Die

Rechenmaschine „Gauss“

und ihr Gebrauch.

Von

Wilhelm Semmler †.

Sonderabdruck
aus der „Zeitschrift für Vermessungswesen“,
Jahrgang 1906, Heft 1 und 2.

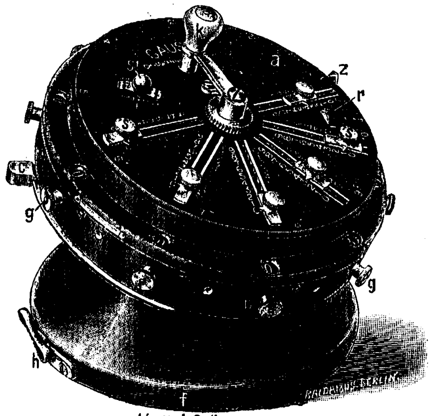
Stuttgart
VERLAG VON KONRAD WITTWER
1906.

Die Rechenmaschine „Gauss“ und ihr Gebrauch.

Nach dem Tode unseres allverehrten Kollegen Wilhelm Semmler wurde dem Unterzeichneten der ehrenvolle Auftrag zuteil, einen im Nachlass des Verstorbenen vorgefundenen Aufsatz über eine neue Rechenmaschine, an deren Entstehen der Verblichene lebhaftes Interesse und beratenden Anteil genommen hat, druckreif zu fertigen. Im folgenden sei nun die Arbeit mit geringen Abänderungen und Zusätzen, die durch teilweise Unleserlichkeit des Manuskriptes und durch inzwischen stattgehabte Konstruktionsänderungen an der beschriebenen Maschine bedingt waren, der Oeffentlichkeit übergeben. Der Beginn einer Beschreibung des inneren Baues der Maschine wurde vorläufig zurückbehalten; diese Abhandlung soll vervollständigt gegebenen Falles in der Zeitschrift für Instrumentenkunde erscheinen.

Berlin. *J. Wilhelm G. Schulz*, Kgl. Landmesser,
Assistent für Geodäsie an der Landw.
Hochschule zu Berlin.

Von Herrn Mechaniker Ch. Hamann in Friedenau-Berlin ist eine Rechenmaschine, nach unserem grössten Mathematiker „Gauss“ benannt,



$^1/_2$ nat. Grösse.
Fig. 1.

erfunden und gefertigt, welche infolge ihrer Kleinheit, Bequemlichkeit, Eleganz und ihres geringen Preises bestimmt erscheint, in den weiten Kreisen aller rechnenden Berufsarten sich viele Freunde zu erwerben.

Einen Anblick, wie sie auf dem Tische vor dem Rechner steht, bietet in halber natürlicher Grösse die Fig. 1. Auf schwerem eisernen, gegen ein Verrücken bei der Arbeit mit Tuch unterzogenem Fusse erhebt sie sich zu einer Gesamthöhe von 10 cm, die Fläche der einzustellenden und abzulesenden Zahlen mit passender Neigung ihrer Hauptachse dem Rechner zuwendend; ihr Durchmesser beträgt nur 12,5 cm. Sie kann also ihren Platz bequem zur Linken des Rechenblattes finden und hier ohne Herumwenden des Körpers, wie es die bisher üblichen grossen Maschinen erfordern, von der rechten Hand bedient werden. Die Zweckmässigkeit schon ihrer äusseren Anordnung, der Anstrich ihres Gehäuses mit stumpfem, nicht blendendem, schwarzem Lacke werden wohl überall Gefallen und Beifall finden; auch die Ruhe ihres Ganges berührt angenehm; aufdringliches Geräusch stört nicht einen andern Rechner im gleichen Raum.

Eine frühere Konstruktion der Maschine gestattete, dieselbe von ihrem Fusse abzuschrauben und auf einen Holzgriff zu setzen, wie es Fig. 2 zeigt, so dass sie bequem auf die Reise mitgenommen und sogar im Felde benutzt werden kann; wiegt sie doch ohne Fussplatte nur 850 Gramm. Eine neuere, in manchem verbesserte Ausführung erlaubt die Verwendung auf einem Holzgriffe nicht mehr; doch wird auf besonderen Wunsch auch jetzt noch die ursprüngliche Konstruktion geliefert.

