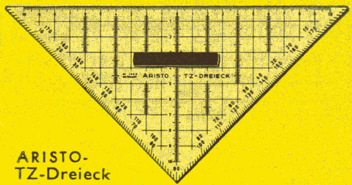
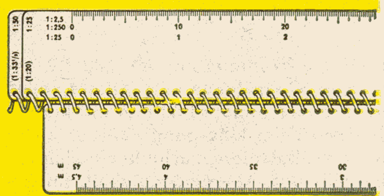
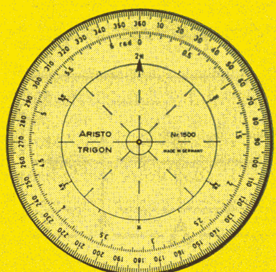
ARISTO



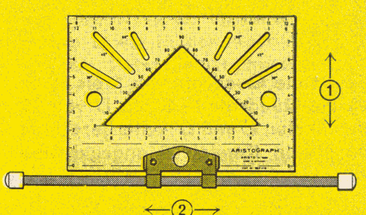
ARISTO-
TZ-Dreieck



ARISTO-Spiralmaßstab



ARISTO-TRIGON



ARISTOGRAPH

ZEICHENGERÄTE

ARISTO-TZ-DREIECK

Ein Dreieck für technisches Zeichnen, das Symmetrie-Maßstab, Parallel-Lineal und Winkelmesser mit 360° oder 400ᵍ-Teilung in einem Gerät vereinigt.

ARISTO-SPIRALMASSTAB

Dieser Maßstab besteht aus drei 30 cm langen, mit einer Kunststoffspirale zusammengehaltenen Lamellen aus weißem ARISTOPAL. Durch mehrfache Bezifferung der 6 Teilungen enthält dieser Maßstab 15 Reduktionen.

ARISTO-TRIGON

Ein Vollkreis-Winkelmesser mit 360°-Teilung und Radiant-Teilungen. Zum Abtragen und Messen in beiden Winkelmaßen sowie zur Umrechnung von einem Winkelmaß ins andere.

ARISTOGRAPH

Ein Zeichengerät aus transparentem ARISTOPAL für schnelles und sauberes Skizzieren, mit einer Winkelteilung von 180° und mm-Teilungen an den Kanten. Das Zeichenrechteck, 85 x 130 mm, wird auf einer 200 mm langen, rollenden Führungswalze wie ein Parallel-Lineal bewegt (1) und gleichzeitig auf der Walze parallel verschoben (2).

ARISTO-PRODUKTIONSPROGRAMM

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

ARISTO-WERKE · DENNERT & PAPE KG
2 HAMBURG 50

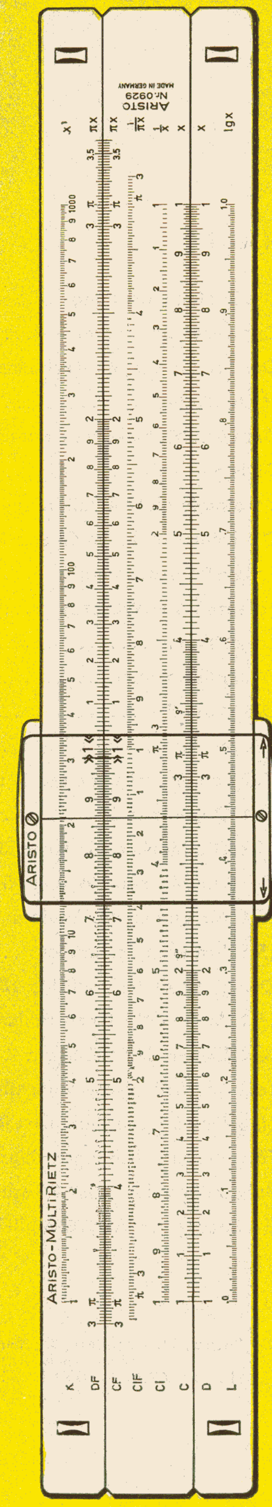
ANLEITUNG ZUM RECHENSTAB

ARISTO

MULTITRIG

829 · 0929

Normzahlenmaßstab 1364



INHALT

1. Die Skalenanordnung 3
2. Das Lesen der Skalen 5
3. Das Prinzip des Stabrechnens 6
4. Multiplikation 6
5. Die versetzten Skalen CF und DF 7
6. Division 8
7. Vereinigte Multiplikation und Division 9
8. Die Kehrwertskalen CI und CIF 10
9. Proportionsrechnung 10
10. Potenzen und Wurzeln 11
11. Logarithmen 11
12. Winkelfunktionen 12
13. Die Skala P 13
14. Die Marken ϱ' und ϱ'' 13
15. Der Läufer und seine Marken 14
    15.1 Die Marke 36 14
    15.2 Die Marken für Kreisflächen und Gewichte von Flußstahl 14
    15.3 Die Marken kW und PS 14
    15.4 Abnehmen des Läufers 14
    15.5 Justieren des Läufers 15
16. Der Normzahlen-Maßstab 1364 15
    16.1 Aufbau der Normzahlen-Skala 15
    16.2 Zweck der NZ-Skala 16
    16.3 Logarithmische Maßstäbe 16
    16.4 Umrechnungsfaktoren für nichtmetrische Einheiten 16
    16.5 Veröffentlichungen über Normzahlen 17
17. Behandlung des ARISTO-Rechenstabes 17
    Ergänzung für ARISTO-MultiTrig 18

Printed in Germany by Borek KG · 7981

DER RECHENSTAB ARISTO-MULTIRIETZ

1. Die Skalenanordnung

Vorderseite

K	Kubikskala	x^3	auf dem Körper
DF	Um π versetzte Grundskala	πx	auf dem Körper
CF	Um π versetzte Grundskala	πx	auf der Zunge
CIF	Kehrwertskala zu CF	$1/\pi x$	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

