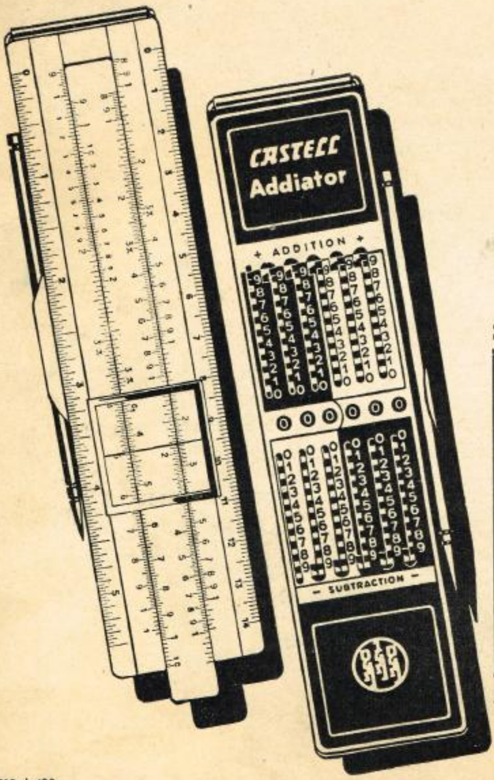


A.W. FABER "CASTELL"

Spezialfabrik für Rechenstäbe · Maßstäbe · Lineale · Winkel

Der CASTELL-Addiator
Taschen-Rechenstab und sein Gebrauch.

Multiplikation · Division · Addition · Subtraktion

1/709 d 430

Inhaltsverzeichnis.

Diese Anleitung ist gültig für die CASTELL-Addiator-Rechenstäbe 63/39 R, 63/91 R, 63/87 R und 63/98 R.

A.W. FABER CASTELL STEIN bei Nürnberg
Spezialfabrik für Rechenstäbe und Zeichengeräte

GEBRAUCHSANLEITUNG.

Einteilung des Stabes.

In der nachstehenden Anleitung werden die einzelnen Teile des Rechenstabes folgendermaßen bezeichnet: die beiden fest miteinander verbundenen Teile als **„Stabkörper"**, der im Stab bewegliche Teil als **„Schieber"** und das über Stabkörper und Schieber laufende Glas- oder Zelluloidfensterchen als **„Läufer"**. Zum besseren Verständnis werden die Teilungen, die auf Stabkörper und Schieber aufgetragen sind, mit verschiedenen Buchstaben bezeichnet.

Die Hauptteilungen sind immer **A** und **B**, die die obere, und **C** und **D**, die die untere Gleitfuge umschließen.

Die auf einigen Stäben vorhandene reziproke (rückläufige) **R**-Teilung entspricht genau den Teilungen **C** und **D**, ist aber in der Mitte des Schiebers von rechts nach links laufend angeordnet.

Der Rechenstab CASTELL-Addiator 63/98 R besitzt eine logarithmische Teilung der Logarithmen, also eine Auftragung der Werte log (log a). Sie ist teils am oberen Rand als **Lo**, teils am unteren Rand des Stabkörpers als **Lu** aufgetragen.

Die **W**- und **V**-Teilungen sind bei diesem Gerät in der Mitte unter dem Schieber angeordnet; es sind die Sonderteilungen für die Elektrotechnik.

Das Ergebnis erhält man beim Stabrechnen **ohne Komma.**

Das **Komma** hat der Rechner **selbst einzusetzen.** In fast allen praktischen Aufgaben ist die Stellung des Kommas im voraus bekannt, so daß sich Stellenwertsregeln erübrigen. Bei solchen Aufgaben, wo ein Zweifel über die Kommastellung möglich ist, macht man mit abgerundeten Zahlen einen **Überschlag.**

Das Lesen auf den Teilungen.

Es ist aus Platzmangel nicht möglich, jeden der vielen Teilstriche des Rechenstabes mit einer Zahl zu versehen. Daher sind nur die ganzen Zahlen von 1 bis 10 und im Abschnitt zwischen 1 und 2 der Teilungen **C, D** und **R** die Zehntel angeschrieben. Die Werte der übrigen Striche müssen daraus gefunden werden. Dabei sind folgende 4 Arten der Unterteilung zu beachten:

1. **Zwischen 1 und 2 der Teilungen C und D** sind zunächst die Zehntel angegeben und diese dann nochmals in je 5 Teile geteilt. Es bedeutet also jeder Zwischenraum zwischen zwei benachbarten Teilstrichen 2 Hundertstel:

   1,00-1,02-1,04-1,06-1,08-1,10 . . . . 1,96-1,98-2,00.

2. **Zwischen 2 und 5 der Teilungen C und D und zwischen 1 und 3 (10 und 30) der Teilungen A und B** sind ebenfalls wieder Zehntel angegeben, die aber jetzt nur noch halbiert sind. Jeder Zwischenraum zwischen zwei nebeneinanderliegenden Strichen bedeutet also 5 Hundertstel:

   2,00-2,05-2,10-2,15 . . . . 4,90-4,95-5,00.

3. **Zwischen 5 und 10 der Teilungen C und D und zwischen 3 und 6 (30 und 60) der Teilungen A und B** sind jetzt nur noch die Zehntel eingetragen:

   5,0-5,1-5,2-5,3 . . . . 9,7-9,8-9,9-10,0.

4. **Zwischen 6 und 10 (60 und 100) der Teilungen A und B** sind nur noch Fünftel angegeben:

   6,0-6,2-6,4-6,6 . . . . 9,4-9,6-9,8-10,0.

Da der Rechenstab kein Komma angibt, kann also die letzte Reihe ebenso heißen:

60-62-64-66 94-96-98-100
oder: 600-620-640-660 940-960-980-1000
oder: 0,60-0,62-0,64-0,66 . . . . 0,94-0,96-0,98-1 usw.

Das Rechnen auf den Grundteilungen.

Multiplikation:

Zwei Zahlen werden miteinander **multipliziert**, indem man die den Zahlen entsprechenden **Strecken** auf Stab und Schieber zueinander **addiert.**

Beispiel 1: 6 · 3,5 = 21 (Fig. 1).

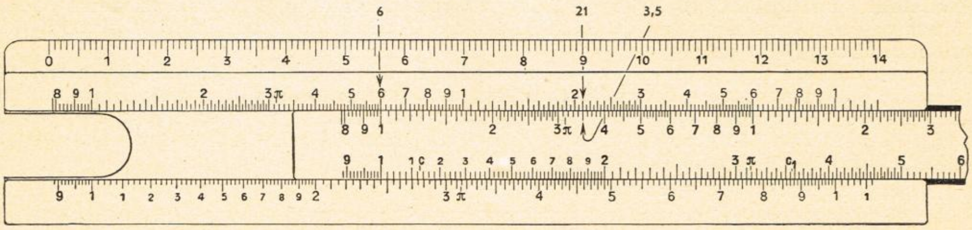


Fig. 1

Man stellt den Anfang der Schieberteilung (**B** 1) unter 6 auf der oberen Stabteilung (**A** 6), bringt dann den Läuferstrich über 3,5 der oberen Schieberteilung (**B** 3,5) und liest das Produkt 21 unter dem Läuferstrich auf der oberen Stabteilung (**A** 21) ab.

Auf den unteren Teilungen kann genau so gerechnet werden.

Beispiel 2: 2,5 · 3 = 7,5 (Fig. 2).

