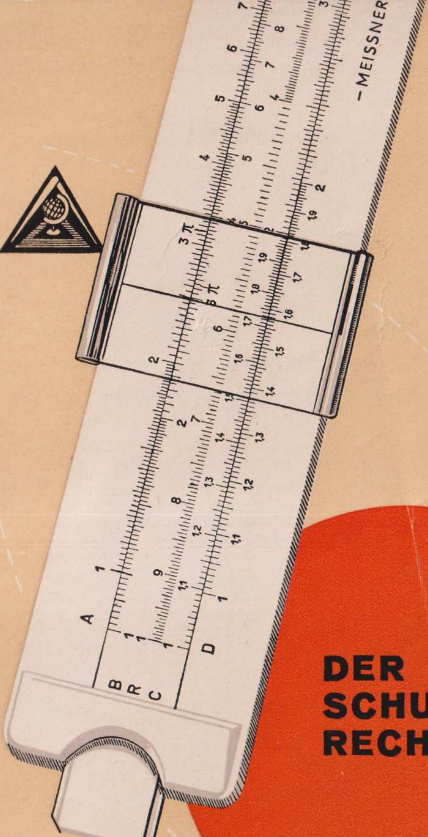

DER SCHUL-RECHNER

DER RECHENSTAB

als unentbehrliches Hilfsmittel für den Mathematikunterricht unserer Schüler

Eine Anleitung zum Gebrauch
des „Schulrechners"

MEISSNER K.-G.

DRESDEN-KLOTZSCHE

Rechenstäbe - Zeichengeräte

Vom Deutschen Zentralinstitut für Lehrmittel
unter der Registrier-Nr. 1172 zugelassen.

INHALT

1. Einleitung

Der Rechenstab – auch Rechenschieber genannt – ist einer etwa dreihundertjährigen Entwicklung ein unentbehrliches und vielseitig verwendbares Hilfsmittel für eine Vielzahl von Rechnungsarten geworden.

Der Engländer Gunter brachte um 1625 – bald nach Erscheinen der ersten Veröffentlichungen von Napier und Briggs über die Logarithmen – eine Rechenskala heraus, die mit einem Zirkel (hauptsächlich von Seefahrern) benutzt wurde. Nach etwa zehn Jahren wurde der Zirkel durch eine zweite, verschiebbare Skala ersetzt.

Fast jeder Beruf geht heutzutage dazu über, sich eigens für seine Zwecke einen Rechenstab zu entwickeln. So gibt es zum Beispiel außer den allgemeinen Systemen „Rietz" und „Darmstadt" Spezialrechenstäbe für Kaufleute, Elektriker, Baufachleute, Geometer usw.

Man könnte so eine Menge weiterer Systeme aufzählen, aber warum soll der Rechenstab ein Privileg dieser Berufe sein? Man sollte junge Menschen sehr zeitig mit einem Rechenschieber vertraut machen, um auch auf diese Weise einen Beitrag zur stürmisch vorwärts eilenden Entwicklung zu leisten.

Der Anfang muß bereits in der Schule gemacht werden, daher wollen wir den hierfür geeigneten Rechenstab als „Schulrechner" bezeichnen.

2. Der Aufbau des Rechenstabes

Der „Schulrechner" aus Kunststoff besteht hinsichtlich seiner Skalenanordnung aus drei verschiedenen Rechenstäben. Sie sind aus methodischen Gründen technisch zu einem Rechenstab zusammengefaßt.

1. Stab: Millimeterskala C/D, Zentimeter beziffert von 0 bis 25
2. Stab: Zentimeterskala C/D, von der Mitte ausgehend beziffert
3. Stab: a) Grundskala C/D logarithmisch
   b) Skala A/B log. quadratisch
   c) Skala CI log. reziprok

Der technische Aufbau des „Schulrechners" und die Bezeichnung seiner Teile sind aus Abbildung 1 ersichtlich.

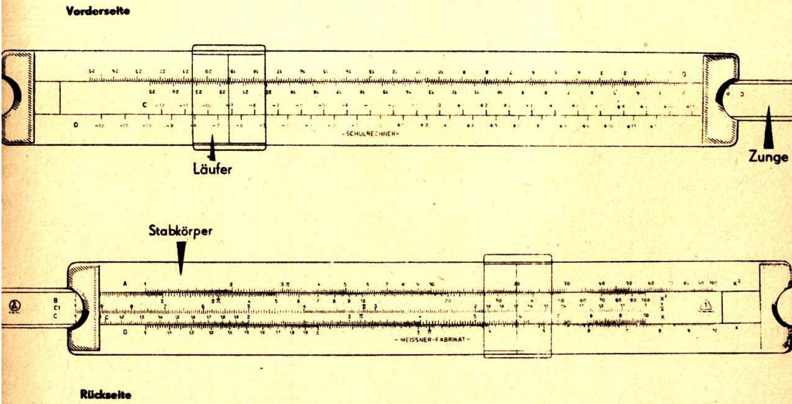

Abb. 1

3. Verwendung des Rechenstabes in der Unterstufe

Schon oft wurde die Frage gestellt: Woran liegt es, daß die Ergebnisse des Rechen- und Mathematikunterrichtes nicht befriedigen?

