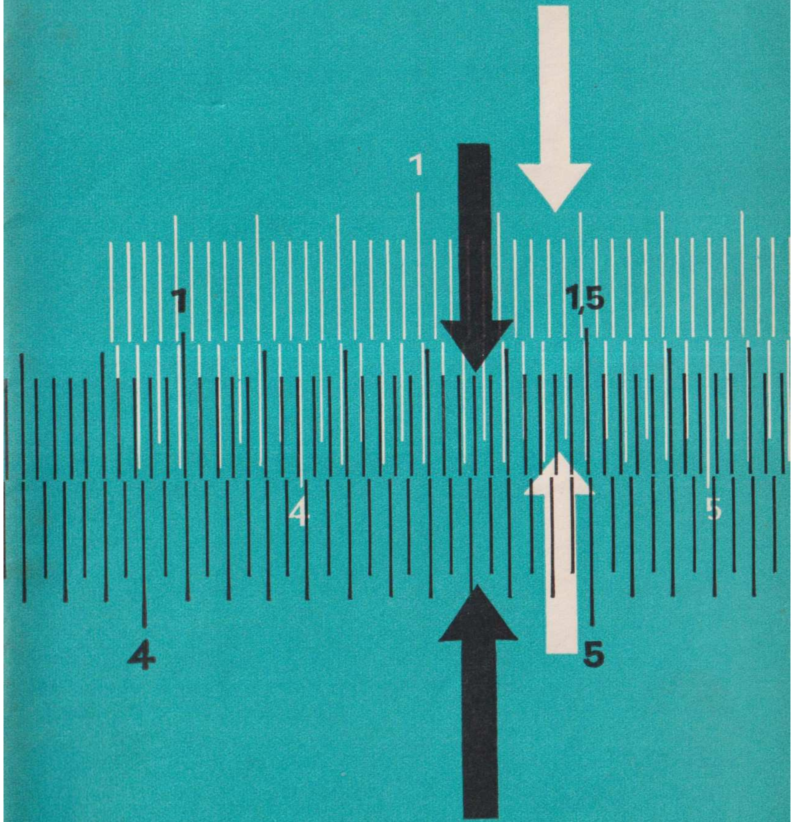
Rechenstab REISS DARMSTADT



Gebrauchsanleitung

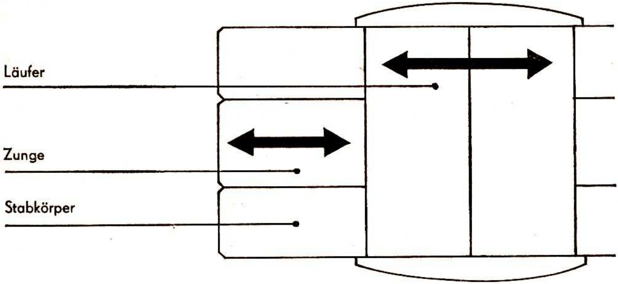
Gebrauchsanleitung

zum Rechenstab

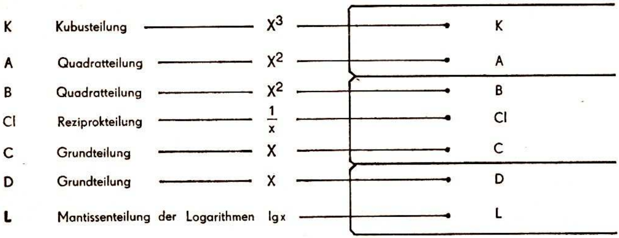
„REISS-Darmstadt“

VEB Meß- und Zeichengerätebau Bad Liebenwerda

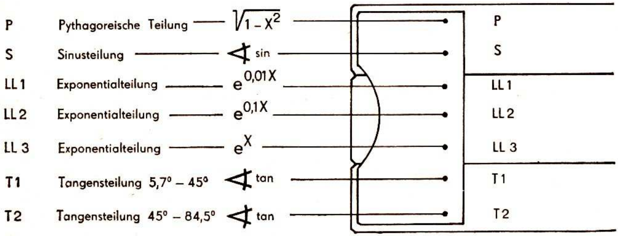
1


Läufer
Zunge
Stabkörper

2


K Kubusteilung x^3 K
A Quadratteilung x^2 A
B Quadratteilung x^2 B
CI Reziprokteilung $\frac{1}{x}$ CI
C Grundteilung x C
D Grundteilung x D
L Mantissenteilung der Logarithmen lg x L

3


P Pythagoreische Teilung $\sqrt{1-x^2}$ P
S Sinusteilung $\sphericalangle$ sin S
LL 1 Exponentialteilung $e^{0{,}01x}$ LL 1
LL 2 Exponentialteilung $e^{0{,}1x}$ LL 2
LL 3 Exponentialteilung e^{x} LL 3
T 1 Tangensteilung 5,7° – 45° $\sphericalangle$ tan T 1
T 2 Tangensteilung 45° – 84,5° $\sphericalangle$ tan T 2

Bearbeitet von Ing. Artur Ewert

Inhaltsangabe

1. Vorbemerkungen

1.1. Zur Einführung

Der Rechenstab ist in über dreihundertjähriger Entwicklung zum selbstverständlichen Rüstzeug Berufstätiger geworden.

Die Meinung, daß man mathematisch vorgebildet sein müsse, um einen Rechenstab richtig zu bedienen, hat sich glücklicherweise nicht durchgesetzt. Wenn Sie diese Gebrauchsanleitung eifrig lesen und Rechenversuche mit dem „REISS-Darmstadt" machen, werden Sie die notwendige Übung erwerben und Ihren neuen Helfer bei der Berufsarbeit nicht mehr missen wollen.

Der Rechenstab ist keine Rechenmaschine. Er bringt Ihnen aber den Vorteil großer Schnelligkeit und Arbeitserleichterung. Wie die Erfahrung lehrt, ist die Rechengenauigkeit praktisch ausreichend.

Wir wünschen Ihnen viel Freude und Erfolg beim Arbeiten mit dem Kunststoff-Rechenstab „REISS-Darmstadt".

1.2. Anwendungsgebiet

Der Rechenstab „REISS-Darmstadt" ist der geeignete Rechenstab für alle Techniker und Ingenieure, die höhere Ansprüche stellen, als sie beispielsweise mit dem System „Rietz" zu erfüllen sind.

Durch die Exponentialteilungen und die pythagoreische Teilung ist die Anwendung des Rechenstabes außerordentlich vielseitig, insbesondere auch für die Fachrichtungen Elektrotechnik und Statik. Das Bestimmen des Tangens oder gar des Cotangens bei Winkeln über 45° machte manchem bisher besondere Schwierigkeiten bei Rechenstäben mit nur einer Tangensteilung. Die Einführung der zweifachen Tangensteilung erleichtert das Rechnen mit dem Tangens bedeutend.

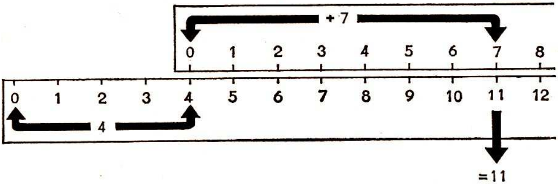
1.3. Aufbau des Rechenstabes „REISS-Darmstadt"

Wie jeder normale Rechenstab besteht auch „REISS-Darmstadt" aus drei Teilen: dem Stabkörper, der verschiebbaren Zunge und dem Läufer.

1.4. Aufbau der logarithmischen Teilungen

Fügt man Zahlenwerte linearer Teilungen, z. B. auf Zentimeterstäben, aneinander, kann man auf einfache mechanische Weise addieren, es entsteht eine Summe $4 + 7 = 11$. (Siehe Bild 4)

4



Wären die beiden Werte Faktoren einer Multiplikationsaufgabe, dann käme man auf diesem Wege niemals zu einem Resultat. Die Zahlenreihen (Teilungen) unseres Rechenstabes sind daher anders aufgebaut.

Aus der Logarithmenrechnung ist bekannt, daß man bei Multiplikationsaufgaben die Logarithmen der Faktoren addiert und den Numerus als Ergebnis aufsucht. Dadurch wird aus einer Multiplikations- eine Additionsaufgabe, die sich jetzt nach dem beschriebenen Verfahren des Aneinanderfügens erledigen läßt.

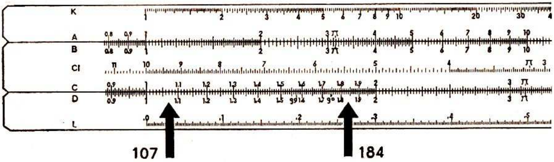
Dieses System ist auch dem Rechenstab zugrundegelegt.

Aus dem logarithmischen Prinzip ergibt sich, daß die Abstände zwischen den Werten der Zahlenreihe nach oben hin kleiner werden. Aus Gründen des Platzbedarfes und der Übersichtlichkeit wegen ergeben sich dadurch bei den Grundteilungen C, D und CI drei verschiedene Strichanordnungen. **Diese verschiedenartige Strichdarstellung muß beim Ablesen genau beachtet werden!**

a) **Der Bereich von 1 bis 2**

Sämtliche Zehntel sind vorhanden und beschriftet. Dazwischen liegen alle Hundertstel, von denen $^5/_{100}$ einen etwas längeren Strich erhalten haben (siehe Bild 5).

5

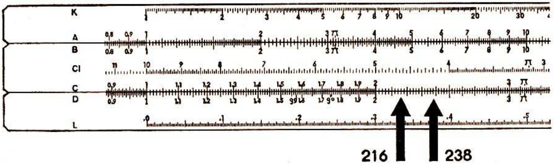


b) **Der Bereich von 2 bis 4**

Die vorhandenen Zehntel sind aus Platzmangel nicht mehr beschriftet. $^5/_{10}$ haben einen etwas längeren Strich. Von den Hundertsteln sind nur noch die geradzahligen mit einem Strich bezeichnet. Die dazwischenliegenden ungeraden Hundertstel müssen geschätzt werden.

(Siehe Bild 6)

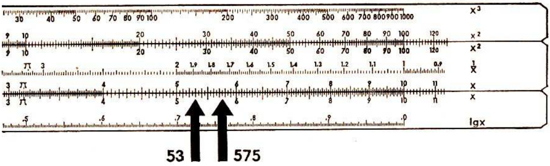
6



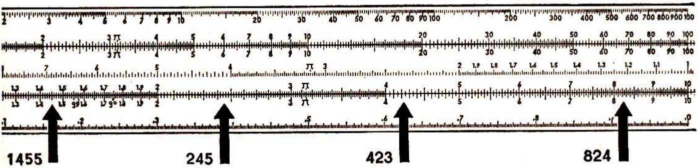
c) **Der Bereich von 4 bis 10**

Die Abstände werden immer geringer. Die Zehntel lassen sich noch wie von 2 bis 4 darstellen, auch $^5/_{10}$ durch einen längeren Strich. Von den Hundertsteln ist dagegen nur noch ein Mittelstrich bei $^5/_{100}$ vorhanden (siehe Bild 7).

7



8



Im Bild 8 wird an 4 Beispielen das richtige Ablesen gezeigt, wenn ein Wert zwischen zwei Teilstrichen liegt.

Durch einige Übung wird man bald in der Lage sein, solche Zwischenwerte richtig einzustellen oder als Ergebnis abzulesen.

1.5. Anordnung der Teilungen auf dem Stab und ihre Bezeichnung

Internat. Bezeichnung	Mathemat. Symbol	Benennung	Lage
		Vorderseite	
K	x^3	Kubusteilung	Stabkörper oben
A	x^2	Quadratteilung	Stabkörper oben
B	x^2	Quadratteilung	Zunge oben
CI	$\frac{1}{x}$	Reziprokteilung	Zunge Mitte
C	x	Grundteilung	Zunge unten
D	x	Grundteilung	Stabkörper unten
L	lg x	Mantissenteilung der Logarithmen	Stabkörper unten
		Rückseite	
P	$\sqrt{1-x^2}$	pythagoreische Teilung	Stabkörper oben
S	$\sphericalangle$ sin	Sinusteilung	Stabkörper oben
LL_1	$e^{0,01\,x}$	Exponentialteilung	Zunge oben
LL_2	$e^{0,1\,x}$	Exponentialteilung	Zunge Mitte
LL_3	e^x	Exponentialteilung	Zunge unten
T_1	$\sphericalangle$ tan	Tangensteilung 5,7°...45°	Stabkörper unten
T_2	$\sphericalangle$ tan	Tangensteilung 45°...84,5°	Stabkörper unten

1.6. Lesen der Teilungsangaben

Aus der Besonderheit der Intervallbeschränkung ergibt sich, daß es für den Rechenstab im allgemeinen keine direkt ablesbare Stellenzahl, also kein Komma gibt. Die Zahlen können stellenmäßig verschiedene Bedeutung haben. So kann die 1 unter Umständen 10, 100, 1000 oder 10 000 bedeuten oder auch die Werte 0,1; 0,01 oder 0,001 annehmen. Diese Regelung gilt für die logarithmischen Teilungen A, B, C, CI, D und K. Ausnahmen bilden die Mantissenteilung der Logarithmen (siehe 2.13.) und die Winkelteilungen (siehe 4.), bei denen die Stellenzahl nach besonderen Regeln bestimmt wird. Bei ihnen ist der richtige Wert auf dem Stab angegeben. Abgesehen von diesen Sonderfällen werden wir beim Einstellen und Ablesen irgendwelcher Zahlen lediglich die Ziffernfolge betrachten. Ob es sich z. B. um die Werte 19,4; 194 oder 0,00194 handelt, wir stellen lediglich 1–9–4 ein.

Zur Erleichterung des Stabrechnens empfiehlt es sich dringend, die Ziffernfolge, die in den nachfolgenden Abschnitten durch die eben benutzte Strichverbindung angedeutet werden soll, auch beim **Lesen** von Rechenwerten anzuwenden. Größere Zahlen lassen sich schneller und sicherer einstellen. Fehler beim Ablesen des Resultats werden vermieden.

1.6.1. Beispiele:

$$\text{Bei}\quad \left.\begin{array}{r} 3{,}25 \\ 32{,}5 \\ 0{,}0325 \end{array}\right\}\ \text{lesen wir grundsätzlich 3–2–5,}$$

$$\text{bei}\quad \left.\begin{array}{r} 1{,}6 \\ 1600{,}0 \\ 0{,}00016 \end{array}\right\}\ \text{lesen wir grundsätzlich 1–6}$$

und stellen entsprechend ein.

