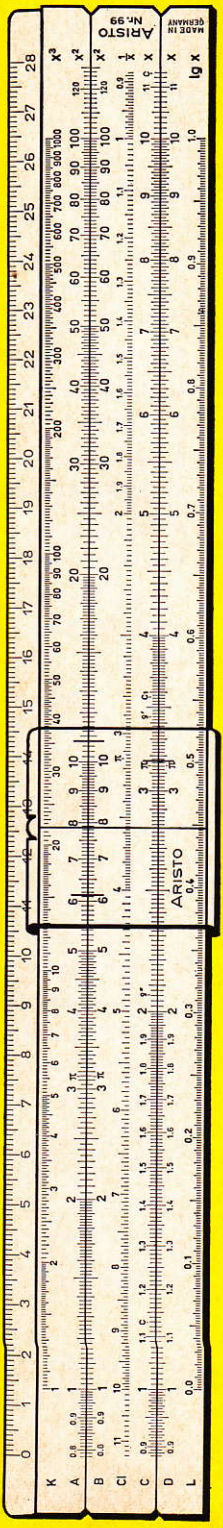
ANLEITUNG ZUM RECHENSTAB

ARISTO

RIETZ

89 · 99 · 109

Normzahlen-Maßstab 1364



INHALT

1. Skalenanordnung 4
2. Das Lesen der Skalen 6
   2.1 Das Rechenprinzip 7
3. Bedeutung der Abbildungssymbole 8
4. Multiplikation 8
5. Division 9
6. Vereinigte Multiplikation und Division 9
7. Die Kehrwertskala CI 10
8. Proportionen 11
9. Die Skalen A, B und K 11
   9.1 Das Rechnen mit den Quadratskalen A und B 12
10. Die trigonometrischen Funktionen 13
   10.1 Die Skalen S und T 13
   10.2 Tabelle zum Einstellen und Ablesen der Winkelfunktionen in Skala S und T 15
   10.3 Die Skala ST 15
   10.4 Beispiele für die Winkelskalen mit 400^g-Teilg. 15
11. Logarithmen 17
12. Die Marken und ihre Anwendung 17
   12.1 Umrechnung Gradmaß ⟷ Bogenmaß 18
   12.2 Berechnung von Kreisflächen 18
13. Der Läufer und seine Marken 18
   13.1 Kreisflächen und Flußstahlgewichte 18
   13.2 Die Marken kW und PS 19
14. Der Normzahlen-Maßstab 1364 19
   14.1 Aufbau der Normzahlen-Skala 19
   14.2 Zweck der NZ-Skala 20
   14.3 Logarithmische Maßstäbe 20
   14.4 Umrechnungsfaktoren für nichtmetrische Einheiten 20
   14.5 Veröffentlichungen über Normzahlen 21

Die Behandlung des ARISTO-Rechenstabes

Der Rechenstab ist ein wertvolles Rechenhilfsmittel und verdient eine pflegliche Behandlung. Skalen und Läufer sind vor Verschmutzung und Kratzern zu schützen, damit die anfängliche Ablesegenauigkeit beibehalten werden kann.

Von Zeit zu Zeit sollte der Rechenstab mit dem Spezialreinigungsmittel DEPAROL gereinigt und trocken nachpoliert werden. Keinesfalls dürfen irgendwelche Chemikalien Verwendung finden, da diese die Teilung zerstören können.

Der Rechenstab ist außerdem vor Plastik-Radierern und ihren Abriebprodukten zu schützen, da diese die Oberfläche des ARISTOPAL beschädigen können. Ferner ist eine Lagerung an heißen Plätzen, z. B. auf Heizkörpern oder in praller Sonne, zu vermeiden, da bei höheren Temperaturen als etwa 60° C Verformungen auftreten. Für derartig beschädigte Rechenstäbe wird kein Ersatz geleistet.

DER RECHENSTAB ARISTO-RIETZ

Die Winkelskalen des ARISTO-Rietz sind entweder für 360° (Altgrad) sexagesimal oder für 400g (Neugrad) dezimal unterteilt und auf die Grundskalen bezogen. Die Indexstriche im transparenten Boden des Rechenstabkörpers stellen die Verbindung zwischen den Skalen auf der Vorderseite und der Zungenrückseite her.

1. Die Skalenanordnung

K	Kubikskala	x^3	auf dem Körper
A	Quadratskala	x^2	auf dem Körper
B	Quadratskala	x^2	auf der Zunge
CI	Kehrwertskala zu C	$1/x$	auf der Zunge
C	Grundskala	x	auf der Zunge
D	Grundskala	x	auf dem Körper
L	Mantissenskala	$\lg x$	auf dem Körper

Auf der Zungenrückseite

S	Sinusskala	∢ sin
ST	Kleine Winkel	∢ sin
T	Tangensskala	∢ tan

Die Facette trägt eine Millimeterteilung.

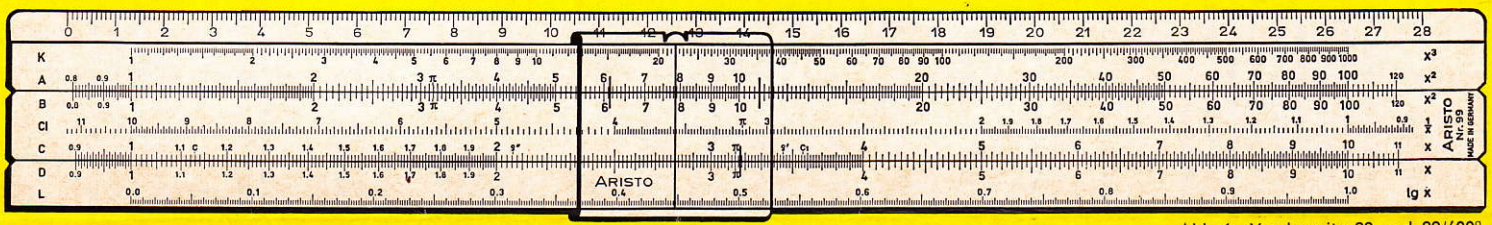


Abb. 1 Vorderseite 99 und 99/400^g

Abb. 2 Zungenrückseite 99

Abb. 3 Zungenrückseite 99/400^g

2. Das Lesen der Skalen

Für den Gebrauch des Rechenstabes ist es wesentlich, die Skalen schnell und sicher abzulesen, deshalb soll am Anfang das Lesen der Skalen geübt werden. Die Abbildungen 4 bis 7 zeigen Ablesebeispiele der am meisten benutzten Grundskalen C und D. Die Hauptintervalle sind mit langen Teilstrichen und den Ziffern 1 bis 10 gekennzeichnet (Abb. 4). Die 10 entspricht wieder der 1, da dieser Teilstrich als Beginn einer neuen Skala, identisch der vorausgehenden, angesehen werden kann.