Wir antworten: Es liegt u. a. auch an der bisher angewandten Methode.

Hier müssen wir das Übel an der Wurzel fassen, also in der Unterstufe und in der Methode des ersten Rechenunterrichtes.

Man ist bereits davon abgekommen, die Werthschen oder Kühnelschen Zahlbilder als alleinige Hilfsmittel aufzufassen. Wir setzen an Stelle dieser Zahlbilder das linear geordnete Zahlbild. Damit wird der Anschluß an das Metermaß und an den Zahlenstrahl des 5. bzw. an die Zahlengerade des 7. Schuljahres hergestellt. Die linear geordneten Symbole führen den Elementaristen in das mathematische Denken ein, das früher oder später vom Schüler gefordert werden muß und wird.

Man wird immer wieder feststellen: Gibt man einem Kind eine ungeordnete Menge, so macht es daraus beim Abzählen meist eine Reihe, ordnet also linear an. Man findet hier die Erkenntnis bestätigt, daß die Reihe, vor allem ihr ordnendes Prinzip, von allen Kindern verstanden, eingesehen und benutzt wird. Da das Zeichnen dem kindlichen Beschäftigungstrieb entgegenkommt, lassen wir im Malebuch und an der Seitentafel des Klassenzimmers eine Rechenleiste mit 20 Häusern entstehen. Bei dieser Reihe werden das 5., 10., 15. und 20. Haus durch Vergrößerung und farbliche Unterscheidung besonders herausgehoben. Die Häuserreihe ist unser lineares Rechenhilfsmittel bei allen zählenden Arbeiten.

Bei der Erarbeitung der Zahlbegriffe für die Zahlen 1 bis 10 verwenden wir linear geordnete Gegenstände bzw. deren Bilder oder Symbole, denn nur so kann man durch Abzählen die Anzahl dieser Dinge erfassen. Man kann also getrost von den ungeordneten Mengen ausgehen, so wie sie uns im täglichen Leben häufig entgegentreten; wichtig ist als Endergebnis dieser ersten Entwicklungsstufe, die lineare Anordnung. Daher ist für uns die „Fingerrechenmaschine" ein Übungsmittel, das von visuell und motorisch veranlagten Kindern gern benutzt wird.

Beim Malen dieser Dinge in linearer Anordnung merken die Kinder bald, daß das Lineal schöne saubere Zeichnungen ermöglicht. Zwanglos wird es zum unentbehrlichen Arbeitsgerät.

Nachdem die Zahlenbegriffe bis 20 erarbeitet und gefestigt sind, wird der Übergang von der Häuserreihe über das Lineal zum Rechenstab geschaffen. Aus der Häuserreihe, die ja aus Flächen besteht, wird die Zahlenstraße als nächste Abstraktionsstufe gewonnen, indem man die Dächer wegläßt und an die rechte Hauswand die Ziffern schreibt. Die Zahlenstraße beginnt mit der Null. Damit ist das Linealbild erreicht. Nach und nach wird die Zahlenstraße bis 100 erweitert. Der Schwerpunkt des Rechenunterrichtes liegt aber auf der Erarbeitung und Festigung der additiven und subtraktiven Verknüpfungen im Zahlenraum 1 bis 20. Wie ohne die sichere Erkenntnis des kleinen Einmaleins kein Rechnen möglich ist, so müssen die möglichen Additions- und Subtraktionsaufgaben im Zahlenraum 1 bis 20 zum sicheren Besitz des Schülers werden. Er muß wissen, daß 8 plus 5 gleich 13 ist, ohne daß dem Zehner besondere Beachtung geschenkt wird.

Eine Zerlegung am Zehner findet also nicht statt. Damit der Umweg über 8 plus 2 gleich 10, 5 minus 3 gleich 2, 10 plus 3 gleich 13 vermieden wird, erarbeitet und festigt man diese Erkenntnis am Rechenstab. Betont sei, daß der Rechenstab die letzte Abstraktionsstufe des Weges darstellt vom Ding zum Bild, vom Bild zur Zahlenstraße und damit zur Strecke.

Wie verlaufen nun die einzelnen Abschnitte, bis mit dem „Schulrechner" addiert oder subtrahiert wird, d. h. Strecken verbunden werden?

1. Die Zunge des Rechenstabes wird herausgezogen. Die Teilung D bleibt zurück und hat das gleiche Aussehen wie das Lineal (Abb. 2).