2. Elementares Zahlenrechnen

2.1. Multiplikationen mit den Grundteilungen C und D

Von den beiden Faktoren einer Multiplikationsaufgabe wird der erste zunächst in D aufgesucht und mit dem Mittelstrich des Läufers festgehalten. Zum Ansetzen des zweiten Faktors bringen wir den Teilungs**anfang** von C ebenfalls unter den Läuferstrich, fahren anschließend mit dem Läufer über den zweiten Faktor auf C und lesen auf D das Produkt als Ergebnis ab. Kann nicht mehr abgelesen werden, weil es über die Teilung D hinausgeht, dann muß das Teilungs**ende** ‚10‘ von C über den ersten Faktor auf D gestellt und der zweite nach links gehend aufgesucht werden (Rückschlag). Wir werden den Rückschlag immer dann anwenden müssen, wenn das aus den vorderen Stellen beider Zahlen geschätzte Produkt größer als 10 wird. Wollten wir z. B. 314 und 526 multiplizieren, würde ‚Rückschlag‘ erfolgen müssen; denn 3 mal 5 ist 15.

Die Stellenzahl des Ergebnisses wird allgemein durch eine Überschlagsrechnung ermittelt. Für den, der außerdem eine einfache mechanische Regel sucht, sei die nachfolgende angegeben:

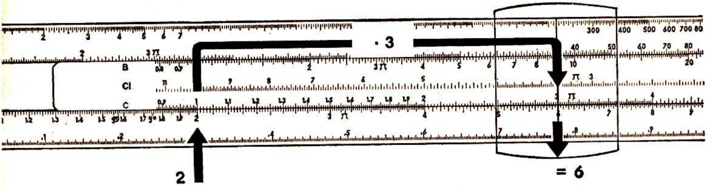
Sieht die Zunge nach Lösen der Aufgabe rechts heraus, dann hat das Produkt soviel Stellen vor dem Komma, wie beide Faktoren zusammen, abzüglich einer. Sieht sie links heraus, hat das Ergebnis soviel Stellen, wie beide Faktoren zusammen. Die Stellen nach dem Komma werden also niemals mitgezählt. Bei Anwendung dieser Regel ist zu beachten, daß die roten Überteilungen auf C und D nicht benutzt werden dürfen.

2.1.1. **Beispiel:** $2 \cdot 3 = ?$

Rechnungsgang:

1. Teilungsanfang ‚1' von C über den Faktor 2 auf D
2. Läuferstrich über den Faktor 3 auf C (siehe Bild 9)

9



3. Produkt unter dem zweiten Faktor auf D ablesen.

Ergebnis: $2 \cdot 3 = 6$

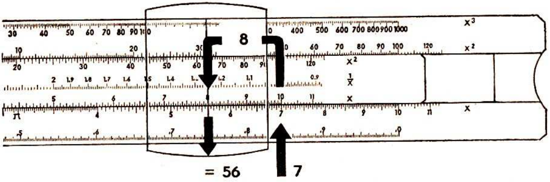
2.1.2. **Beispiel:** $7 \cdot 8 = ?$

Rechnungsgang:

1. Teilungsende ‚10' von C über den ersten Faktor 7 auf D (Rückschlag)
2. Läufer mit Läuferstrich über den zweiten Faktor 8 auf C

(Siehe Bild 10)

10



3. Produkt unter dem zweiten Faktor auf D ablesen

Ergebnis: $7 \cdot 8 = 56$

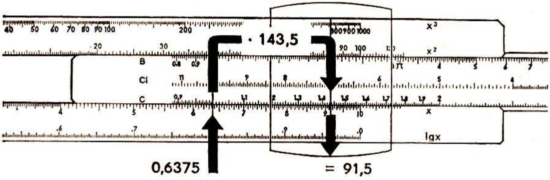
2.1.3. **Beispiel:** 0,6375 · 143,5 = ?

Rechnungsgang:

1. Läufer mit Läuferstrich oder auch sofort den Teilungsbeginn von C über 6–3–7–5 von D
2. Läuferstrich über den zweiten Faktor 1–4–3–5 auf C

(Siehe Bild 11)

11



3. Produkt unter dem zweiten Faktor auf D ablesen.

Ergebnis: 0,6375 · 143,5 = 91,5

2.1.4. **Beispiel:** 123 · 36 = ?

Rechnungsgang: wie zu 2.1.1. bis 2.1.3.

Ergebnis: Ziffernfolge 4–4–2–8

123 = 3-stellig
36 = 2-stellig
zus. 5-stellig
– 1, weil die Zunge rechts heraussah.

Das Ergebnis ist demnach 4-stellig und muß 4428 heißen.

2.1.5. **Beispiel:** 384 · 47,6 = ?

Rechnungsgang: wie zu 2.1.1. bis 2.1.3.

Ergebnis: Ziffernfolge 1–8–2–8

384 = 3-stellig
47,6 = 2-stellig (vor dem Komma)
zus. 5-stellig (Zunge sah links heraus)

Das Ergebnis ist demnach 5-stellig und muß 18280 heißen.

2.2. Mehrere Multiplikationen nacheinander

Besteht eine Aufgabe aus mehreren Faktoren, beispielsweise drei, dann wird das Produkt der ersten Multiplikation zum ersten Faktor der zweiten. Es wird in der üblichen Weise weitergerechnet, wobei das Zwischenergebnis nicht abgelesen zu werden braucht. Dagegen muß der Läufer mit dem Läuferstrich in jedem Falle auf das Zwischenergebnis gestellt werden.

2.2.1. **Beispiel:** Ein Wohnzimmer hat eine Länge von 5,10 m,
eine Breite von 4,20 m
und eine Höhe von 3,50 m.

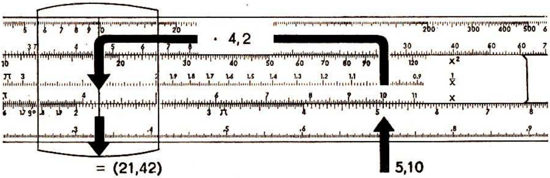
Wie groß ist der Luftraum?

Rechnungsgang:

1. Teilungsende ‚10' von C über 5–1 von D
2. Läuferstrich über den zweiten Faktor 4–2 auf C. Auf der Teilung D befindet sich jetzt unter dem Läuferstrich das Zwischenergebnis (2–1–4–2), das wir weder zu beachten noch abzulesen brauchen.

(Siehe Bild 12)

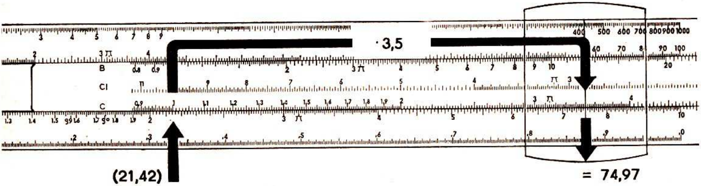
12



3. Teilungsbeginn ‚1' von C wird unter den Läuferstrich geführt
4. Läuferstrich über 3–5 von C

(Siehe Bild 13)

13



5. Der Teilung D entnehmen wir gleichzeitig das Ergebnis

Ergebnis: Abgelesene Ziffernfolge 7–4–9–7

Überschlagsrechnung: $5 \cdot 4 \cdot 4 = 80$
demnach $5{,}10 \cdot 4{,}20 \cdot 3{,}50 = 74{,}97$ m³

2.3. Division

Die Division ist die Umkehrung der Multiplikation. Deshalb wird auch die Einstellung in entgegengesetzter Reihenfolge vorgenommen.

Auch bei der Division muß die Stellenzahl des Ergebnisses geschätzt werden. Für den, der wieder eine einfache mechanische Regel sucht, sei die nachfolgende als Umkehrung der Multiplikationsregel angegeben.

Sieht die Zunge nach dem Einstellen der Aufgabe **rechts** heraus, dann hat der Quotient soviele Stellen vor dem Komma, wie die Differenz **Stellenzahl des Dividenden minus Stellenzahl des Divisors plus eins** beträgt. Sieht die Zunge **links** heraus, dann hat das Ergebnis soviele Stellen vor dem Komma, wie die Differenz **Stellenzahl des Dividenden minus Stellenzahl des Divisors** beträgt. Die Stellen nach dem Komma werden niemals mitgezählt. Bei Anwendung dieser Regel ist zu beachten, daß die roten Überteilungen auf C und D nicht benutzt werden dürfen.

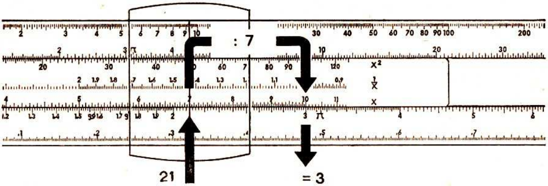
2.3.1. **Beispiel:** 21 : 7 = ?

Rechnungsgang:

1. Läuferstrich über den Dividenden 2–1 auf D
2. Divisor 7 auf C mit Läuferstrich über 2–1 von D
3. Läuferstrich über das eingezogene Teilungsende 10 von C

(Siehe Bild 14)

14



4. Auf D wird unter dem Läuferstrich das Ergebnis abgelesen

Ergebnis: 21 : 7 = 3

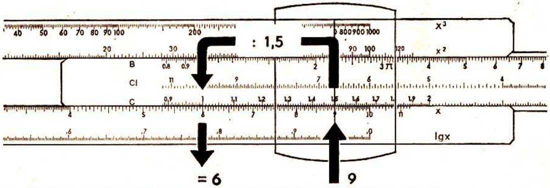
2.3.2. **Beispiel:** 9 : 1,5 = ?

Rechnungsgang:

1. Läuferstrich über 9 von D
2. 1–5 von C unter den Läuferstrich

(Siehe Bild 15)

15



3. Läufer mit Läuferstrich über den Teilungsanfang von C
4. Auf D wird unter dem Läuferstrich das Ergebnis abgelesen

Ergebnis: 9 : 1,5 = 6

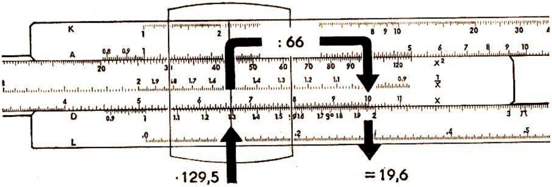
2.3.3. Beispiel: $\frac{129{,}6}{6{,}6} = ?$

Rechnungsgang:

1. Läuferstrich über 1–2–9–5 von D
2. 6–6 von C unter den Läuferstrich

(Siehe Bild 16)

16



3. Läuferstrich über das Teilungsende von C
4. Auf D kann unter dem Läuferstrich das Ergebnis abgelesen werden.

Ergebnis: Ziffernfolge: 1–9–6

geschätzt: 140 : 7 = 20

demnach $\frac{129{,}5}{6{,}6} = 19{,}6$

2.4. **Multiplikation und Division vereinigt**

Die günstigste Art zu rechnen soll im nachfolgenden Beispiel erläutert werden.

Wir beginnen immer mit der Division und lassen abwechselnd Multiplikation und Division folgen. Dabei ergibt sich in den meisten Fällen eine günstige Zungeneinstellung für den nachfolgenden Faktor. Die Erfahrung lehrt, daß diese Art am schnellsten zum Ergebnis führt.

2.4.1. **Beispiel:**

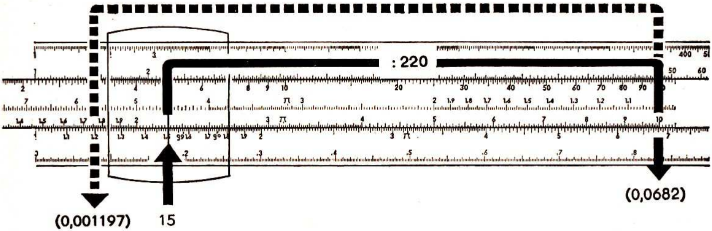
$$\frac{15 \quad 0{,}01755 \quad 1280}{\underset{220}{\downarrow\ \uparrow} \qquad \underset{0{,}04}{\downarrow\ \uparrow}} = ?$$

Rechnungsgang:

1. Läuferstrich über 1–5 von D
2. 2–2 von C unter den Läuferstrich. Der Zwischenwert (6–8–2), den wir nicht abzulesen brauchen, befindet sich unter dem Teilungsende von C auf D. Wir beobachten, daß die Zunge eine günstige Voreinstellung für den folgenden Faktor hat.
3. Läuferstrich über 1–7–5–5 von C

(Siehe Bild 17)

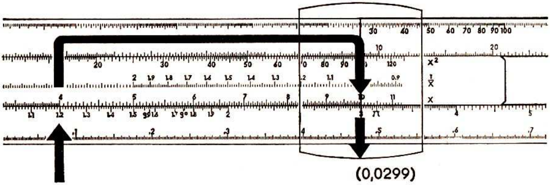
17



4. Wir haben mit dem zweiten Faktor des Zählers multipliziert, brauchen aber das Zwischenergebnis (1–1–9–7) auf D nicht abzulesen
5. ‚4' von C unter den Läuferstrich. Läuferstrich über das Teilungsende von C.

(Siehe Bild 18)

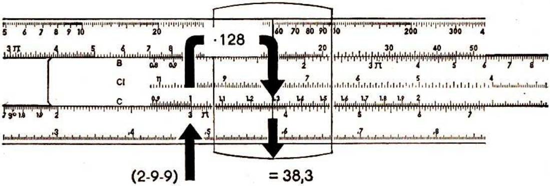
18



6. Auf D befindet sich das Zwischenergebnis (2–9–9), das wieder nicht abgelesen wird.
7. Zunge mit dem Teilungsanfang von C unter den Läuferstrich
8. Läuferstrich über 1–2–8 von C.

