AUSGEGEBEN DEN 24. DECEMBER 1894.

KAISERLICHES PATENTAMT.

PATENTSCHRIFT

— № 78611 —

KLASSE 42: INSTRUMENTE.

ROBERT HAEDICKE in HANNOVER.

Rechenschieber.

Patentirt im Deutschen Reiche vom 29. November 1893 ab.

Allen Anfängern in der Verwendung des Rechenstabes macht die Bestimmung der Ganzen des Rechnungsergebnisses (der sogen. Stellenzahl) die gröfste Schwierigkeit. Auch viele, sonst mit dem Gebrauch des Rechenstabes vollständig vertraute Rechner nehmen an dieser Schwierigkeit häufig Anstofs. Man kann daher sehr wohl behaupten, dafs die Bestimmung der Stellenzahl ein wesentliches Hindernifs für die weitere Verbreitung des Rechenstabes ist.

Die meines Wissens bisher vorgeschlagenen Arten zur Ermittelung der Stellenzahl sind:

1. Die Stellenzahl wird durch überschlägige Rechnung ermittelt (s. Centralbl. d. Bauv. 93, S. 174). Diese Art ist zeitraubend, erfordert unnütze geistige Anstrengung und schliefst ein Versehen nicht aus.

2. Die Stellenzahl wird nach den geltenden mechanischen Regeln bestimmt, welche man im Gedächtnifs haben mufs (s. Centralbl. 93, S. 330). Diese Regeln aber hat man, wenn man nicht ständig den Rechenstab verwendet, wohl dann gerade stets vergessen, wenn sie angewendet werden sollen. Man mufs also dann vor jeder Neuverwendung des Rechenstabes erst wieder die einschlägigen Regeln studiren und sich einprägen. Betrachtet man in dieser Hinsicht sämmtliche Regeln, welche beim Gebrauch des Rechenstabes angewendet werden müssen, so darf man es geradezu als unmöglich bezeichnen, sich sämmtliche einzuprägen, ohne einer Verwechselung ausgesetzt zu sein.

3. Auf das linke Ende des Schiebers (siehe Centralbl. 89, S. 278) sind Zeichen gemacht, welche bei einer bestimmten Stellung des Schiebers in Anwendung kommen. Auch diese Art schliefst die Verwechselung nicht aus, da man nach längerer Pause im Gebrauch des Rechenstabes wieder unsicher werden kann, bei welcher Stellung des Schiebers die Zeichen zu beachten sind. Dann aber wird doch wieder ein Nachschlagen im Buch und ein neues Einprägen erforderlich. Aufserdem aber geben diese Zeichen nur eine Handhabe für Multiplication und Division und umfassen bei weitem nicht die ganze Menge der Regeln, deren Beachtung beim vielseitigen Gebrauch des Rechenstabes nothwendig ist.

Durch die Art, wie die Regeln zur Bestimmung der Stellenzahl von mir auf dem dargestellten Rechenstab angebracht sind, ist das Gedächtnifs von dem Regelnwust befreit und jeder Unsicherheit und Verwechselung vorgebeugt.

Zur Erzielung möglichst genauer Ergebnisse ist das Zahlenrechnen auf der grofsen (unteren) Theilung vorzunehmen, denn es kann nicht räthlich erscheinen, auf diese gröfsere Genauigkeit ohne Noth zu verzichten. Die Regeln sind daher für den Gebrauch der unteren Theilung ermittelt und angegeben, lassen sich aber sinngemäfs auch auf die oberen Theilungen übertragen.

Die Grundlage für das Einschreiben der Regeln bildete der Umstand, dafs bei jeder

Ablesung auf dem Rechenstab entweder das rechte oder das linke Ende des Linealbodens (auf dem bisher nur eine Theilung von 27 bis 51 cm angebracht war) frei gezogen (blosgelegt) ist. Wendet man nun stets dieselbe Einstellungsweise des Schiebers an (was ja im allgemeinen schon zu geschehen pflegt), so entspricht bei den verschiedenen Rechnungsoperationen (Multiplication, Division, vereinigte Division und Multiplication, häufige Wiederkehr desselben Divisors oder Dividendus) bei Gebrauch der unteren Theilung der Freilegung eines bestimmten Endes des Linealbodens auch stets die Anwendung einer bestimmten Regel. Als Einstellungsweise des Schiebers wird die allgemein übliche zur Vorschrift gemacht, d. h. bei gewöhnlicher Multiplication, Division und vereinigter Division und Multiplication ist der Multiplicandus oder Dividendus auf der unteren Linealtheilung, der Multiplicator und Divisor dagegen auf der Schieberscala zu nehmen, so dafs das Rechnungsergebnifs wieder auf der Linealscala abgelesen wird. Dann ist beispielsweise bei:

a) den Multiplicationen: *(M)* $1{,}8 \cdot 37{,}5 = 67{,}5$ und $22{,}6 \cdot 3{,}88 = 87{,}7$ jedesmal das linke Ende des Linealbodens frei gezogen; es ist also auch beide Male dieselbe Regel anzuwenden, nämlich: die Stellenzahl ist gleich der Stellensumme beider Factoren, vermindert um 1 (d. h. $\mathfrak{S}-1$). Diese Regel ($M:\mathfrak{S}-1$) ist nun auf dem freigelegten Ende des Linealbodens eingetragen, so dafs sie sofort abgelesen werden kann. Es steht hier auch nur die eine Regel für die einfache Multiplication, so dafs auch nur diese eine Regel angewendet werden kann. Es ist also jede Verwechselung ausgeschlossen.

Bei den Multiplicationen $6{,}25 \cdot 4{,}6 = 28{,}75$ und $56{,}5 \cdot 3{,}88 = 219{,}2$ ist das rechte Ende des Linealbodens freigelegt und auf diesem für die Multiplication nur die Regel zu finden $M:\mathfrak{S}$, d. h. bei der Multiplication ist die Stellenzahl gleich der Stellensumme beider Factoren.

In gleicher Weise kommt

b) bei der Division jedesmal die auf dem frei gezogenen Ende des Linealbodens eingetragene Regel zur Anwendung. Also bei $\frac{41{,}6}{3{,}1} = 13{,}42$ und $\frac{9{,}8}{52{,}5} = 0{,}1867$ die links sichtbar gewordene Regel $D:\mathfrak{D}+1$, d. h. bei Division ist die Stellensumme gleich der Stellendifferenz des Zählers und Nenners $+1$. Dagegen gilt bei $\frac{2{,}4}{0{,}62} = 3{,}87$ und $\frac{51}{84} = 0{,}607$ die rechts frei gewordene Regel $D:\mathfrak{D}$, d. h. bei Division ist die Stellenzahl gleich der Stellendifferenz des Zählers und Nenners.

c) Bei der vereinigten Division und Multiplication *(DM)*, z. B. $\frac{4{,}35 \cdot 6{,}89}{54{,}7}$ ist zu unterscheiden:

1. ob die Ablesung ohne Umstellung des Schiebers oder

2. ob sie mit Umstellung des Schiebers gewonnen wird.

Die Stellenzahl des Ergebnisses ist dementsprechend

1. gleich der Summe der Stellenzahlen beider Factoren des Zählers, vermindert um die Stellenzahl des Nenners oder kurz: gleich der Summendifferenz ($\mathfrak{S}/\mathfrak{D}$) oder

2. gleich der Summendifferenz $+1$ ($\mathfrak{S}/\mathfrak{D}+1$), wenn der Linealboden rechts frei gezogen ist, dagegen gleich der Summendifferenz -1 ($\mathfrak{S}/\mathfrak{D}-1$), wenn der Linealboden links frei gezogen ist. Die Regeln, welche gelten, wenn das Ergebnifs ohne Umstellung gewonnen ist, sind durch das Zeichen $\mathfrak{S}/\mathfrak{D}$ ohne Klammern ausgedrückt; die Regeln jedoch, welche anzuwenden sind, wenn der Schieber umgestellt werden mufs, sind durch Klammern umstellt (eingeklammert) $[\mathfrak{S}/\mathfrak{D}+1]$ und $[\mathfrak{S}/\mathfrak{D}-1]$. Die Anwendung mögen die Beispiele zeigen:

$$\frac{47}{33} \cdot 55 = 78{,}3 \text{ und } \frac{72 \cdot 17{,}1}{405} = 3{,}04;$$

$$\frac{45}{8{,}2} \cdot 56{,}5 = 310{,}6 \text{ und } \frac{297 \cdot 0{,}85}{49{,}5} = 5{,}1;$$

