Paul Mayet

Die Rechenmaschinen auf der Pariser Weltausstellung nach ihrer Verwendbarkeit im Kaiserlichen Statistischen Amt

Berlin 1900

Übertragen und bearbeitet von Stephan Weiss

Anmerkung des Bearbeiters

Der Verfasser besucht im Jahr 1900 die Weltausstellung in Paris und bewertet die ausgestellten Rechenmaschinen hinsichtlich ihrer Verwendbarkeit bei seiner Behörde, dem Kaiserlichen Statistischen Amt in Berlin. Wir lesen nicht nur seine Beschreibungen und Bewertungen der Maschinen sondern erfahren auch einiges über die Arbeit des Amtes und über die Rechenhilfen, die dort in Gebrauch sind. Hierzu gehören handelsübliche Rechenmaschinen ebenso wie Multipliziertafeln und sogar selbst gefertigte Rechenhilfen.

Der Bearbeitung liegt ein vervielfältigtes Manuskript in alter deutscher Schreibschrift zu Grunde. Angaben über Ort und Jahr der Erstellung des Originals fehlen. Sie lassen sich jedoch leicht ergänzen: das Kaiserliche Statistische Amt hatte seinen Sitz in Berlin, wo der Autor das

Manuskript nach seiner Rückkehr verfasste. Er besuchte die Pariser Weltausstellung von 1900. Diese Datierung wird durch die Auswahl der beschriebenen Rechenmaschinen, im besonderen durch die erwähnte Zurüchziehung der von Hamann ausgestellten Rechenmaschine (DRP 117682, Paul Haack, 14. Januar 1900) gestützt.
Textstellen, die sich mit einfachen typografischen Mitteln nicht nachbilden liessen, sind als Bild aus dem Original eingefügt. Die alte Schreibweise der Wörter ist durch die heutige ersetzt. Beibehalten wurde die eigenwillige Verwendung von Unterstreichungen und, wo möglich, auch die ursprüngliche Anordnung und Aufteilung des Textes, damit die Charakteristik des Manuskriptes zumindest annähernd gewahrt bleibt.

Stephan Weiss, März 2006

Die Rechenmaschinen
auf der Pariser Weltausstellung
nach
ihrer Verwendbarkeit im Kaiserlichen Statistischen
Amt.

Bericht
von
Professor Dr. P. Mayet,
Regierungsrath im Kaiserlichen Statistischen Amt.

Titelblatt

Inhaltsübersicht.

Inhaltsübersicht

Die Rechenmaschinen auf der Pariser Weltausstellung nach ihrer Verwendbarkeit im Kaiserlichen Statistischen Amt.

Bericht
von
Professor Dr. P. Mayet,
Regierungsrat im Kaiserlichen Statistischen Amt.

Inhaltsübersicht

1 In Klammern die Seitenzahlen in dieser Übertragung (Anm.d. Bearb.)

Von Rechenmaschinen fand ich auf der Pariser Ausstellung:

1. Burrough's Additionsmaschine, ausgestellt von der American Arithmometer Co., St. Louis.
2. Additionsmaschine, ausgestellt von Grimme, Natalis u. Co. in Braunschweig.
3. Rechenmaschine, ausgestellt von Arthur Burkhardt, Glashütte in Sachsen.
4. Arithmomètre, Machine à calculer (Systeme Thomas de Colmar) ausgestellt von Mr. L. Payen, 44 rue de Châteaudun, Paris.
5. Machine à calculer, „Dactyle“, ausgestellt von Chateau Père et Fils, 118, rue Montmartre, Paris.
6. Rechenmaschine Brunsviga (System W. Th. Odner), in Paris auch unter dem Namen La Rapide, ausgestellt von Grimme, Natalis & Co. in Braunschweig.

7. Rechenmaschine mit nur einem Schaltwerk, ausgestellt von Christian Hamann in Friedenau.
8. Goldman's Arithmachine, ausgestellt von der International Arithmachine Co., 144-149 La Salle St., Chicago, U.S.A.
9. Rechenstäbe von A. W. Faber in Stein bei Nürnberg.

Ich füge zur besseren Veranschaulichung Prospekte mit Abbildungen, kurzen Beschreibungen und Gebrauchsanweisungen für die Nummern 1, 3 bis 6 und 8 bei[2].

Die von Hamann ausgestellte Rechenmaschine (Nr. 7) aber, welche im Katalog als Eigentum der geodätischen Sammlung der Königlichen Landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin bezeichnet ist und als deren Erfinder ein Herr Paul Haak, Berlin, Königgrätzerstraße 40, genannt wurde, übergehe ich in der Besprechung, da sie aus Patentierungsrücksichten von der öffentlichen Ausstellung zurückgezogen war.

Noch eine der übrigen Maschinen, Nr. 5, „Dactyle“, darf aus der Betrachtung ausgeschlossen werden. Ich begab mich nach der genannten Fabrikationsstätte in der rue Montmartre und erbat mir die Erlaubnis, mit der genannten Maschine einige Stunden zur Probe arbeiten zu dürfen. Mir wurde bereitwillig ein Exemplar zur Verfügung gestellt und übte ich auf derselben ca. 3 Stunden die in der hier beigefügten[3] Anleitung angegebenen Beispiele durch. Mir schien die Maschine „Dactyle“ für uns zur Multiplikation und Division sehr nützlich und daher durchaus empfehlenswert. Über ihre Unterschiede von der „Brunsviga“ war ich mir jedoch nicht klar.

Eine nachträgliche Vergleichung zeigte, daß der einzige Unterschied im Namen liegt. Sie wird von Chateau Père et Fils im Auftrage eines M.

---

2 Wird hier nicht abgedruckt.
3 Wird hier nicht abgedruckt.

Rochefort (46 Boulevard Haussmann) gebaut und sollen in den letzten zwei Jahren ca. 1500 Stück davon abgesetzt sein.

Der Payen'sche Arithmomètre (System Thomas) ist von demselben Typ wie die Burkhardt'schen Rechenmaschinen. Da für uns nur das deutsche Fabrikat in Betracht kommen würde, stehen schließlich nur 6 von den Eingangs aufgezählten 9 Maschinen etc. zum Vergleich.

Ich will diese Rechenapparate nur unter dem Gesichtspunkt ihrer praktischen Anwendung bei den Arbeiten des Kaiserlichen Statistischen Amts betrachten, nicht unter dem ihrer Leistungsfähigkeit überhaupt. Das sind zwei sehr verschiedene Dinge; es können Maschinen für den Kaufmann, den Architekten, den Ingenieur u.s.w. ganz vortrefflich sein und doch für unser Bedürfnis nicht genügen.

In unserem Amt kommt es auf die Ausführung von Massenrechnungen, Rechnungen nur einfacher Art (Additionen, Subtraktionen, Multiplikationen, Divisionen), Rechnungen mit zuweilen sehr großen vielstelligen Zahlen und auf absolute kalkulatorische Genauigkeit bis in die letzte Stelle hinein an. Während in dem Rechnungsbuch des Kaufmanns Zahlen mit 9 Stellen (z.B. 7 Stellen für die Million und zwei Dezimalstellen) höchst selten sind und die Maschine daher auch nicht auf solche Resultate eingerichtet zu sein braucht, treten bei uns solche häufig auf, z.B. in der Statistik des Warenverkehrs, der der Ernte etc.; wir bedürfen deshalb Maschinen, die auch Resultate von sehr vielen Stellen geben. Teile eines Pfennigs sind dem Kaufmann, der den Einstandspreis seiner Waren pro Stück berechnet, gleichgültig, er rundet den Warenpreis dann doch nach oben auf; er kann sich daher mit einem Apparat begnügen, der nur diejenigen Zahlenstellen genau gibt, deren er bedarf (z.B. Rechenstab); die statistischen Proportionsrechnungen $^0/_0$, $^0/_{00}$, $^0/_{000}$ aber verlangen für ihre additionelle Abstimmung auf genaue 100.00, 1000.00, 10000.00, daß die Dezimalen bis in die 3^{te}, ja zuweilen sogar bis in die vierte Stelle genau bestimmt seien. – Quadrat- und Kubikwurzeln sind bei unseren Rechnungen nie zu ziehen; ein Apparat, der dies gestattet und sich dem Ingenieur dadurch empfiehlt, besitzt einen für uns überflüssigen Vorzug. – Da es sich bei uns um Massenrechnungen handelt muß die Handhabung wenig ermüden; etwas anderes ist es, ob täglich mit einer Maschine nur ½ bis 1 Stunde hintereinander zu rechnen ist oder wie bei uns stundenlang täglich während mehrerer Wochen oder alle Monate hindurch tausende von Exempeln herunterzu rasseln sind.

Nun kommt für die Gebrauchnahme neuer Maschinen aber ferner noch in Betracht, daß sie erstens bei uns mit den Leistungen sehr geübter Rechner und Arbeiter vorteilhaft konkurrieren und zweitens auch diejenigen Hilfsmittel und Maschinen, die bei uns schon in Gebrauch sind, an Leistungsfähigkeit übertreffen müssen.

Im übrigen gelten außerdem die Anforderungen die jeder Käufer einer Maschine stellt: Dauerhaftigkeit, seltene Reparaturbedürftigkeit und womöglich bei allen Vorzügen noch ein billiger Preis.

<u>Addition</u>

<u>Nur</u> „Additions“- Maschinen sind die unter 1. und 2. genannten. Diese Einseitigkeit in der Leistung ist für uns durchaus kein Nachteil, da wir die Addition von Millionen Ziffern zu besorgen haben, z. B. sind jährlich in der Abteilung des Warenverkehrs 13 Millionen Einzelanschreibungen der Zollämter zu addieren. In dieser Abteilung steht bei uns die Burrough'sche Additionsmaschine bereits in 13 Exemplaren in Arbeit. Mit ihr verglichen hat die „<u>Additions</u>“- Maschine von Grimme, Natalis & Co. zwar die Billigkeit im Preis voraus, gewährt aber sonst keine Vorteile. Bei beiden Maschinen geschieht die Operation durch Drücken von Tasten und eine Kurbeldrehung, beide Maschinen drucken den getasteten Betrag auf einen

automatisch fortschreitenden Papierbande ab, sodaß man eine Kopie der Addition erhält. Aber, während die Burrough'sche Maschine auch das Ergebnis der Addition, die Summe unter die Reihe der Summanden selbsttätig druckt, ist das Resultat bei der anderen Maschine abzulesen und mit der Hand auf den Papierstreifen zu setzen, was jedesmal eine unliebsame Unterbrechung der Rechenarbeit und Zeitverlust bedeutet. Während sich auf der Burrough'schen Additionsmaschine Zahlen bis zu einer 9 stelligen Summe (z.B. 9 999 999,99) addieren lassen, gestattet dieses die Grimme-Natalis'sche nur bis zu einer siebenstelligen Summe (99 999,99), was für die Warenverkehrszahlen nicht ausreicht.