(Siehe Bild 19)

19



9. Auf D kann das Ergebnis 3–8–3 abgelesen werden.

Ergebnis:

$$\frac{15 \cdot 0{,}01755 \cdot 1280}{220 \cdot 0{,}04} = 38{,}3$$

2.5. Verhältnisrechnen und Tabellenbilden mit den Grundteilungen C und D

Ein wichtiges Gebiet des Rechenstab-Rechnens ist das Verhältnisrechnen. Seine einfache und schnelle Art der Durchführung auf dem Rechenstab ergibt sich aus der Anordnung logarithmischer Teilungen. Bei jeder Einstellung der Zunge beobachten wir, daß sich alle gegenüberstehenden Zahlenwerte von z. B. C und D in einem gleichen Verhältnis befinden, wie die Werte am Teilungsanfang oder -ende von C. Bilden wir mit dem Zungenanfang von C über der 2 von D das Zahlenverhältnis $\frac{1}{2}$, dann finden wir fortlaufend die Verhältnisse $\frac{2}{4}$, $\frac{3}{6}$, $\frac{4}{8}$ usw. $= \frac{1}{2}$ mit allen Zwischenwerten. Man macht von dieser Tatsache z. B. beim Tabellenbilden regen Gebrauch.

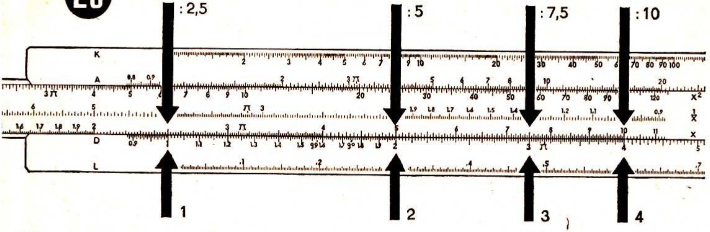
Bei der Aufstellung von Verhältnissen stellt die Trennfuge zwischen der Grundteilung C auf der Zunge und der Grundteilung D auf dem Stabkörper, wie in unserem Beispiel $\frac{1}{2}$, gewissermaßen den Bruchstrich dar. Durch Verschieben des Läufers können beliebig viele gleichartige Verhältnisse aufgesucht werden. Diese Theorie ist anschaulich und richtig. Würde man sich aber von vornherein daran gewöhnen, **umgekehrt zu verfahren,** den Zähler des Bruches in die D-Teilung und den Nenner in die C-Teilung zu übernehmen, dann hätte man noch einen weiteren Vorteil. Da bekanntlich ein Bruch auch als Divisionsaufgabe aufgefaßt werden kann, würde man bei dieser Einstellung von Zähler und Nenner das Ergebnis, den Quotienten, unter dem jeweils hineingezogenen Anfang oder Ende von C auf D sofort ablesen können (2.3.). Man hätte dabei einen Rechenvorgang eingespart.

2.5.1. **Beispiel:** Es soll eine Reihe von Verhältnissen zusammengestellt oder eine Tabelle gebildet werden, der das Verhältnis 1 : 2,5 zugrundegelegt ist.

Rechnungsgang:

1. 2 – 5 von C über 1 von D
(Siehe Bild 20)

20



2. Von links nach rechts können wir ablesen:

$$\frac{1}{2{,}5} = \frac{2}{5} = \frac{3}{7{,}5} = \frac{4}{10}$$

Jetzt sind wir am Ende von C und müssen, um weiter abzulesen, die Zunge durchschieben.

3. Teilungsanfang von C unter dem Läuferstrich. Beim Durchschieben müssen wir auf genaue Einstellung achten, damit sich kein Einstellfehler ergibt. Wir lesen von links nach rechts ab:

$$\frac{4}{10} = \frac{5}{12{,}5} = \frac{6}{15} = \frac{7}{17{,}5} = \frac{8}{20} = \frac{9}{22{,}5} = \frac{10}{25}$$

Die Reihe läßt sich nach neuem Durchschieben beliebig fortsetzen.

2.6. Prozentrechnung

Die Prozentrechnung ist ein besonderer Fall der Verhältnisrechnung. Wenn wir den Betrag, von dem die Prozente berechnet werden sollen (Grundwert), auf D einstellen und ihn in das Verhältnis zu 100 bringen (Teilungsanfang oder -ende von C), dann verhält sich der Prozentwert zum angegebenen Prozentsatz, wie der Grundwert zu 100.

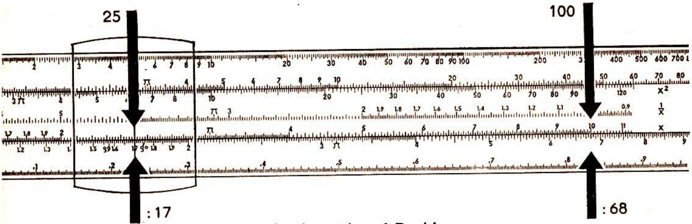
2.6.1. **Beispiel:** Wieviel sind 25 % von 68,– MDN?

Rechnungsgang:

1. Teilungsende von C über 6–8 von D
2. Läuferstrich über 2–5 von C
   Dabei verhält sich 100 : 68 wie 25 : 17

(Siehe Bild 21)

21



3. Ergebnis unter dem Läuferstrich auf D ablesen.

Ergebnis: 17,– MDN

2.6.2. **Beispiel:** Wieviel sind 19,8 % von 184,– MDN?

Rechnungsgang:

1. Teilungsanfang von C über 1–8–4 von D
2. Läuferstrich über 1–9–8 von C
3. Ergebnis 3–6–4–3 auf D ablesen

Ergebnis: 36,43 MDN nach Schätzen der Stellenzahl

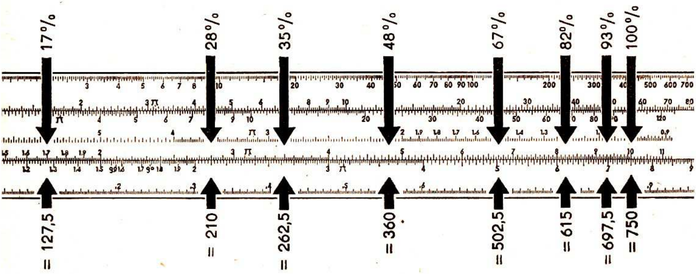
2.6.3. **Beispiel:** Es sollen 17 %, 28 %, 35 %, 48 %, 67 %, 82 % und 93 % von 750 berechnet werden.

Rechnungsgang:

1. Teilungsende von C über 7–5 von D

(Siehe Bild 22)

22



2. Unter 1–7 von C wird auf D 1–2–7–5,
unter 2–8 von C wird auf D 2–1,
unter 3–5 von C wird auf D 2–6–2–5,
unter 4–8 von C wird auf D 3–6,
unter 6–7 von C wird auf D 5–0–2–5,
unter 8–2 von C wird auf D 6–1–5 und
unter 9–3 von C wird auf D 6–9–7–5
abgelesen.

Ergebnis nach Schätzen der Stellenzahl:

17 %	28 %	35 %	48 %	67 %	82 %	93 %
=	=	=	=	=	=	=
127,5	210,0	262,5	360,0	502,5	615,0	697,5

Bei dem Verhältnis

Prozentwert (auf D) : Prozentsatz (auf C)

wurde bisher nur nach dem Prozentwert gefragt. Man könnte genau so gut nach dem Prozent**satz** fragen.

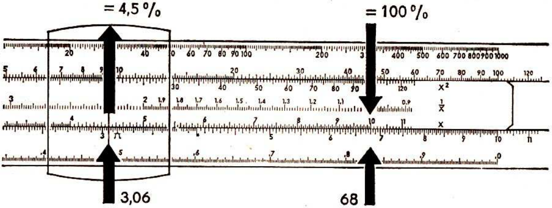
2.6.4. **Beispiel:** Wieviel Prozent sind 3,06 von 68?

Rechnungsgang:

1. Teilungsende von C über 6–8 von D
2. Läuferstrich über 3–0–6 auf D

(Siehe Bild 23)

23



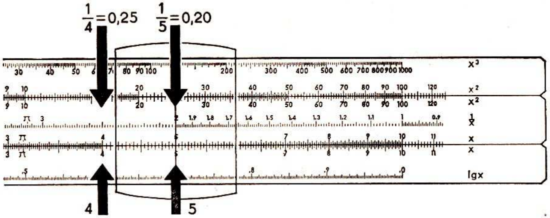
3. Das Ergebnis wird diesmal auf C abgelesen.

Ergebnis: 3,06 sind 4,5 % von 68

2.7. Die Reziprok- (oder Kehrwert-)teilung CI

Die Reziprokteilung CI ist auf die Teilung C bezogen. Sie gibt mit Hilfe des Läuferstrichs die Kehrwerte der Bezugsgröße C an. Stellt man z. B. 4 auf der Grundteilung C ein, kann man auf der Reziprokteilung CI den Wert 1 : 4 = 2–5 = 0,25 entnehmen. Führt man den Läuferstrich über die 5 von C liest man gleichzeitig auf CI 2 = 0,2 ab.
(Siehe Bild 24)

24



Achten Sie bitte auf den Stellenwert!

War der Grundwert auf C

1stellig, erscheint der Kehrwert an 1. Stelle
2stellig, erscheint der Kehrwert an 2. Stelle
3stellig, erscheint der Kehrwert an 3. Stelle

usw. nach dem Komma.

Multipliziert man beide Werte, den Grund- und den Kehrwert, erhält man immer ‚eins'.

Grundwert:	**Kehrwert:**
4	1 : 4 = 0,25
40	1 : 40 = 0,025
400	1 : 400 = 0,0025

2.7.1. **Beispiel:** Wie groß ist der Kehrwert von 62,5?

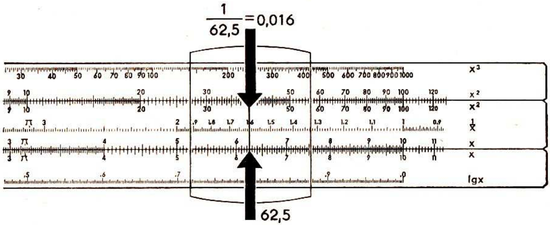
Rechnungsgang:

1 Zunge in Grundstellung bringen

2. Läuferstrich über 6–2–5 von C

(Siehe Bild 25)

25



3. Ergebnis auf CI ablesen.

Achtung! Die Teilung zählt von rechts nach links!

Ergebnis: Es wurde 1–6 abgelesen. Nach den vorangegangenen Regeln ist der gesuchte Wert 0,016.

Das Rechnen mit Kehrwerten wird vor allen Dingen auf den Gebieten Elektrotechnik und Optik gebraucht.

2.7.2. **Beispiel:** 3 Widerstände von

$$R_1 = 2 \text{ Ohm}, \quad R_2 = 4 \text{ Ohm}, \quad R_3 = 5 \text{ Ohm}$$

sollen parallel geschaltet werden.

Gesucht: Gesamtwiderstand R_g

Es ist: $\frac{1}{R_g} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

Rechnungsgang:

1. $\frac{1}{R_g} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} = \begin{cases} 0{,}50 \\ +0{,}25 \\ +0{,}20 \end{cases}$

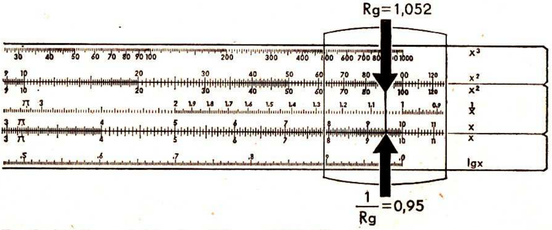
$$\frac{1}{R_g} = 0{,}95$$

Gesucht wird R_g, R_g ist aber der Kehrwert von $\frac{1}{R_g}$

2. Wir stellen $\frac{1}{R_g} = 0{,}95$ mit dem Läuferstrich in der C-Teilung ein und entnehmen CI 1–0–5–2

(Siehe Bild 26)

26



Ergebnis: Gesamtwiderstand $R_g = 1{,}052$ Ohm.

2.8. Multiplikation mit Hilfe der Reziprokteilung CI

Für den Rechenstabrechner, der das ständige Überlegen vermeiden will, ob die Zunge beim Multiplizieren mit den Grundteilungen C und D nach rechts oder links zu bewegen ist, ergibt sich beim Rechnen mit der Kehrwertteilung ein besonderer Vorteil.

Aus einer Multiplikationsaufgabe wird dabei eine Divisionsaufgabe. Es ist bekanntlich das gleiche, ob man zwei Zahlen multipliziert oder die eine durch den Kehrwert der anderen dividiert: 8 **mal** $1/2 = 4$ oder 8

durch 2 = 4 z. B. Für uns entsteht daraus die erwähnte Divisionsaufgabe und das Ergebnis ist entsprechend unter dem in den Stabkörper hineingezogenen Teilungsanfang oder -ende von C abzulesen.

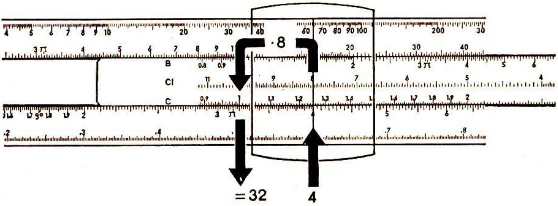
2.8.1. **Beispiel:** 4 · 8 = ?

Rechnungsgang:

1. Läuferstrich über 4 von D
2. 8 von CI unter den Läuferstrich
3. Läuferstrich über den hineingezogenen Teilungsanfang von C

(Siehe Bild 27)

27



4. Auf D kann 3–2 abgelesen werden.

Ergebnis: 4 · 8 = 32

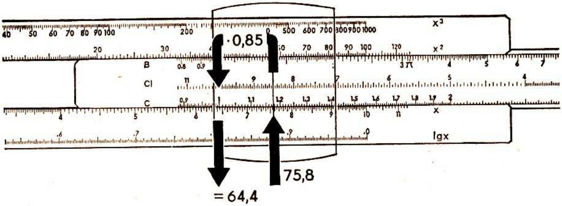
2.8.2. **Beispiel:** 75,8 · 0,85 = ?

Rechnungsgang:

1. Läuferstrich über 7–5–8 von D
2. 8–5 von CI unter den Läuferstrich
3. Läuferstrich über den hineingezogenen Teilungsanfang von C

(Siehe Bild 28)

28



4. Auf D wird 6–4–4 abgelesen.

Ergebnis: geschätzt 80 · 0,8 = 64
demnach 75,8 · 0,85 = 64,4

2.9. **Valutarechnung mit der Reziprokteilung CI**

Das Rechnen mit den Kehrwerten spielt eine besondere Rolle beim Umrechnen fremder Währungen.