$$\frac{2{,}34}{58} \cdot 175 = 7{,}06 \text{ und } \frac{32{,}4}{9{,}1} \cdot 0{,}234 = 0{,}833;$$

$$\frac{69{,}5}{19{,}3} \cdot 7{,}45 = 26{,}8 \text{ und } \frac{545}{184} \cdot 44{,}5 = 131{,}8.$$

d) Bei der häufigen Wiederkehr desselben Divisors oder Dividendus ist als Einstellungsvorschrift zu befolgen: Man stellt den häufig wiederkehrenden Theil (Divisor oder Dividendus) je nach den Zahlengröfsen über den linken oder rechten Linealindex (und zwar bei häufiger Wiederkehr desselben Dividendus, nachdem man zuvor den Schieber ganz herausgezogen und umgekehrt wieder hineingeschoben hat, so dafs nunmehr die Schieberzahlen auf dem Kopf stehen), wählt auch den anderen Theil (die verschiedenen Dividenden bezw. Divisoren) auf der grofsen Schiebertheilung und liest darunter (mit Zuhülfenahme des Läufers) auf der unteren (grofsen) Linealscala die Ergebnisse ab. Dann gelangt jedesmal die auf dem frei gezogenen Ende vermerkte Regel zur Geltung. Wenn der Linealboden links frei gezogen ist ($DD:\mathfrak{D}$), so ist die Stellenzahl gleich der Differenz der Stellenzahlen des Zählers und Nenners, z. B.:

$$\frac{31}{39{,}8} = 0{,}779; \quad \frac{26{,}6}{3{,}98} = 6{,}68; \quad \frac{16{,}2}{0{,}398} = 40{,}7;$$

$\frac{27{,}5}{3{,}92} = 7{,}02$; $\frac{27{,}5}{5{,}6} = 49{,}1$; $\frac{275}{745} = 0{,}369$.

Ist dagegen der Linealboden rechts frei gezogen, so ist nach der rechts ersichtlichen Regel $DD : \mathfrak{D} + 1$ die Stellenzahl gleich der Stellendifferenz $+ 1$, d. h. gleich der Stellenzahl des Zählers, vermindert um die Stellenzahl des Nenners $+ 1$, z. B.:

$\frac{51}{234} = 0{,}218$; $\frac{82}{23{,}4} = 3{,}504$; $\frac{67{,}5}{0{,}234} = 288{,}5$;

$\frac{542{,}5}{3{,}12} = 173{,}9$; $\frac{54{,}25}{2{,}28} = 23{,}8$; $\frac{5433}{1365} = 3{,}98$.

e) Winkelfunctionen:

Neben der Sinus- und der Tangentenscala ist links »0,0 . . .« und rechts »0, . . .« gesetzt, um kenntlich zu machen, dafs bei ganz eingeschobenem Schieber (wo ja überhaupt kein Linealboden frei gezogen ist) diese Zeichen (0,0 . . . und 0, . . .) den Zahlenablesungen der linken bezw. der rechten Scala vorzusetzen sind. Z. B. ist $\sin 3^\circ 30' = 0{,}061$; $\sin 20^\circ 30' = 0{,}35$; $\operatorname{tg} 4^\circ = 0{,}0699$ und $\operatorname{tg} 26^\circ 30' = 0{,}499$.

Auf diese Weise können die Winkelwerthe in einfacher Weise sicher gewonnen werden und alle Rechnungsoperationen mit Winkelfunctionen auf Rechnungen mit einfachen Zahlen zurückgeführt werden. Nachdem z. B. die obigen Winkelfunctionen mit ganz eingestecktem Schieber ermittelt sind, rechnet man $18{,}4 \cdot \sin 3^\circ 30'$ aus, indem man unter Anwendung der früheren Regeln $18{,}4 \cdot 0{,}061 = 1{,}122$ sucht oder $\frac{37{,}6}{\operatorname{tg} 4^\circ} = \frac{37{,}6}{0{,}0699} \doteq 537{,}9$.

Dadurch erhalten die Anfänger sofort eine sichere Methode, alle Rechnungen mit Winkelfunctionen auszuführen.

