Vorbereitungsmaterial
für das Fachschulstudium

Mathematik

Der Rechenstab

Zentralstelle für die Fachschulausbildung
- Lehrmaterial für Grundlagenfächer -

L 10 7 03 - 1-3

INHALTSVERZEICHNIS

Vorbereitungsmaterial für das Fachschulstudium

Mathematik

Der Rechenstab

Herausgeber:
Zentralstelle für die Fachschulausbildung
— Lehrmaterial für Grundlagenfächer —
Dresden 1961

Überarbeiteter Nachdruck der von der Firma Meißner K.-G., Dresden, herausgegebenen Broschüre „Der Rechenstab“.

Abgeschlossen am 15. August 1959

Einleitung

Bei der Anwendung der Mathematik in der Praxis treten häufig zeitraubende Rechnungen auf. Um den Zeitaufwand für das numerische Rechnen auf ein Minimum zu reduzieren, bedient man sich nach Möglichkeit geeigneter Rechenhilfsmittel. Zu diesen gehört der Rechenstab — auch Rechenschieber genannt.

Der Rechenstab ermöglicht die mühelose Ausführung des Multiplizierens, Dividierens, Potenzierens und Radizierens sowie jeder beliebigen Kombination dieser Rechenarten. Begrenzt wird seine Anwendbarkeit durch die beschränkte Genauigkeit des Ergebnisses. Reicht aber die Genauigkeit des Rechenstabes aus, so ist seine Anwendung dem schriftlichen Rechnen, Tafelrechnen oder maschinellen Rechnen vorzuziehen. Der vorliegende Lehrbrief stellt nur eine Anleitung zum Gebrauch des Rechenstabes dar und geht nicht auf die theoretischen Grundlagen ein. Die Kenntnis dieser Grundlagen ist erst dann notwendig, wenn die Möglichkeiten des Rechenstabes weiter ausgeschöpft werden sollen.

Im Handel ist der Rechenstab in einer Vielzahl von Ausführungen erhältlich. Zu empfehlen sind die Rechenstabsysteme „Darmstadt" oder „Rietz" mit einer Skalenlänge von 25 cm. Für ein Studium in der Fachrichtung Elektrotechnik ist das System „Darmstadt" zu bevorzugen.

1 Der Aufbau des Rechenstabes

1.1 Die Genauigkeit des Stabrechnens

Der Vorteil des Rechenstabes liegt in der Schnelligkeit und der Arbeitserleichterung beim Rechnen. Dem steht eine begrenzte Genauigkeit des Ergebnisses gegenüber. Während Sie z. B. einer Tafel $\sqrt{8} \approx 2{,}82843$ entnehmen, liefert der Rechenstab nur drei Stellen des Ergebnisses: $\sqrt{8} \approx 2{,}83$. In vielen praktischen Anwendungen ist aber die mit dem Rechenstab erzielte Genauigkeit völlig ausreichend. Mit einem Stab von 25 cm Teilungslänge kann man drei aufeinanderfolgende Ziffern einstellen und ablesen; wenn die Zahl mit einer 1 beginnt, sogar vier Ziffern. Die letzte Ziffer ist immer zu schätzen.

Der Taschen-Rechenstab von 12,5 cm Teilungslänge wird sehr häufig für Überschlagsrechnungen verwendet. Seine Genauigkeit ist geringer als die des 25-cm-Stabes.

Es liegt im Prinzip des Rechenstabes begründet, daß er die Stellung des Kommas im Ergebnis nicht angibt. Das stört nicht; denn eine grobe Kopfrechnung mit gerundeten Zahlen sagt Ihnen sehr schnell, wie viele Stellen das Ergebnis haben muß.

1.2 Die Teile des Rechenstabes

Der Rechenstab (Bild 1) besteht aus

a) dem festen Stabkörper,
b) der beweglichen Zunge, auch Schieber genannt, und
c) dem beweglichen Läufer.

Der Stabkörper trägt:

1. die obere Stabteilung A,
2. die untere Stabteilung D,
3. die oberste Stabteilung K und
4. die unterste Stabteilung M.

Auf die Stabteilung M wird in diesem Lehrbrief nicht eingegangen.

Auf der Zunge befinden sich:

5. die obere Zungenteilung B,
6. die untere Zungenteilung C und
7. die mittlere Zungenteilung R.

Der Dreistrichläufer ist mit drei Ablesestrichen versehen und gleitet über die Teilungen.

Die Teilungen sind nach beiden Seiten durch rote Überteilungen verlängert. Dadurch wird ein Umstellen der Zunge erspart, wenn die abzulesenden Werte außerhalb des Skalenbereichs von 1 bis 10 bzw. 1 bis 100 liegen. Zur Vermeidung von Verwechslungen sind gegenläufige Skalen (Zungenteilung R) rot gefärbt.

Auf einfachen Rechenstäben sind nur die Hauptskalen A, B, C und D, auf den Rietz- und Darmstadtstäben weitere Teilungen zu finden.

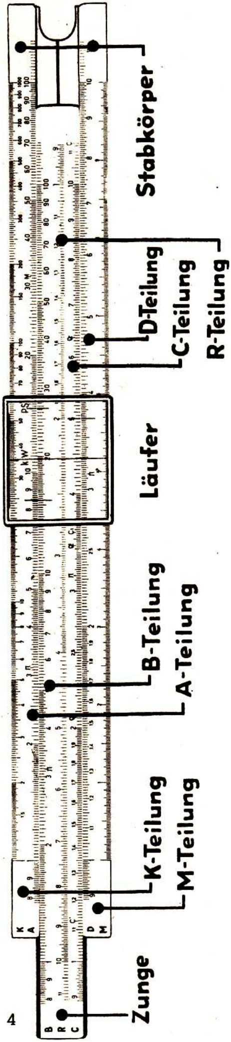


Bild 1

1.3 Einstell- und Ableseübungen

Das Rechnen geschieht mit den Teilungen des Rechenstabes. In Bild 2 sind eine gewöhnliche Zentimeterteilung (Lineal) und eine Rechenstabteilung von 25 cm Länge verkleinert und vereinfacht wiederge-

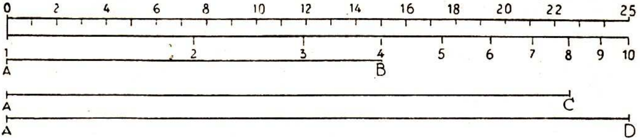


Bild 2

geben. Beachten Sie, daß die Stabteilung nach rechts immer enger wird. Jedem der Skalenpunkte 1, 2, 3, 4 . . . 10 ist eine bestimmte Strecke zugeordnet. So reicht die Zahlenstrecke 4 von A bis B, die Zahlenstrecke 8 von A bis C und die Zahlenstrecke 10 von A bis D. Jede Zahl ist also an das Ende ihrer zugehörigen Strecke gesetzt. Die Zahlenstrecke 1 reicht von A bis A, ist also ein Punkt.
Der Anfänger muß sich zunächst mit den Teilungen, insbesondere mit ihren Untergliederungen, gründlich vertraut machen. Dazu sind gewissenhafte Übungen im Einstellen und Ablesen nötig. Zum Einstellen wird, wenn nichts anderes erwähnt ist, der mittlere Läuferstrich benutzt. Beim Ablesen werden die Ziffern einer Zahl der Reihe nach gelesen. Das Komma bleibt zunächst unberücksichtigt. So sprechen wir beispielsweise die Zahl 14,65 in der Ziffernfolge: „eins — vier — sechs — fünf“. Im Text schreiben wir dafür: 1—4—6—5.

Zentimeterteilungen sind bekanntlich gleichmäßig unterteilt (1 cm in 10 mm). Rechenstabteilungen dagegen nicht. Da diese nach rechts immer enger werden, sind am Anfang mehr, nach dem Ende zu weniger Unterteilungen vorgenommen.

Die Teilungen C und D

sind 25 cm lang, stimmen vollkommen überein und lassen sich in drei Abschnitte einteilen.