Den nachfolgenden Rechenbeispielen werden die Umrechnungskurse der Sowjetunion, Rumäniens und Bulgariens zugrunde gelegt.

Sowjetunion: 100 Rubel = 320,00 MDN oder 1 Rubel = 3,20 MDN
100 MDN = 31,25 Rubel oder 1 MDN = 0,31 Rubel

Rumänien: 100 Lei = 38,55 MDN oder 1 Lei = 0,38(6) MDN
100 MDN = 259,40 Lei oder 1 MDN = 2,58 Lei

Bulgarien: 100 Lewa = 410,26 MDN oder 1 Lewa = 4,10 MDN
100 MDN = 24,37 Lei oder 1 MDN = 0,24 Lewa.

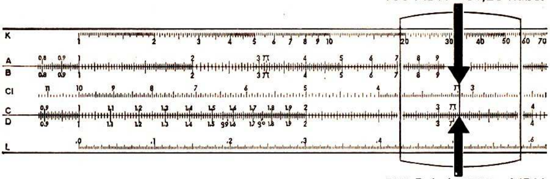
2.9.1. **Beispiel:** 100 Rubel = 320,00 MDN
100 MDN = ? Rubel?

Rechnungsgang:

1. Läuferstrich über 3–2 von C (Zunge in Grundstellung)
(Siehe Bild 29)

100 MDN = 31,25 Rubel

29



100 Rubel = 320,– MDN

2. Auf CI wird 3–1–2–5 abgelesen

Ergebnis: 100 MDN = 31,25 Rubel

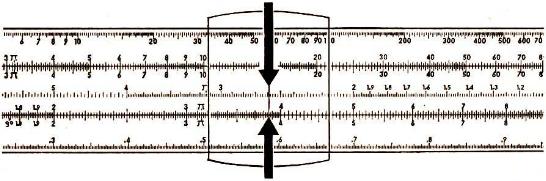
2.9.2. **Beispiel:** Für 1 Lei sind 0,38(6) MDN zu zahlen: Wieviel Lei gibt es für 1 MDN?

Rechnungsgang:

1. Läuferstrich über 3–8–6 von C
(Siehe Bild 30)

1 MDN = 2,59 Lei

30



1 Lei = 0,38(6) MDN

2. Auf CI wird 2–5–9 abgelesen

Ergebnis: Für 1,00 MDN gibt es 2,59 Lei

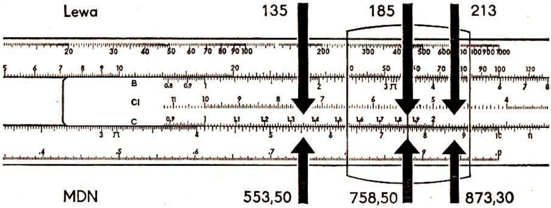
2.9.3. **Beispiel:** Für 100 Lewa sind 410,26 MDN zu entrichten.
Welchen Wert in MDN haben: 85,– 135,– 185,– 213,– 270,– 450,– Lewa?

Rechnungsgang:

1. Teilungsanfang von C über 4–1 von D
2. Läuferstrich über 1–3–5 von C. Auf D lesen wir dabei 5–5–3–5 ab.

(Siehe Bild 31)

31



3. Läuferstrich über 1–8–5 von C. Auf D lesen wir 7–5–8–5 ab.
4. In gleicher Weise wird 2–1–3 auf C eingestellt und 8–7–3–3 auf D abgelesen.
5. Da weitere Lewa-Beträge nicht mehr eingestellt werden können, müssen wir jetzt das Teilungsende von C über 4–1 von D ‚durchschieben'.
6. Nach dem Durchschieben können die Beträge 270, 450 und 85 eingestellt und die drei letzten Ergebnisse mit 1–1–0–7, 1–8–4–5 und 3–4–8–5 auf D abgelesen werden.

Ergebnis:

85,– Lewa	=	348,50	MDN
135,– Lewa	=	553,50	MDN
185,– Lewa	=	758,50	MDN
213,– Lewa	=	873,30	MDN
270,– Lewa	=	1107,00	MDN
450,– Lewa	=	1845,00	MDN

2.10. **Quadrate und Quadratwurzeln**

Auf Teilung A der Vorderseite befinden sich die zweiten Potenzen der Werte von D. Wird das Quadrat einer Zahl x gesucht, stellt man demnach diese Zahl auf D ein und liest ihr Quadrat bei gleicher Läuferstellung auf A ab.

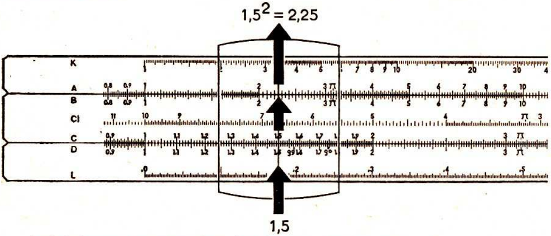
2.10.1. **Beispiel:** $1{,}5^2 = ?$

Rechnungsgang:

1. Läuferstrich über 1–5 von D

(Siehe Bild 32)

32



2. Auf A lesen wir unter dem Läuferstrich das Ergebnis ab.

Ergebnis: $1{,}5^2 = 2{,}25$

Besonders zu beachten ist die Stellenzahl beim Ergebnis. Die Rechenerfahrung lehrt, daß

– eine einstellige Zahl (vor dem Komma)
  ein ein- bis zweistelliges Quadrat,
– eine zweistellige Zahl ein drei- bis vierstelliges Quadrat,
– eine dreistellige Zahl ein fünf- bis sechsstelliges Quadrat usw.

liefert.

Durch die Bildung von ‚Zweiergruppen' läßt sich das System am besten veranschaulichen. Dabei zählen unvollständige Gruppen am Anfang wie vollständige. Z. B.

– 12^2 (Basis zweistellig) = 1/44/ (zwei Gruppen)
– 123^2 (Basis dreistellig) = 1/51/29/ (drei Gruppen)
– 654^2 (Basis dreistellig) = 42/77/16/ (drei Gruppen)

Ob die Anfangsgruppe unvollständig oder vollständig sein muß, ergibt sich aus dem Vergleich der ersten Stelle der Basis mit den ersten Stellen des Quadrats. Im dritten Beispiel 654^2 wird die ‚6' am Anfang eine erste Gruppe von mindestens $6^2 = 36$ ergeben, sie muß also vollständig sein. Bei drei Ziffern der Basis, d. s. drei Gruppen im Quadrat, gehört das Komma hinter die dritte Gruppe = 42/77/16/ = 427716,0.

2.10.2. **Beispiel:** $2163^2 = ?$

Rechnungsgang:

1. Läuferstrich über 2–1–6–3 von D
2. Auf A kann 4–6–8 abgelesen werden

Ergebnis: 2163 ist vierstellig; das Ergebnis muß vier Zweiergruppen haben. Die erste Gruppe wird einstellig sein; denn $2^2 = 4$. Die zweite Gruppe ist 68, die dritte und vierte Gruppe sind 00-Gruppen.
2163^2 = 4/68/00/00/ = 4 680 000,0

Das Quadratwurzelziehen ist die Umkehrung des Quadrierens. Einstellung und Ablesung verhalten sich daher umgekehrt.

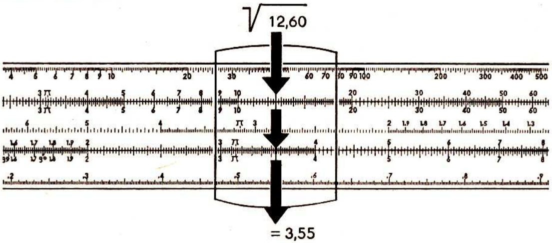
2.10.3. **Beispiel:** $\sqrt{12{,}60} = ?$

Rechnungsgang:

1. Läuferstrich über 12–6 von A

(Siehe Bild 33)

33



2. Auf D wird unter dem Läuferstrich die Wurzel abgelesen.

Ergebnis: $\sqrt{12{,}60} = 3{,}55$

Beim Quadratwurzelziehen taucht die Frage auf, welches der beiden Intervalle von A zur Einstellung benutzt wird. Zur Klärung der Frage wenden wir unsere aus 2.10.1. bekannte Regel an: Der Radikand (die Zahl, aus der die Wurzel gezogen werden soll) wird von rechts nach links in Gruppen von je zwei Stellen eingeteilt, z. B.

$\sqrt{3'47'00}$.

Jede Gruppe des Radikanden entspricht einer Stelle der Wurzel. Sind Stellen nach dem Komma vorhanden, dann wird vom Komma aus nach rechts und links in Zweiergruppen eingeteilt. Die Einordnung des Radikanden in das erste oder zweite Intervall von A geschieht sinngemäß:
Enthält die erste Gruppe (links) nur einen Wert von 1 bis 9, dann wird der Radikand in das linke Intervall eingeordnet, das die Werte von 1 bis $9{,}\overline{9}$ . . . enthält.

Ist der Wert der ersten Gruppe 10 bis $99{,}\overline{9}$ . . ., dann gehört der Radikand in die rechte Gruppe, die die Werte von 10 bis $99{,}\overline{9}$ . . . enthält.

2.11. Kuben und Kubikwurzeln

Eine Zahl zu kubieren oder sie in die dritte Potenz zu erheben, geschieht dadurch, daß man von dem gegebenen Wert auf D über den Läuferstrich in die K-Teilung geht.

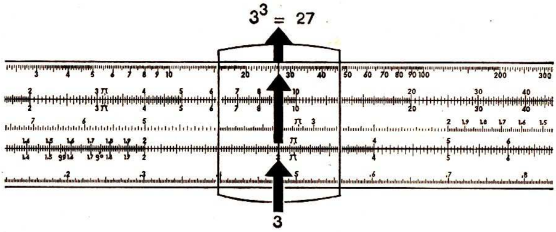
2.11.1. **Beispiel:** $3^3 = ?$

Rechnungsgang:

1. Läuferstrich über 3 von D

(Siehe Bild 34)

34



2. Teilung K liefert die dritte Potenz

Ergebnis: $3^3 = 27$

Kubikwurzelziehen ist die Umkehrung des Kubierens. Wie bei der Quadratwurzel ist die Einstellung in umgekehrter Weise vorzunehmen. Auch hier ist es nicht gleichgültig, auf welchem der **drei** Intervalle der Radikand eingestellt wird. Es gilt eine ähnliche Regel wie beim Quadratwurzelziehen:

Man teilt den Radikanden vom Komma aus nach rechts und links in Gruppen zu je **drei** Ziffern ein. Die dritte Wurzel hat dann soviel Stellen, wie der Radikand Dreiergruppen aufweist.

Ist der Wert der ersten Gruppe nur 1 bis $9{,}\overline{9}\ldots$, dann wird der Radikand in das erste Intervall eingeordnet, wo die Werte von 1 bis $9{,}\overline{9}\ldots$ zu finden sind. Ist der Wert 10 bis $99{,}\overline{9}\ldots$, gehört der Radikand in das zweite Intervall mit den Werten von 10 bis $99{,}\overline{9}\ldots$ Beträgt der Wert der ersten Gruppe schließlich 100 bis $999{,}\overline{9}\ldots$, wird der Radikand im dritten Intervall aufgesucht, wo auch die Werte von 100 bis $999{,}\overline{9}\ldots$ zu finden sind.

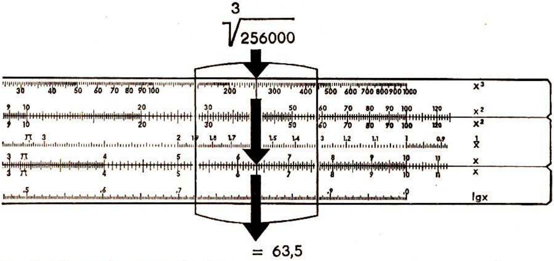
Die Ablesung der Wurzel erfolgt in allen Fällen unter dem Läuferstrich auf D.

2.11.2. **Beispiel:** $\sqrt[3]{256'000} = ?$

Rechnungsgang:

1. Einteilung des Radikanden in Dreiergruppen
2. Einstellung von 2–5–6 im dritten Intervall siehe Bild 35

35



3. Auf D wird 6–3–5 abgelesen

Ergebnis: Bei zwei Dreiergruppen ist die Wurzel zweistellig!

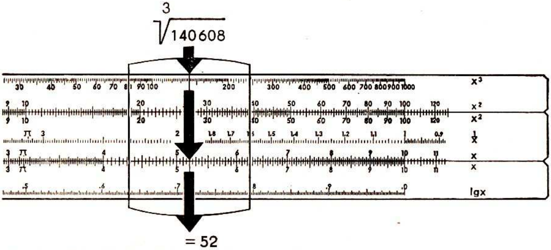
$$\sqrt[3]{256'000} = 63{,}5$$

2.11.3. **Beispiel:** $\sqrt[3]{140'608} = ?$

Rechnungsgang:

1. Einteilung in Dreiergruppen
2. Nach der ersten Gruppe gehört der Radikand in das dritte Intervall (Siehe Bild 36)

36



3. Auf D wird das Ergebnis 5–2 abgelesen

Ergebnis: zweistellig, da zwei Dreier-Gruppen

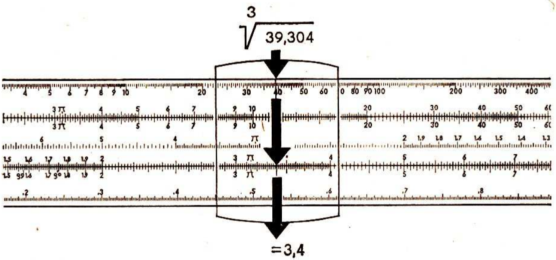
$$\sqrt[3]{140'608} = 52$$

2.11.4. **Beispiel:** $\sqrt[3]{39{,}304} = ?$

Rechnungsgang:

1. Einteilung in Dreiergruppen
2. Nach der ersten Gruppe gehört der Radikand in das zweite Intervall (Siehe Bild 37)

37



3. Auf D wird das Ergebnis 3–4 abgelesen

Ergebnis: einstellig, da nur eine Gruppe vor dem Komma.

$$\sqrt[3]{39,304} = 3,4$$

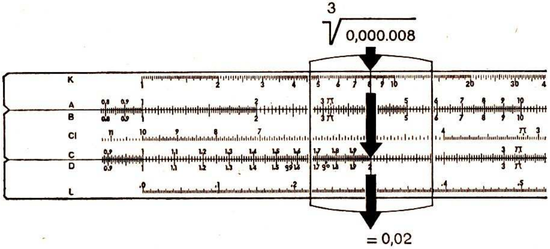
2.11.5. **Beispiel:** $\sqrt[3]{0,000'008} = ?$

Rechnungsgang:

1. Einteilung vom Komma aus nach rechts in Dreiergruppen
2. Nach dem Komma folgt zunächst eine von Werten freie Gruppe (0-Gruppe). Die folgende Gruppe ist einstellig und gehört in das erste Intervall.