Die Burrough'sche Maschine gibt, so lange sie in Ordnung ist und vorschriftsmäßig bedient wird, zwangsläufig sicher die auf dem Streifen abgedruckten Summanden aufsummiert an. Der kontrollierende Vergleich zwischen den einzelnen Posten des Urmaterials und der Zahlenreihe des Druckstreifens würde also, wenn die richtige Bedienung durch Einübung des Personals und eindringliche Oberaufsicht gesichert ist, eine zweimalige Rechnung bloß zur Kontrolle des Resultats unnötig machen. Es ist aber zu berücksichtigen, daß der Mechanismus aus ca. 1200 Einzelteilen besteht und wenn sich die Maschine bei richtiger Bedienung auch als sehr haltbar erweist, Auslaufen und Lockerung einzelner Teile schließlich doch vorkommen. Es muß daher durch tägliche Zweimalrechnung eines Teiles der Tagesarbeit jeder Maschine systematisch die Sicherung gegeben werden, daß, falls wirklich einmal eine Maschine infolge Reparaturbedürftigkeit zu falschen Resultaten kommt, dieses sofort bemerkt und das gesamte , am letzten Tage erzielte, Arbeitsergebnis dieser Maschine verworfen werden kann. Und so wird in der Tat bei uns verfahren. Wird ein neuer Arbeiter eingestellt, so ist in den ersten Wochen bis er vollständig eingeübt ist, sein ganzes Arbeitspensum nachzuprüfen, da es leider einen Fall gibt, wo durch falsche Behandlung der Maschine der Betrag zwar gedruckt auf dem Papierbande erscheint, aber in der Totalsumme fehlt. Die „Gebrauchsanweisung“ gibt in dem §9, der von den Folgen der Unachtsamkeit handelt, dafür ein Beispiel[4]. Die Post, bei der eine sehr große Anzahl Burrough'scher Maschinen zur Prüfung der Geldverkehrsnachweise pp. in Arbeit steht, ist insofern viel günstiger wie wir gestellt, als bei ihr bereits die durch Handrechnen erlangten fertigen Resultate vorliegen und so nicht nur die Maschine deren Richtigkeit, sondern auch jene die fortdauernde Zuverlässigkeit der benutzten Maschine fortwährend prüfen und erkennen lassen, zweimaliges Zur-Kontrolle-Rechnen also überhaupt nicht, auch nicht einmal in Stichprobe, nötig wird.

Alle diejenigen Rechenmaschinen, deren Multiplikationsverfahren auf der Wiederholung von Additionen beruht, die also z. B. anstatt 5×8 direkt zu bilden eigentlich 8+8+8+8+8 aufaddieren, lassen sich natürlich auch zur Addition benutzen. Es sind dieses unter den Eingangs genannten Maschinen und Apparaten alle übrigen mit Ausnahme der Faber'schen Rechenstäbe; sie sind aber durchgängig deshalb für den Additionsgebrauch bei der Warenverkehrs-Abteilung unvorteilhafter als die Burrough'sche, weil sie weder die in die Maschine gegebenen Summanden noch die Summe selbsttätig in Listenform abdrucken. Ein Verlesen, bei Diktat Verhören, ein Vergreifen bei der Einstellung einer Summandenzahl ist also nachträglich nicht mehr zu erkennen; es muss deshalb stets zweimaliges Rechnen erfolgen. Außerdem muß das erscheinende Resultat mit der Hand in die aufzustellende Liste geschrieben werden.

Nebenumstände können aber einer auch addierenden Rechenmaschine, welche weder die Posten noch das Ergebnis druckt, doch den Vorzug vor

4 „In diesem Beispiel ist die Totalsumme um 20,45 zu klein. Der Grund ist, daß, nachdem diese Zahl gedruckt war, aus Versehen die Additionstaste niedergedrückt und festgehalten wurde, bevor die Handkurbel den Rückweg antrat. Die Folge ist, daß diese Zahl nicht in den Additions-Mechanismus aufgenommen wurde und so erscheint sie zwar gedruckt, aber nicht in der Totalsumme.“

der Burrough'schen verschaffen. Nehmen wir als Beispiel die Krankenversicherungs-Statistik. Hier sind für 22 600 Kassen ca. 3,5 Millionen Posten jedenfalls einmal, mit Kontrolle ca. 5 Millionen Posten, zu addieren, und zwar in drei Massen, für welche die Nebenumstände verschieden liegen. Erstens sind in jeder einzelnen Kassen-Nachweisung die Monats- (beziehungsweise Vierteljahres-) Zahlen der männlichen und weiblichen Mitglieder zu addieren für Berechnung einer durchschnittlichen Mitgliederzahl, mit Kontrollen zusammen 2×405 000 = 810 000 Posten. Außerdem sind aber in jeder Kassennachweisung auch 45 Geldposten aufzuaddieren. Die Geldeinträge machen zusammen, einmal gerechnet, 917 000 Posten aus. Eine zweite Kontroll-Berechnung ist dann unnötig, wenn die Rechnung im Kaiserlichen Statistischen Amt zu denselben Summen, wie sie die Kasse selber berechnet hatte, führt. Im Ganzen darf man bei dieser Masse rund 1,2 Millionen Posten ansetzen. Zusammen mit Obigem also rund 2 Millionen Posten.

Die Ergebnisse werden in jeder Nachweisung gleich an der richtigen Stelle mit Bleistift vermerkt. Das gedruckte Papierband der Additionsmaschinen Nr. 1 und Nr. 2 gewährt hier also gar keinen Vorteil und die übrigen Maschinen Nr. 3, 4 und 6 sind ihrer Größe wegen zu unbequem, weil man fortwährend die Körperstellung zwischen ihnen und dem Blatt der Kassen-Nachweisung hin und her zu wechseln hätte. Hier wird sicher schneller von Hand gerechnet als mit ihnen.

Nun sind aber noch die Grundübersichten, die jede einzelne Zahl aus den 22 600 Kassen-Nachweisungen übernehmen und damit die Grundlage für Aufstellung der veröffentlichten Tabellen bieten, mit 88 Spalten vorhanden. Unter Fertigung auch der Generalzusammenstellungen für Bezirke, Provinzen etc. erfordern die Grundübersichten jedenfalls die einmalige Addition von 2 072 000 Posten. Ein Teil der Ergebnisse kontrolliert sich gegenseitig und bedarf deshalb nicht der Doppelrechnung, ein anderer verlangt sie.

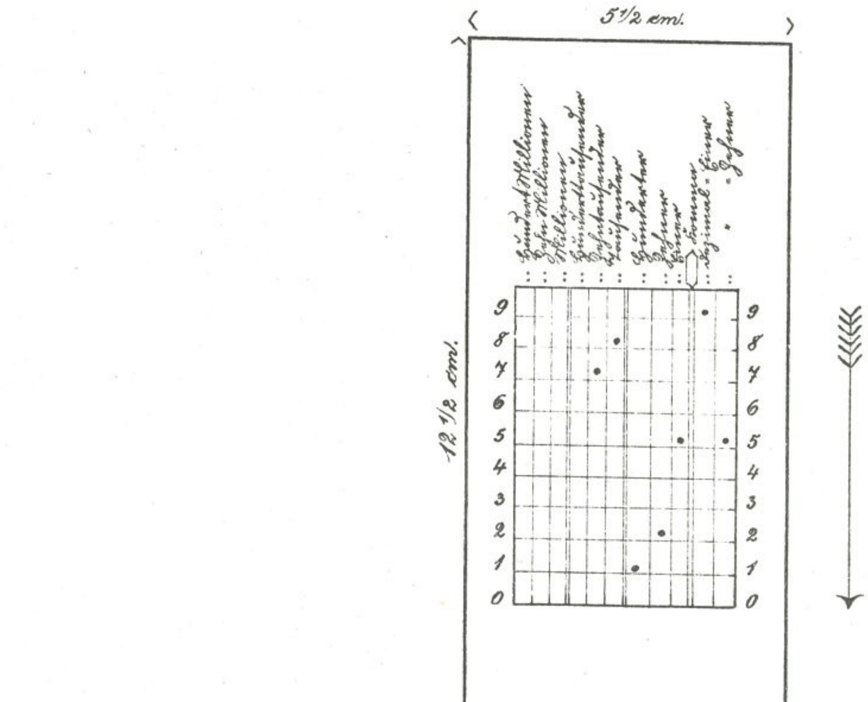
Für den ersteren Teil (er mag ca. 1 Million Posten umfassen) ist Handrechnung vorteilhafter als Benutzung der Burrough'schen Maschine, weil für letztere die großen Bogen der Grundübersichten unbequem sind. Während sich dem Auge des Tippers die Posten des Warenverkehrs, die auf einzeiligen Papierstreifen stehen, immer an derselben Stelle darbieten und automatisch von der Maschine ausgewechselt werden, hat der Tipper auf dem großen Bogen der Grundübersichten der Krankenversicherung die zu tippende Zahl an stets wechselnder Stelle mit dem Auge zu suchen. Hier kann nur helfen, daß eine zweite Person die Zahlen vorliest, die der Tipper maschinell zu addieren hat. Der Verwendung von 2 Personen gegenüber ist das Handrechnen aber vorteilhafter.

Diejenige Masse der Posten jedoch, für welche das Handrechnen Doppelrechnung erfordert – ca. 1 Million 2 mal = 2 Millionen Posten –, erlaubt vielleicht eine vorteilhafte Konkurrenz der Burrough'schen Maschine, aber nur, wenn letztere von sehr gut eingeübtem Personal bedient ist. Von der Eingeübtheit sowohl des Tippers als des Personals hängt die Schnelligkeit des Maschinenrechnens ab.

Es könnte aber sehr wohl sein, daß sich Goldman's Arithmachine für alle Additionsarbeiten der Krankenversicherungsabteilungen – also für 5 Millionen Posten – vorteilhaft verwenden ließe. Ihr großer Vorzug besteht in ihrer Kleinheit und der Einfachheit ihrer Handhabung. Die ist nur 12 cm lang, 2 cm hoch und 4 cm breit, wiegt nur 500 gr und läßt sich wie ein kleines Lineal bequem über das aufzurechnende Blatt von Posten zu Posten mit der linken Hand schieben, während die rechte Hand die Manipulationen ausführt. Das Auge hat so an der Stellung der Maschine auf dem Blatt seinen bestimmten Halt. Die beste Stellung der Arithmachine auf dem Papier für Aufrechnung einer Spalte ist die, daß man mit dem obersten Posten beginnt, und die Maschine genau oberhalb desselben plaziert, die Ziffern des obersten Postens auf der Maschine markiert, nun sie um eine Zeile tiefer schiebt (so daß der bereits berücksichtigte Posten verdeckt ist) und nun den nächsten Posten markiert. Dieses Markieren oder Eintragen auf der Maschine ist höchst einfach.

Das Zahlenfeld der Maschine, die hier in ihrer natürlichen Größe (für 11 Stellen) abgebildet ist, ist klein und übersichtlich. Jede Zahl erscheint der Stelle nach an ihrer natürlichen Stelle, genau wie in der Schrift, und das Formular der Grundübersichten der Krankenversicherung kann leicht in solchen Abmessungen liniiert werden, daß die Stellenspalten der Maschine mit den Stellenlinien der Formularspalten genau übereinstimmen.

Der Arithmometer in natürlicher Größe[5]



5 Die Beschriftungen in der Zeichnung lauten:
oberhalb des Zahlenfeldes v.l.n.r.: „hundert Millionen, zehn Millionen, Millionen usw. bis Zehner, Einer, Komma, Dezimal-Einer, Dezimal-Zehner“,
links unten: „Am unteren Rand der Maschine außerhalb derselben, der oberste Posten auf dem Blatt der Grundübersichten:“ (Anm. d. Bearb.)

Das Markieren geschieht durch einen Griffel, der mit leichtem Druck auf den Platz der zu addierenden Ziffer aufgesetzt und die wenigen Zentimeter (in der Richtung des Pfeils) bis zum unteren Rande des Zahlenfeldes geführt wird. Dabei nimmt er ein geripptes leicht biegbares Bleiband mit sich, welches auf die unter ihm liegenden Räder des Mechanismus wirkt. Das Resultat, hier die Zahl 78 125,95, erscheint in einer Fensterreihe, die oberhalb des Zahlenfeldes angebracht ist.

Die Maschine wird nun zu dem nächsten Summandus herabgerückt und dessen Ziffern markiert, dann erscheint in der Fensterreihe sofort die Nummer der beiden bisher markierten Zahlen. Das Aufsetzen des Griffels am richtigen Zahlenplatz und seine Bewegung von dem Platz der Zahl bis zum untern Rande des Zahlenfeldes nimmt nicht mehr Zeit fort, als das Schreiben derselben Zahl auf dem Papier. So viel Zahlen als ein Kopist in einer Stunde hintereinander abschreiben kann, addiert die Maschine in einer Stunde und gibt von Posten zu Posten das bis dahin erreichte Ergebnis (die Summe) in der Fensterreihe an.