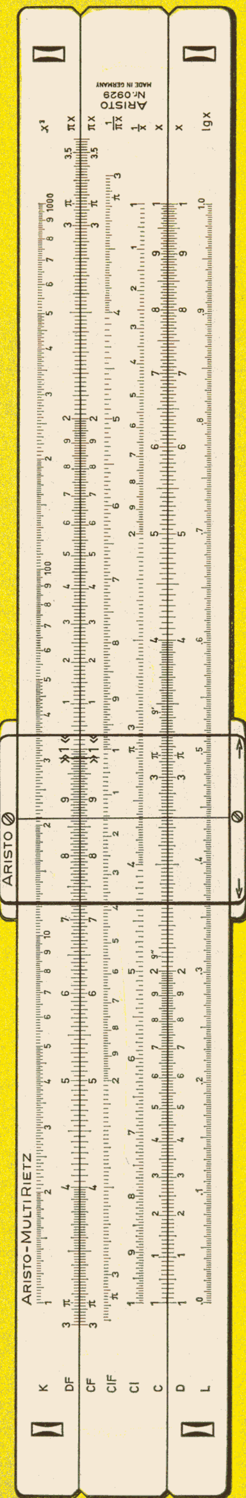


Abb. 1 Vorderseite

Rückseite

P	Pythagoreische Skala	$\sqrt{1-x^2}$	auf dem Körper
A	Quadratskala	x^2	
B	Quadratskala	x^2	auf der Zunge
T	Tangensskala von 5,5° bis 45°, von 45° bis 84,5° rückläufig rot beziffert, gilt auch für Kotangens	∢ tan	
ST	Skala der kleinen Winkel von 0,55° bis 6°	∢ arc	
S	Sinusskala von 5,5° bis 90°, rückläufig von 0° bis 84,5° alsKosinisskala rot beziffert	∢ sin	
C	Grundskala	x	
D	Grundskala	x	auf dem Körper
DI	Kehrwertskala zu D	1/x	

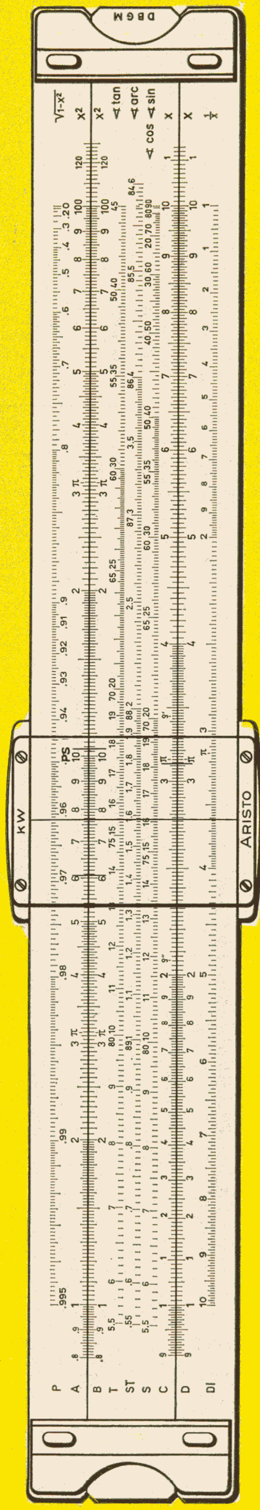


Abb. 2 Rückseite

2. Das Lesen der Skalen

Für den Gebrauch des Rechenstabes ist es wesentlich, die Skalen schnell und sicher abzulesen. Die Abbildungen 3 bis 6 zeigen Ablesebeispiele auf den am meisten benutzten Grundskalen C und D. Die Hauptintervalle sind durch lange Teilstriche mit den Ziffern 1 bis 10 gekennzeichnet (Abb. 3). Die 10 ist wieder als 1 bezeichnet, da dieser Teilstrich als Beginn einer neuen Skala, der vorausgehenden identisch, angesehen werden kann.

Abb. 3 Die Hauptintervalle

Die Skalen des Rechenstabes sind im Bereich der Ziffern 1 bis 2 ähnlich wie ein Millimeter-Maßstab unterteilt; der Unterschied besteht nur darin, daß die Teilungsintervalle nach rechts hin immer kleiner werden. Auf dem Rechenstab ist im Gegensatz zu Abb. 4 nur die zweite Stelle beziffert, die 1 der ersten Stelle ist fortgelassen.

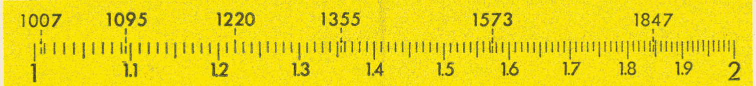


Abb. 4 Ablesen im Bereich von 1 bis 2

Die Ziffer 2 eines Millimeter-Maßstabes kann 2 cm, 20 mm, 0,2 dm, 0,02 m usw. gelesen werden; d. h. abgesehen von der Dimension tritt die 2 in Verbindung mit verschiedenen Zehnerpotenzen auf. Ähnlich 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. Dann werden auch keine Ziffern vertauscht oder ausgelassen. Zur Übung verschiebt man den Läuferstrich langsam vom Wert 1 nach rechts und liest an jedem einzelnen Teilstrich ab: 1,01 102, 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 unterscheidet aber auch kleine Bruchteile eines Intervalls, so daß man bei einiger Übung den zehnten Teil des Intervalls schätzen kann.
Zur Übung wird der Läuferstrich langsam weiter nach rechts verschoben, zwischen den Teilstrichen 131,0 und 132,0 wird beispielsweise geschätzt: 131,1, 131,2, 131,3, 131,4, 131,5 usw.
Zwischen einem bezifferten Teilstrich und dem ihm folgenden sind die Nullen zu beachten, besonders am Beginn der Skala, z. B. 100,0, 100,1, 100,2, 100,3 usw. (vgl. 1007 in Abb. 4).

Abb. 5 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. 5 zeigt einige Ablesebeispiele.

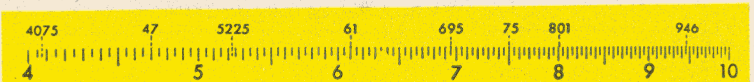


Abb. 6 Ablesen im Bereich von 4 bis 10

Im Bereich von 4 bis 10 springen die Markierungen um 5 Einheiten, so daß die Ablesungen an den aufeinanderfolgenden Teilstrichen 400, 405, 410, 415, 420, 425 430 usw. lauten.
Die Zwischenwerte müssen geschätzt werden, in der Mitte zwischen 400 und 405 liegt der Wert 4025, etwas links davon 402, etwas rechts 403. Entsprechend gibt die Mitte des nächsten Intervalls den Wert 4075 an. Abb. 6 zeigt eine Reihe von Einstellungen.