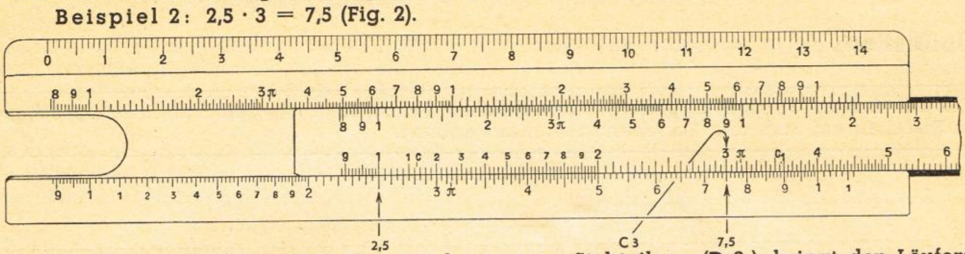


Fig. 2

Man stellt 1 am Schieber (**C** 1) über 2,5 der unteren Stabteilung (**D** 2_5), bringt den Läuferstrich über 3 der unteren Schieberteilung (**C** 3) und liest das Produkt 7,5 unter dem Läuferstrich auf der unteren Stabteilung (**D** 7_5) ab.

Beim Rechnen auf den unteren Teilungen wird man finden, daß manchmal der zweite Faktor einer Multiplikationsaufgabe nicht mehr innerhalb der unteren Stabteilung einstellbar ist. Es soll die Aufgabe 7,5 · 4,8 gelöst werden. In diesem Falle stellt man **C** 10 über den ersten Faktor 7,5 (**D** 7_5, Fig. 3), stellt den Läuferstrich über den zweiten Faktor 4,8 auf **C** (**C** 4_8) und liest unter dem Läuferstrich auf **D** das Ergebnis 36 (**D** 3_6) ab.

Beispiel 3: 7,5 · 4,8 = 36 (Fig. 3).

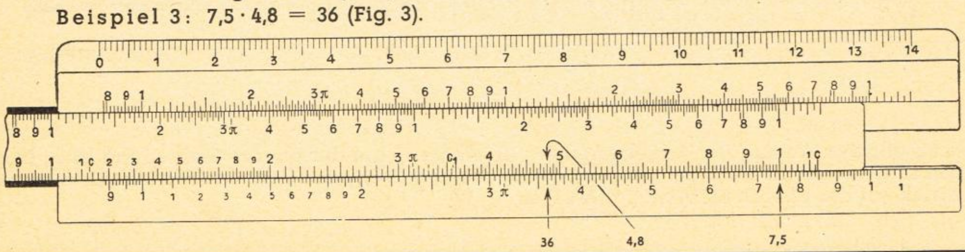


Fig. 3

Es ist also vollständig gleichgültig, ob mit dem **linken** oder **rechten** Schieberende eingestellt wird.

Fortlaufende Multiplikationen, d. h. solche mit mehr als zwei Faktoren, sind sehr leicht auszuführen, da die Zwischenergebnisse garnicht abgelesen werden. Man stellt nur wie vorher den zweiten Faktor mit dem Läufer ein und bringt ein Schieberende unter den Läuferstrich, worauf sofort mit dem dritten Faktor multipliziert und dann abgelesen oder auch weiter multipliziert wird. (Siehe hierzu auch den Abschnitt: „Die reziproke Teilung"!)

Division:

Zwei Zahlen werden durcheinander **dividiert**, indem man die den Zahlen entsprechenden **Strecken** voneinander **subtrahiert**, und zwar wird stets die Strecke des Zählers um die Strecke des Nenners vermindert.

Beispiel 4: 14,7 : 2,45 = 6 (Fig. 4).

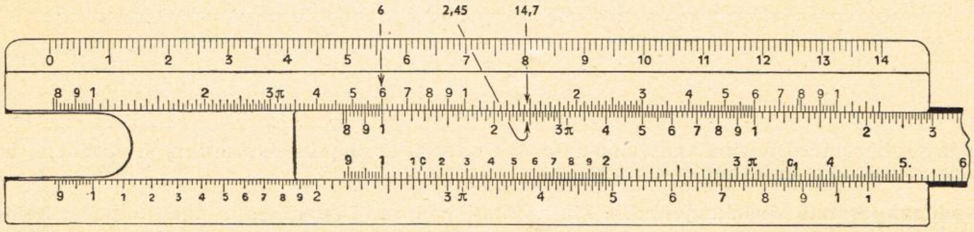


Fig. 4

Man bringt den Nenner 2,45 auf der oberen Schieberteilung (**B** 245) unter den Zähler 14,7 auf der oberen Stabteilung (**A** 147) und liest über dem Schieberanfang (**B** 1) den Quotienten 6 (**A** 6) ab.

Man kann natürlich ebenso diese Aufgabe auf den unteren Teilungen rechnen. Nur ist dabei folgendes zu beachten:

Beispiel 5: Will man dort in der gleichen Weise die Aufgabe 210 : 28 lösen, so stellt man den Läuferstrich auf **D** 210 und rückt **C** 28 unter den Läuferstrich. Unter **C** 1 kann man jetzt nicht ablesen, da diese Marke nach außen fällt. Man liest jetzt das Ergebnis unter dem **rechten** Ende **C** 10 ab = 7,5 (Fig. 5).

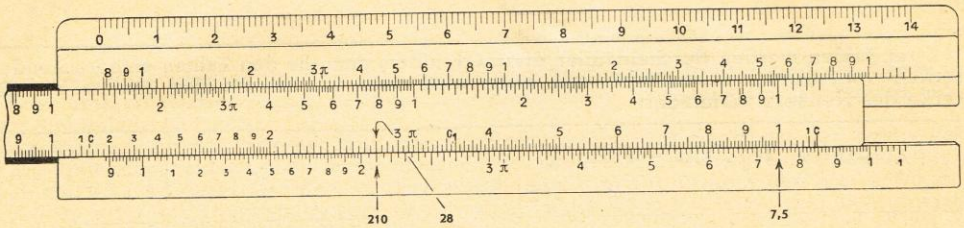


Fig. 5

Das Ergebnis einer Division kann also unter **C** 1 oder **C** 10 abgelesen werden, je nachdem, welches Ende gerade die Ablesung gestattet.

Zusammengesetzte Rechnungen, d.h. Multiplikationen und Divisionen in unmittelbarer Reihenfolge sind mit dem Rechenstab sehr leicht ausführbar. Zwischenergebnisse werden nicht abgelesen, wenn deren Kenntnis nicht erforderlich ist. Am besten beginnt man derartige Rechnungen mit einer Division und läßt dann abwechselnd Multiplikation und Division folgen.

Quadrat und Quadratwurzel.

Da die Strecken auf den unteren Teilungen doppelt so groß sind wie auf den oberen, kann über jeder Zahl der unteren Teilung das **Quadrat** dieser Zahl auf der oberen Teilung abgelesen werden. Umgekehrt steht unter jeder Zahl der oberen Teilung die **Quadratwurzel** aus dieser Zahl auf der unteren Teilung.

Beispiel 6: $3^2 = 9$ (Fig. 6).

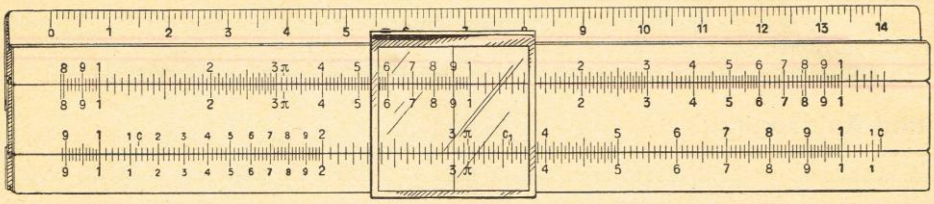


Fig. 6

Man stellt den Läuferstrich über **D** 3 und liest unter ihm auf **A** das Quadrat 9 ab.

Beispiel 7: $\sqrt{36,5} = 6,04$ (Fig. 7).