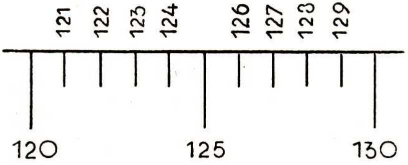


Bild 3

Der erste Abschnitt reicht von 1 bis 2 und ist durch die Bezeichnung 1,1, 1,2, 1,3 usw. zehnmal unterteilt. Jeder Teilabschnitt hat nochmals zehn Teile, die der Übersichtlichkeit wegen nicht beschriftet sind. In Bild 3 ist der Teilabschnitt von 1,2 bis 1,3 vergrößert gezeichnet. Werden die Teilstriche dieses Intervalles nacheinander (durch den mittleren Läuferstrich) abgedeckt, so sind die dreistelligen Ziffernfolgen 1—2—0, 1—2—1, . . ., 1—2—9, 1—3—0 abzulesen.

Der zweite Abschnitt reicht von 2 bis 4. Er ist von 2 bis 3 und von 3 bis 4 ebenfalls in je 10 Abstände geteilt. Diese sind nicht beschriftet und haben nochmals je 5 Teile. In Bild 4 ist der Teilabschnitt von 3—2—0 bis 3—3—0 herausgegriffen. An den Teilstrichen liest man dreistellige g e r a d e Ziffernfolgen ab:

3—2—0, 3—2—2, . . . , 3—2—8, 3—3—0.

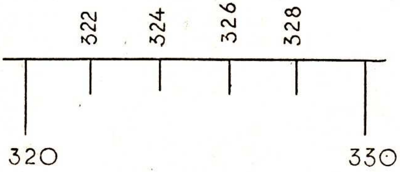


Bild 4

Der dritte Abschnitt reicht von 4 bis 10 und ist zwischen zwei benachbarten Ziffern wiederum zehnmal unterteilt. Dazwischen hat nur je ein Teilstrich Platz gefunden. Es können also dreistellige Ziffernfolgen auf den Teilstrichen nur dann eingestellt und abgelesen werden, wenn sie durch 5 teilbar sind (Bild 5).

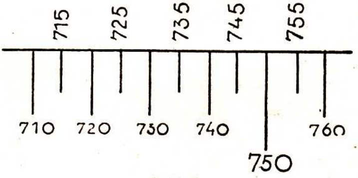


Bild 5

Die Teilungen A und B

stimmen ebenfalls überein, sind nur halb so lang wie C und D, dafür zweimal hintereinander aufgetragen und mit 1 bis 10 und 10 bis 100 beschriftet.

Der Abschnitt 1 bis 2 (10 bis 20) zeigt dieselbe Unterteilung wie der Abschnitt 2 bis 4 der Teilungen C und D. An den Teilstrichen werden also gerade dreistellige Ziffernfolgen abgelesen.
Der Abschnitt 2 bis 5 (20 bis 50) ist in gleicher Weise unterteilt wie der Abschnitt 4 bis 10 der Teilungen C und D. Es können also nur die dreistelligen Ziffernfolgen auf den Teilstrichen eingestellt und abgelesen werden, die durch 5 teilbar sind.
Der Abschnitt 5 bis 10 (50 bis 100) ist zwischen zwei benachbarten Zahlen nur zehnmal unterteilt. Weitere Unterteilungen haben keinen Platz. Man liest also nur die dreistelligen Ziffernfolgen ab, die durch 10 teilbar sind.

Die Teilung R

heißt Reziprokteilung (Kehrwertteilung). Sie hat die gleiche Länge und die gleichen Abschnitte wie die Teilungen C und D. Beim Einstellen und Ablesen ist zu beachten, daß die Reziprokteilung rückläufig, d. h. von rechts nach links aufgetragen ist. Um die Rückläufigkeit hervorzuheben, ist die Teilung R rot gefärbt.

Die Teilung K

heißt kubische Teilung. Sie ist nur ein Drittel so lang wie C und D, dafür dreimal hintereinander aufgetragen und mit 1 bis 10, 10 bis 100 und 100 bis 1000 beschriftet. Jedes Drittel hat drei Abschnitte:

den Abschnitt von 1 bis 2 (10 bis 20) (100 bis 200),
den Abschnitt von 2 bis 5 (20 bis 50) (200 bis 500),
den Abschnitt von 5 bis 10 (50 bis 100) (500 bis 1000).

Die Unterteilung der drei Abschnitte ist die gleiche wie bei den drei Abschnitten der Teilungen A und B.

1.4 Das Schätzen

Oft wird sich der Läuferstrich nicht mit einem Teilstrich decken. Dann wird die letzte Ziffer der Folge geschätzt. Das Ergebnis ist also nicht absolut genau, reicht aber für die Praxis aus, sofern ein Fehler von 0,1% unberücksichtigt bleiben kann.

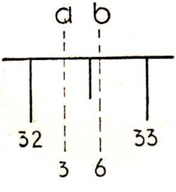


Bild 6

Beim Schätzen sind drei verschiedene Fälle möglich.
Der erste Fall gilt für folgende Teilungen und Abschnitte: A/B: 2 bis 5 (20 bis 50), C/D/R: 4 bis 10, K: 2 bis 5 (20 bis 50) (200 bis 500). Er ist in Bild 6 vergrößert dargestellt.

Die Mitte des Zwischenraumes ist durch einen Teilstrich bezeichnet und bedeutet 3—2—5. Haben Sie links oder rechts von der Mitte unter dem Läuferstrich abzulesen oder einzustellen, so schätzen Sie a) 3—2—3, b) 3—2—6.

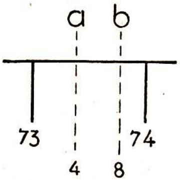


Bild 7

Der zweite Fall ist aus Bild 7 ersichtlich. Die Mitte des Zwischenraumes ist nicht durch einen Teilstrich bezeichnet, läßt sich aber leicht fixieren und bedeutet 7—3—5. Daraus ergibt sich a) 7—3—4, b) 7—3—8.

So schätzen Sie auf A/B: 5 bis 10 (50 bis 100), C/D/R: 1 bis 2, K: 5 bis 10 (50 bis 100) (500 bis 1000).

Der dritte Fall ist in Bild 8 gezeichnet. Die Mitten der beiden Intervalle sind nicht durch einen Teilstrich bezeichnet, lassen sich aber leicht ins Auge fassen und bedeuten 2—6—3 und 2—6—5. Sie schätzen wie bei Fall 2, haben aber den Schätzungswert zu verdoppeln,

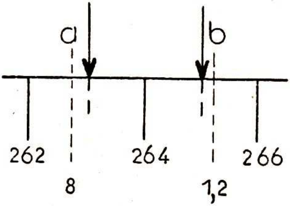


Bild 8

weil jedes Intervall zwei Einheiten umfaßt:

a) 2—6—2—(2 · 4) ⟶ 2—6—2—8
b) 2—6—4—(2 · 6) ⟶ 2—6—5—2

Da diese Schätzung etwas unsicher ist, wird man sich meist mit drei Ziffern begnügen und ablesen:

a) 2—6—3, b) 2—6—5.

Im Abschnitt 1 bis 2 können Sie auf den Teilungen C, D und R vier Ziffern ablesen.

Gründliches Üben im Einstellen und Ablesen ist unbedingt erforderlich. Arbeiten Sie deshalb Lehrbeispiel 1 und Übung 1 besonders sorgfältig durch.

Lehrbeispiel 1

Stellen Sie C 1 über D 2—4—0! Ziehen Sie den Läuferstrich a) auf C 1—7—5, b) auf C 2—7—3, und lesen Sie auf C, R, B, A und K die zugehörigen Ziffernfolgen ab!

Lösung:

C	D	R	B	A	K
1—7—5	4—2—0	5—7—1	3—0—6	1—7—6	7—4—1
2—7—3	6—5—5	3—6—6	7—4—5	4—2—9	2—8—1

Wenn Ihnen die folgende Übung mühelos gelingt, verfügen Sie über die benötigte Sicherheit im Einstellen und Ablesen. Gehen Sie erst dann zum Rechnen auf dem Stab über!

