Nr. 163/81

FABER-CASTELL

# Anleitung

für den Gebrauch unseres Rechenstabes
CASTELL-Mini-Mentor

## Kurze Erklärung des Stabes

Der Rechenstab besteht aus d r e i Teilen:

1. dem festen Hauptteil, dem eigentlichen S t a b k ö r p e r , der aus den beiden durch Laschen verbundenen Stabkörperwangen besteht.
2. der beweglichen Z u n g e , die in den Fugen der Stabkörperwangen gleitet.
3. dem L ä u f e r , der den Stabkörper ganz umschließt.

Vorbemerkung:

Die wichtigsten Hauptskalen CF und D auf der Vorderseite und C auf der Rückseite sind durch grüne Farbstreifen gekennzeichnet. Dieses Grün wirkt vorteilhaft auf die Augen beim häufigen Arbeiten mit den Hauptskalen und ermöglicht es beim Anfangsunterricht, diese schnell aufzufinden.

## Die Skalen der Vorderseite

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Quadratskala | A | . . . $x^2$ . . . | von 1-100 | Stabkörper oben |
| $\pi$-vers. Grundskala | DF | . . . $\pi x$ . . . | von 3-3,6 | |
| $\pi$-vers. Grundskala | CF | . . . $\pi x$ . . . | von 3-3,6 | Zunge oben |
| Reziprokskala zu CF | CIF | . . . $1 : \pi x$ . | von 3,14-3,14 | Zunge Mitte |
| Reziprokskala zu C | CI | . . . $1 : x$ . . | von 10-1 | |
| Grundskala | C | . . . $x$ . . . | von 1-10 | Zunge unten |
| Grundskala | D | . . . $x$ . . . | von 1-10 | Stabkörper unten |
| Kubenskala | K | . . . $x^3$ . . . | von 1-1000 | |

## Die Skalen der Rückseite

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1. Tangensskala | $T_1$ | . . . tan 0,1 x | von $5,5^0$-$45^0$ | Stabkörper oben |
| 2. Tangensskala | $T_2$ | . . . tan x | von $45^0$-$84,5^0$ | |
| 2. Sinusskala | S | . . . sin 0,1 | von $5,5^0$-$90^0$ | Zunge oben |
| Reziprokskala zu C | CI | . . . 1 : x . . | von 10-1 | Zunge Mitte |
| Grundskala | C | . . . x . . . | von 1-10 | Zunge unten |
| Grundskala | D | . . . x . . . | von 1-10 | Stabkörper unten |
| Sinusskala | S | . . . sin 0,1 x | von $5,5^0$-9[illegible] | |
| arc-Skala | ST | . . . arc 0,01 x | von $0,55^0$-[illegible] | |

[illegible]

## Das Komma

Da die oberen Skalen nur von 1 bis 10 reichen, glaubt der Anfänger, man könne auf dem Stabe nur mit Zahlen innerhalb dieses Bereiches arbeiten. Das ist ein Irrtum. Den Dezimalwert einer Zahl, also die Stellung des Kommas, beachtet man beim Stabrechnen nicht. Liest man auf einer Teilung den Wert 3, so kann das auch 0,3; 300; 0,03; 30 000 usw. bedeuten.

Im Ergebnis setzt man das Komma selbst ein, was bei praktischen Aufgaben nie Schwierigkeiten macht.

Mithin kann man auf dem Stabe mit a l l e n Zahlen rechnen.

## Das Lesen der Skalen

Man kann auf dem Rechenstab mit allen Zahlen rechnen. Die Kommastellung braucht nicht beachtet zu werden. Liest man auf einer Skala den Wert 3, so kann dies 0,3; 300; 30; 0,03 usw. bedeuten. Die Kommastellung ist meist klar oder wird durch eine kurze Überschlagsrechnung ermittelt.


Hier lassen sich 3 Stellen genau ablesen. Die ungeraden Zahlen erhält man durch Halbieren der Zwischenräume (101, 103 usw.).

Hier kann man ebenfalls 3 Stellen genau ablesen, wen die Endzahl eine 5 ist.

Hier kann man 2 Stellen genau ablesen, bzw. sind diese durch Teilstriche markiert.

Der Ablesebereich der Skalen geht aber weit über diese Möglichkeiten hinaus. Die weiteren Zwischenwerte müssen jedoch abgeschätzt werden.

## Auf welchem System beruht das Rechnen mit dem Rechenstab?

Legt man zwei gewöhnliche Lineale mit Zentimeter-Teilung nach nachstehender Abb. übereinander, so erhält man nach rechts gehend das Ergebnis

3,5 + 4,5 = 8 (also eine **Addition**) oder

8 — 4,5 = 3,5 (also eine **Subtraktion**) (Fig. 4a)

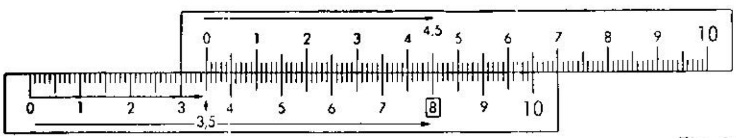


Fig. 4a

Man hat also mit Hilfe beider Millimeter-Teilungen „gerechnet", indem man die Zahlen 3,5 und 4,5 als Strecken auffaßte und aneinandersetzte, bzw. im zweiten Fall die Strecke 4,5 von der Strecke 8 abzog.