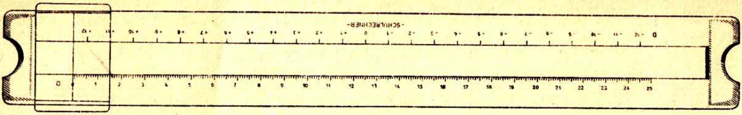

Abb. 2

An dieser Strecke führt man Abzählungen durch und verbindet die Zahlen mit den entsprechenden Entfernungen vom Nullpunkt. Wichtig ist, daß die Kinder den Zusammenhang zwischen Zahl und Strecke erkennen und abgreifen.

2. Dasselbe wird auf der Teilung C der Zunge durchgeführt (Abb. 3).

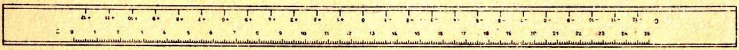

Abb. 3

3. Die Zunge wird wieder in den Rechenstab gesteckt. Nun werden Einstellübungen vorgenommen. Bei diesen Übungen wandert die Null der Zunge entlang der unteren Einteilung D. Damit wird also wieder eine Strecke beschrieben. Der Nullstrich der Zunge steht genau über der gesuchten Zahl. Die Kinder können hier zur Genauigkeit und Sorgfalt erzogen werden. Für sie sind die beiden Einstellungen obere und untere Straßenseite.

Bisher war den Kindern das Addieren und Subtrahieren durch Rechengeschichten, d. h. also in mündlicher Form geläufig. Mit dem Rechenstab ist der Zeitpunkt gekommen, wo man die sachgebundenen Aufgaben in der bekannten abstrakten Form schriftlich niederlegt.

Am Ende dieser Entwicklung steht z. B. die Aufgabe $8 + 5 = ?$

VORDERSEITE DES SCHULRECHNERS

4. Addieren und Subtrahieren mit natürlichen Zahlen

Beispiel 1: $8 + 5 = ?$

a) Die Zunge wird so lange nach rechts gezogen, bis ihre Null (Teilung C) über der 8 (Teilung D) steht (Abb. 4);

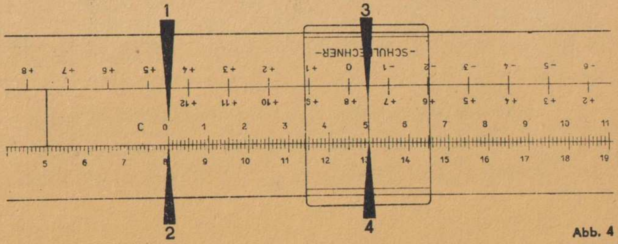

Abb. 4

b) Mit dem Läuferstrich fährt man auf der Teilung C von der Null zur 5;

c) Unter dieser 5 lesen wir auf der Teilung D das Ergebnis ab (Abb. 4).

Diese Übungen im Raume bis 20 setzt man so lange fort, bis man erkennt, daß sich die Kinder das Rechnen ersparen. Wichtig ist, daß die Kinder die möglichen Verbindungen in diesem Zahlenraum „vokabelmäßig" beherrschen.

Um die nötigen Kenntnisse und Fertigkeiten auch für die Subtraktion zu erarbeiten und zu festigen, benutzt man den „Schulrechner" wie folgt:

Beispiel 2: 8 — 5 = ?

a) Die Zunge wird so lange nach rechts gezogen, bis die 5 der Teilung C über der 8 der Teilung D steht (Abb. 5).

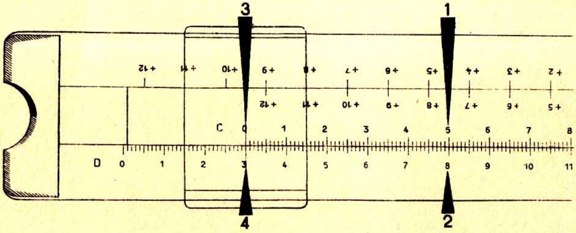

Abb. 5

b) Mit dem Läuferstrich fährt man auf der Teilung C zur Null der Zunge.

c) Unter der Null der Teilung C liest man auf der Teilung D das Ergebnis ab.

Das Ziel ist auch hier, daß die Schüler die möglichen Subtraktionsaufgaben im Zahlenraume 1 bis 20 auswendig können.

Es leuchtet ein, daß die Zehnerschwelle nunmehr an Bedeutung eingebüßt hat. Die Grundaufgaben aus dem Zählenraume 1 bis 20 bilden wegen des analogen Aufbaues unserer Zahlen das Fundament weiterführender Additions- und Subtraktionsaufgaben.

Inzwischen ist anhand der Zahlenstraße der Zahlenraum bis zur 100 erweitert worden. Die Kinder kommen von selbst darauf, daß der Rechenstab noch zu verwenden ist, wenn man die Millimetereinteilung mit zur Ablesung heranzieht.