Übungen

1. *Stellen Sie C 1 über D 1—1—0! Ziehen Sie den Läuferstrich auf die in der folgenden Tabelle angegebenen Ziffernfolgen von D und lesen Sie die zugehörigen Ziffernfolgen auf den Teilungen C, R, B, A und K ab!*

D	C	R	B	A	K
1—2—5	1—1—3—7	8—8—0			
1—6—0					
1—9—0					
2—5—4					
3—0—1					
3—9—9					
5—9—2					
7—4—8					
9—0—6					

1.5 Das Dezimalkomma

Es liegt im Prinzip des logarithmischen Rechenstabes begründet, daß man nur die Ziffernfolge im Ergebnis ablesen kann, daß also der Rechenstab zum Beispiel beim Rechnen mit Dezimalbrüchen die Stellung des Kommas im Ergebnis nicht angibt.

Daher sehen die bisherigen Beispiele von der eventuellen Stellung eines Dezimalkommas vollkommen ab. Es ist wirklich wertlos, sich mit irreführenden Stellenwertsregeln herumzuquälen; vielmehr sollte der künftige Stabrechner sich zu zweierlei wichtigen Grundsätzen erziehen:

1. Niemals mechanisch arbeiten, also auch beim Rechnen nicht.
2. Stets mit gerundeten Zahlen (im Kopfe) eine Überschlagsrechnung zum Stabrechnen parallel laufen lassen.

Die mitgeführten gerundeten Zahlen sagen sehr schnell, wie viele Stellen das Ergebnis haben muß. Ein Irrtum ist dadurch praktisch ausgeschlossen, da das falsche Ergebnis mindestens um den zehnfachen Wert höher oder tiefer als das richtige liegt. Häufig ist man sich über die Größenordnungen im Endresultat von vornherein im klaren.

2 Das Lösen von Aufgaben mit dem Rechenstab

2.1 Potenzieren und Radizieren

2.11 Das Quadrat. Zu jeder Zahl auf D kann man das Quadrat auf A ablesen, indem man von D senkrecht nach A geht. Dazu wird, je nach der Art zusammengesetzter Rechnungen, der Läuferstrich, der Anfang oder das Ende der Zungenteilung benutzt. Bild 9 veranschaulicht die Aufgabe $3^2 = 9$.

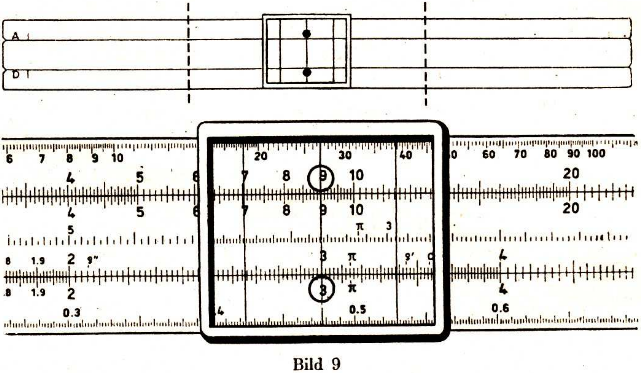


Bild 9

Sie können den Läuferstrich auch auf C einstellen und das zugehörige Quadrat auf B ablesen, was in Bild 10 an der Aufgabe $4^2 = 16$ gezeigt wird.

Beim Einstellen und Ablesen wird — wie schon wiederholt bemerkt — nur mit den Ziffernfolgen gearbeitet und der Dezimalwert des Ergebnisses nachträglich durch Überschlag festgestellt.

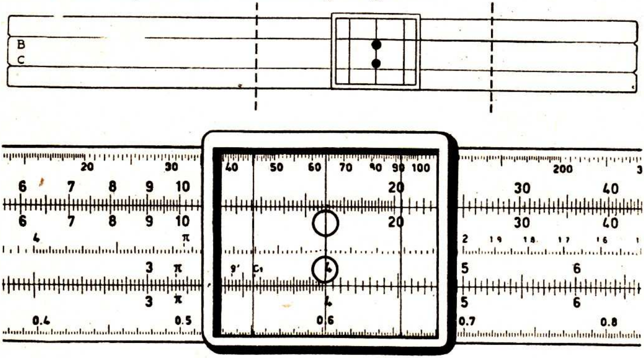


Bild 10

Lehrbeispiel 2

Aufgabe	Einzustell. Ziffernfolge	Abgelesene Ziffernfolge	Überschlag: Ergebnis liegt zwischen	Ergebnis
$7{,}48^2$	7—4—8	5—6—0	$7^2=49$ und $8^2=64$	56,0
$0{,}369^2$	3—6—9	1—3—6	$0{,}3^2=0{,}09$ und $0{,}4^2=0{,}16$	0,136
$190{,}5^2$	1—9—0—5	3—6—3	$100^2=10\,000$ und $200^2=40\,000$	36 300

2.12 Die Quadratwurzel. Die Quadratwurzel ist die Umkehrung des Quadrates, wird also auf entgegengesetztem Wege erhalten durch Übergang von A nach D. Bild 9 zeigt $\sqrt{9} = 3$. Bild 10 stellt $\sqrt{16} = 4$ durch Übergang von B nach C dar.
Beim Einstellen der Grundzahl (Radikand) berücksichtigen Sie drei Ziffern. Dabei wird im gegebenen Falle nach den Rundungsregeln gerundet:

$$75{,}48 \approx 75{,}5; \qquad 0{,}053351 \approx 0{,}0534.$$

Dann müssen Sie feststellen, ob der Radikand in der linken oder in der rechten Hälfte der oberen Teilung einzustellen ist. Hierzu wird, wie beim Tafelrechnen, der Radikand vom Komma aus nach links und rechts in Gruppen zu je zwei Ziffern eingeteilt:

$$\sqrt{11'30{,}20}; \qquad \sqrt{0{,}01'23.}$$

Ist die am weitesten links stehende Gruppe kleiner als 10, wie bei 1'82,32, so stellen Sie die Ziffernfolge auf der linken Hälfte der oberen Teilung ein. Radikanden, deren vorderste Gruppe zweistellig ist, wie bei 11'30,20, werden auf der rechten Hälfte der oberen Teilung eingestellt. Für jede Gruppe hat das Ergebnis eine Stelle; für jede vollständige Nullengruppe hinter dem Komma steht im Ergebnis eine Null:

$$\sqrt{6'25} = 25 \qquad \sqrt{0{,}00'00'04} = 0{,}002.$$

L e h r b e i s p i e l 3

Aufgabe	Einstellung auf der	Aufbau des Ergebnisses	Ergebnis
$\sqrt{1'82{,}32}$	linken Hälfte	. . , .	13,5
$\sqrt{11'30{,}20}$	rechten Hälfte	. . , .	33,6
$\sqrt{0{,}05'33'51}$	linken Hälfte	0, . . .	0,231
$\sqrt{0{,}00'46'24}$	rechten Hälfte	0,0 . . .	0,0680
$\sqrt{75{,}48}$	rechten Hälfte	. , . .	8,69
$\sqrt{40'00'00'00}$	rechten Hälfte	. . . 0	6320

2.13 Die dritte Potenz. Zu jeder Zahl auf D können Sie die dritte Potenz auf der Kubusteilung K finden, indem Sie von D senkrecht nach K gehen. Bild 11 zeigt die Aufgabe $2^3 = 8$.

