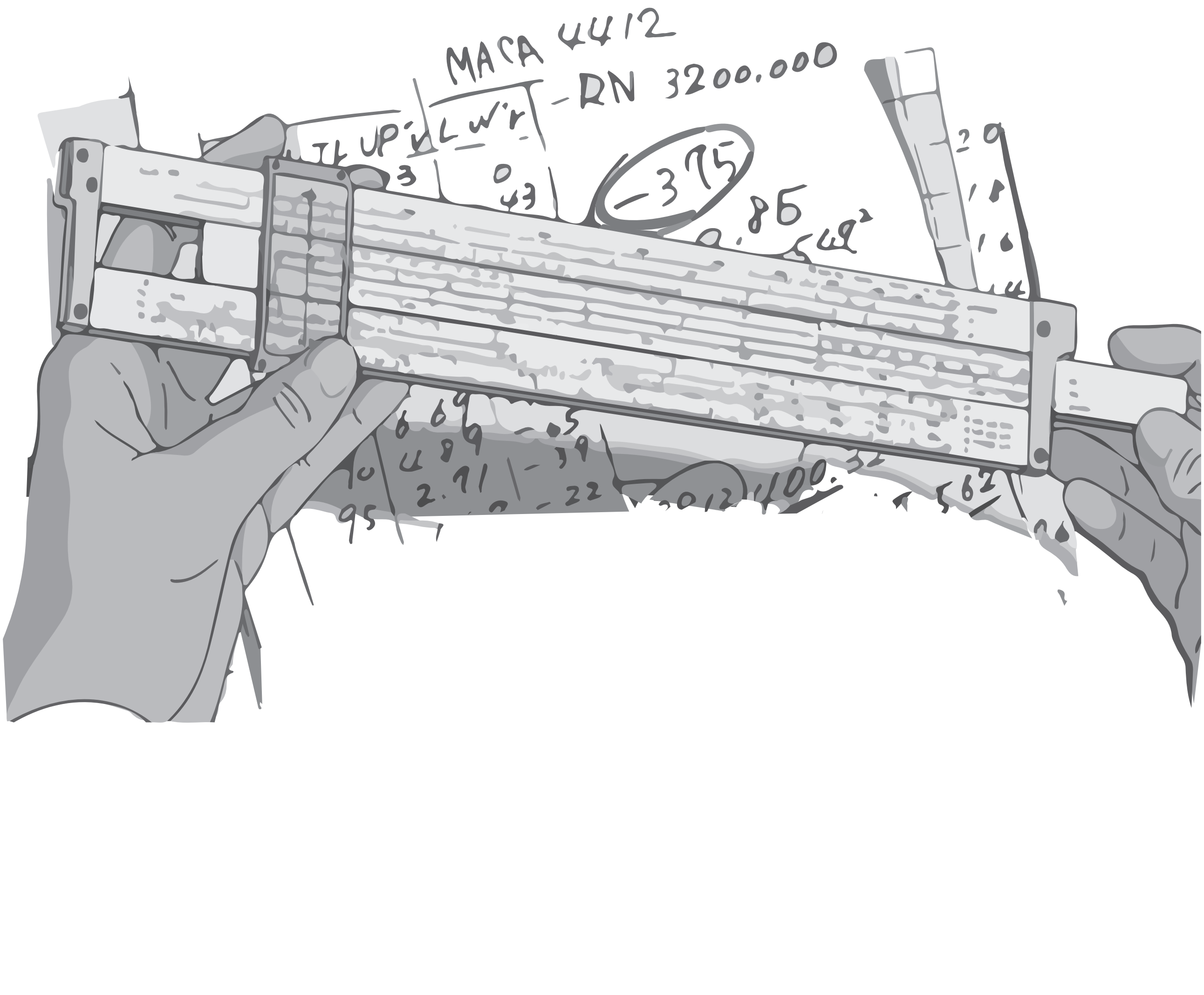
Rechenschieber Gebrauchsanleitungen einfach ausgedruckt.



Rechenschieber Aristo Scholar 0903 LL als größenangepasstes Dokument zum Ausdrucken:

- Druck erfolgt auf normales Din-A4 Papier
  (meist 80g/m², 90g/m² ist noch schöner)

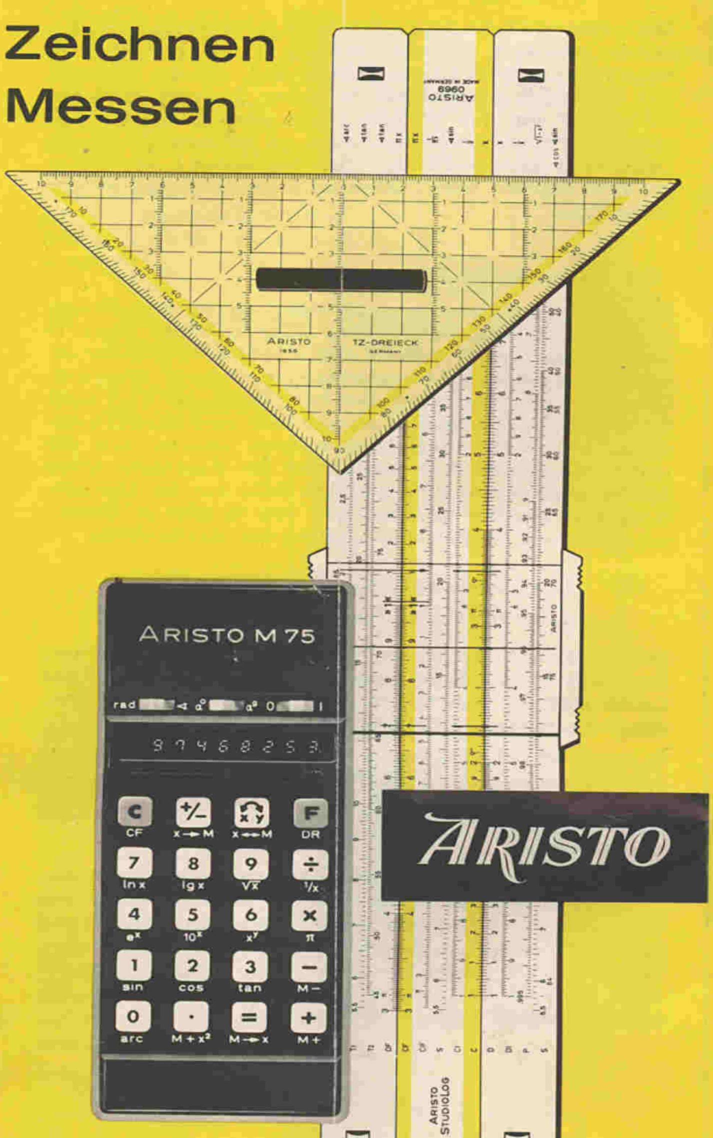
- Verfügt man über einen doppelseitig druckenden Drucker, dann einfach alle Seiten, in vorliegender Reihenfolge ausdrucken! Die ersten beiden kann man natürlich weglassen, da sie nur die Ausdruckanleitung enthalten.
  Mit allen anderen Druckern druckt man zuerst alle ungeraden Seiten.
  Dann druckt man in der gleichen Reihenfolge alle geraden Seiten auf die jeweiligen Rückseiten.
  (Vorsicht der fertig gedruckte Stapel liegt meist in umgekehrter Reihenfolge)

- Hinterher mit einem normalem Klammeraffen (manueller Büro-Tacker) vom Rücken zum Mittelblatt hin (Seite 12/13) mittig klammern.
  Mit einem Elektrotacker aus dem Handwerksbereich kommt man ungehinderter an die richtige Stelle.
  Wichtig dabei ist dann allerdings eine weiche, dicke Unterlage oder ein Hohlraum unterhalb des Papiers. Die Klammern auf der Innenseite kann man hinterher manuell umbiegen.

- Jetzt erst mit einer starken Schere beschneiden, so erhält man eine gleichmäßig gerade Kante der Broschüre.

Gefaltetes Endformat ist 10 x 21 cm mit 24 Seiten.

Rechnen
Zeichnen
Messen



ARISTO-PRODUKTIONSPROGRAMM

Rechenstäbe · Rechenscheiben · Maßstäbe · Zeichengeräte
Elektronische Mini-Rechner · Planimeter
Geometrische Datenverarbeitung · Automatische Zeichensysteme
Koordinatographen · Digitizer · Meßzahnstangen · Meßritzel

Verlangen Sie von Ihrem Fachhändler unsere ausführlichen Einzelprospekte.