3. Das Prinzip des Stabrechnens

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

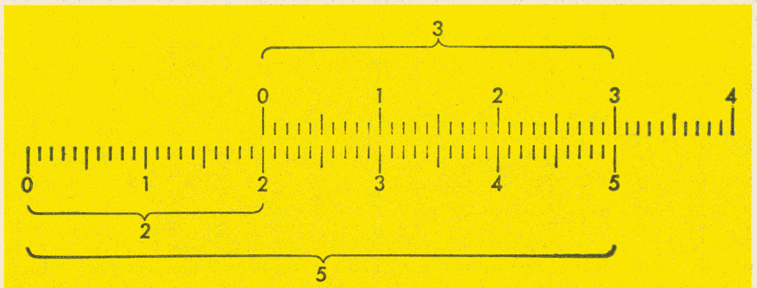


Abb. 7 Graphische Addition mit Skalen

Abb. 7 zeigt das 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. 7 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. 7 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 dann eine Multiplikation, und die Subtraktion wird zur Division.

4. Multiplikation *(Zwei Strecken werden addiert)*

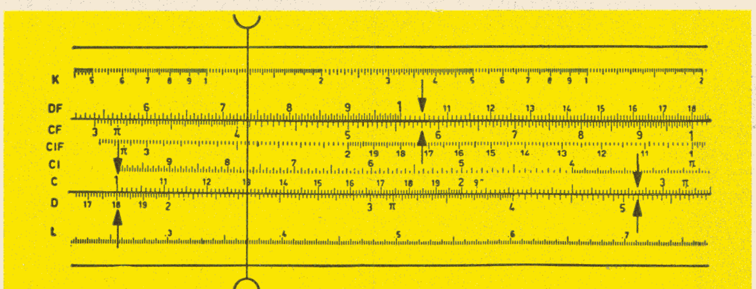


Abb. 8 18 · 13 = 234 18 · 0,285 = 5,13 18 · 5,8 = 104,4

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 234 kann unter dem Läuferstrich auf der Skala D abgelesen werden. Aus einer groben Überschlagsrechnung (20 · 10 = 200) ergibt sich die Kommastellung.

Die Aufgabe 18 · 5,8 kann nach der eben beschriebenen Einstell- und Ablesemethode nicht gelöst werden, denn die Zunge ragt mit dem Wert 5,8 der Skala C über das Ende der Skala D hinaus. Eine Ablesung wäre möglich, wenn die Skala D (sich wiederholend) nach rechts fortgesetzt würde. Um zu zeigen, wie in einem solchen Falle zu verfahren ist, sollen zunächst die Skalen A und B auf der Rückseite betrachtet werden. Dabei interessieren wir uns aber nicht für ihre eigentliche (weiter unten behandelte) Bedeutung als Quadratskalen, sondern benutzen sie zur Multiplikation.

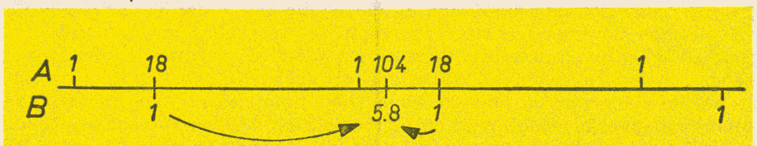


Abb. 9

Die Skalen A und B sind so eingeteilt, daß sie den Bereich der Skala D zwei mal enthalten bei gleichzeitiger Verkleinerung des Gesamtbildes auf die Hälfte. Stellt man den Zungenanfang 1 von Skala B unter den Wert 18 von Skala A, so erscheint über der 5,8 von Skala B das Ergebnis 104 in der rechten Anschluß-Skala. Auch die mittlere 1 von Skala B steht unter dem Wert 18 der zweiten Skalenhälfte von A. Man erhält also das gleiche Ergebnis, wenn man die Einstellung mit der einen oder der anderen Zungeneins vornimmt. Bei irgendeiner Einstellung stehen jeder 1 gleiche Werte auf dem Körper gegenüber. Dies ist kein Zufall, sondern drückt den wohlbekannten Sachverhalt aus, daß die Multiplikation mit 1 an einer Zahl nichts ändert.

Kehren wir nun zurück zum Skalenpaar C/D, dort übernimmt die 1 des Skalenendes von C die Rolle der mittleren 1 von Skala B, bzw. den Anfang einer gleichen zweiten Skala. In der obigen Aufgabe 18 · 5,8 schiebt man die rechte Zungeneins über den Wert 18 von Skala D und liest unter dem Wert 5,8 von Skala C das Ergebnis 104,4 auf Skala D ab. Die Genauigkeit der Ablesung ist hier größer, da die Skalen C/D feiner unterteilt sind als die Skalen A/B.

Das Gesetz der Vertauschbarkeit der Faktoren in einem Produkt (4 · 3 = 3 · 4) überträgt sich auf das Stabrechnen. Es ist gleichgültig, über welchen der Faktoren die Zungeneins gestellt wird. Im Beispiel 18 · 5,8 wird zweckmäßigerweise die rechte Zungeneins über dem Wert 5,8 von Skala D eingestellt und das Ergebnis unter der 18 auf Skala D abgelesen, denn man wird immer bestrebt sein, die Zunge so wenig wie möglich zu verschieben.

Die Notwendigkeit, Zungenanfang und Zungenende vertauschen zu müssen, wird oft als lästig empfunden, wenn erst nach der 1. Einstellung bemerkt wird, daß Zungenanfang und Zungenende vertauscht werden müssen. Dieser Nachteil wird durch das Rechnen mit den Skalen CF und DF behoben, die im folgenden Abschnitt erläutert werden.

5. Die versetzten Skalen CF und DF

Die Skalen CF und DF sind eine Wiederholung der Grundskalen C und D, aber gegen diese so versetzt, daß die 1 ungefähr in der Mitte des Rechenstabes liegt, um eine Überteilung auf der halben Stablänge zu erreichen. Es zeigt sich, daß die 1 in Skala CF nur einmal vorkommt — sie ist gleichzeitig Anfang und Ende dieser Skala — deshalb braucht man nicht zu überlegen, mit welcher 1 die Rechnung begonnen werden soll.