(Siehe Bild 38)

38



3. Ablesung auf D: 2

Ergebnis: $\sqrt[3]{0,000'008} = 0,02$

2.12. **Kreisberechnung**

Die Läuferfläche über der Vorderseite zeigt zu beiden Seiten des Haupt-Ablesestriches kurze Nebenstriche, von denen der linke über der A-, der rechte über der D-Teilung gleitet. Sie sind vom Haupt-Ablesestrich gleich-weit entfernt und dienen in Gemeinschaft mit ihm der Kreisberechnung. Ist z. B. der Durchmesser eines Kreises gegeben, den wir mit dem Haupt-Ablesestrich auf D einstellen, dann finden wir unter dem linken Nebenstrich auf der A-Teilung den Kreisflächeninhalt. Ist dagegen der Flächeninhalt gegeben, den wir mit dem Haupt-Ablesestrich auf A einstellen, dann läßt sich unter dem rechten Nebensrtrich über D der Durchmesser des Kreises ablesen.

Nach der Kreisformel

$$A = d^2 \cdot \frac{\pi}{4}$$

beträgt der Abstand der Nebenstriche vom Haupt-Ablesestrich $\frac{\pi}{4}$.

π hat bekanntlich den Wert 3,1415 . . .. Auf den Teilungen A, B, C, D und CI ist er durch die Marke π vermerkt.

Bei der Ermittlung des Durchmessers aus dem Kreisflächeninhalt ist zu beachten: Wie beim Quadratwurzelziehen (2.10.3. Seite 27) muß der Flächeninhalt in das entsprechende Intervall von A eingesetzt werden.

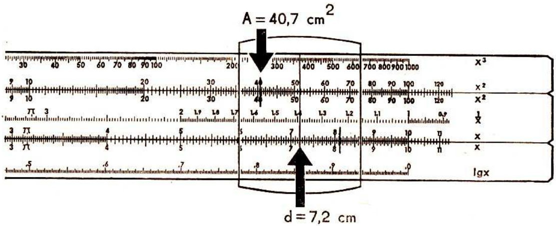
2.12.1. **Beispiel:** Der Durchmesser eines Kreises beträgt 7,2 cm. Wie groß ist sein Flächeninhalt?

Rechnungsgang:

1. Läuferstrich (Hauptablesestrich) über 7–2 von D

(Siehe Bild 39)

39



2. Unter dem linken Nebenstrich wird auf A 4–0–7 abgelesen.

Ergebnis: Flächeninhalt nach Schätzen der Stellenzahl: 40,7 cm²

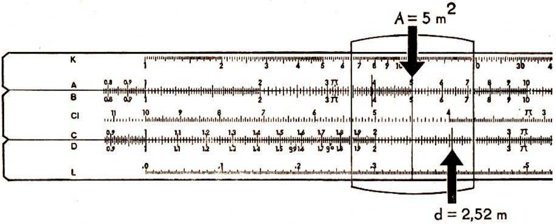
2.12.2. **Beispiel:** Der Flächeninhalt eines Kreises beträgt 5,00 m². Wie groß ist sein Durchmesser?

Rechnungsgang:

1. Läuferstrich über 5 von A (Nach den Regeln des Quadratwurzelziehens 2.10.3. gehört 5 in das erste Intervall)

(Siehe Bild 40)

40



2. Auf D kann unter dem rechten Nebenstrich gleichzeitig 2–5–2 abgelesen werden

Ergebnis: d = 2,52 m

2.13. **Mantissenteilung der Logarithmen**

Die Mantissenteilung der Logarithmen ersetzt uns eine Logarithmentafel. Sie gestattet es, zu einer Zahl (Numerus) die Mantisse ihres Logarithmus' oder durch Einstellung der Mantisse nach Hinzufügen der Kennziffer den Numerus zu ermitteln. Die Kennziffer ergibt sich aus der um 1 verminderten Stellenzahl des Numerus.

– Bekanntlich multipliziert man zwei Zahlen, indem man ihre Logarithmen addiert,
– man dividiert, indem man Logarithmen subtrahiert,
– man potenziert, indem man den Logarithmus der Basis mit dem Potenzexponenten multipliziert und
– man zieht eine Wurzel, indem man den Logarithmus des Radikanden durch den Wurzelexponenten dividiert und schließlich den neuen Numerus ermittelt.

Verglichen mit der Quadrat- und Kubusteilung unseres Stabes, mit denen wir nur zweite und dritte Potenzen und Wurzeln feststellen können, ist es mit Hilfe der Mantissenteilung L möglich, Potenzen mit beliebigen Potenz-Exponenten und Wurzeln mit beliebigen Wurzelexponenten zu berechnen.

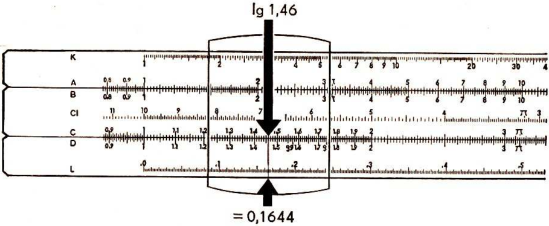
2.13.1. **Beispiel:** lg 1,46 = ?

Rechnungsgang:

1. Läuferstrich über den Numerus 1–4–6 auf D

(Siehe Bild 41)

41



2. Mantisse ,1644 auf L ablesen
3. Kennziffer bestimmen: 1–1 = 0

Ergebnis: lg 1,46 = 0,1644

Mit Hilfe der Mantissenteilung ist es möglich, den Wert einer Potenz mit beliebigem Potenzexponenten zu ermitteln. Umgekehrt können Wurzeln mit beliebigem Wurzelexponenten berechnet werden.

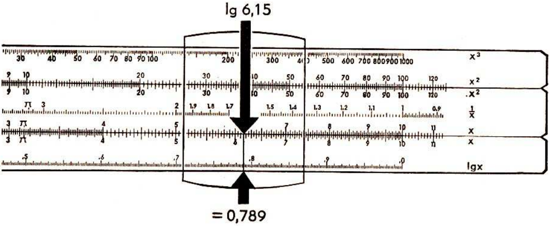
2.13.2. **Beispiel:** $6{,}15^5 = ?$

Rechnungsgang:

1. Läuferstrich über 6–1–5 von D

(Siehe Bild 42)

42



2. Mantisse ,789 kann der Teilung L entnommen werden
3. Kennziffer bestimmen. Der Numerus hat eine Stelle. Die Kennziffer ist demnach 1–1 = 0

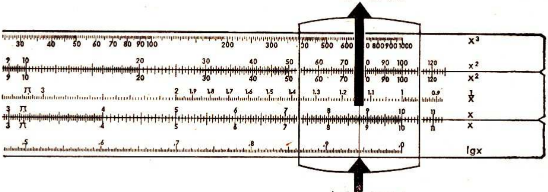
   Zwischenergebnis: lg 6,15 = 0,789

4. Der Logarithmus 0,789 wird mit 5 multipliziert. Wir erhalten 3,944
5. Läuferstrich über die neue Mantisse ,944

(Siehe Bild 43)

43

$x = 8790$



$\lg x = 3{,}944$

6. Auf D lesen wir 8–7–9 ab. Da die Kennziffer 3 betrug, muß es sich um eine 4-stellige Zahl handeln.

Endergebnis: $6{,}15^5 = 8790$

Beim Wurzelziehen ist in umgekehrter Weise vorzugehen. Während bei der Potenz der Logarithmus der Basis mit dem Potenzexponenten multipliziert wurde, wird bei einem Wurzelausdruck der Logarithmus des Radikanden durch den Wurzelexponenten dividiert.

2.13.3. **Beispiel:** $\sqrt[5]{8790} = ?$

Rechnungsgang:

1. Logarithmus des Radikanden aufsuchen. Er beträgt 3,944
2. Division durch 5 ergibt 0,789 als Logarithmus der Wurzel.
3. Aufsuchen des Numerus auf D ergibt 6–1–5

Ergebnis: Der Logarithmus 0,789 hat die Kennziffer 0, Stellenzahl des Numerus daher $0 + 1 = 1$

$$\sqrt[5]{8790} = 6{,}15$$

Die Beispiele 2.13.2. und 2.13.3. zeigen, wie mit Hilfe der L-Teilung beliebig potenziert und radiziert werden kann. Trotzdem soll bereits an dieser Stelle auf die Bedeutung der Exponentialteilungen hingewiesen werden. Auf ihnen lassen sich Potenzen und Wurzeln durch einmaliges Einstellen schneller ablesen (siehe 3.).

3. Potenz- und Wurzelrechnung auf Exponentialteilungen

3.1. Allgemeines

Exponentialteilungen sind das Hauptmerkmal an „Darmstadt"-Stäben. Sie gestatten das Berechnen von Potenzen und Wurzeln mit beliebigen Basen und Exponenten nach einer Idee, die 1934 in Darmstadt entstand. Man hat sie wegen ihrer Bedeutung auch auf den „REISS-Darmstadt" übernommen.

Erklärung des „Darmstadt"-Gedankens:

Durch Verschieben der Zunge im Stabkörper werden beim Multiplizieren Zahlenwerte aneinandergefügt, also addiert. Sie stellen logarithmierte Faktoren dar, das Ergebnis des Aneinanderfügens ein Produkt. Anders verhält es sich bei der Berechnung von Potenzen und Wurzeln.

Wollte man z. B. den Ausdruck 3^5 logarithmieren, erhielte man 5 **mal** lg 3. Normalerweise müßte lg 3 aufgesucht, sein Wert in die D-Teilung gebracht, mit 5 multipliziert und schließlich vom Produkt der Numerus ermittelt werden. Wenn dagegen, um eine Additionsmöglichkeit zu schaffen, die Zwischenlösung 5 **mal** lg 3 noch einmal logarithmiert werden würde, erhielte man

$$\lg (5 \cdot \lg 3) = \lg 5 \underline{+} \lg (\lg 3) = \lg 5 \underline{+} \lg\lg 3.$$

Das wäre eine Addition von Logarithmen, die sich auf einem Rechenstab ausführen ließe.

Für den ersten Summanden (im Beispiel lg 5) ist der Wert auf C vorhanden; dagegen gab es seinerzeit noch keine Teilung, die für den zweiten Ausdruck lg 3 den Logarithmus, also den Logarithmus vom Logarithmus, enthielte. Sie wurde 1934 geschaffen, befindet sich beim REISS-„Darmstadt" auf der Zungen-Rückseite und ist in drei Zahlenreihen aufgeteilt,

in LL_1 von 1,01 bis 1,11
LL_2 von 1,1 bis 3,00
LL_3 von 2,5 bis 50 000 ($5 \cdot 10^4$)

Genauso, wie wir das Beispiel $\lg 5 + \lg\lg 3$ für die Berechnung von 3^5 angeführt haben, können wir jetzt in weiten Grenzen Potenzen mit beliebigen Basen und Exponenten dadurch aufstellen, daß wir die einfach logarithmierten Exponenten auf D und die doppelt logarithmierten Basiswerte auf LL mit Stabkörper und Zunge aneinanderfügen. **Besonders zu beachten ist dabei der Stellenwert der Exponenten!**

a) Hat man über dem Teilungsanfang von D nach Umwenden des Stabes, z. B. die Basis 3 auf LL_3 eingestellt, dann bilden die Werte auf D, in unserem Beispiel 5, die Potenzexponenten. Die errechnete Potenz wird auf LL_3 (e^x) abgelesen.

b) Soll die Wertangabe auf D an erster Stelle nach dem Komma stehen, der Exponent demnach nur 0,1 davon betragen, wird die Potenz auf LL_2 ($e^{0,1x}$) abgelesen.

c) Soll die Angabe auf D an zweiter Stelle nach dem Komma stehen, der Exponent nur 0,01 davon betragen, wird die Potenz auf LL_1 ($e^{0,00x}$) abgelesen.

3.1.1. **Beispiel:**

$3^5 = 243{,}0$
$3^{0{,}5} = 1{,}732$
$3^{0{,}05} = 1{,}0565$

Mit jeder Stelle mehr nach dem Komma wird eine Teilung höher, mit jeder Stelle mehr vor dem Komma eine Teilung tiefer abgelesen.

3.1.2. **Beispiel:**

$1{,}02^{1{,}5} = 1{,}0302$
$1{,}02^{15} = 1{,}346$
$1{,}02^{150} = 19{,}5$

3.2. Potenzen mit beliebigen Basen

Nach den vorangegangenen Erläuterungen befindet sich die Basis einer Potenz auf den Teilungen LL_1, LL_2 oder LL_3. Die Potenzexponenten werden der Teilung D entnommen.

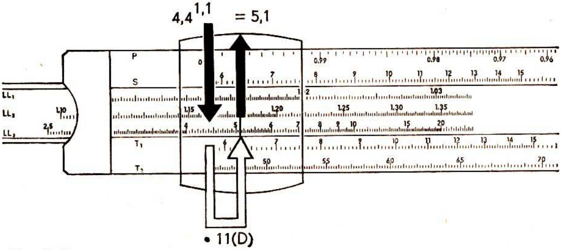
3.2.1. **Beispiel:**

$4{,}4^{1{,}1} = ?$

Rechnungsgang:

1. Läuferstrich über Teilungsanfang von $T_2 \triangleq$ Teilungsanfang von D Vorderseite
2. 4,4 von LL_3 unter Läuferstrich
3. Stab umwenden und Läuferstrich über 1–1 auf D
4. Stab umwenden und auf LL_3 unter dem Läuferstrich Ergebnis ablesen **(siehe Bild 44)**

44



Ergebnis:

$4{,}4^{1{,}1} = 5{,}1$

Beim Ablesen des Ergebnisses ist folgende Regel zu beachten: **Wird die Einstellung mit dem Teilungsanfang von D vorgenommen, dann liest man das Ergebnis auf der gleichen LL-Teilung ab. Erfolgt die Einstellung über**

dem Ende von D, dann muß das Ergebnis eine LL-Teilung tiefer abgelesen werden.