Genau so arbeitet der Rechenstab, nur daß er, weil die Teilungen entsprechend aufgebaut sind, durch das Aneinandersetzen nicht die **Summe,** sondern das **Produkt** der Zahlen liefert, im zweiten Falle nicht die **Differenz,** sondern den **Quotienten.**

Legt man also 2 Skalen eines Rechenstabes in gleicher Weise wie die erwähnten Lineale aneinander, dann lautet das Ergebnis

3,5 · 4,5 = 15,75 (also eine **Multiplikation**) oder
15,75 : 4,5 = 3,5 (also eine **Division**) (Fig. 4b)

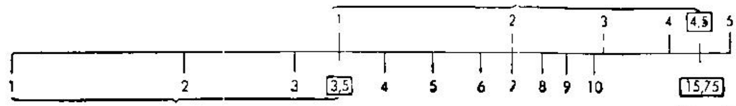


Fig. 4b

Schlußfolgerung:

Wenn man beim Rechenstab 2 Strecken addiert, so ergibt das eine Multiplikation, wenn man eine von der anderen subtrahiert, so ergibt das eine Division.

## Multiplizieren

Man verwendet vor allem die Hauptskalen C und D. (Skalen CF und DF siehe Seite 5).

B e i s p i e l : 2,45 · 3 = 7,35 (Fig. 5)


Fig. 5

Man stellt 1 am Zungenanfang (**C** 1) über 2,45 der unteren Stabteilung (**D** 245), bringt den Läuferstrich über 3 der unteren Zungenteilung (**C** 3) und liest das Produkt 7,35 unter dem Läuferstrich auf der unteren Stabteilung (**D** 735) ab.

(Mit diesen Einstellungen hat man die Strecke 1 - 2,45 der Skala D und die Strecke 1 - 3 der Skala C aneinandergesetzt. Beide Strecken ergeben in ihrer Gesamtheit die Strecke von 1 - 7,35 auf D und damit das Ergebnis 7,35.) Haben Sie immer dieses Schema vor Augen, dann wird Ihnen stets die Systematik des Stabrechnens klar sein.

Es kommt beim Rechnen auf den Skalen C und D vor, daß die Zunge mit der Einstellung C 1 über 1. Faktor auf Skala D zu weit nach rechts heraussteht, so daß der 2. Faktor nicht mehr auf C eingestellt werden kann. In diesem Fall schiebt man die Zunge nach links so weit durch, bis statt Zungenanfang C 1 das Zungenende C 10 unter dem Läuferstrich steht. Dies ist das sogenannte „Durchschieben der Zunge".

Man kann es vermeiden, wenn man im Bedarfsfall gleich C 10 über den 1. Faktor stellt. Geübte Rechner wissen sofort, welche Einstellung erforderlich ist.

B e i s p i e l : 7,5 · 4,8 = 36 (Fig. 6)

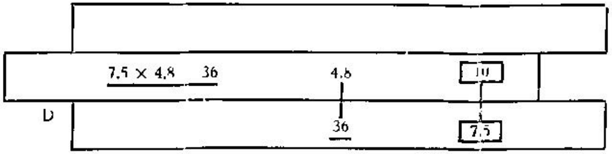



Fig. 6

Man stellt C 10 über D 7,5, schiebt den Läuferstrich über den 2. Faktor 4,8 auf C und liest darunter auf Skala D das Ergebnis 36 ab.
Die Einstellung von C 10 wird allgemein dann gewählt, wenn die beiden ersten Ziffern, miteinander multipliziert, im Ergebnis größer als 10 werden.

**Das Durchschieben der Zunge ist nicht erforderlich, wenn man mit den $\pi$-versetzten Skalen CF und DF arbeitet** (s. S. 5).

## Dividieren

Mit Hilfe des Läuferstrichs stellt man Zähler und Nenner auf C und D gegenüber und kann unter Zungenanfang C 1 oder Zungenende C 10 das Ergebnis ablesen.

B e i s p i e l : 9,85 : 2,5 = 3,94 (Fig. 7)

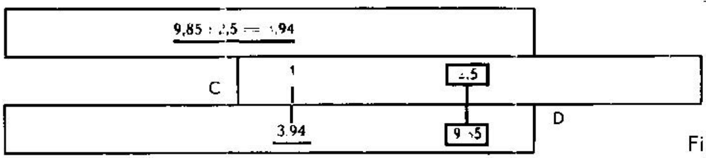
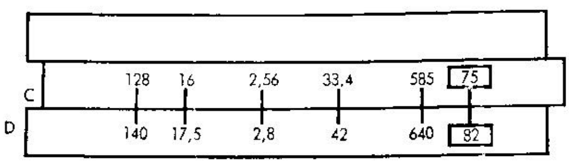



Fig. 7

Man schiebt zuerst den Läuferstrich über den Zähler 9,85 auf der unteren Skala D, zieht dann den Nenner 2,5 (auf Teilung C) unter den Läuferstrich. Jetzt stehen Zähler und Nenner gegenüber und unter dem Zungenanfang C 1 kann man das Ergebnis 3,94 auf Skala D ablesen.

## Tabellenbilden

1. Man will Yards in Meter umrechnen. Parität: 82 Yards sind 75 Meter. Man stellt mit Hilfe des Läuferstrichs 82 auf Skala D und 75 auf C gegenüber: Stelle zuerst den Läuferstrich über D 82 und ziehe die Zunge so weit nach rechts bis C 75 darunter und damit gegenüber D 82 steht.




Meter
Yards

Fig. 8

Nun stellt man den Läuferstrich über den bekannten Yard-Wert auf D und kann darüber auf C die Meterzahl ablesen und umgekehrt:

z. B. 17,5 yards sind 16 m; 140 yards sind 128 m und umgekehrt 38,4 m sind 42 yards; 2,56 m sind 2,8 yards; 585 m sind 640 yards.

Es kommt vor, daß man einige Werte nicht einstellen oder ablesen kann, weil die Zunge zu weit nach links oder rechts heraussteht.