Die Aufgabe 18 · 5,8 kann mit diesen Skalen folgendermaßen gerechnet werden: Man stellt die 1 der Skala CF unter die 18 der Skala DF und liest über dem Wert 5,8 von Skala CF das Ergebnis 104,4 in DF ab. Diese Rechnung bringt zunächst nichts Neues, aber ein Blick auf die Grundskalen C und D zeigt, daß dort die 1 der Skala C gleichfalls über dem Wert 18 der Skala D steht, wie bei der ersten Einstellung in Abb. 8. Man kann also die Rechnung mit den Skalen C und D beginnen und mit dem Skalenpaar CF und DF weiterführen. Diese neue Erkenntnis ist zunächst erstaunlich und bei einigem Probieren mit einfachen Werten merkt man bald, daß dies so sein muß, denn die Skalen CF und DF sind ja in gleicher Weise unterteilt wie die Grundskalen, nur gegen diese seitlich versetzt angeordnet. Verschiebt man die Zunge, so führen die Einsen der Skalen C und CF die gleichen Bewegungen aus und zeigen in ihrer Nachbarskala stets den gleichen Wert an, in unserem Beispiel den Wert 18. In beiden Skalenpaaren stehen sich damit auch gleiche Wertepaare gegenüber, so daß man 18 · 13 = 234 in beiden Skalenpaaren ablesen kann. Mit dieser einen Zungeneinstellung kann somit jeder beliebige Wert mit 18 multipliziert werden, solange die Zunge höchstens zur Hälfte herausgezogen wird. Da C über D, aber CF unter DF gleitet, machen die gelben Farbstreifen über C und CF sichtbar, wo der 2. Faktor eingestellt werden muß. Wenn die Ablesung in Skala D nicht mehr möglich ist, dann in DF.

Die versetzten Skalen sind nun so gegen die Grundskalen verschoben, daß jedem Wert in D bzw. C das π-fache in DF bzw. CF gegenübersteht. Damit ergeben sich Vorteile beim Rechnen von Aufgaben, in denen die Zahl π eine Rolle spielt.

Beispiel: Zum Kreisdurchmesser d = 3,44 cm ist der Kreisumfang u gesucht. Der Läuferstrich wird in Skala D auf den Wert 3,44 gestellt. In DF liest man unter dem Läuferstrich u = 10,8 cm ab (Abb. 10)

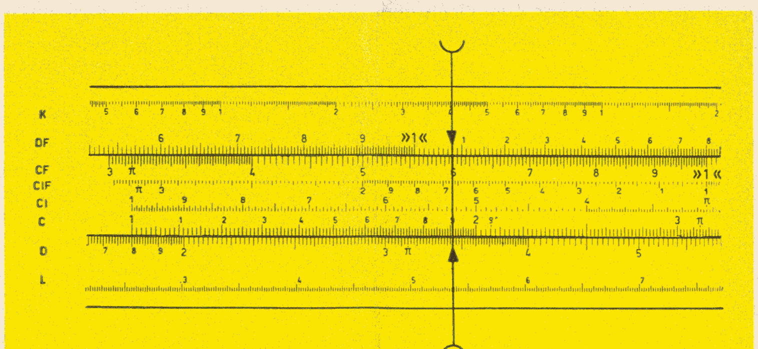


Abb. 10 $3{,}44 \cdot \pi = 10{,}80$

In der umgekehrten Ableserichtung, d. h. beim Übergang von DF nach D, wird durch π geteilt. Wird der Umfang in DF eingestellt, steht darunter der Durchmesser in D.

6. Division *(Subtraktion zweier Strecken, Umkehrung der Multiplikation)*

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 untereinander stehen, damit sind diese beiden Werte auch im Skalenpaar CF/DF über-

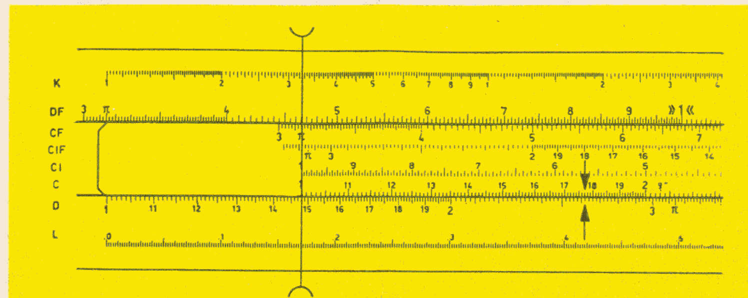


Abb. 11 2620 : 17,7 = 148,0 (Überschlag 3000 : 20 = 150)

einandergestellt. Das Ergebnis wird unter dem Zungenanfang der Skala C oder über der 1 von Skala CF abgelesen.

In dem Beispiel 16,5 : 5,93=2,78 (Abb. 12) steht das Ergebnis unter der Endeins von Skala C.

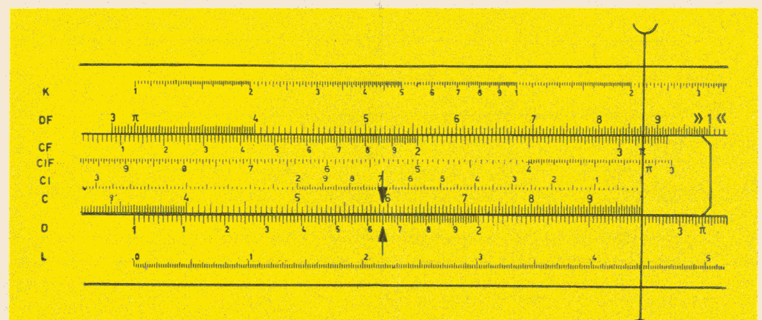


Abb. 12 16,5 : 5,93 = 2,78

7. Vereinigte Multiplikation und Division

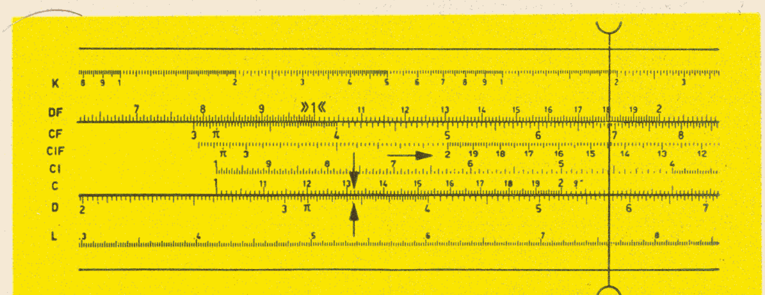


Abb. 13 $\frac{345}{132} \cdot 22 = 57{,}5$ (Überschlag $\frac{300}{100} \cdot 20 = 60$)

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

Nach der Division braucht das Zwischenergebnis nicht abgelesen zu werden; der Läufer wird zum Wert 22 der Skala C verschoben, darunter steht dann das Ergebnis 57,5 in Skala D.