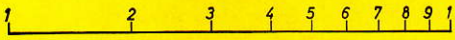


Abb. 4 Die Hauptintervalle

Im Bereich der Ziffern 1 bis 2 ähnelt die Skala dem Teilungsbild eines Millimeter-Maßstabes; der Unterschied besteht nur darin, daß die Teilungsintervalle nach rechts hin immer kleiner werden, und daß die Skala nicht mit 0, sondern mit 1 beginnt.

Abb. 5 Ablesen im Bereich von 1 bis 2

Die Ziffer 2 eines Millimeter-Maßstabes kann 2 cm, 20 mm, 0,2 dm, 0,02 m usw. bedeuten; ebenso sagt auch die Ziffer der Rechenstabskala nichts über die Kommastellung aus. Deshalb ist es ratsam, nur Ziffernfolgen ohne Komma abzulesen und die Ziffern einzeln zu sprechen, z. B. Eins-Drei-Vier, nicht aber einhundertvierunddreißig, damit keine Ziffern vertauscht oder ausgelassen werden. Zur Übung verschiebt man den Läuferstrich langsam vom Wert 1 nach rechts und liest an jedem einzelnen Teilstrich die Ziffernfolge ab: 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113 usw.

Der Läuferstrich ist im Vergleich zur Breite des Intervalls so dünn, daß man die Mitte zwischen zwei Teilstrichen sicher einstellen kann. Das Auge kann aber auch kleine Bruchteile eines Intervalls unterscheiden, so daß man bei einiger Übung auch den zehnten Teil des Intervalls schätzen kann.

Zur Übung wird der Läuferstrich langsam weiter nach rechts verschoben, zwischen den Teilstrichen 1310 und 1320 wird beispielsweise geschätzt: 1310, 1311, 1312 1313, 1314, 1315 usw.

Zwischen einem bezifferten Teilstrich und dem ihm folgenden sind die Nullen zu beachten, besonders am Beginn der Skala, z. B. 1000, 1001, 1002, 1003 usw. (vgl. 1007 und 1095 in Abb. 5).

Abb. 6 Ablesen im Bereich von 2 bis 4

Da die Teilungsintervalle links von der Ziffer 2 bereits sehr eng werden, ist in dem daran anschließenden Bereich zwischen den Ziffern 2 und 4 nur noch jeder zweite Teilstrich eingraviert; daraus ergibt sich ein neues Teilungsbild, bei dem von Strich zu Strich die geraden Werte abgezählt werden: 200, 202, 204, 206, 208, 210, 212, 214 usw. Die Mitten der Intervalle geben die ungeraden Werte an: 201, 203, 205, 207, 209, 211, 213 usw. Abb. 6 zeigt einige Ablesebeispiele.

Abb. 7 Ablesen im Bereich von 4 bis 10

Im Bereich von 4 bis 10 springen die Intervalle um 5 Einheiten, so daß die Ablesungen an den aufeinanderfolgenden Teilstrichen 400, 405, 410, 415, 420, 425, 430 usw. lauten.

Die Zwischenwerte müssen nach Augenmaß geschätzt werden, in der Mitte zwischen 400 und 405 liegt der Wert 4025, etwas links davon 402, etwas rechts von der Mitte 403. Entsprechend gibt die Mitte des nächsten Intervalles den Wert 4075 an. Abb. 7 zeigt eine Reihe von Einstellungen.

2.1 Das Rechenprinzip

Gerechnet wird derart, daß Strecken mechanisch addiert oder subtrahiert werden. Auf einfachste Weise kann die Rechenmethode an Hand zweier gegeneinander verschiebbarer Millimetermaßstäbe erklärt werden.

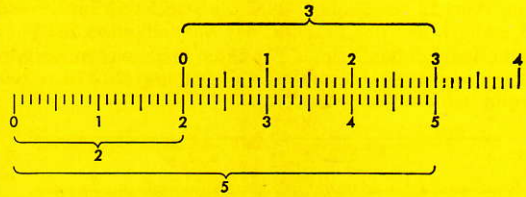


Abb. 8 Graphische Addition mit Skalen

Abb. 8 zeigt als Beispiel $2 + 3 = 5$. Wenn der Anfang des oberen Maßstabes über den Wert 2 des unteren Maßstabes gelegt wird, kann zu dieser eingestellten Strecke 2 mit Hilfe der oberen Skala beispielsweise die Strecke 3 addiert werden. Unter der 3 des oberen Maßstabes steht das Ergebnis 5 in dem unteren Maßstab. In der Abb. 8 könnte ebenfalls abgelesen werden $2 + 1 = 3$ oder $20 + 15 = 35$, wenn die Millimeter abgezählt werden.

Auch die Subtraktion $5 - 3 = 2$ läßt sich aus der Abb. 8 ablesen, der Vorgang wird dann nur umgekehrt. Von der Strecke 5 der unteren Skala wird die Strecke 3 der oberen Skala abgezogen, dazu werden die Werte 5 und 3 übereinandergestellt und unter dem Anfang der oberen Skala steht das Ergebnis 2 in der unteren Skala.

Beim Rechenstab befinden sich die Teilungen auf einem festen Körper und auf einer darin verschiebbaren Zunge. Die Eigenart des Rechenstabes liegt darin, daß logarithmisch geteilte Skalen aufgetragen sind. Die Addition zweier Strecken gibt damit eine Multiplikation, und die Subtraktion wird zur Division.

3. Bedeutung der Abbildungssymbole

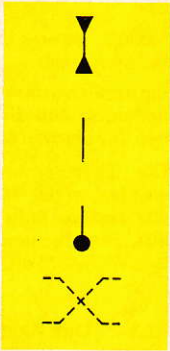
Die Beispiele werden in den folgenden Kapiteln mit Rechenstababbildungen dargestellt. Symbole erläutern die Einstellungen und Abbildungen:

Anfangseinstellung mit zwei Skalen

gelegentliche Einstellung oder Ablesung des Zwischenergebnisses

Endergebnis
Der Punkt kennzeichnet die Skala, in der das Ergebnis abgelesen wird.

Wenden des Rechenstabes



4. Multiplikation
(Zwei Strecken werden addiert)

Zur Multiplikation dienen hauptsächlich die Skalen C und D. Der Zungenanfang 1 der Skala C wird über den Wert 18 der Teilung D gestellt. Durch Verschieben des Läufers zum Wert 13 der Skala C wird die Strecke 13 zur Strecke 18 addiert, und das Ergebnis der Multiplikation 234 kann unter dem Läuferstrich auf der Skala D abgelesen werden. Aus einer groben Überschlagungsrechnung (20 · 10 = 200) ergibt sich die Kommastellung.