Z. B. kann man für 105 Yards den Gegenwert 96 m nicht mehr ablesen. Hier behilft man sich mit dem sog. „Durchschieben der Zunge", d. h. man hält die Einstellung der Tabelle fest, indem man den Läuferstrich über C 1 stellt und nun die Zunge so weit nach links durchschiebt, bis C 10 unter dem Läuferstrich steht. Jetzt kann man auch die übrigen Werte ablesen.

2. Ist statt der Parität der Einheitswert bekannt, z. B. 1 yd = 0,914 m, stellt man C 1 oder C 10 (für 1 yd.) über 0,914 auf Skala D. Mit Hilfe des Läuferstrichs kann man wieder Yards und Meter auf C und D ablesen.

3. Oder der oft benötigte Wert 1 engl. Zoll = 25,4 mm. Man stellt C 1 über D 25,4 und liest mit Hilfe des Läuferstrichs z. B. 17″ = 43,2 cm oder 37″ = 94 cm.

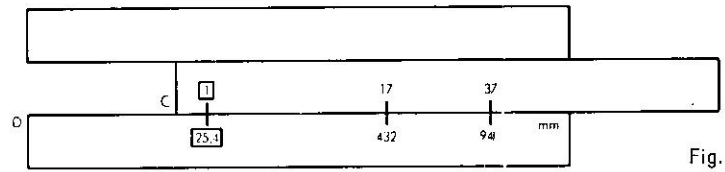



Fig. 9

Bei 42″ z. B. kann man wieder nicht mehr einstellen und ablesen und schiebt wieder C 10 an die Stelle von C 1.

4. Achten Sie darauf, daß bei allen Einstellungen stets Einheitswert bzw. Gegenwert an den Skalenenden unter C 1 bzw. über D 10 und umgekehrt ablesbar sind. Steht also C 1 über D 25,4 (für 1 engl. Zoll = 25,4 mm) so steht über D 10 der Wert 0,3937 auf Skala C (für 1 cm = 0,3937″).

## Rechnen mit den $\pi$-versetzten Skalen CF und DF

1. **Tabellenbilden**

Da bei den $\pi$-versetzten Skalen CF und DF der Wert 1 etwa in der Mitte liegt, kann man sie vorteilhaft beim Tabellenrechnen und beim Multiplizieren verwenden und dadurch das „Durchschieben der Zunge" auf C und D ersparen.

B e i s p i e l : 75 engl. Pfund (lbs.) ergeben 34 kg. — Man stellt CF 3-4 mit Hilfe des Läuferstrichs unter DF 7-5 und hat nun eine Tabelle für die Umrechnung von lbs. in kg. Auf CF oder C stehen die kg und auf DF oder D die lbs. Sie können mit dem Läuferstrich eingestellt und abgelesen werden.

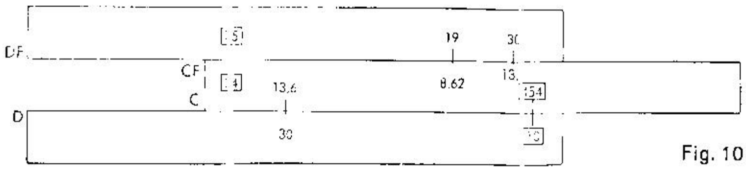



Fig. 10

Achten Sie darauf, daß bei obiger Einstellung gleichzeitig über D 10 auf C der Einheitswert 454 erscheint (1 lb. = 0,454 kg).

Übungen für die Einstellung CF 34 unter DF 75:
30 lbs = 13,6 kg; man stellt den Läuferstrich über DF 3 (oder D 3) und kann darunter auf CF (oder darüber auf C) den Wert 13,6 ablesen.
19 lbs = 8,62 kg; man stellt den Läufer über DF 19 (auf D kann dieses Mal nicht eingestellt werden) und liest darunter auf CF den Wert 8,62 ab.

Beim Übergang von den unteren auf die oberen Skalen und umgekehrt hat man also stets den gesamten Teilungsbereich zur Verfügung.
Bei der Einstellung CF-3-4- unter DF-7-5 verläuft er von C 1 bis C 4-5-4 (1 kg = 0,454 lbs) und dann oben weiter von CF-3-1-4 über CF-1 bis CF-1-4-2-5. Betrachten Sie zur Übung auch den Bereich von DF.

2. **Multiplizieren**
Ist beim Multiplizieren auf C und D der 2. Faktor (mit dem Läuferstrich) nicht einstellbar, bzw. muß ein „Durchschieben der Zunge" in Kauf genommen werden, kann man dies vermeiden, indem man auf CF und DF weiterarbeitet.

B e i s p i e l : 2,91 · 4 = 11,64. Man stellt C 1 über D 2,91 (oder CF 1 unter DF 2,91), schiebt den Läufer über CF 4 und liest darüber auf DF das Ergebnis 11,64 ab.

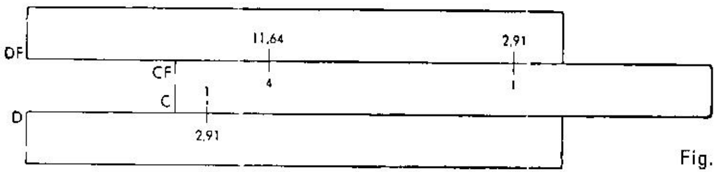



Fig. 11

Übungen: 18,4 · 7,4 = 136,1; man stellt CF 1 unter DF 18,4 (oder C 1 über D 18,4), schiebt den Läuferstrich über CF 7,4 (auf C kann nicht eingestellt werden!) und liest darüber auf DF den Wert 136,1 ab.