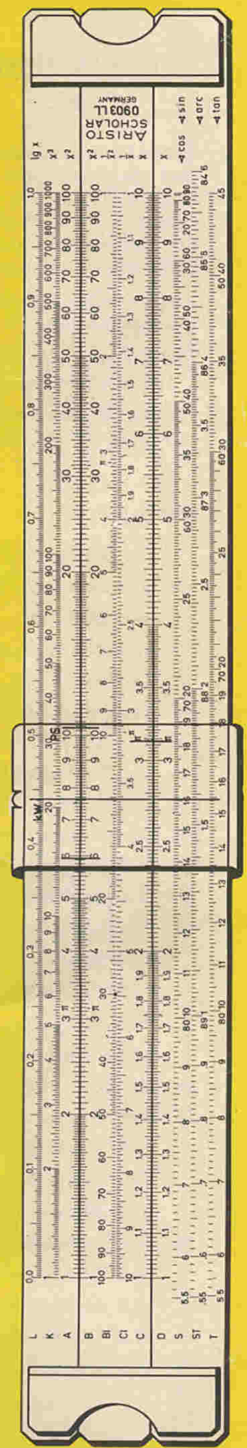
ARISTO-WERKE · DENNERT & PAPE KG · D-2 HAMBURG 50

ANLEITUNG ZUM RECHENSTAB

ARISTO

SCHOLAR

0903 · 0903 LL
0903 VS-2



DER RECHENSTAB ARISTO - SCHOLAR

0903 0903 LL 0903 VS-2

Diese Gebrauchsanleitung gibt neben einer Einführung in das Rechnen mit den Rechenstäben ARISTO-Scholar, ARISTO-Scholar LL und ARISTO-Scholar VS-2 eine Sammlung von Rechenbeispielen mit vielen Abbildungen, damit die Rechenstablösungen wie in einer Formelsammlung jederzeit schnell zur Hand sind.

Ausführliche Darstellungen über das Stabrechnen geben die Lehrbücher:

Dr. Richard Stender „Der moderne Rechenstab", Otto-Salle-Verlag, Frankfurt am Main

Herbert Baldermann „Wir rechnen mit dem Rechenstab", Verlag Friedr. Vieweg und Sohn, Braunschweig

INHALT

16.2 Justierung des Läufers

Die Justierschraube des Läufers wird mit einem Schraubenzieher gelockert und der Läuferstrich auf der VS-Seite nach dem Endstrich 10 von Skala D und nach der π-Marke von Skala DF ausgerichtet. In dieser Stellung wird der Rechenstab mit der VS-Seite nach unten auf den Tisch gelegt und der Läufer festgehalten, so daß auch die zweite Läuferseite nach den Endstrichen der Skalen L und T ausgerichtet werden kann. Dann wird die Schraube wieder festgezogen.

16.3 Die Marke 36

Die kurze Läufermarke rechts oben neben dem Hauptstrich der VS-Seite liefert beim Übergang von Skala D nach DF bzw. von C nach CF den Multiplikationsfaktor 36. In der umgekehrten Ableserichtung wird durch 36 geteilt. Diese Läufermarke macht den ARISTO-Scholar VS-2 auch für Wirtschaftsoberschulen verwendbar, weil damit Tageszinsen vereinfacht berechnet werden können wie mit jedem handelsüblichen Rechenstab für Kaufleute. Diese Marke spielt ferner eine wichtige Rolle bei der Umrechnung von Stunden in Sekunden, von Graden in Bogensekunden und bei der Umrechnung von m/s in km/h.

17. Die 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 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.

RIA/LLT/II · Printed in Germany by Borek KG · 9282

Sollte einmal die Läuferfeder gebrochen sein, kann diese leicht ersetzt werden, wie die nebenstehende Abb. 34 zeigt. Um den Läufer beim Einführen der Federenden nicht zu zerkratzen, wird die Innenseite am besten durch eine Metallfolie (Rasierklinge) geschützt. Ersatzfedern für den Läufer liefert Ihr Fachhändler.

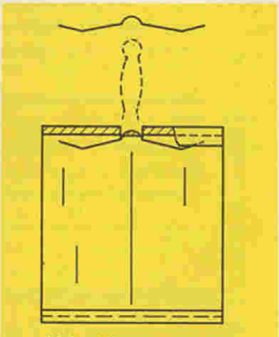


Abb. 34

16. Der Zweiseiten-Läufer L 0908 für den ARISTO-Scholar VS-2

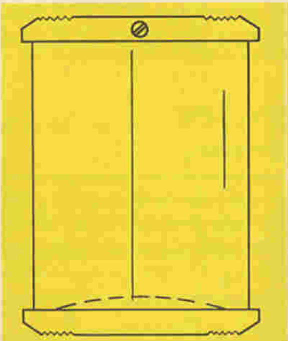


Fig. 35

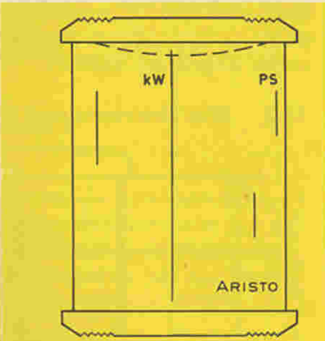


Fig. 36

16.1 Abnehmen und Aufsetzen des Läufers

Zum Abnehmen wird der Läufer fest mit einer Hand an der Läuferleiste mit der Schraube angefaßt. Die Läuferleiste ohne Schraube löst sich aus der Rastung der Läufergläser durch Verdrehen der anderen Läuferleiste quer zum Rechenstab (Abb. 37). Die Läufergläser und die Läuferleiste können dann abgezogen werden. Die Justierung der Läufergläser bleibt dabei erhalten, solange die Schraube an der Läuferleiste nicht gelöst wird.

Beim Aufsetzen des Läufers ist darauf zu achten, daß die Läufermarken für kW und PS über den Skalen A und B liegen müssen. Die Läuferleiste mit der Feder wird dann auf die Läufergläser gesetzt und unter leichtem Druck zum Einrasten gebracht.

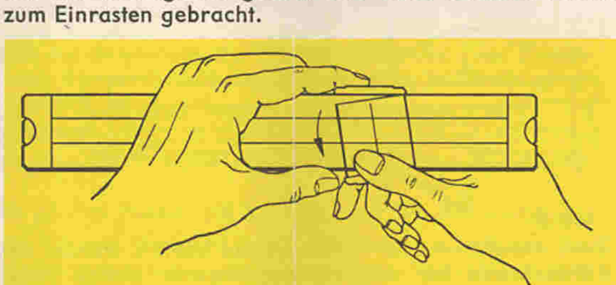


Abb. 37

1. Die Skalen

Die Vorderseite ist bei allen Scholar-Rechenstäben gleich.

L	Mantissenskala	lg x	auf der oberen Körperleiste
K	Kubikskala	x^3	
A	Quadratskala	x^2	
B	Quadratskala	x^2	auf der Zunge
BI	Kehrwertskala zu B	$1/x^2$	
CI	Kehrwertskala zu C	$1/x$	
C	Grundskala	x	

D	Grundskala	x	auf der unteren Körperleiste
S	Sinusskala für Winkel von 5,5° bis 90°	∢ sin	
	für Kosinus von 0° bis 84,5° rückläufig rot beziffert	∢ cos	
ST	Skala der kleinen Winkel von 0,55° bis 6°	∢ arc	
	für Kofunktionen von 84° bis 89,45° rückläufig rot beziffert		
T	Tangensskala für Winkel von 5,5° bis 45° schwarz, von 45° bis 84,5° rückläufig rot beziffert. Gilt auch für die Kofunktion.	∢ tan	

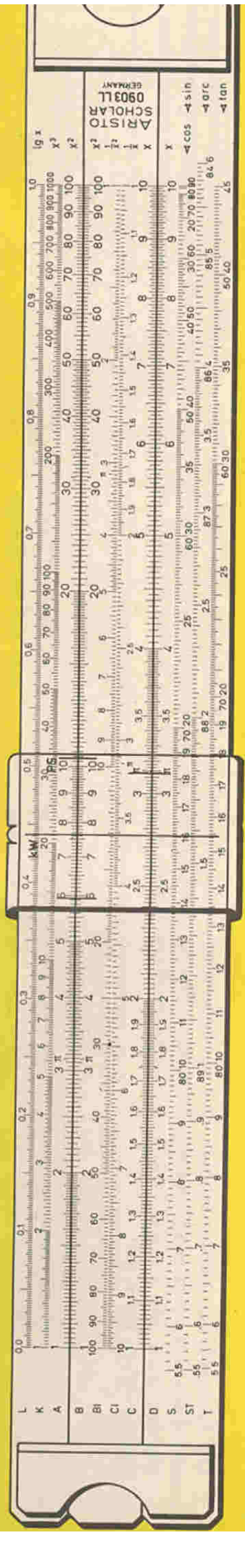


Abb. 1 Vorderseite 0903 · 0903 LL · 0903 VS-2

Die Rückseite des ARISTO-Scholar VS-2 mit den versetzten Skalen CF und DF bietet ein ganz einfaches Teilungsbild für die ersten Rechenübungen und dabei eine Skalenanordnung, die wegen ihrer bequemen Verwendung beim Multiplizieren und Dividieren bald als Hauptteilung erkannt werden wird. Mit diesem Teilungsbild wird darüber hinaus eine Einführung in das Rechnen mit kaufmännischen und modernen technischen Rechenstäben vermittelt.