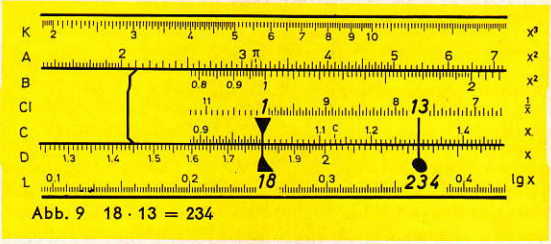


Abb. 9 18 · 13 = 234

Wenn bei dem folgenden Beispiel 18 · 7,8 der in Abb. 9 angegebene Weg nicht zum Ziele führt, weil der Wert 7,8 auf der Zungenskala C soweit rechts liegt, daß die Skala D für die Ablesung des Ergebnisses nicht ausreicht, dann wird der Wert 18 mit dem rechten Ende 10 der Skala C eingestellt. Damit stände auch der Anfang von C über einem Wert 18, wenn man sich die Skala D noch einmal nach links angetragen vorstellt. Zu diesem nur vorgestellten Wert wird dann die Strecke 7,8 addiert.

Die Methode der Vertauschung von Zungenanfang und -ende heißt „Durchschieben" der Zunge. Sie führt immer zum Ziel, wenn eine Ablesung beim Multiplizieren nicht anders möglich ist.

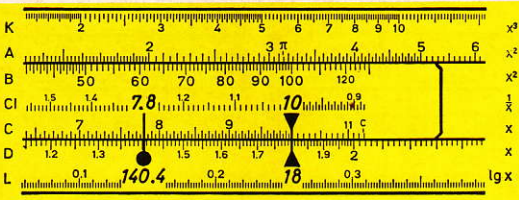


Abb. 10 18 · 7,8 = 140,4

5. Division

(Subtraktion zweier Strecken)

Die Division 2620 : 17,7 = 148 ist die Umkehrung der Multiplikation 148 · 17,7 = 2620

Der Läuferstrich wird über den Wert 2620 der Skala D gestellt und der Wert 17,7 der Skala C unter den Läuferstrich geschoben, so daß beide Werte einander gegenüberstehen. Das Ergebnis 148 wird unter dem Zungenanfang der Skala C abgelesen. Die Zungeneinstellung ist die gleiche wie bei der Multiplikation 148 · 17,7 = 2620. Der Unterschied zwischen der Multiplikation und Division besteht nur in der Reihenfolge der Arbeitsgänge. Nach der Einstellung der Division wird das Ergebnis jeweils unter dem im Körper befindlichen Skalenanfang oder -ende abgelesen, ein Durchschieben gibt es nicht. Diese Eigenart wird in den folgenden Kapiteln wiederholt ausgenutzt werden.

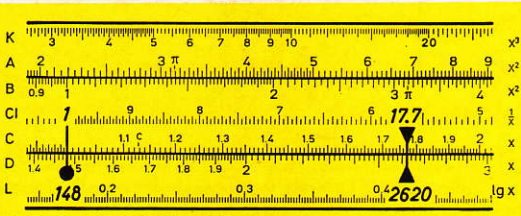


Abb. 11 2620 : 17,7 = 148
Überschlag 3000 : 20 = 150

6. Vereinigte Multiplikation und Division

Bei Ausdrücken der Form $\frac{a \cdot b}{c}$ wird zuerst dividiert, anschließend multipliziert.

Beispiel: $\frac{15{,}5}{13{,}2} \cdot 1{,}42$ (Abb. 12)

Nach der Division 15,5 : 13,2 braucht das Zwischenergebnis 1,174 nicht abgelesen zu werden; der Läufer wird gleich zum Wert 1,42 der Skala C verschoben, darunter steht dann das Ergebnis 1,667 in Skala D.

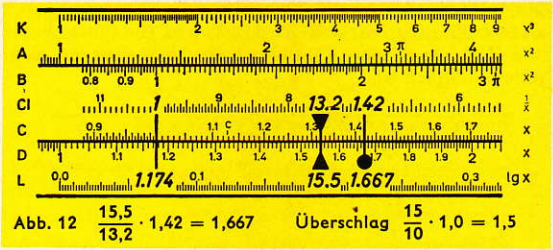


Abb. 12 $\frac{15{,}5}{13{,}2} \cdot 1{,}42 = 1{,}667$ Überschlag $\frac{15}{10} \cdot 1{,}0 = 1{,}5$

7. Die Kehrwertskala CI

Die Skala CI entspricht der Grundskala C mit dem Unterschied, daß sie in der entgegengesetzten Richtung geteilt und beziffert ist (Skala mit roter Bezifferung). Über jedem Wert x der Grundskala C steht auf der Skala CI der Kehrwert 1/x, wie die Skalenbezeichnung am rechten Rechenstabrand angibt. Über dem Wert 2 der Grundskala C steht $1/2 = 0{,}5$ auf der Skala CI. In umgekehrter Ableserichtung findet man unter 2 in CI den Kehrwert 0,5 in C.

7.1 Der Gesamtwiderstand parallel geschalteter Widerstände wird gesucht:

Gesetz: $\frac{1}{R_g} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots$

Bei drei Widerständen mit

$R_1 = 6\ \Omega$, $R_2 = 8{,}5\ \Omega$ und $R_3 = 9\ \Omega$ ergibt sich

$$\frac{1}{R_g} = \frac{1}{6} + \frac{1}{8{,}5} + \frac{1}{9} = 0{,}1666 + 0{,}1177 + 0{,}1111 = 0{,}3954$$

$R_g = 2{,}53\ \Omega$

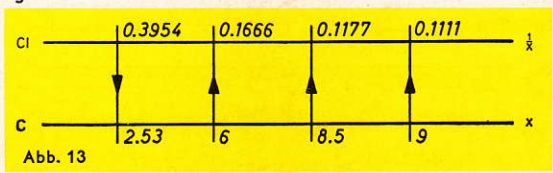


Abb. 13

7.2 Mit Hilfe einer Kehrwertskala CI kann eine Multiplikation in eine Division und umgekehrt eine Division in eine Multiplikation umgewandelt werden,

z. B.: $4 \cdot 5 = \frac{4}{1/5}$ bzw. $\frac{4}{5} = 4 \cdot 1/5$

Ausdrücke der Form $a \cdot b \cdot c$ bzw. $\frac{a}{b \cdot c \cdot d}$ werden durch

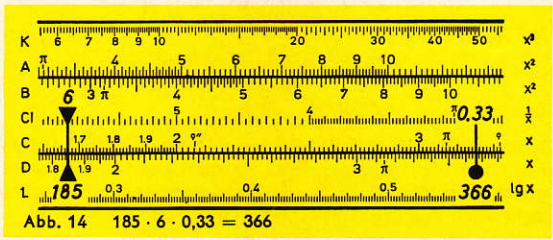


Abb. 14 $185 \cdot 6 \cdot 0{,}33 = 366$

abwechselnde Multiplikation und Division wie die Aufgaben der vereinigten Multiplikation und Division (Kap. 6) gelöst.