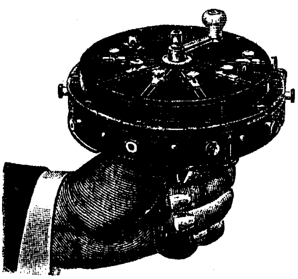


Fig. 2.

Die Maschine ist in einem sauber gearbeiteten, überaus leicht transportablen, zylindrischen Kasten von 16 cm Durchmesser und 13 cm Höhe verpackt, der mit Segeltuch überzogen ist, und wiegt mit diesem 2,6 kg. Da ihr Preis sich auf nur 200 Mk. stellt, dürfte sie wohl auf dem Zeichentisch vieler Landmesser und Ingenieure ihren Platz neben dem Planimeter finden.

Auf der obern Fläche *a* der Maschine (cf. Fig. 1) erblickt man sechs Schlitze, die an jeder Seite mit einer von 0 bis 9 gehenden Zahlenreihe versehen sind; die weiss eingravierten Ziffern zur Linken steigen zentripetal, die roten rechts zentrifugal an. In diesen Schlitzen läuft je ein Schieber *s*, an dessen Knopf man mittels eines nach den beiden Ziffernreihen gerichteten Doppelzeigers die Ziffern einer sechsstelligen Zahl in ihrer natürlichen Reihenfolge in Rot oder Weiss einstellen kann. Bei richtiger Einstellung der Zeiger einer Zahl genau gegenüber fühlt man eine Feder in eine Nute einspringen. Die ganze Deckelplatte *a* kann man nun mittels des Hebels *h* am Fusse *f* der Maschine (oder beim Gebrauch auf dem Handgriff direkt mit der rechten Hand) so weit hochheben, dass man die Zahl 1 am Rande des Deckels dem festen Zeiger *z* gegenüberstellt (wie in der Fig. 1). Bei richtiger Stellung schnappt der Deckel mittels mehrerer Randausschnitte auf entsprechende Nasen des untern Teils ein, und die Räderwerke beider Teile greifen ineinander.

Stellt man nun noch den Zeiger des Umschalters S^1 auf $+$ (Add. oder Mult.) und dreht die Kurbel *k* von der Anfangsstellung — cf. Fig. 1 —, die durch Einspringen eines Federbolzens im Kopf des Griffes in die Vertiefung eines Anschlages auf Deckel *a* festgelegt wird, rechtläufig ein volles Mal herum, so erscheint jede Ziffer der oben eingestellten Zahl in dem ihrem Schlitz gegenüberstehenden Schauloch des unteren, das Zählwerk bergenden Teiles *b*, wenn diese Schaulöcher vorher alle die Ziffer 0 aufwiesen. An den Drehknöpfen *g* kann man in den Schaulöchern jede bis zehnstellige Zahl in ihrer natürlichen Ziffernfolge einstellen und zwar so, dass der letzte Spalt der Deckelscheibe in der Anfangslage auf ihre letzte Ziffer zeigt. Die Ablesung geschieht dann im Kreise um den ganzen Umfang der Maschine. Stand in diesen Schaulöchern schon vor der Kurbeldrehung eine Zahl, so erhält man nach der Drehung in den Schaulöchern die Summe beider Zahlen. Eine mehrmalige Kurbeldrehung liefert eine ebensooft wiederholte Addition oder das Produkt der Zahl auf dem Stellwerk (*a*) mit der Anzahl der Kurbeldrehungen.