So gut wie ein Verschreiben des Kopisten auf dem Papier kommt auch ein versehentlich unrichtiges Aufsetzen des Griffels des Maschinenrechners vor. Es kann, sobald es bemerkt wird, ohne Löschung des bisher erreichten Resultats korrigiert werden, da die Maschine auch das Subtrahieren gestattet. (Von dem Subtrahieren auf dieser Maschine handle ich weiter unten).

Die Spaltensumme ist schließlich im Fenster abzulesen und handschriftlich auf den Bogen der Grundübersichten zu übernehmen. Die Addition kann bis 999 999 999,99 fortgesetzt werden.

Soll eine neue Rechnung begonnen werden, so löscht man durch einige Drehungen (zwei Halbdrehungen) eines kleinen Rades, welches rechts an der Maschine angebracht ist, die Zahlen aus den Fenstern aus (d.h. bringt sie auf 000 000 000,00) und damit ist dann auch die Maschine selbst zu neuer Arbeit fertig.

Für einen guten Kopfrechner – und das sind die meisten unserer Herren Kalkulatoren – geht das Rechnen mit der Goldman'schen Maschine noch schneller als ein Kopist Zahlen schreiben kann. Ein guter Kopfrechner wird nämlich gar nicht alle Einzelposten auf der Maschine markieren, sondern so viele im Kopf zusammenrechnen als er bequem leisten kann und dann nur diese Zwischensumme statt der Einzelposten auf der Maschine markieren. Das entlastet dann sein Gedächtnis von der Anstrengung, sich die durch die Summierung vergrößerten Zahlen geistesgegenwärtig zu halten. Die Maschine tritt als sein Gedächtnis ein, und nicht nur dies, sondern sie vollzieht gleich weiter die Zuaddierung jeder neuen Zwischensumme zu dem bisherigen Summierungsergebnis.

Beispiel[6]

Zu addierende Posten	Er rechnet im Kopf zusammen die Klammer	und markiert auf der Maschine	Die Maschine zeigt als Ergebnis im Fenster
450,23	}	462,43	462,43
12,20			
500,00			
6,90	}	510,00	972,43
3,10			
255,10			
40,00			
50,00	}	550,10	1 522,53.
5,00			
200,00			
1 522,53			

Diese Maschine wird daher auch den allerbesten Additionsrechner noch fördern; sie wird auch einem solchen stets eine zeitsparende und Geistesanstrengung abnehmende Hilfe sein.

6 Die Spaltenüberschriften lauten v.l.n.r: Zu addierende Posten – Er rechnet im Kopf zusammen die Klammer – und markiert auf der Maschine – die Maschine zeigt als Ergebnis im Fenster (Anm. d. Bearb.)

Subtraktion

Subtraktionen sind in größerer Menge im Kaiserlichen Statistischen Amt vorzunehmen bei Berechnung des absoluten Zuwachses in der Bevölkerungs-, Vieh-, Anbau-, Forst- pp. Statistik. Ihre Masse ist aber verschwindend gegenüber der der Additionen. Sie werden bis jetzt alle von Hand gerechnet, da das Einstellen sets zweier neuer Zahlen auf den Maschinen Nr. 3 und 6 (Burkhardt und Natalis-Grimme) Drehung der Kurbel, Abschreiben des Resultats und Klarmachens der Maschine viel mehr Arbeit, als bei Handrechnen das Schreiben der Ziffern und die erforderliche Denktätigkeit des Abziehens verursacht. Das wird selbst gegenüber der Goldman'schen Arithmachine gültig bleiben, obgleich diese im Vergleich mit der Burkhardt'schen Maschine zwei und gegenüber der Brunsviga eine Manipulation weniger erfordert (bei der ersteren weniger die Stellung des Subtraktionsknopfes und Drehung der Kurbel, bei der letzteren Rückwärtsdrehung der Kurbel).

Auf der Goldman'schen Maschine wird nämlich jede Ziffer des Diminuendus nur an einem anderen Platz des Zahlenfeldes markiert, dann aber genau wie eine zu addierende behandelt.

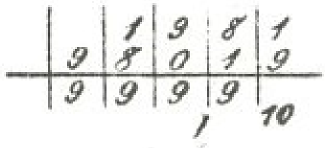
Wie dieses zu ermöglichen, zeigt das folgende Beispiel. Ich soll von 453,26 19,81 abziehen. das ergibt bei Handrechnung so:

$$\begin{array}{rr} & 453,26 \\ - & 19,81 \\ \hline & 433,45 \end{array}$$

Zu demselben Ergebnis komme ich, wenn ich zu 453,26 addiere 980,19 und subtrahiere 1000,00:

$$\begin{array}{rr} & 453,26 \\ + & 980,19 \\ \hline & 1433,45 \\ - & 1000,00 \\ \hline & 433,45 \end{array}$$

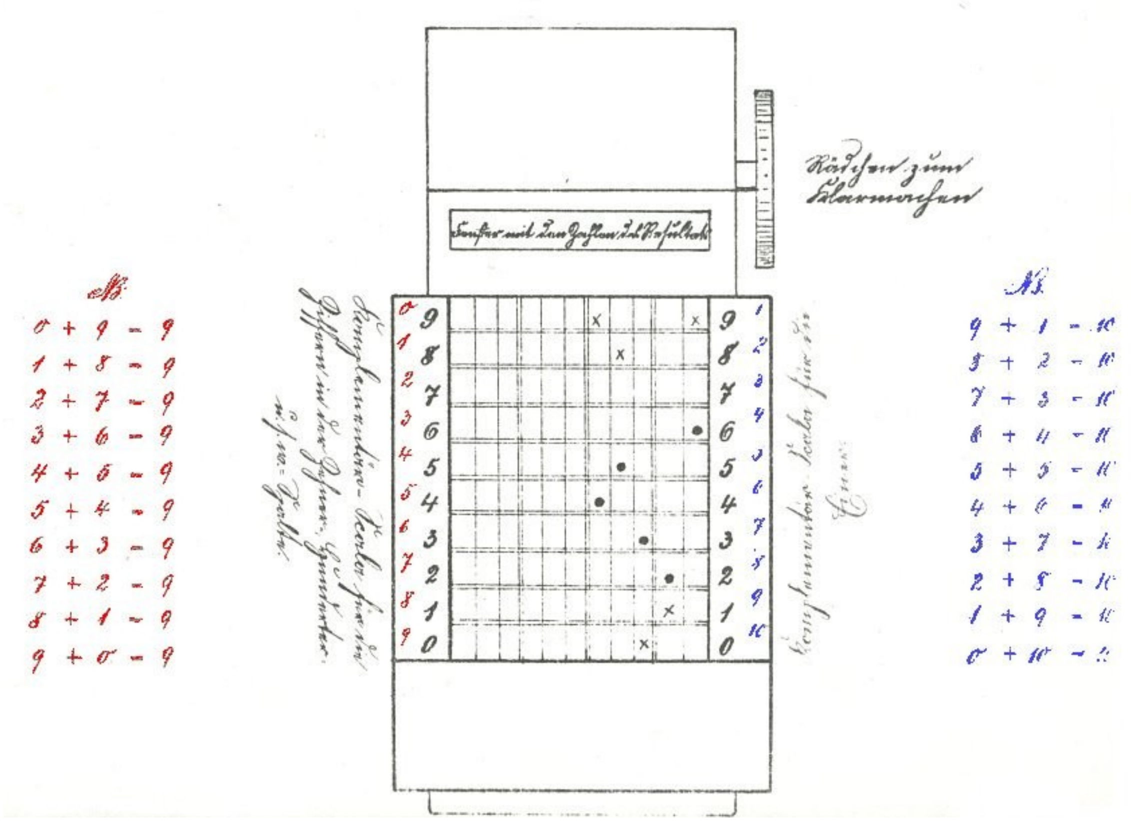
Man bemerke, daß 19,81 + 980,19 = 1000 ist. Man bemerke ferner, daß, wenn man diese beiden Zahlen untereinanderstellt



die Summen jeder Spalte (abgesehen von der Spalte der Einer) gleich 9, in der Spalte der Einer aber gleich 10 ist.

Die „Berechnung“, welche Zahl in solcher Weise zu 19,81 komplementär ist, daß sie gerade 1000,00 ergibt, wird dem Benutzer der Goldman'schen Arithmachine dadurch erspart, daß für die Markierung des Subtrahendus zwei andere Zifferskalen gelten als für die früher angeführten.

Beispiel[7]



7 Die Beschriftungen in der Zeichnung lauten:
über dem Zahlenfeld: „Fenster mit den Zahlen des Resultats“,
rechts neben dem Drehknopf: „Rädchen zum Klarmachen“,
links vom Zahlenfeld: „Komplementär-Skala für die Ziffern in der Zehner-, Hunderter- u.s.w. Spalte“,
rechts neben dem Zahlenfeld: „Komplementär-Skala für die Einer“ (Anm. d. Bearb.).

In dem angeführten Beispiel markieren wir 453,26 mit schwarzen Punkten, und statt des Betrages 19,81 markieren wir 019,8 nach der roten Skala links, für die 1 aber richten wir uns nach der blauen Skala rechts.

Wenn wir jetzt die gesetzten roten und blauen Zeichen nach den Ziffern der schwarzen Skala wiedergeben, so haben wir offenbar auf der schwarzen Skala markiert: 980,19. Das war aber gerade die Komplementär-Ziffer , durch deren Addition wir ein Ergebnis erhielten, das genau um 1000 größer war, als das Ergebnis der richtigen Subtraktion.

Indem man sich also für die Markierung des Subtrahendus der roten und blauen Skala bedient, im Übrigen aber ganz ebenso wie beim Addieren verfährt (d.h. den Griffel aufdrückt und den markierten Punkt bis an den unteren Rand des Zahlenfeldes führt), hat man Subtraktion ganz bequem und ohne Rechnung in Addition verwandelt; nur muß man von dem im Fenster („Indikator“) erscheinenden Resultat ~~1~~433,45 die zu Beginn des Betrages stehende 1 fortstreichen.

Wie schon oben gesagt, wird man diese Subtraktion auf der Goldman'schen Arithmachine aber nur zum Korrigieren von Irrtümern, die man bei der Addition begangen hat, gebrauchen. Im Allgemeinen mag man alle Subtraktionen von Hand machen.

Multiplikation

Multiplikationen sind bei uns in großer Masse erforderlich, z. B. 360 000 Multiplikationen in der Jahresabteilung des Warenverkehrs, um aus den berichteten Ein- und Ausführungen mittelst der geschätzten Preise die Ein- und Ausfuhrwerte zu berechnen, 16 800 in der landwirtschaftlichen Abteilung, um aus den im Juni berichteten Anbauflächen und den im November berichteten Hektardurchschnittserträgen die Erntemengen zu berechnen. Hierbei sind die Kontrollnachrechnungen bereits berücksichtigt.

Die größte Masse der Multiplikationen, die im Amt auszuführen sind, rührt aber aus der rechnerischen Umwandlung von Divisionsaufgaben in Multiplikationen her. Wenn nämlich eine ganze Reihe von Divisionsaufgaben mit stets wechselndem Dividendus, aber stets gleichbleibendem Divisor vorliegt, ist es vorteilhafter, statt mit dem Divisor zu dividieren, mit der „Reziproken“ des Divisors zu multiplizieren. Multiplikation ist ebensowohl beim Hand- als beim Maschinenrechnen bequemer, denn sie erfordert dort weniger Schreiberei, hier weniger Manipulationen.