8. Die Kehrwertskalen CI und CIF

Diese Skalen entsprechen den Skalen C und CF mit dem Unterschied, daß sie in entgegengesetzter Richtung geteilt und beziffert sind. Somit steht gegenüber jedem Wert x der Grundskala C der Kehrwert 1/x auf der Skala CI. Für das Verhältnis der Skalen CF und CIF zueinander gilt dasselbe. Der Vorteil der Kehrwertskala liegt darin, daß mit ihr jede Multiplikation in eine Division und jede Division in eine Multiplikation verwandelt werden kann, z. B.

$$4 \cdot 5 = \frac{4}{1/5} \text{ und } \frac{4}{5} = 4 \cdot \frac{1}{5}$$

Ausdrücke der Form $a \cdot b \cdot c$ oder $\frac{a}{b \cdot c \cdot d}$ usw. werden durch abwechselnde Multiplikation und Division wie die Aufgaben der vereinigten Multiplikation und Division (Kap. 7) gelöst.

Während der Rechnung kann von der Skalengruppe C, D und CI zur Skalengruppe CF, DF und CIF übergegangen werden, um das Durchschieben der Zunge einzusparen.

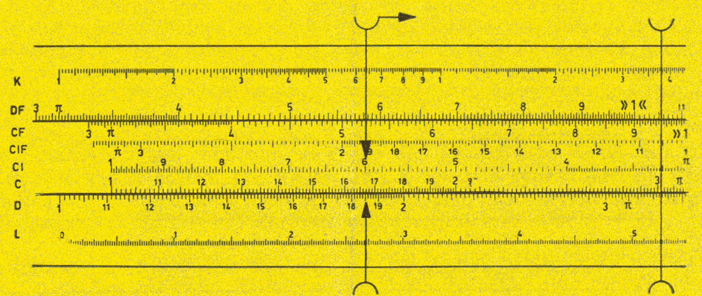


Abb. 14 $185 \cdot 6 \cdot 0{,}95 = 1054$

In dem Beispiel $185 \cdot 6 \cdot 0{,}95 = 1054$ stellt man 6 auf CI über 185 auf D, bei 0,95 in CF steht dann das Ergebnis 1054 auf Skala DF.

9. Proportionsrechnung

Proportionen der Form $\frac{a}{b} = \frac{c}{d} = \frac{e}{f} \ldots$ sind mit dem Rechenstab besonders bequem zu berechnen, weil mit der Einstellung eines Verhältnisses alle weiteren Relationen allein durch Verschieben des Läufers abgelesen werden können. Die Trennungslinie zwischen der Körper- und Zungenskala bildet dabei gleichsam den Bruchstrich.

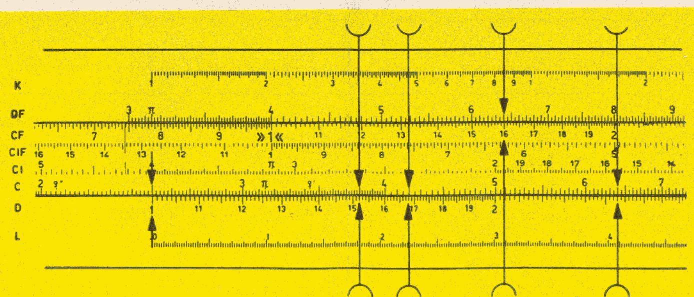


Abb. 15

Beispiel: Eine Zeichnung soll im Verhältnis 1 : 2,5 verkleinert werden. Die Maße 38, 42, 64 und 16 sind umzurechnen.

Das Verhältnis 1 : 2,5 wird eingestellt, die gesuchten Zeichnungsmaße 15,2; 16,8; 25,6 und 6,4 mm können bei den Pfeilen in Abb. 15 abgelesen werden.

10. Potenzen und Wurzeln

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. In umgekehrter Rechenfolge erhält man die zweiten und dritten Wurzeln.

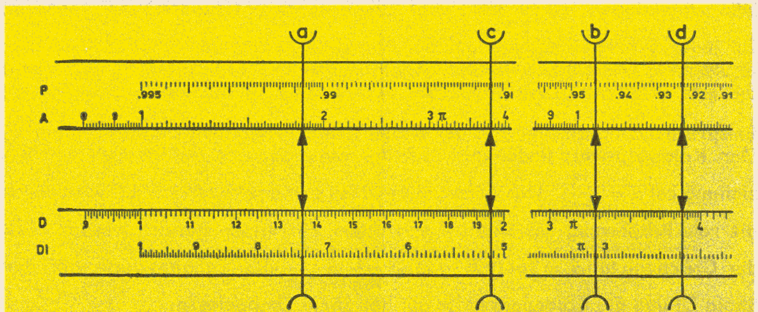


Abb. 16 a) $13{,}6^2 = 185{,}0$ b) $3{,}27^2 = 10{,}7$ c) $\sqrt{3{,}8} = 1{,}949$ d) $\sqrt{0{,}149} = 0{,}386$

Mit den beiden Quadratskalen A und B kann wie mit den Grundskalen gerechnet werden, allerdings mit etwas geringerer Genauigkeit. Bei vielen Aufgaben ist es bequem, auf der Quadratskala weiterrechnen zu können, wenn mit einer Quadrierung begonnen wurde.

Beispiele für die Kubikrechnung ergeben sich analog mit der Kubikskala K:

$$13{,}93^3 = 2700 \qquad \sqrt[3]{0{,}270} = \sqrt[3]{\frac{270}{1000}} = \frac{6{,}46}{10} = 0{,}646$$

11. Logarithmen

Die logarithmische 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.

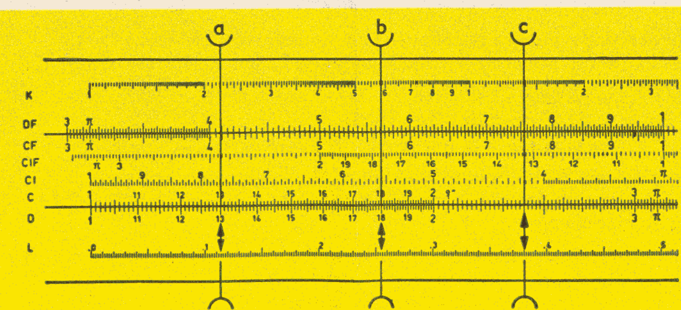


Abb. 17 a) lg 13 = 1,114 b) lg 180 = 2,255 c) num 0,380 = 2,40

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 außerdem beliebige Potenzen und Wurzeln berechnet werden.

Beispiel: $2{,}57^4 = \text{num}\,(4 \cdot \lg 2{,}57) = \text{num}\,(4 \cdot 0{,}410) = \text{num}\,1{,}640 = 43{,}7$

12. Winkelfunktionen

Die dezimal unterteilten Winkelskalen S, ST und T dienen zur Ermittlung der Winkelfunktionen. Dazu wird die Zunge in ihre Grundstellung gebracht.