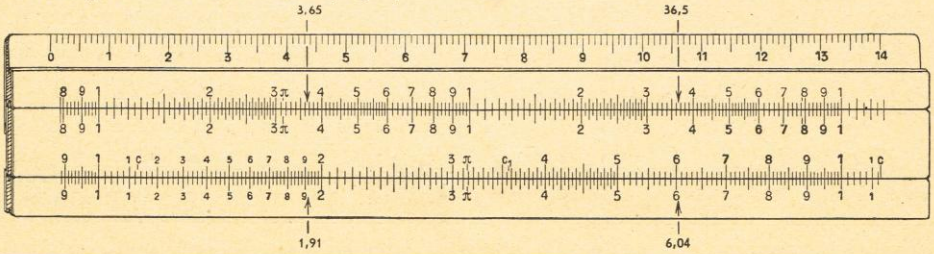


Fig. 7

Man stellt den Läuferstrich auf **A** 36,5 und liest unter ihm auf **D** die Quadratwurzel 6,04 ab.

Die Zahl 36,5 auf der linken Hälfte der Teilung **A**, also 3_{65} einzustellen, wäre falsch. Man würde dann 1,91 ablesen. Diese Zahl ist aber die Quadratwurzel aus 3,65, also aus einer einstelligen Zahl (eine Ziffer vor dem Komma).

Beim Ausziehen der Wurzel ist es also nicht gleichgültig, ob man den Radikanden auf der linken oder rechten Hälfte der oberen Teilung einstellt.

Man merke: Ungradstellige Zahlen (1, 3, 5 usw. Ziffern **vor** dem Komma wie 121, 4, 16900) werden beim Wurzelziehen auf der **linken** Hälfte der Teilung **A** eingestellt, geradstellige Zahlen (2, 4, 6 usw. Ziffern **vor** dem Komma wie 25, 4900) sind auf der **rechten** Skalenhälfte einzustellen.

Kubus und Kubikwurzel.

Den Kubus einer Zahl findet man, wenn man **C** 1 über die Zahl auf **D** stellt, über der gleichen Zahl der Teilung **B** auf **A**.

Beispiel 8: $2,45^3 = 14,7$ (Fig. 8).

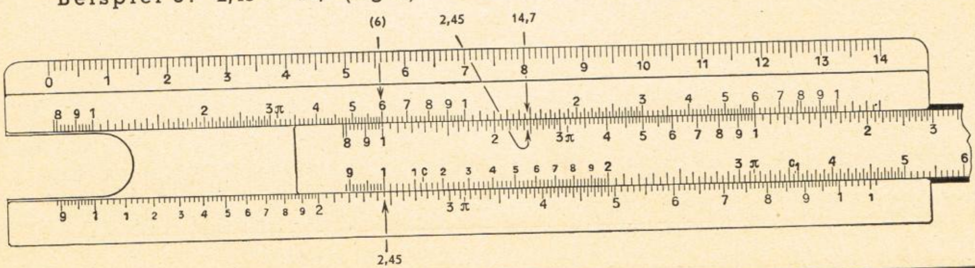


Fig. 8

Man stellt **C** 1 über **D** 2,45. Dann steht über **B** 1 das Quadrat von 2,45 (= 6), das nur noch mit 2,45 multipliziert zu werden braucht. Ueber **B** 2,45 steht also $2{,}45^3 = 14{,}7$.

Zum Auffinden der Kubikwurzel einer Zahl stellt man den Schieber um, so daß die Ziffern auf dem Kopf stehen. Dann stellt man die 1 der Teilung **C** unter den Radikanden auf **A** und gleitet mit den Augen über die beiden jetzt aneinanderlaufenden Teilungen **B** und **D**. Stehen sich auf diesen zwei **gleiche** Zahlen gegenüber, dann ist dies die Kubikwurzel.

Beispiel 9: $\sqrt[3]{12} = 2{,}29$ (Fig. 9).

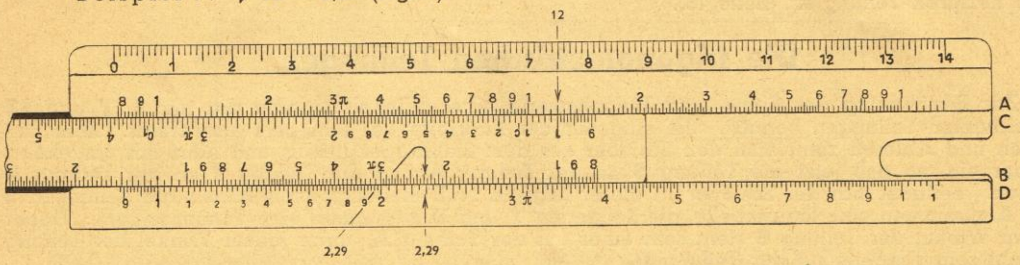


Fig. 9

Man stellt 1 **C** unter **A** 12, dann stehen sich 2,29 **B** und **D** 2,29 gegenüber. Also: $\sqrt[3]{12} = 2{,}29$.

Schneller und bequemer findet man Kubus und Kubikwurzel auf einem Rechenstab mit einer Kubenteilung. Siehe hierzu den Abschnitt: „Das Rechnen auf den Zusatzteilungen", Kapitel „Die Kubenteilung" (Seite 14).

Der reziproke Wert.

Um den reziproken Wert einer Zahl zu finden, stellt man diese auf **C** über **D** 1. Dann steht der reziproke Wert unter **C** 10 auf **D**.

Beispiel 10: 1 : 3,45 = 0,29. Man stellt **C** 3,45 über **D** 1 und liest unter **C** 10 den reziproken Wert 0,29 auf **D** ab.

Schneller und bequemer findet man den reziproken Wert auf einem Rechenstab mit einer reziproken Teilung. Siehe hierzu den Abschnitt: „Das Rechnen auf den Zusatzteilungen", Kapitel „Die Reziprok-Teilung R" (Seite 15).

Die trigonometrischen Teilungen.

Zur Bestimmung der Sinus- und Tangenswerte eines Winkels werden die mit **S**, **T** und **ST** bezeichneten Teilungen benutzt. Sie sind auf der Rückseite des Schiebers angebracht. Zum Einstellen und Ablesen zieht man den Schieber aus dem Stabkörper heraus und führt ihn umgekehrt wieder ein, so daß jetzt die Teilung **S** an der Teilung **A** und die Teilung **T** an der Teilung **D** gleiten. Befindet sich der Schieber in dieser Lage in Null-Stellung, dann bilden die Teilungen **S** und **A** zusammen eine Sinustabelle, die Teilungen **T** und **D** zusammen eine Tangenstabelle. Ueber jedem Winkel der Teilung **S** steht sein Sinus auf der Teilung **A**, unter jedem Winkel der Teilung **T** steht sein Tangens auf der Teilung **D**.

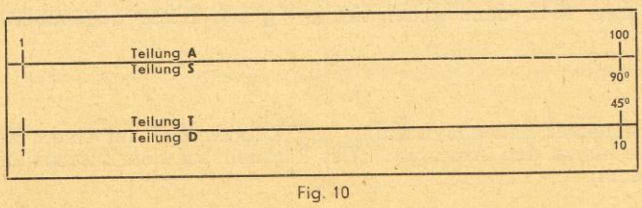


Fig. 10

Beispiel 11: sin 32° = 0,53 (Fig. 11).

Man sucht den Winkel 32° auf der Teilung **S** und findet darüber auf der Teilung **A** den Sinus dieses Winkels 0,53. (Die Ablesewerte sind durch 100 zu dividieren.)

Beispiel 12: tang 7°40′ = 0,1346 (Fig. 11).

Man sucht den Winkel 7°40′ auf Teilung **T** und findet darunter auf Teilung **D** den Tangens des Winkels 0,1346. (Die abgelesenen Werte sind durch 10 zu dividieren.)