Beispiel der Umwandlung von Divisions- in Multiplikationsaufgaben

Im Vierteljahresheft 1894 IV werden die Ergebnisse der 1893er Erhebung über die landwirtschaftliche Bodenbenutzung mitgeteilt. Tabelle II teilt die absoluten, Tabelle VI die relativen Zahlen des Anbaues der verschiedenen Früchte, letztere im Verhältnis zur Fläche des Acker- und Gartenlandes mit. So hatte Regierungsbezirk Königsberg Acker und

Gartenland zusammen	1 175 705,6 ha
davon:	
Winter-Weizen	61 551,3 "
Sommer-Weizen	6 162,4 "
Winter-Roggen	255 443,5 "
Sommer-Roggen	10 386,4 "
u. s. w.	

So wird die Verteilung des Acker-pp. Landes dieses Regierungsbezirks auf 92 Kulturen nachgewiesen.

Tabelle VI gibt als Prozente der Regierungsbezirk-Königsberger Acker pp. Fläche an:

für Winter-Weizen	5,24 %
" Sommer-Weizen	0,52 "

"	Winter-Roggen	21,73 "
"	Sommer-Roggen	0,88 "

u. s. w.. im Ganzen 92 Prozentzahlen.

Diese wurden auf folgende Weise gefunden:

61 551,3 = x_1 % von 1 175 705,6
6 162,4 = x_2 % " "
255 443,5 = x_3 % " "
10 386,4 = x_4 % " "

Also x_1 ist $= \frac{61\,551{,}3 \times 100}{1\,175\,705{,}6}$

x_2 " $= \frac{6\,162{,}4 \times 100}{1\,175\,705{,}6}$

x_3 " $= \frac{255\,443{,}5 \times 100}{1\,175\,705{,}6}$

x_4 " $= \frac{10\,386{,}4 \times 100}{1\,175\,705{,}6}$.

Statt in der That jeden der Posten mit 1 175 705,6 zu dividiren, wird die Reziproke, d. i. $\frac{1}{1\,175\,705{,}6}$ berechnet. Sie ist = 0,0000008505530636.

Man hat also

x_1 0,615513 × 8,505536036
oder abgekürzt 0,6155 × 8,5055
mal 5,2351 % ergiebt.

x_2 0,61624 × 8,5055
mal 5,2414 % ergiebt

u. s. w.

Nächst den Additionen sind die Prozentberechnungen, und namentlich solche, bei denen der Divisor einer Anzahl von Malen derselbe bleibt – in obiger Beispielsreihe bleibt 92 mal derselbe Divisor –, die am häufigsten zu vollziehenden Rechnungsoperationen. Von ihrer Massenhaftigkeit mag Folgendes einen Begriff geben: Es erfordert (unter Berücksichtigung auch der Kontrollnachrechnungen) die Kriminalstatistik jedes Jahr ca. 24 300 Prozent-Berechnungen und jedes fünfte Jahr, bei Feststellung der Kriminalität nach Kreisen, noch 10 800 Prozent-Berechnungen mehr, zusammen rund 35 000. Der Volkszählungsband Nr. 68 erforderte ca. 38 000 Verhältnisberechnungen, die Bearbeitung der landwirtschaftlichen Bodenbenutzung 1893 schon allein für die Tabellen IV, V und VI 2 × 12 600 = 25 200, die der forststatistischen Erhebungen 1893 rund 8 000, die der Viehzählung 1892 rund 11 000 Prozentberechnungen neben 10 800 Durchschnittsrechnungen. Der Entwurf der Ausarbeitung einer beruflichen Morbiditäts-Statistik nimmt als Mindestzahl 600 000, als Höchstzahl 725 000 Prozentberechnungen in Aussicht.

Von jeher haben unsere Rechner gesucht, sich Erleichterung bei der Arbeit der Multiplikation zu schaffen. Das einfachste leicht selbstgeschaffene Mittel für jede Mehrzahl von Fällen mit einem gleichbleibenden Multiplikandus bietet der selbst berechnende „Rechenknecht“. Also für obiges Beispiel:

8,5055	× 1 =	8,5055
	× 2 =	17,0110
	× 3 =	25,5165
	× 4 =	34,0220
	× 5 =	42,5275
	× 6 =	51,0330
	× 7 =	59,5385

$$\times 8 = 68{,}0440$$

$$\times 9 = 76{,}5495$$

Es gewährt sicher eine große Erleichterung, wenn die Teilprodukte bei handschriftlicher Multiplikation gleich abgeschrieben werden können:

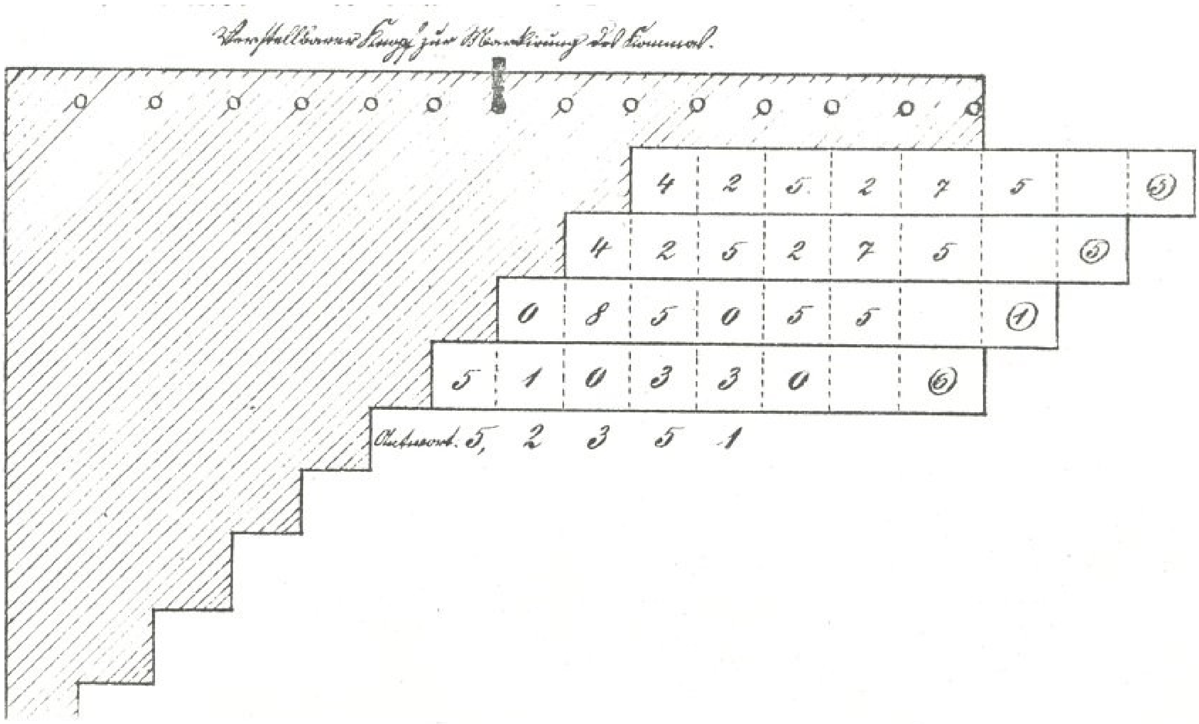
```
   8,5055
   0,6155
   ------
   425275
  425275
  85055
 510330
---------
5,23513525
```

Die Arbeit des <u>Abschreibens</u> wird dem Rechner durch eine Erfindung des dem Kaiserlichen Statistischen Amt angehörenden Herrn Sekretärs Göbbels, von ihm „<u>Kantelrechenapparat</u>“ genannt, erspart. Eine Anzahl Herren im Kaiserlichen Statistischen Amt, die sich den nur 1 bis 2 M. kostenden Apparat auf eigene Kosten haben herstellen lassen, arbeiten mit ihm. (Im Handel bisher nicht zu beziehen).

Der Apparat besteht aus einer kleinen Holzplatte, welche treppenförmig eingesägt ist. In diese Abstufungen passen kleine Kantel, welche mit Schiefer beklebt sind.

Die Produkte des gleichbleibenden Multiplikandus mal 1 bis 9 werden mit Schieferstift je einmal auf den Kantel geschrieben, der mit dem betreffenden Einer-Multiplikator bezeichnet ist. Da derselbe Einer-Multiplikator öfter als einmal vorkommen kann, ist die Zahl der Kantel größer als 9. Obiges Multiplikationsbeispiel stellt sich mit dem Kantel-Apparat, wie folgt, dar[8]:

8 In der Zeichnung steht über dem Brett „Verstellbarer Knopf zur Markierung des Kommas“ (Anm. d. Bearb.)



Ist nur auf 2 Dezimalen richtig zu rechnen, so bleiben die von der 5 Stelle an unberechnet. Die angelegten Kantel ersparen das Berechnen und das Schreiben der Zwischenprodukte; nur die sich ergebende Antwort wird geschrieben. Sind das Stufenbrett und die Kantel kleiner dimensioniert, bieten die Kantel, statt 1 cm × 1 cm wie oben, z.B. nur ½ cm × ½ cm Fläche für die einzelne Ziffer, so kann der Apparat bei der Arbeit stets so gelegt werden, daß die Antwort gleich an die richtige Stelle des Manuskripts kommt und sogar jede Abschrift des Ergebnisses aus einem Brouillon[9] vermieden wird. Ist die Anzahl der bezüglichen Exempel mit einem gleichen Multiplikandus eine genügende, so erreichen die Leistungen der Arbeit mit dem Kantelrechenapparat die der besten Maschine. – Nach dem Gebrauch werden die Ziffern von der Schieferfläche mit Schwamm weggewischt und für die nächste Exempelreihe ein anderer fauler Knecht aufgeschrieben.

9 Brouillon der; -s, -s <aus gleichbed. fr. brouillon>: erster schriftl. Entwurf, Skizze (Das Große Fremdwörterbuch, Dudenverlag 2003, Anm. d. Bearb.).

Bei stets wechselnden Multiplikanden versagt der Göbbel'sche Kantel-rechenapparat. Für solche Aufgaben werden bei uns von einzelnen Rechnern Crelle'sche Rechentafeln viel gebraucht[10]. Selbstverständlich auch bei mehrmals gleichbleibendem Multiplikandus. So lange es sich nur um Faktoren unter Tausend handelt, lassen sie das Ergebnis fertig ausgerechnet einfach abschreiben, handelt es sich um Multiplikationen mit noch so großen Faktoren, so stellen sie ein großes „Ein mal Eins mit je dreistelligen Zahlen“ dar, sie lassen so alle Zwischenprodukte abschreiben und überlassen dem Rechner nur die Summierung der Zwischenprodukte. Diese Crelle'schen Rechentafeln sollten bei uns in viel reichlicherer Anwendung sein; es sollte in der Tat jeder Rechner mit ihnen umzugehen wissen. Man kann nicht jeden Rechner mit einer teueren Rechenmaschine ausrüsten, aber leicht die genügende Anzahl Crelle'scher Rechentafeln in der Bibliothek des Amts zur Verfügung stellen. Bis jetzt genügen leider die zwei hier vorhandenen Exemplare.

Die Crelle'schen Tafeln bilden einen dicken Folioband von 57 Druckbogen; das Arbeiten mit ihm erfordert ein fortwährendes Hin- und Herblättern. Sie könnten für den Gebrauch bei einer Neuauflage von dem Verleger leicht praktischer gestaltet werden, wenn ein am rechten Rande in stufenförmigen Ausschnitten angebrachter äußerlich lesbarer Index das Greifen der richtigen Blätter erleichterte, ein Index, wie er bei Personalregistern, Briefordnern, Weinlisten u.s.w. ja häufig angewendet wird. 25 Stufen für je 40 Multiplikatoren ließen sich bequem anbringen.