42,25 · 3,7 = 156,3 CF 1 unter DF 42,25 (es steht auch C 10 über D 42,25!); anschließend Läufer über C 3,7 und darunter auf D den Wert 156,3 ablesen. (Auf CF kann 3,7 nicht eingestellt werden!)

3. **Multiplikation und Division mit dem Wert $\pi$**
Der Übergang von den Skalen C und D auf die Skalen CF bzw. DF ist direkt mit dem Läufer durchführbar und ergibt eine Multiplikation mit dem Faktor $\pi$.

B e i s p i e l : $1{,}184\,\pi = 3{,}72$. — Man stellt den Läuferstrich über D 1,184 (oder bei Nullstellung C) und liest auf DF (oder CF bei Nullstellung) das Ergebnis 3,72 gleichfalls unter dem Läuferstrich ab.
Der umgekehrte Vorgang, also Übergang von CF und DF auf C und D, ergibt eine Division durch $\pi$.

B e i s p i e l : $\frac{18{,}65}{\pi} = 5{,}94$. — Man stellt den Läuferstrich auf DF 18,65 (bei Nullstellung auf CF 18,65) und liest auf D (oder C bei Nullstellung) das Ergebnis 5,94 ab.

## Rechnen mit der reziproken Skala CI

Sie ist von 1—10 unterteilt, entspricht also im Teilungsbild den Skalen C und D, verläuft aber in entgegengesetzter Richtung.

1. Sucht man zu einer gegebenen Zahl a den reziproken Wert 1 : a, stellt man diese auf C oder CI ein und liest darüber auf CI oder darunter auf C den reziproken Wert ab. Die Ablesung geschieht ohne Verstellen der Zunge, allein durch Läufereinstellung.
B e i s p i e l e : 1 : 8 = 0,125; 1 : 2 = 0,5; 1 : 4 = 0,25; 1 : 3 = 0,333.

2. **Man kann mit den Skalen D und CI auch multiplizieren.** (Division mit dem reziproken Wert = Multiplikation). Viele Rechner wenden diese Methode gern an.
Z. B. 0,66 · 20,25. Man geht wie bei der Division vor, d. h. stellt zuerst den Läuferstrich über 0,66 auf D, zieht dann 20,25 auf CI unter den Läuferstrich und kann nun das Produkt 13,37 auf D unter C 1 ablesen.

3. So sind sehr einfach **Produkte mit mehreren Faktoren** zu lösen:

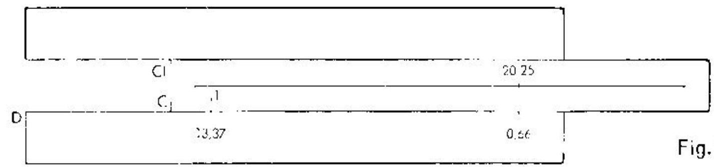



Fig. 12

Man multipliziert die beiden ersten Faktoren wie oben unter 2., hat mit dem Ergebnis C 1 über 13,37 sofort die Einstellung für Multiplikation mit dem nächsten Faktor (zuerst gelernte Methode der Multiplikation Seite 4).

B e i s p i e l : 0,66 · 20,25 · 2,38 = 31,8. Man rechnet 0,66 · 20,25 wie unter 2., hat dann die Einstellung C 1 über dem Zwischenergebnis und schiebt nun den Läuferstrich über den 3. Faktor 2,38 auf C. Darunter das Ergebnis 31,8 auf D.

Nun könnte man sofort wieder eine Multiplikation anschließen, indem man den nächsten Faktor auf CI unter den Läuferstrich schiebt und das Ergebnis unter C 1 (bzw. C 10) auf D abliest.

Also abwechselnd Multiplikation mit Hilfe von D und CI und anschließend nach erster Methode (S. 4) mit Hilfe von C und D.

## Rechnen mit der reziproken Teilung CIF

Die **Skala CIF** wird zusammen mit den Skalen CF und DF verwendet.

Beispiele für die Multiplikation mit mehreren Faktoren:
$2,23 \cdot 16,7 \cdot 1,175 \cdot 24,2 = 1059$.

Lösung: CI-2,23 mit Hilfe des Läuferstrichs über D-16,7; Läuferstrich über CF-1,175; CIF-24,2 unter den Läuferstrich, Ergebnis 1059 auf DF über CF-1 ablesen.

$0,53 \cdot 0,73 \cdot 39,1 \cdot 0,732 = 11,07$.

Lösung: CI-0,53 mit Hilfe des Läuferstrichs über D-0,73; Läuferstrich über CF-39,1; CIF-0,732 unter den Läuferstrich; Ergebnis 11,07 auf DF über CF-1 ablesen.

### Quadrieren und Quadratwurzelziehen

Hier genügt der Läuferstrich. Unter dem Radikand auf A findet man auf D die Quadratwurzel: Stelle den Läuferstrich über A 25 und lies darunter auf D die Quadratwurzel 5 ab.

B e i s p i e l : $2,3^2 = 5,29$.

Lösung: Man schiebt den Läuferstrich über D 2-3 und liest (ebenfalls unter dem Läuferstrich) darüber auf A das Quadrat 5,29 ab.

Übungen: $1,5^2 = 2,25$; $1\,66^2 = 2,75$; $5,25^2 = 27,6$; $10,7^2 = 114,5$; $4,1^2 = 16,8$

B e i s p i e l : $\sqrt{23,1} = 4,8$.

Lösung: Man stellt den Läuferstrich über A 23,1 und liest unter dem Läuferstrich auf D das Ergebnis 4,8 ab.

Hier haben wir mit Absicht die Zahl und nicht die Ziffernfolge geschrieben.