Hebt man den Stelldeckel hoch und verlegt ihn so, dass Ziffer 2 an seinem Rande dem Zeiger *z* gegenübersteht, so würde der Schlitz der letzten Stelle des eingestellten Faktors jetzt den Zehnern des vorhin gebildeten Produktes gegenüberstehen, und Umdrehungen der Kurbel würden die eingestellte Zahl ebensooft in die Zehnerstelle addieren; nach weiterem Verlegen würde man Produkte in der Hunderter-, Tausender- u. s. w. Stelle addieren. War die Anzahl der Umdrehungen in der ersten Lage z. B. 7, in der zweiten 3, in der dritten 5, in vierter 6, so hätte man also einen eingestellten Faktor 6537 mal zu der in den Schaulöchern eingestellten Zahl addiert. Die Zahl der Kurbelumdrehungen gibt eine zweite Schaulochreihe des Zählwerkes *b* an, welche freigelegt wird, wenn man einen auf dem Zählwerk liegenden Ring, der in der Stellung der Figur die Schaulöcher des Produktes freigibt, etwas an einem seitlich angebrachten Knöpfchen dreht in der Richtung eines mit *MQ* (Multiplikator, Quotient) bezeichneten Pfeiles. Diese Drehungszahlen sitzen immer zwischen je zwei Einstellschrauben *g*; ihre Achsen ragen abgestumpft durch den Mantel des Zählwerkes, wie auch aus der Figur zu erkennen ist. Es wird immer das ganze Element in Drehung versetzt, das unter der kleinen Scheibe *r* liegt und auf das der nebenstehende Pfeil hinweist. (Diese Scheibe *r* ist neuerdings infolge einer Anregung des verstorbenen Herrn Semmler durch einen ungleich praktischeren federnden Druckknopf ersetzt.) Bei beliebiger Stellung des

Deckels *a* würde also der Pfeil auf die Ziffernstelle des abgeleierten Faktors hinweisen, die die dem Zeiger *z* gegenüberstehende Zahl angibt.

Eine Gefahr der Verwechslung des Produktes mit dem zweiten Faktor ist nicht zu befürchten, da man sich sofort daran gewöhnt, das Produkt in den Schaulöchern in der Richtung der Deckelschlitze zu suchen; um einen Irrtum ganz auszuschliessen, wird dies Produkt durch schwarze Ziffern auf weissem Grund, der zweite Faktor durch weisse Ziffern auf Schwarz angezeigt.[1]) Will man das nächste Produkt bilden oder addieren, so löscht man den in den Schaulöchern des Zählwerkes *b* angezeigten Faktor durch Ziehen des Hebels *c* (Fig. 1) nach vorne bis zum Anschlag; es erscheint in den Schaulöchern überall wieder die 0. An den Knöpfen *s* kann man jetzt einen neuen Faktor einstellen. Will man auch das Produkt löschen, so hat man nur einen zweiten, symmetrisch zu *c* angebrachten Hebel (etwas unterhalb Zeiger 2, in Fig. 1 verdeckt) nach vorn zu drehen; auch die Produktschaulöcher weisen dann überall 0 auf.

Soll die Maschine zum Dividieren benutzt werden, so schiebt man den Doppelzeiger des Knöpfchens S^1 auf — (Subt. und Divis.), stellt die Läuferzeiger in der Spalte der roten Zahlzeichen auf die einzelnen Ziffern des Divisors ein und zwar derart, dass seine letzte von 0 abweichende Ziffer an dem letzten Schlitz rechts angezeigt wird. Die Zeiger in den Zeilen der weissen Ziffern weisen jetzt auf die dekadische Ergänzung der in den roten Ziffern eingestellten Zahl; die Maschine addiert tatsächlich die dekadische Ergänzung, statt die Zahl selbst zu subtrahieren; doch bleibt das Resultat natürlich in beiden Fällen das gleiche. Hat der Divisor weniger als sechs Stellen, so ist darauf zu achten, dass in den ersten nicht von dem Divisor in Anspruch genommenen Schlitzen die Läufer auf die rote (negative) Null gestellt werden. Den Dividendus stellt man in seiner Ziffernfolge an den Schraubenköpfen *g* des Zählwerkes ein; wo man die erste Stelle hinsetzt, ist bei dieser Maschine gleichgültig, da ihr Mechanismus, in sich selbst zurücklaufend, die Ermittlung beliebig vieler Stellen gestattet. Zweckmässig wird es für das Ablesen des Quotienten sein, wenn man die höchste Dividendusstelle in dem Schauloch neben Zeiger *z* einstellt. Jetzt wird noch der Stelldeckel nach Anheben so verlegt, dass der höchsten Ziffer des Dividendus die höchste des Divisors gegenübersteht oder, wenn in dieser Stellung der Divisor sich als grösser erweist als der darunterstehende Teil des Dividendus, die höchste Ziffer des Divisors der zweithöchsten Dividendusstelle zugeordnet ist. Jede jetzt rechtläufig ausgeführte Kurbeldrehung subtrahiert einmal den Divisor in entsprechender Stelle, und man hat nur darauf zu achten, dass man mit dem Drehen der Kurbel einhält,