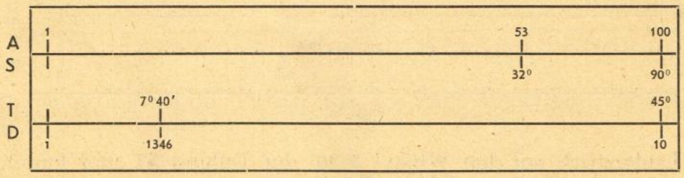


Fig. 11

Den Kotangens eines Winkels findet man indem man den gefundenen Tangens mit dem Läuferstrich festhält und den Schieber wieder normal in den Stabkörper soweit einführt, daß die linke 1 der Teilung **C** unter dem Läuferstrich steht. Dann steht der Kotangens auf **C** über **D** 10. In unserem Beispiel: cotg. 7°40′ = 7,43.

Beim Stab 63/87 R liest man den Sinus eines Winkels der S-Teilung darunter auf der Teilung **D** ab. (Die Ablesewerte sind durch 10 zu teilen.) Der Stab 63/87 R trägt auf der Schieberrückseite außer der **S**- und **T**-Teilung eine vereinigte Sinus-Tangens-Teilung (**ST**) der Winkel von 34′ bis 5°43′. Will man Funktionen dieser kleinen Winkel ablesen, so benutzt man diese **ST**-Teilung, da sich Sinus und Tangens solcher kleinen Winkel nicht mehr merkbar voneinander unterscheiden. Die

Differenz ist bei 35′ in der vierten Dezimale nicht mehr wesentlich und bei 5°40′ beträgt sie etwa 0,0005. Zum Ablesen benutzt man ebenfalls die Teilung **D**, wobei die abgelesenen Werte durch 100 zu dividieren sind.

Beispiel 13: sin 3°38′ oder tang 3°38′ = 0,0634 (Fig. 12).

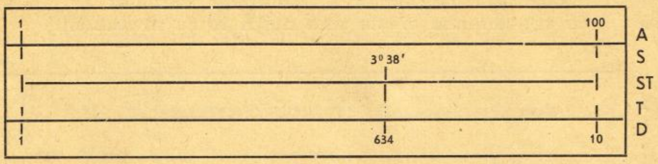


Fig. 12

Man stellt den Läuferstrich auf den Winkel 3°38′ der Teilung **ST** und findet darunter auf der Teilung **D** den Sinus und den Tangens 0,0634 (Fig. 12).

Will man den Cosinus haben, so benutzt man die Gleichung $\cos \alpha = \sin (90° - \alpha)$; will man den tg von Winkeln über 45° haben, die Gleichung $\text{ctg}\, \alpha = \text{tg}\, (90° - \alpha)$.

Logarithmen.

Zum Ablesen der Logarithmen gegebener Zahlen dient die Teilung **L**, die bei den Stäben 63/91 R und 63/98 R auf der Schieberrückseite angebracht ist.

Beispiel 14: log 1,35 = 0,13 (Fig. 13).

Man benutzt ebenfalls den umgekehrten Schieber. Es steht dann über jeder Zahl der Teilung **D** der Logarithmus dieser Zahl auf der Teilung **L.** Ueber 1,35 steht die Mantisse 13 (Fig. 13). Da die Kennziffer 0 ist, muß der Logarithmus 0,13 heißen.

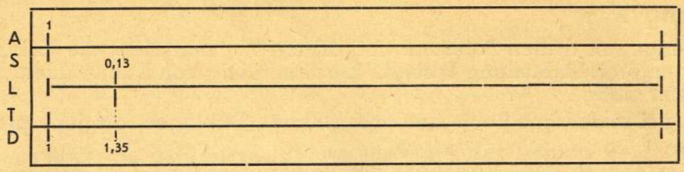


Fig. 13

Ist die Logarithmenteilung auf der Vorderseite der Stäbe angebracht, dann erfolgt die Ablesung noch einfacher mit Hilfe des Läuferstriches: log 1,35 = 0,1303 (Fig. 14).

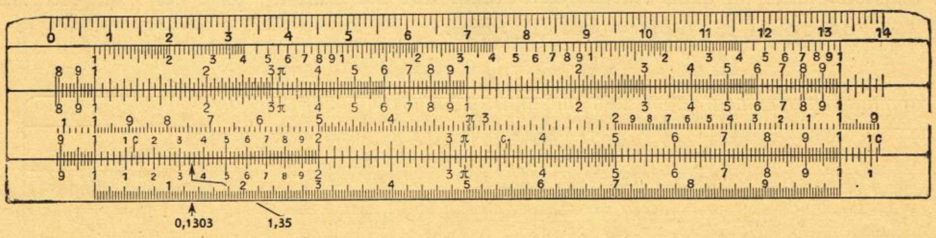


Fig. 14

Einstellung erfolgt durch Setzen des Läuferstriches über **D** 1_{35}. Ablesen direkt unter dem Läuferstrich auf der **L**-Teilung = 0,1303.

Das Rechnen mit den Zusatzteilungen

der Rechenstäbe *CASTELL*-Addiator 63/87 R und 63/98 R.

Die Kuben-Teilung K.

Für Rechenvorgänge mit dritten Potenzen und dritten Wurzeln dient die Kubusteilung **K**, die in Verbindung mit der unteren Stabteilung **D** steht. Zur Ermittlung von Kubikzahlen und Kubikwurzeln ist hier nur der Läufer nötig.

Die Kubenteilung **K** bildet eine Reihe von drei gleichen Teilungen, die jede gleich $1/3$ der ganzen Länge ist.

Man findet daher ähnlich dem Verfahren des Quadrierens und Quadratwurzelziehens auf der Kubenteilung **K** zu einer auf **D** eingestellten Zahl den Kubus dieser Zahl, und umgekehrt ist auf der Skala **D** die Kubikwurzel einer auf der Teilung **K** eingestellten Zahl zu finden.

Die Kubenteilung besteht aus drei Abschnitten, deren linker von 1 bis 10, deren mittlerer von 10 bis 100 und deren rechter von 100 bis 1000 gelesen werden muß. Der Uebersichtlichkeit wegen sind bei den meisten Stäben in allen Abschnitten immer nur die Zahlen von 1 bis 9 angeschrieben.

Kubus. Beispiel 15: $1{,}67^3 = 4{,}66$ (Fig. 15a).

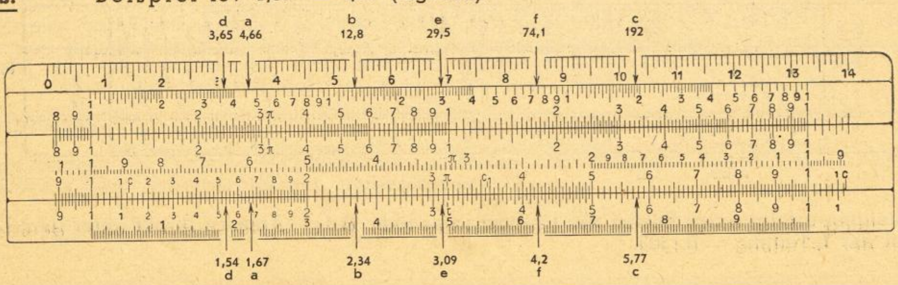


Fig. 15

Man stellt den Läuferfaden über **D** 1_{67}. Unter dem Läuferstrich liest man dann auf **K** 4_{66} ab. Es ist also $1{,}67^3 = 4{,}66$.

Beispiel 16: $2{,}34^3 = 12{,}8$ (Fig. 15b).

Beispiel 17: $5{,}77^3 = 192$ (Fig. 15c).

Kubikwurzel.

Man stellt den Radikanden auf **K** ein und liest die 3. Wurzel auf der Teilung **D** ab.