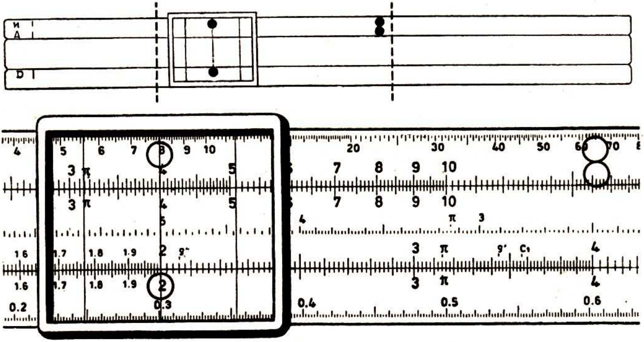


Bild 11

L e h r b e i s p i e l 4

$$1{,}25^3 = 1{,}95; \qquad 34{,}2^3 = 40\,000; \qquad 5{,}77^3 = 192.$$

2.14 Die dritte Wurzel. Die Kubikwurzel ist die Umkehrung zur dritten Potenz, wird also auf entgegengesetztem Wege erhalten. Bild 11 zeigt $\sqrt[3]{8} = 2$ durch Übergang von K nach D. Beachten Sie, daß die K-Teilung aus drei gleichen Abschnitten besteht. Sie müssen stets zuerst entscheiden, ob der Radikand im linken, mittleren oder rechten Drittel der Teilung K einzustellen ist. Hierzu wird der Radikand vom Komma aus nach links und rechts in Gruppen zu je d r e i Ziffern eingeteilt. Für jede Grüppe hat das Ergebnis eine Stelle; für jede vollständige Nullengruppe hinter dem Komma hat das Ergebnis eine Null:

$$\sqrt[3]{4'096} = 16; \qquad \sqrt[3]{0{,}000'125} = 0{,}05.$$

Ist die vorderste Gruppe kleiner als 10, wie bei $\sqrt[3]{0{,}003'500}$, so stellen Sie die Ziffernfolge im linken Drittel der Teilung K ein. Radikanden, deren vorderste Gruppe zweistellig ist, wie bei $\sqrt[3]{0{,}046'200}$, werden im mittleren Drittel der Teilung K eingestellt. Ist die vorderste Gruppe des Radikanden dreistellig, wie bei $\sqrt[3]{320'000}$, so rechnen Sie im rechten Drittel.

L e h r b e i s p i e l 5

Aufgabe	Einstellung im	Aufbau des Ergebnisses	Ergebnis
$\sqrt[3]{0{,}003'500}$	linken Drittel	0, . . .	0,152
$\sqrt[3]{0{,}035}$	mittleren Drittel	0, . . .	0,327
$\sqrt[3]{0{,}350}$	rechten Drittel	0, . . .	0,705
$\sqrt[3]{3{,}500}$	linken Drittel	. , . .	1,52
$\sqrt[3]{35}$	mittleren Drittel	. , . .	3,27
$\sqrt[3]{350}$	rechten Drittel	. , . .	7,05
$\sqrt[3]{3'500}$	linken Drittel	. . , .	15,2
$\sqrt[3]{35'000}$	mittleren Drittel	. . , .	32,7
$\sqrt[3]{350'000}$	rechten Drittel	. . ,	70,5
$\sqrt[3]{3'500'000}$	linken Drittel	. . .	152

Das Studium der folgenden im Kleindruck wiedergegebenen Ausführungen sowie das Lösen der zugehörigen Aufgaben 2n, o, p ist Ihnen freigestellt.

Die Skalen A und K stellen die 2. und 3. Potenz der Zahlen auf D dar. Auf Grund ihrer Anordnung besteht die Möglichkeit, Ausdrücke von der Form $\left(\sqrt{a}\right)^3 = \sqrt{a^3}$ und $\left(\sqrt[3]{a}\right)^2 = \sqrt[3]{a^2}$ zu berechnen.

Will man $\sqrt{a^3}$ berechnen, so sucht man die Grundzahl a auf A. Das Ergebnis steht dann darüber auf K.

Bei $\sqrt[3]{a^2}$ wird die Grundzahl a auf K aufgesucht. Das Ergebnis steht darunter auf A.

Lehrbeispiel 6

Berechnen Sie a) $\left(\sqrt{16}\right)^3$, *b)* $\left(\sqrt[3]{125}\right)^2$, *c)* $\sqrt{85^3}$, *d)* $\sqrt[3]{0{,}916^2}$, *e)* $\sqrt[3]{7{,}2^2}$*!*

Lösung:

a) Sie stellen den Läuferstrich in der rechten Teilung von A auf A 1—6. Sie lesen ab: K 6—4. Ergebnis: $\underline{\underline{\left(\sqrt{16}\right)^3 = 64.}}$

b) Sie stellen den Läuferstrich im rechten Drittel der Teilung K auf K 1—2—5. Sie lesen ab: A 2—5. Ergebnis: $\underline{\underline{\left(\sqrt[3]{125}\right)^2 = 25.}}$

Ähnlich erhalten Sie:

c) $\underline{\underline{\sqrt{85^3} = 784,}}$ d) $\underline{\underline{\sqrt[3]{0{,}916^2} = 0{,}943,}}$ e) $\underline{\underline{\sqrt[3]{7{,}2^2} = 3{,}73.}}$

Übungen

2. *Berechnen Sie*

a) $17{,}35^2$	*b)* $0{,}0628^2$	*c)* $51{,}6^3$
d) $0{,}435^3$	*e)* 218^3	*f)* $0{,}062^3$
g) $\sqrt{25{,}8}$	*h)* $\sqrt{312}$	*i)* $\sqrt{0{,}0417}$
k) $\sqrt[3]{3590}$	*l)* $\sqrt[3]{0{,}00685}$	*m)* $\sqrt[3]{181}$
n) $\left(\sqrt{0{,}156}\right)^3$	*o)* $\sqrt[3]{1680^2}$	*p)* $\sqrt{816^3}$

2.2 Die Multiplikation

Zur Einführung in das Multiplizieren und Dividieren mit dem Rechenstab benutzen wir die übereinstimmenden Teilungen C und D (Bild 12).

Die Teilungen C und D werden Sie auch später beim Rechnen am häufigsten verwenden, da sich auf diesen beiden Teilungen Zahlenwerte mit größerer Genauigkeit einstellen und ablesen lassen.

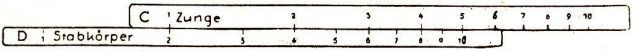


Bild 12

Bei der Multiplikation zweier Zahlen werden die den Faktoren zugeordneten Strecken aneinandergesetzt.

Beispiel (vgl. Bild 13):

$2 \cdot 3 = 6$: Strecke 2 + Strecke 3 = Strecke 6
(Stabkörper) (Zunge) (Stabkörper)

Die Addition dieser Strecken führen Sie wie folgt durch:
Sie stellen die Zunge mit C 1 über D 2 des Stabkörpers (Bild 12), rücken den Läuferstrich auf C 3 und lesen darunter auf D das Ergebnis 6 ab.

Diesselbe Stellung gilt auch für $2 \cdot 4 = 8$, $2 \cdot 1{,}5 = 3$, $2 \cdot 4{,}5 = 9$ usw. Sie gestattet jedoch nicht, das Ergebnis von $2 \cdot 6{,}5$ abzulesen, weil C 6—5 außerhalb der Teilung D steht. Dies erfordert ein Umstellen der Zunge: An Stelle von C 1 wird C 10 über D 2 gesetzt.

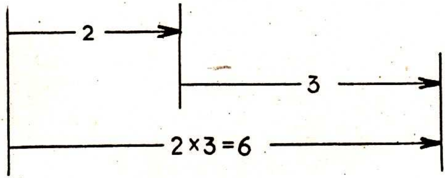


Bild 13

L e h r b e i s p i e l 7

Berechnen Sie $2 \cdot 6{,}5$*!*

L ö s u n g :

Wie in Bild 14 stellen Sie C 10 über D 2, rücken den Läuferstrich auf C 6—5 und lesen darunter das Ergebnis D 1—3 ab.

Ergebnis: $2 \cdot 6{,}5 = 13$.

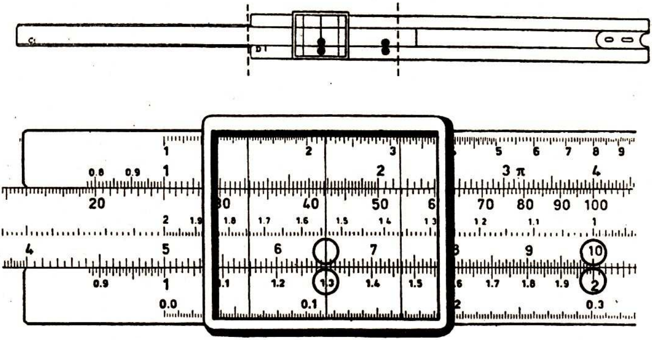


Bild 14

Lehrbeispiel 8

Aufgabe	C 1 über D	C 10 über D	Läuferstrich über C	Abzulesende Ziffernfolge auf D	Überschlag	Ergebnis
a) 14,78·0,945	-	1-4-7-8	9-4-5	1-3-9-7	14·1 = 14	13,97
b) 8,03·5,07	-	8-0-3	5-0-7	4-0-7	8·5 = 40	40,7
c) 204 854·0,19 522	2-0-5	-	1-9-5-2	4-0-0	200 000·0,2 = 40 000	40 000

Bei der Multiplikation auf den o b e r e n Teilungen ist kein Umstellen der Zunge nötig, aber diese Teilungen gestatten nicht dieselbe Genauigkeit wie die doppelt so langen unteren Teilungen.