Beispiel: $185 \cdot 6 \cdot 0{,}33 = 366$

Die erste Multiplikation $185 \cdot 6$ wird als Division $\frac{185}{1/6}$ mit den Skalen D und CI gerechnet. Der dritte Faktor 0,33 kann sofort mit dem Läufer in Skala C eingestellt werden und das Ergebnis 366 wird in Skala D abgelesen.

8. Proportionen

Proportionen der Form $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ kommen bei vielen Rechnungen vor, besonders bei Tabellenrechnungen. Nach der Einstellung eines Verhältnisses $\frac{a}{b}$ können beliebige Verhältnisse $\frac{c}{d}$ abgelesen werden, dabei dient die Trennungslinie zwischen der Zunge und dem Rechenstabkörper gleichsam als Bruchstrich der Verhältnisse.

Beispiel: Nach den Originalmaßen eines Grundstückes soll eine Zeichnung im Verhältnis 1 : 250 angefertigt werden. Die Maße 38 m, 42 m, 31,5 m und 49 m sind umzurechnen.

Das Verhältnis 1 : 250 wird eingestellt, indem die 1 der Skala C über 250 der Skala D gestellt wird. Die gesuchten Zeichnungsmaße können an den gekennzeichneten Stellen in der Abb. 15 abgelesen werden. Aus dem Verhältnis 1 : 250 folgt: 1 mm in der Zeichnung entspricht 250 mm in der Natur, bzw. 1 m in der Natur sind 4 mm in der Zeichnung (siehe Gegenüberstellung 1 und 250 bzw. 4 und 10 in den Skalen D und C). Die Ablesungen ergeben die Zeichnungsmaße 152, 168, 126 und 196 mm.

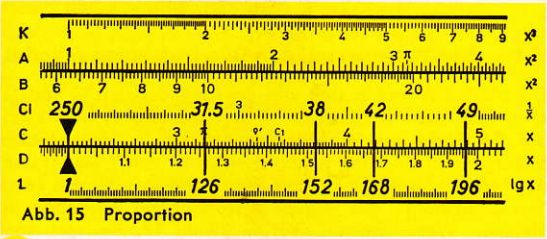


Abb. 15 Proportion

9. Die Skalen A, B und K

Wird der Läuferstrich auf einen beliebigen Wert x der Skala D gestellt, so kann auf der Skala A der Quadratwert x^2 und auf der Skala K der Kubikwert x^3 abgelesen werden. Im umgekehrten Rechengang erhält man die zweiten und dritten Wurzeln.

a) $2^2 = 4$ $\qquad 2^3 = 8$

b) $23{,}3^2 = 2{,}33^2 \cdot 10^2 = 542$

$23{,}3^3 = 2{,}33^3 \cdot 10^3 = 12650$

c) $\sqrt[2]{9} = 3$ $\qquad \sqrt[3]{27} = 3$

d) $\sqrt[2]{11{,}7} = 3{,}42$ $\qquad \sqrt[3]{40} = 3{,}42$

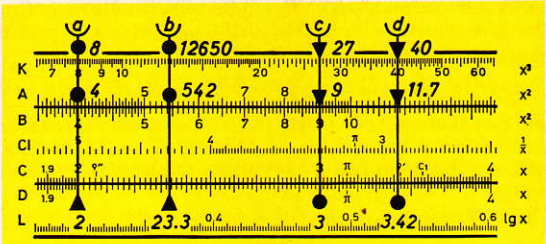


Abb. 16 Potenzen und Wurzeln

Die Kommastellung ergibt sich am besten durch eine Überschlagsrechnung. Beim Potenzieren und Wurzelziehen ist es vorteilhaft, Zehnerpotenzen abzuspalten, um Zahlenwerte zu erhalten, deren Lösung leicht zu übersehen ist. Die Quadratskalen sind zu diesem Zweck von 1 bis 100, die Kubikskala von 1 bis 1000 beziffert worden. In welchem Bereich der Läufer eingestellt werden muß, ergibt sich aus der Bezifferung der Skalen.

Beispiel: $\sqrt{3200} = \sqrt{32 \cdot 100} = 10 \cdot \sqrt{32} = 10 \cdot 5{,}66 = 56{,}6$

$\sqrt{320} = \sqrt{3{,}2 \cdot 100} = 10 \cdot \sqrt{3{,}2} = 10 \cdot 1{,}79 = 17{,}9$

$$\sqrt[3]{1{,}813} = 1{,}22$$

$$\sqrt[3]{0{,}1813} = \sqrt[3]{\frac{181{,}3}{1000}} = \frac{5{,}66}{10} = 0{,}5666$$

$$\sqrt[3]{0{,}01813} = \sqrt[3]{\frac{18{,}13}{1000}} = \frac{2{,}625}{10} = 0{,}2625$$

9.1 Das Rechnen mit den Quadratskalen A und B

Die Skalen A und B sind wie die Grundskalen C und D zwei identische Skalen mit dem Unterschied, daß zwei auf die Hälfte verkleinerte Grundskalen in ihnen aneinandergereiht sind. Ihr linker Bereich ist von 1 bis 10 und der rechte von 10 bis 100 beziffert. Mit diesen Skalen können demzufolge alle bisher besprochenen Aufgaben in gleicher Weise gelöst werden (Abb. 17, Beispiel von Abb. 9), allerdings mit etwas geringerer Genauigkeit, da für ihre Unterteilung nur die halbe Rechenstablänge zur Verfügung steht. Die nebeneinander angeordneten Skalen haben den Vorteil, daß ein Durchschieben der Zunge grundsätzlich nicht vorkommt.

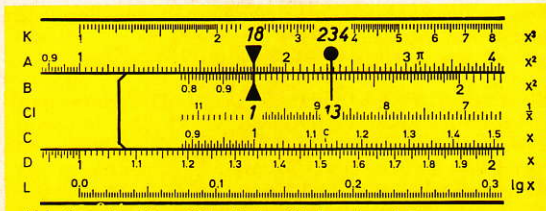


Abb. 17 18 · 13 = 234 mit den Skalen A und B

10. Die trigonometrischen Funktionen

Auf der Zungenrückseite sind die Skalen S, ST und T eingraviert, mit deren Hilfe die trigonometrischen Funktionen Sinus, Kosinus, Tangens und Kotangens berechnet werden. Die Winkelskalen für 360° sind sexagesimal unterteilt und auf die Grundskalen C und D bezogen. Der gegebene Winkelwert wird in der entsprechenden Funktionsskala unter dem Index im transparenten Boden des Rechenstabes eingestellt. Die Funktionswerte werden dann auf der Skala C über dem Teilungsende 1 oder 10 der Skala D auf der Vorderseite abgelesen. Im umgekehrten Rechengang wird zu einem in Skala C eingestellten Funktionswert der zugehörige Winkel in den Skalen S, ST oder T abgelesen.