3.2.2. **Beispiel:**

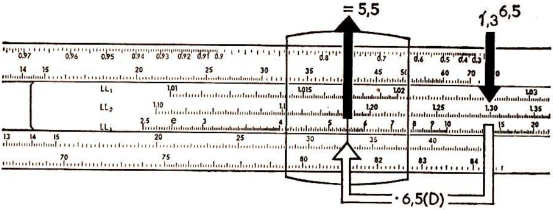
$$1{,}3^{6{,}5} = ?$$

Rechnungsgang:

1. Läuferstrich über Teilungsende von $T_1 \mathrel{\widehat{=}}$ Teilungsende von D Vorderseite
2. 1–3 von LL_2 unter Läuferstrich
3. Stab umwenden und Läuferstrich über 6–5 auf D
4. Stab umwenden und auf LL_3, eine Teilung tiefer, unter dem Läuferstrich Ergebnis ablesen

(Siehe Bild 45)

45



Ergebnis:

$$1{,}3^{6{,}5} = 5{,}5$$

3.2.3. **Übungsbeispiele:**

$$1{,}32^{0{,}17} = 1{,}0483$$
$$1{,}0281^{3{,}4} = 1{,}099$$
$$1{,}1415^{30{,}7} = 58$$
$$16^{0{,}8} = 9{,}2$$
$$1{,}32^{4} = 3{,}036$$

Bei negativen Exponenten ist die Rechnung in der gleichen Weise durchzuführen wie bei den positiven. Von dem Resultat bildet man den Reziprokwert: denn es ist

$$a^{-x} = \frac{1}{a^x}$$

3.2.4. **Beispiel:**

$$2^{-5} = \frac{1}{2^5} = \frac{1}{32} = 0{,}03125$$

Ist die Basis < 1, rechnet man mit dem Kehrwert wie in folgendem Beispiel:

3.2.5. **Beispiel:**

$$0{,}8^{3,1} = ?$$

Rechnungsgang:

1. Wir formen um: $0{,}8^{3,1} = \left(\frac{1}{\frac{1}{0{,}8}}\right)^{3,1}$
2. Läuferstrich über 8 von C. CI liefert als Kehrwert 1,25

Zwischenergebnis: $\left(\frac{1}{1{,}25}\right)^{3,1} = \frac{1}{1{,}25^{3,1}}$

3. Läuferstrich über Teilungsanfang von $T_2 \triangleq$ Teilungsanfang von D Vorderseite
4. 1–2–5 von LL_2 unter Läuferstrich
5. Stab umwenden und Läuferstrich über 3–1 auf D
6. Stab umwenden, auf LL_2 wird 2 abgelesen

Ergebnis: $0{,}8^{3,1} = \frac{1}{2} = 0{,}5$

3.3. Potenzen mit der Basis 10

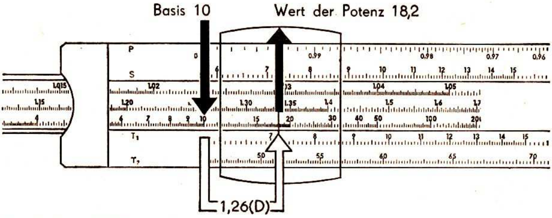
3.3.1. **Beispiel:** $10^{1,26} = ?$

Rechnungsgang:

1. Läuferstrich über Teilungsanfang von $T_2 \triangleq$ Teilungsanfang von D Vorderseite
2. 10 von LL_3 unter Läuferstrich
3. Stab umwenden und Läuferstrich über 1–2–6 von D
4. Stab umwenden und auf LL_3 unter Läuferstrich Ergebnis ablesen

(siehe Bild 46)

46



Ergebnis: $10^{1,26} = 18{,}2$

Die Basis 10 ist bekanntlich gleichzeitig Basis des Briggs'schen oder dekadischen Logarithmensystems. Daher bestimmt man dekadische Logarithmen mit kleinen Numeri vorteilhaft mit Hilfe der Exponentialteilungen. Man erhält dabei nicht nur die Mantisse wie beim Rechnen mit der

L-Teilung (2.13. Seite 32), sondern den ganzen Logarithmus mit seiner Kennziffer.

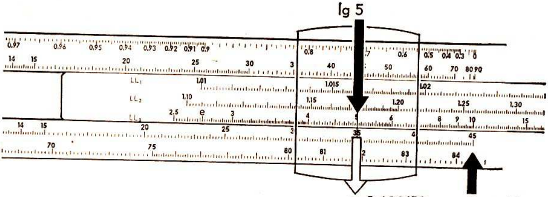
3.3.2. **Beispiel:** lg 5 = ?

Rechnungsgang:

1. Läuferstrich über Teilungsende von $T_1 \frown$ Teilungsende von D Vorderseite
2. 10 von LL_3 unter Läuferstrich
3. Läuferstrich über 5 von LL_3
4. Stab umwenden und unter Läuferstrich auf D 6–9–9 ablesen

(Siehe Bild 47)

47



Ergebnis: lg 5 = 0,699 (nicht 6,99)!

Weil über dem Teilungs**ende** von D die 10 von LL_3 eingestellt wurde, wäre das Ergebnis eine Teilung tiefer, bei dem Exponenten als 1. Dezimalstelle nach dem Komma dagegen eine Teilung höher abzulesen. Es bleibt also bei der gleichen Teilung LL_3 (siehe auch den Nachsatz zu 3.2.1. Seite 36).

3.4. Potenzen mit der Basis e = 2,71828 ... (Natürlicher Logarithmus)

Der Potenzexponent zur Basis e stellt den natürlichen Logarithmus dar. Er findet Anwendung in Wissenschaft und Technik. Die Basis e = 2,71828 ... ist so angeordnet, daß sie bei Normalstellung der Zunge mit dem Teilungsanfang von D übereinstimmt. Aus diesem Grunde ist auch das Ablesen einer Potenz zur Basis e oder des Logarithmus naturalis einer Zahl besonders einfach.

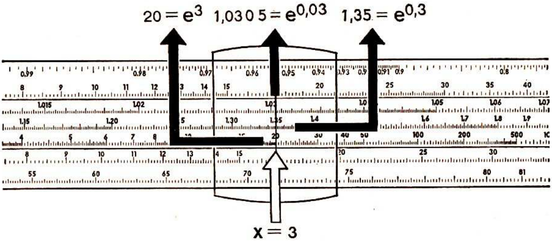
3.4.1. **Beispiel:**

$$e^3 = ?$$
$$e^{0,3} = ?$$
$$e^{0,03} = ?$$

Rechnungsgang: (Zunge in Grundstellung)

1. Läuferstrich über 3 von D
2. Stab umwenden; auf LL_3, LL_2 und LL_1 stehen die gesuchten Werte mit richtiger Kommastellung übereinander (siehe Bild 48).

48



Ergebnis:

$$e^3 = 20{,}0$$
$$e^{0,3} = 1{,}35$$
$$e^{0,03} = 1{,}0305$$

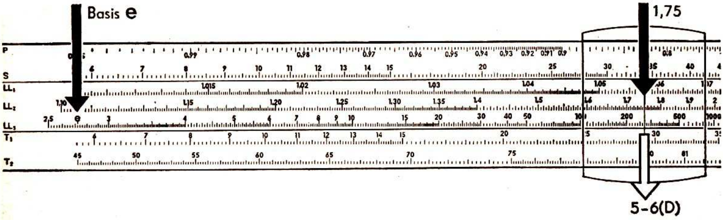
3.4.2. **Beispiel:** ln 1,75 = ?

Rechnungsgang:

1. Zunge in Grundstellung bringen
2. Stab umwenden und Läuferstrich über 1–7–5 von LL_2

(Siehe Bild 49)

49



3. Stab umwenden und unter Läuferstrich auf D 5–6 ablesen

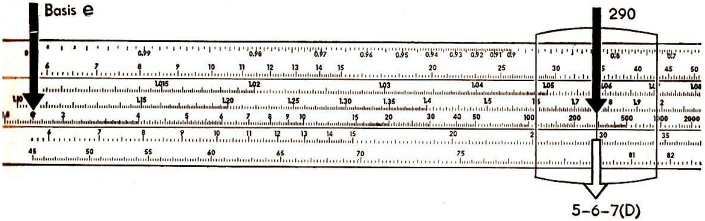
Ergebnis: ln 1,75 = 0,56

3.4.3. **Beispiel:** ln 290 = ?

Rechnungsgang:

1. Zunge in Grundstellung bringen
2. Stab umwenden und Läuferstrich über 290 von LL_3 (siehe Bild 50)

50



3. Stab umwenden und unter Läuferstrich auf D 5–6–7 ablesen

Ergebnis: ln 290 = 5,67

In der Elektrotechnik wird die Spannungsdämpfung b einer elektrischen Leitung (Fernsprech- oder Telegraphenleitung) nach der Formel berechnet:

$$b = \ln \frac{U_1}{U_2}$$

U_1 ist hierbei die Eingangs-, U_2 die Ausgangsspannung.

3.4.4 **Beispiel:** Die Eingangsspannung U_1 einer Fernsprechleitung beträgt 60 V, ihre Ausgangsspannung U_2 an einem entfernten Ort 45 V. Wie groß ist die Dämpfung b in Nepern?

Rechnungsgang:

1. $\frac{60}{45} = 1{,}333$; $\ln 1{,}333 = ?$
2. Zunge in Grundstellung bringen
3. Stab umwenden und Läuferstrich über 1–3–3–3 von LL_2
4. Stab umwenden und unter Läuferstrich auf D 2–8–7 ablesen

Ergebnis: Die Dämpfung beträgt 0,287 Neper.

Bei Numeri < 1 ist der Reziprokwert des Numerus zu bilden. Der Logarithmus wird negativ. Die Einstellung und Ablesung sowie die Bestimmung der Stellenzahl des Ergebnisses erfolgen wie in den obigen Beispielen.

3.4.5. **Beispiel:** ln 0,56 = ?

Rechnungsgang:

$$\ln 0{,}56 = -\ln \frac{1}{0{,}56} = -\ln 1{,}786 = -0{,}58$$

Ergebnis: ln 0,56 = – 0,58

3.5. Wurzeln mit beliebigen Wurzelexponenten

Es gibt zwei Möglichkeiten, mit Hilfe der Exponentialteilungen die Wurzel aus einer Zahl zu ziehen:

1. Durch die Umkehrung des Potenzierens auf dem Rechenstab. Einstellung und Ablesung werden in entgegengesetzter Reihenfolge vorgenommen.
2. Durch Umwandlung des Wurzelexponenten in einen Potenzexponenten mit Hilfe der Reziprokteilung.

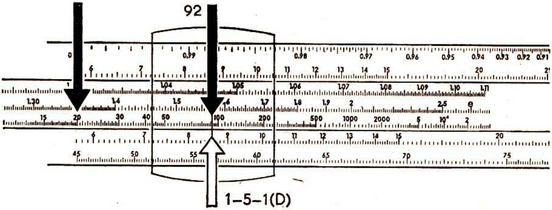
3.5.1. Beispiel für die erste Rechenmöglichkeit:

$$\sqrt[1,51]{92} = ?$$

Rechnungsgang:

1. Läuferstrich über 1–5–1 von D
2. Stab umwenden und 92 von LL_3 unter Läuferstrich (siehe Bild 51)
3. Läuferstrich über Teilungsanfang von T_2 $\hat{=}$ Teilungsanfang von D Vorderseite

51



4. Unter Läuferstrich auf LL_3 Ergebnis ablesen

Ergebnis:

$$\sqrt[1,51]{92} = 20$$

Das Radizieren als Umkehrung des Potenzierens kann man bei der Einstellung leicht verfolgen. Es ist nämlich umgekehrt $20^{1,51} = 92$ (siehe 3.2. Seite 36).

3.5.2. Beispiel für die zweite Rechenmöglichkeit:

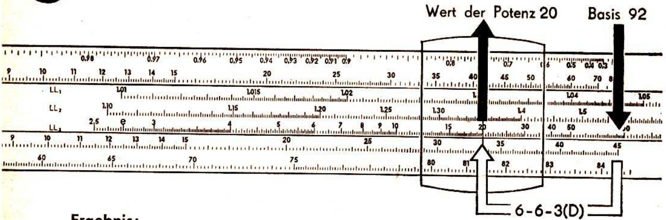
$$\sqrt[1,51]{92} = 92 = 92^{\frac{1}{1,51}} = 92^{0,663} = ?$$

Rechnungsgang:

1. Läuferstrich über Teilungsende von T_1 $\hat{=}$ Teilungsende von D Vorderseite
2. 92 von LL_3 unter Läuferstrich
3. Stab umwenden und Läuferstrich über 6–6–3 von D

4. Stab umwenden und unter Läuferstrich auf LL_3 Ergebnis ablesen (siehe Bild 52).

52



Ergebnis:

$$92^{\frac{1}{1,51}} = 92^{0,663} = 20$$

Weil über dem Teilungsende von D eingestellt wurde, wäre das Ergebnis eine Teilung tiefer und bei dem Exponenten mit einer Dezimalstelle nach dem Komma eine Teilung höher abzulesen. Es bleibt also bei der gleichen Teilung. (Siehe 3.1.1. Seite 36).

3.6. Zinseszinsrechnung

Die Berechnung von Zinsen für Jahre bzw. Tage kann normalerweise auf den Grundteilungen vorgenommen werden. Wenn es sich aber um Zinseszinsen handelt, also um Zinsen, die vor weiterer Verzinsung des Kapitals dem Kapital zugeschlagen werden, können die einfachen Regeln nicht mehr angewendet werden. Wir nehmen zweckmäßig die Exponentialteilungen zu Hilfe und rechnen nach der Zinseszinsformel $K_n = kq^n$.