Die auf dem Linealboden eingetragenen Regeln für die Rechnung mit Winkelfunctionen beziehen sich nur auf die Multiplication oder Division bezw. vereinigte Division und Multiplication mit einer Zahl, also $a \sin \alpha\ (M)$; $\frac{a}{\sin \alpha}\ (D)$; $\frac{a}{\sin \alpha} \sin \beta\ (DM)$ und ebenso $a \operatorname{tg} \alpha\ (M)$; $\frac{a}{\operatorname{tg} \alpha}\ (D)$; $\frac{a}{\operatorname{tg} \alpha} \operatorname{tg} \beta\ (DM)$. Das Rechnungsergebnifs erhält entweder die gleiche Stellenzahl wie die Zahl Z, mit welcher die Rechnungsoperation vorgenommen wird, oder die Stellenzahl ist um 1 oder 2 vermehrt oder vermindert (also $= Z + 1$, $Z + 2$, $Z - 1$, $Z - 2$). Es bedeutet also »Z« bei den Abkürzungen die Stellenzahl der Zahl, mit der die Rechnungsoperation vorgenommen wird.

Die Ablesungen fallen sämmtlich auf die obere Scala und hier in die linke oder rechte Theilung. Fällt die Ablesung in die linke Theilung, so ist die Regel für die Stellenbestimmung links vom Strich zu nehmen, fällt die Ablesung dagegen in die rechte Theilung, so gilt die Angabe rechts vom Strich.

Hiernach ist: $18{,}6 \sin 2^\circ 20' = 0{,}757$

$2{,}68 \operatorname{tg} 2^\circ 5' = 0{,}0975$; $3{,}3 \sin 4^\circ = 0{,}23$

$0{,}435 \operatorname{tg} 11^\circ 10' = 0{,}0859$; $24 \sin 35^\circ = 13{,}77$

$5{,}6 \operatorname{tg} 18^\circ = 1{,}82$; $\frac{7}{\sin 2^\circ 30'} = 160{,}5$

$\frac{0{,}93}{\operatorname{tg} 1^\circ 40'} = 32{,}0$; $\frac{27{,}6}{\sin 20^\circ 50'} = 77{,}6$

$\frac{1{,}86}{\operatorname{tg} 39^\circ 10'} = 2{,}28$; $\frac{58{,}5}{\sin 7^\circ 20'} = 458{,}3$

$\frac{3{,}8}{\operatorname{tg} 9^\circ 40'} = 22{,}3$; $\frac{5}{\sin 1^\circ 10'} \cdot \sin 2^\circ 10' = 9{,}31$

$\frac{6}{\operatorname{tg} 1^\circ 20'} \operatorname{tg} 2^\circ 10' = 9{,}76$; $\frac{9}{\sin 1^\circ 45'} \sin 5^\circ = 25{,}7$;

$\frac{8}{\operatorname{tg} 1^\circ 50'} \operatorname{tg} 15^\circ = 67{,}0$

$\frac{2{,}2}{\sin 50^\circ} \cdot \sin 1^\circ 30' = 0{,}0752$

$\frac{31{,}2}{\operatorname{tg} 40^\circ 30'} \cdot \operatorname{tg} 1^\circ 20' = 0{,}85$;

$\frac{35}{\sin 30^\circ} \cdot \sin 5^\circ 40' = 6{,}91$

$\frac{4{,}3}{\operatorname{tg} 20^\circ} \operatorname{tg} 4^\circ 30' = 0{,}93$; $\frac{4{,}6}{\sin 40^\circ} \cdot \sin 60^\circ = 6{,}2$

$\frac{3{,}7}{\operatorname{tg} 24^\circ} \cdot \operatorname{tg} 38^\circ = 6{,}493$; $\frac{38{,}5}{\sin 5^\circ} \cdot \sin 50^\circ = 338{,}4$

$\frac{52{,}6}{\operatorname{tg} 15^\circ 20'} \cdot \operatorname{tg} 37^\circ 30' = 147{,}0$

$\frac{9}{\sin 2^\circ} \sin 40^\circ = 166{,}0$; $\frac{0{,}87}{\operatorname{tg} 3^\circ 20'} \operatorname{tg} 39^\circ = 12{,}1$.

f) Bei Potenzen fallen die Rechnungsergebnisse entweder in die linke oder rechte obere Theilung und ergeben zum Theil bei links oder rechts frei gezogenem Linealboden verschiedene Stellenzahlen. Dementsprechend ist (wie früher bei den Winkelfunctionen) die Regel links vom Strich mafsgeblich, wenn die Ablesung in die linke obere Theilung fällt; es gilt dagegen die Regel rechts vom Strich, wenn die Ablesung in die rechte Theilung fällt.