Der Rechenstab gibt nur die Funktionen für Winkel im 1. Quadranten. Zur Reduktion beliebiger Winkel auf den 1. Quadranten sind die Beziehungen der Winkelfunktionen in einer Tabelle zusammengestellt.

	$\pm\alpha$	$90° \pm \alpha$	$180° \pm \alpha$	$270° \pm \alpha$
sin	$\pm \sin\alpha$	$+ \cos\alpha$	$\mp \sin\alpha$	$- \cos\alpha$
cos	$+ \cos\alpha$	$\mp \sin\alpha$	$- \cos\alpha$	$\pm \sin\alpha$
tan	$\pm \tan\alpha$	$\mp \cot\alpha$	$\pm \tan\alpha$	$\mp \cot\alpha$
cot	$\pm \cot\alpha$	$\mp \tan\alpha$	$\pm \cot\alpha$	$\mp \tan\alpha$

10.1 Die Skalen S und T

Die Sinusskala S ist für Winkel von 5° bis 90° beziffert. Die Funktionswerte der Winkel werden auf der Skala C abgelesen und beginnen mit 0, ...

Der Kosinus eines Winkels wird als Sinus des Komplementwinkels nach der Beziehung $\cos\alpha = \sin(90° - \alpha)$ unter dem Indexstrich eingestellt. Die Kosinuswerte werden in Skala C abgelesen und beginnen mit 0, ...

Beispiel: (Abb. 18 und 19)

$\sin 60° = 0{,}866$

$\cos 30° = \sin(90° - 30°) = \sin 60° = 0{,}866$

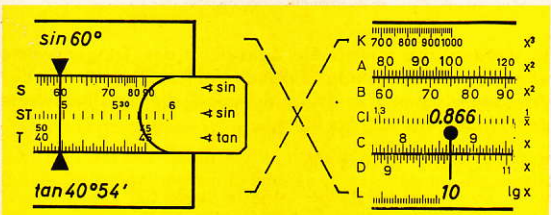


Abb. 18

Einstellung:
sin 60° in S

tan 40° 54′ in T

Ablesung:
sin 60° = 0,866
cos 30° = 0,866
tan 40° 54′ = 0,866
cot 49° 6′ = 0,866

Die Tangensskala T ist für Winkel von 5° bis 45° von links nach rechts und rücklaufend von 45° bis 85° beziffert. Die Funktionswerte für $\alpha < 45°$ werden in Skala C mit 0, . . .

beginnend abgelesen. Mit tan 45° = 1 ist bereits das Ende der Skala C erreicht, die Tangenswerte der Winkel $\alpha > 45°$ sind größer als 1 und für tan 90° = ∞. Die Winkel $45° < \alpha < 84° 12'$ werden in Skala T mit der von rechts nach links laufenden Bezifferung eingestellt und in der von rechts nach links laufenden Skala CI abgelesen. Diese Tangenswerte liegen zwischen 1 und 10. Die rote Bezifferung erleichtert die Einstellung des Komplementwinkels $(90° - \alpha)$ in Skala T, so daß der Tangenswert nach der Beziehung

$$\tan \alpha = \frac{1}{\tan (90° - \alpha)}$$

in CI abgelesen werden kann.

Beispiel: (Abb. 18 und 19)

tan 40° 54′ = 0,866 in Skala C
tan 49° 6′ = 1,155 in Skala CI

Für tan 40° 54′ als auch tan 49° 6′ ist nur eine Zungeneinstellung unter dem Indexstrich nötig. Zum Einstellen wird einmal die Bezifferung der Skala T von 5° bis 45°, zum andern 45° bis 85° verwendet. Verschieden aber ist die Ablesung des Funktionswertes. Der Tangenswert wird für tan 40° 54′ < 1 in Skala C (Abb. 18) gefunden, während tan 49° 6′ > 1 in Skala CI (Abb. 19) abzulesen ist.

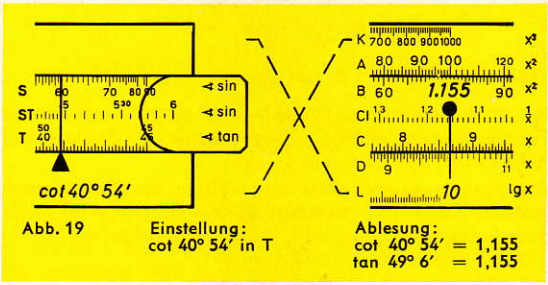


Abb. 19 Einstellung: cot 40° 54′ in T Ablesung: cot 40° 54′ = 1,155 tan 49° 6′ = 1,155

Zum Aufsuchen der Kotangenswerte gilt die Formel

$$\cot \alpha = \frac{1}{\tan \alpha}$$

Es werden also jeweils die Kehrwerte der Tangenswerte abgelesen. In der Skala CI stehen die Kotangenswerte der Winkel zwischen 5° und 45°, in Skala C die Funktionswerte der Winkel von 45° bis 85°.

Beispiel: (Abb. 18 und 19)

cot 40° 54′ = 1,155 in Skala CI
cot 49° 6′ = 0,866 in Skala C

Anmerkung: Die Zungenstellung des Rechenstabes ist in den Abb. 18, 19 und 20 dieselbe. Unter dem Indexstrich ist sowohl sin 60°, tan 40° 54′, cot 49° 6′ als auch sin 4° 58′ etc. eingestellt, und dazu wird dann auf der Vorderseite über der 10 von Skala D der Funktionswert als Ziffernfolge in der entsprechenden Skala abgelesen.

10.2 Tabelle zum Einstellen und Ablesen der Winkelfunktionen in Skala S und T:

Funktion	Winkelbereich	Einstellen des Winkels	Funktionswerte: Ablesen in Skala	Funktionswerte: Bereich
sin	5°44′ — 90°	α	C	0,1 bis 1,0
cos	0° — 84°16′	(90° — α)	C	1,0 bis 0,1
tan	5°43′ — 45° 45° — 84°17′	α (90° — α)	C CI	0,1 bis 1,0 1 bis 10
cot	5°43′ — 45° 45° — 84°17′	α (90° — α)	CI C	1 bis 10 1,0 bis 0,1

10.3 Die Skala ST

Diese Skala ist die Fortsetzung der Sinusskala S für Winkel, deren Funktionswerte zwischen 0,01 und 0,1 liegen. Für kleine Winkel der Funktionen sin und tan bzw. für große Winkel der Kofunktionen gilt die Näherung:

$$\sin\alpha \approx \tan\alpha \approx \cos(90°-\alpha) \approx \cot(90°-\alpha)$$

Zur Bestimmung des Sinus und Tangens der Winkel zwischen $30' < \alpha < 6°$ wird der Winkel in der Skala ST eingestellt und der Funktionswert in C abgelesen, jedoch mit 0,0... beginnend. Zur Ermittlung der Kofunktionen der Winkel $84° < \alpha < 89°\,30'$ wird der Komplementwinkel $(90°-\alpha)$ in Skala ST eingestellt.