DF	versetzte Grundskala	πx	auf dem Körper
CF	versetzte Grundskala	πx	auf der Zunge
C	Grundskala	x	auf der Zunge
D	Grundskala	x	auf dem Körper

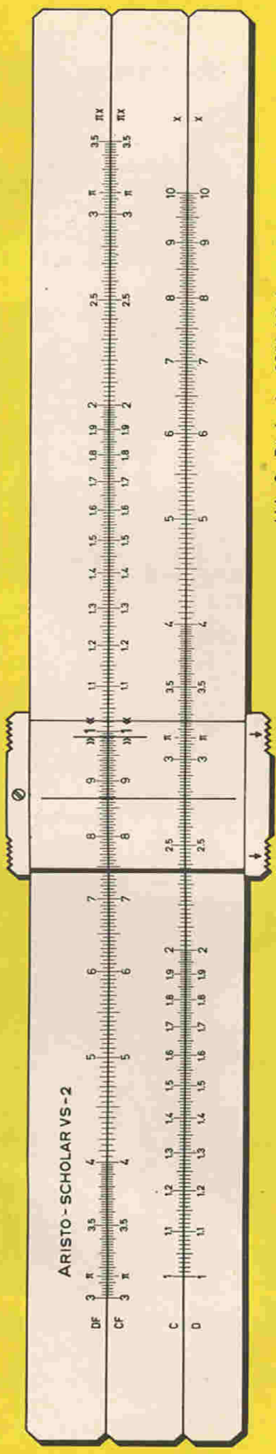


Abb. 2 Rückseite 0903 VS-2 mit Zweiseiten-Läufer

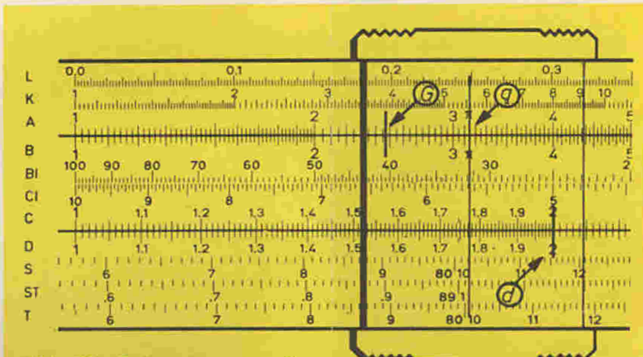


Abb. 31 Beispiel für d = 2 cm

Kreisdurchmesser d = 2 cm (Einstellung). Querschnitt q = 3,14 cm^2 (Ablesung). Ein Stück Flußstahl von der Längeneinheit 1 cm wiegt dann G = 24,7 g (Abb. 31). Stellt man den Zungenanfang unter den linken Läuferstrich, so kann durch Multiplikation das Gewicht für jede Länge abgelesen werden.

15.2 Die Umrechnung kW ←→ PS

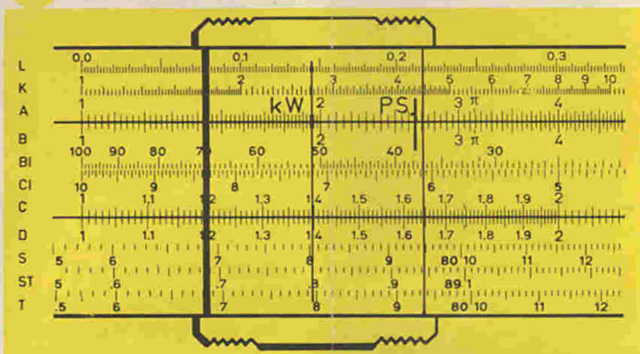


Abb. 32 Umrechnung 19,5 kW ≙ 26,5 PS

Zur Umrechnung von kW in PS wird der Mittelstrich des Läufers auf den kW-Wert in Skala A gestellt, unter der rechten Marke PS steht dann, gleichfalls in A, der PS-Wert. Dieser Rechengang ist umkehrbar. Für derartige Umrechnungen im englischen Maßsystem gibt es einen Läufer L 0903 E mit der entsprechenden HP-Marke.

15.3 Abnehmen und Aufsetzen des einseitigen Läufers

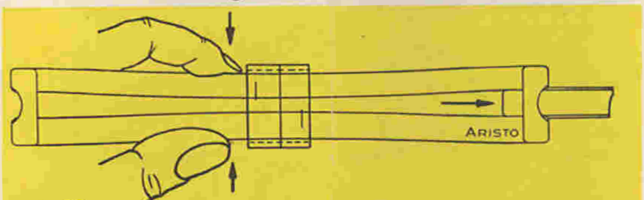


Abb. 33

Zum Abnehmen oder Aufsetzen des Läufers werden die Körperleisten bei weit herausgezogener Zunge etwas zusammengedrückt (Abb. 33).

Die Zunge wird für derartige Rechnungen umgesteckt. An Stelle der Werte 1 und 10 gelten dann die Marken ♀ und 90° der sin-Skala für Einstellungen mit dem Skalenanfang oder Skalenende der Zunge.

Bei Ausdrücken wie $a \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha$ stets mit der Einstellung von a auf Skala D beginnen. In ähnlicher Weise lassen sich Formeln mit Divisionen bequem auflösen.

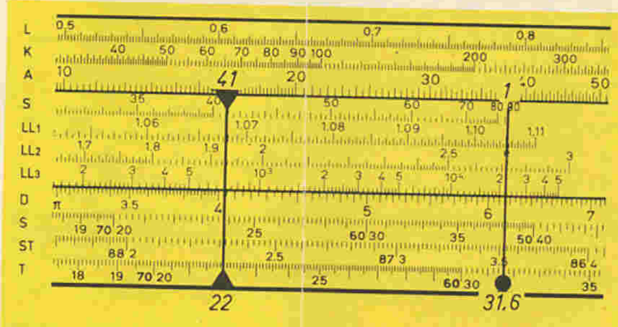


Abb. 30 $\tan\beta = \dfrac{\tan 22°}{\sin 41°}$ $\beta = 31{,}6°$

Nach Gegenüberstellung der Werte 22° auf Skala T und 41° auf Skala S der Zungenrückseite kann auf der Tangensskala sofort der Winkelwert $\beta = 31{,}6°$ abgelesen werden, wenn der Läufer zur Endmarke 90° der beweglichen Sinusskala verschoben wird.

Selbstverständlich wird auch die Lösung des sphärischen Sinussatzes genau so einfach gefunden wie die des Sinussatzes in der Ebene (vgl. Kap. 11).

15. Der Vierstrichläufer

15.1 Kreisflächen, Gewicht von Flußstahl

Die kurzen Läuferstriche links oben und rechts unten werden in Verbindung mit dem Hauptstrich des Läufers zur Berechnung von Kreisflächen F (Querschnitten q) benutzt. Diese Strichmarken vereinfachen die Multiplikation mit dem Faktor $\pi/4 = 0{,}785$ in der Formel $F = d^2 \cdot \pi/4$.

Nach der Einstellung des Hauptstriches über den Durchmesser d in der Grundskala kann darüber in der Quadratskala d^2 und unter dem linken Läuferstrich $F = d^2 \cdot \pi/4$ abgelesen werden. In der umgekehrten Reihenfolge findet man den Durchmesser zu einer gegebenen Kreisfläche.

Der gleiche Faktor gilt zufällig auch für das spezifische Gewicht von Flußstahl $\gamma = 7{,}85\ \mathrm{g/cm^3}$, so daß die Gewichtsberechnungen von Stahlstangen vereinfacht werden.

Auf der Zungenrückseite des ARISTO-Scholar LL befinden sich drei Exponentialteilungen LL1, LL2 und LL3 zum Berechnen beliebiger Potenzen, Wurzeln und Logarithmen. Eine zweite, bewegliche Sinusskala sorgt für die Vereinfachung trigonometrischer Rechnungen im Zusammenhang mit den Skalen der Winkelfunktionen auf der Körperleiste der Vorderseite.