**Merke:**

Beim Quadratwurzelziehen ist es nämlich nicht gleichgültig, auf welcher Teilungshälfte von A man einstellt. In der ersten Teilungshälfte sind die Werte von 1 bis 10, in der zweiten Hälfte die Werte von 10 bis 100 einzustellen.

Darüber oder darunter liegende Zahlen muß man durch Absondern von Potenzen in die Intervalle 1-10 bzw. 10-100 verlegen, wie es folgende Beispiele zeigen:

$\sqrt{1936}$. Man zerlegt $\sqrt{1936}$ $\quad \sqrt{100 \cdot 19,36} = 10 \cdot \sqrt{19,36} = 10 \cdot 4,4 = 44$
$\sqrt{145,7} = \sqrt{100 \cdot 1,457} = 10 \cdot \sqrt{1,457} = 10 \cdot 1,207 = 12,07$

Will man das Absondern der Potenzen von 10 vermeiden, so kann man sich auch rein mechanisch merken, wie einzustellen ist:

Auf der linken Hälfte müssen die Zahlen eingestellt werden, die eine, drei, fünf usw. S t e l l e n v o r dem Komma oder eine, drei, fünf usw. N u l l e n h i n t e r dem Komma haben; auf der rechten Hälfte sind die Zahlen einzustellen, die zwei, vier usw. S t e l l e n v o r dem Komma oder keine, zwei, vier usw. N u l l e n h i n t e r dem Komma haben.

### Kubieren und Kubikwurzelziehen

Hier arbeitet man auch nur mit dem Läuferstrich. Über jeder Zahl auf der Skala K findet man auf D die Kubikwurzel: Stelle den Läuferstrich auf K 125 und lies darüber auf D (bei Nullstellung auch auf C) die Kubikwurzel 5 ab.



B e i s p i e l : $2,66^3 = 18,8$
Stelle den Läuferstrich auf D 2,66 und lies darunter auf K den Kubus 18,8 ab.

B e i s p i e l e : $1,54^3 = 3,65$; $2,34^3 = 12,8$; $6,14^3 = 231$

B e i s p i e l : $\sqrt[3]{29,5} = 3,09$

Stelle den Läuferstrich auf K 29,5 und lies darüber auf D das Ergebnis 3,09 ab.

B e i s p i e l e : $\sqrt[3]{6,8} = 1,895$; $\sqrt[3]{4,67} = 1,671$; $\sqrt[3]{192} = 5,77$.

Liegt der Radikand unter 1 oder über 1000, so muß man ähnlich wie bei den Quadratwurzeln, den Radikanden durch das Absondern geeigneter Potenzen von 10 in das Intervall von 1 bis 1000 verlegen.

$\sqrt[3]{3865} \quad \sqrt[3]{1000 \cdot 3,865} = 10 \cdot \sqrt[3]{3,865} = 10 \cdot 1,569 = 15,69$
$\sqrt[3]{0,0483} = \sqrt[3]{48,3 : 1000} = \sqrt[3]{48,3} : 10 = 3,64 : 10 = 0,364$

## Kaufmännisches Rechnen mit den versetzten Skalen CF und DF

### Die Zinsrechnung

Die Berechnung von Jahreszinsen ist eine einfache Prozentaufgabe, so daß sich Beispiele hierfür erübrigen. Meistens hat man die Zinsen aber nicht für ein Jahr, sondern für eine Anzahl von Tagen auszurechnen. Der Mini-Mentor gestattet, diese Aufgaben schnell zu erledigen. Auf der linken Seite findet man die Buchstaben K, Z, T und p%. Diese bedeuten, daß man auf diesen Skalen das **K**apital, die **Z**insen, die **T**age und die **P**rozentsätze ablesen soll.

**Für die Zinsrechnung ergibt sich folgende Grundregel:**

**Man sucht das Kapital auf der Teilung DF (= K) mit der Läufermarke 360 auf, rückt den Prozentsatz auf der Teilung CI (= p%) unter den Hauptläuferstrich, sucht die Zahl der Tage auf der Teilung CF oder C (= T) und findet unmittelbar darüber oder darunter auf der Teilung DF oder D (= Z) die Zinsen.**

B e i s p i e l : Berechne die Zinsen von DM 115,— zu 3% in 35 Tagen.

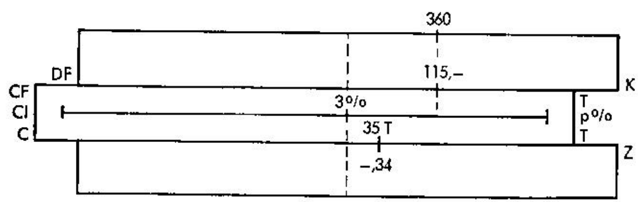



Fig. 13

Man stellt die Marke 360 über 115 auf DF (K), stellt 3% auf CI (p%) unter den Hauptläuferstrich, rückt den Läuferstrich über 35 auf C (T) bzw. CF (T) und liest auf Teilung D (Z) bzw. DF (Z) das Ergebnis 336 ab, das in diesem Falle nur 0,336 DM also 0,34 DM bedeuten kann.

In den meisten Fällen wird man die Zinsen mit einer Einstellung der

Zunge finden. Es kann aber gelegentlich vorkommen, daß man eine Umstellung der Zunge einschalten muß.

Beispiel: Berechne die Zinsen von DM 308,— zu 4,5% in 28 Tagen.

