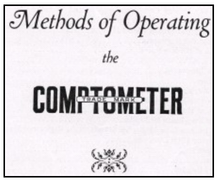
Die Division mit einer Volltastatur und ihre Beschreibung

Wolfgang J. Irler

In dem Büchlein „Methods of Operating the COMPTOMETER“ von 1921 werden in allen Einzelheiten die Handlungsanweisungen für den Gebrauch der vier arithmetischen Funktionen auf dem Comptometer angegeben. Als eigentliche „Adding Machines“ sind die tastengetriebenen **Comptometer von Felt&Tarrant**, wie fast alle manuellen Rechenmaschinen, jedoch prinzipiell nur für die Addition geeignet, und alle anderen Funktionen müssen als Addition(en) repräsentiert werden. Die Multiplikation als fortlaufende Addition ist dabei noch die einfachste.



Subtraktionen sind dagegen als Additionen ihrer Komplementärzahlen zu realisieren. Unter dem Zehnerkomplement einer einstelligen Zahl versteht man jene Zahl, die man braucht, um bei der Addition beider auf 10 zu kommen. Das Zehnerkomplement zu 6 ist daher 4 (6+4=10). Das Comptometer-Manual erklärt dieses **Komplement** einer (mehrstelligen) Zahl allgemeiner als diejenige Zahl, die – wenn dazuaddiert – eine Reihe von Nullen (hier „ciphers“ genannt) ergibt, mit dem jeweils erforderlichen Zehnerübertrag an jeder Stelle, also letztendlich einer „1“ an erster Stelle, gefolgt von lauter Nullen.

> The complement of a number is that number which added to it, results in a series of ciphers directly beneath it, with **1** carried to the next column to the left, thus the complement
>
> of **13074** is **86926** — **100000**; of **657** is **343** — **1000**

„Ko-Ziffer“ (co-digit) wird dann diejenige Zahl genannt, die – dazuaddiert – „9“ ergibt. Die Ko-Ziffer zu 6 ist also die 3 (6+3=9), wir würden sagen, das Neunerkomplement zu 6 ist 3.

> We call a number which added to a digit makes **10,** its complement, and a number which added to a digit makes **9,** its co-digit. Thus the complement of **6** is **4,** and the co-digit of **6** is **3,** because **6 +4 =10,** and **6 +3 =9.**

Wenn etwa zu einer mehrstelligen Zahl n ihre sogenannte **Ko-Zahl** Ko(n) addiert wird, die in der kleinsten Stelle, die ungleich Null ist, das Zehnerkomplement hat und in allen größeren Stellen die jeweilige Ko-Ziffer – und dabei der letzte Zehnerübertrag verhindert wird -, dann ergibt sich wie oben eine Reihe von Nullen ohne die führende 1, also „0“ als Endergebnis: n – n = n + Ko(n) = 0.

In Verallgemeinerung haben wir somit die Definition der Subtraktion: n – m = n + Ko(m), bei Verhinderung des Zehnerübertrags an der höchsten Stelle.

> **THE CO-DIGITS**
>
> **Directions for using the Co-digits.** The small figures on the keys are the "co-digits" of the large ones, which are the "digits." Hereafter we will call the small figures on the keys simply the "co-digits." In performing division or subtraction, both the digits and the co-digits on the keys are used to indicate the keys to be struck.

Da die rechteste Stelle eines Subtrahenden nicht unbedingt immer mit der Kolonne ganz rechts auf der Rechenmaschine übereinstimmt, befindet sich einfach auf jeder Taste neben der eigentlichen Ziffer die zugehörige Ko-Ziffer links daneben und etwas kleiner. Dann muss aber zur Subtraktion (Addition mit der Ko-Zahl) für jede Stelle die Ko-Ziffer und an der letzten nicht-Null-Stelle die Taste mit einer um eins kleineren Ko-Ziffer gedrückt werden, damit diese Stelle zum Zehnerkomplement wird. (Der amerikanische Originaltext scheint hier etwas unpräzise).

> the units column of the machine. For this reason it is desirable to place co-digits on all the keys and direct the operator to always touch, for the extreme right-hand digit of a number to be struck on the keys according to the small figures, a key bearing a co-digit which is one less than the right-hand digit.

Das Drücken eines der kleinen (Cut-Off-) Hebel oberhalb der Ergebnisanzeige verhindert den Zehnerübertrag von einer Kolonne auf die nächsthöhere links davon. Bei der Subtraktion muss also nur dieses Hebelchen direkt links von der Kolonne der höchsten Stelle des Subtrahenden gedrückt werden, um das richtige Ergebnis zu erhalten.

> *Extending out of the top of the machine, directly in front of the No. 1 keys, is a row of eight little levers, each of which is called a subtraction "cut-off." When a cut-off is pressed backward it prevents the carrying of the tens between the numeral wheels which it separates.

Für die Division ist dies gar nicht nötig, da dieser Zehnerübertrag genau genommen die Anzahl der vollführten Subtraktionen zählt (bei einer einzelnen Subtraktion ist es die „1“), und die Division ja nichts anderes ist, als eine fortgesetzte Subtraktion, bis endlich der Divisor nicht mehr abgezogen werden kann.

GRAPHIC DIVISION

Copyright, June, 1911, by Felt & Tarrant Mfg. Co.

It is useless to attempt division until thoroughly familiar with the use of the small figures on the keys. These small figures are called the "co-digits." (See page 12.)

Divide 63542 by 77

Strike the dividend **63542** in the machine on the left-hand side of the keyboard, according to the large figures on the keys.

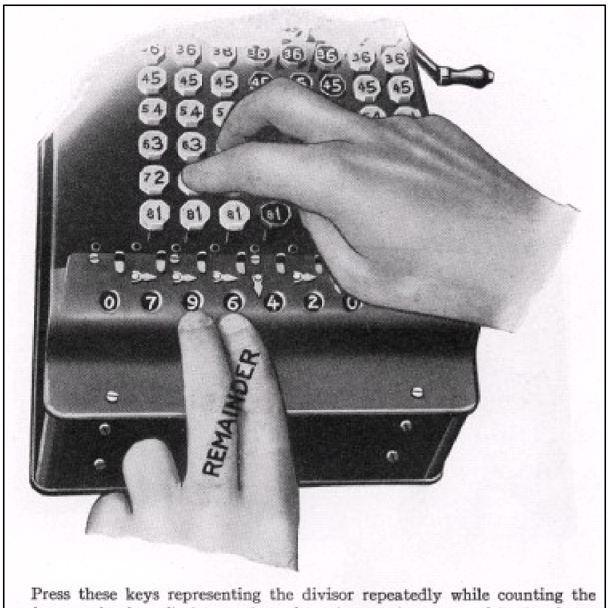
Turn down the pointer on the machine two places to the left of the decimal point in **63542**, thus **635′42**, because there are two whole numbers in the divisor **77**.