Diese nicht genügend praktische äußere Ausstattung der Crelle'schen Rechentafeln hat veranlaßt, daß man nach einem handlicheren Hilsfmittel Verlangen trug. Ein von dem Sekretariats-Assistenten in unserem Amt

10 Ihr etwas langatmiger Titel ist: Dr. A. L. Crelle's Rechentafeln, welche alles Multiplizieren und Dividieren mit Zahlen unter Tausend ganz ersparen,bei größeren Zahlen aber die Berechnung erleichtern und sicherer machen. Mit einem Vorwort von Dr. C. Bremiker. Fünfte Stereotypausgabe, Berlin 1880.

Herrn Lange erfundener „Stabrechenapparat“ (zu beziehen von Richard Münch, Charlottenburg, Berliner Straße 110) wird von guten Kopfrechnern mit vielem Vorteil und gern zu Multiplikationen angewendet.

Dieser Apparat gibt die Produkte nicht vollständig fertig zum Abschreiben, sondern das ablesbare Brouillon-Ergebnis erfordert noch Rechenoperationen, ehe das Ergebnis niedergeschrieben werden kann.

Beispiele

Erste Aufgabe: 202122 × 19

a. Bei handschriftlichem Rechnen:

1819098
202122
3840318

b. der Lange'sche Rechenapparat läßt ablesen

03 | 80 | 03 | 99 | 04 | 18.

Zur Niederschrift des Ergebnisses ist noch nötig, daß die innen zwischen den starken schwarzen Linien stehenden Zahlenglieder, wie die unten beigesetzten Zusammenziehungsklammern es andeuten, addiert werden:

03 | 80 | 03 | 99 | 04 | 18
83 1|03
84 03 18.

Ein geübter Kopfrechner vollzieht diese kleinen Additionen so blitzschnell und so sicher, daß er beim Anblick der vom Stabrechenapparat gebotenen Brouillonzahl sofort das richtige Endergebnis ohne Zögern hinschreibt. Wer das nicht leisten kann, sollte sich diesen Apparat nicht wählen.

Zweite Aufgabe: 202122 × 1819

a. bei handschriftlichem Rechnen:

1819098
202122
1616976
202122
367659918

b. der Lange'sche Stab-Rechenapparat läßt als Brouillon-Ergebnis ablesen:

(für den Multiplikator 18:)	03	60	03	78	03	96
(für den Multiplikator 19:)	03	80	03	99	04	18,

der Rechner liest diese Produkte, wie folgt:

3638196
3840318.

Unter Berücksichtigung des Umstandes, daß der Multiplikator 18, seiner Stellung nach, 1800 bedeutet, schreibt er die beiden Zwischenprodukte nieder und gewinnt durch Addition das Endprodukt:

entweder

$$\begin{array}{r} 36\,38\,196 \\ 38\,403\,18 \\ \hline 36\,76\,599\,18 \end{array}$$

oder

$$\begin{array}{r} 38\,40\,318 \\ 36\,38\,196 \\ \hline 36\,76\,599\,18. \end{array}$$

Bei handschriftlichem Rechnen hatte der Rechner zu schreiben 5 Zeilen, bei Stabrechnen 3 Zeilen; bei handschriftlichem hatte er 24 Multiplikationen einstelliger Zahlen im Kopf zu bewerkstelligen, bei Stabrechnen keine Multiplikation, dafür aber 4 Additionen je 2 zweistelliger Zahlen; beim Handrechnen sind 4 Zeilen, bei Stabrechnen nur 2 Zeilen aufzuaddieren. Die Arbeitsersparnis tritt also deutlich hervor. Dafür hat der Stabrechner aber das Auswählen der drei Stäbe 20, 21 und 22 für den Multiplikandus 20 21 22, ihr Aneinanderlegen und nach Vollzug der Arbeit ihre Zurücklegung an die richtige Stelle des Stabkastens zu besorgen.

Man braucht zu einem

1 – 2 stelligen Multiplikandus 1 Stab

3 – 4	"	"	2 Stäbe
5 – 6	"	"	3 "
7 – 8	"	"	4 "
9 – 10	"	"	5 "

u. s. w.

und kann dann bei einem

1 – 2 stelligen	Multiplikator	sofort	abschreiben	das Endergebnis
3 – 4 "	"	"	"	die 2 Zwischenprodukte
5 – 6 "	"	"	"	die 3 "
7 – 8 "	"	"	"	die 4 "

u. s. w., immer unter Vollziehung der nötigen oben bezeichneten Kopfrechenoperationen. Und aus den in die richtige Stellung gegeneinander gesetzten Zwischenprodukten wird durch Summierung, wie beim Handrechnen,das Ergebnis gewonnen.

Der Apparat ist vorzüglich ausgestattet, die Fächer für die Wahl und die Ablegung der Stäbe sind übersichtlich und bequem geordnet, die auf den Stabflächen auf weißem Papier gedruckten Zahlen klar lesbar, alles handlich und praktisch, so daß er bei uns gern als Hilfe benutzt wird

Im Kaiserlichen Statistischen Amt sind 6 Exemplare in beständigem Gebrauch.

Der Göbbel'sche Kantelrechenapparat, die Crelle'schen Rechentafeln bei Benutzung für mehr als 3 stellige Faktoren und der Lange'sche Stabrechenapparat haben das gemeinsam,daß sie bei der Ausführung der Multiplikationen <u>nur die Zwischenprodukte</u> zur Verfügung stellen, deren Aufaddierung aber dem Rechner überlassen. Geradezu komplementär zu diesen Rechenhilfsmitteln verhält sich <u>Goldman's Arithmachine</u> (die oben schon bei der Addition Erwähnung fand): sie überläßt dem Multiplikationsrechner die Aufstellung der Zwischenprodukte, besorgt aber, wenn das Zwischenprodukt auf ihr markiert wird (– wie oben bei der Addition schon beschrieben wurde –), das Aufaddieren der Zwischenprodukte. Sie erspart das Niederschreiben der Zwischenprodukte und zeigt das fertige Endprodukt in dem Fenster für die Ergebnisse. Wer somit auf der Goldman'schen Arithmachine eingeübt ist, sodaß ihm das Markieren der Zahlen auf ihr nicht schwerer fällt als das Schreiben von Zahlen auf dem Papier, der wird die größte Förderung aus dem Zusammenarbeiten von Crelle und Goldman oder Lange und Goldman erfahren.

Bis jetzt, wo Goldman's Arithmachine noch nicht zur Verfügung stand, galt aber als Erfahrung in unserem Amt, daß das vorteilhafteste Arbeiten sei

bei dreistelligen	Zahlen	mit Crelle's Tafeln
" vierstelligen	"	mit Lange's Stäben
" noch mehrstelligen	"	mit der Thomas'schen Rechenmaschine oder der Brunsviga.

Dem Typ der Thomasmaschine gehört die in Paris von Burkhardt ausgestellte, oben unter Nr. 3 genannte Rechenmaschine an. Sie sowohl als die Brunsviga (Nr. 6) vollziehen maschinell die ganze Multiplikations-Rechnung und lassen das fertige Endresultat im Fenster für die Ergebnisse sehen. Beide Maschinen sind für die Multiplikation ganz gleichwertig. Der Multiplikandus wird eingestellt (auf der Burkhardt'schen auf der festen Platte, auf der Brunsviga im Zahlenfeld der Hebel), den Multiplikator hat der Rechner bei beiden Maschinen außerhalb derselben auf dem Papier verzeichnet. Ist der Multiplikandus mit einer Einerzahl zu vervielfältigen, z.B. mit 8, so sind bei Burkhardt wie bei der Brunsviga 8 volle Kurbeldrehungen auszuführen, das Resultat zeigt sich in der Fensterreihe für das Ergebnis (bei Burkhardt ist die größte Maschine mit 16 Fenstern, bei Brunsviga für 18 Ziffern ausgestattet); die Zahl der Kurbeldrehungen zeigen beide in einer anderen Fensterreihe. Soll nun statt mit 8 mit 38 multipliziert werden, so wird bei Burkhardt ein „Lineal“ mit der Ergebnisfensterreihe, bei Brunsviga ein „Schieber“, ebenfalls mit der Ergebnisfensterreihe, um eine Stelle vorgerückt. Das Produkt mit der 8 bleibt im Ergebnisfenster stehen. Nun drehe ich 3 mal die Kurbel, ebenso bei Burkhardt wie bei Brunsviga; bei beiden verschwindet das früher mit der 8 erhaltene Ergebnis, und statt dessen erscheint im Ergebnisfenster das Produkt mit 38. Wäre irrtümlich statt mit 38 mit 48 multipliziert worden, so macht die Ausbesserung des Fehlers gleich wenig Arbeit. Bei Burkhardt wird ein Hebel umgestellt (aus der Additions- und Multiplikationsstellung in die Subtraktions- und Divisionsstellung) und 1 Vorwärtsdrehung der Kurbel ausgeführt. Nun erscheint das richtige Resultat der Multiplikation mit 38. Bei der Brunsviga wird ohne Hebelumstellung auch 1 Kurbeldrehung ausgeführt, aber im entgegengesetzten Sinne wie vorher. Nun erscheint auch bei ihr das richtige Ergebnis der Vervielfältigung mit 38.

Die Burkhardt'sche Maschine ist in ihrem maschinellen Teile feiner gestaltet, sie geht daher etwas leichter als die Brunsviga, erstere ist aber auch eher reparaturbedürftig und etwas schwerer. Die Brunsviga ermüdet bei mehrstündiger Arbeit an der Kurbel den Arm etwas mehr, macht auch ein stärkeres Geräusch. Andererseits geschieht bei Burkhardt das Auslöschen von Zahlen etwas langsamer als auf der Brunsviga. Das Auslöschen der Zahlen auf dem Lineal der ersteren Maschine mittelst zweier Knöpfe wirkt manchmal langsam und ist zuweilen mehrmals zu wiederholen bis die Nullen wieder einspringen. Auch geht das Einstellen der Zahlen im Hebelwerk auf der Brunsviga rapider, man kann auf ihr mit mehr Hast arbeiten als auf der Burkhardt-Thomas'schen. Andererseits hat letztere bei der Division, wie hier vorweg bemerkt sein mag, einen kleinen Vorzug darin, daß man einen einmal eingestellten Divisor stehen lassen kann, weil er auf dem besonderen Lineal eingestellt ist; bei der Brunsviga aber ist der Divisor jedesmal neu einzustellen. Im Übrigen ist die Vorliebe für die eine oder die andere Maschine individuell. Bei der Burkhardt'schen ist die Kurbel kleiner und horizontal zu drehen, bei der Brunsviga etwas größer und vertikal zu drehen, bei beiden mit der rechten Hand. Die Burkhardt'sche Maschine ist länger und deshalb nicht so bequem aufzustellen, die Brunsviga kompakter gebaut und höher. Bei letzterer liegt das Zahlenfeld der Hebel dem Auge des Arbeiters näher. Die Brunsviga wird deshalb von Kurzsichtigen vorgezogen.

Von der Burkhardt'schen Rechenmaschine[11] sind bei uns 6, von der Brunsviga 1 Exemplar in beständigem Gebrauch. Beide Apparate befriedigen.

Division

Daß das Dividieren bei den meisten zu lösenden Aufgaben viel umständlicher als das Multiplizieren ist, und daß man deshalb, wenn man es mit einer Reihe von Exempeln mit gleichem Divisor zu tun hat, lieber mit der Reziproken multiplikativ rechnet, wurde im vorigen Abschnitt bereits erörtert. Hier besprechen wir nur dieBehandlung der Divisionsexempel mit wechselndem Divisor. Sie kommen namentlich zur Berechnung von Durchschnittszahlen vor.