Man stellt die Marke 360 über 308 auf DF (K) und rückt 4,5 auf CI (p%) unter den Hauptläuferstrich. Die Zahl der Tage findet man rechts außen auf C (T) 28, so daß man darunter die Zinsen auf D (Z) nicht mehr ablesen kann. Auch über CF (T) 28 kann nicht mehr abgelesen werden. Hier ist eine Umstellung der Zunge notwendig. Man hat die Zunge soweit nach links durchzuschieben, daß Anfang und Ende den Platz tauschen. (Hierzu Läuferstrich über C (T) 1 und Zunge so weit nach links verschieben bis C (T) 10 darunter steht.) Jetzt kann man über CF (T) 28 und unter C (T) 28 die Ziffernfolge 1-0-8, also 1,08 DM Zinsen ablesen.

Bei diesen Zinsaufgaben ist das Jahr zu 360 Tagen gerechnet worden. Bei manchen Abrechnungen (z. B. gerichtliches Rechnungswesen) wird verlangt, daß das Jahr zu 365 Tagen gerechnet wird. Auf dem Läufer findet man neben dem Hauptläuferstrich einen kleinen Nebenstrich, der nur die Prozentteilung deckt. Zieht man den Prozentsatz unter diesen Nebenstrich, so erhält man die Zinsen bei 365 Tagen.

Beispiel:

Es sollen die Zinsen von einem Kapital von DM 4650,— bei einem Zinsfuß von $4\frac{1}{2}$% in 284 Tagen errechnet werden.

Man stellt die Marke 360 über das Kapital 4650 auf DF (K), zieht die Zunge so weit nach links bis auf CI (p%) $4\frac{1}{2}$% unter dem Nebenstrich stehen und liest unter 284 auf C (T) die Zinsen von DM 163,— auf D (Z) ab.

Die Zahl der **Normaltage** (= Zinsdivisor) findet man stets unter der Marke 360 auf CF (T) (Einstellung von p% durch den Hauptstrich).
(Bei 2% ist der Divisor 180, bei 3% 120, usw.)

## Prozentuale Zu- und Abschläge

Über der DF-Skala stehen von der 1 in der Mitte ausgehend nach rechts bzw. links Markierungswerte für prozentuale Zu- und Abschläge.

Beispiel: 80 DM sind 100%; wieviel % sind 100 DM?

Stelle CF 8 unter DF 1, rücke Läuferstrich auf CF 1, darüber steht auf DF 125 (%); der Zuschlag (25%) steht über DF 125.

## Die trigonometrischen Skalen S, ST, $T_1$ und $T_2$ (S' siehe Seite 13)

Die trigonometrischen Skalen $T_1$, $T_2$ und S sind dezimal unterteilt und zeigen in Verbindung mit der Grundskala D die Winkelfunktionen bzw. bei umgekehrter Ablesung die Winkel.

### Benutzung der Tafeln

Bei Benutzung der Skalen S, $T_1$ und $T_2$ in Verbindung mit der Skala D als **trigonometrische Tafel** ist folgendes zu beachten (Skala ST s. unten):

Die **S-Skala** ergibt in Verbindung mit der **D-Skala** eine **Sinustafel.**

Die **S-Skala** mit den Werten der Komplementärwinkel (von rechts nach links ansteigend) ergibt in Verbindung mit der **D-Skala** eine **Kosinustafel.**



Die **beiden T-Skalen** ergeben mit der **D-Skala** eine **Tangenstafel** bis 84,28°.
Die **beiden T-Skalen** mit den Werten der Komplementärwinkel (von rechts nach links ansteigend) ergeben mit der **D-Skala** eine **Kotangenstafel.**

| Aufgabe: | Einstellung: | |
|---|---|---|
| sin 13° = cos 77° = 0,225 | S 13° — D 0,225 | Für diese Einstellungen wird lediglich der lange Läuferstrich benötigt. |
| sin 76° = cos 14° 0,97 | S 76° — D 0,97 | |
| cos 28° = sin 62° = 0,883 | S 62° — D 0,883 | |
| cos 78° = sin 12° = 0,208 | S 12° — D 0,208 | |
| tan 32° = cot 58° = 0,625 | $T_1$ 32° — D 0,625 | |
| tan 57° = cot 33° = 1,54 | $T_2$ 57° — D 1,54 | |
| cot 18° = tan 72° = 3,08 | $T_2$ 18° — D 3,08* | |
| cot 75° = tan 15° = 0,268 | $T_1$ 75° — D 0,268* | |

* oder

| | | |
|---|---|---|
| cot 18° = tan 72° 3,08 | $T_1$ 18° — CI 3,08 | Einstellung mit dem langen Läuferstrich bei **Nullstellung** des Stabes. |
| cot 75° = tan 15° = 0,268 | $T_2$ 75° — CI 0,268 | |

**Als Tangensskala bzw. Sinusskala für kleine Winkel** und zwar bis 3° beim Tangens bzw. bis 5° beim Sinus gemäß der Beziehung $\tan\alpha \approx \sin\alpha \approx \operatorname{arc}\alpha$.

Beispiele: tan 2,5° ≈ sin 2,5° ≈ arc 2,5° = 0,0436
tan 4° ≈ sin 4° ≈ arc 4° = 0,0697

Für das **genaue** Ablesen des Tangens 4° wird die Korrekturmarke **rechts** neben dem Teilstrich 4° benutzt. Man liest den Wert 0,0699 ab.

Für die Korrekturmarken des Tangens gilt also:

Tangens **größer** als arc., daher Korrekturmarke **rechts** vom Teilstrich!

Beispiel: tan 5° = 0,0875

Liegt der Winkel zwischen den mit Korrekturmarken versehenen vollen Graden, so muß man das Korrektur-Intervall entsprechend übertragen:

Beispiel: tan 3,5° = 0,0612; tan 4,2° = 0,0734; tan 5,33° = 0,0934

Ist der Funktionswert gegeben und der Winkel gesucht, wird das Korrektur-Intervall nach **links** berücksichtigt.