Zungenrückseite:			
	S	Sinusskala für Winkel von 5,5° bis 90°	∢ sin
	LL1	Exponentialskala, Bereich von 1,01 bis 1,11	$e^{0,01x}$
	LL2	Exponentialskala, Bereich von 1,1 bis 3	$e^{0,1x}$
	LL3	Exponentialskala, Bereich von 2,5 bis 50000	e^{x}

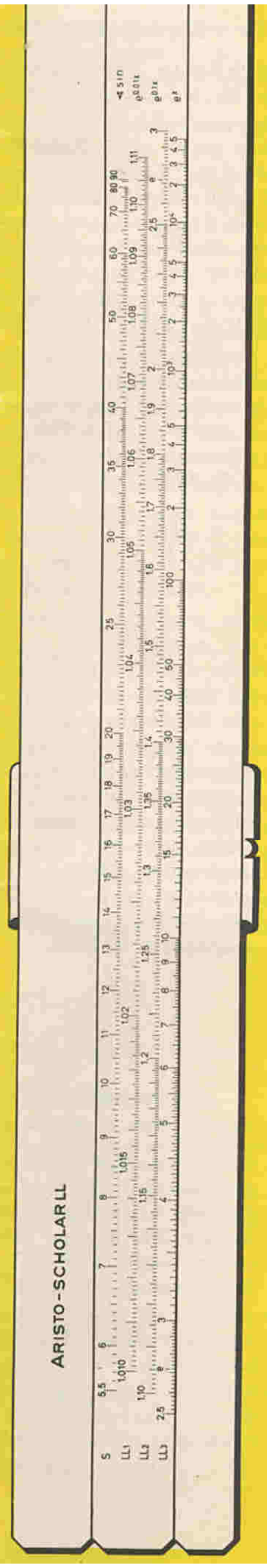


Abb. 3 Rückseite 0903 LL

2. Das Lesen der Skalen

Wichtigste Voraussetzung: Erst Sicherheit im Lesen der Skalen erwerben, dann damit rechnen!

Die Intervalle der logarithmischen Rechenstabskalen sind nicht gleich groß. Beim Betrachten der Grundskala D fällt sofort auf, wie die Abstände zwischen den Ziffern von 1 bis 10 nach rechts immer kleiner werden. Zwischen den Ziffern 1 und 2 ist genügend Raum für eine ausführliche Unterteilung, die einer mm-Skala ähnlich ist. Bei der 2 sind die Intervalle schon so eng, daß von 2 ab im Vergleich zur Anfangsteilung nur noch jeder zweite Teilstrich und rechts von der 4 sogar nur jeder fünfte Teilstrich markiert werden kann.

1. Im Bereich von 1 bis 2 gibt die Bezifferung die ersten beiden Stellen an, z. B. 1,3. Jeder der zwischen den bezifferten Teilstrichen liegenden Teilstriche gibt eine 3. Stelle an, z. B. 132. In den Intervallen zwischen diesen kleinsten Teilstrichen wird die vierte Stelle geschätzt, z. B. 1383. (Ablesungen wie bei einer Millimeterskala.)

Abb. 4 Ablesung im Bereich von 1 bis 2

2. Im Bereich von 2 bis 4 wird nur die erste Stelle durch die Bezifferung angegeben, die zweite Stelle wird an den langen Teilstrichen abgezählt, wie die eingeklammerten Zahlen zeigen, z. B. (22). Die dazwischenliegenden kurzen Teilstriche führen jeweils um zwei Einheiten der dritten Stelle weiter, z. B. 224. Diese dritte Stelle ist immer eine gerade Zahl 0, 2, 4, 6 oder 8, die ungeraden Werte werden in der Mitte der Intervalle geschätzt, z. B. 215 und 203. Zwischen der Mitte und den Teilstrichen kann auch eine 4. Stelle geschätzt werden, z. B. 2076.

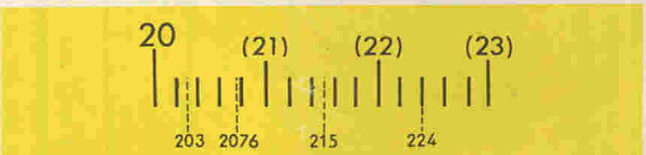


Abb. 5 Ablesung im Bereich von 2 bis 4

3. Im Bereich der bezifferten Teilstriche von 4 bis 10 wird die zweite Stelle wieder an den langen Teilstrichen abgezählt, wie beispielsweise der eingeklammerte Wert 51 angibt. Die kurzen Teilstriche geben jeweils die 5 der dritten Stelle, z. B. 515, alle anderen Werte der dritten Stelle werden in den Intervallen geschätzt, z. B. 549.

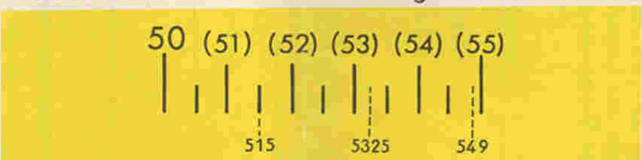


Abb. 6 Ablesung im Bereich von 4 bis 10

Beliebige Logarithmen können durch Umkehrung der Ableserichtung gefunden werden, wenn die Basis des gewünschten Logarithmus in der Skala LL aufgesucht und über dem Anfang oder Ende der Körperskala D eingestellt wird. In der Grundstellung, wenn die Marke e über der 1 steht, erhält man die Logarithmen der Basis e.

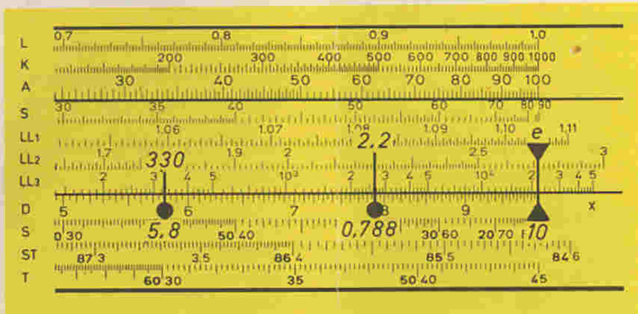


Abb. 28 Natürliche Logarithmen
a) ln 330 = 5,80 b) ln 2,2 = 0,788

Wird der Wert 10 als Basis auf der Skala LL3 über die 1 der Skala D gestellt, erhält man eine Tabelle der dekadischen Logarithmen.

Stellt man bei dieser Zungenstellung den Läufer über die 2 in Skala D, dann erhält man damit eine einfache Gedächtnisstütze für das Rechnen mit Exponentialskalen, weil der Rechengang für die Potenz $10^2 = 100$ sowie die Umkehrungen $\sqrt[2]{100} = 10$ und $\log_{10} 100 = 2$ übersichtlich verfolgt werden kann.

14. Die bewegliche Sinusskala S

(Nur beim ARISTO-Scholar LL)

Auf der Zungenrückseite befindet sich eine zweite (bewegliche) Sinusskala S; diese ermöglicht vereinfachte Berechnungen der Produkte und Quotienten von Winkelfunktionen ohne Ermittlung der Funktionswerte selbst.

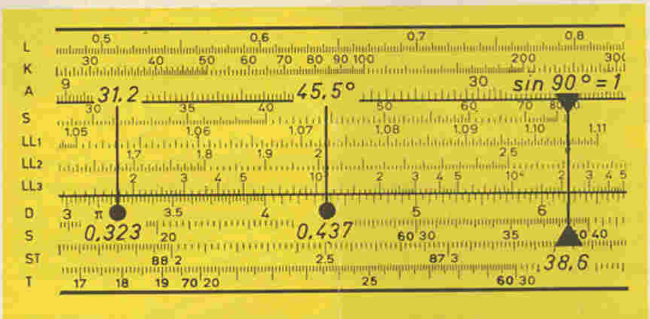


Abb. 29 a) sin 38,6° · sin 31,2° = 0,323
b) sin 38,6° · cos 45,5° = 0,437
(cos 45,5° = sin 44,5°)

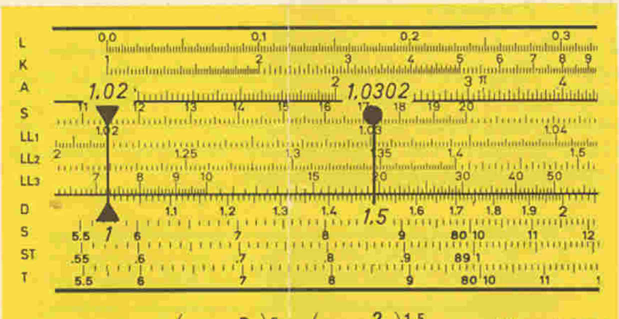


Abb. 26 $q^n = \left(1 + \frac{p}{100}\right)^n = \left(1 + \frac{2}{100}\right)^{1,5} = 1{,}02^{1,5} = 1{,}0302$

Das Anfangskapital multipliziert mit 1,0302 ergibt das Endkapital nach Ablauf der 1,5 Jahre.

$$K_e = 1500 \cdot 1{,}0302 = \text{DM } 1545,-$$

13.3 Wurzeln

Zwei Strecken werden ähnlich wie beim Dividieren subtrahiert.

Erste Umkehrung des Potenzierens: $3^2 = 9 \rightarrow \sqrt{9} = 3$. Die Einstellung ist die gleiche wie beim Potenzieren, sie wird nur auf umgekehrtem Wege erreicht.

Nach Gegenüberstellung des Exponenten 2 auf der Körperskala D und des Radikanden 9 auf Skala LL3 wird das Ergebnis 3 auf Skala LL3 über dem Skalenanfang der Grundskala abgelesen.