The two-place divisor **77** is larger than the **63** represented by the first two figures on the left of the dividend. Therefore, place the fingers on co-digits **76** (the divisor **77** less **1**) over the units and tens of **635**, the first three figures of the dividend, as shown in above cut.

Nehmen wir uns nun das Beispiel aus dem Manual vor. Es wird **63542** durch **77** dividiert. Man stellt also linksbündig die Zahl 63542 ein, dreht den kleinen Dezimal-Zeiger zwei Stellen von rechts - also zwischen der 5 und der 4 – , wegen des zweistellingen Divisors, und hält den linken Zeigefinger unter die erste (Index-) Stelle (die 6).

Die Finger der rechten Hand sollen die Ko-Ziffern *7* und *6* anpeilen (also 77-1), u.z. oberhalb der Stelle, wo 35 steht, da die erste Ziffernfolge 63 kleiner ist als 77.

Die Finger der rechten Hand sind nun sechs mal zu drücken (wegen der 6 an der Stelle des linken Zeigefingers).



Press these keys representing the divisor repeatedly while counting the strokes out loud until the number of strokes made agrees with the figure standing in the register in the next column to the left of those on which the keys are being struck. See cut on opposite page where this figure is a "**6**" and is marked "Index."

Striking rapidly while counting "one," "two," "three," "four," "five," "six," we notice the **6** has now changed to a **7**, therefore, keep on striking and counting until on the seventh stroke the number of strokes made on the keys agrees with the next column to the left, as shown in above cut.

Leaving the fingers on the same keys and looking at the amount in the register in the columns on which the fingers rest, we note that the remainder now is **96**. As **96** is larger than the divisor **77**, strike the keys again.

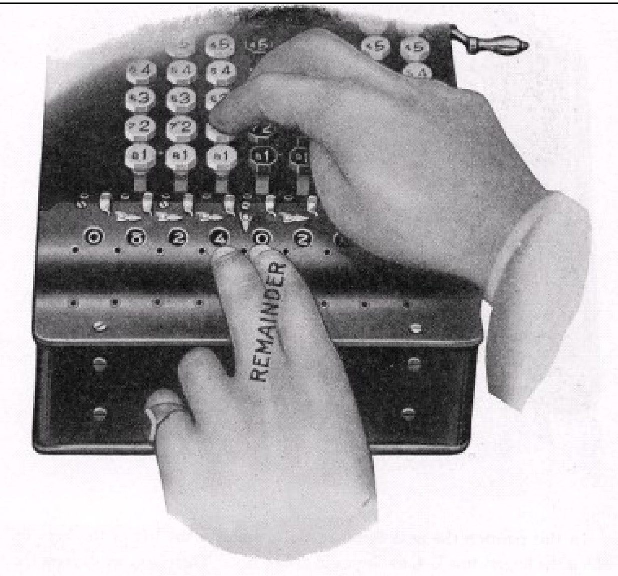
Da danach die 6 zu 7 geworden ist, muss die Ko-Zahl noch einmal addiert werden.

Während die Finger der rechten Hand über den gleichen Tasten verharren, werden die zwei Stellen unterhalb der Tasten kontrolliert indem man Zeige- und Mittelfinger der linken Hand unter diese beiden Rest-Stellen legt. Sie zeigen <u>96</u>, also größer als 77, daher wird die Ko-Zahl noch mal gedrückt.

This stroke on the keys reduces the remainder to **19**, which is smaller than the divisor. Were it still larger, we would continue to strike until the remainder became smaller than the divisor.

8 now becomes the first answer figure, and we move the fingers one column to the right as shown in above cut. Now we have **1** in the register hole immediately to the left of the columns on which fingers rest, so strike once,

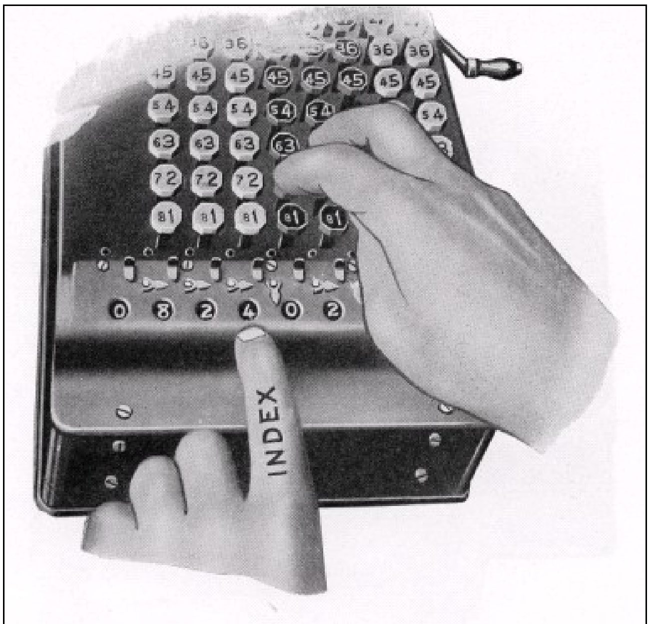
Jetzt ist die Zahl bei dem Rest (19) kleiner als der Divisor 77, und man hat mit der **8** links davon die erste Ergebnisziffer erhalten.
Der linke Zeigefinger wandert nun unter die 1, und die rechte Hand mit der gleichen Fingerstellung eine Stelle nach rechts.
Die 1 erfordert nun zuerst einmal drücken.



and we now find that the figure in the register hole immediately to the left of columns on which fingers rest has changed to **2**, as shown in above cut. Therefore, strike another time. On the second stroke the number of strokes made on the keys (two) agrees with the figure **2** in the next column to the **left**, and we observe that our remainder, **40**, is less than the divisor **77.**