[1]) In den Figuren 1 und 2 ist noch eine ältere Konstruktion der Maschine festgehalten, bei der das Produkt durch weisse Ziffern und der zweite Faktor durch schwarze angegeben wurde.

sobald beim Erreichen des Anschlages der Anfangslage die Dividenduszahl kleiner ist als der Divisor. Nun verlegt man linksläufig das Schaltwerk *a* um eine Stelle, dreht wieder so oft die Kurbel, bis der im Zählwerk erscheinende Rest des Dividenden kleiner ist als der Divisor. Dieses Verfahren setzt man so oft fort, als man im Quotienten Stellen haben will; ohne weiteres liefert die Maschine 10 Quotientenstellen. Der Quotient zeigt sich nach Drehen des Deckringes in der mit *MQ* bezeichneten Pfeilrichtung auf dem Zählwerk in den Schaulöchern des abgeleierten Faktors bei Produktbildungen. Will man die Division noch weiter treiben als auf 10 Stellen des Quotienten, so kann man die ersten 10 Ziffern, nachdem man sie notiert hat, mittels des Hebels *c* löschen und mit der Division in den Rest des Dividendus wie vorhin fortfahren.

Man hat bei der Division ein Produkt, von dem ein Faktor erst zu finden war, von dem gegebenen Dividendus abgezogen. Es ist dieses also ein spezieller Fall der Aufgabe: von einer gegebenen Zahl das Produkt zweier anderen zu subtrahieren, wie sie ja abwechselnd mit Addition von Produkten bei den Rechnungen des Landmessers (Flächenberechnung nach der Gauss'schen Formel, Polygon- und Kleinpunktsberechnungen, Ausgleichung u. s. w.) immer wieder vorkommt. Auch hierbei stellt man den Umschalter S^1 auf Division und Subtraktion und die Ziffern des einen Faktors in den roten Zahlenreihen der Deckelschlitze, die letzte von 0 abweichende Stelle in die letzte Spalte ein und kann beim Ableiern des anderen Faktoren auch mit dessen letzter Stelle anfangen.

Bei Rechnungen dieser Art wird es erwünscht sein, um Irrtümer während derselben zu vermeiden, die Stellung des Kommas in der Produktensumme ein für allemal zu markieren; es geschieht dies durch einen vor der Stelle der ersten Dezimale in den Zahlenkranz seitlich einzusteckenden Stift. Beim wiederholten (positiven oder negativen) Hinzufügen von Produkten zu Werten, die am Zählwerk eingestellt oder errechnet sind, wie bei der Polygonkoordinatenberechnung, wird man bei stets gleichbleibender Dezimalstellenzahl der beiden Faktoren für den Schaltwerksdeckel immer dieselbe Anfangsstellung erhalten, für die man sich die an den Zeiger *z* hintreffende Zahl sofort merken wird. Zeigt sich in den letzten Faktorenstellen die Ziffer 0 und stellt man bei hinzuzufügenden Produkten, gleichviel ob positive oder negative, die letzte von 0 abweichende Ziffer des einen Faktors immer — wie es bei negativen Produkten unbedingt geschehen muss — in den letzten Deckelschlitz ein, so muss man die Anfangslage des Schaltwerksdeckels um soviel Stellen weiter wählen, als beide Faktoren zusammen Endnullen haben.