Lehrbeispiel 9

Berechnen Sie 6 · 35 mit den Teilungen A und B!

Lösung:

Sie stellen B 1 unter A 6—0, den Läuferstrich auf B 3—5 (Bild 15). Darüber steht die Ziffernfolge des Ergebnisses A 2—1. Überschlag: 6·40 = 240; Ergebnis: 6·35 = 210.

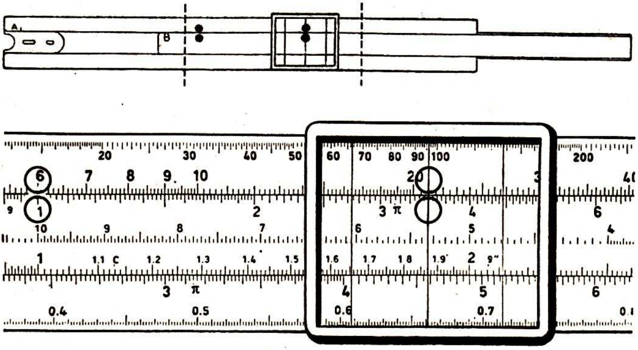


Bild 15

Lehrbeispiel 10

	Aufgabe	B 1 unter A	Läuferstrich über B	Abzulesende Ziffernfolge auf A	Überschlag	Ergebnis
a)	4,95 · 34,2	4—9—5	3—4—2	1—6—9	$5 \cdot 30 = 150$	169
b)	0,564 · 76,5	5—6—4	7—6—5	4—3—1	$\frac{1}{2} \cdot 76 = 38$	43,1

In der Praxis multiplizieren Sie auf den unteren oder oberen Teilungen je nach der Art zusammengesetzter Rechnungen.

Ist ein Produkt aus mehreren Faktoren zu bilden, so multiplizieren Sie zunächst die beiden ersten Faktoren, halten das Zwischenergebnis mit dem Läuferstrich fest und multiplizieren sofort mit dem dritten Faktor.

Lehrbeispiel 11

Berechnen Sie 3,4 · 19,5 · 2,35*!*

Lösung:

Sie stellen C 1 über D 3—4 und rücken den Läuferstrich auf C 1—9—5. Der Läuferstrich steht jetzt über dem Zwischenergebnis 3,4 · 19,5 (auf D 6—6—3), das Sie nicht abzulesen brauchen. Das Zwischenergebnis (3,4 · 19,5) ist nun noch mit 2,35 zu multiplizieren. Sie schieben daher C 10 unter den Läuferstrich und rücken den Läuferstrich auf C 2—3—5. Sie rechnen also (3,4 · 19,5) · 2,35. Sie lesen unter dem Läuferstrich ab: D 1—5—5—8. Überschlag: 3 · 20 · 2 = 120; Ergebnis: 3,4 · 19,5 · 2,35 = 155,8.

Bei einer Verbindung von Quadrieren und Multiplizieren beginnen Sie stets mit der Berechnung des Quadrates und rechnen auf den Teilungen A und B weiter.

Lehrbeispiel 12

Berechnen Sie $1{,}5^2 \cdot 4$*!*

Lösung:

Sie stellen C 1 über D 1—5, lesen das Zwischenergebnis A 2—2—5 gar nicht ab, sondern multiplizieren dasselbe sofort mit 4, indem Sie den Läuferstrich auf B 4 stellen (Bild 16). Darüber lesen Sie ab: A 9; Ergebnis: $1{,}5^2 \cdot 4 = 9$.

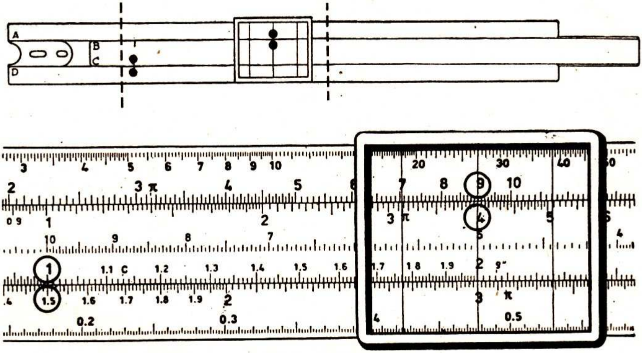


Bild 16

Lehrbeispiel 13

Berechnen Sie $5{,}2^2 \cdot 8{,}4$*!*

Lösung:

Sie stellen C 10 über D 5—2 und rücken den Läuferstrich auf B 8—4 (an zwei Stellen möglich). Darüber steht die Ziffernfolge des Ergebnisses: A 2—2—7. Überschlag: 25 · 8 = 200; Ergebnis: 227.

Die Verbindung von Quadrieren und Multiplizieren wird auf Rechenstäben ohne kubische Teilung zur Berechnung dritter Potenzen benutzt.

Lehrbeispiel 14

$1{,}25^3 = 1{,}25^2 \cdot 1{,}25$

Lösung:

C 1 über D 1—2—5; Läuferstrich auf B 1—2—5; darüber steht A 1—9—5. Ergebnis: $\underline{\underline{1{,}95}}$.

2.3 Die Division

Bei der Division zweier Zahlen werden die zugeordneten Strecken voneinander abgezogen.

Beispiel (vgl. Bild 17)

8 : 4 = 2: Strecke 8 — Strecke 4 = Strecke 2
(Stabkörper) (Zunge) (Stabkörper)

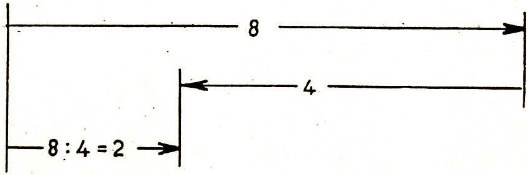


Bild 17

Bei der Subtraktion der Strecken verfahren Sie wie folgt:
Sie stellen den Läuferstrich auf D 8, ziehen darüber C 4 und lesen unter C 1 das Ergebnis D 2 ab.

Dieselbe Stellung gilt auch für 6 : 3 = 2; 5 : 2,5 = 2 usw. Für 13 : 6,5 kann das Ergebnis nicht unter C 1 abgelesen werden, weil dieser Teilungspunkt außerhalb der Teilung D steht. Dann ist das Ergebnis unter C 10 zu finden, da der Übergang von C 1 nach C 10 nur eine Multiplikation mit 10 bedeutet, die auf die Ziffernfolge keinerlei Einfluß hat.

Lehrbeispiel 15

Berechnen Sie 13 : 6,5*!*

Lösung:

Mit Hilfe des Läuferstriches stellen Sie C 6—5 über D 1—3 (vgl. Bild 14). Unter C 10 steht D 2. Ergebnis: $\underline{\underline{13 : 6{,}5 = 2.}}$

Bei der Division auf den unteren Teilungen ist das Ergebnis also unter C 1 oder C 10 zu finden, je nachdem, welcher Punkt innerhalb der Teilung D liegt. In entsprechender Weise wird die Division auf den oberen Teilungen vorgenommen.

Lehrbeispiel 16

Berechnen Sie 21 : 3,5 *mit den Teilungen A und B!*

Lösung:

Die Lösung ist aus Bild 15 zu ersehen: Läuferstrich auf A 2—1; darunter B 3—5; über B 1 (und über B 10) steht das Ergebnis A 6—0. Liegt B 1 außerhalb des Stabkörpers, so ist das Ergebnis über B 10 (und B 100) abzulesen. Bei der Division auf den oberen Teilungen steht das Ergebnis über B 1, B 10 oder B 100, von denen immer zwei Punkte innerhalb des Stabkörpers liegen.