Die 1 ist also zur 10 geworden, die 2 zur 20 usw. Das Bild mit herausgehobener 5 und 10 ist den Kindern durch Zahlenstraße und Lineal geläufig. Es empfiehlt sich, die Kinder nochmals zahlreiche Einstellungen vornehmen zu lassen.

Beispiel 3: Stellt die 62 ein!
In der Grundstellung des Stabes führt man den Läuferstrich zunächst bis zur 6 und dann noch 2 Einheiten weiter (Abb. 6). Damit wird gleichzeitig die Zerlegung in Zehner und Einer geübt.

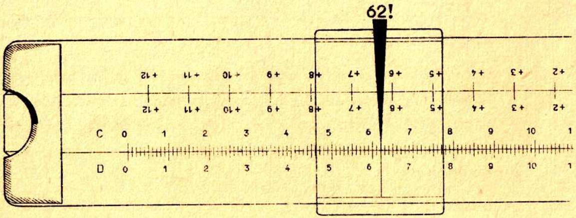

Abb. 6

Bekanntlich wird in der Unterstufe der Zahlenraum bis zur Million erweitert. Der Rechenstab kann beim Aufbau neuer Zahlenbereiche benutzt werden, wenn man die Einheiten entsprechend vergrößert, indem z. B. beim Aufbau der Tausend jeder cm-Abschnitt die Einheit Hundert darstellt. Dadurch wird der Zahlenraum exakt aufgebaut und der spätere Umgang mit dem logarithmischen Rechenstab vorbereitet (einschließlich der Überschlagsrechnung).

5. Addieren und Subtrahieren mit positiven und negativen Zahlen

Für Kinder, die von Anfang an mit dem Rechenstab vertraut sind, bietet die Addition und Subtraktion von Strecken im 5. Schuljahr nichts Neues. Sie erkennen, daß bei der Addition von Strecken der Anfang des 2. Summanden an das Ende des 1. Summanden gesetzt wird. Die Summe ist die Strecke von Anfang des 1. Summanden bis zum Ende des 2. Summanden.

Ihren bisherigen Erfahrungen entsprechend wird die Subtraktion von Strecken so ausgeführt, daß an das Ende des Minuenden das Ende des Subtrahenden gesetzt wird. Die Differenz ist die Strecke vom Anfang des Minuenden bis zum Anfang des Subtrahenden.

In konsequenter Fortsetzung der bisher am Rechenstab angewandten Gesetze für die Addition und Subtraktion von Zahlen bzw. Strecken lassen sich nunmehr auch die Rechengesetze für die positiven und negativen Zahlen an dem Schulrechner erarbeiten.

Es empfiehlt sich, vor dem weiteren Benutzen des Rechenstabes noch einmal die Verallgemeinerung des Verknüpfungsgesetzes für die Addition zu bringen: Man setzt an das Ende des ersten Summanden den Anfang des zweiten Summanden. Das Ergebnis ist am Ende des zweiten Summanden abzulesen.

Beispiel 4: $(+5) + (+3) = ?$

a) Die Null der Teilung C wandert entlang der Teilung D bis zur Zahl plus 5 (Abb. 7).

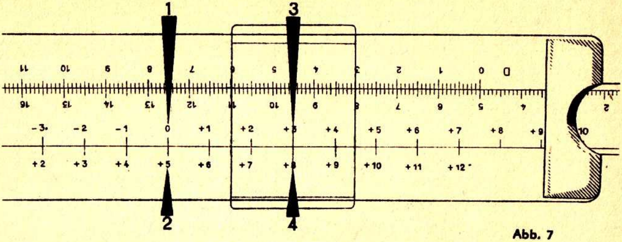

Abb. 7

b) Mit dem Läufer fahren die Schüler auf der Teilung C von der Null bis zur plus 3.

c) Unter dieser $+3$ liest man auf der Teilung D das Ergebnis $+8$ ab.

Beispiel 5: $(+5) + (-3) = ?$

a) Die Null der Teilung C wandert entlang der Teilung D bis zur $+5$ (Abb. 8).

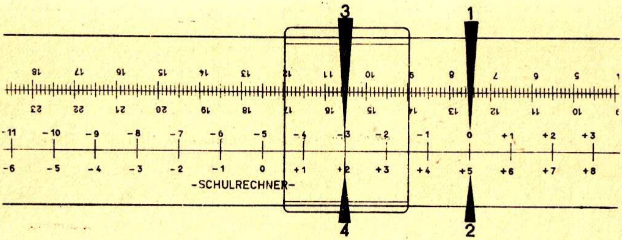

Abb. 8

b) Mit dem Läufer fahren die Schüler auf der Teilung C von der Null zur —3.

c) Unter dieser —3 liest man auf der Teilung D das Ergebnis +2 ab.

Beide Aufgaben (—5) + (+3) = ? und (—5) + (—3) = ? lassen sich leicht nach der bisherigen Beschreibung am Rechenstab lösen. Für die Erarbeitung des Rechengesetzes, Addition positiver und negativer Zahlen bietet der Schulrechner als Rechenhilfsmittel große Vorteile.