Beispiel 18: $\sqrt[3]{3{,}65} = 1{,}54$ (Fig. 15d).

Stelle den Läuferstrich auf 3_{65} (erster Teilungsabschnitt) der Teilung **K** ein und lese unter dem Läuferstrich auf **D** den Wert 1,54 als gesuchte Wurzel ab.

Beispiel 19: $\sqrt[3]{29{,}5} = 3{,}09$ (Fig. 15e).
Beispiel 20: $\sqrt[3]{74{,}1} = 4{,}2$ (Fig. 15f).
} Einstellung im zweiten Abschnitt der Teilung **K.**

Beispiel 21: $\sqrt[3]{192} = 5{,}77$ (Fig. 15c). Einstellung im dritten Abschnitt der Teilung **K.**

Bei diesen Beispielen liegt der Radikand zwischen 1 und 1000, also die Wurzel zwischen 1 und 10. Ist der Radikand kleiner als 1 oder größer als 1000, so verlegt man ihn durch Abspalten geeigneter Potenzen von 1000 wieder in das Gebiet von 1 bis 1000.

Beispiel 22: $\sqrt[3]{3650} = 15{,}4$.

$$\sqrt[3]{3650} = \sqrt[3]{1000 \cdot 3{,}65} = 10 \cdot \sqrt[3]{3{,}65} = 10 \cdot 1{,}54 = 15{,}4.$$

Die Reziprok-Teilung R.

Berechnung reziproker Werte.

1. Um zu einer gegebenen Zahl a den reziproken Wert 1 : a zu finden, sucht man diese auf **C** oder **R** auf und liest darüber auf **R** oder darunter auf **C** den reziproken Wert ab. Die Ablesung geschieht ohne Verstellung des Schiebers, allein durch Läufereinstellung.

Beispiel 23—28 (Fig. 16): $1:8 = 0{,}125$; $1:5 = 0{,}2$; $1:4 = 0{,}25$; $1:3 = 0{,}333$; $1:2{,}2 = 0{,}4545$; $1:12 = 0{,}0833$.

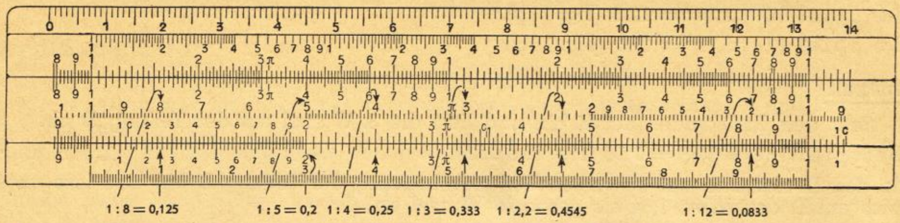


Fig. 16

2. Sucht man $1 : a^2$, so richtet man den Läufer auf a der Teilung **R** und liest darüber auf **B** das Ergebnis ab.

Beispiel 29: $1 : 2{,}44^2 = 0{,}168$ (Fig. 17a). Überschlag: weniger als $\frac{1}{5} = 0{,}2$.

3. Sucht man $1 : \sqrt{a}$, so stellt man den Läuferstrich auf a der Teilung **B** und findet auf **R** das Ergebnis.

Beispiel 30: $1 : \sqrt{27{,}4} = 0{,}191$ (Fig. 17b). Überschlag: weniger als $\frac{1}{5} = 0{,}2$.

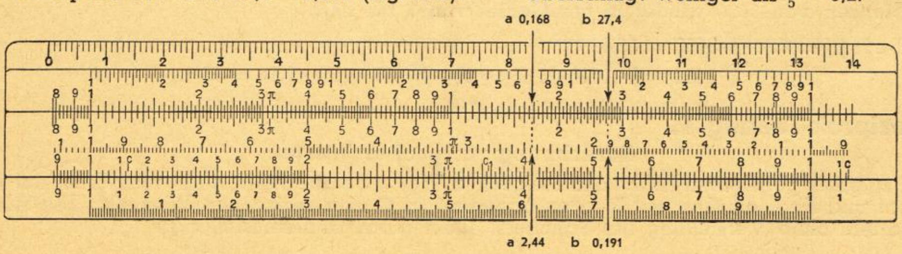


Fig. 17

4. Sucht man $1 : a^3$, so stellt man den Läuferstrich auf a der Teilung **R** und findet auf **K** das Resultat.

Beispiel 31: $1 : 2{,}26^3 = 0{,}0866$.
Überschlag: weniger als $\frac{1}{8} = 0{,}125$.

5. Sucht man $1 : \sqrt[3]{a}$, so richtet man den Läuferstrich auf a der Teilung **K** und findet unter dem Läuferstrich auf **R** das Ergebnis.

Beispiel 32: $1 : \sqrt[3]{13} = 0{,}425$.
Überschlag: weniger als $\frac{1}{2} = 0{,}5$.

Diese Ablesungen lassen sich nur machen, wenn **C** 1 genau über **D** 1 steht.

Produkte aus drei Faktoren.

Produkte aus drei Faktoren lassen sich mithilfe der reziproken Teilung mit nur einer Schieberstellung finden. Man stellt mit dem Läuferstrich die zwei ersten Faktoren auf **D** und **R** untereinander, rückt dann den Läuferstrich auf den dritten Faktor auf **C** und liest darunter auf **D** das Gesamtprodukt ab.

Beispiel 33: $6{,}6 \cdot 2{,}03 \cdot 2{,}38 = 31{,}9$ (Fig. 18).
Überschlag: $7 \cdot 2 \cdot 2 = 28$.

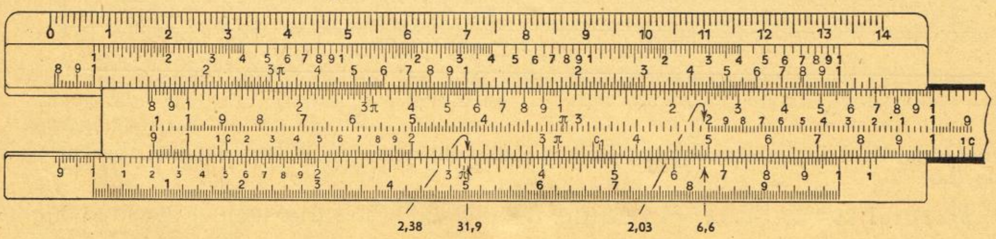


Fig. 18

Die logarithmische Teilung der Logarithmen auf dem Rechenstab CASTELL-Addiator 63/98R.

Die log-log-Teilung, eine Teilung für die Werte log (log a), beginnt am linken oberen Rande mit 1,1 und erstreckt sich bis 3,2 (mit **Lo** bezeichnet), setzt sich dann links unten fort, wobei der Bereich 2,5 bis 3,2 wiederholt wird und endet rechts unten mit 100000 (**Lu**). Weil diese beiden Teile der log-log-Teilung in bestimmter Weise unter sich und zur Stabteilung angeordnet sind, ergeben sich zahlreiche Verwendungsmöglichkeiten:

1. Unter jeder Zahl der oberen log-log-Teilung (**Lo**) steht deren 10. Potenz auf der unteren log-log-Teilung (**Lu**).

Beispiel 34—37: $1{,}1072^{10} = 2{,}769$ (Fig. 19a); $1{,}204^{10} = 6{,}4$ (Fig. 19b); $1{,}443^{10} = 39{,}15$ (Fig. 19c);
$$0{,}1443^{10} = \left(\frac{1{,}443}{10}\right)^{10} = \frac{39{,}15}{10^{10}};$$

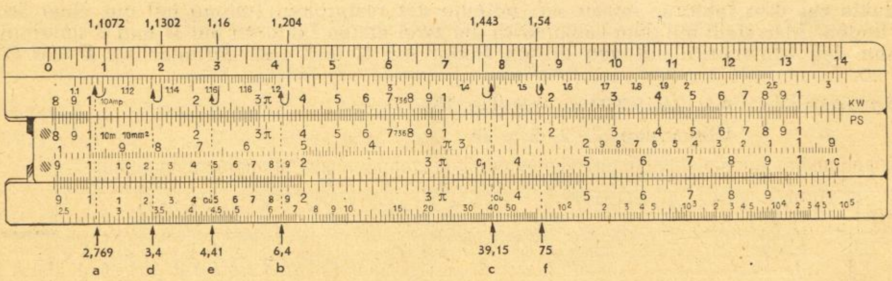


Fig. 19

2. Über jeder Zahl der unteren log-log-Teilung (**Lu**) steht deren 10. Wurzel auf der oberen log-log-Teilung (**Lo**).