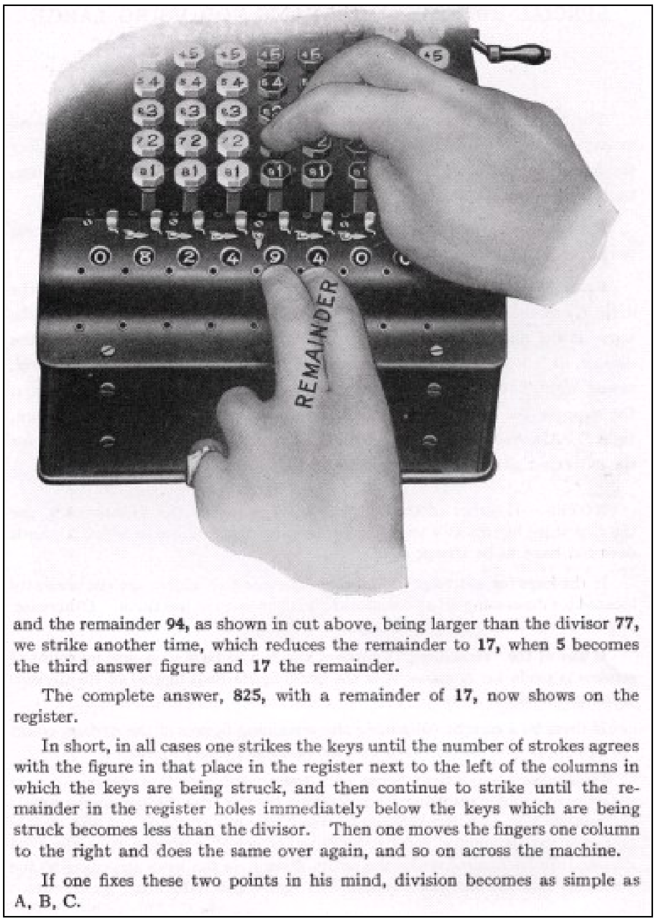
2 now becomes the second answer figure, therefore, we move the fingers on the keys one column farther to the right.

Danach ist die Ziffer über dem linken Zeigefinger zu 2 geworden, also wird noch mal gedrückt, und sie bleibt 2.
Da jetzt <u>40</u> – also kleiner als 77 – als Rest erscheint, haben wir mit der **2** die zweite Ergebnisziffer. Also gehen wir wie vorher mit beiden Händen eine Stelle weiter nach rechts.



In this position the next figure in the column to the left of the keys on which the fingers rest is **4**, as shown in above cut. Therefore, we depress the divisor while counting out loud: "one," "two," "three," "four." As the four did not change to a five, or any higher figure, the number of strokes on the keys now agrees with the figure in the next column to the left of the fingers,

Jetzt steht an der Stelle des linken Zeigefingers die 4, also müssen 4-mal die Tasten über 02 gedrückt und dazu wie sonst laut mitgezählt werden.
Danach bleibt die 4 unverändert, aber der Rest ergibt <u>94</u>.



and the remainder **94**, as shown in cut above, being larger than the divisor **77**, we strike another time, which reduces the remainder to **17**, when **5** becomes the third answer figure and **17** the remainder.

The complete answer, **825**, with a remainder of **17**, now shows on the register.

In short, in all cases one strikes the keys until the number of strokes agrees with the figure in that place in the register next to the left of the columns in which the keys are being struck, and then continue to strike until the remainder in the register holes immediately below the keys which are being struck becomes less than the divisor. Then one moves the fingers one column to the right and does the same over again, and so on across the machine.

If one fixes these two points in his mind, division becomes as simple as A, B, C.

Mit 94 größer als 77 müssen wir noch einmal drücken, wobei sich **5** als weitere Ergebnisziffer ergibt und danach der Rest **17** bleibt (rechts vom Dezimalzeiger, d.h. jetzt könnte man, falls erforderlich, die Dezimalstellen weiterberechnen, indem man die Prozedur nach rechts weiterführt).
Alle Ergebnisziffern zusammen ergeben das komplette Resultat 825 Rest 17.

Also **63542 : 77 = 825 Rest 17**

Kurz gesagt, man muss die Ko-Zahlen so oft gedrückt haben, wie die Ziffer links davon, und dann noch eventuell noch mal solange bis der Rest nicht mehr größer als der Divisor ist. Dann rückt man beide Hände eine Stelle nach rechts und wiederholt alles bis zum Ende der erwünschten Genauigkeit. Der Dezimalzeiger war ja schon an der richtigen Stelle eingestellt.

Etwas theoretischer können wir schreiben:
63542 : 77 = 825 Rest 17 = 825 + 17/77 = **825,220779** =
INT[(63542 + **8** * Ko(7700) + **2** * Ko(770) + **5** * Ko(77))/100] Rest 17 =
INT[(63542 + **8** * *76*00 + **2** * *76*0 + **5** * *76*)/100] Rest 17 =
INT[(63542 + 8 * 2300 + 2 * 230 + 5 * 23)/100] + 17 / 77.
Die Ko-Zahl von d=77 ist Ko(77)=*76* mit den „kleinen" Ziffern und x=23 mit den „großen".
In Tabellenform:

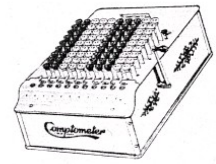
d	7700	7700	7700	7700	7700	7700	7700	7700	770	770	77	77	77	77	77
Ko(d)	*7600*	*7600*	*7600*	*7600*	*7600*	*7600*	*7600*	*7600*	*760*	*760*	*76*	*76*	*76*	*76*	*76*
x	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300	230	230	23	23	23	23	23
n	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	1	2	3	4	5
63542	65842	68142	70442	72742	75042	77342	7 96 42	8 19 42	82172	82 40 2	82425	82448	82471	824 94	**825 17**