Die Uebertragung der Zehner findet bei dieser Maschine jedesmal bis zu der Zählwerksstelle statt, die dem Umschalter S^1 gegenübersteht. Ein Klingelzeichen ertönt nun beim Addieren und Multiplizieren, sobald eine 10 jener (siebenten) Stelle nicht mehr als Einheit auf die folgende (achte) Zählscheibe übertragen wird; man wird dadurch erinnert, dass man mit der Hand diese Ziffernscheibe, die stets dicht unterhalb 4 des Schaltwerkes *a* steht, an ihrem Knöpfchen *g* um eine Stelle weiterdrehen muss. Bei Subtraktion und Division wirkt ja die Zehnerübertragung so, dass sie beim Abziehen einer grösseren Zahl von der kleineren die nächsthöhere Stelle des Minuenden oder Dividenden um eine Einheit vermindert. Auch dieses wird von der Maschine bis zur Stelle des Umschalters S_1 ausgeführt, und das Klingelzeichen ertönt hier, wenn die nächsthöhere Dividendus- oder Minuendusstelle durch Drehen mit der Hand um eine Einheit zu verkleinern ist.

Im Verlaufe grösserer Rechnungen kann wohl einmal der Fall eintreten, besonders wenn man im Dividieren mit der Maschine noch ungeübt, dass man die Kurbel einmal mehr dreht, als es der abzuleiernde Faktor vorschreibt oder der Dividendus gestattet. Um den begangenen Fehler rückgängig zu machen, muss man den Schalter S_1 umstellen, den Faktor, der vorher in der Reihe der weissen Ziffern angezeigt wurde, in den der roten, und umgekehrt, einstellen und dann eine Kurbelumdrehung ausführen; in den Schaulöchern des Produktes oder Dividendus erscheint jetzt die richtige Zahl. Nur der Tourenzähler unterhalb des Rädchens *r* zeigt die zuviel ausgeführte und die verbessernde Kurbeldrehung auch noch an. Man muss also an dem Rädchen *r* die darunterliegende Zählscheibe um zwei Stellen rückwärts einstellen. Bei den neueren Maschinen geschieht dies durch zweimaliges Niederdrücken eines an Stelle des Rädchens *r* angebrachten federnden Druckknopfes. Eine Umkehr der Drehungsrichtung gestattet der innere Bau der Maschine nicht; deswegen wird die Kurbel *k* auch durch einen Sperrhaken, der über ein Zahnrädchen auf ihrer Achse läuft, (in Fig. 1 sichtbar) an einer Linksdrehung verhindert. Jenes Umstellen des Faktors und Drehen des Tourenzählers ist nun zwar zeitraubender und unangenehmer als die Tilgung des gleichen begangenen Fehlers bei Maschinen anderer Systeme durch Umschalten eines Stellhebels oder durch einfaches Rückwärtsdrehen der Antriebskurbel; doch wird gerade diese kleine Unbequemlichkeit es herbeiführen, dass man genauer auf die Anzahl der vorgeschriebenen Drehungen oder die jedesmalige Grösse des Dividendus achtet. Und bei anderen Maschinen dürfte wohl auch ein grosser Teil der Ueberdrehungen, besonders beim Dividieren, auf Rechnung des Gefühls der Gewissheit zu setzen sein, dass man durch die verbessernde Drehung fast nichts an Zeit verliert.

Am Schlusse der Gebrauchsanleitung mag noch ein von Pr. Dr. Töpler angegebenes Verfahren zum Ziehen von Quadratwurzeln in seiner Modifikation für die vorliegende Hamannsche Rechenmaschine beschrieben und durch ein Beispiel erläutert werden. Zwar wird man zum Ziehen von Quadratwurzeln ja am besten eine Tafel benutzen und wohl nur zur

Maschine greifen, wenn die aus jener erhaltene Stellenzahl nicht genügt. Dann kann man von der gegebenen Zahl die aus der Tafel erhaltene nächst niedere Quadratwurzel abziehen, in den Rest die verdoppelte Wurzel hineindividieren und erhält so, wenn n die Stellenzahl der Tafelwurzel ist‘ noch n—1 weitere Stellen (cf. Vogler: Prakt. Geom. Teil 1 S. 187).