Beispiele dafür sind:

Gegeben ist die Zahl der Ärzte nach Regierungsbezirken, bekannt der letz-

---

11 Als Gebrauchsanweisung dient „Form und Gebrauch des Arithmometers", welches den Abschnitt III in Professor Reuleaux' „Die sogenannte Thomas'sche Rechenmaschine" (Leipzig 1892) bildet. Reuleaux spricht von der sogenannten Thomas'schen Rechenmaschine, weil er nachgewiesen, daß eine Rechenmaschine vor Thomas erfunden war, vorhanden war, richtig rechnete und gut arbeitete und zwar wesentlich mit demselben Mechanismus, den Thomas verwandte, viele Jahre vor ihm. „Derjenige" sagt Reuleaux (S. 49) „welcher zuerst einen vollen Erfolg mit einer von ihm erfundenen Rechenmaschine erzielte – ich meine den vollen Erfolg des dauernd richtigen Ganges –, war der württembergische Pfarrer Philipp Mathias Hahn, eine Zeit lang Seelensorger in Kornwestheim b. Ludwigsburg, später in Echterdingen bei Stuttgart, seinen Gaben nach ein ausgezeichneter Mechaniker... Die erste Maschine von den vieren, die er hergestellt, wurde 1770 bis 76 hergestellt, und zuerst im deutschen M**erkur** 1779 öffentlich beschrieben" u. s. w.

teren Fläche, also kam ein Arzt durchschnittlich auf wie viel Quadratkilometer? Bekannt ist für jeden Bezirk Einwohnerzahl und Zahl der Apotheken, also kam 1 Apotheke auf wie viele Einwohner? Berichtet wurde Masse und Wert der verschiedenen Arten der Montanprodukten, also hatte 1 Tonne einen durchschnittlichen Wert von...? u. s. w.

Wenn es sich um keine große Exempelreihe handelt, und erst ein Rechenhilfsmittel aus der Bibliothek oder einem anderen Zimmer herbeigeholt werden müßte, rechnet jeder solche Exempel wohl lieber mit der Hand. Wem die Crelle'sche Tafeln oder Lange's Stabrechenapparat zur Hand ist, der besitzt in ihnen natürlich auch „Hilfs“mittel für die Division. Auch die Goldman'sche Arithmachine kann nur als ein Hilfsmittel zur Division betrachtet werden; sie wird denen, die den kleinen Apparat auf ihrem Tische haben und sich daran gewöhnten mit ihm zu arbeiten, immerhin einige Erleichterung schaffen, aber für den Allgemeingebrauch empfiehlt er sich nicht.

Das Dividieren auf der Arithmachine gestaltet sich weniger übersichtlich als auf anderen Rechenmaschinen, weil auf ihr erstens nur der Dividendus eingestellt erscheint,der Divisor aber nur auf dem Papier außerhalb der Arithmachine steht, und weil zweitens es erforderlich ist, die Komplementär-Zifferskalen zu benutzen. Der Gang der Rechnung, der übrigens dem Handrechnen nachgebildet ist, erfordert ein sehr scharfes Aufpassen darauf, daß der Griffel zur Markierung an der richtigen Ziffernstelle und in der richtigen Spalte einsetzte. Irrtümer werden also häufiger vorkommen.

Das beste ist bis jetzt immer noch die Burkhardt'sche (d.h. Thomas'-sche) Rechenmaschine und die Brunsviga. Die Operationen, die auf ihnen vorzunehmen sind, sind dem Handrechnen nachgebildet. Bei der Brunsviga z. B. steht in der einen Zahlenstellung (auf dem Schieber) der Dividendus, darüber auf dem Zahlenfeld des Hebelwerks der Divisor, mit seiner höchsten Zahl (links) über der höchsten Zahl (links) des Dividendus. Ist z.B. 432 098 durch 2 375 zu dividieren, so wird eingestellt

im Zahlenfeld des Hebelwerks	2	3	7	5		
und im Schieber	4	3	2	0	9	8

Wie beim Handrechnen hat der Rechner zu beurteilen, daß 2375 1 mal in 4320 enthalten ist; er dreht die Kurbel einmal rückwärts und momentan vollzieht die Maschine zwei Registrierungen zu gleicher Zeit: sie zeigt in der ersten Fensteröffnung für die Ziffern des Ergebnisses die erste Ziffer des Quotienten: 1 und zu gleicher Zeit verschwindet der frühere Dividendus 4352 vom Schieber und an seiner Stelle springen die Ziffern des Resultats : 1945 hervor. Sie stehen im Vergleich zum Hebelwerk so:

im Hebelwerk	2	3	7	5		
auf dem Schieber	1	9	4	5	9	8

Da der Divisor 2375 größer ist als 1945, würde man beim Handrechnen eine Stelle herunter zu ziehen haben, die 9; hier auf der Brunsviga erreicht man das Gleiche dadurch, daß man den Schieber um eine Stelle nach links rückt. Nun steht

im Hebelwerk		2	3	7	5	
auf dem Schieber	1	9	4	5	9	8

Der Rechner übersieht nun entweder sofort, daß 2375 in 19459 8 mal geht und dreht 8 mal schnell hintereinander rückwärts die Kurbel herum, wo dann links im Ergebnisfenster in der 2ten Stelle des Quotienten die 8 und auf dem Schieber der Rest 459 erscheint, so daß

im Hebelwerk steht:	2	3	7	5
und darunter auf dem Schieber	4	5	9	8

oder der Rechner ist nicht geübt genug, um sofort die richtige Ziffer für den Quotienten zu erkennen, dann hat er auf die im Schieber nach einander erscheinenden Ziffern, den jeweiligen Rest, zu achten und ihn mit dem Divisor zu vergleichen, ob der Rest immer noch größer als dieser ist. Eine Rückwärtsdrehung der Kurbel bedeutet ja immer die Subtraktion von 2375. Stand zu Anfang 19 459 im Schieber als Dividendus, so erscheint

nach der 1. Drehung als Rest						19459 – 2375 = 17084
"	" 2.	"	"	"		17084 – 2375 = 14709
"	" 3.	"	"	"		14709 – 2375 = 12334
"	" 4.	"	"	"		12334 – 2375 = 9959
"	" 5.	"	"	"		9959 – 2375 = 7584
"	" 6.	"	"	"		7584 – 2375 = 5209
"	" 7.	"	"	"		5209 – 2375 = 2834

und endlich

"	" 8.	"	"	"	2834 – 2375 = 459,

welches nun kleiner ist als 2375.

Wie man nun beim Handrechnen wieder eine Stelle herunter zieht, hier die 8, so bringt man diese 8 auf der Rechenmaschine durch Linksverrückung des Schiebers um eine Stelle unter die Einerzahl des im Hebelwerk stehenden Divisors.

Wir haben nun:

im Hebelwerk	2	3	7	5
auf dem Schieber	4	5	9	8

Das geht 1 mal. Man dreht die Kurbel einmal rückwärts. Im Fenster der Ergebnisse zeigt sich an der letzten Stelle des Quotienten die 1, so daß der ganze Quotient nun lautet 181 und im Schieber springt der Rest hervor: 2223.

Selbstverständlich kann man die Division nun, mit Dezimalen im Quotienten, noch weiter fortsetzen.

Ganz analog ist die Rechnung auf der Burkhardt-Thomas'schen Maschine. Die Rechnung geht auf der Burkhardt'schen wie auf der Brunsviga sehr schnell und sicher; man spart viel Kopfarbeit gegnüber dem Handrechnen. Es sind doch aber immer beim Dividieren viel mehr Geisteszutaten des Rechners zur Hervorbringung des Ergebnisses vorhanden als beim Multiplizieren. Deshalb wäre es wünschenswert, daß auch für die Exempel mit wechselndem Divisor an die Stelle der Division die Multiplikation mit dem reziproken Wert träte.

Selbstverständlich ist dieses keine Arbeitsersparnis, wenn der reziproke Wert erst vom Rechner selber durch Divisionsarbeit gefunden werden muß. Es gibt aber Reziprokentafeln. Z.B. ist eine solche, die Werte von $1/2$ bis $\frac{1}{9999}$ gebend, enthalten in dem Zahlentafelwerke von Barlow[12].

Wenn man die Regeln über die Teilbarkeit der Zahlen beachtet – nämlich, daß jede ganze Zahl ohne Rest teilbar ist durch:

- 2, wenn sie gerade ist;
- 3, wenn ihre Quersumme durch 3 teilbar ist;
- 4, wenn deren beide letzten Ziffern Nullen sind oder durch 4 teilbar sind;
- 5, wenn am Ende eine 0 oder 5 steht;
- 6, wenn die Quersumme durch 3 teilbar und die letzte Ziffer rechts gerade ist;
- 8, wenn die drei letzten Ziffern Nullen sind oder durch 8 teilbar sind;
- 9, wenn die Quersumme durch 9 teilbar ist

12 Hertzer. Mathematische Tabellen, Formeln und Konstruktionen zum Gebrauch für Techniker. Berlin 1864 (Rud. Gaertner) enthält auf Seite 138 – 147 die Werte von $1/2$ bis 1/999.

–, kann man die Barlow'sche Reziprokentafel auch bei mehr als 4 stelligem Divisor gebrauchen, indem man den Divisor in 2 Faktoren zerlegt. Dieses geht (fast) stets, selbst wenn der Divisor auf den ersten Anblick zu keiner der oben aufgezählten Zerlegungen paßt, da es für das Resultat der Rechnung (in der Regel) keinen Unterschied macht, ob man die letzte Stelle des Divisors um eine oder einige Einheiten erhöht oder erniedrigt und dadurch für eine Zerlegung passend gestaltet.

Ein anderer ebenso bequemer Weg, um die Reziprokentafel mit mehrstelligem Divisor für Divisionen von mehr als einer Stelle zu gebrauchen, besteht in der Interpolation unter Benutzung der Differenz zwischen den betreffenden zwei in der Tafel aufeinander folgenden Werten und unter Verschiebung des Kommas.

Multiplikation und Division mit Hilfe der Logarithmen

Bis hierher haben die Logarithmentafeln noch keine Erwähnung gefunden. Da log A B = log A + log B und log A/B = log A – log B ist, verwandelt sich bei Benutzung der Briggischen Logarithmen der natürlichen Zahlen jede Multiplikation in die Addition zweier Summanden, jede Division in das Abziehen der Logarithmen des Divisors von der des Dividendus, mit nachfolgendem Aufsuchen des Numerus zu dem Ergebnis.

Die Zahl der nötigen Operationen ist also:

1) und 2) 2 Aufsuchungen von Logarithmen in der Tafel;
3) und 4) Abschreiben der beiden Mantissen der Logarithmen und Vorsetzung ihrer Kennziffern;
5) 1Summierung oder 1 Subtraktion;
6) in der Tafel Aufsuchung des Numerus zu dem Ergebnis;
7) Niederschrift des Numerus als Endresultat.

In den kleinen Logarithmentafeln (z.B. der von Wittstein) sind die

Mantissen fünfstellig. der Numerus vierstellig, in der großen von Vega (bearbeitet von Bremiker & Tietjen) die Mantissen siebenstellig und der Numerus fünfstellig.Es ist also immerhin ziemlich viel Schreibarbeit erforderlich und genügend Gelegenheit zum Versehen oder Verschreiben gegeben. Wird die zuletzt als Resultat der Addition oder Subtraktion sich ergebende Mantisse nicht genau in der Tafel gefunden und genügen 4 (beziehungsweise 5) Stellen im Endergebnis dem Numerus nicht, so kann man bekanntlich durch Interpolation noch weitere Stellen entweder im Kopf oder unter Benutzung der in den Tafeln angegebenen partes proportionales berechnen. Das bietet zwar keine Schwierigkeit, verlangt aber immerhin doch noch einige Operationen.

Dem Handrechnen gegenüber gewährt die Benutzung der Logarithmentafeln bei der Multiplikation sehr geringen und bei der Division einen merklichen Vorteil. Es ist zwar eine ganze Anzahl Logarithmentafeln bei uns in Gebrauch, für den geübten Maschinenrechner aber ist die Anwendung der Maschine sowohl bei Multiplikation als Division förderlicher. In derselben Zeit kann er mit der Maschine viel mehr Aufgaben lösen als mit den Logarithmentafeln.