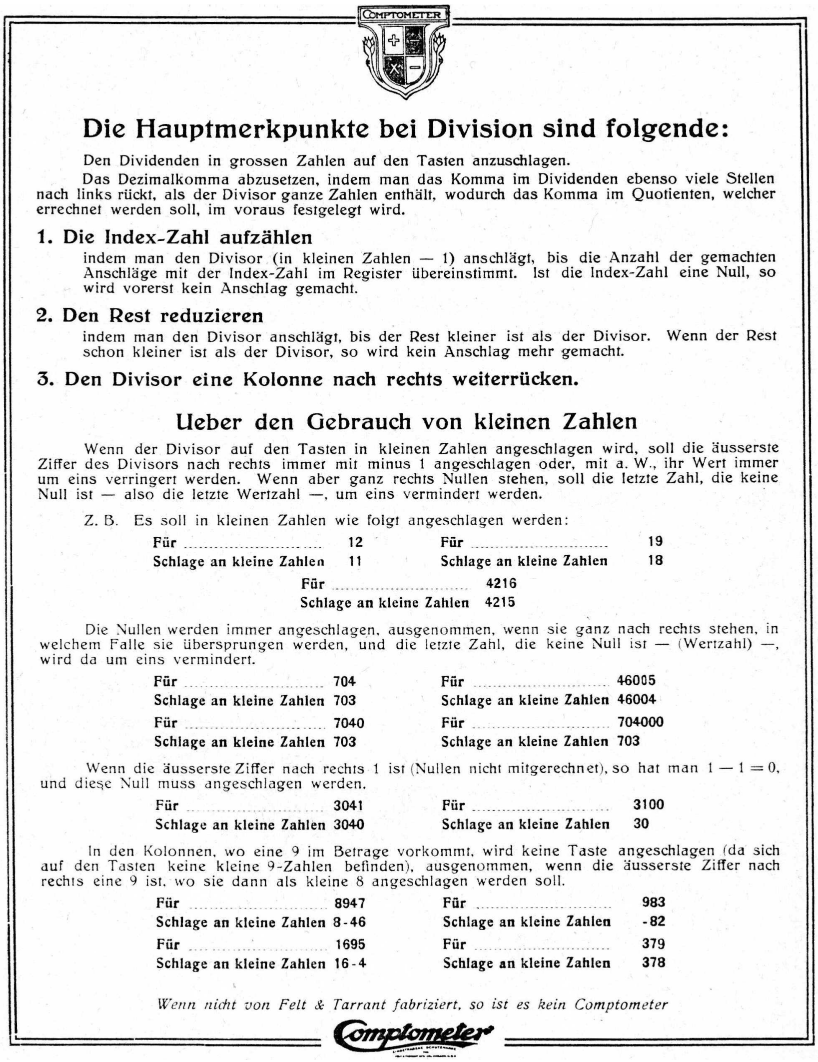
In der letzten Reihe wird x n-mal summiert, die zu kontrollierenden Reste sind unterstrichen.

Mathematisch wissen wir (für beliebige x und z):
x : y = INT[x / y] + [x mod y] / y ; (INT[.] als Schreibweise für die Integer-Division)
Die Modulo-Funktion [x mod y] ist definiert als
[x mod y] = x - INT[x / y] * y ; d.h. „y wird INT[x / y] mal von x abgezogen, evt. bleibt ein Rest".
Die wesentliche Grundlage ist also die Modulo-Funktion [x mod y], bei der ja nichts anderes gemacht wird als von x so oft y abzuziehen, bis der Rest kleiner als y ist. Der Trick hierbei ist, dass die Anzahl der fortgesetzten Subtraktionen (Additionen mit den Ko-Zahlen) im wesentlichen an jeder Stelle durch die nächsthöhere Stelle vorgegeben wird und man ohne viel nachzudenken nur das Niederdrücken der Ko-Zahl bis zu dieser Anzahl mitzählen und dann vielleicht noch ein paar Mal weitermachen muss, um den Zwischenrest kleiner als den Divisor zu machen.

Die deutsche Übersetzung der obigen amerikanischen Original-Anleitung zur Division versucht durch eine sehr einfache Ausdrucksweise die Theorie hinter den doch recht komplexen Handlungsanweisungen zu verstecken, um die potenziellen Benutzer des Comptometers nicht zu erschrecken. Die von uns verwendeten wesentlichen Begriffe wie „Komplement“ und Ko-Ziffer (co-digit) tauchen gar nicht mehr auf. Man spricht nur von den „großen“ und „kleinen“ Zahlen auf den anzuschlagenden Tasten. Die Marketingsprache hat die Oberhand gewonnen.

Wie aus der Zusammenfassung der Divisionsanleitung nebenan ersichtlich, muss jedoch eine ganze Reihe von Sonderregelungen zum Gebrauch der „kleinen Zahlen“ dieses Theoriedefizit kaschieren.
Für heutige Leser sind diese in Beispiele wahrscheinlich schwieriger verständlich, als eine theoretische Erklärung.
Aber in der Zeit des Modell-H-Comptometers (um 1930) ist ja auch die normale Geschäftssprache noch etwas gestelzt. Der wesentliche Grund dieser ausführlichen, an alle Einzelheiten erinnernden Erläuterungen war von Anfang an der, die Barriere zur routinemäßigen Einführung dieser „magischen“ Maschinen abzubauen und die immer noch kopfrechnenden Buchhalter und verantwortlichen Manager zu überzeugen, dass auch einfache Angestellte damit umgehen könnten.





COMPTOMETER

Die Hauptmerkpunkte bei Division sind folgende:

Den Dividenden in grossen Zahlen auf den Tasten anzuschlagen.

Das Dezimalkomma abzusetzen, indem man das Komma im Dividenden ebenso viele Stellen nach links rückt, als der Divisor ganze Zahlen enthält, wodurch das Komma im Quotienten, welcher errechnet werden soll, im voraus festgelegt wird.

1. Die Index-Zahl aufzählen
indem man den Divisor (in kleinen Zahlen — 1) anschlägt, bis die Anzahl der gemachten Anschläge mit der Index-Zahl im Register übereinstimmt. Ist die Index-Zahl eine Null, so wird vorerst kein Anschlag gemacht.

2. Den Rest reduzieren
indem man den Divisor anschlägt, bis der Rest kleiner ist als der Divisor. Wenn der Rest schon kleiner ist als der Divisor, so wird kein Anschlag mehr gemacht.

3. Den Divisor eine Kolonne nach rechts weiterrücken.

Ueber den Gebrauch von kleinen Zahlen

Wenn der Divisor auf den Tasten in kleinen Zahlen angeschlagen wird, soll die äusserste Ziffer des Divisors nach rechts immer mit minus 1 angeschlagen oder, mit a. W., ihr Wert immer um eins verringert werden. Wenn aber ganz rechts Nullen stehen, soll die letzte Zahl, die keine Null ist — also die letzte Wertzahl —, um eins vermindert werden.

Z. B. Es soll in kleinen Zahlen wie folgt angeschlagen werden:

Für	12	**Für**	19
Schlage an kleine Zahlen	11	**Schlage an kleine Zahlen**	18
Für	4216		
Schlage an kleine Zahlen	4215		

Die Nullen werden immer angeschlagen, ausgenommen, wenn sie ganz nach rechts stehen, in welchem Falle sie übersprungen werden, und die letzte Zahl, die keine Null ist — (Wertzahl) —, wird da um eins vermindert.

Für	704	**Für**	46005
Schlage an kleine Zahlen	703	**Schlage an kleine Zahlen**	46004
Für	7040	**Für**	704000
Schlage an kleine Zahlen	703	**Schlage an kleine Zahlen**	703

Wenn die äusserste Ziffer nach rechts 1 ist (Nullen nicht mitgerechnet), so hat man 1 — 1 = 0, und diese Null muss angeschlagen werden.