Da die Quadrate der Zahlen auch mit dem Läufer (ohne Zuhülfenahme des Schiebers) ermittelt werden können (wobei ja der Linealboden weder rechts noch links frei gezogen ist), so sind die Regeln für die Stellenzahlen der Quadrate auch aufsen neben die oberen Theilungen gesetzt. Das Weitere geht aus folgenden Beispielen hervor:

$1{,}57^2 = 2{,}47$; $2{,}26^2 = 5{,}11$

$3{,}7^2 = 13{,}7$; $5{,}7^2 = 32{,}5$

$1{,}4^3 = 2{,}74$; $2{,}13^3 = 9{,}66$

$2{,}4^3 = 13{,}82$; $4{,}4^3 = 85{,}2$
$4{,}6^3 = 97{,}3$; $5{,}4^3 = 157{,}5$; $6{,}8^3 = 314$
$1{,}75^4 = 9{,}38$; $2{,}3^4 = 28{,}0$; $3{,}14^4 = 97{,}2$
$3{,}6^4 = 168$; $5{,}6^4 = 983$; $6{,}85^4 = 2200$.

g) Bei den Wurzeln besteht die Hauptschwierigkeit nicht in der Ermittelung der Stellenzahl, sondern in der Auffindung der Wurzel überhaupt. Der Radicant mufs ja bald in der linken, bald in der rechten oberen Scala gewählt werden und aufserdem mufs gleichzeitig bald der linke, bald der rechte Index angewendet werden. Um auch hierbei allen Gedächtnifskram und jeden Irrthum auszuschliefsen, sind auf der geneigten Längskante entsprechende Beispiele angebracht. Die hierin ersichtlichen Punkte bezeichnen, dafs in der ersten Gruppe mit Zahlen ebenso viele Zahlen fehlen, als Punkte da sind. Sind die Zeichen *r I* oder *l I* (rechter Index, linker Index) noch hinzugesetzt, so ist nicht blos der rechte bezw. linke Index anzuwenden, sondern zugleich auch die rechten bezw. die linken oberen Theilungen.

Demnach sind in der linken oberen Theilung anzusetzen die Radicanten, welche in der ersten Gruppe nur e i n e Zahl haben und die Radicanten der vierten Wurzeln, in deren ersten Gruppe mit Zahlen nur e i n e Zahl fehlt. Die übrigen Radicanten sind in der rechten oberen Theilung anzusetzen. Die Einstellung des Schiebers ist bekannt. Die Stellenzahl ist bei allen Wurzeln stets gleich der Gruppenzahl. Das Weitere ergeben die Beispiele:

$$\sqrt{\cdot 9} = 3;\ \sqrt[3]{\cdot\cdot 8} = 2;\ \sqrt[4]{\cdot\cdot\cdot 7} = 1{,}627$$
$$\sqrt[4]{\cdot 256} = 4{,}0;\ \sqrt{16} = 4;\ \sqrt[3]{\cdot 27} = 3$$
$$\sqrt[3]{125} = 5;\ \sqrt[4]{\cdot\cdot 81} = 3;\ \sqrt[4]{1296} = 6.$$

Von den nachfolgenden Beispielen sind demnach anzusetzen in der

linken Theilung:	rechten Theilung:
$\sqrt{7{,}51} = 2{,}74$	$\sqrt{81} = 9$
$\sqrt{123{,}2} = 11{,}1$	$\sqrt{24{,}5} = 4{,}95$
$\sqrt{0{,}067} = 0{,}259$	$\sqrt{0{,}36} = 0{,}6$.

$\sqrt[3]{9{,}26} = 2{,}1$	$\sqrt[3]{19{,}8} = 2{,}705$; $\sqrt[3]{97400} = 46{,}0$
$\sqrt[3]{0{,}0034} = 0{,}15$	$\sqrt[3]{0{,}0317} = 0{,}317$
$\sqrt[3]{1728} = 12$	$\sqrt[3]{650} = 8{,}66$; $\sqrt[3]{0{,}00036} = 0{,}071$.

$\sqrt[4]{3{,}56} = 1{,}374$	$\sqrt[4]{25} = 2{,}236$
$\sqrt[4]{625} = 5$	$\sqrt[4]{4850} = 8{,}35$
$\sqrt[4]{75800} = 16{,}6$	$\sqrt[4]{650000} = 28{,}4$
$\sqrt[4]{830} = 5{,}37$	$\sqrt[4]{32500000} = 75{,}5$.