Beispiel 38—40: $\sqrt[10]{3{,}4} = 1{,}1302$ (Fig. 19d); $\sqrt[10]{4{,}41} = 1{,}16$ (Fig. 19e); $\sqrt[10]{75} = 1{,}54$ (Fig. 19f).

3. Unter jeder Zahl n der unteren Stabteilung (**D**) steht e^n auf der unteren log-log-Teilung (**Lu**).

Beispiel 41—42: $e^2 = 7{,}39$ (Fig. 20a); $e^3 = 20{,}1$ (Fig. 20b).

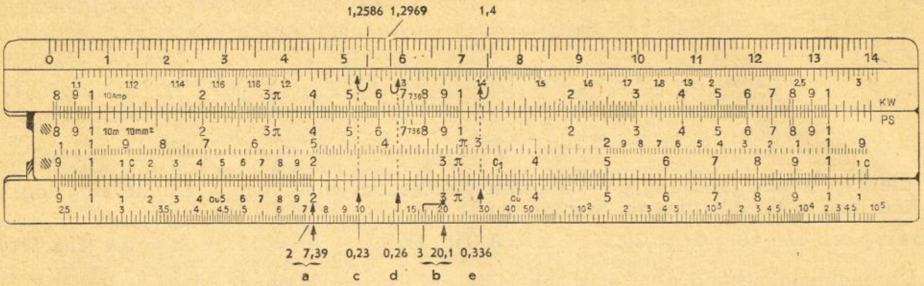


Fig. 20

4. Über jeder Zahl n der unteren Stabteilung (**D**) steht $e^{\frac{n}{10}}$ auf der oberen log-log-Teilung (**Lo**).

Beispiel 43—45: $e^{0,23} = 1{,}2586$ (Fig. 20c); $e^{0,26} = 1{,}2969$ (Fig. 20d); $e^{0,336} = 1{,}4$ (Fig. 20e).

5. Will man Wurzeln aus e ziehen, so kann man den Wurzelexponenten in eine Dezimalzahl verwandeln und wie bei Absatz 4 verfahren. Ist aber der Exponent eine gebrochene Zahl, so bedient man sich der Teilung **R.**

Beispiel 46: $\sqrt[2,17]{e} = 1{,}5853$ (Fig. 21a).

6. Ist der Exponent negativ, so liest man zunächst e^{+n} ab und rechnet dann auf dem Stabe den reziproken Wert aus.

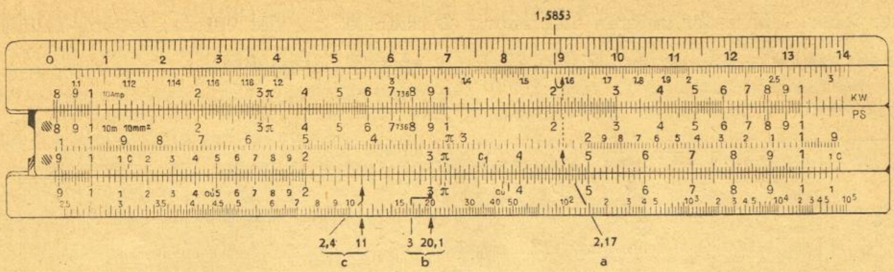


Fig. 21

7. Soll die Exponentialgleichung $e^x = a$ gelöst werden, so stellt man a auf der log-log-Teilung ein und liest x auf der unteren Stabteilung **D** ab.

Beispiel 47—48: $e^x = 20{,}1$ $x = 3$ (Fig. 21b); $e^x = 11$ $x = 2{,}4$ (Fig. 21c).

8. Die Exponentialgleichung $e^{\frac{1}{y}} = a$ ist mit Hilfe der Teilung **R** genau so leicht lösbar.

Beispiel 49: $e^{\frac{1}{y}} = 1{,}485$ $y = 2{,}529$ (Fig. 22a).

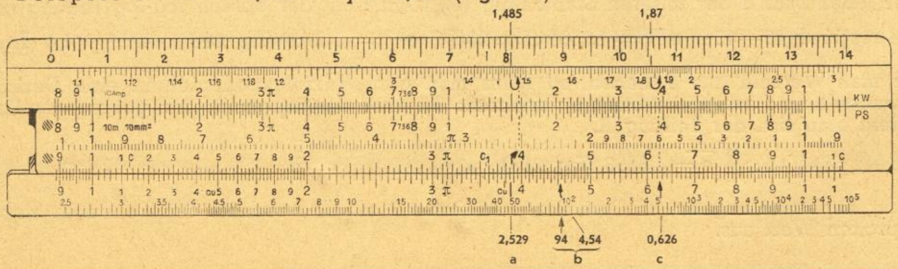


Fig. 22

9. Die Werte auf der Teilung **D** stellen die natürlichen Logarithmen der Zahlen auf der log-log-Teilung dar.

Beispiel 50: ln 94 = 4,54 (Fig. 22 b). Beispiel 51: ln 1,87 = 0,626 (Fig. 22 c).

Bisher wurde nur der Läufer benutzt; verwendet man aber auch den Schieber, so sind noch folgende Rechnungsarten möglich:

10. Potenzieren mit gebrochenen Exponenten. Beispiel 52: $1{,}277^{2{,}22} = 1{,}72$ (Fig. 23).

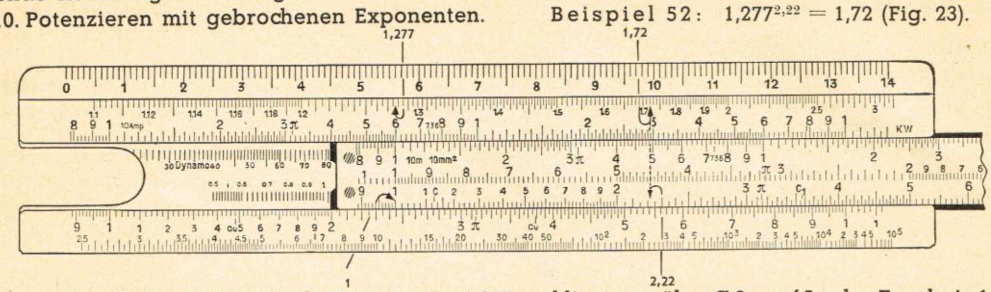


Fig. 23

Man stellt mit dem Läuferstrich **C** 1 unter **Lo** 1,277 und liest nun über **C** 2_{22} auf **Lo** das Ergebnis 1,72 ab.

Beispiel 53: $11{,}5^{2{,}53} = 483$ (Fig. 24).