Für	3041	**Für**	3100
Schlage an kleine Zahlen	3040	**Schlage an kleine Zahlen**	30

In den Kolonnen, wo eine 9 im Betrage vorkommt, wird keine Taste angeschlagen (da sich auf den Tasten keine kleine 9-Zahlen befinden), ausgenommen, wenn die äusserste Ziffer nach rechts eine 9 ist, wo sie dann als kleine 8 angeschlagen werden soll.

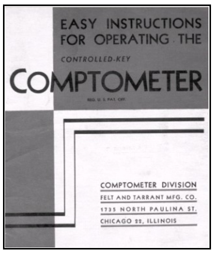
Für	8947	**Für**	983
Schlage an kleine Zahlen	8-46	**Schlage an kleine Zahlen**	-82
Für	1695	**Für**	379
Schlage an kleine Zahlen	16-4	**Schlage an kleine Zahlen**	378

Wenn nicht von Felt & Tarrant fabriziert, so ist es kein Comptometer

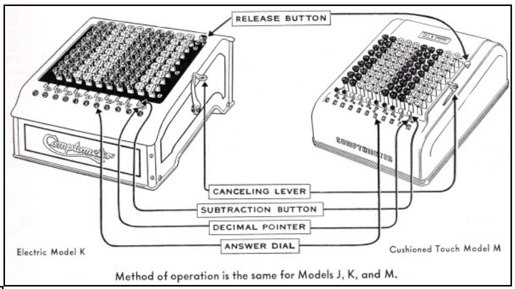
Comptometer

In dramatischer Weise hat Elmer Rice in seinem Theaterstück „The Adding Machine“ die Konsequenzen der daraus folgenden Restrukturierungen und Entlassungen ausgemalt.
Vom Marketing-Aspekt her ist die Erkenntnis lobenswert, dass die Erfindung der „Hardware“ unbedingt mit der Einführung einer „Software“, d.h. den erforderlichen Bedienungsanleitungen einhergehen muss. Wobei im Gegensatz zur Bedienung der Schreibmaschine nicht so sehr die Geschwindigkeit der Tastenanschläge zählt, sondern die Fingerfertigkeit bei der Beherrschung der Algorithmen.
Die beiden erfolgreichsten Konkurrenten auf dem amerikanischen Markt bildeten in dieser Hinsicht regelrechte Schulen, in denen die Ausbildung an den Maschinen gedrillt wurde. Sowohl von Felt&Tarrant's Comptometer-Schulen, als auch von den Burroughs-“Universitäten“ sind die Zeugnisse bekannt, die die Karrieren der Buchhalter und Bankangestellten in dieser Zeit bestimmten. Auch diese „Rechenmaschinen-Handwerker“ wurden etwa ab 1965 arbeitslos oder mussten sich zu Computer-Anwendern konvertieren.

Schon um 1940 sind die „**Easy Instructions for Operating the Comptometer**“ für die Modelle K



und M klarer dargestellt und es wird die Terminologie der „kleinen Ziffern“ (jetzt „small figures“), wie in der deutschen Übersetzung übernommen. Wahrscheinlich aufgrund von Erfahrungen mit Falschbedienungen wird die Einstellung des Dezimal-



Method of operation is the same for Models J, K, and M.

COMPTOMETER *Instructions* 512679508649755187462746275396471847513987120473

POINTING OFF IN DIVISION

Pointing off on the Comptometer in division is very simple and accurate. Turn down the decimal pointer in the register to agree with the decimal point in the dividend. To establish the ANSWER DECIMAL POINT turn down the pointer as many places to the left of the dividend decimal pointer as there are figures to the left of the decimal point in the divisor. **See Illustration.**

Example: 134.5 ÷ 25 = 5.38

Put the dividend 134.5 into the left side of keyboard. Pull down the decimal pointer between the 4 and 5 to correspond to the decimal point appearing in the dividend. As 25 is a whole number with two figures (**2** and **5**) we turn down the decimal pointer to the left of the dividend decimal point two places between the 1 and 3. **See illustration.** This simple method of establishing an accurate decimal position in the answer is found only on the Comptometer.

zeigers (pointing off) besonders ausführlich erklärt. Denn bei der Division einer Dezimalzahl muss natürlich der Zeiger „so viele Stellen links von dem Dezimalpunkt des Dividenden umgelegt werden, wie die Stellen links vom Dezimalpunkt des Divisors betragen“.

Heutzutage hätten wir keine Schwierigkeiten, von der Größenordnung beider Zahlen zu sprechen. Die Stellung des Dezimalzeigers ist insofern wichtig, weil – besonders bei mehrstelligen Divisoren und der Konzentration auf das Mitzählen – leicht der Blick auf diese Größenordnung verloren geht.

Long Division

Easy Method for Dividing by Five or More Figures, Using Four-Place Trial Divisor and Obtaining Three Answer Figures at a Time

Example: 4567.89 ÷ 2436.65 =

Apply rules for pointing off as indicated in illustration above. — **After pointing off, register shows 0'456789.**

16 *The Comptometer - Made only by* FELT & TARRANT MFG. CO.

512679508649755187462746275396471847513987120473 COMPTOMETER *Instructions*

Divide by first four figures of divisor, using small figures on keys (not taking one less) and don't stop dividing until you get the first three answer figures. After getting the third answer figure, continue to hold with left hand the position of the two left-hand figures of divisor.

Divide 0'456789 by 2436 (holding small figures 2436 with two hands) and don't stop dividing until you get the first three answer figures—187. Don't take the fingers of the left hand from keys 24.

Place fingers of right hand on columns immediately to right of the two columns held with left hand, on keys for the remaining unused figures* of divisor, holding according to small figures and one less for the extreme right-hand figure of value of divisor. Leave left hand inactive on keyboard.

Right-hand fingers take positions on small figures 64 (65 less 1) on columns immediately to right of position held with the left hand.

Depress keys held by right hand the number of times as indicated by first of the three answer figures already obtained. Then move right hand one position to right and strike as many times as indicated by the second answer figure. Again move right hand one position to right and strike as many times as indicated by the third answer figure already obtained.

From left to right, strike small figures 64 once, then move to right and strike eight times, then move to right and strike seven times. Register shows 1'87113545.

The left hand remains inactive on keyboard.

Resume holding first four figures of divisor, with position for first two figures on the columns marked with left hand, and the position for next two figures on columns immediately to the right.