Zu jeder Winkeleinstellung auf der Sinusskala kann der Sinuswert auf der Grundskala D abgelesen werden, beginnend mit 0,. . . . Für die Kosinuswerte gilt die rote Bezifferung der Sinusskala nach der Beziehung $\cos\alpha = \sin(90° - \alpha)$.

Entsprechend erhält man mit der Skala T den Tangenswert auf der Skala D. Den Kotangenswert findet man auf der reziproken Skala DI nach der Beziehung $\cot\alpha = \frac{1}{\tan\alpha}$. Das Aufsuchen von $\tan\alpha$ und $\cot\alpha$ für $\alpha > 45°$ wird durch die rote Bezifferung der Skala T erleichtert. Für diesen Bereich werden nach der Gleichung $\tan\alpha = \cot(90° - \alpha) = \frac{1}{\tan(90-\alpha)}$ die Tangenswerte auf der Skala DI und die Kotangenswerte auf der Skala D abgelesen.

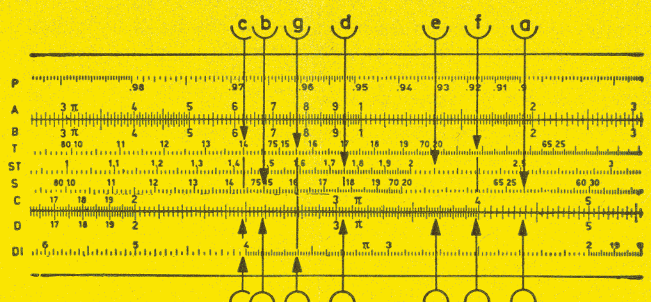


Abb. 18

a) $\sin 26° = 0{,}438$
c) $\tan 14° = 0{,}2493$
d) $\sin 1{,}75° = 0{,}0305$
f) $\cot 68{,}25° = 0{,}399$
b) $\cos 75° = 0{,}2588$
c) $\cot 14° = 4{.}01$
e) $\tan 2{,}10° = 0{,}0366$
g) $\tan 74{,}5° = 3{,}61$

Umgekehrt findet man zu gegebenen Funktionswerten die Winkel, z. B.

$$\text{arc}\sin 0{,}530 = 32°$$

Mit der Zungenskala ST können $\sin\alpha$ und $\tan\alpha$ für $\alpha < 5{,}5°$ sowie $\cos\alpha$ und $\cot\alpha$ für $\alpha > 84{,}5°$ nach der Beziehung

$$\sin\alpha \approx \tan\alpha \approx \cos(90° - \alpha) \approx \cot(90° - \alpha) \approx \text{arc}\,\alpha$$

in der gleichen Weise bestimmt werden, die Ablesungen beginnen mit 0,0.... Die im Bogenmaß geteilte Skala ST gibt für alle trigonometrischen Funktionen eine gute Näherung.

Mit einer Läufereinstellung ermöglicht sie die Umrechnung vom Gradmaß ins Bogenmaß, und zwar nicht nur für die angegebenen kleinen Winkel, sondern auf Grund der dezimalen Unterteilung auch für alle anderen Winkel, bei der Ablesung wird dann nur die Kommastellung variiert.

Beispiele: $\text{arc}\ 2{,}5° = 0{,}0436$ rad
$\text{arc}\ 25° = 0{,}436$ rad
$\text{arc}\ 250° = 4{,}36$ rad

Aufgaben mit dem Sinussatz $\frac{a}{\sin\alpha} = \frac{b}{\sin\beta} = \frac{c}{\sin\gamma}$ lassen sich sehr bequem als Proportionsrechnungen durchführen (vgl. Kap. 9). Wenn ein gegebenes Verhältnis mit den Skalen D und S eingestellt ist, können alle anderen Stücke des Dreiecks durch Verschieben des Läufers bestimmt werden.

Zur Berechnung rechtwinkliger Dreiecke mit $\gamma = 90°$, also $\sin\gamma = 1$ und den Beziehungen $\beta = 90 - \alpha$ sowie $\alpha = 90 - \beta$, wird der Zungenindex über den Wert der Hypotenuse in D gestellt und alle weiteren Größen können durch Verschieben des Läufers ermittelt werden.

13. Die Skala P

bietet den Vorteil, daß die Sinuswerte großer Winkel und die Kosinuswerte kleiner Winkel genauer abgelesen werden können, als nach der in Kap. 12 angegebenen Methode.

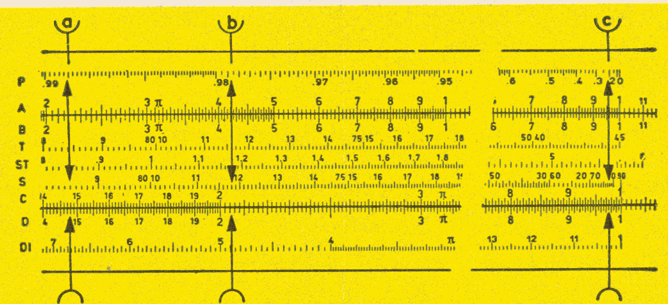


Abb. 19

Zu jeder Einstellung x auf der Skala D gibt Skala P den Wert $y = \sqrt{1 - x^2}$, umgekehrt gilt auch $x = \sqrt{1 - y^2}$. Auf Grund der Wechselbeziehungen $\sin\alpha = \sqrt{1 - \cos^2\alpha}$ und $\cos\alpha = \sqrt{1 - \sin^2\alpha}$ gibt Skala P jeweils die Kofunktion.

a) $\sin 81{,}5° = 0{,}98902$ auf Skala P, wenn Läufer über der roten 81,5° in S
a) $\cos 81{,}5° = 0{,}1478$ steht dann gleichzeitig in Skala D
b) $\cos 11{,}81° = 0{,}9788$ auf Skala P, wenn Läufer über der schwarzen 11,81° in S
c) $\cos 11{,}81° = 0{,}979$ bei Einstellung der roten 11,81° in S wird die Ablesung ungenauer.