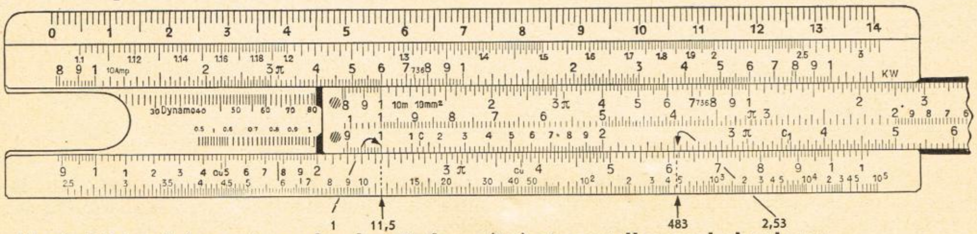


Fig. 24

Hierbei ist auf der unteren log-log-Teilung (**Lu**) einzustellen und abzulesen.

Fällt der Teilstrich auf **C** nach rechts außen, so daß keine Ablesung unter oder über ihm möglich ist, so stellt man **C** 10 unter oder über die Grundzahl. Übersteigt der Exponent den Wert 10, so kann die Potenz oft ausgerechnet werden, indem man den Übergang von **Lo** nach **Lu** ausnützt.

11. Exponentialgleichungen von der Form $a^x = b$.

Hierbei ist **C** 1 oder **C** 10 mittels des Läuferstriches unter oder über a auf der log-log-Teilung zu bringen. Dann stellt man den Läuferstrich auf b auch auf der log-log-Teilung und liest auf **D** ab.

Die Teilung für die Wirkungsgrade. (CASTELL-Addiator 63/98 R.)

Vorausgesetzt wird Gleichstrom oder induktionsfreier Wechselstrom. Unterhalb des Schiebers auf den Elektro-Rechenstäben befinden sich zwei Spezialteilungen. Die obere dient zur Berechnung des Wirkungsgrades von Dynamomaschinen und Elektromotoren.

Die **linke** Hälfte dieser Teilung (**W**) gilt für **Dynamomaschinen.** Die Elektrostäbe werden mit einem Dreistrichläufer geliefert, der die Umwandlung von Watt in PS und vom Durchmesser zum Querschnitt ohne weiteres ermöglicht.

Beispiel 54: Man berechne den Nutzeffekt einer Dynamomaschine von 134 PS und 80 KW (Fig. 25).

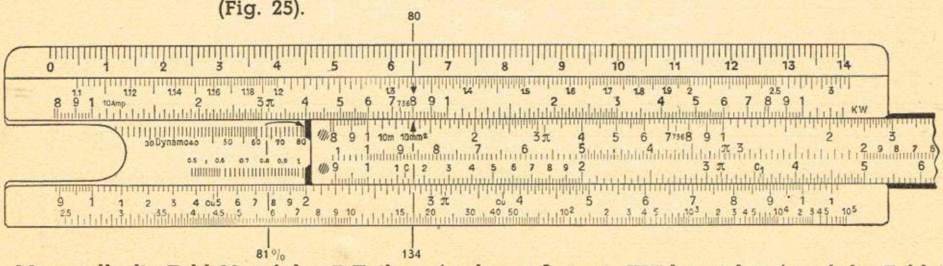


Fig. 25

Man stellt die Zahl 80 auf der **A**-Teilung (rechts außen mit KW bezeichnet) und die Zahl 134 auf der **B**-Teilung (rechts außen mit PS bezeichnet) mit Hilfe des Läuferstriches untereinander. Die Schieberschneide zeigt dann auf der **W**-Teilung 81 % Wirkungsgrad an.

Die **rechte** Hälfte der Teilung **W** dient zur Berechnung des Wirkungsgrades von **Motoren.**

Beispiel 55: Welchen Wirkungsgrad hat ein Motor, der bei 17,1 KW 20 PS liefert?

Man stellt die beiden Zahlen auf der **A**- und **B**-Teilung untereinander, wobei man darauf zu achten hat, daß die Schneide auch wirklich auf der **rechten** Hälfte der **W**-Teilung erscheint. Ergebnis: 86%.

Die Teilung für den Spannungsabfall. (CASTELL-Addiator 63/98 R.)

Der Spannungsabfall einer Leitung wird auf der unteren roten Bodenteilung abgelesen. Sie führt die Division durch c aus, wobei c = 58 die spezifische Leitfähigkeit des Kupfers ist.

Der Spannungsabfall einer einfachen Kupferleitung für Gleichstrom oder für Wechselstrom mit induktionsfreier Belastung berechnet sich nach der Formel: $e = \frac{J \times L}{c \times q}$. Man hat J (Stromstärke) mit L (Leitungslänge) zu multiplizieren und durch q (Leitungsquerschnitt) zu dividieren. Die Schneide zeigt dann das Ergebnis.

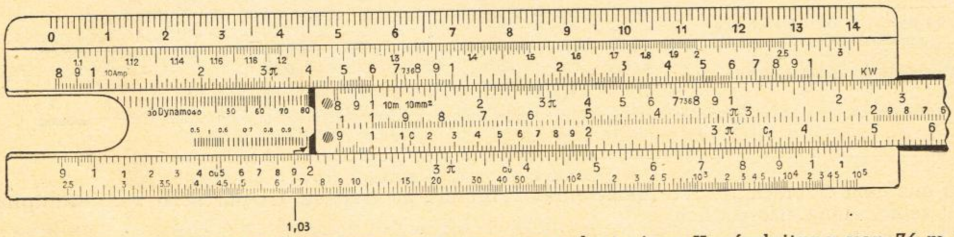


Fig. 26

Beispiel 56: Man berechne den Spannungsverlust einer Kupferleitung von 76 m Länge bei 70 mm² Querschnitt und 55 Amp. Stromstärke (Fig. 26).

Man stelle 1 der oberen Schieberteilung (**B** 1) unter 55 Amp. der oberen Stabteilung (**A** 55) — diese beginnt mit 10 Amp. — rückt den Läufer auf **B** 76 — sie beginnt mit 10 m — zieht **B** 7 unter den Läuferstrich und liest an der Schneide das Ergebnis 1,03 Volt ab (Fig. 26).

Das Rechnen mit den festen Marken.

Auf jedem Rechenstab sind feste Marken eingeritzt, die das Rechnen erleichtern. So ist z. B. stets die Zahl π durch einen Strich bezeichnet, ebenso ihr reziproker Wert $1 : \pi$, der M genannt wird, oft auch $\frac{\pi}{4} = 0{,}785$ auf den oberen Teilungen. Das Rechnen mit ihnen macht keine Schwierigkeiten.

Es sind aber noch einige andere Marken vorhanden, deren Verwendung erklärt werden muß.

Die Querschnittsmarken C und C_1.

Stellt man die Marke C oder C_1 über einen **Durchmesser** (d) auf **D**, dann steht über **B** 1 oder **B** 10 oder **B** 100 der zu diesem Durchmesser gehörende **Querschnitt** $\frac{d^2 \pi}{4}$ auf **A**.

Beispiel 57: Setzt man C_1 über 2,82 cm auf **D**, so liest man auf **A** 6,24 cm² als Querschnitt ab (Fig. 27).

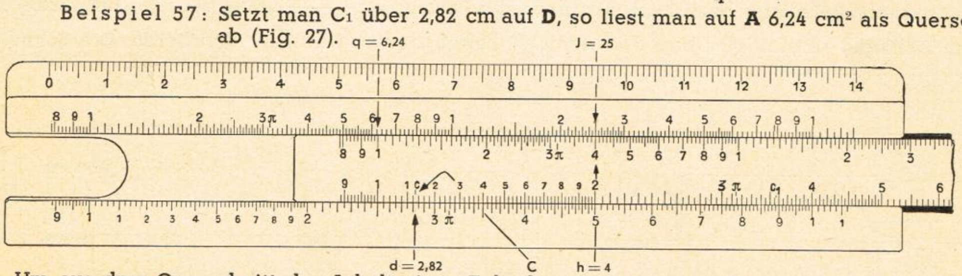


Fig. 27

Um aus dem Querschnitt den Inhalt eines Zylinders zu machen, ist nur noch eine Multiplikation mit seiner Höhe erforderlich.