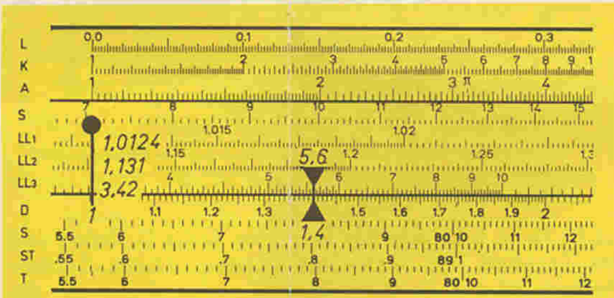


Abb. 27 $\sqrt[1,4]{5{,}6} = 3{,}42$ (LL3) $\sqrt[14]{5{,}6} = 1{,}131$ (LL2)

$\sqrt[140]{5{,}6} = 1{,}0124$ (LL1)

Stelle den Radikanden 5,6 auf der Skala LL3 über den Exponenten 1,4 der D-Skala. Das Ergebnis 3,42 kann über der 1 der D-Skala abgelesen werden.

13.4 Logarithmen

Zweite Umkehrung des Potenzierens:

$$10^2 = 100 \rightarrow \log_{10} 100 = 2$$

Die Ablesungen zwischen 1 und 1,1 und in den Intervallen unmittelbar hinter jedem bezifferten Teilstrich sind besonders zu üben, es darf keine Null vergessen werden.

Abb. 7 Beachten der Nullen

Zur Vermeidung von Fehlern ist es ratsam, z. B. 132 als eins-drei-zwei zu lesen und nicht Einhundertzweiunddreißig zu sagen, um dadurch eine Vertauschung der Ziffern 3 und 2 zu vermeiden. Außerdem kann dieser Skalenwert ebensogut 1,32 oder 0,132 usw. bedeuten, denn die logarithmische Skala gibt nur Ziffernfolgen. Die Kommastellung bleibt beim Stabrechnen unberücksichtigt, erst eine Überschlagsrechnung ergibt die Kommastellung.

Die Zungenskala C ist ein genaues Abbild der Skala D, es empfiehlt sich deshalb, die Einsen der Skala C und D übereinanderzustellen, damit die Ablesungen mit beiden Skalen gleichzeitig durchgeführt werden können.

Es hat sich als praktisch erwiesen, anschließend auch in den Skalen A und B Ableseübungen vorzunehmen, wo die gleichen Unterteilungen in anderer Reihenfolge vorkommen. Die Teilung von 1 bis 10 ist dort in halber Länge, dafür aber zweimal nebeneinander angeordnet.

Wer anfangs einen ganz einfachen Rechenstab mit möglichst wenig Teilung wünscht, wird sich für die Rückseite des ARISTO-Scholar VS-2 entschieden haben, weil dort nur die Grundskalen C und D und eine Wiederholung derselben als versetzte Skalen CF und DF vorhanden sind. Bei den anderen Scholar-Rechenstäben befinden sich die Grundskalen C und D nur auf der Vorderseite. Zunächst wird ausschließlich mit diesen Grundskalen gerechnet.

3. Multiplikation

Zwei Strecken der Rechenstabskalen werden addiert.

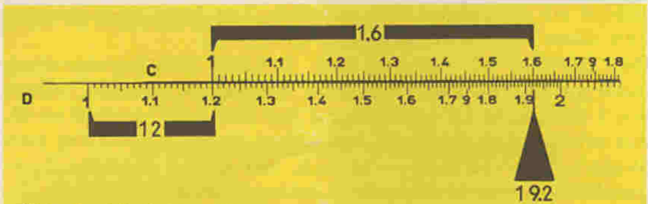


Abb. 8 $12 \cdot 1{,}6 = 19{,}2$

Die Strecke von 1 bis 12 auf Skala D und die Strecke von 1 bis 1,6 der Skala C werden durch Aneinanderreihung graphisch addiert, wenn die 1 der Skala C über die 12 der Skala D gestellt wird. Unter der 1,6 von Skala C steht dann das Ergebnis 19,2 in Skala D. Die schwarzen Balken der Abb. 8 verdeutlichen die beiden Strecken und die Keilspitze gibt das Ergebnis an.

Wenn bei dem folgenden Beispiel $8 \cdot 7 = 56$ der in Abb. 8 angegebene Weg nicht zum Ziele führt, weil die Zunge so weit aus dem Rechenstab herausgezogen werden muß, daß die Skala D für die Ablesung des Ergebnisses nicht ausreicht, dann wird der Wert 8 mit dem rechten Ende 10 der Skala C eingestellt. Damit stände auch der Anfang von C über einem Wert 8, wenn man sich die Skala D noch einmal nach links wiederholt angetragen vorstellt. Zu diesem nur vorgestellten Wert wird dann die Strecke 7 addiert.

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

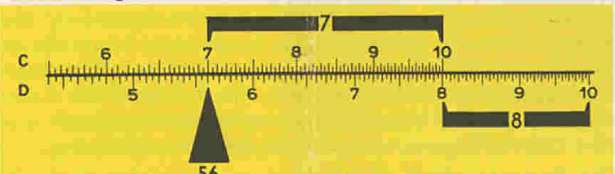


Abb. 9 $8 \cdot 7 = 56$

Die schwarzen Balken der Abb. 9 sind nicht ganz korrekt, weil sie eigentlich die Reststücke bis zur Zahl 10 darstellen, aber sie zeigen die tatsächliche Einstellung und das Ergebnis deutlicher an als eine korrekte Darstellung.

Wir wählen deshalb in den folgenden Abbildungen eine sehr übersichtliche Kennzeichnung. Zwei Dreiecke geben die Anfangseinstellung der Zunge bzw. des Läufers an, die angeschriebenen Werte werden eingestellt. Jeder weitere Rechenschritt ist durch einen Strich gekennzeichnet. Der Punkt zeigt mit seiner Beschriftung das Ergebnis an.

4. Multiplikation mit den Skalen CF und DF

(Nur beim ARISTO-Scholar VS-2)

Die Skalen CF und DF haben im Grunde die gleichen Eigenschaften wie die Skalen C und D mit dem einen Unterschied, daß sie seitlich gegen die Grundskalen verschoben sind. Die 1 rückt dabei ungefähr in die Mitte des Stabes und ist zugleich Anfang und Ende der Skala. Rechts von der 1 wiederholt sich der Anfang der Grundskalen, und der Teil links der 1 entspricht dem Ende der Grundskalen. Aus zwei aufeinanderfolgenden gleichen Grundskalen ist sozusagen der mittlere Teil herausgeschnitten und über den Grundskalen angeordnet.

Das Beispiel $12 \cdot 1{,}6$ der Abb. 8 kann selbstverständlich auch mit den Skalen CF und DF gerechnet werden, indem die 1 der Skala CF unter die 12 der Skala DF gestellt wird. Als erstes wird deutlich, daß damit auch der Anfang von Skala C über 12 in D steht, d. h. wir haben dieselbe Zungenstellung wie in Abb. 8.

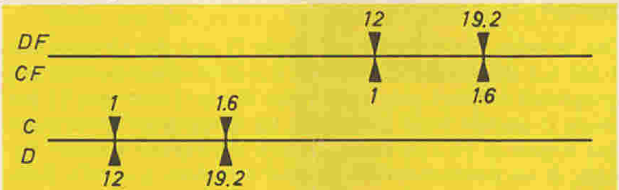


Abb. 10 Gleiche Ablesungen in den Skalen C/D und CF/DF

13.1 Potenzen

Zwei Strecken werden ähnlich wie beim Multiplizieren addiert. Der Basiswert auf der Exponentialskala LL wird über die 1 oder 10 der Körperskala D gestellt. Nach Einstellung des Läufers über dem Exponenten auf der Körperskala D kann das Ergebnis auf der entsprechenden Exponentialskala abgelesen werden.

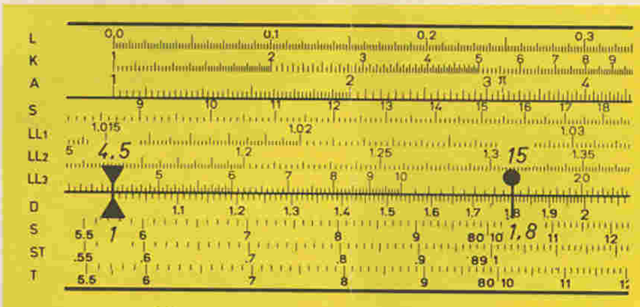


Abb. 24 $4{,}5^{1{,}8} = 15$

Diese Einstellung ist gleichzeitig Tabellenstellung für alle Potenzen der Basis 4,5. Wenn die Exponenten < 1 werden, liest man das Ergebnis auf den benachbarten Skalen ab, z. B. $4{,}5^{0{,}18} = 1{,}311$ (LL2), $4{,}5^{0{,}018} = 1{,}02745$ (LL1).