Ist jedoch eine Tafel nicht zur Hand, so wendet man mit Vorteil das Töplersche Verfahren an. Dieses beruht darauf, dass das Quadrat einer positiven ganzen Zahl n sich auffassen lässt als die Summe einer arithmetischen Reihe von n Gliedern mit dem Anfangsgliede 1 und der Differenz 2, also der n ersten ungeraden Zahlen:

$$s = \frac{(a+u)}{2} n = \left[\frac{1+(2n-1)}{2}\right] n = n^2.$$

Subtrahiert man also zunächst, nachdem man den Radikanden zu je zwei Stellen eingeteilt hat, in den ersten beiden Stellen der Reihe nach die ungeraden Zahlen, so gibt, sobald der Rest kleiner wird als die nächste abzuziehende Zahl, die Anzahl der Subtraktionen die Wurzel der ganzen abgezogenen Summe an. Hat man z. B. zu suchen $\sqrt{625}$, so ist zunächst von 6 abzuziehen 1, dann 3. Auf einer Maschine wird dies geschehen, indem man in der höchsten Schaltwerksstelle erst 1 einstellt, diese durch einmalige Kurbeldrehung subtrahiert, dann 3 einstellt und diese wieder durch einmalige Kurbeldrehung abzieht. Es sind also 2 Subtraktionen auszuführen; die Ziffer in der Zehnerstelle der Wurzel ist also 2, gleich der Anzahl der Kurbeldrehungen. Ist a (gleich 2 in diesem Falle) die erste Wurzelziffer, b die Ziffer der nächsten Stelle, so wird der Rest (hier 225) die Form haben $2ab + b^2$. Man muss also — nach Verlegen des Stelldeckels um eine Stelle nach links — mit Benutzung des nächsten Schaltwerksschlitzes wiederum die Reihe der ungeraden Zahlen abziehen. In die erste Schaltwerksstelle stellt man nun den Wert $2a$ ein, was dadurch geschieht, dass man den Läufer am Stellwerk um eine Einheit höher verschiebt; denn das a te Glied der Reihe der ungeraden Zahlen lautet $u = 2a - 1$, also ist $2a = u + 1$. Hieraus ergibt sich zugleich auch noch folgendes: $2a$ kann den Wert 10 erreichen oder überschreiten; es muss also vor der für die Ermittlung von a benutzten Stelle für diesen Fall noch eine Stelle im Schaltwerk vorhanden sein; man muss alsdann die Einstellung für a in der zweithöchsten Stelle ausführen. $2a$ macht oder überschreitet aber 10, wenn $a \geqq 5$ und $a^2 \geqq 25$ ist, wenn also die zwei ersten Stellen des Radikanden $\geqq 25$ sind. So wird, da b auch gleich der Anzahl der Kurbelumdrehungen ist, $2ab + b^2$ abgezogen. In unserem Falle würde die Division aufgehen; man würde erhalten $2ab + b^2 = 4 . 10 . 5 + 1 + 3 + 5 + 7 + 9 = 225$.

Würde man bei dieser Maschine nun in den höchsten Ziffernstellen anfangend die ungeraden Zahlen 1, 3 u. s. w. subtrahieren wollen, so würde man tatsächlich, wie oben schon erwähnt, die dekadischen Ergänzungen *9, *7, *5, etc. addieren müssen. Die nach den Ziffernreihen in rot weisenden Zeiger stehen dann aber auf 0, 2, 4 mit Ausnahme jenes der letzten Spalte. Um nun eine für alle Spalten gültige Regel aufstellen zu können, wird man sich nur auf die weissen Zahlen beziehen müssen. Die Rechenvorschrift für diese Maschine mag zugleich an einem Beispiel erläutert werden.