Will man die Subtraktion positiver und negativer Zahlen entsprechend durchführen, so verfährt man wie folgt:

Man stellt fest, daß bei der Subtraktion das Ende des Subtrahenden an das Ende des Minuenden gesetzt wird und das Ergebnis am Anfang des Subtrahenden gefunden wird.

Beispiel 6: (+5) — (+3) = ?

a) Die +3 der Teilung C wandert entlang der Teilung D bis zur +5 (Abb. 9).

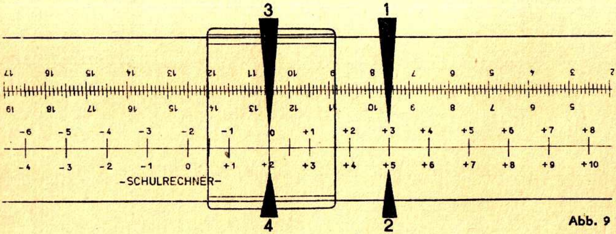

Abb. 9

b) Unter der Null der Teilung C liest man auf der Teilung D das Ergebnis +2 ab.

Beispiel 7: (+5) — (—3) = ?

a) Die —3 der Teilung C wandert entlang der Teilung D bis zur +5 (Abb. 10).

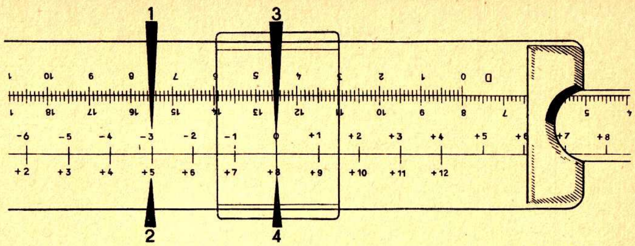

Abb. 10

b) Unter der Null der Teilung C liest man auf der Teilung D das Ergebnis $+8$ ab.

Beispiel 8: $(-5)-(+3)=?$

a) Die $+3$ der Teilung C wandert entlang der Teilung D bis zur -5 (Abb. 11).

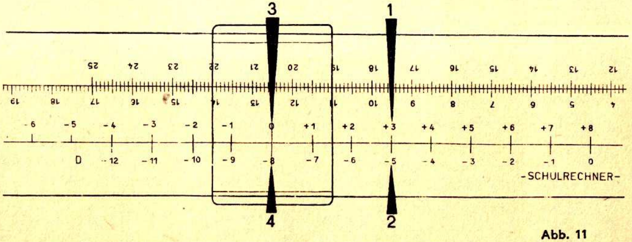

Abb. 11

b) Unter der Null der Teilung C liest man auf der Teilung D das Ergebnis -8 ab.

Beispiel 9: (—5) — (—3) = ?

a) Die —3 der Teilung C wandert entlang der Teilung D bis zur —5 (Abb. 12).

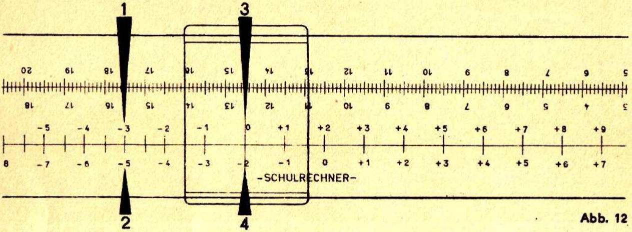

Abb. 12

b) Unter der Null der Teilung C liest man auf der Teilung D das Ergebnis —2 ab.

Durch Vergleich der vier Subtraktionsaufgaben mit den entsprechenden Additionsaufgaben gewinnt man leicht das Gesetz der Subtraktion von positiven und negativen Zahlen.

Zur Festigung der am Schulrechner erarbeiteten Gesetze läßt man den Schüler entsprechende Zeichnungen anfertigen.

6. Einstell- und Ableseübungen

Die bisher kennengelernten Teilungen waren gleichmäßig unterteilt (1 cm = 10 mm), die logarithmischen Teilungen sind jedoch nach rechts immer enger. Es müßten daher am Anfang mehr, am Ende weniger Unterteilungen vorgenommen werden.

Die Teilungen C und D sind 25 cm lang, stimmen vollkommen überein und lassen sich in 3 Abschnitte einteilen (Abb. 13):

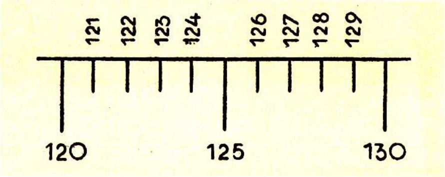

Abb. 13

Der Abschnitt von 1 bis 2 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 Abb. 13 ist der Teilabschnitt von 1,2 bis 1,3 vergrößert gezeichnet. Werden die Teilstriche dieses Intervalles nacheinander (durch den mittleren Läuferstrich) abgedeckt, so ist jede der dreistelligen Ziffernfolgen 1–2–0, 1–2–1 . . . 1–2-9, 1–3–0 abzulesen.