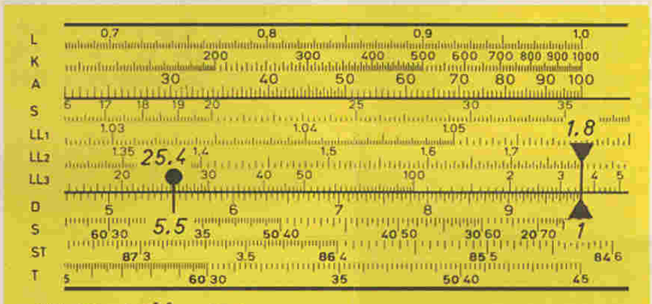


Abb. 25 $1{,}8^{5{,}5} = 25{,}4$

1,8 in Skala LL2 über das Ende der Skala D stellen und das Ergebnis auf Skala LL3 ablesen. Dieser Skalenwechsel bei der Ablesung ist stets notwendig, wenn die Basis über dem Körperende eingestellt wird, denn das Ergebnis kann nicht kleiner werden als die Basis, solange der Exponent > 1 ist.

Man beachte: Die Exponentialskalen sind Stellenwertskalen, d. h. ihr Dezimalwert entspricht der angeschriebenen Bezifferung und ist nicht wie bei den Grundskalen veränderlich. Das Ergebnis des obigen Beispiels kann daher nur 25,4, nicht etwa 2,54 oder 254 heißen.

13.2 Zinseszins

Ein Kapital von DM 1500,— soll in der Zeit von $n = 1{,}5$ Jahren mit $p = 2\%$ verzinst werden, wie groß ist der Aufzinsungsfaktor q^n und das Endkapital?

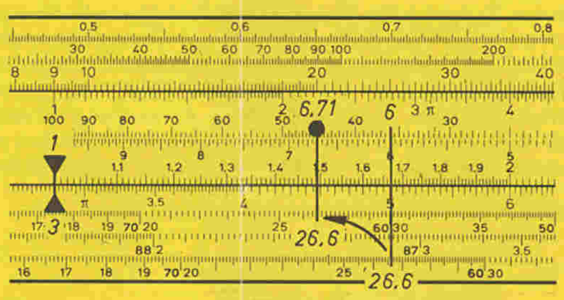


Abb. 22 Die Katheten sind bekannt

$\tan\alpha = \frac{3}{6} = 3 \cdot \frac{1}{6}$. Man findet $\alpha = 26{,}6°$ auf Skala T unter 6 von Skala CI. Wird bei gleicher Zungeneinstellung der Läufer über 26,6° in Skala S gestellt, steht das Ergebnis $c = 6{,}71$ in Skala CI, denn aus $\sin\alpha = \frac{a}{c}$ folgt die Proportion

$\frac{a}{1} = \frac{\sin\alpha}{1/c}$. $\qquad \beta = 90° - 26{,}6° = 63{,}4°$.

12. Die Mantissenskala L

Die Skala L gibt wie eine Logarithmen-Tafel nur die Mantissen an.

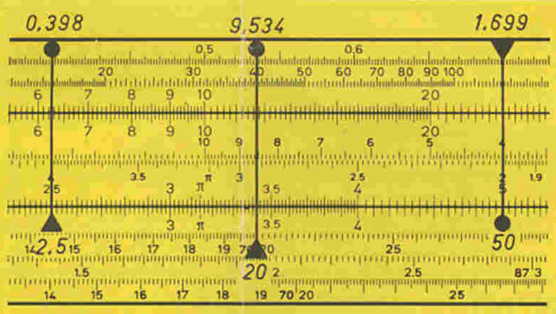


Abb. 23 Dekadische Logarithmen
a) lg 2,5 = 0,3980 b) lg sin 20° = 9,5340 − 10
c) num 1,6990 = 50

13. Die Exponentialskalen LL1, LL2 und LL3
(Nur beim ARISTO-Scholar LL)

Auf der Zungenrückseite des ARISTO-Scholar LL (Abb. 3) befindet sich eine dreiteilige Exponentialskala LL1, LL2 und LL3, beziffert von 1,01 bis 50000. Innerhalb dieses Bereiches können beliebige Potenzen, Wurzeln und Logarithmen berechnet werden. Zum Gebrauch dieser Skalen wird die Zunge umgesteckt.

Zweitens kann das Ergebnis der Multiplikation $12 \cdot 1{,}6 = 19{,}2$ entweder mit den Skalen C und D oder mit CF und DF berechnet werden.

Auch das zweite Beispiel $8 \cdot 7 = 56$ gibt, wenn mit CF und DF gerechnet wird, wieder die gleiche Einstellung wie in Abb. 9. Somit erübrigt sich beim Beginn einer Multiplikation mit CF und DF die Überlegung, ob die erste Einstellung mit dem Zungenanfang oder -ende vorgenommen werden soll.

Übungsbeispiele: $18 \cdot 0{,}285 = 5{,}13$ (auf D)
$18 \cdot 7{,}8 = 140{,}4$ (auf DF)

Sehr vereinfacht werden Multiplikationen mit dem Faktor π, denn π steht in den Skalen CF und DF über der 1 in C und D als ständige, mit dem Rechenstab verbundene, Multiplikationseinstellung. Wird z. B. der Durchmesser 65 mm eines Kreises in D eingestellt, so kann unter dem Läuferstrich in DF der Kreisumfang 204 mm abgelesen werden. In der umgekehrten Ableserichtung erhält man den Durchmesser aus dem Umfang.

5. Division

Zwei Strecken werden subtrahiert (Umkehrung der Multiplikation).

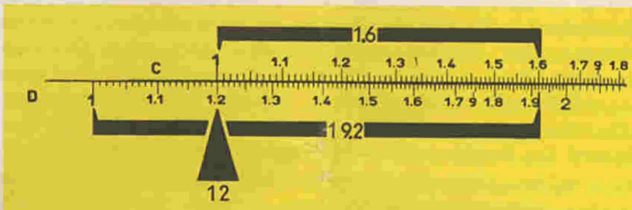


Abb. 11 $\frac{19{,}2}{1{,}6} = 12$

Werden für eine Division der Zähler in D und der Nenner in C einander gegenübergestellt, kann das Ergebnis entweder gegenüber dem Zungenanfang 1 oder dem Zungenende 10 in Skala D abgelesen werden.

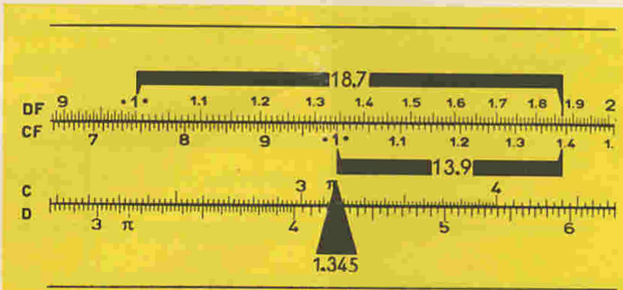


Abb. 12 $\frac{18{,}7}{13{,}9} = 1{,}345$

Die Division mit den versetzten Skalen CF und DF des ARISTO-Scholar VS-2 bringt den Vorteil, daß der Zähler wie bei der Bruchschreibweise oben in Skala DF und der Nenner darunter in CF eingestellt wird. Das Ergebnis steht sowohl in Skala DF als auch in D gegenüber der entsprechenden 1 in CF bzw. C.

Übungsbeispiele:

$894 : 31 = 28{,}84$	Überschlag: $900 : 30 = 30$
$42 : 53 = 0{,}7925$	Überschlag: $40 : 50 = 0{,}8$

6. Vereinigte Multiplikation und Division

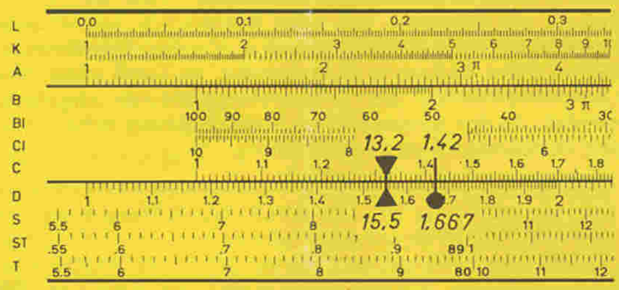


Abb. 13 $\frac{15{,}5}{13{,}2} \cdot 1{,}42 = 1{,}667$

Grundsatz: Zuerst dividieren, dann multiplizieren ohne Ablesen des Zwischenergebnisses. Nach der Division steht die Zunge immer in der Ausgangsstellung für eine anschließende Multiplikation. Häufig wird jedoch ein „Durchschieben" der Zunge erforderlich, wodurch der Vorteil des Beginns mit der Division verlorengeht.