Liest man also bei der letzten Einstellung über **B h** auf **A** ab, so findet man den Inhalt $\frac{d^2 \pi}{4} \cdot h$ der Walze mit dem Durchmesser **d** und der Höhe **h**.

Beispiel 58: Über **B h** = 4 cm liest man den Inhalt 25 cm³ ab (Fig. 27).

Man wähle diejenige der beiden Marken C oder C_1, bei der der Schieber so weit wie möglich innerhalb des Stabes bleibt.

Der Dreistrichläufer.

Läufer für 2 gleiche Konstanten.

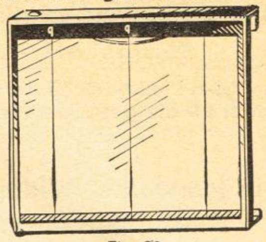


Fig. 28

Der Dreistrichläufer (Fig. 28), der in der abgebildeten Form regulär zu Rechenstab CASTELL-Addiator 63/87 R gehört, aber auch für jeden anderen Stab geliefert werden kann, hat neben dem Hauptstrich noch zwei weitere Striche, die von ihm die Entfernung C haben. Mit Hilfe dieser Striche lassen sich dieselben Berechnungen durchführen wie mit der festen Marke C.

Berechnung des Gewichtes eines gegebenen Volumens aus Flußstahl, Flußeisen oder Gußstahl.

Beispiel 59: Man stellt einen Läuferstrich auf das Volumen 192 cm^3 auf der oberen Teilung **A**. Dann findet man unter seinem linken Nachbarstrich ebenfalls auf der oberen Teilung **A** das Gewicht 1,51 kg.

Diese Eigenschaft ist besonders wichtig in Verbindung mit der Benutzung der Marken C und C_1.

Läufer für 2 verschiedene Konstanten.

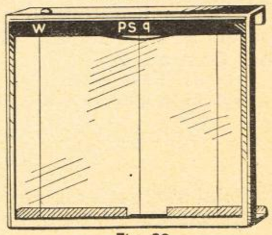


Fig. 29

Beispiel 60: Stellt man z. B. die Marke C_1 über den Durchmesser 6,5 cm auf der unteren Teilung **D** und stellt einen Läuferstrich auf die Länge 5,3 cm der Teilung **B**, so findet man unter dem linken Nachbarstrich auf der oberen Teilung **A** das Gewicht einer Stahlwalze von 6,5 cm Durchmesser und 5,3 cm Länge zu 1,38 kg.

Beim Elektro-Taschen-Rechenstab haben die Teilstriche der Dreistrichläufer einen anderen Abstand (Fig. 29).

Die mit „**d**" und „**q**" bezeichneten Läuferstriche dienen zur Erleichterung der Berechnung von Kreisflächen und Zylinderinhalten, wie oben erklärt.

Die mit „**W**" und „**PS**" gekennzeichneten Läuferstriche dienen zur Umrechnung von Watt in Pferdestärken und umgekehrt.

Beispiel 61: Es sollen 4,5 KW in PS umgerechnet werden.

Man stelle den **Läuferstrich W** über 4,5 der oberen Stabteilung (**A**) und lese unter dem **Läuferstrich PS** die gesuchte Pferdestärkenzahl = 6,1 PS (auf **A**) ab.

Die (schwarze) Widerstands- und die (rote) Gewichtsmarke auf dem Elektro-Rechenstab (CASTELL-Addiator 63/98 R).

Die **schwarze** Marke **Cu** (nicht zu verwechseln mit C und C_1) dient zur Berechnung des Ohmschen Widerstandes von Leitungen (bei 15° C).

Beispiel 62: Wie groß ist der Ohmsche Widerstand einer kupfernen Leitung von 2,5 mm Durchmesser und 126 m Länge?

Man stellt mittels des Läuferstriches 2,5 mm auf der unteren Stabteilung (**D** 2_5) und 126 m auf der oberen Schieberteilung (**B** 12_6) gegenüber. Dann liest man über der Marke **Cu** den Widerstand 0,443 Ohm auf **B**.

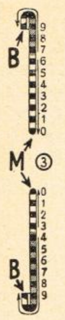
Die **rote** Marke **Cu** dient zur Berechnung des Leitungsgewichtes.

Beispiel 63: Wieviel wiegt eine kupferne Leitung von 1,5 mm Durchmesser und 1,4 m Länge?

Man stellt mittels des Läuferstriches 1,4 m auf der oberen Schieberteilung (**B** 14) über die rote Marke **Cu** (auf **D**). Dann liest man über 1,5 mm der unteren Stabteilung **D** das Gewicht 22 g auf **B**.

Beispiel 64—65: In dieser Stellung findet man auch die Gewichte bei anderen Durchmessern, etwa für 2 mm das Gewicht 39 g, für 2,5 mm 61 g.

Addition und Subtraktion auf der Rückseite des Stabes.



Nullstellung: Metallbügel am oberen Ende des Stabes ganz heraus- und wieder zurückschieben. Wenn in den runden Resultatfenstern in der Mitte dann noch „↓"-Signale, so ziehe man die darunterliegende Zahnreihe beliebig nach unten und betätige den Nullstellerbügel noch einmal. Die Maschine ist erst gebrauchsfertig, wenn in sämtlichen Resultatfenstern „0" stehen.

Im Additionsfeld werden alle zusammenzuzählenden Zahlen eingestellt, im Subtraktionsfeld dagegen **nur** alle davon abzuziehenden Zahlen. Stift senkrecht in Loch links neben gewünschte Zahl stecken.

Liegt das Einsteckloch im weißen Feld der beweglichen Zahnreihen, so zieht man zur Mitte bis zu den Anschlägen M.
Liegt das Einsteckloch im roten Feld, so zieht man nach außen um den Bogen herum bis bis zu den Anschlägen B (s. Bild).

Beispiel: 673 / +5269 / + 734 / 6676 / — 845 / 5831

Ziffern am besten in der Reihenfolge, wie man schreibt, einstellen, also die „6" im Additionsfeld in der 3. Zahlenkolonne von rechts zur Mitte (unten) ziehen, ebenso in den rechts folgenden Kolonnen „7" und „3". „5" wird in der 4. Kolonne eingestellt, in den folgenden Kolonnen „2" zur Mitte, „6" und „9" nach außen und um den Bogen herum bis B (oben). Zwischenresultat 5942 erscheint in den runden Fenstern. 734 entsprechend einstellen. Von dem Resultat 6676 wird 845 im Subtraktionsfeld abgezogen, indem „8" nach außen und um den Bogen herum bis B (unten), „4" und „5" zur Mitte (oben) gezogen wird.

Bei Ziehen in falscher Richtung selbsttätige Sperrung vor Erreichen des Anschlages — also Stift im Loch lassen und Bewegung zum entgegengesetzten Anschlag.

Erscheint ein Pfeil trotz Erreichung des Anschlages, **so ist je nach der Pfeilrichtung im Additions- oder Subtraktionsfeld von 0 nach außen bis zum Anschlag B herumzuziehen.**

Beispiel: 756 / +149 / 905

Nach dem Einstellen der Zahlen erscheint in der 2. Kolonne von rechts ein ↑, der durch Einstecken bei „0" in der 2. Kolonne des Additionsfeldes und Ziehen nach außen bis B (oben) beseitigt wird. — Versäumt man die Beseitigung eines ↑, so rechnet die Maschine trotzdem richtig weiter, nur kann dann eine Sperrung **in** den Bögen auftreten, so daß der Stift Anschlag B nicht erreicht. Diese Sperrung muß beseitigt und gleichzeitig das richtige Ergebnis gewonnen werden, indem man in Pfeilrichtung von „1" (nur bei dieser **Sperrung** nicht von „0") herumzieht bis B.