14. Die Marken ϱ' und ϱ''

Im Teilungsbild der Grundskalen sind außer den π-Marken ($\pi = 3{,}142$) die ϱ-Marken für die Umrechnung von Minuten und Sekunden ins Bogenmaß eingraviert.

$$\varrho' = \frac{180}{\pi} \cdot 60 = 3438$$

$$\varrho'' = \frac{180}{\pi} \cdot 60 \cdot 60 = 206\,265$$

$$\alpha = \frac{b}{r} \cdot \varrho \quad \text{bzw.} \quad b = \frac{\alpha \cdot r}{\varrho}$$

α = Winkelwert, b = Bogenmaß,
r = Radius

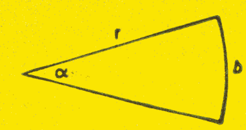


Abb. 20

15. Der Läufer und seine Marken

15.1 Die Marke 36

Auf der Vorderseite des Läufers befindet sich rechts vom Mittelstrich über den Skalen CF/DF ein kurzer Strich, der beim Übergang von der Grundskala D zur Skala DF den Faktor 36 angibt (siehe Abb. 21). Auf diese Weise bietet der Läufer bequeme Umrechnungen für

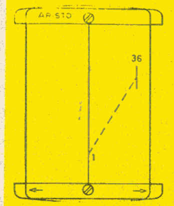


Abb. 21

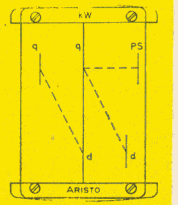


Abb. 22

Stunden in Sekunden:	1 Stunde	= 3600 Sekunden
	1 m/s	= 3,6 km/h
Grad in Sekunden:	1°	= 3600″
Jahr in Tage:	1 Jahr	= 360 Zins-Tage

15.2 Die Marken für Kreisflächen und Gewichte von Flußstahl

Der Abstand des linken oberen und rechten unteren kurzen Striches vom Mittelstrich auf der Rückseite des Läufers (siehe Abb. 22) gibt den Faktor $\frac{\pi}{4} = 0{,}785$ (bezogen auf die Skalen A und B) für Kreisflächen- oder Querschnittsberechnungen $q = d^2 \cdot \frac{\pi}{4}$, er gilt aber zufällig auch als Faktor für das spezifische Gewicht von Flußstahl mit $\gamma = 7{,}85$.

Bei Querschnittsberechnungen kann man mit dem rechten unteren oder mit dem Mittelstrich beginnen und den Durchmesser d auf Skala D einstellen. Der Querschnitt erscheint dann unter dem Mittelstrich bzw. dem linken oberen Strich auf Skala A.

Bei Gewichtsberechnungen von Flußstahlstangen beginnt man grundsätzlich mit dem rechten unteren Strich und liest das Gewicht für die Längeneinheit am Strich links oben auf Skala A ab. Schiebt man die 1 der Skala B unter diesen kurzen Strich, so kann durch Verschieben des Läufers über den Quadratskalen das Gewicht zu jeder beliebigen Länge abgelesen werden.

15.3 Die Marken kW und PS

Zur Umrechnung von PS in kW dient der Abstand des rechten oberen Striches vom Mittelstrich (Abb. 22). Stellt man z. B. den Mittelstrich auf 20 kW der Quadratskala ein, so gibt die obere rechte Marke 27,2 PS an. Umgekehrt liefert die Einstellung von 7 PS mit der rechten Marke unter dem Mittelstrich 5,15 kW.

15.4 Abnehmen des Läufers

Die Läuferstriche sind zum Skalenbild justiert, so daß der Übergang während einer Rechnung von einer Seite des Rechenstabes auf die andere möglich ist.

Diese Justierung bleibt auch erhalten, wenn der Läufer zur Reinigung abgenommen wird.

Auf einer Seite sind die Läufergläser mit vier Schrauben, auf der anderen Seite mit zwei als Druckknöpfe ausgebildeten Schrauben an den Läuferstegen befestigt. Zum Abnehmen des Läufers vom Rechenstab werden die mit den Pfeilen markierten Enden des Läufersteges mit den Daumennagelspitzen nach unten gedrückt, damit sich der Druckknopf öffnet. Der obere Druckknopf öffnet sich beim Hochklappen des Läuferglases, und der Läufer kann leicht abgenommen werden.

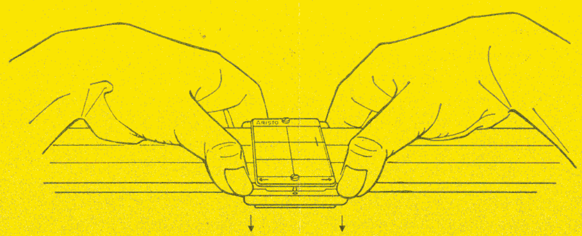


Abb. 23 Öffnen des Läufers

15.5 Justieren des Läufers

Falls gelegentlich eine Justierung erforderlich ist, z. B. beim Aufsetzen eines Ersatzläufers, wird der Rechenstab so auf einen Tisch gelegt, daß die Läuferseite mit den vier Schrauben oben liegt. Nach Lockerung dieser vier Schrauben mit einem passenden Schraubenzieher wird der Rechenstab umgedreht und der Läuferstrich genau über die Endstriche der Teilungen K und L gestellt. Vorsichtig wird der Rechenstab wieder gewendet, ohne den Läufer zu bewegen, und dann bei festgehaltenem Läufer das obenliegende lose Läuferglas ebenfalls nach den Endwerten der Skalen P und DI ausgerichtet. Danach werden die vier Schrauben wieder angezogen.

16. Der Normzahlen-Maßstab 1364
(nur bei Nr. 0929)

16.1 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.

16.2 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 umfangreicheren 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.

16.3 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.

16.4 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.

16.5 Veröffentlichungen über Normzahlen

Berg, S.: Angewandte Normzahlen, 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.

17. Behandlung des ARISTO-Rechenstabes

Der Rechenstab ist ein wertvolles Rechenhilfsmittel und braucht eine pflegliche Behandlung. Die Skalen und der Läufer sind vor Verschmutzung und Kratzern zu schützen, damit die Ablesegenauigkeit nicht beeinträchtigt wird.

Es empfiehlt sich, den Rechenstab von Zeit zu Zeit mit dem Spezialreinigungsmittel DEPAROL zu reinigen und trocken nachzupolieren. Keinesfalls dürfen irgendwelche Chemikalien verwendet werden, da diese die Teilung zerstören können.

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

Ergänzung zur Gebrauchsanleitung
ARISTO-MultiTrig 0929

1. Trigonometrische Skalen auf dem Körper

Die Skalenanordnung des ARISTO-MultiRietz ist erweitert worden zum ARISTO-MultiTrig. Wie der Name andeutet, ist dieser Rechenstab insbesondere für trigonometrische Berechnungen verbessert worden. Zu den bisherigen Skalen S, T und ST auf der Zunge sind die Skalen T1, T2 und S auf dem Körper hinzugekommen. T1 und S entsprechen den Skalen T und S auf der Zunge; T2 ist die Fortsetzung der Skala T1 von 45° bis 84,5°, so daß die Tangensfunktionen für diese Werte auch in Skala D abgelesen werden können.