Beim Rechnen mit dem ARISTO-Scholar VS-2 wird in einem solchen Fall ohne „Durchschieben" der Zunge mit den Skalen CF und DF weitergerechnet. Noch besser wird die Division mit CF und DF begonnen und im Bedarfsfalle mit C und D weitergeführt.

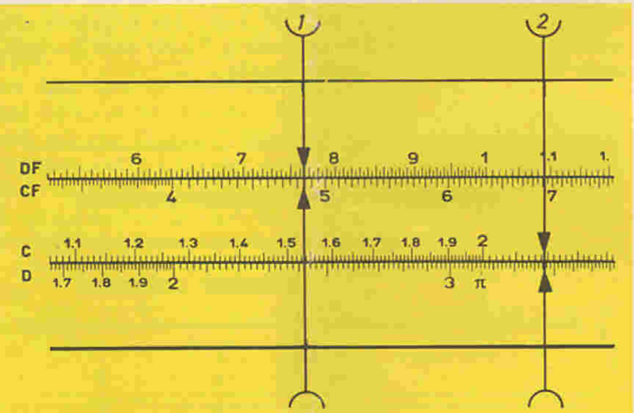


Abb. 14 $\frac{76{,}4}{4{,}85} \cdot 2{,}19 = 34{,}5$

versetzte Grundskala mit Winkelbezifferung ist. Über ihrem Teilstrich für 1° befindet sich in Skala D die Marke $\pi/180 = 0{,}01745$. Stellt man die 1 der Skala C über diesen Wert, dann findet man zu jedem in Skala C eingestellten Winkel wiederum das Radiantmaß bzw. die gesuchte Winkelfunktion in Skala D. Diese Anmerkung ist wichtig für Rechenstäbe ohne ST-Skala. Die entsprechenden Marken in den Skalen C und CI ermöglichen zusätzlich Multiplikationen und Divisionen mit $\frac{\pi}{180}$ bzw. $\frac{180}{\pi}$.

11. Dreiecksberechnungen

Der Sinussatz $\frac{a}{\sin\alpha} = \frac{b}{\sin\beta} = \frac{c}{\sin\gamma}$ ist ein Muster für die Anwendung des Proportionsprinzips (vgl. Kap. 7). Wenn sich z. B. der Winkel α in Skala S und seine gegenüberliegende Seite a in Skala C gegenüberstehen, genügt diese eine Zungeneinstellung, um alle weiteren Stücke des Dreiecks ablesen zu können.

Für den Sonderfall des rechtwinkligen Dreiecks wird $\sin 90° = 1$, und wegen $\sin\alpha = \cos\beta$ und $\sin\beta = \cos\alpha$ gilt die Proportion:

$$\frac{c}{1} = \frac{a}{\sin\alpha} = \frac{b}{\sin\beta} = \frac{a}{\cos\beta} = \frac{b}{\cos\alpha}$$

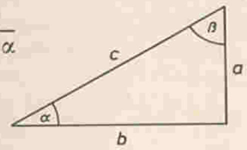


Abb. 20

Beispiel:

Gegeben: c = 5 a = 3

Gesucht: b, α, β

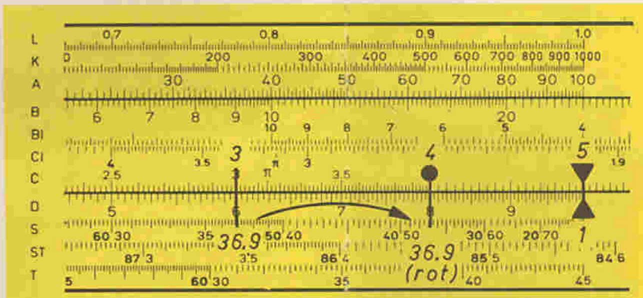


Abb. 21 Die Hypotenuse ist bekannt

Wert c = 5 der Skala C über das Ende der Skala D stellen, dann den Läufer über a = 3 in Skala C schieben und den Winkel $\alpha = 36{,}9°$ der Skala S entnehmen. Zunge unverändert stehen lassen und den Läufer auf 36,9° der roten Bezifferung der Skala S stellen. Dann kann mit der schwarzen Bezifferung $\beta = 90° - 36{,}9° = 53{,}1°$ abgelesen werden, und in Skala C ist die dem Winkel β gegenüberliegende Seite b = 4 eingestellt. Alle Variationen dieser Aufgabe werden ähnlich gelöst, nur wenn beide Katheten gegeben sind, wird wie folgt gerechnet:

Beispiel:

Gegeben: a = 3 b = 6 Gesucht: c, α, β

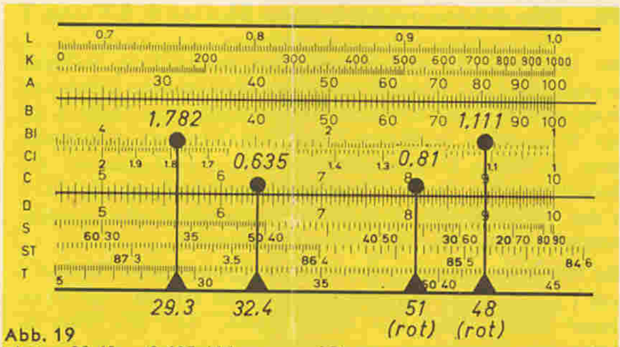


Abb. 19
a) tan 32,4° = 0,635 Ablesung auf D
b) tan 48° = 1,111 Ablesung auf CI mit Grundstellung der Zunge
c) cot 29,3° = 1,782 Ablesung auf CI mit Grundstellung der Zunge
d) cot 51° = 0,810 Ablesung auf D

Eine Farbregel ist wieder wertvoll:

Gleiche Farben für Einstellung und Ablesung geben den Tangens, ungleiche Farben den Kotangens des eingestellten Winkels.

Für **kleine Winkel** gilt:
$\sin\alpha \approx \tan\alpha \approx \cos(90^\circ - \alpha) \approx \cot(90^\circ - \alpha) \approx \alpha$ rad

Zur Bestimmung des Sinus und Tangens der Winkel $0{,}55^\circ < \alpha < 6^\circ$ wird der Winkel in Skala ST eingestellt und der Funktionswert wieder in D abgelesen, aber mit 0,0 . . . beginnend, denn sie zählt diesmal von 0,01 bis 0,1.

Die Einstellung der Winkel $84^\circ < \alpha < 89{,}45^\circ$ zur Ermittlung der Kofunktionen wird durch die rückläufige rote Bezifferung erleichtert.

Beispiele: $\sin 1^\circ = 0{,}01745$ $\quad \cos 87^\circ = 0{,}0523$
$\tan 2^\circ = 0{,}0349$ $\quad \cot 86{,}3^\circ = 0{,}0646$

Die Kosinuswerte für Winkel $< 5{,}7^\circ$ und entsprechend die Sinuswerte für Winkel $> 84{,}3^\circ$ können mit den Skalen S und D nur ungenau ermittelt werden. Genauere Werte gibt die Näherung:

$$\cos\alpha \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2} \quad (\alpha \text{ im Bogenmaß})$$

$$\cos 1^\circ \approx 1 - \frac{0{,}01745^2}{2} = 1 - 0{,}000152 = 0{,}999\,848.$$

Über der Winkeleinstellung in Skala ST steht in der Skala A bereits α^2 im Bogenmaß, dieser Wert wird mit Hilfe von B durch 2 geteilt. Für das Aufsuchen des Winkels zu einem Kosinuswert muß man den umgekehrten Weg gehen.

Die Skala ST ist im Radiantmaß geteilt, jedoch im Gradmaß beziffert, somit besteht zwischen den Skalen ST und D die Wechselbeziehung Gradmaß ←→ Radiantmaß. Wegen der dezimalen Unterteilung der Winkelskala können nicht nur die angeschriebenen Winkel vom Gradmaß ins Radiantmaß umgerechnet werden, sondern auch deren dezimale Variationen.

Beispiele: $5^\circ \mathrel{\hat{=}} 0{,}0872$ rad $\quad 50^\circ \mathrel{\hat{=}} 0{,}872$ rad
$0{,}5^\circ \mathrel{\hat{=}} 0{,}00872$ rad $\quad 57{,}3 \mathrel{\hat{=}} 1$ rad

Erläuternd sei bemerkt, daß die Skala ST eine um $\pi/180$

7. Proportionen und Tabellen

Proportionen lassen sich mit dem Rechenstab besonders einfach und übersichtlich rechnen. Die Trennungslinie zwischen dem Körper und der Zunge des Rechenstabes gilt dabei gleichsam als Bruchstrich der Proportion. Alle Dreisatzaufgaben führen normalerweise zu den Aufgaben des Kapitels 6, die aber viel besser als Proportion geschrieben werden.

$$\frac{6{,}5}{8{,}75} = \frac{4{,}05}{?} = \frac{\text{kg}}{\text{DM}}$$

Diese Proportion kann etwa bedeuten: 6,5 kg einer Ware kosten DM 8,75. Wieviel kosten 4,05 kg?