Begründung des Verfahrens:

1 MDN wächst in 1 Jahr bei z. B. 3 % auf $1 + \frac{3}{100}$ MDN = 1,03 MDN an,

1 MDN wächst in 1 Jahr bei z. B. p % auf $1 + \frac{p}{100}$ MDN = q MDN an,

1 MDN wächst in 2 Jahren bei z. B. p % auf $1 \cdot q \cdot q$ MDN = q^2 MDN an,

k MDN wachsen in n Jahren bei z. B. p % auf $k \cdot q^n$ MDN an.

Den Faktor $q = 1 + \frac{p}{100}$ bezeichnet man als Zinsfaktor,

q^n wird Aufzinsungsfaktor genannt,
n ist die Anzahl der Jahre,
k ist ein in beliebiger Höhe angenommenes Anfangskapital,
K_n ist das gesuchte Endkapital nach n Jahren.

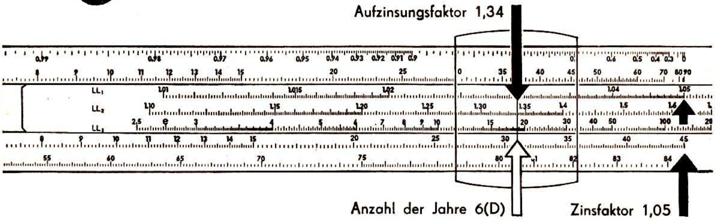
3.6.1. **Beispiel:** Auf welchen Betrag wächst ein Anfangskapital von 80,– MDN bei 5 % Zinsen in 6 Jahren an?

Rechnungsanfang:

1. Bei 5 % ist $q = 1 + \frac{5}{100} = 1{,}05$
2. Nach der Zinseszinsformel ist $K_n = 80 \cdot 1{,}05^6$
3. Läuferstrich über Teilungsende von $T_1 \mathrel{\widehat{=}}$ Teilungsende von D Vorderseite
4. 1–0–5 von LL_1 unter Läuferstrich
5. Stab umwenden und Läuferstrich über 6 auf D

(Siehe Bild 53)

53



6. Stab umwenden und auf LL_2 unter Läuferstrich 1–3–4 ablesen
7. Multiplizieren: $80 \cdot 1{,}34 = 107{,}20$ MDN

Ergebnis: Ein Kapital von 80,– MDN wächst bei 5 % Zinsen mit Zinseszinsen in 6 Jahren auf 107,20 MDN an.

3.6.2. **Beispiel:** Auf wieviel MDN wächst ein Kapital von 1350 MDN bei einem Zinssatz von 3,5 % in 10 Jahren an?

Rechnungsgang:

1. Läuferstrich über Teilungsende von $T_1 \mathrel{\widehat{=}}$ Teilungsende von D Vorderseite
2. 1,035 von LL_1 unter Läuferstrich
3. Weil es sich um 10 Jahre handelt, kann das Ergebnis gleich unter dem Läuferstrich auf LL_2 abgelesen werden. Der Aufzinsungsfaktor beträgt 1,41
4. Multiplizieren: 1–4–1 · 1–3–5–0 = 1–9–0–3–5

Ergebnis (nach Schätzen der Stellenzahl): 1903,50 MDN

3.6.3. **Beispiel** für eine Zinseszinsaufgabe, bei der die Anzahl der Jahre größer als 10 ist: Auf welchen Betrag wächst ein Kapital von 3200,– MDN in 18 Jahren bei 3 % an?

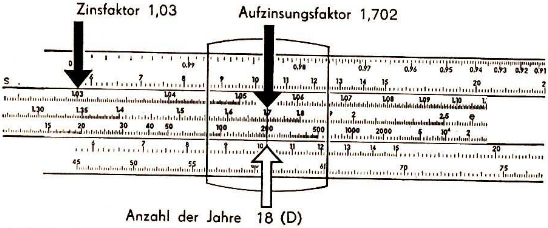
Rechnungsgang:

1. Läuferstrich über Teilungsanfang von $T_2 \mathrel{\widehat{=}}$ Teilungsanfang von D Vorderseite
2. 1–0–3 von LL_1 unter Läuferstrich
3. Stab umwenden und Läuferstrich über 1–8 auf D
4. Stab umwenden

Achtung! Da 1–8 hier den Wert 18 annimmt, also mit 10 malgenommen wurde, muß der Wert des Aufzinsungsfaktors diesmal nicht auf LL_1, sondern auf LL_2 abgelesen werden (siehe 3.1.1. Seite 36). Der Aufzinsungsfaktor beträgt 1,702.

(Siehe Bild 54)

54



5. Multiplikation mit 3200 ergibt 5450,– MDN

Ergebnis: 3200,– MDN wachsen in 18 Jahren auf 5450,– MDN an.

Man könnte die Frage stellen, ob sich rechenstabmäßig auch Zinseszinsrechnungen mit Ein- und Auszahlungen, Renten- und Amortisationsrechnungen ausführen lassen. Dazu wäre zu sagen: Durch die angeführten Beispiele haben wir kennengelernt, daß man mit Hilfe der Exponentialteilungen wohl den Aufzinsungsfaktor schnell ermitteln kann, daß aber alles andere normal errechnet werden mußte. Genauso verhält es sich mit den weiteren Rechnungsarten, z. B. den Zinseszinsaufgaben mit gleichbleibenden jährlichen Ein- oder Auszahlungen am Anfang oder am Ende eines jeden Jahres. Dazu bekannte Formeln aus der Mathematik:

a) Zinseszinsaufgaben mit **Einzahlung** eines gleichbleibenden Betrages a am **Ende** eines jeden Jahres:

$$K_n = kq^n + \frac{a\,(q^n - 1)}{q - 1}$$

b) Zinseszinsaufgaben mit **Abhebung** eines gleichbleibenden Betrages a am **Ende** eines jeden Jahres:

$$K_n = kq^n - \frac{a\,(q^n - 1)}{q - 1}$$

c) Zinseszinsaufgaben mit **Einzahlung** eines gleichbleibenden Betrages a am **Anfang** eines jeden Jahres:

$$K_n = kq^n + \frac{aq\,(q^n - 1)}{q - 1}$$

d) Zinseszinsaufgaben mit **Abhebung** eines gleichbleibenden Betrages a am **Anfang** eines jeden Jahres:

$$K_n = kq^n - \frac{aq\,(q^n - 1)}{q - 1}$$

Auch für diese Aufgaben liefern die Exponentialteilungen den Aufzinsungsfaktor q^n. Alles übrige muß normal berechnet werden.

4. Winkelfunktionen

4.1. Allgemeines über Winkelmessung

Winkel werden bekanntlich in Grad gemessen, wobei die Winkelangabe in Altgrad (°) oder Neugrad (^{g}) erfolgen kann.

Das Verhältnis von Alt- zu Neugrad ist 9 : 10. Die Umrechnung von Alt- in Neugrad und umgekehrt läßt sich mit unserem Stab leicht durchführen (siehe 4.7.). Darum wird auch die Frage, ob 90°- oder 100°-Teilungen in den folgenden Ausführungen von untergeordneter Bedeutung sein. Beide Werte sollen von uns stets zusammen ermittelt werden können, wenn auch den Winkelteilungen auf dem REISS-„Darmstadt" der Altgrad zugrunde gelegt worden ist.

4.2. Die Sinusteilung

Sie beginnt bei 5,7° und reicht bis 90°. Ihre Ablesung ist am wenigsten problematisch. Wir stellen den gegebenen Winkel mit dem Läuferstrich in der Sinusteilung ein und lesen seinen Wert auf D ab. Da der Sinus eines rechten Winkels 1 ist, müssen wir bei den übrigen Winkeln mit 0, . . . beginnen, weil sie ja kleiner als 90° sind. Für die sin-Werte nimmt die Teilung D daher den Wert 0,1x an.

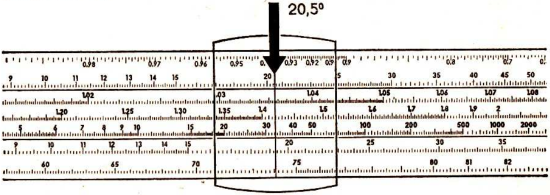
4.2.1. **Beispiel:** sin 20,5° = ?

Rechnungsgang:

1. Läuferstrich über 20,5° der Teilung S (Stabrückseite)

(Siehe Bild 55)

55



2. Stab zur Vorderseite umwenden
3. Der Grundteilung D entnehmen wir unter dem Läuferstrich den Wert 3–5.

Ergebnis: sin $20{,}5° = 0{,}35$

4.2.2. **Beispiel:** sin $\alpha = 0{,}766$

Gesucht: α

Rechnungsgang:

1. Läuferstrich über 7–6–6 von D
2. Stab zur Rückseite umwenden
3. Teilung S zeigt unter dem Läuferstrich den Winkel 50°

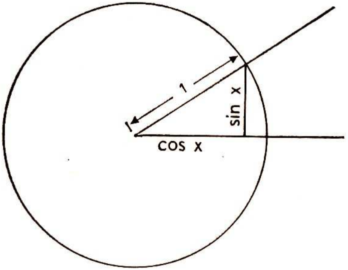
Ergebnis: sin $50° = 0{,}766$

4.3. Die Pythagoreische Teilung $P = \sqrt{1 - x^2}$ zur Cosinusbestimmung

Die Teilung $P = \sqrt{1 - x^2}$ dient zusammen mit D der Beziehung zwischen x und y im Einheitskreis und demnach auch zwischen sin x und cos x. Die fortlaufende Gegenüberstellung zwischen beiden gibt uns die Möglichkeit, sofort und ohne Winkeldifferenz $(90°-\alpha)$ von der einen Funktion auf die andere überzugehen.

(Siehe Bild 56)

56



Da die Teilung von rechts nach links verläuft, ist sie wie die Kehrwertteilungen rot gefärbt.

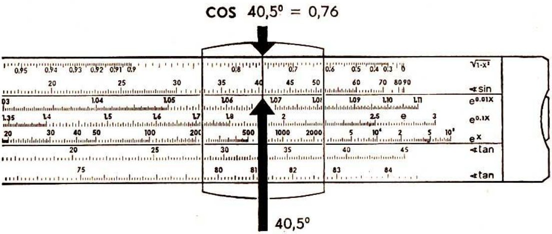
4.3.1. **Beispiel:** Wie groß sind sin 40,5° und cos 40,5°?

Rechnungsgang:

1. Läuferstrich über 40,5° der Sinusteilung

(Siehe Bild 57)

57



2. Teilung P ergibt den Cosinus von 40,5° mit 0,76
3. Stab umwenden. Der Teilung D entnehmen wir den Sinus des Winkels

Ergebnis: sin 40,5° = 0,65
cos 40,5° = 0,76

Die Pythagoreische Teilung hat aber noch andere Vorzüge:
Wie man sich leicht überzeugen kann, haben

a) **größer werdende Winkel** (über 45°) auf S **geringeren Abstand,** daher geringere Genauigkeit auf D,
b) **größere Funktionswerte** auf P größeren Abstand, daher **größere Genauigkeit** bei kleineren Winkeln auf S,
c) **kleinere Winkel** auf S haben **größere Genauigkeit** auf D
d) **kleinere Funktionswerte** auf P haben **kleinere Genauigkeit** bei den Winkeln auf S.

Daraus folgt, daß bei Winkeln bis zu 45° der Sinus in üblicher Weise auf D abgelesen wird (siehe 4.2. Seite 46), bei Winkeln über 45° aber durch Einstellen des Komplementwinkels auf S ein weitaus besserer Wert in der Teilung P gewonnen werden kann.

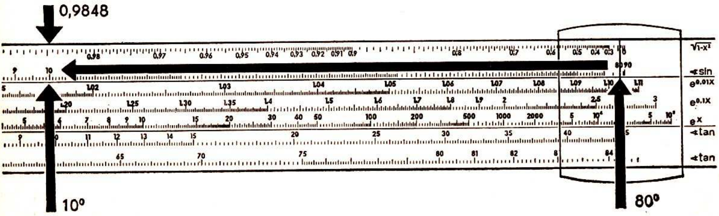
4.3.2. **Beispiel:** Wie groß ist sin 80°?

Rechnungsgang:

1. Läuferstrich über 80° von S

(Siehe Bild 58)

58



2. Die D-Teilung (Vorderseite) gibt den Wert 9–8–5 = 0,985 an. Die Teilung ist hier am Ende gedrängt, der Wert demnach nicht genau.
3. Einen besseren Wert erhält man, wenn der Komplementwinkel 10° auf S eingestellt und der Wert auf P abgelesen wird

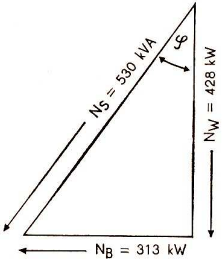
4.3.3. **Beispiel:** In einem Wechselstromkreis sind gegeben:

Scheinleistung: 530 kVA Wirkleistung: 428 kW

Gesucht werden cos φ und die Blindleistung?

(Siehe Bild 59)

59



Rechnungsgang:

1. Läuferstrich auf 10 von D
2. 5–3 von C unter Läuferstrich
3. Läuferstrich über 4–2–8 auf C. Ablesen: auf D: cos $\varphi = 0{,}807$
4. Bei gleicher Stellung Stab umwenden und Läuferstrich über 8–0–7 auf P. (Achtung! Die Teilung zählt von rechts nach links.)
5. Stab umwenden und unter Läuferstrich auf C ablesen: $N_B = 313$ kW

Ergebnis: cos $\varphi = 0{,}807$; Blindleistung = 313 kW

Zur Erklärung des Rechenvorganges:

Es handelt sich um eine Verhältnisrechnung, bei der die gegebenen und die gesuchten Werte Beziehungen im rechtwinkligen Dreieck geworden sind.

Es verhalten sich $\frac{530}{1} = \frac{428}{\cos\varphi} = \frac{428}{0{,}807} = \frac{x}{\sin\varphi} = \frac{x}{0{,}59} = \frac{313}{0{,}59}$

4.4. **Die Tangensteilungen T_1 und T_2**

bieten uns (gegenüber einer Tangensteilung einfacher Rechenstäbe) wesentliche Vorteile beim Aufsuchen der Tangensfunktion. Sie enthalten, **in gleicher Richtung aufgetragen,**

die Winkel bis zu 45° auf T_1 und

die Winkel über 45° auf T_2.

Abgelesen wird in beiden Fällen auf D (Vorderseite) so, daß die Funktionswerte aus T_1 mit 0,... beginnen und aus T_2 den normalen Teilungswert von D erhalten.