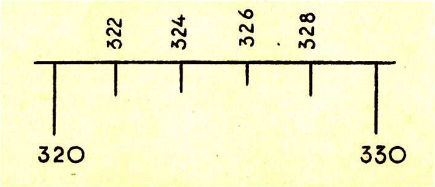

Abb. 14

Der Abschnitt von 2 bis 4 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 Abb. 14 ist der Teilabschnitt von 3–2–0 bis 3–3–0 herausgegriffen. Die Teilstriche lassen sich durch dreistellige gerade Ziffernfolgen ablesen:

3–2–0, 3–2–2...3–2–8, 3–3–0.

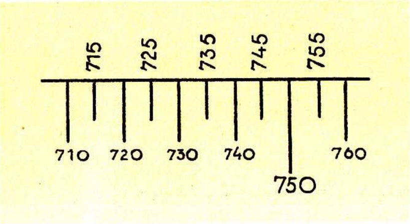

Abb. 15

Der Abschnitt von 4 bis 10 ist zwischen zwei benachbarten Zahlen 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 (Abb. 15).

Die Teilungen A und B stimmen ebenfalls überein, sind nur halb so lang wie C und D, dafür zweimal hintereinander aufgetragen und von 1 bis 10 und 10 bis 100 beschriftet. Jede Teilung zerfällt in drei Abschnitte:

Der Abschnitt von 1 bis 2 (10 bis 20) zeigt dieselbe Unterteilung wie die Teilungen C und D im Abschnitt von 2 bis 4. Die Teilstriche lassen sich also durch gerade dreistellige Ziffernfolgen ablesen.

Der Abschnitt von 2 bis 5 (20 bis 50) ist in gleicher Weise unterteilt wie die Teilungen C und D im Abschnitt von 4 bis 10. Es können also nur die dreistelligen Ziffernfolgen auf den Teilstrichen eingestellt und abgelesen werden, die durch 5 teilbar sind

Der Abschnitt von 5 bis 10 (50 bis 100) ist zwischen zwei benachbarten Zahlen nur zehnmal unterteilt. Weitere Unterteilungen haben keinen Platz. Man liest also beim Abdecken der Teilstriche nur die dreistelligen Ziffernfolgen ab, die durch 10 teilbar sind.

Die Teilung CI (C invers) ist eine 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.

7. 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, da der Fehler nur bis 0,1 v.H. beträgt.

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/CI: 4 bis 10. Er ist in Abb. 16 vergrößert dargestellt

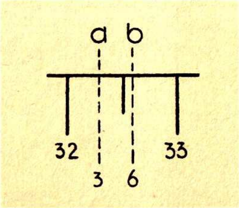

Abb. 16

Die Mitte des Zwischenraumes ist durch einen Teilstrich bezeichnet und bedeutet 3–2–5. Haben wir links oder rechts von der Mitte unter dem Läuferstrich abzulesen oder einzustellen, so schätzen wir

a) 3–2–3
b) 3–2–6

Der zweite Fall ist aus Abb. 17 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 wir auf A/B: 5 bis 10 (50 bis 100), C/D/CI: 1 bis 2.

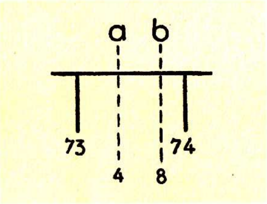

Abb. 17

Der dritte Fall ist in Abb. 18 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. Wir schätzen wie bei Fall 2, haben aber den Schätzungswert zu verdoppeln, weil jedes Intervall zwei Einheiten umfaßt:

a) $0{,}4 \cdot 2 = 0{,}8$; 2–6–2 + 0,8 2–6–2–8 2–6–3

b) $0{,}6 \cdot 2 \doteq 1{,}2$; 2–6–4 + 1,2 2–6–5–2 2–6–5

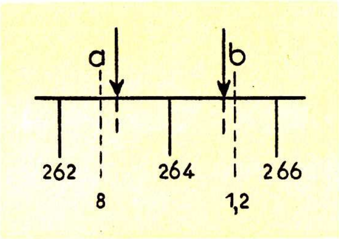

Abb. 18

Beim Ablesen genügen drei Ziffern; nur wenn die Ziffernfolge mit 1 beginnt, lesen wir auf C/D/CI: 1 bis 2 vier Ziffern ab.

Gründliches Üben im Einstellen und Ablesen ist unbedingt erforderlich. Man zieht dazu die Zunge ein wenig nach rechts, gibt dem Läufer willkürliche Stellungen und liest unter dem Läuferstrich die Ziffernfolge auf sämtlichen Teilungen ab!