Beispiel: (Abb. 20)

$\sin 4°\,58' \approx \tan 4°\,58' \approx \cos 85°\,2' \approx \cot 85°\,2' = 0{,}0866$

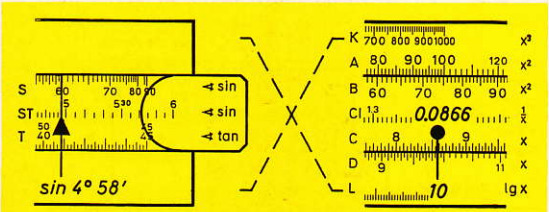


Abb. 20 Einstellung: sin 4° 58′ in ST
Ablesung: sin 4° 58′ ≈ tan 4° 58′ ≈ 0,0866
cos 85° 2′ ≈ cot 85° 2′ ≈ 0,0866

Zum Rechnen mit den Winkelskalen kann man auch die Zunge umstecken und den Wert sin 90° bzw. tan 45° über den Endstrich 10 der Skala D stellen. Es genügt dann, den Läufer über dem Winkelwert einzustellen, um die Winkelfunktion in der entsprechenden Skala ablesen zu können.

10.4 Beispiele für die Winkelskalen mit 400ᵍ-Teilg.

Die Beispiele der Kapitel 10 bis 10.2 gelten nur für die Winkelskalen der Altgradteilung (360°-Teilung). Für die Neugradteilung (400ᵍ-Teilung) wird bei der Berechnung der

trigonometrischen Funktionen wie in den Kapiteln 10 bis 10.3 vorgegangen. Zur Berechnung der Kofunktionen beachte man die Formeln:

$$\cos \alpha = \sin (100^g - \alpha)$$

$$\cot \alpha = \tan (100^g - \alpha) = \frac{1}{\tan \alpha}$$

Beispiele:

(Einstellen und Ablesen wie in den Abb. 18, 19 und 20)

$\sin 66{,}9^g = 0{,}868$

$\cos 33{,}1^g = \sin (100^g - 33{,}1^g) = \sin 66{,}9^g = 0{,}868$

$\tan 45{,}5^g = 0{,}868$

$$\tan 54{,}5^g = \frac{1}{\tan (100^g - 54{,}5^g)} = \frac{1}{\tan 45{,}5^g} = 1{,}152$$

$\sin 5{,}53^g \approx \tan 5{,}53^g \approx 0{,}0868$

$\cos 96{,}47^g \approx \cot 96{,}47^g \approx 0{,}0868$

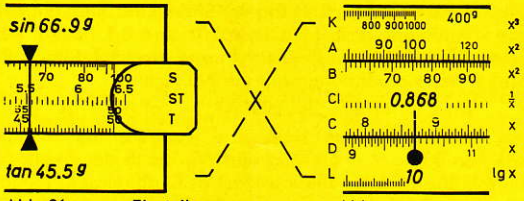


Abb. 21 Einstellung: $\sin 66{,}9^g$ in S; $\tan 45{,}5^g$ in T

Ablesung: $\sin 66{,}9^g = 0{,}868$; $\cos 33{,}1^g = 0{,}868$; $\tan 45{,}5^g = 0{,}868$; $\cot 54{,}5^g = 0{,}868$

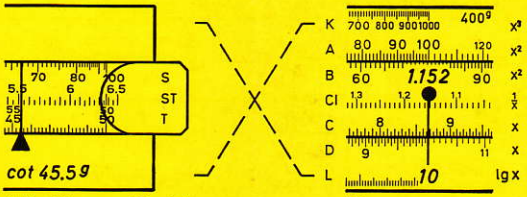


Abb. 22 Einstellung: $\cot 45{,}5^g$ in T

Ablesung: $\cot 45{,}5^g = 1{,}152$; $\tan 54{,}5^g = 1{,}152$

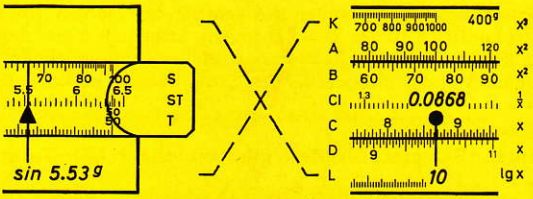


Abb. 23 Einstellung: $\sin 5{,}53^g$ in Skala ST

Ablesung: $\sin 5{,}53^g \approx \tan 5{,}53^g \approx 0{,}0868$

$\cos 96{,}47^g \approx \cot 96{,}47^g \approx 0{,}0868$

11. Logarithmen

Die Mantissen-Teilung L enthält wie eine Logarithmentafel nur die Mantissen. Die Kennziffer wird wie üblich nach der Regel „Stellenzahl minus 1" gebildet und zur Mantisse addiert.

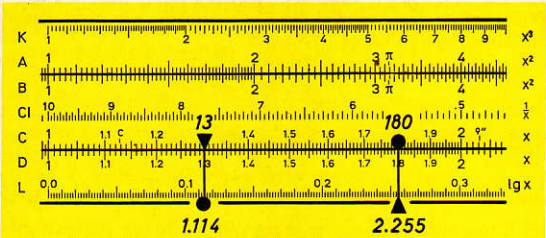


Abb. 24 lg 13 = 1,114 lg 180 = 2,255

Zum Numerus auf der Grundskala D liest man unter dem Läuferstrich auf der Skala L die Mantisse ab. Umgekehrt erhält man aus dem Logarithmus den Numerus.

Mit der Skala L können beliebige Potenzen und Wurzeln berechnet werden.