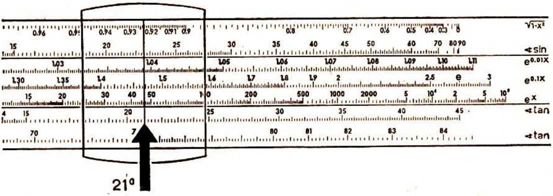
4.4.1. **Beispiel:** tan 21° = ?

Rechnungsgang:

1. Läuferstrich über 21° von T_1

(Siehe Bild 60)

60



2. Grundteilung D (Vorderseite) zeigt 3–8–4 unter dem Läuferstrich

Ergebnis: Da Winkel < 45°, beginnt der Wert mit 0, ...
tan 21° = 0,384

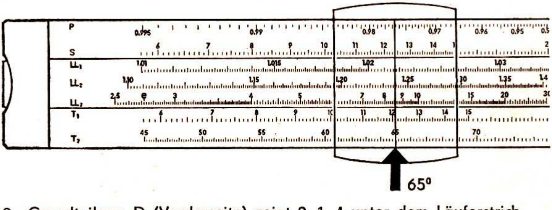
4.4.2. **Beispiel:** tan 65° = ?

Rechnungsgang:

1. Läuferstrich über 65 von T_2

(Siehe Bild 61)

61



2. Grundteilung D (Vorderseite) zeigt 2–1–4 unter dem Läuferstrich

Ergebnis: Winkel > 45°; Ablesung normal, tan 65° = 2,14

4.5. **Verwendung von CI zur Cotangensbestimmung**

Bekanntlich hat der Cotangens den Kehrwert vom Tangens. Eine besondere Teilung brauchte für ihn nicht vorgesehen zu werden. Sie hätte das gleiche Bild wie CI.

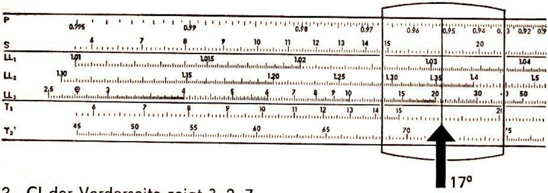
4.5.1. **Beispiel:** cot 17° = ?

Rechnungsgang:

1. Läuferstrich über 17° von T_1

(Siehe Bild 62)

62



2. CI der Vorderseite zeigt 3–2–7

Ergebnis: Da der Winkel < 45°, ist cot 17° > 1; cot 17° = 3,27

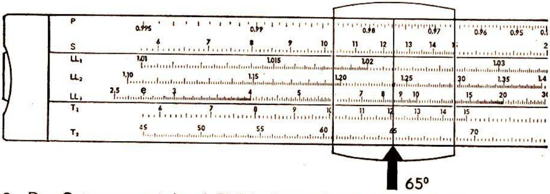
4.5.2. **Beispiel:** cot 65° = ?

Rechnungsgang:

1. Läuferstrich über 65° auf T_2

(Siehe Bild 63)

63



2. Der Cotangens wird auf CI (Vorderseite) mit 4–6–7 abgelesen

Ergebnis: Stellenwert-Tabelle ergibt 0,467   cot 65° = 0,467

Stellenwert-Tabelle

Es ist

T_1	T_2	Cotangens auf CI
10°	–	5,67
15°	–	3,73
20°	–	2,75
25°	–	2,15
30°	–	1,73
35°	–	1,43
40°	–	1,19
45°	45°	1,00
	50°	0,84
	55°	0,70
	60°	0,58

65°	0,467
70°	0,364
75°	0,268
80°	0,176
85°	0,087
90°	0,000

4.6. ϱ-Marken bei 1–7–4–5 und 1–5–7–1

Der Winkel 1° steht mit seinem Bogenmaß 0,01745 am Beginn einer Reihe, die wir uns mit Hilfe der Regeln über Tabellenbildung (2.5. Seite 17) aufstellen Bis zu $\sim$ 5,75° trifft zu, daß $\sin\ \alpha = \tan\ \alpha \approx \text{arc}\ \alpha \approx \cos\ (90° - \alpha) \approx \text{cotan}\ (90° - \alpha)$ ist.

Darüber hinaus lassen sich Winkel und Bogenmaß beliebig weit vergleichen, während Sinus und Tangens > 5,75° auf den besonderen Teilungen S und T abgelesen werden.

Vorteilhaft sind je eine ϱ-Marke bei 1–7–4–5 für Altgrad und 1–5–7–1 für Neugrad auf Teilung D.

Begründung des Verfahrens

Der Umfang des Einheitskreises beträgt 2π. Das sind 360° oder 400^g

1 Altgrad hat demnach eine Bogenlänge von

$$\frac{2\pi}{360} = \frac{\pi}{180} = 0{,}01745329 \text{ und}$$

1 Neugrad

$$\frac{2\pi}{400} = \frac{\pi}{200} = 0{,}01570796$$

Bogenmaß und Winkelgrad stehen in einem linearen Verhältnis. Stellt man den Bogenwert von 1° bzw. 1^g einmal ein, dann können Werte bis 5,728° auf D abgelesen werden. Darüber hinaus muß durchgeschoben werden.

Da $1° = 0{,}9^g$ und $1^g = 1{,}1°$ ist, beträgt der Abstand der beiden ϱ-Marken 0,9 . . . bzw. 1,11 . . .

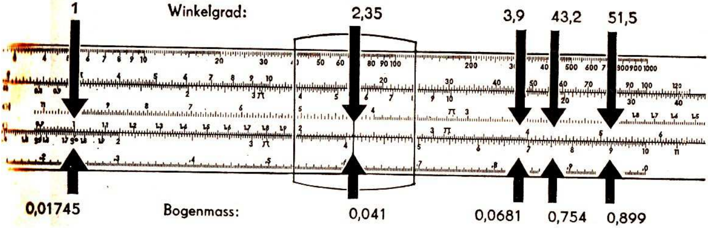
4.6.1. **Beispiel:** Berechne arc 43,2° arc 51,5°

$$\left.\begin{matrix}\sin\\ \tan\\ \text{arc}\end{matrix}\right\} 2{,}35° \qquad \left.\begin{matrix}\sin\\ \tan\\ \text{arc}\end{matrix}\right\} 3{,}9°$$

Rechnungsgang:

1. Teilungsanfang von C über die Marke $\varrho°$ auf D
(Siehe Bild 64)

64



2. Wir stellen ein auf

   C 2–3–5 3–9–0 4–3–2 5–1–5

   und lesen ab auf

   D 4–1–0 6–8–1 7–5–4 8–9–9

Ergebnis: arc 43,2° = 0,754 arc 51,5° = 0,899

sin / tan / arc 2,35° = 0,041 sin / tan / arc 3,9° = 0,0681

Die Beispiele lassen sich umkehren. Zu jedem Bogenwert, wie man ihn auch in Funktions-Tabellen findet, läßt sich von D nach C der zugehörige Winkel feststellen, wenn man den Teilungsanfang von C bzw. das Teilungsende

über ϱ° bringt in Altgrad,

über ϱ^{g} bringt in Neugrad.

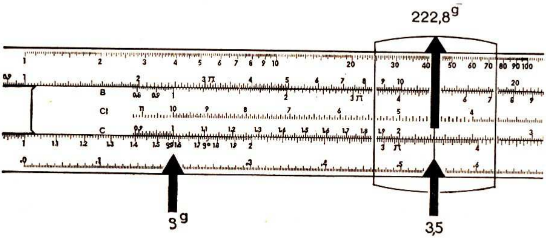
4.6.2. **Beispiel:** Welcher Winkel in Neugrad hat das Bogenmaß 3,5?

Rechnungsgang:

1. Teilungsanfang von C über ϱ^{g} auf D

(Siehe Bild 65)

65



2. Läuferstrich über 3–5 von D
3. Teilung C bringt unter dem Läuferstrich 2–2–2–8

Ergebnis: 222,8^{g}

(Stellenwert-Tabelle zu 4.7.3. Seite 56)

4.7. Verwandlung von Alt- in Neugrad und umgekehrt

Daß der Neugrad als Winkelmaß im Laufe der Zeit allgemein eingeführt werden soll, wurde bereits unter 4.1. erwähnt. Auf verschiedenen Fachgebieten wird er schon jetzt laufend angewendet. Im allgemeinen und auch an den Schulen rechnet man noch in Altgrad.
Grundsätzlich ist die Feststellung von Winkelfunktionen in Alt- oder Neugrad mit REISS-„Darmstadt" in allen Fällen möglich. Handelt es sich beim Lösen einer Aufgabe um einen Winkel in Neugrad, muß vorher umgewandelt werden. Hierzu bringen wir die ‚9' von C über das Teilungsende von D. Jetzt stehen sich Neugrad auf C und Altgrad auf D gegenüber und können bei gleichbleibender Zungenstellung miteinander verglichen werden.

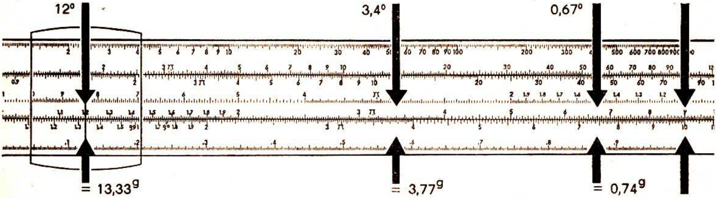
4.7.1. **Beispiel:** Verwandle a) 12°
b) 3,4°
c) 0,67° in Neugrad!

Rechnungsgang:

1. 9 von C über 10 von D

(Siehe Bild 66)

66



2. Mit Hilfe des Läuferstrichs lesen wir der Reihe nach ab:
   a) unter 1–2 von C = 1–3–3 auf D
   b) unter 3–4 von C = 3–7–7 auf D
   c) unter 6–7 von C = 7–4–4 auf D

Ergebnis: a) = 13,33^{g}
b) = 3,77^{g}
c) = 0,74^{g}

4.7.2. **Beispiel:** Verwandle a) 20^g

b) 4^g

c) $0{,}8^g$

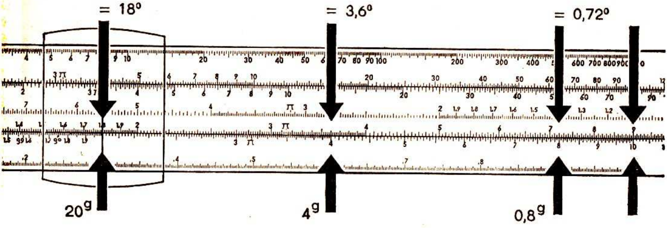
c) $0{,}8^g$ in Altgrad!

Rechnungsgang:

1. 9 von C über 10 von D

(Siehe Bild 67)

67



2. Mit Hilfe des Läuferstrichs lesen wir der Reihe nach ab:

   a) über 2 von D = 1–8 auf C
   b) über 4 von D = 3–6 auf C
   c) über 8 von D = 7–2 auf C

Ergebnis: a) = 18°

b) = 3,6°

c) = 0,72°

Die Umwandlung von Alt -in Neugrad und umgekehrt läßt sich auch mit Hilfe der ϱ-Marken durchführen. Hierfür ein Beispiel:

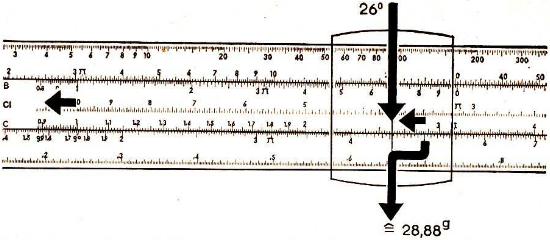
4.7.3. **Beispiel:** 26° sollen in Neugrad umgerechnet werden.

Rechnungsgang:

1. Teilungsanfang von C über ϱ° auf D
2. Läufer mit Läuferstrich über 2–6 von C

(Siehe Bild 68)

68



3. Teilungsanfang ‚1' über ϱ^g verschieben. Der Läufer **behält dabei** seine alte Stellung.
4. Der Teilung C entnehmen wir unter dem Läuferstrich 2–8–8–8

Ergebnis: 26° entsprechen $28{,}88^g$

Anmerkung:

Da das System bei der Errechnung des Bogenmaßes **und** der Umwandlung von Alt- in Neugrad und umgekehrt für alle Winkel gilt, muß die Stellenzahl geschätzt werden. Als Anhaltspunkt hierfür kann die nachstehende Tabelle gelten:

Altgrad

0,01°	=	0,000 174 . . . (Bogenmaß)
0,1°	=	0,00 174 . . .
1,0°	=	0,0 174 . . .
10,0°	=	0,174 . . .
100,0°	=	1,74 . . .
1000,0°	=	17,4 . . .

Neugrad

$0{,}01^g$	=	0,000 157 . . . (Bogenmaß)
$0{,}1^g$	=	0,00 157 . . .
$1{,}0^g$	=	0,0 157 . . .
$10{,}0^g$	=	0,157 . . .
$100{,}0^g$	=	1,57 . . .
$1000{,}0^g$	=	15,7 . . .

5. Verschiedenes

5.1. Pflege des Rechenstabes

Zum Schutze vor mechanischer Beschädigung sollte der Rechenstab stets im Etui aufbewahrt werden.

Wärme und direkte Sonnenbestrahlung schaden dem Kunststoff. Bei Temperaturen über 60° können Verformungen auftreten.

Wir empfehlen, die Reinigung des Rechenstabes mit Seife und Wasser vorzunehmen und mit einem weichen Tuch trocken zu reiben. Keine Lösungsmittel verwenden.

Zur Erhaltung des zügigen Ganges kann es notwendig werden, die Gleitflächen des Rechenstabes von Zeit zu Zeit mit einem Gleitmittel einzureiben. Wir empfehlen dazu reine Vaseline oder Custanol F, ein handelsübliches harz- und säurefreies Öl. Es kann auch Kernseife dafür verwendet werden.

REISS

VEB

MESS- UND ZEICHENGERÄTEBAU

BAD LIEBENWERDA

SUDRING 6

Telefon: 235 und 236 · Telegramme: Reißwerk Bad Liebenwerda · Fernschreiber: 017273

Ha 00140/67/DDR IV-28-2 O. Fredow KG, Wittenberg 1171