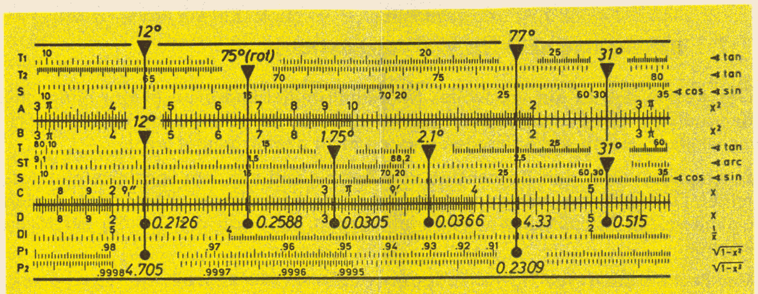


Abb. 1

Beispiele:

tan 12° = 0,2126	tan 2,1° = 0,0366
cot 12° = 4,705 (auf DI)	sin 1,75° = 0,0305
tan 77° = 4,33	
cot 77° = 0,2309 (auf DI)	cos 75° = 0,2588
	sin 31° = 0,515

In Verbindung mit der Kehrwertskala DI stehen die Kotangenswerte auf dem Körper zur Verfügung, die bei Grundstellung der Zunge auch in Skala CI abgelesen werden können.

Alle Aufgaben zum Typ:

$$\sin\alpha\cdot\sin\beta \qquad \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} \qquad \tan\alpha\cdot\tan\beta \qquad \frac{\tan\alpha}{\tan\beta}$$

$$\frac{a}{\tan\alpha} \qquad \frac{\tan\beta}{b} \qquad \frac{a}{\sin\alpha} \qquad \frac{\sin\beta}{b}$$

und ihre weiteren Variationen, die in der ebenen und sphärischen Trigonometrie sowie in der Nautik, Geodäsie und Optik vorkommen können, lassen sich mit dieser Skalenanordnung wesentlich bequemer lösen als mit anderen Rechenstäben.

2. Pythagoreische Skalen P1 und P2

Die Pythagoreische Skala P ist um eine Skalenlänge erweitert, damit die kleinen Winkel besser erfaßt werden. Die Skala P1 entspricht der bisherigen Skala P, die mit den Skalen S und D zusammenarbeitet, wie in Kapitel 12 und 13 der Anleitung erklärt ist. Die Skala P2 arbeitet mit der Skala ST und D zusammen. Bei Grundstellung der Zunge werden zu roten Winkeln in Skala ST die Sinus- und Tangensfunktionen für Winkel von 84,27° bis 89,42° in P2 abgelesen, denn die Skala ST gilt für Sinus und Tangens. Zu den schwarzen Winkeln in Skala ST von 0,58° bis 5,73° stehen in Skala P2 die Funktionswerte für Kosinus und Kotangens.

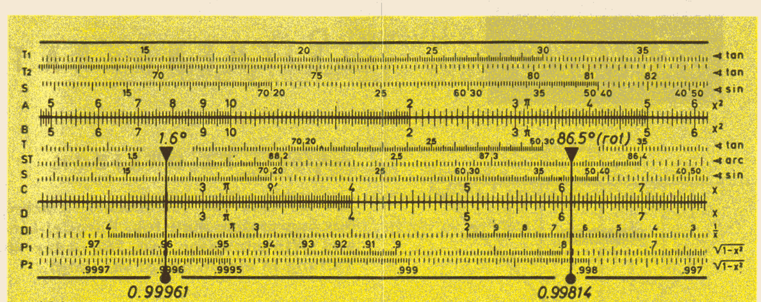


Abb. 2

Beispiele: sin 86,5° = 0,99814 cos 1,6° = 0,99961

3. Wurzelskalen R1 und R2

Durch Verlegung der Skala L ist Platz für die Wurzelskalen R1 und R2 gewonnen. Diese Skalen bilden zusammen eine 50 cm lange Grundskala von 1 bis 10, die nur in zwei Teile zerlegt, übereinander angeordnet und mit kurzen Überteilungen versehen ist, um die Lesbarkeit beim Übergang von der einen Skala zur anderen zu verbessern. Die doppelte Skalenlänge erlaubt eine feinere Unterteilung und damit eine erhöhte Einstell- und Ablesegenauigkeit. Im gesamten Bereich der Skalen R1 und R2 kann eine 4. Stelle geschätzt werden.

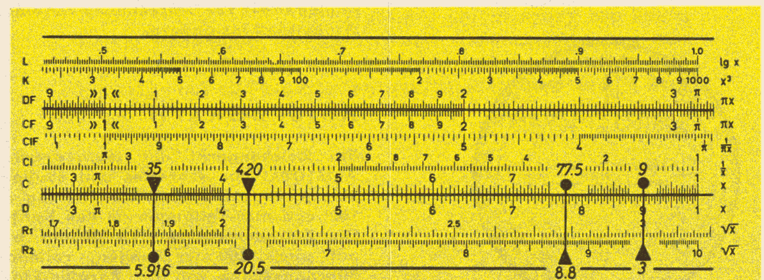


Abb. 3

Beispiele:

$3^2 = 9$	$\sqrt{420} = 20{,}5$
$8{,}8^2 = 77{,}5$	$\sqrt{35} = 5{,}916$

Zu den in Skala R1 eingestellten Werten stehen die Quadrate von 1 bis 10 in Skala D, und für Einstellungen in R2 zählen die Quadrate in Skala D von 10 bis 100. Nach einer Quadrierung kann mit den Skalen C und D weitergerechnet werden. Darin liegt ein Vorteil gegenüber der in Kapitel 10 angegebenen Quadrierung mit den Skalen D und A.

Umgekehrt kann beim Übergang von Skala D zu einer R-Skala die Quadratwurzel genauer abgelesen werden. Man muß natürlich beachten, daß Wurzeln der Werte von 10 bis 100 in Skala R2 und Wurzeln der Werte von 1 bis 10 in Skala R1 abgelesen werden.

In entsprechender Auslegung der bekannten Regeln zwischen den Skalen D, A und K (Kap. 10) können beim Übergang von den R-Skalen nach Skala A die 4. Potenzen und in Skala K die 6. Potenzen abgelesen werden.