Fingers of right hand take position on small figures 36. Right and left hand now hold small figures 2436.

(If remainder, in register under columns held, should be equal to or larger than the divisor, depress complete divisor once more.)

Remainder 1135 is not larger than 2436.

Move finger position one place to right, and divide to get the next three answer figures, exactly the same way as the first three were obtained.

Move both hands one position to the right and divide again by 2436 to get three more answer figures.

It is not necessary to strike in the remaining figures of divisor the second time, as these figures would not affect a six-place answer.

Register shows 1'87465. Answer 1.87465.

*** If it is not convenient to hold all at once with the right hand the remaining unused figures of the divisor, then hold one or two of the remaining figures at a time.**

The Comptometer - Made only by FELT & TARRANT MFG. CO. 17

So erfordert etwa die Erläuterung der Division **4567,89 : 2436,65** eine ganze Seite. Der Dezimalzeiger muss – nach obiger Anweisung - vor der 4 stehen. Die Tasten sollen dann zuerst mit beiden Händen die kleinen Ziffern ***2436*** (die *6* ist noch nicht die rechteste nicht-Null-Stelle!) oberhalb von 4567 wie bei normaler Division drücken, und zwar solange bis die ersten drei Ergebnisstellen erhalten sind, hier 187. Die linke Hand soll über der ***24*** verharren, die rechte Hand jetzt mit einer („kleinen“) ***64*** (=*65*-1) jede der Ergebnisstellen wiederholen, also zwei Kolonnen weiter rechts 1-mal drücken, dann eine Stelle weiter rechts noch 8 mal und rechts daneben 7 mal.
Die rechte Hand kehrt zur vorigen Position über den Tasten ***36*** zurück, kontrolliert, ob noch mal abgezogen werden muss (nein, da 1135 dort steht, sonst müsste man ***2436*** noch mal drücken und evt. noch mal die Prozedur mit der ***64***). Also geht man eine Stelle nach rechts und erhält wie vorher drei weitere Stellen, also 456. Die restlichen Dezimalstellen des Divisors sind nicht mehr nötig, da schon genug Dezimalstellen da sind. Ergebnis: **1,87465**.
Mit Sicherheit nicht eine alltägliche Routine, aber für alle anderen Volltastaturmaschinen genauso aufwendig.

In dem Werbungsbüchlein „A Better Day´s Work“ der Konkurrenzfirma **Burroughs** schon mehr als ein Jahrzehnt früher (1908) war für die Subtraktion noch ausschließlich vom Neunerkomplement gesprochen worden, und die führenden Neuner links mussten immer mit aufgefüllt werden. Als Hilfe für die Ziffer an der kleinsten Stelle, die ja dem Zehner-komplement entsprechen muss, bietet Burroughs auf den ersten Class-1-Modellen schmale Kartonstreifen an, die neben, bzw. unter den Tastenreihen liegen, wobei der Streifen ganz rechts das Zehnerkomplement zu jeder links daneben liegenden Taste trägt.

150 A Better Day's Work

Subtraction

SUPPOSE it is desired to subtract 2342 from 32167. The 32167 is set in the machine and the handle pulled. The complement of 2342, which is 7658, is set in the machine, and then by a simple keyboard process the subtraction is made. Then a total is taken. This total is the remainder and the whole process is shown in Figure 55.

```
              *
     321.67
9,999,976.58

     298.25 *
```

Figure 55

It is easy to pick out the complements of numbers by use of the complement keyboard reproduced in Figure 57.

It is made of bristol board, or celluloid, and the columns, with the exception of the first, which is numbered from 1 to 9 inclusive, are numbered from 0 to 8 in reverse order to the regular keys.

This keyboard is cut so that it can be slipped below the regular keys and can be placed on the machine or taken off at will. When an amount is to be subtracted the operator looks beyond the regular numerals to those on the complement keyboard below and depresses the keys nearest the respective complement numerals. The "9" keys to the left of the amount are then depressed and the subtraction made in the usual manner. The complement keyboard simply enables the operator to pick out the complements quickly without the necessity of calculating them mentally.

With a little practice in the use of this keyboard subtraction can be done very rapidly.

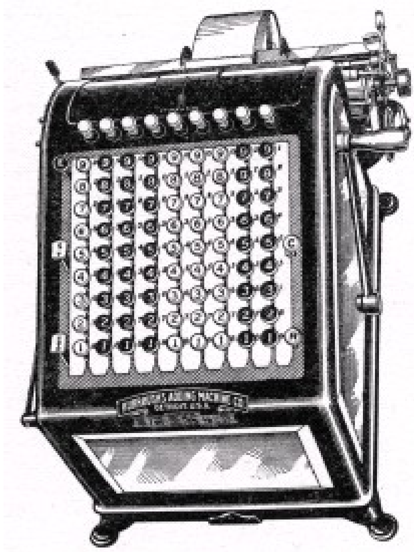
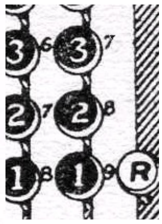


Figure 57

Machine showing detachable keyboard for subtraction which can be slipped on and off at will.



152 A Better Day's Work

Division

DIVISION is a short way of subtracting and when done on the Burroughs involves the same principle as subtraction, namely, the use of complements.

When 3455 is divided by 15 the quotient shows how many times 15 can be subtracted from 3455. It is found to be 230 times with 5 left over.

Figure 58 shows how the process looks when worked out on the machine. The amount to the left of the vertical line is the quotient, while the remainder is shown to the right.

```
          *
   34.55
  985.00
  985.00
   98.50
   98.50
   98.50

2,30|0.05 *
```

Figure 58

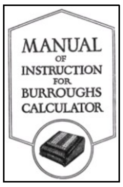
A demonstration of the enduring accuracy of the machine will be made in your office, without cost or obligation to you.

Zur Verdeutlichung ist ein Teil der Tastatur aus Bild 57 stark vergrößert wiedergegeben. Abgesehen davon, dass der Divisor praktisch nur rechtsbündig abgelesen und dann an anderer Stelle eingetastet werden kann, ist die Behauptung, dass zur Eingabe der Komplemente keine mentale Berechnung notwendig ist, ein recht plumpes Werbeargument.

Denn das Fehlen der „kleinen“ Ko-ziffern muss durch das Schauen auf den Kartonstreifen und das Auffüllen mit mindestens einem Neuner an der höchsten Stelle überbrückt werden. Da überdies die Zehnerübertragsverhinderung der höchsten Stelle noch nicht erfunden war, musste am Ende noch gesondert auf die letzte Stelle geachtet werden.