**Für den Sinus** ist die Korrekturmarke **links** vom Teilstrich 6° angebracht.

Sie gilt für den Bereich von 5°—6°.

Es wird damit wie oben, nur entgegengesetzt gearbeitet.

## Das Rechnen mit den trigonometrischen Saklen S, ST, $T_1$ und $T_2$

Da jede Funktion ein Verhältnis „Seite zu Seite" ist, braucht man nur jeweils die **Skalenstrecke der D-Skala** an die **Skalenstrecke der CI-Skala** anzureihen. Lotet man dann den Endpunkt dieser Streckenaddition auf die entsprechende Winkelfunktionsskala (ST für 0,01 x; S und $T_1$ für 0,1 x und $T_2$ für x), so kann man sofort den Winkelwert ablesen.

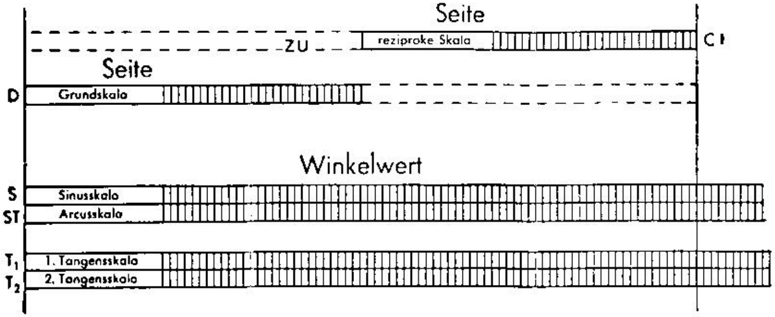



Fig. 14

Aber auch für den Fall, daß der Winkel und eine Seite gegeben sind, läßt sich das gleiche Rechenschema anwenden, nur muß hierbei erst der Winkelwert mit dem Läuferstrich aufgesucht werden, und auf den Skalen D oder CI die entsprechende Seite des Dreiecks berücksichtigt werden.

Beispiele für das rechtwinklige Dreieck:

1. Gegeben $a = 3$, $b = 4$. Gesucht $\alpha$ und c.

C 1 über D 3, Läuferstrich auf CI 4 und auf $T_1$-Skala für $\alpha$ den Winkel 36,9° ablesen. Jetzt Läufer auf S 36,9° ergibt auf CI die Hypotenuse 5.

2. $a = 30$, $b = 4$. Gesucht $\alpha$ und c.

Einstellung wie oben, also C 1 über D 3, Läuferstrich auf CI 4, aber auf $T_2$-Skala für $\alpha$ den Winkel 82,4° ablesen (da $30 : 4 > 1$); für Ermittlung von c Läufer auf S 82,4°, auf CI steht 30,3 für c.

3. $a = 3$; $b = 40$. Gesucht $\alpha$ und c.

Einstellung wie oben, aber Winkel auf ST mit 4,28° ablesen (erste Ablesung 4,3°, Korrektur nach links ergibt 4,28°). Mit dieser korrigierten Einstellung 4,28° wird auf CI für $c = 40{,}2$ abgelesen.

4. $a = 8{,}2$; $b = 21{,}6$. Gesucht c und $\alpha$.

C 10 über D 8,2, Läufer auf CI 21,6 und auf $T_1$-Skala 20,78° für $\alpha$ ablesen. Läufer auf 20,78° der S-Skala stellen und auf CI 23,1 für c ablesen.

5. $a = 21{,}6$; $b = 8{,}2$. Gesucht c und $\alpha$.

C 1 über D 21,6, Läufer auf CI 8,2 und auf $T_2$-Skala 69,22° für $\alpha$ ablesen. Läufer auf 69,22 der S-Skala stellen und auf CI den Wert 23,1 für c ablesen.

Und noch ein Beispiel mit Benutzung der Korrekturmarke:

6. $a = 51{,}2$; $c = 612$. Gesucht $\alpha$ und b.

C 1 über D 51,2, Läufer auf CI 612; auf ST-Skala 4,8° ablesen. Jetzt um das Korrekturintervall für Tangens nach rechts gehen und auf CI für $b = 610$ ablesen.



**Beispiele für das schiefwinkelige Dreieck:**

Hierfür gilt die Beziehung $\dfrac{a}{\sin\alpha} = \dfrac{b}{\sin\beta} = \dfrac{c}{\sin\gamma}$

1. $a = 38{,}3$; $\alpha = 52°$; $\beta = 59°$; $\gamma = 69°$. Gesucht b und c.

C 383 über S 52° stellen. Mit Hilfe des Läuferstrichs kann man über S 59° und 69° die Ergebnisse $b = 41{,}7$ und $c = 45{,}4$ auf C ablesen.

2. $\alpha = 6°$; $\beta = 5°$; $c = 165$. Gesucht a und b.

Bekanntlich ist $\gamma = 180° - (\alpha + \beta) = 169°$ und
$\sin\gamma = \sin(180° - \gamma) = \sin 11°$.

Man stellt somit C 165 über S 11° und kann auf der Arcusskala unter Benutzung der Korrekturmarken die Winkel mit dem Läuferstrich aufsuchen und auf der C-Skala die Werte für $a = 90{,}4$ und $b = 75{,}4$ ablesen.

**Kosinus** und **Kotangens** erhält man mit Hilfe der Komplementärwinkel $\cos\alpha = \sin(90°-\alpha)$; $\cot\alpha = \tan(90°-\alpha)$.

Beispiele:

1. $b = 1{,}17$; $a = 2{,}23$. Gesucht $\alpha$ und c.