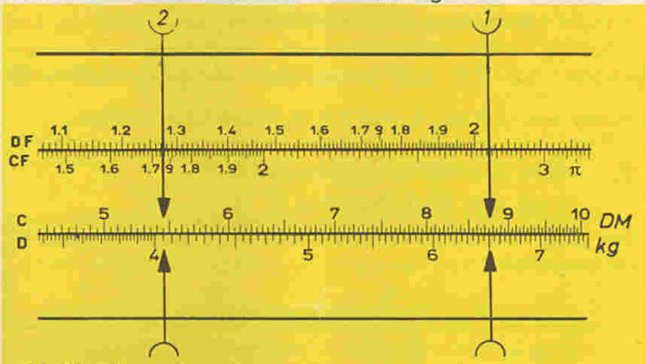


Abb. 15 Proportion

Mit der Einstellung des ersten Verhältnisses 6,5 in D und 8,75 in C stehen sich auch weitere Verhältnisse unmittelbar gegenüber, so daß beliebige kg-Preise dieser Ware zur Aufstellung von Tabellen abgelesen werden können. In den Skalen CF und DF des ARISTO-Scholar VS-2 kann mit der gleichen Einstellung (ohne Durchschieben) auch abgelesen werden: 9,8 kg kosten DM 13,20 usw. Wegen dieser einfachen Rechenweise ist bei etwas unübersichtlichen Rechenaufgaben stets die Proportionsform anzustreben.

8. Die Kehrwertskalen CI und BI

Die Kehrwertskalen CI und BI entsprechen den Skalen C und B mit dem Unterschied, daß die Teilung von rechts nach links geht und deshalb rot beziffert ist. Die Kehrwertskala CI gibt die Kehrwerte zu Einstellungen in der Grundskala C, entsprechend gibt die Skala BI die Kehrwerte zu Einstellungen der Skala B an.

Befindet sich der Läuferstrich über der 5 in Skala C, dann steht darüber in Skala CI der Wert $\frac{1}{5} = 0{,}2$, aber auch unter der 5 der Skala CI steht 0,2 in Skala C. Für die Anwendung ist zu beachten:

Für $\frac{4}{5}$ kann man schreiben $4 \cdot \frac{1}{5}$

und $4 \cdot 5$ ist das gleiche wie $4 : \frac{1}{5}$

Mit den Kehrwerten wird die Division in eine Multiplikation und umgekehrt die Multiplikation in eine Division umgewandelt.

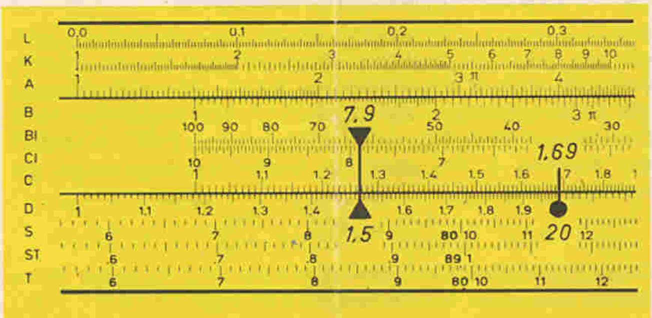


Abb. 16 Anwendung der Kehrwertskala

Beispiel: $1{,}5 \cdot 7{,}9 \cdot 1{,}69$ umwandeln in: $\dfrac{1{,}5}{1/7{,}9} \cdot 1{,}69 = 20$

Lösung wie in Kap. 6, nur 7,9 in Skala CI einstellen.

9. Die Quadratskalen A, B und die Kubikskala K

Übergang von Skala D nach A bzw. K (oder C nach B) und umgekehrt.

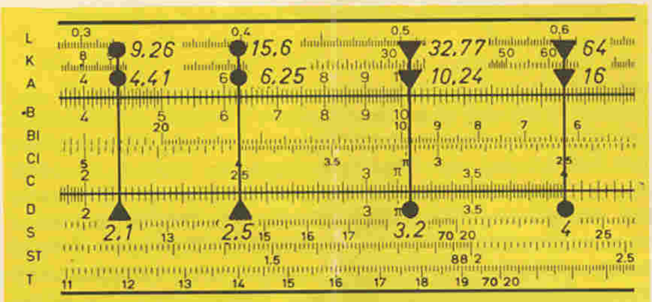


Abb. 17 Potenzen und Wurzeln

a) $2{,}1^2 = 4{,}41$	$2{,}1^3 = 9{,}26$
b) $\sqrt{16} = 4$	$\sqrt[3]{64} = 4$
c) $2{,}5^2 = 6{,}25$	$2{,}5^3 = 15{,}6$
d) $\sqrt{10{,}24} = 3{,}2$	$\sqrt[3]{32{,}77} = 3{,}2$

Die Kommastellung ergibt sich aus einer Überschlagsrechnung. Beim Wurzelziehen ist es vorteilhaft, Zehnerpotenzen abzuspalten, um Zahlenwerte zu erhalten, die im Bereich der Skalenbezifferung von A, B und K liegen.

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

$$\sqrt[3]{0{,}03277} = \sqrt[3]{\frac{32{,}77}{1000}} = \frac{1}{10}\sqrt[3]{32{,}77} = \frac{1}{10}3{,}2 = 0{,}32$$

In welchem Bereich der Läufer eingestellt werden muß, ergibt sich aus der Bezifferung der Skalen.
Wie mit den Skalen C und D kann auch mit A und B multipliziert und dividiert werden, nur ist die Genauigkeit geringer.

10. Die trigonometrischen Skalen S, ST und T

Die Skalen S, ST und T geben in Verbindung mit den Grundskalen die trigonometrischen Funktionen Sinus und Tangens. Wird ein Winkel mit dem Läufer in Skala S für den Sinus oder in Skala T für den Tangens eingestellt, kann in Skala D der entsprechende Funktionswert abgelesen werden. Skala D zählt in diesem Falle von 0,1 bis 1. In der umgekehrten Ableserichtung wird zu einem gegebenen Funktionswert der Winkel gefunden.

Die Winkelbezifferung der dezimal unterteilten Skalen S und T gilt nur für die angeschriebenen Grade. Der Wert dieser Skalen liegt vor allem darin, daß bei trigonometrischen Berechnungen die Funktionswerte selbst nicht abgelesen werden müssen. Zunächst sollen jedoch einige Ableseübungen folgen:

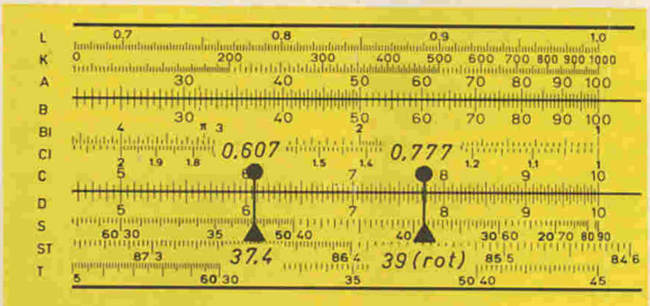


Abb. 18 a) $\sin 37{,}4° = 0{,}607$ (Läufer auf 37,4° in S stellen, Ergebnis 0,607 in D ablesen)
b) $\cos 39° = \sin (90° - 39°) = \sin 51° = 0{,}777$

Der Kosinus eines Winkels wird als Sinus des Komplementwinkels abgelesen. Da bei der Differenzbildung $90° - \alpha$ leicht Rechenfehler vorkommen, wird das rückläufige Abzählen empfohlen. Bei 90° mit Null beginnend wird die 80 als 10°, die 70 als 20° usw. gewertet. Zur Unterstützung dieser Methode haben ausgewählte Teilstriche der Skala S eine von rechts nach links laufende Bezifferung in roter Farbe erhalten. Für die Benutzung der Skala S gilt folgende Farbregel:

> Benutze für den Sinus die schwarze, für den Kosinus die rote Bezifferung der Skala S.

Die Tangensskala erreicht bei $\tan 45° = 1$ bereits das Ende der Skala D. Für Tangenswerte der Winkel $> 45°$ wird die gleiche Winkelteilung nach der Formel $\tan (90° - \alpha) = 1/\tan \alpha$ rückläufig benutzt. Man kann den Komplementwinkel ausrechnen oder mit Hilfe der roten Bezifferung rückläufig abzählen. Da aber in Skala D der Tangens abgelesen wird, steht der Kehrwert $1/\tan \alpha$ in der Skala CI und zählt von 1 bis 10 (Zunge in Grundstellung).

Wer das Ablesen der Tangensfunktion beherrscht, kann auch leicht die Kotangenten ablesen, die nach der Formel $\cot \alpha = 1/\tan \alpha$ die reziproken Werte des Tangens sind. Demzufolge werden die Kotangenten für Winkel $< 45°$ in Skala CI und für Winkel $> 45°$ in Skala D abgelesen.