Beispiel 10: Stellen Sie C 1 über D 1,1!
Ziehen Sie den mittleren Läuferstrich nacheinander auf D: 1-2-5, 1-6-0, 1-7-0, 1-4-6, 1-9-0, 2-5-4, 3-0-1, 3-6-9, 3-9-9, 5-6-0, 5-9-2, 7-4-8, 8-4-0, 9-0-6 und 9-5-6! Lesen Sie auf C,CI, B, A die zugehörigen Ziffernfolgen ab!

Lösung:	D	C	CI	B	A
	1-2-5	1-1-3-7	8-8-0	1-2-9	1-5-6
	1-6-0	1-4-5-5	6-8-7	2-1-2	2-5-6
	1-7-0	51-5-4-	6-4-7	2-3-9	2-8-9
	1-4-6	1-3-2-8	7-5-3	1-7-6	2-1-4
	1-9-0	1-7-2-8	5-7-9	2-9-9	3-6-1
	2-5-4	2-3-1	4-3-3	5-3-4	6-4-5
	3-0-1	2-7-4	3-6-6	7-5-0	9-0-3
	3-6-9	3-3-6	2-9-8	1-1-3	1-3-6
	3-9-9	3-6-2	2-7-6	1-3-2	1-5-9
	5-6-0	5-0-9	1-9-6-5	2-5-9	3-1-4
	5-9-2	5-3-8	1-8-6-0	2-9-0	3-5-0
	7-4-8	6-8-0	1-4-7-0	4-6-2	5-6-0
	8-4-0	7-6-4	1-3-0-9	5-8-4	7-0-6
	9-0-6	8-2-4	1-2-1-4	6-8-0	8-2-1
	9-5-6	8-7-0	1-1-5-1	7-5-5	9-1-4

8. Die Multiplikation

„Zwei Zahlen werden miteinander multipliziert, indem man die zugehörigen Strecken addiert".

Beispiel 11: $2 \cdot 2 = ?$ Lösung nach Abb. 19.

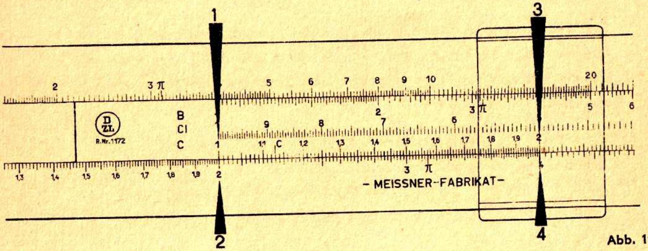

Abb. 19

Wir stellen C 1 über D 2, rücken den Läuferstrich auf C 2 und lesen darunter das Ergebnis D 4 ab.

Dieselbe Stellung gilt auch für $2 \cdot 3 = 6$, $2 \cdot 1{,}5 = 3$, $2 \cdot 4{,}5 = 9$ usw. Sie gestattet jedoch nicht, das Ergebnis von $2 \cdot 6{,}5 = ?$ abzulesen, weil C 6–5 außerhalb der Teilung steht. Dies erfordert eine Umstellung der Zunge.

Beispiel 12: $2 \cdot 6{,}5 = ?$

Sinngemäß der Abb. 19 stellen wir C 10 über D 2, rücken den Läuferstrich auf C 6–5 und lesen darunter das Ergebnis D 1–3 ab.

Bei der Multiplikation auf den oberen Teilungen ist keine Umstellung der Zunge nötig, aber diese Teilungen gestatten nicht dieselbe Genauigkeit wie die doppelt so langen unteren Teilungen:

Beispiele für die Multipl. auf den unteren Teilungen	C 1 über D	C 10 über C	Läuferstrich über C	Abzulesende Ziffernfolge auf D	Überschlag	Ergebnis
Beispiel 13: $14{,}78 \cdot 0{,}945$	—	1–4–7–8	9–4–5	1–3–9–7	$14 \cdot 1 = 14$	13,97
Beispiel 14: $8{,}03 \cdot 5{,}07$	—	8–0–3	5–0–7	4–0–7	$8 \cdot 5 = 40$	40,7
Beispiel 15: $204854 \cdot 0{,}19522$	2–0–5	—	1–9–5–2	4–0–0	$200000 \cdot 0{,}2 = 40000$	40000

Beispiele für die Multiplikationen auf den oberen Teilungen	B i Unter A	Läuferstrich über B	Abzulesende Ziffernfolge auf A	Überschlag	Ergebnis
Beispiel 16: 4,95 · 34,2	4–9–5	3–4–2	1–6–9	5 · 30 = 150	169
Beispiel 17: 0,564 · 76,5	5–6–4	7–6–5	4–3–1	$^1/_2$ · 76 = 38	43,1

9. Die Division

Zwei Zahlen werden dividiert, indem man ihre zugehörigen Strecken,, subtrahiert".