Beispiele: $25{,}7^4$ = num. (4 · lg 25,7) = num. (4 · 1,41)
= num. 5,64 = 436500

$\sqrt[3{,}5]{1735}$ = num. (lg 1735 : 3,5) = 8,42

12. Die Marken und ihre Anwendung:

In den Teilungen sind für häufig gebrauchte Zahlenwerte „Marken" angebracht:

Marke	in Skala	Bedeutung	Zahlenwert
π	A, B, C, D, CI	—	3,142
C	C	$\sqrt{\frac{4}{\pi}}$	1,128
C_1	C	$\sqrt{\frac{40}{\pi}}$	3,57
ϱ' *	C	$\frac{180}{\pi} \cdot 60$	3438
ϱ'' *	C	$\frac{180}{\pi} \cdot 60 \cdot 60$	206265
ϱ •	C, D	$\frac{200^g}{\pi}$	$63{,}66^g$
$1/\varrho$ •	C, D	$\frac{\pi}{200^g}$	$0{,}0157^g$

* Diese Marken auf der Skala C gelten für den Vollkreis mit 360°

• Diese Marken auf der Skala C gelten für den Vollkreis mit 400^g

12.1 Umrechnung vom Gradmaß ins Bogenmaß mit den ϱ-Marken

$b = \frac{\alpha \cdot r}{\varrho'}$ b = Bogenmaß α = Winkelwert r = Radius

Beispiel: Der Durchmesser einer Kreisskala ist 250 mm. Wie groß ist der Abstand der Skalenstriche am Außenrand bei einer $^1/_2$°-Teilung? ($^1/_2° = 30'$).

$$b = \frac{30 \cdot 125}{\varrho'} = 1{,}09 \text{ mm}$$

12.2 Berechnung von Kreisflächen

Die Formel für die Kreisfläche $A = d^2 \cdot \frac{\pi}{4}$ kann man umwandeln in $A = \frac{d^2}{4/\pi} = \frac{d^2}{(\sqrt{4/\pi})^2}$.

Da der Rechenstab die Marke $c = \sqrt{\frac{4}{\pi}}$ enthält, gilt auch $A = \frac{d^2}{c^2} = \left(\frac{d}{c}\right)^2$.

Damit wird die Flächenberechnung in eine einfache Division mit anschließender Quadrierung verwandelt.

Beispiel: Gegeben d = 42 mm, gesucht A.

Die Marke c bzw. c_1 der Skala C wird über den Wert 42 der Skala D gestellt, am Anfang der Skala B wird auf Skala A die Fläche A = 1388 mm^2 abgelesen.

13. Der Läufer und seine Marken

Die drei kurzen Striche auf dem Läufer sind Hilfsmarken für Kreisflächenberechnungen und für Umrechnungen von kW in PS.

Auf Wunsch kann gegen Mehrpreis ein Lupenläufer 99-LU geliefert werden, der das Teilungsbild etwa zweifach vergrößert.

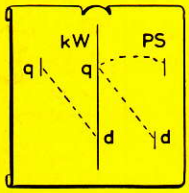


Abb. 25

13.1 Querschnitte und Flußstahlgewichte

Beim Übergang von der rechten unteren Marke (d) zum Mittelstrich (q) oder vom Mittelstrich zur linken oberen Marke erfolgt eine Quadrierung und Multiplikation mit $\frac{\pi}{4} = 0{,}785$. Entsprechend der Formel $q = d^2 \frac{\pi}{4}$ stellt man den Durchmesser mit der Marke d auf Skala D ein und liest über der Quadratskala unter Marke q den Querschnitt ab.

Beispiel: $d = 42$ mm $\qquad q = 1388\ mm^2$

Der Strichabstand $\frac{\pi}{4}$ entspricht auch dem Multiplikationsfaktor 7,85 für das spezifische Gewicht von Flußstahl ($\gamma = 7{,}85\ g/cm^3$). Hat man die Querschnittsberechnung mit der unteren rechten Marke begonnen, so liest man am Mittelstrich den Querschnitt und an der linken oberen Marke das Gewicht für die Längeneinheit von Flußstahl ab. Zur Berechnung des Gesamtgewichtes wird der Zungenanfang unter diese q-Marke gestellt und mit der Länge der Stahlstange multipliziert.

Beispiel: Wieviel wiegen 8,7 m Rundstahl von 16 mm Durchmesser? Die untere rechte Läufermarke wird über den Wert 16 in Skala D gebracht. Die „1" der Skala B wird unter die linke obere Läufermarke gestellt und über 8,7 in Skala B wird das Resultat 13,73 kg in Skala A abgelesen.

13.2 Die Marken kW und PS

Der Abstand zwischen dem Mittelstrich und der rechten oberen Marke gibt den Umrechnungsfaktor für die Umwandlung von kW in PS und umgekehrt an (bezogen auf Skala A).

Stellt man z. B. den Mittelstrich auf 20 kW, so gibt die obere rechte Marke 27,2 PS an. Umgekehrt liefert die Einstellung von 7 PS mit der PS-Marke am Mittelstrich 5,15 kW. Für Umrechnungen im Zollsystem gibt es einen Läufer mit der Marke HP, dieser ist unter der Bezeichnung L 99 E erhältlich.

14. Der Normzahlen-Maßstab 1364

14.1 Aufbau der Normzahlen-Skala

Normung und Typisierung sind wichtige Faktoren jeder rationellen Fertigung geworden; damit erlangen die Normzahlen (NZ) in der Technik immer mehr Bedeutung. Die Normzahlen nach DIN 323 sind ausgewählte Werte einer geometrischen Reihe, die auf das dekadische Zahlensystem zugeschnitten sind. Die Zusammenhänge werden beim Betrachten der logarithmischen Teilung D und der dazugehörigen Mantissenskala L sehr deutlich.

Gegenüber den gleichmäßig gestuften Mantissenwerten der Skala L stehen in Skala D die dazugehörigen Numeri. Die Normzahlen nach DIN 323 sind Abrundungen dieser Numeri.

Aus den Skalen L und D entsteht eine NZ-Skala, wenn man die D-Skala fortläßt und die Normzahlen an die entsprechenden Teilstriche der vereinfachten Mantissenskala anschreibt.

Den zehn bezifferten Teilstrichen der oberen Mantissenteilung stehen die Normzahlen der Reihe R 10 gegenüber. Die Aufteilung der Mantissenteilung in 20 gleiche Teile führt zu den Normzahlen der Reihe R 20 und aus 40 gleichen Intervallen wird die Reihe R 40 gebildet.

Neben dem mm-Maßstab sind die NZ-Werte zusätzlich markiert, und zwar die Reihe: R 10 mit Pfeilspitzen, R 20 mit Strichen und R 40 mit Punkten. Damit können NZ-Werte in Zeichnungen abgetragen werden.

14.2 Zweck der NZ-Skala

In erster Linie soll die NZ-Skala eine Gedächtnisstütze sein, so daß die gebräuchlichsten NZ-Werte immer zur Hand sind. Ferner sind sie praktisch für die Herstellung einfacher und doppeltlogarithmischer Netze auf gewöhnlichem kariertem Papier für übersichtliche nomographische Auswertungen. Da das Multiplizieren und Dividieren von Normzahlen mit bzw. durch Normzahlen immer wieder eine Normzahl ergibt, wird eine Netztafel aus Normzahlen zur graphischen Rechentafel.