Wenn die vorstehenden Regeln auf dem Rechenstab angebracht werden, so wird den meisten Rechnern so manche Schwierigkeit beseitigt sein und das schätzenswerthe Rechenmittel zweifellos in noch viel weiteren Kreisen die ihm gebührende Beachtung und Anwendung finden.

In gleicher Weise, wie es auf dem dargestellten Rechenstab geschehen, lassen sich natürlich solche Regeln auf allen Arten von Rechenstäben anbringen, wenn auch die Einrichtung abweichend von der des dargestellten ist. Selbstverständlich erhalten dann die Regeln eine etwas andere Gestalt; diese ist aber in jedem Falle leicht zu ermitteln. Auch empfiehlt es sich wohl, neben den Regeln für die Bestimmung der Stellenzahlen zugleich die Einstellungsregeln für die einfachen Rechnungsoperationen auf dem Lineal anzugeben und lieber die Erklärung der Abkürzungen einzuschränken. Das würde jedoch nebensächlich sein, ebenso nebensächlich wie die Wahl der Regelzeichen.

Die neue Vervollkommnung der Rechenstäbe nach den vorstehenden Ausführungen dürfte im wesentlichen darin bestehen, dafs die

Regeln für die Bestimmung der Stellenzahl auf dem Rechenstab derart angebracht sind, dafs bei jeder Rechnungsoperation die anzuwendende richtige Regel zweifellos erkannt werden kann, und dafs beim Aufsuchen von Wurzeln durch die angebrachten Zeichen jeder Irrthum ausgeschlossen ist.

Patent-Anspruch:

Rechenstab, welcher mit den Regeln für die Bestimmung der Stellenzahl derart versehen ist, dafs die anzuwendende Regel nach beendigter Rechenoperation selbstthätig an einem Ende des Rechenstabes erkennbar wird.

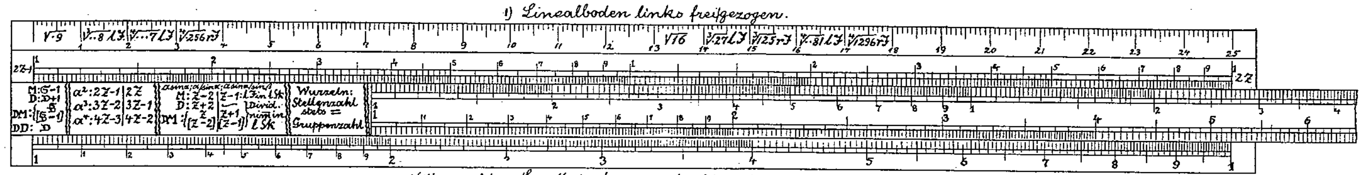
Hierzu 1 Blatt Zeichnungen.

BERLIN. GEDRUCKT IN DER REICHSDRUCKEREI

ROBERT HAEDICKE IN HANNOVER.

Rechenschieber.

1) Linealboden links freigezogen.



Mitten auf dem Linealboden kann angebracht werden:

Es bedeutet:
M: Multiplikation
D: Division
DM: vereinigte Multiplik. u. Division

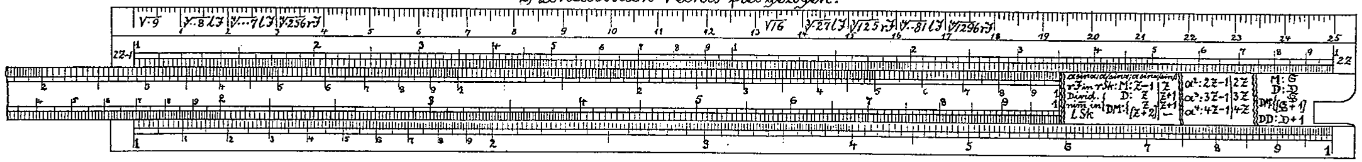
DD: Wiederkehr desselben Divisors od. Dividend.
S: Summe der Stellenzahlen beider Faktoren
D: Differenz der Stellenzahlen des Zählers u. Nenners

$\mathfrak{S}$: Summandifferenz = Stellensumme zweier Faktoren des Zählers minus Stellenzahl einer Nennerzahl

Z: Stellenzahl der Zahl, mit welcher die Rechnungsoperation vorgenommen wird

lJ: linker Index
rJ: rechter "
Sk: Skala

2) Linealboden rechts frei gezogen.