Bei der praktischen Ausführung dividieren Sie meist auf den unteren, aber auch auf den oberen Teilungen, je nach der Art zusammengesetzter Rechnungen. Üben Sie die folgenden Beispiele deshalb unten und oben!

Beispiele: $2{,}38 : 87{,}5 = \underline{\underline{0{,}0272}}$; $46{,}8 : 0{,}0293 = \underline{\underline{1597}}$;

$0{,}346 : 23{,}7 = \underline{\underline{0{,}01460}}$.

Bei einer Verbindung von Dividieren und Quadratwurzelziehen beginnen Sie mit der Division auf den oberen Teilungen.

Lehrbeispiel 17

Berechnen Sie $\sqrt{\frac{9}{4}}$*!*

Lösung:

Sie stellen den Läuferstrich auf A 9, ziehen darunter B 4, lesen über B 1 das Zwischenergebnis A 2—2—5 gar nicht ab, sondern ziehen daraus sofort die Wurzel, indem Sie senkrecht nach unten gehen und unter C 1 die Ziffernfolge D 1—5 ablesen (vgl. Bild 16). Ergebnis: $\underline{\underline{1{,}5}}$

Bei mehrziffrigem Radikanden teilen Sie Zähler und Nenner vom Komma aus in Gruppen zu je zwei Ziffern. Sie arbeiten mit den linken bzw. rechten Hälften der oberen Teilungen, je nachdem die vorderste Gruppe in Zähler bzw. Nenner kleiner oder größer als 10 ist. Es kommt vor, daß A links und B rechts eingestellt wird und umgekehrt.

L e h r b e i s p i e l 18

Berechnen Sie a) $\sqrt{\frac{210}{8{,}4}}$ *b)* $\sqrt{\frac{210}{84}}$*!*

L ö s u n g :

a) Sie stellen den Läuferstrich auf A 2—1—0 (linke Hälfte), ziehen darunter B 8—4 (linke Hälfte) und erhalten über B 100 das Zwischenergebnis, das nicht abgelesen wird. Die Wurzel lesen Sie unter C 10 ab. Ergebnis: $\sqrt{\frac{210}{8{,}4}} = 5.$

b) Sie stellen mit Hilfe des Läuferstrichs B 8—4 (jetzt r e c h t e Hälfte!) unter A 2—1—0 (linke Hälfte). Das Zwischenergebnis steht über B 100. Unter C 10 lesen Sie ab: D 1—5—8—1.

Ergebnis: $\sqrt{\frac{210}{84}} = 1{,}581.$

2.4 Vereinigte Multiplikation und Division

Beim praktischen Rechnen vereinigen sich oft Multiplikation und Division. Dabei zeigt sich der große Vorteil des Stabrechnens. Führen Sie die Division zuerst aus, so genügt auf den unteren Teilungen m e i s t eine, auf den oberen Teilungen i m m e r eine Einstellung.

L e h r b e i s p i e l 19

Berechnen Sie $\frac{6 \cdot 4}{3}$*!*

L ö s u n g :

Sie stellen den Läuferstrich auf D 6, ziehen darunter C 3, lesen das Zwischenergebnis der Division gar nicht ab und multiplizieren sofort mit 4, indem Sie den Läuferstrich auf C 4 stellen. Darunter steht D 8.

Ergebnis: $\frac{6 \cdot 4}{3} = 8.$

Lehrbeispiel 20

Berechnen Sie $\frac{6 \cdot 7}{3}$!

Lösung:

Sie verfahren zunächst wie im Lehrbeispiel 19. Die Zungenstellung gestattet jedoch keine Multiplikation mit 7, da C 7 außerhalb der Teilung D liegt. Deshalb müssen Sie ein Umstellen der Zunge vornehmen: Sie rücken den Läuferstrich auf C 1 und ziehen C 10 darunter. Nunmehr können Sie mit 7 multiplizieren und finden unter C 7 das Ergebnis D 14.

Lehrbeispiel 21

Berechnen Sie $\frac{9{,}852 \cdot 0{,}34625}{2{,}503}$!

Lösung:

Läuferstrich auf D 9—8—5; darunter C 2—5—0; Umstellen; Läuferstrich auf C 3—4—6; darunter Ziffernfolge D 1—3—6—3;

Überschlag: $\frac{9 \cdot \frac{1}{3}}{2} = 1{,}5$; Ergebnis: $\underline{\underline{1{,}363}}$.

Überzeugen Sie sich, daß für Lehrbeispiel 21 beim Rechnen auf den oberen Teilungen kein Umstellen der Zunge nötig ist!

Rechnen Sie die folgenden Beispiele zunächst auf den unteren, dann auf den oberen Teilungen!

Beispiele: $\frac{7{,}86 \cdot 3{,}77}{98{,}7} = \underline{\underline{0{,}300}}$; $\frac{15{,}56 \cdot 564}{765} = \underline{\underline{11{,}47}}$;

$$\frac{47{,}8 \cdot 0{,}028 \cdot 6{,}53}{3{,}67 \cdot 26{,}4 \cdot 0{,}0061} = \underline{\underline{14{,}79}}.$$

Im letzten Beispiel wird mehrmals abwechselnd dividiert und multipliziert: Die Einstellfolge lautet: $47{,}8 : 3{,}67 \cdot 0{,}028 : 26{,}4 \cdot 6{,}53 : 0{,}0061$.

2.5 Die Tabellenrechnung

Ein weiteres wichtiges Anwendungsgebiet des Rechenstabes ist das Aufstellen von Tabellen. Hier macht sich die Ersparnis an Zeit und Mühe besonders stark bemerkbar.

Man benutzt hierzu zweckmäßigerweise die oberen Teilungen A und B; bei vereinigter Multiplikation und Division beginnt man bei der Division.

Lehrbeispiel 22

6 m *Stoff kosten* 49,20 DM. *Zu berechnen sind die Preise für* 1, 2, 3, 5, 8, 10, 15, 20 *und* 25 m *Stoff.*

Lösung:

Die Lösungsgleichung lautet: $x = \frac{49{,}20 \cdot \text{Meterzahl}}{6}$

Sie stellen den Läuferstrich auf A 4—9—2 und ziehen darunter B 6. Bei unveränderter Zungenstellung lesen Sie auf A die Tabellenwerte ab:

B	m	1	2	3	5	8	10	15	25
A	DM	8,20	16,40	24,60	41,00	65,60	82,00	123,00	205,00

Lehrbeispiel 23

Aus der gegebenen Spannung $U = 220$ Volt *und dem zwischen* 12 *und* 900 Ohm *veränderlichen elektrischen Widerstand* R *soll die jeweilige Stromstärke* I *nach dem Ohmschen Gesetz berechnet werden.*

Lösung:

$$I = \frac{U}{R}; \qquad I = \frac{220}{R}\ \text{A}$$

Sie stellen den Läuferstrich auf A 2—2—0 und ziehen darunter auf B nacheinander die Werte von R. Die Ergebnisse lesen Sie über B 1 bzw. B 100 auf A ab.

A	I (Amp.)	18,3	13,7	11,0	7,33	4,89	3,14	1,69	0,733	0,336	0,244
B	R (Ohm)	12	16	20	30	45	70	130	300	655	900

Das Verschieben der Zunge kann man sich ersparen, wenn die Zunge gegenläufig eingeführt wird. (Die Zahlen der Zunge stehen dann Kopf, die B-Teilung steht rückläufig über der D-Teilung.) Sie stellen C 10 unter A 2—2—0 und führen den Läuferstrich der Reihe nach auf B 1—2—0, B 1—6—0, . . ., B 9—0—0. Abgelesen wird unter dem Läuferstrich auf A.

2.6 Die Kreisberechnung

Auf jeder der Teilungen A, B, C und D ist der Teilungspunkt 3,14 besonders markiert und stellt einen Näherungswert für π (sprich: pi) dar. Die Marke π dient zur Kreisberechnung:
Der Umfang eines Kreises ist

$$U = \pi \cdot d.$$

Der Flächeninhalt eines Kreises ist

$$F = \pi \cdot r^2.$$

Der Umfang eines Kreises wird also durch Multiplizieren, der Flächeninhalt durch Verbindung von Quadrieren und Multiplizieren gefunden.