Die Zahl, von der die Quadratwurzel zu ziehen sein soll, möge lauten: 5424027904. Man stellt sie am besten hinter Zeiger z mit der ersten Ziffer anfangend linksläufig auf dem Zählwerke ein; schiebt den Zeiger S^1 auf — (Subt. und Div.) und teilt den Radikanden in Gruppen zu 2 Ziffern ein; hier lautet die erste Zifferngruppe 54. Da nun $54 > 25$ ist, so muss man die dekadische Ergänzung der abzuziehenden Zahlen in die zweithöchste Stelle des Stellwerkes einstellen. Es müssen also die beiden ersten Stellen die Ziffern 99 in den weissen Zahlenreihen aufweisen, alle anderen Stellen 0 (weiss). Nachdem man die ersten beiden Stellen des Schaltdeckels den ersten beiden des Radikanden gegenübergestellt hat, dreht man jetzt einmal die Kurbel, stellt in der zweiten Schaltwerkstelle den Zeiger um 2 Einheiten weiter (bis weiss 7), führt wieder eine Kurbelumdrehung aus und fährt mit dieser Handhabung fort, bis die Summe der ersten beiden Stellen des Zählwerkes und des Schaltwerkes kleiner als 100 wird. Jetzt verlegt man den Deckel um eine Stelle nach links, verschiebt den Zeiger der zweiten Stelle um 2 Einheiten weiter (negativ) und stellt den Zeiger der dritten Spalte auf 9 und führt dieselbe Handhabung aus wie in der ersten Lage. Es mögen für dieses Beispiel die sämtlichen Zahlen des Schaltwerkes, Zählwerkes und des Tourenzählers (der Wurzel) angegeben sein. (Siehe Tabelle A.)

Das ausführlich notierte Beispiel lässt das Wurzelziehen zunächst etwas umständlich erscheinen; doch geht die praktische Ausführung nicht wesentlich langsamer als das Dividieren, da das jedesmalige Verschieben des einen Schaltwerkzeigers um stets zwei Einheiten fast mechanisch vonstatten geht.

In einer vom Versandhaus Reiss, Liebenwerda, nach dem Tode des Herrn Semmler herausgegebenen Gebrauchsanweisung für die Hamannsche Rechenmaschine findet sich ein vom vorstehenden abweichendes, merklich unübersichtlicheres Verfahren zum Radizieren mit der in Frage stehenden Maschine angegeben. Dasselbe beruht im wesentlichen auf demselben Prinzip wie das soeben erklärte, nur macht es von dem Umstand keinen Gebrauch, dass das a te Glied u der Reihe der ungeraden Zahlen lautet $u = 2a - 1$. Es stellt den Doppelzeiger S^1 gleichfalls auf —, in den Schlitzen die ungeraden Zahlen jedoch in den roten Ziffernreihen nacheinander, mit dem

Tabelle A.

Zählwerk	Schaltwerk (weiss)	Tourenzähler
54 24 02 79 04	990000	1000000000
53	97. . . .	2. . . . .
50	95. . . .	3. . . . .
45	93. . . .	4. . . . .
38	91. . . .	5. . . . .
29	89. . . .	6. . . . .
18	87. . . .	7. . . . .
05		
	859000	7100000000
03 83 02 79 04	. . 7. . .	.2. . . . .
.2 40	. . 5. . .	.3. . . . .
.0 95		
	. . 3900	7310000000
. . 80 41 79 04	. . . 7. .	. . 2. . . . . . .
. . 65 78	. . . 5. .	. . 3. . . . . . .
. . 51 13	. . . 3. .	. . 4. . . . . . .
. . 36 46	. . . 1. .	. . 5. . . . . . .
. . 21 77	. . 29. .	. . 6. . . . . . .
. . 07 06		
	. . . 790	7361000000
. . .5 59 58 04	. . . . 7.	. . . 2. . . . . .
. . .4 12 35 . .	. . . . 5.	. . . 3. . . . . .
. . .2 65 10 . .	. . . . 3.	. . . 4. . . . . .
. . .1 17 88 . .		
	 19	7364100000
. . .1 03 10 23	 7	. . . . 2. . . . .
. . .0 88 37 40	 5	. . . . 3. . . . .
. . . . 73 64 55	 3	. . . . 4. . . . .
. . . . 58 91 68	 1	. . . . 5. . . . .
. . . . 44 18 79	 09	. . . . 6. . . . .
. . . . 29 45 88	 7	. . . . 7. . . . .
. . . . 14 72 95	 5	7364800000
00 00 00 00 00		