C 1 über D 1,17, Läufer auf CI 2,23; darüber auf $T_1$-Skala für $\alpha$ (invers, rote Zahlen) 62,3° ablesen. Nun Läufer auf (invers, rote Zahlen) 62,3° der S-Skala. Darüber auf CI 2,52 für c ablesen.

2. $b = 4{,}42$; $c = 46{,}2$. Gesucht $\alpha$ und a.

C 1 über D 44,2; Läufer über CI 46,2. Auf ST (invers) 48,52° für $\alpha$ ablesen. (Wird Korrekturwert berücksichtigt, nämlich eine Teilstrichbreite nach **rechts**, erhalten wir genau 84,5°.)

Nun Läufer auf (invers) 84,5° der ST-Skala (Tangenskorrektur berücksichtigen!) und darüber auf CI für $a = 46$ ablesen.

## Gebrauch der $\varrho$-Marke

Man kann auch die $\varrho$-Marke zur Bestimmung von Bogenmaß bzw. arc-Funktion benutzen gemäß der Beziehung

$$\varrho \cdot \alpha = 0{,}01745 \cdot \alpha = \operatorname{arc}\alpha$$

Stellt man C 1 über $\varrho$ auf D oder CF 1 unter $\varrho$ auf DF, hat man eine arc-Tabelle auf D (Winkelwert auf C) oder auf DF (Winkelwert auf CF).

Beispiele: arc 2,5° = 0,0436; arc 0,4° = 0,00698; arc 0,0052° = 0,0000907
Einstellen und Ablesen mit Hilfe des Läufers.

## Die 2. Sinusskala S'

Da die Skala beweglich ist, können vereinfachte Multiplikationen und Divisionen von Winkelfunktionen durchgeführt werden, ohne die Funktionswerte ablesen zu müssen.

Beispiel: $\sin 41° \cdot \sin 23° = 0{,}2562$

Rechtes Skalenende mit Hilfe des Läuferstrichs über S 41 (Stabkörper unten). Lies unter S' 23 (Zungenmitte) das Ergebnis 0,2562 auf Skala D ab.

Bei Aufgaben $a \cdot \sin \alpha \cdot \sin \beta$ beginnt man stets mit a auf Skala D.

Übungsbeispiele: $\tan b = \tan 40^\circ \cdot \cos 12^\circ = 0{,}82$; $b = 39{,}35^\circ$

$$\tan \beta = \frac{\tan 37^\circ}{\sin 14^\circ} = 3{,}117;\ \beta = 72{,}2^\circ$$

$$\sin \beta = \frac{\cos 33^\circ}{\cos 48^\circ} = 1{,}254;\ \beta = 7{,}2^\circ$$

## Der Mehrstrichläufer

Der Mehrstrichläufer ermöglicht verschiedene, wichtige Rechnungen.

1. Berechnung des Flächeninhalts eines Kreises aus gegebenem Durchmesser. Man stellt den mit „d" bezeichneten Läuferstrich über den Durchmesser 3,2 cm auf der Teilung **D** und liest unter dem mit „q" bezeichneten Läuferstrich auf der Teilung **A** das Ergebnis 8,04 $cm^2$ ab.

2. Umwandlung von kW in PS und umgekehrt.
   B e i s p i e l : 48 PS = 35,3 kW. Man stellt den Läuferstrich **PS** über 48 auf der Skala **D**. Unter dem Läuferstrich **kW** findet man gleichfalls auf **D** die gesuchte Wattzahl 35,3.

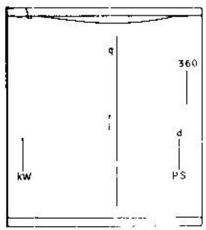



Fig. 15

3. Die Läufermarke 360:
   Ihre Bedeutung haben wir bereits bei der Zinsrechnung kennengelernt. Sie ist bei allen Umrechnungen vorteilhaft zu verwenden, wo der Wert 36 eine Rolle spielt, z. B. bei Umrechnungen von Tagen in Jahre, Sekunden in Stunden, m/s in km/std usw.

   B e i s p i e l e :

   13500 Sekunden = 3,75 Stunden = 3 Std. 45 Min.

   Läufermarke 360 über 13.500 von Teilung DF (bzw. CF bei Nullstellung) einstellen und unter dem Hauptläuferstrich auf D (bzw. C) das Resultat 3,75 ablesen.

   16,7 m/s = 60,1 km/std.

   Hauptläuferstrich über 16,7 auf D (bzw. C bei Nullstellung) und das Resultat 60,1 auf DF (bzw. CF) unter der Läufermarke 360 ablesen.



## Behandlung des CASTELL-Rechenstabes

CASTELL-Rechenstäbe sind aus Spezialkunststoff gefertigt. Dieser ist hochelastisch und daher bei sachgemäßer Behandlung bruchsicher. Er ist klimabeständig, unempfindlich gegen Feuchtigkeit, nicht entflammbar, beständig gegen die meisten Chemikalien. Man soll Kunststoff-Rechenstäbe aber nicht mit ätzenden Flüssigkeiten oder starken Lösungsmitteln (z. B. Benzin) in Verbindung bringen, die, wenn nicht den Werkstoff selbst, doch zumindest die Farbe der Teilstriche angreifen können. Bei Bedarf kann die Schieberzügigkeit durch reine Vaseline oder Silikonöl günstig beeinflußt werden. Um die Ablesegenauigkeit nicht zu beeinträchtigen, sollten die Skalen und der Läufer vor Verschmutzung und Verkratzung geschützt und mit den Spezialmitteln CASTELL-Geropur Nr. 211 (flüssig) oder Nr. 212 (Reinigungspaste) gereinigt werden.