Zu der Patentschrift

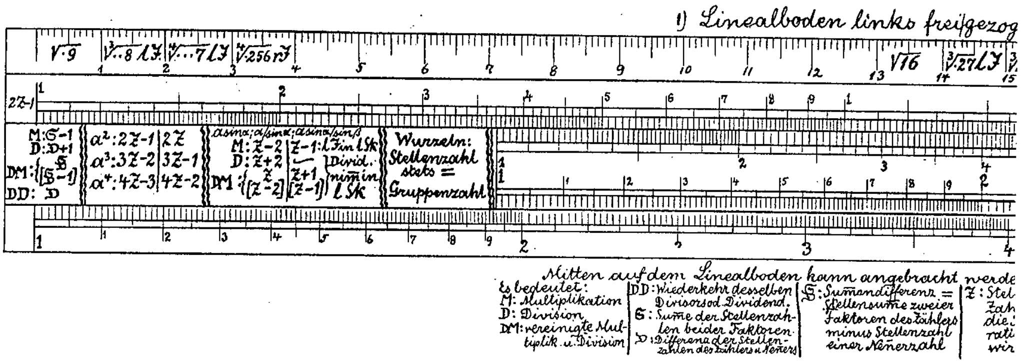
№ 78611.

PHOTOGR. DRUCK DER REICHSDRUCKEREI.

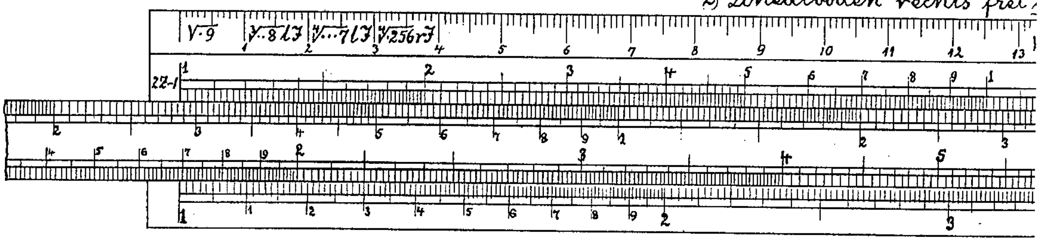
ROBERT HAEDICKE IN H

Rechenschieber.

1) Linealboden links freigezog

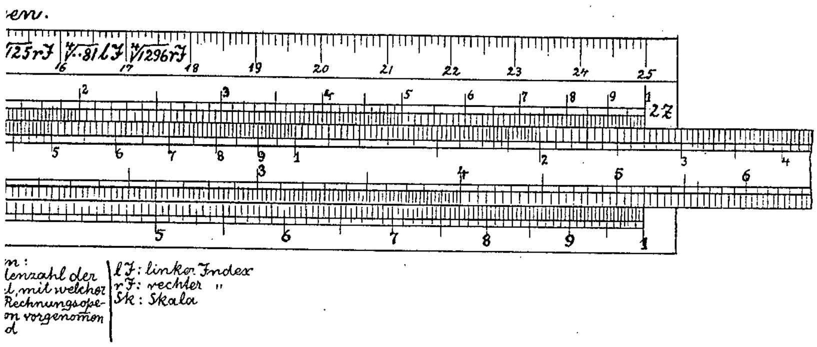


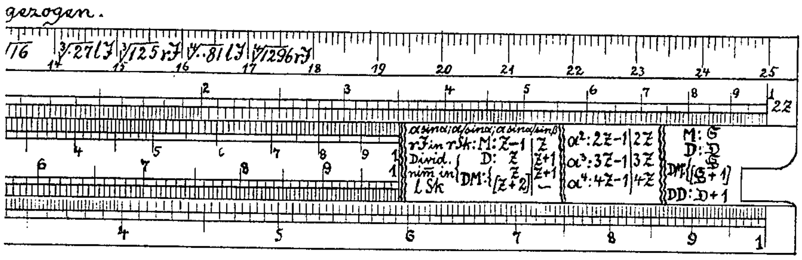
2) Linealboden rechts frei



PHOTOGR. DRUCK DER REICHSDRU

ANNOVER.





Zu der Patentschrift

№ 78611.

JCKEREI.