt man nun endlich das Lineal in die Stellung

555555
999999444445

so sieht man sofort ein, dass eine *Rechtsumdrehung* der Kurbel im Hauptzählwerke lauter Nullen hervorbringen und das Umdrehungszählwerk auf = 000 919 stellen wird. Wir haben also, um die verlangte Division auszuführen, nur *fünf* Umdrehungen nöthig gehabt, während sonst *19* erforderlich waren.

Die *allgemeine* Divisionsregel für die Duplex-Maschine lautet wie folgt:

> Gehen dem Dividendus lauter *Nullen* voraus, so hat man die Kurbel fortgesetzt nach *links* herum zu drehen, so lange die unter dem Divisor ϱ stehende Zahl noch grösser als $\frac{\varrho}{2}$ ist; gehen dieser Zahl indess lauter *Neunen* voraus, so dreht man fortgesetzt *rechts* herum, so lange derselben noch mehr als $\frac{\varrho}{2}$ an 99999999 . . . fehlt.

Im Uebrigen ist es wenig belangreich, wenn eine Kurbelumdrehung einmal zu viel ausgeführt worden ist, da man sofort wieder durch eine entgegengesetzte Umdrehung dieselbe aufheben kann, ohne befürchten zu müssen, ein falsches oder auch nur unsicheres Resultat zu erhalten. Es sind dies Vorzüge der Duplex-Maschine, die jeder Rechner zu würdigen wissen wird. Die peinliche Aufmerksamkeit, welche die Thomas-Maschine bei ihrer Anwendung und vorzugsweise bei der Ausführung von Divisionen erfordert, ist hier nicht mehr im vollen Umfange nöthig, da zu jeder Zeit und an jeder Zahlstelle des Multiplicators oder Quotienten die Correctur schnell und sicher angebracht werden kann.

Ein weiterer Vorzug der Duplex-Maschine besteht darin, dass die Ziffern nahezu in der Ebene der Maschinenoberfläche erscheinen, also nicht, wie dies bei der Thomas-Maschine der Fall ist, tief liegen. Dadurch wird ein weit sichereres Ablesen ermöglicht, als es sich bei der versenkten Lage, die *Thomas* gezwungen war, seinen Zifferscheiben zu geben, ausführen lässt. Bei nicht ganz zweckmässiger Beleuchtung bietet sogar das Ablesen bei der Thomas-Maschine Schwierigkeiten oder erfordert doch eine ganz besondere Aufmerksamkeit.

Die etwas unpraktische und überaus leicht zerbrechliche Einrichtung, die *Thomas* der Auslöschvorrichtung gegeben, und die oft eine ganz unnatürliche Stellung der Finger und der Hand im Gefolge hat, ist bei der Duplex-Rechenmaschine ebenfalls vermieden worden. Das Auslöschen geschieht leicht und sicher, ohne den Druck einer Feder überwinden zu müssen.

Ein ganz besonderer Vorzug der Duplex-Maschine ist aber die *Zehnerübertragung bis zur höchsten Stelle in der Einerlage.* Die Thomas-Maschine wie alle ihr nachgebauten Maschinen leisten dies nicht, in Folge dessen allen unseren heutigen Rechenmaschinen eine Fehlerquelle anhaftet, die unbedingt das Vertrauen in die Sicherheit der Resultate beeinträchtigen muss, zumal die hier und da eingeführten Warnungsglöckchen nicht immer anschlagen. Schlägt aber das Warnungsglöckchen auch an, so bekundet doch nur die Maschine ihre Unfähigkeit, die verlangte Rechnung auszuführen. Bei feineren Rechnungen, namentlich bei der numerischen Auflösung verwickelter mathematischer Formeln wird man künftig kaum noch eine Rechenmaschine benutzen, die nicht die Zehnerübertragungen bis in die äussersten Stellen bewirkt.

Endlich hat die Duplex-Rechenmaschine noch den sehr beachtlichen Vorzug, dass sie viel kleiner als die Thomas-Maschine ist und sich dadurch um vieles handlicher erweist. Ganz wesentlich ist es aber, dass ihre einfache Construction — sie besitzt für jede Zahlstelle kaum ein Drittel der beweglichen Theile, die *Thomas* nöthig hat — eine grosse Dauerhaftigkeit verbürgt.

Im Uebrigen wird der hier beschriebene Apparat auch als *einfache Rechenmaschine* gebaut. Die sechsstellige Maschine, deren Leistungsfähigkeit immer noch die Thomas-Maschine übertrifft, da sie die Rückwärtsdrehung zulässt, hat sodann nur eine Grösse von rund 24×14 cm und dient ausserdem jedem Schreibtische als *Schmuckstück.* Sie wird sich ganz besonders zu Lohnberechnungen in Fabriken und industriellen Betrieben eignen, wie nicht minder Geometern, Technikern, Ingenieuren, Baumeistern und kaufmännischen Bureaus die vorzüglichsten Dienste leisten. Diese kleine sechsstellige Maschine ist natürlich die billigste und die Anschaffung Jedermann möglich, so dass sie schon aus diesem Grunde wie keine andere Rechenmaschine berufen ist, Gemeingut des rechnenden Publicums zu werden und die geisttödtende Arbeit der fortgesetzten Wiederholung des Einmaleins der Menschheit abzunehmen. Wer die Wohlthat des Maschinenrechnens und die damit verbundene absolute Sicherheit der Resultate nur einmal genossen hat, wird schwerlich wieder darauf verzichten wollen. Dabei hat die Rechenmaschine gegenüber der Schreibmaschine den grossen Vorzug, dass ihre Ausnutzung keine langwierige Einübung bedingt. Innerhalb 2 bis 3 Stunden eignet sich Jedermann diejenigen Kenntnisse und Fertigkeiten an, die zum ausgiebigen Gebrauche der Rechenmaschine nöthig sind.

Den Bau der Duplex-Rechenmaschine, die fast in allen Ländern patentirt ist, sowie den Bau ihrer einfachen Form hat ein geschickter und intelligenter Mechaniker, *Woldemar Heinitz*, übernommen, der in Dresden, Lortzingstrasse 27, zu diesem Behufe eine Fabrik errichtet hat. Die von ihm gelieferten Apparate werden überall wegen ihrer soliden Arbeit und eleganten Ausstattung uneingeschränkte Anerkennung finden.