L e h r b e i s p i e l 24

Wie groß ist der Umfang einer Seilscheibe mit 34,5 cm *Durchmesser?*

L ö s u n g :

$$U = \pi \cdot d = \pi \cdot 34{,}5 \text{ cm}$$

C 1 über D π; Läuferstrich auf C 3—4—5; darunter D 1—0—8—4.

$$\underline{\underline{U = 108{,}4 \text{ cm}}}$$

L e h r b e i s p i e l 25

Welchen Querschnitt hat ein Draht mit 1,25 mm *Halbmesser?*

L ö s u n g :

$$F = r^2 \cdot \pi = 1{,}25^2 \ \pi \text{ mm}^2$$

C 1 über D 1—2—5; Läuferstrich auf B π; darüber A 4—9—1.

$$\underline{\underline{F = 4{,}91 \text{ mm}^2}}$$

Die Technik arbeitet mit dem Durchmesser des Kreises und benutzt deshalb die Formel

$$F = \frac{d^2\pi}{4}$$

Der Dreistrichläufer ermöglicht die Rechnung in e i n e r Einstellung. Man braucht nur den Durchmesser einzustellen und kann die Kreisfläche sofort mit Hilfe des Dreistrichläufers ablesen.

Lehrbeispiel 26

Wie groß ist der Querschnitt einer Kreisfläche von 7 cm *Durchmesser?*

Lösung:

Sie stellen den rechten Läuferstrich auf D 7 und lesen unter dem mittleren Läuferstrich die Ziffernfolge des Querschnittes A 3—8—5 ab (vgl. Bild 18). Ergebnis: $\underline{\underline{F = 38{,}5\ \text{cm}^2}}$.

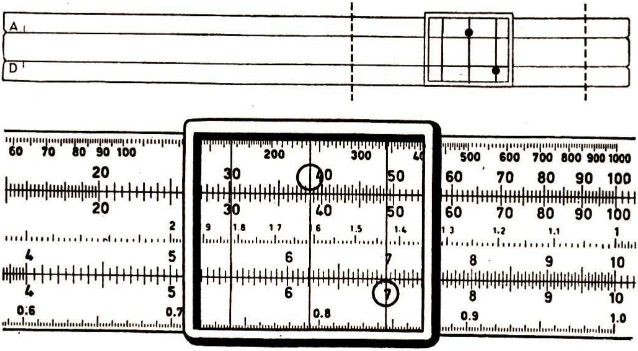


Bild 18

Umgekehrt läßt sich aus der Kreisfläche der Durchmesser ermitteln. Dabei ist zu beachten, ob die Kreisfläche auf der linken oder der rechten Hälfte der Teilung A eingestellt werden muß (Gruppen zu 2 Ziffern!).

Lehrbeispiel 27

Wie groß ist der Durchmesser einer Kreisfläche von 25,5 cm² *Flächeninhalt?*

Lösung:

Mittlerer Läuferstrich auf A 2—5—5 (rechte Hälfte!); Ziffernfolge des Ergebnisses steht unter dem rechten Läuferstrich: D 5—7—0.

Ergebnis: $\underline{\underline{d = 5{,}70\ \text{cm}}}$.

Der Dreistrichläufer wird auch zur Berechnung des Zylinderinhalts benutzt. Da der Inhalt der Walze gleich Grundfläche mal Höhe ist, braucht der (entsprechend Lehrbeispiel 26) gefundene Querschnitt nur noch mit der Höhe multipliziert werden.

Lehrbeispiel 28

Welchen Inhalt hat eine Walze mit 7 cm *Durchmesser und* 7,84 cm *Höhe?*

Lösung:

Rechter Läuferstrich auf D 7; B 100 unter den mittleren Läuferstrich; Läufer auf B 7—8—4; darüber steht A 3—0—2;

Überschlag: $\frac{50 \cdot 3 \cdot 8}{4} = 300$; Ergebnis: $\underline{\underline{V = 302 \text{ cm}^3}}$.

Diese Aufgaben lassen sich auch mit Hilfe der Querschnitts-Marken c und c_1 lösen, die auf den meisten Stäben aufgebracht sind.

c steht bei 1—1—2—8 auf der C-Skala und bedeutet

$$\frac{2}{\sqrt{\pi}} \text{ oder } \sqrt{\frac{4}{\pi}}.$$

Lehrbeispiel 29

Welche Fläche hat ein Kreis von 16 mm *Durchmesser?*

Lösung:

Sie bringen die c-Marke auf Teilung C (Zunge) auf D 16, dann zeigt B 1 (Zunge) auf A das Ergebnis $\underline{\underline{201 \text{ mm}^2}}$ an.

Die Marke c_1 steht bei 3—5—7 auf der C-Skala (Zunge) und stellt den Wert $2\sqrt{\frac{10}{\pi}}$ dar.

Mit c_1 kann man ebenso wie mit c arbeiten. In diesem Falle liest man das Ergebnis 201 mm² über B 100 (Zunge) oder B 10 (Zunge) auf A ab.

Mit der Marke c lassen sich sehr einfach Tabellen bilden: Man stellt die c-Marke über D 1, dann steht über jedem gegebenen Durchmesser auf C der entsprechende Querschnitt auf A bzw. unter jedem Querschnitt auf A der zugehörige Durchmesser auf der C-Skala.

2.7 Multiplikation und Division mit Hilfe der Reziprokteilung

Die Reziprokteilung R ist rückläufig, daß heißt von rechts nach links aufgetragen und gibt zu jedem Wert der Teilung C den reziproken Wert (Kehrwert).

L e h r b e i s p i e l 30

Wie heißt der Kehrwert von 8?

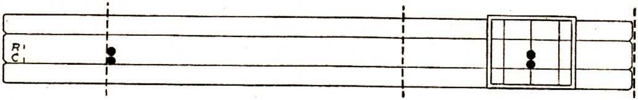
L ö s u n g :

1. Weg

Läuferstrich auf C 8; darüber steht R 1—2—5 (Bild 19); Ergebnis: 0,125.

2. Weg

Läuferstrich auf R 8; darunter steht C 1—2—5; Ergebnis: 0,125.



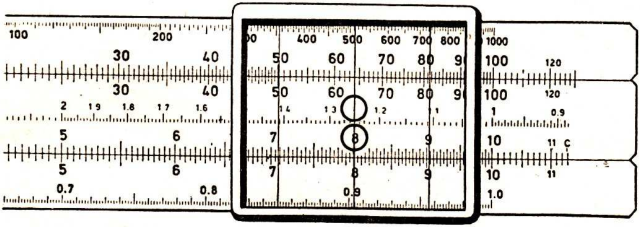


Bild 19

Beispiele: $\frac{1}{67{,}5} = 0{,}01481;$ $\frac{1}{11{,}43} = 0{,}0875.$

Bei der Multiplikation auf den Teilungen D und C macht sich oft ein Umstellen der Zunge nötig. Dieses Umstellen entfällt durch Benutzen der Teilung R. Die Reziprokteilung verwandelt nämlich die Multiplikation zweier Zahlen vorteilhaft in eine Division, wobei das Ergebnis unter R 1 oder R 10 auf D stets ohne Umstellen abgelesen werden kann. Beachten Sie beim Einstellen, daß die Reziprokteilung eine rückläufige Teilung ist!

Lehrbeispiel 31

Berechnen Sie 7,5 · 4,8*!*

Lösung:

Sie wandeln zunächst die Multiplikationsaufgabe in eine Divisionsaufgabe um:

$$7{,}5 \cdot 4{,}8 = \frac{7{,}5}{\frac{1}{4{,}8}}.$$

Der Divisor $\frac{1}{4{,}8}$ wird mit Hilfe der Reziprokteilung eingestellt. Nach Bild 20 stellen Sie den Läuferstrich auf D 7—5, ziehen darüber R 4—8 und lesen unter R 10 = C 1 die Ziffernfolge D 3—6—0 ab. Überschlag: 8 · 5 = 40. Ergebnis: $\underline{\underline{36}}$.