Das Radizieren geht ohne Rest auf. Die Wurzel lautet:

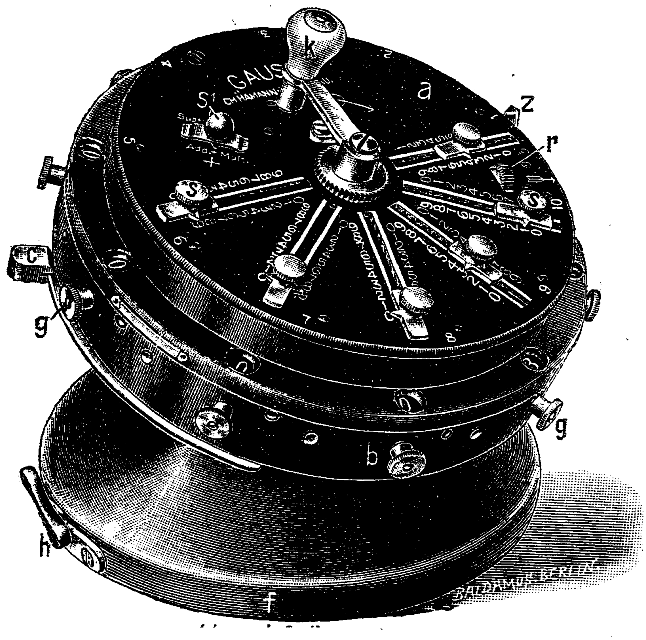
73648.

Die Horizontalstriche bedeuten, dass an diesen Stellen das Schaltwerk um je eine Stelle nach links verlegt wird.

Tabelle B.

Zählwerk	Schaltwerk (rot)	Tourenzähler
54 24 02 79 04	000001	1000000000
53	 3	2. . . . .
50	 5	3. . . . .
45	 7	4. . . . .
38	 9	5. . . . .
29	 11	6. . . . .
18	 13	7. . . . .
05		
	. . . 141	7010000000
03 83 02 79 04	 3	. . 2. . . . . . .
.2 40	 5	. . 3. . . . . . .
.0 95		
	. . 1461	7030100000
. . 80 41 79 04	 3	. . . . 2. . . . .
. . 65 78	 5	. . . . 3. . . . .
. . 51 13	 7	. . . . 4. . . . .
. . 36 46	 9	. . . . 5. . . . .
. . 21 77	 71	. . . . 6. . . . .
. . 07 06		
	.14721	7030601000
. . .5 59 58 04	 3	. . . . . . 2. . .
. . .4 12 85 . .	 5	. . . . . . 3. . .
. . .2 65 10 . .	 7	. . . . . . 4. . .
. . .1 17 83 . .		
	147281	7030604010
. . .1 03 10 23	 3	. . . . 2.
. . .0 88 37 40	 5	. . . . 3.
. . . . 73 64 55	 7	. . . . 4.
. . . . 58 91 68	 9	. . . . 5.
. . . . 44 18 79	 91	. . . . 6.
. . . . 29 45 88	 3	. . . . 7.
. . . . 14 72 95	 5	7030604080
00 00 00 00 00		

Die horizontalen Striche bedeuten ein Verlegen des Schaltwerkes um 2 Stellen nach links. — Auch hier ergibt sich — wie selbstverständlich — 73648 ohne Rest als Wurzel. — Aus einer Vergleichung der Mittelspalten dieses und des ersten Verfahrens erkennt man, wievielEinstellungen die vorigeMethode weniger erfordert u. wie sie dieWurzel – siehe 3. Spalte — übersichtlicher ergibt.



k
a
z
r
S1
s
c
g
b
h
f
GAUS
BALDAMUS BERLIN