Bei der fortgesetzten Subtraktion, wie sie die Division erfordert, zeigt uns das Bild 58 die Umständlichkeit der zusätzlichen Neuner ganz deutlich. Für den zweistelligen Divisor braucht man beide Hände und wegen der zusätzlichen 9 ist die vertikale Linie („Dezimalpunkt“) drei Stellen links vom Dividenden-Einer.

Doch in **Burroughs´ „Manual of Instruction“** von 1939 für die späteren Modelle wird nur die



vereinfachte Nomenklatur verwendet, also von „kleinen“ Ziffern gesprochen. Aber die Bedeutung der ersten Stelle wird extra bezeichnet („stroke wheel“, etwa Schlagzahl-Zählrad), sie ist sowohl die erste Stelle des Dividenden, als auch die erste des Ergebnisquotienten. Ansonsten ist die Prozedur natürlich identisch mit der bisher beschriebenen:

1. die Schlagzahl abgleichen
2. den Rest reduzieren
3. eine Stelle weiter nach rechts gehen.

Before the machine could be made a real success, it was necessary to begin an entirely new undertaking—the task of educating the public in the everyday uses and economy of the machine. It was not until a dozen years later that this was really brought about on a broad scale. In the meantime, the machine was sold largely to banks, who soon learned its wonderful saving of time and labor.

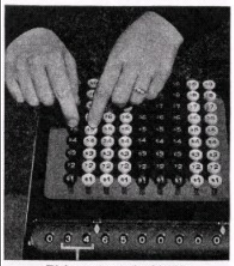
65 (b) DIVISION

The Stroke Wheel Method

There are three steps in division that always occur in cycles:

First: Equal the stroke wheel
Second: Reduce the remainder
Third: Move one place to the right

When the divisor is not contained in an equal number of figures in the dividend, it must be moved one column to the right to add another dividend figure.



Divisor not contained in 34

The Stroke Wheel

The first dial at the left of the columns in which the subtraction is being made is the stroke wheel. This dial serves two purposes. It is a dividend dial and also registers a quotient figure.

As the dividend is reduced in dividing, the quotient increases; therefore, at some point in the operation the figure on the quotient dial becomes the true quotient.

This occurs when the number of key strokes equals the number on the stroke wheel.

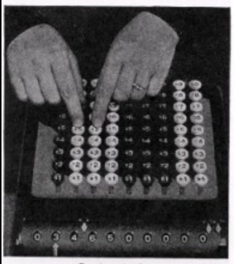
EXAMPLE: 3465 ÷ 45

OPERATION: Add 3465 in the machine at the left.

Always point off before dividing.

Place a decimal pointer in the same place as the point occurs in the dividend; then point off as follows:

When the divisor contains whole numbers with or without decimals, move the pointer one place to the left for each whole figure in the divisor.



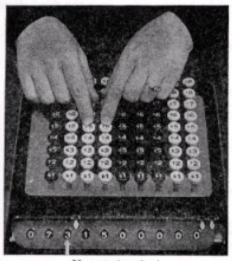
Stroke wheel 3

In the example 3465 ÷ 45, there are two whole figures in the divisor. Therefore, the point will be moved two places to the left.

Place the fingers on the small 44 (one less than 45) in the first two columns from the left as shown in the upper illustration.

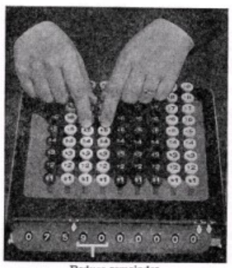
NOTE: It must be remembered that although 44 (one less than 45) is held, 45 is the number subtracted.

Since 45 cannot be subtracted from 34, the divisor must be moved one column to the right to add another dividend figure, which will place the divisor in the same columns as 46 on the dials. See lower illustration.



New stroke wheel

The new stroke wheel is 3. Operate three times counting the key strokes, 1, 2, 3. The wheel has advanced to 4. Operate once more. The wheel has advanced to 5. Operate once more, continuing to count the number of key strokes. The stroke wheel remains the same and consequently it has been equaled.



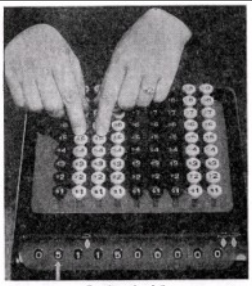
Reduce remainder

The next step is to reduce the remainder, 90, which will require two more key strokes.

The answer is: 77.

Answer

Dieses Mantra wird mehrmals wiederholt, und Dutzende von Übungsbeispielen im Manual sollen auch die Division zur Routine werden lassen.

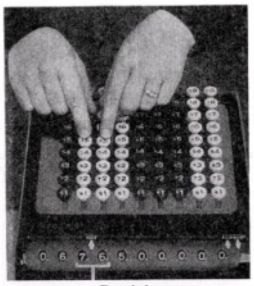


Stroke wheel 5

The stroke wheel reads 3. Operate the divisor keys three times and count the number of strokes as 1, 2, 3.

NOTE: The initial number of strokes indicated by the stroke wheel should always be made rapidly without looking at the dials. The stroke wheel is sometimes called the trial divisor, as the divisor is always contained at least as many times as the stroke wheel dial indicates.

The stroke wheel has changed to 5, having advanced two units.



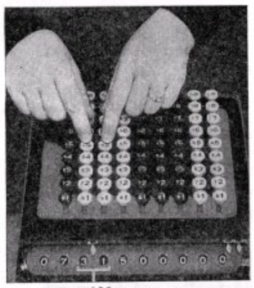
Remainder

Operate two more times and continue to count 4, 5. The stroke wheel has moved one unit, therefore, operate once more, counting 6.

The quotient dial shows 6. The stroke wheel has been equaled and is now disregarded.

The next step in the operation is to reduce the remainder, 76.

NOTE: A remainder is the amount on the dials in which the divisor is being held, either after equaling the stroke wheel, or as a final result upon the completion of the problem.



Move over

Remainders must always be reduced until they are smaller than the divisor. In the problem illustrated, the remainder at this point, after equaling the stroke wheel, is 76. Therefore operate the divisor keys once more to reduce the remainder.

The remainder is now 31 and since it is less than the divisor, 45, it is necessary to move the divisor one place to the right to add another dividend figure.

It is important that the student learn the three steps in division, remembering that these steps always occur in cycles in this order:

First —Equal the stroke wheel.
Second—Reduce the remainder.
Third —Move over to add another dividend figure.