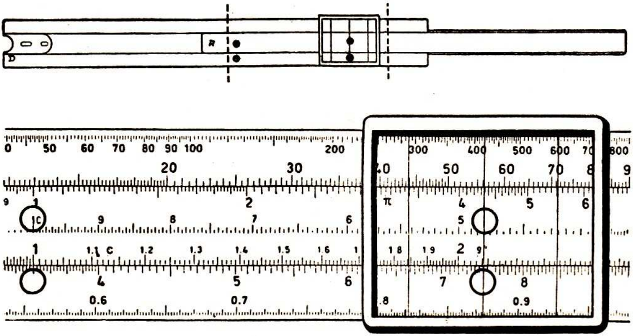


Bild 20

Rechnen Sie in gleicher Weise die folgenden Beispiele:

0,395 · 0,562 = 0,222; 8,03 · 5,07 = 40,7; 0,574 · 76,5 = 43,9!

Zur Berechnung eines Produktes aus drei Faktoren sind nach Lehrbeispiel 11 zwei Zungeneinstellungen nötig. Bei Benutzung der Reziprokteilung kommt man dagegen in den meisten Fällen mit einer Zungeneinstellung aus, da die Multiplikation von drei Faktoren in eine vereinigte Multiplikation und Division verwandelt wird.

Lehrbeispiel 32

Berechnen Sie 4,5 4,2 · 3,6!

Lösung:

$$4{,}5 \cdot 4{,}2 \cdot 3{,}6 = \frac{4{,}5 \cdot 3{,}6}{\frac{1}{4{,}2}}$$

Läuferstrich auf D 4—5; darunter R 4—2. Das Zwischenergebnis brauchen Sie nicht abzulesen. Läuferstrich auf C 3—6; darunter D 6—8. Überschlag: $4 \cdot 4 \cdot 4 = 64$; Ergebnis: $\underline{\underline{68}}$ (vgl. dazu Bild 21).

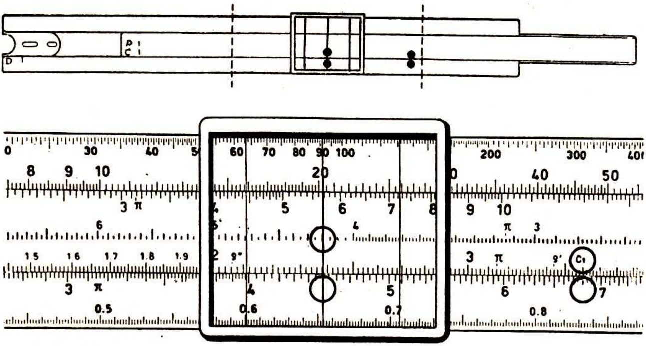


Bild 21

Lehrbeispiel 33

Berechnen Sie $\frac{68}{3{,}6 \cdot 4{,}2}$!

Lösung:

$$\frac{68}{3{,}6 \cdot 4{,}2} = \frac{68 \cdot \frac{1}{4{,}2}}{3{,}6}$$

Läuferstrich auf D 6—8; darunter C 3—6;

Läuferstrich auf R 4—2; darunter D 4—5;

Überschlag: $\frac{68}{4 \cdot 4} \approx 4$;

Ergebnis: $\underline{\underline{4{,}5}}$ (vgl. dazu Bild 21).

Übungen

Berechnen Sie mit der Grundteilung!

3. *a)* $16{,}25 \cdot 4{,}38$ *b)* $30{,}8 \cdot 0{,}214$ *c)* $0{,}487 \cdot 0{,}1258$
   d) $80{,}6 \cdot 63{,}8$ *e)* $0{,}829 \cdot 732$ *f)* $0{,}0134 \cdot 0{,}876$

4. *a)* $72{,}8 : 5{,}21$ *b)* $3{,}78 : 419$ *c)* $98{,}2 : 0{,}371$
   d) $0{,}204 : 0{,}312$ *e)* $0{,}423 : 0{,}019$ *f)* $6{,}28 : 735$

5. *a)* $\dfrac{4{,}83 \cdot 0{,}362}{14{,}55}$ *b)* $\dfrac{690 \cdot 0{,}108}{86{,}7}$ *c)* $\dfrac{0{,}864 \cdot 72{,}6 \cdot 13{,}4}{764 \cdot 9{,}83 \cdot 213}$

6. *Berechnen Sie mit der Quadratteilung!*

   a) $\dfrac{72{,}3 \cdot 7{,}45}{0{,}473}$ *b)* $\dfrac{462 \cdot 8{,}34}{1523}$ *c)* $\dfrac{0{,}439 \cdot 1{,}87}{72{,}2 \cdot 3{,}64}$

7. *a)* $\dfrac{\sqrt{364} \cdot 17{,}1}{0{,}87}$ *b)* $\dfrac{\sqrt[3]{0{,}068} \cdot 0{,}124}{0{,}0928}$ *c)* $\dfrac{16{,}4 \cdot 1{,}97}{\sqrt{0{,}874}}$

8. *Die Statistik gibt die Produktionszahlen für Schwefelsäure in unserer Republik in Tonnen* SO_3 *an. Rechnen Sie die folgenden Aufgaben in Tonnen 98%ige Schwefelsäure* (H_2SO_4) *um* ($245\,000$ t $SO_3 \triangleq 306\,000$ t H_2SO_4)*!*

Schwefelsäureproduktion in 1000 t SO_3

Jahr	*1950*	*1951*	*1952*	*1953*	*1954*	*1955*	*1956*	*1957*	*1958*
1000 t SO_3	245	289	302	364	434	483	499	522	531

9. *Eine Drehmaschine kann mit folgenden Drehzahlen laufen:*

   $$n = 100,\ 125,\ 160,\ 200,\ 250,\ 315,\ 400,\ 500,\ 630,\ 800,\ 1000\,\frac{1}{\text{min}}.$$

   Berechnen Sie die Schnittgeschwindigkeit in m/min *am Umfang eines Arbeitsstückes mit dem Durchmesser* 75 mm*!*

ANTWORTEN UND LÖSUNGEN

1.

D	C	R	B	A	K
1—2—5	1—1—3—7	8—8—0	1—2—9	1—5—6	1—9—5
1—6—0	1—4—5—5	6—8—7	2—1—2	2—5—6	4—1—0
1—9—0	1—7—2—7	5—7—9	2—9—8	3—6—1	6—8—6
2—5—4	2—3—1	4—3—3	5—3—3	6—4—5	1—6—4
3—0—1	2—7—4	3—6—6	7—5—0	9—0—6	2—7—3
3—9—9	3—6—3	2—7—6	1—3—2	1—5—9	6—3—5
5—9—2	5—3—8	1—8—6—0	2—9—0	3—5—0	2—0—7
7—4—8	6—8—0	1—4—7—1	4—6—2	5—6—0	4—1—9
9—0—6	8—2—4	1—2—1—4	6—7—8	8—2—1	7—4—4

2. a) 301 b) 0,003 94 c) 137 000
d) 0,0823 e) 10 400 000 f) 0,000 238
g) 5,08 h) 17,66 i) 0,204
k) 15,31 l) 0,190 m) 5,66
n) 0,0616 o) 141 p) 23 300

3. a) 71,2 b) 6,59 c) 0,0613
d) 5140 e) 607 f) 0,011 74

4. a) 13,97 b) 0,009 02 c) 265
d) 0,654 e) 22,3 f) 0,008 54

5. a) 0,1202 b) 0,860 c) 0,000 526

6. a) 1139 b) 2,53 c) 0,003 12

7. a) 375 b) 0,546 c) 34,6

8.

Jahr	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958
1000 t H_2SO_4	306	361	377	454	542	603	623	652	663

9. $v = \pi \cdot d \cdot n$

n	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000
v (m/min)	23,6	29,4	37,7	47,1	58,9	74,2	94,2	117,8	148,4	188,5	236

INHALTSVERZEICHNIS

Als Manuskript gedruckt!

Veröffentlicht unter Ag 604/52/61 — 1. Ausgabe — 3. Auflage
Satz und Druck: VEB (G) Druckerei Sebnitz III 25 13 931
Offsetnachdruck: VEB Druckerei „Thomas Müntzer" Bad Langensalza

L 10 7 03 · 1-3