Die Logarithmentafeln enthalten numerische Größen. Jede numerische Größe läßt sich grafisch darstellen, folglich läßt sich auch jede Logatithme grafisch darstellen. Und da zu den im Zahlenwert steigenden Numeris auch im Zahlenwerte steigende Logarithmen gehören, so muß man eine ganze Logarithmentafel grafisch darstellen können durch passende Abteilung einer Linie. „Eine Rechenstabskala ist nichts anderes“, sagt Esmarch[13], „als

13 B. K. Esmarch. Die Kunst des Stabrechnens. Gemeinfassliche und vollständige Anleitung zum Gebrauch des Rechenstabes auf allen Gbieten des praktischen Rechnens. Leipzig 1896. 41. Kapitel: theoretische Erklärung der Rechenstabskalen und deren Herstellung.

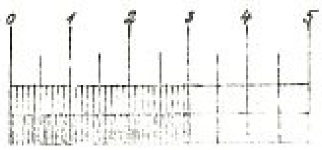
eine Strecke,die im Verhältnis der logarithmischen Mantissen geteilt ist, mithin eine grafische Logarithmentafel. Die geteilte Strecke kann beliebig lang sein. Gibt man ihr z.B. die Länge von 1000 mm, so wird man, weil 0,30103 die Mantisse des Logarithmus von 2 und 0,47712 die Mantisse des Logarithmus von 3 ist, in den Entfernungen von 301,03 mm beziehungsweise 477,12 mm vom linken Rand der Strecke die Striche zu ziehen haben, welche die betreffenden grafischen Mantissen begrenzen und wird diese Striche mit 2 und 3 bezeichnen. Man hat also bei jeder Mantisse auch gleich ihren Numerus. Zwischen den Manissen von 2 und 3 liegen die Mantissen sämtlicher Zahlen, deren erste Ziffer 2 ist; die Begrenzungsstriche der ihnen entsprechenden grafischen Mantissen wird man ebenfalls zwischen den Strichen 2 und 3 als zweite und dritte Teilung[14] auftragen. Der Begrenzungsstrich („Teilstrich“) der Mantisse für 4 wird in der Entfernung von 602,06 mm vom linken Ende aufgetragen, der der Mantisse für 5 in der Entfernung von 698,27 mm u. s. f., bis der für die Mantisse von 10 sich mit dem tausendsten Millimeterstrich deckt. Und zwischen je zweien dieser Teilstriche liegen als zweite und dritte Teilung diejenigen für die Mantissen aller übrigen Zahlen mit den entsprechenden Anfangsziffern.

Da nun log (a b) = log a + log b, so muß, wenn man die grafische Mantisse von b in den Zirkel faßt und von dem Begrenzungsstrich der Mantisse von a auf der Teilung aufträgt, die Gesamtstrecke die grafische Mantisse des Produkts a b bilden und die Benennung des diese Strecke begrenzenden Teilstrichs muß der zugehörige Numerus sein. (Man erhält somit die Ziffernreihe des Produkts a b . . . .. Statt die zweite Mantisse mit dem Zirkel

---

14 Ein Beispiel für das, was man Teilung nennt, bietet jeder Maßstab. Ein Zentimeter-Maßstab hat also:

erste Teilung	cm
zweite "	½ cm
dritte "	mm
vierte "	½ mm

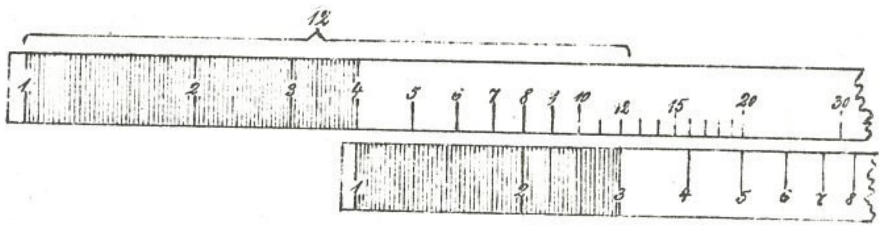


aufzutragen, lesen wir sie auf einem zweiten Stab von gleicher Teilung, dem Schieber, ab und reihen sie durch Verschieben der ersten an.

Hiernach wird die kurze Regel verständlich sein:
Aneinanderreihen von Rechenstabstrecken gibt das Produkt der durch sie dargestellten Zahlen.

Beispiel

Multiplikation $4 \times 3 = 12$

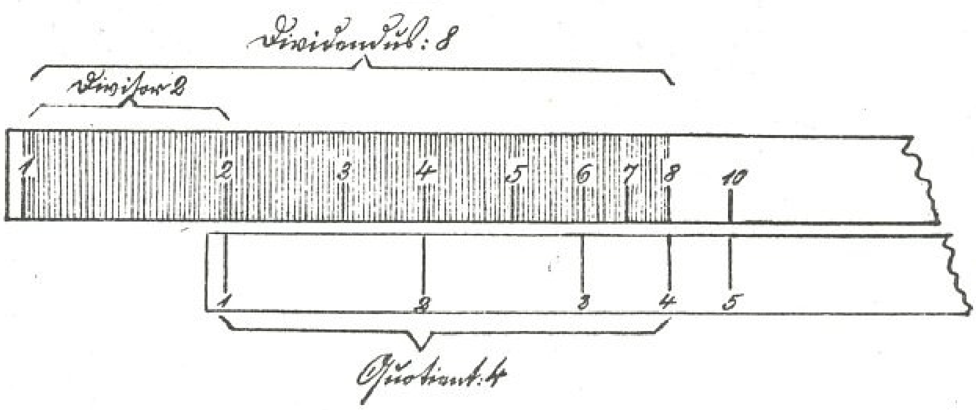


Bleibt 1 Multiplikandus in mehreren Aufgaben gleich und stellt man diesen auf dem oberen Teile des Stabes ein, so daß die 1 des Schiebers darunter kommt, so kann man für alle wechselnden Multiplikatoren (die der Schieber ja in richtiger Stellung zeigt) sofort auf dem oberen Teile des Stabes das Produkt ablesen.

Da Division die Umkehrung der Multiplikation ist, so folgt ohne Weiteres die Regel: Der Längenunterschied zweier Rechenstabstrecken gibt den Quotienten der sie darstellenden Zahlen:

Beispiel

Division $\frac{8}{2}=4$



Stellt man die 1 des Schiebers unter den auf dem oberen Stabe befindlichen Teilstrich des Divisors 2, so liest man auf dem Schieber, unter dem ebenfalls auf dem oberen Stabe befindlichen Teilstrich des Dividendus 8, den Quotienten 4 ab.

Ohne neue Einstellung liest man für denselben Divisor 2 auch für jeden beliebigen anderen Dividendus sofort den betreffenden Quotienten ab; z.B. für den Dividendus 10 den Quotienten 5 u. s. w.

Für Multiplikation und Division ist, der Theorie nach, sicherlich der Rechenstab die vollkommenste aller Rechenmaschinen.

Gegenüber den vielfältigen Operationen, die sowohl das Multiplizieren, aber ganz besonders das Dividieren, selbst auf den vorzüglichsten Maschinen, wie der Burkhardt-Thomas'schen und der Brunsviga verlangt, ist die Handhabung des Rechenstabes verblüffend einfach: Eine Einstellung des Schiebers, Aufsuchen eines zweiten Teilstriches des Schiebers und das Resultat ist ablesbar (nach unseren Beispielfiguren):

bei der Multiplikation auf dem oberen Stab,
" " Division unten auf dem Schieber.

Es kann nichts Einfacheres geben.

In der technischen Ausführung der hier vorgetragenen Gedanken hat man zwei verschiedene Wege eingeschlagen, indem man den Umstand berücksichtigte, daß die grafische Logarithmentafel für dieselbe Anzahl Numeri beliebig kürzer oder länger gestaltet werden kann, wenn nur für eine Logarithmentafel die Länge jeder ihrer grafischen Mantissen auf denselben Maßstab reduziert ist. Der Schweizer Julius Billeter ließ sich in Deutschland eine „Rechentafel“ patentieren – D.R.Patent 43463 –, welche in sehr großem Maßstabe die Mantissen der Numeri von 100 bis 1000 aneinandereiht, so daß sie auf dem Glasschieber in 25 Reihen à 32 cm Ausdehnung 8 m Strecke und auf der Tafe selbst in 49 Reihen von je 66,6 cm Ausdehnung 32,684 m Strecke einnehmen. Der Glasschieber hat die Abmessungen 26 × 37 cm, die Tafel selbst 48 × 70 cm. Für die Numeri 100 bis 500 hat Billeter je 10 Unterteilungen, also 4000, für die von 500 bis 1000 je 5 Unterteilungen, also 2500, so daß die 8 Meterstrecke auf dem Glasschieber in 6500 Teile geteilt ist, und demnach auf den Raum zwischen 2 Teilstrichen durchschnittlich 1,23077 mm entfallen. Entsprechend sind auf der Tafel selbst auf der 32,6 Meterstrecke der grafischen Mantissen mehr als 26 000 Teilungen angebracht.

Das Kaiserliche Statistische Amt besitzt ein Exemplar dieser Billeter'schen Rechentafel. Man kann auf ihr vierstellige Resultate mit völliger Sicherheit und unterAnwendung von Schätzung nach Augenmaß bei Einstellen des entscheidenden Teilstriches zwischen zwei Teilstrichen der anderen Skala auch wohl die 5. Stelle ziemlich sicher ablesen; in manchen Fällen sogar noch auf die 6. Stelle.

Die großen Abmessungen der Billeter'schen Rechentafel machen aber das Arbeiten mit ihr doch unbequem. Der Glasschieber ist mit beiden Händen von seiner Stelle der Tafel zur anderen zu bewegen. Er erscheint dabei mit seinen 25 Zahlen- und Teilstrichreihen den Augen des Rechners wie ein durchsichtiges Gitter, welches über einem anderen Gitter, dem 49 reihigen der Tafel selber, fortgleitet. Dieser optische Eindruck ist ein recht unangenehmer.

Die „Rechenstab“-Fabrikanten haben, um ein bequemes Arbeiten mit ihren Apparaten zu gewähren, den umgekehrten Weg eingeschlagen und bieten die grafische Logarithmentafel in sehr kleinem Maßstabe.

A. W. Faber brachte in Paris Rechenstäbe aus Buchsholz mit Glasläufer (s. Eingangs Nr. 9) zur Ausstellung. Der mir vorliegende Rechenstab (Katalog Nr. 367) ist 28 cm lang, 3,3 cm breit und 9 mm dick. Er bietet 10 Skalen: 5 auf dem festen Teil des Stabes, 5 auf dem Schieber, außerdem auf der Rückseite des Rechenstabes noch eine Tabelle mit einer Reihe konstanter Werte, Formeln etc. wie sie Techniker bei ihren Berechnungen am häufigsten benötigen.