These operations soon become a habit and make machine division simple and exceedingly rapid.

Solve this example several times until the method is learned thoroughly and the operation can be skilfully performed.

NOTE: It is not always necessary to hold the entire divisor when dividing. Correct results can be obtained by holding (from the left of the divisor) one more figure than the number of figures required in the answer.

MANUAL OF INSTRUCTION FOR BURROUGHS CALCULATOR Lesso

Der Erfolg der Burroughs-Maschinen ist sicher zum großen Teil auf das weitgefächerte Ausbildungsangebot zurückzuführen, das die Verkaufsanstrengungen von Anfang an begleitete. Im erwähnten Ausbildungsmanual finden sich für jede arithmetische Operation hunderte von durchzurechnenden Beispielen.

Als Kuriosität wird am Ende des Burroughs-Manuals noch kurz das Wurzelziehen erwähnt. Der Hinweis, dass diese Lektion ausgelassen werden könnte, deutet wohl darauf hin, dass damit keine allgemeingültige Prozedur beschrieben wird. Denn bestenfalls Quadratwurzeln von vier- bis fünfstelligen Zahlen lassen sich so erhalten, wie das Beispiel zeigt.
Suchen wir also die Quadrat-Wurzel aus **8836**; das Ergebnis ist bekanntlich $\sqrt{\mathbf{8836}} = \mathbf{94}$.

Lesson 223 **SQUARE ROOT**

Since few businesses have square root problems, this lesson may be omitted if desired.

The sum of any number of odd numbers taken progressively beginning at one is a perfect square.

EXAMPLE:
$1 + 3$ = 4, the square of 2
$1 + 3 + 5$ = 9, the square of 3
$1 + 3 + 5 + 7$ = 16, the square of 4
$1 + 3 + 5 + 7 + 9$ = 25, the square of 5

The square root of a number may be found by subtracting the odd numbers progressively beginning at one. The root is represented by the number of operations, which coincides with the quotient in division.

Hold a cipher in the first column to the left of the subtrahend when subtracting numbers less than 11, as 01, 03, 05, etc.

EXAMPLE:
$4 - 1 - 3$ = 0. The square root is 2
$9 - 1 - 3 - 5$ = 0. The square root is 3
$16 - 1 - 3 - 5 - 7$ = 0. The square root is 4
$25 - 1 - 3 - 5 - 7 - 9$ = 0. The square root is 5

To Find the Square Root

In finding the square root of a number, the operation is similar to division except that the divisor changes for each stroke.

EXAMPLE: Find the square root of 8836.

OPERATION: Beginning at the left of the keyboard, enter 8836 in the dials and place a decimal pointer in the location in which the decimal point appears in the number. Then separate the number into periods of two figures each, beginning with the decimal point, as 88 36. There will be one whole figure in the root for each period to the left of the decimal point, and one decimal figure for each period to the right of the decimal point.

Extract the square root of the first period at the left (88) by subtracting successively 01, 03, 05, 07, 09, 11, 13, 15 and 17. At this point the remainder (7) is smaller than the figure held and the root figure is 9.

Always move to the next odd number before noting the remainder. The correctness of the operation may then be checked, as the number held in small figures should be double the root already found. In this problem the small figures on the keys held are 18, or twice the root figure 9.

Bring Down the Next Period

Hold small 18 with the left hand and move one place to the right to bring down the next period. The remainder becomes a part of the new dividend as in division, and the dial at the left is the stroke wheel (0).

The first divisor in the new progression is 181.

Next reduce the remainder, successively changing the divisor to the next odd number.

Always use the right hand for the figure which changes.

The square root is 94.

Als erstes muss die Anfangszahl **8836** linksbündig eingestellt werden und der Dezimalzeiger zwischen den beiden 8-ern. Die Anfangszahl wird (von der Einerstelle an) in zweistellige Blöcke zerlegt, hier also 2 (**88 36**); das Ergebnis wird zweistellig sein. Da 0 vor der **88** als erster „Rest“ steht, werden davon sukzessive, wie bei der Division, die ungeraden Zahlen **01, 03, 05, 07**, usw. abgezogen, was bedeutet, die Ko-Zahlen davon, also *00, 02, 04, 06,* usw. bis *16* einzutasten. Die führenden Nullen sind wichtig! Jeweils bevor die Ko-Zahl gedrückt wird, muss kurz geschaut werden, ob der Rest kleiner ist. Mit den Fingern über *18* ist dies nicht mehr der Fall, also Stopp, die erste führende Stelle ist **9**. Man kontrolliert, ob die noch nicht getastete Zahl das Doppelte der schon erhaltenen Zahl ist (hier *18* = 2***9**, ok), dann die linke Hand mit den Fingern über der *18* eine Stelle nach rechts rücken, und jetzt mit der rechten Hand die nächsten ungeraden Ko-Zahlen dazudrücken, also *180, 182, 184*, *186*, dann ist der Rest Null, also kleiner als die nächste ungerade und mit der **4** die zweite Stelle der Wurzel gefunden. Da diese zweistellig sein soll und nur noch Nullen hinter dem Dezimalzeiger als Rest bleiben, ist **94** die Wurzel.
Ohne große Theorie ist dieses sogenannte Töpler-Verfahren im folgenden in Tabellenform mit allen Zwischenschritten wiedergegeben: die ersten m ungeraden Zahlen werden vom ersten Zahlenblock abgezogen, solange es noch geht, dann ist das Zwischenergebnis=m, an den Rest wird der nächste Block angefügt und davon 2*m*10+n (für die ersten ungeraden Zahlen n) abgezogen, wieder solange wie möglich, d.h. bis der Rest kleiner ist als die nächste abzuziehende ungerade Zahl, usw.

	88											**36**				
	Schritt m		1	2	3	4	5	6	7	8	**9**	n	1	2	3	**4**
ungerade	(2*m-1)	-	1	3	5	7	9	11	13	15	17	2*m*10+n	181	183	185	187
Rest	**88**		87	84	79	72	63	52	39	24	7	**736**	555	372	187	0
	2*m										18					
	Ko-zahl		***00***	***02***	***04***	***06***	***08***	***10***	***12***	***14***	***16***		***180***	***182***	***184***	***186***
	Tasten x	+	99	97	95	93	91	89	87	85	83		819	817	815	813
Rest	**88**		187	284	379	472	563	652	739	824	**9**07	**..736**	1555	2372	3187	**4**000

Man erkennt sofort, dass die Berechnung maximal nur für drei Blöcke praktizierbar wäre, denn man käme mit den Fingern nicht mehr zurecht.