Die Vereinigung von Normzahlen und Mantissen in einer Skala hat den Vorteil, daß logarithmische Überschlagsrechnungen sehr vereinfacht werden, denn den Normzahlen stehen in der Mantissenskala einfache Logarithmen gegenüber, die leicht im Kopf addiert oder subtrahiert werden können. Durch Hinzufügen der Kennziffern (wie beim Rechnen mit der Logarithmentafel) erhält man ein im Stellenwert richtiges Ergebnis, das um höchstens 3% ungenau ist, wenn man die Reihe R 40 in die Rechnung einschließt.

In vielen Fällen kann man sich gleichfalls der NZ-Skala bedienen, wenn man großzügig abrundet, z. B. für $\pi = 3{,}15$ oder für $\gamma = 7{,}85$ den Wert $\gamma = 8$ setzt. Die den Normzahlen entsprechenden Mantissen werden aus der über den Normzahlen liegenden Mantissenskala abgelesen. Besondere Aufmerksamkeit ist den Kennziffern zu schenken, da von diesen die Rechensicherheit wesentlich abhängt.

Bei umfangreichen Formeln ist es vorteilhaft, die Logarithmen beim Ablesen aufzuschreiben, um die Addition nachprüfen zu können. Natürliche Zahlen kleiner als 1 (z. B. 0,8) werden oft besser durch negative Logarithmen ausgedrückt, z. B. $\lg 0{,}8 = -0{,}1$ statt $\lg 0{,}8 = 0{,}9 - 1$.

Die Teilungen L und D erlauben eine genauere logarithmische Rechnung, denn sie bilden eine dreistellige graphische Logarithmentafel.

14.3 Logarithmische Maßstäbe

Für das genauere Auftragen von logarithmischen Skalen oder Netzen befinden sich auf dem NZ-Maßstab logarithmische Teilungen der Basislängen 200 mm, 150 mm, 100 mm, 50 mm und 25 mm. Die Basislängen 125 mm und 250 mm können der Rechenstabzunge entnommen werden.

14.4 Umrechnungsfaktoren für nichtmetrische Einheiten

Beim Studium englischer und amerikanischer Fachbücher bereiten die nichtmetrischen Einheiten große Schwierigkeiten, weil die Beziehungen zum metrischen System oft mühselig in der Literatur gesucht werden müssen. Diese

Sucharbeit nehmen die Tabellen des Maßstabes weitgehend ab, weil darauf die wichtigsten Umrechnungsfaktoren zusammengestellt sind. Als Grundlage diente hauptsächlich U. Stille, Messen und Rechnen in der Physik, Verlag Vieweg & Sohn.

14.5 Veröffentlichungen über Normzahlen

Berg, S.: Angewandte Normzahl, Berlin und Köln 1949.

Kienzle, O.: Normungszahlen, Berlin/Göttingen/Heidelberg 1950.

Tuffentsammer, K., und P. Schumacher: Normzahlen — die einstellige Logarithmentafel des Ingenieurs. Werkstattstech. und Masch.-Bau 43 (1953), S. 156.

Tuffentsammer, K.: Das Dezilog, eine Brücke zwischen Logarithmen, Dezibel, Neper und Normzahlen. VDI-Zeitschrift 98 (1956), S. 267/74.

Strahringer, W.: Zauberwelt der Normzahlen, Verlags- und Wirtschaftsgesellschaft der Elektrizitätswerke m. b. H. VWEW, Frankfurt a. M. 1952.

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.
Nachdruck auch auszugsweise nicht gestattet
© 1955 by ARISTO-WERKE · DENNERT & PAPE KG · HAMBURG
IA/RILA/RL · Printed in Germany by Borek KG. · 3331

ARISTO-ZWEISEITEN-RECHENSTÄBE

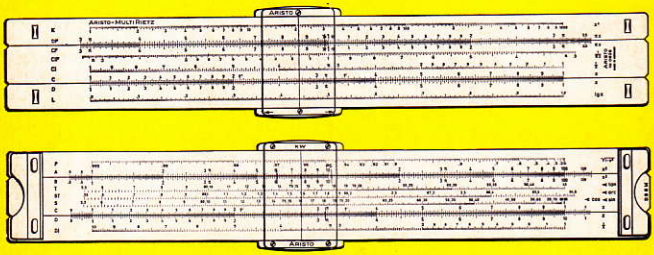
Im Zusammenwirken der versetzten Skalen, Grundskalen und Kehrwertskalen findet das Rechenstabprinzip bei allen ARISTO-Zweiseiten-Rechenstäben seine beste Vollendung, wenn alle diese Skalen auf einer Seite angeordnet sind.

Das Weiterrechnen ohne Durchschieben der Zunge begeistert jeden, der diesen Vorteil kennen lernt. Die richtige Ausnutzung dieser Skalen bringt Zeitgewinn und durch weniger Einstellungen eine Steigerung der Rechengenauigkeit.

Gelbe Farbstreifen auf beiden Seiten der Zunge erhöhen die Übersichtlichkeit beim Rechnen und helfen Ablesefehler vermeiden.

Vorder- und Rückseite des Rechenstabes sind zueinander justiert und durch den Zweiseitenläufer miteinander verbunden.

Alle ARISTO-Zweiseiten-Rechenstäbe haben aufgeschweißte, elastische Verbindungsstege, die Dauerjustierung und gleichmäßigen Zungengang gewährleisten. Rutschfeste Gummiauflagen auf beiden Seiten sorgen für freie Beweglichkeit des Läufers und verhindern das Verrutschen des Rechenstabes, wenn er für Tabellenrechnungen zwecks Einhandbedienung auf den Tisch gelegt wird. Neuartige Rechenstabständer, die seitlich aufgesteckt werden, geben beiden Seiten des Rechenstabes eine erhöhte und ablesegünstige Lage auf dem Schreibtisch. Die Ständer sind hoch genug, um auch Lupenläufer ungehindert bewegen zu können.



ARISTO-MultiRietz

ARISTO-MULTIRIETZ — **Für Bauingenieure, Konstrukteure, Handwerker**

ARISTO-STUDIO
ARISTO-STUDIOLOG
ARISTO-MULTILOG
ARISTO-HYPERBOLOG

Rechenstäbe mit Exponentialskalen, für Ingenieure und Studenten aller Fachrichtungen, Mathematiker, Physiker, Chemiker

ARISTO-PRODUKTIONSPROGRAMM

Rechenstäbe · Rechenscheiben · Maßstäbe · Zeichengeräte
Planimeter · Kartiergeräte
Klein-Vermessungsgeräte für Schule und Baustelle
Koordinatographen für Industrie und Vermessungswesen

Verlangen Sie von Ihrem Fachhändler unsere ausführlichen Einzelprospekte

ARISTO-WERKE · DENNERT & PAPE KG

2 HAMBURG 50