Von diesen 10 Skalen interessieren uns hier nicht: die untere Skala zur Berechnung des Quadrats und der Quadratwurzel, die Umkehrung des Schiebers zum Aufsuchen der Kubikwurzel, die Sinus- und die Tangententeilung, eine fernere Teilung zum Aufsuchen der Logarithmen gegebener Zahlen (die letzten drei Teilungen alle auf der Rückseite des Schiebers), ferner die 3 Millimeterskalen des Stabes. Für uns kommen, zur Durchführung von Multiplikation und Division, nur die oberste Skala des Rechenstabes und die oberste des Schiebers, die beide ganz gleich eingeteilt sind, in Betracht. der Faber'sche Stab bringt hier die Mantissen der Numeri 1 bis 100 auf 25 cm Strecke, mit 320 Teilstrichen, so daß hier durchschnittlich der Raum zwischen 2 Teilstrichen nur 0,78125 mm mißt. Auf der letzten Strecke zwischen den Numeris 85 und 100 beträgt der Zwischenraum zwischen 2 Teilstrichen sogar nur ca. 0,6 mm. Der unter Nr. 98350 gesetzlich geschützte Rechenstab ist mit einer seitlich angebrachten federnden Leiste versehen, welche einen gleichmäßigen Druck auf den Schieber ausübt und dadurch ein zu leichtes oder zu strenges Gleiten des Schiebers verhindert, so daß ein genaues Einstellen bedeutend erleichtet wird. Trotzdem ist es zeitraubend. Denn die Einstellung verlangt absolute Genauikeit, so daß, selbst unter der Lupe betrachtet, die betreffenden beiden Teilstriche der oberen und der unteren Skala so einstehen, daß sie eine ungebrochene gerade Linie bilden. Mit der freien Hand sind, wenn nicht gleich die erste Einstellung das ganz Richtige getroffen hat, Verrückungen des Schiebers um 1/10 mm und weniger zu bewerkstelligen. Würde im Resultat bei unseren Rechnungen eine zweistellige Zahl genügen, so ginge das Arbeiten mit dem Rechenstab schnell; für eine genaue dreistellige Zahl kommt es schon oft auf genaues Einstellen an. Treffen an der Stelle wo das Resultat abzulesen ist, die beiden Teilstriche des Stabes und des Schiebers nicht genau aufeinander, so muß die sich ergebende Zahl nach Augenmaß abgeschätzt werden.

Die „Anleitung zum Gebrauch des Rechenstabes von A. W. Faber“ ist vorzüglich klar abgefaßt. Sie bringt zu den Beispielsaufgaben jedesmal die Lösungen textlich beschrieben und grafisch auf 13 Tafeln mit 50 Figuren dargestellt. Jede dieser Figuren bildet die betrteffenden Skalen des Rechenstabes in ihrer wirklichen Größe mit allen ihren Teilungen und in der Stellung, die ihnen zur Lösung der Aufgabe zu geben ist, ab. Mit dieser Unterweisung wird es zu einem wahren Vergnügen, das Rechnen auf diesem Rechenstab zu erlernen, der durch seine sinnreiche Einrichtung und seine ausgezeichnete technische Ausführung geradezu besticht. Beim Durchüben der gegebenen Beispiele und Unterstützung des Auges durch eine Lupe habe ich aber doch recht häufig gefunden, daß schon bei dreistelligen Zahlen die Einerziffer nicht mit völliger Sicherheit bestimmbar ist. Um die Größe der Unbestimmtheit zu zeigen, will ich einige meiner Notizen darüber hier wiedergeben:

Art des Beispiels	Rechnerisch richtig ist	Unbestimmtheit
S. 10 Z. 5 von oben	31,8	31,7 oder 31,75 ?
" " 7 von unten	5,42	die 2 dürfte kaum zu erkennen sein
" " 5 " "	11,95	Recht schwierig zu erkennen!

" " 4 " "	14,3	die 3 dürfte man kaum finden da die bei Lösung der Aufgabe nötige vergängige Einstellung von 20,6, wobei die 6 nach dem Augenmaß einzustellen ist, schwierig ausführbar ist.
"11 " 22 " "	31,4	Ich lese 31,6 !
"11 " 12 " "	3,08	Die 1 des Schiebers steht genau auf die Zahl π ein, also auf 3,14
"11 " 11 " "	3,24	ich würde 3,18 lesen
S. 12 Z. 6 von oben	23,2	Ich taxiere 23 1/3
" " 4 " unten	76,6	76,5 ist zu erkennen, 76,6 aber nicht

u. s. w.

Diese Ungenauigkeit der letzten Stelle ist nicht eine Folge des logarithmischen Prinzips der Rechenstäbe, sondern nur eine Konsequenz der Kleinheit des gewählten Maßstabes. Die Billeter'sche Rechentafel die wir oben besprochen, hat einen 32 mal so großen Maßstab als der Faber'sche Rechenstab. Letzterer ist bequem und gibt ungenaue Resultate, erstere unbequem, aber sie gibt auf 4 Stellen genaue, und auf die 5 Stelle noch ziemlich genaue Resultate.

Hiernach ist der Faber'sche Rechenstab selbst bei Prozentberechnungen wegen der mangelnden Genauigkeit der letzten abgelesenen Stelle in unserem Amt für die Errechnung der ersten Resultate nicht brauchbar. Für die Revision solcher auf anderem Wege, mit Hand oder mit Maschine, bewerkstelligten Rechnungen, für das Nachrechnen, könnte er schon eher in Frage kommen, aber auch da möchte ich ihn nicht in der Hand des eigentlichen Rechnungsrevisors, sondern eher in der Hand des Referenten sehen. Die eigentliche Rechnungsrevision ist doch mit voller Genauigkeit auszuüben und soll sich, selbst für die letzte Zahlenstelle, nicht mit der bloßen Wahrscheinlichkeit der Richtigkeit begnügen. Dem Referenten, wenn er sich gewöhnt hat, mit dem Stab zu rechnen, kann dieser aber bei der Aufgabe, den tieferen Sinn einer längeren Reihe absoluter Zahlen, für welche die Relativzahlen noch nicht berechnet sind, zu erfassen, gute Dienste leisten. Hierzu bedarf es in der Regel nicht der Genauigkeit der Dezimalen der Relativzahlen. Zu dieser Beschränkung kann der Rechenstab doch als ein nützliches Hilfsmittel für den rechnenden Statistiker betrachtet werden.

Zusammenfassung

Das bisher Vorgetragene möchte ich, unter Beifügung noch einiger kurzer Bemerkungen, wie folgt zusammenfassen.

Es empfehlen sich:

I. Für das Addieren

1.) Goldman's Arithmachine
wenn es sich um Addition von Ziffern in Vertikalspalten oder auf Horizontalzeilen auf Manuskriptblatt handelt.

2.) Burrough's Additionsmaschine
wenn die zu addierenden Ziffern automatisch ausgewechselt werden und daher immer an selber Stelle erscheinen.

II. Für das Subtrahieren

3.) die Rechnung mit der Hand

III. Für Multiplikationen mit einem gleichbleibenden Faktor

4.) Die Logarithmentafel (Der Logarithmus des gleichbleibenden Faktors wird auf einen schmalen Pappstreifen geschrieben, unter den Logarithmus des anderen Faktors gehalten und die Summierung ohne vorherige Abschrift des letzteren Logarithmus vollzogen. Zu der Reihe log a b, log a b1, log a b2 werden nachher die Numeri aufgesucht.

5.) Crelle's Rechentafeln

Die geben das Resultat fertig mit nicht mehr als 3 Stellen; gute Beihilfe auch für mehrstellige Faktoren.

6.) Göbbels Kantel-Rechenapparat,

eine fördernde Beihilfe.

7.) Lange's Stab-Rechenapparat,

aber nur für gute Kopfrechner.

8.) die Brunsviga
9.) Burkhardt-Thomas } für die Multiplikation gleichwertig und das Beste.

IV. Für die Multiplikation mit wechselnden Faktoren

Die unter 4 und 5 aufgezählten Hilfsmittel besonders aber 8 und 9.

V. Für Divisionen mit einem gleichbleibenden Divisor

10.) die Logarithmentafel

(vergl. die Klammer bei Ziffer4).

11). Umwandlung der Division in Multiplikation

durch Berechnung der Reziproken, und Behandlung nach III. (vergl. auch Ziffer 12).

VI. Für Division mit wechselndem Divisor

Gegenüber dem bloßen Handrechnen sind zwar die unter 4 – 7 genannten Hilfsmittel bis zu einem gewissen Grade auch hier als arbeitsfördernd zu betrachten. Das Beste wäre aber

12.) Entnehmen der Reziproken aus

Barlow's Tafeln und dann multiplikative Behandlung, unter Anwendung der Hilfsmittel Ziffern 5 – 9.

Bei Nichtvorhandensein von Barlow's Tafeln: Division auf

13.) Brunsviga, oder

14.) (mit einem kleinen Vorteil gegenüber Brunsviga bei Einstellung des Dividendus) die Burkhardt (-Thomas') sche Rechenmaschine.

Zu meiner Empfehlung von Goldman's Arithmachine muß ich noch bemerken, daß sich meine Kenntnis derselben auf ihre Vorführung in der Ausstellung, ganz kurzer Probierung derselben an Ort und Stelle und auf eine Schrift des Erfinders[15] stützt. Da man bei solcher kurzen Probe unmöglich etwa verborgene Mängel der Maschine erkennen kann, so geht meine Empfehlungvorläufig nur dahin, daß etwa 2 Stück vom Kaiserlichen Statistischen Amt angeschafft und einige Zeit in andauernden Gebrauch genommen werden. Dann wird sich zeigen, ob sie sicher funktionieren, z. B. ob beim Markieren der zu addierenden Zahlen das im Innern der Maschine liegende Räderwerk von dem herabgedrückten, aus in einander gefügten Gliedern bestehendem endlosen Bande, welches aus dünnem weichen Blei gefertigt ist, auch stets in Bewegung gesetzt wird ober ob bei zu schwachem Druck des Markierungsgriffels etwa Fehladditionen vorkommen. Die Schnelligkeit des Arbeiters mit dem Apparat, andererseits aber auch die dabei eintretende Ermüdung lassen sich nur durch praktischen Gebrauch feststellen. Es könnte leicht sein, daß sich Goldman's Arithmachine für die Rechenarten, für die ich sie hier nicht empfohlen habe, für welche aber der Erfinder sie auch benutzt wissen will, bei Vertrautheit des Rechners in Folge längerer Einübung doch auch als recht nützlich erweise. Besonders die Subtraktion mittelst Addition von Komplementär-Zahlen verdient, bei dem Mangel sonstiger wirklich Arbeit sparender Subtraktionsvorrichtungen, eine aufmerksame Erprobung.

„An der Herabsetzung des Grades der Beanspruchung arbeiten wir, arbeitet die ganze denkende Welt unablässig, und hierhin gehören auch die Bestrebungen, das Rechnen zu erleichtern. Denn unter die drückendsten Arbeiten... gehört die geistige Handlangerei großer Ziffernrechnungen, wie

15 Henry Goldman. The arithmachinist. A practical selfinstructor in mechanical arithmetic. Chicago, The Office Men's Record Co, 1898.

sie... der Statistiker viele Stunden, Tage, Wochen, Monate lang auszuführen hat, wenn ihm nicht die Maschine hilft. Fast keine geistige Erschlaffung ist so groß, wie diejenige nach tagelang fortgesetzter Beschäftigung mit dem Abstraktum der Zahlen...“. Wie Reuleaux mit diesen Worten die Aufmerksamkeit der deutschen Rechner auf die Burkhardt-Thomas'sche Rechenmaschine lenken wollte und mit Freuden sie als eine Erfindung begrüßte, „welche die Sklaverei des Rechnens zu brechen gekommen sei“, so möchte auch ich mit vorstehendem Berichte zur Verbreitung einer Anzahl Erfindungen, die demselben Zwecke dienen, beitragen.

Goldman's Arithmachine (siehe Nr. 8 auf Seite 3), die in dem Bericht mehrfach erwähnt wird, ist zur Probe im Kaiserlichen Statistischen Amt zwar vorgeführt worden, das Amt hat aber trotz Bestellung keine eigene Exemplare erhalten; es kann daher über die praktische Bewährung der Maschine noch keine Auskunft gegeben werden.

Die Bezugsquelle des Stabrechenapparates von Lange ist statt der auf Seite 25 angegebenen jetzt

Alfred Rothenburg, Charlottenburg, Herderstraße Nr. 14.

□