Beispiel 18: 3 : 2 = ?

Lösung nach Abb. 20: Wir stellen den Läuferstrich auf D 3, ziehen darüber C 2 und lesen unter C 1 das Ergebnis D 1,5 ab.

Dieselbe Stellung gilt auch für 6 : 4 = 1,5, 9 : 6 = 1,5 usw.

Für 8:1,2 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 Ziffernreihe keinerlei Einfluß hat.

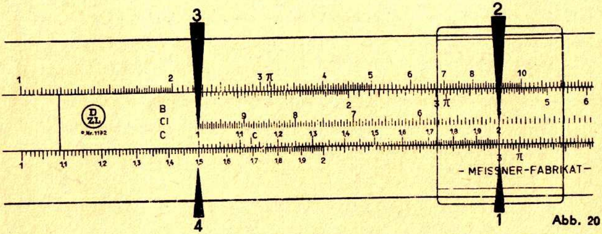

Abb. 20

Beispiel 19: 13:6,5 = ?

Lösung nach Abb. 21: Läuferstrich auf D 1–3; darüber C 6–5; unter C 10 steht das Ergebnis D 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.

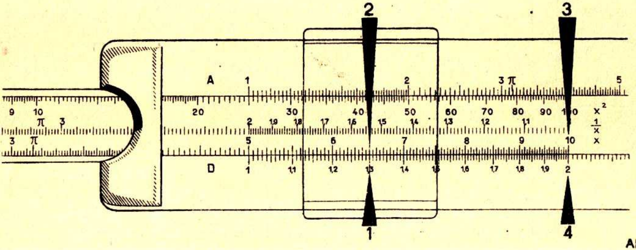

Abb. 21

Beispiel 20: 21:3,5 = ?

Die Lösung ist aus Abb. 22 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 wir 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 21 bis 25:

2,38:87,5 = 0,0272; 5240:14,23 = 368; 34,8:732 = 0,0475;

46,8:0,0293 = 1597; 0,346:23,7 = 0,0146.

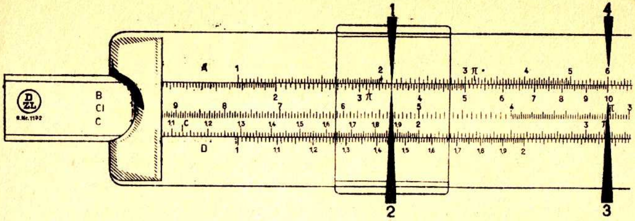

Abb. 22

10. Vereinigte Multiplikation und Division

Beim praktischen Rechnen vereinigen sich oft Multiplikation und Division. Dabei zeigt sich der große Vorteil des Stabrechnens. Führen wir die Division zuerst aus, so genügt auf der unteren Teilung meist eine, auf den oberen Teilungen immer eine Einstellung.

Beispiel 26: $6 \cdot 4 : 3 = ?$

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

Beispiel 27: $6 \cdot 7 : 3 = ?$

Wir verfahren wie im Beispiel 26. Die Zungenstellung gestattet jedoch keine Multiplikation mit 7, da C 7 außerhalb der Teilung D liegt. Deshalb müssen wir eine Umstellung des Schiebers vornehmen: Wir rücken den Läuferstrich auf C 1 und ziehen C 10 darunter. Nunmehr können wir mit 7 malnehmen und finden unter C 7 das Ergebnis D 14.

Beispiel 28: $9{,}852 \cdot 0{,}34625 : 2{,}503 = ?$

Läuferstrich auf D 9–8–5; darunter C 2–5; Umstellung; Läuferstrich auf C 3–4–6; darunter Ziffernfolge D 1–3–6–5;

Überschlag: $9 \cdot {}^1/_3 : 2 = 1{,}5$; Ergebnis: 1,365.

Überzeugen Sie sich, daß für Beispiel 28 beim Rechnen auf den oberen Teilungen keine Umstellung der Zunge nötig ist!

Rechnen Sie folgende Beispiele unten und oben durch!

Beispiele 29 bis 31:

$7{,}86 \cdot 3{,}77 : 98{,}7 = 0{,}300$; $17{,}54 \cdot 0{,}876 : 42{,}4 = 0{,}363$;

$15{,}56 \cdot 564 : 765 = 11{,}48$.

Im Beispiel 32 wird mehrmals abwechselnd dividiert und multipliziert.

Die Einstellfolge lautet: $47{,}8 : 3{,}67 \cdot 0{,}028 : 26{,}4 \cdot 6{,}53 : 0{,}0061$.

Beispiel 32: $$\frac{47{,}8 \cdot 0{,}028 \cdot 6{,}53}{3{,}67 \cdot 26{,}4 \cdot 0{,}0061} = 14{,}79.$$

11. Multiplikation und Division mit Hilfe der Reziprokteilung

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

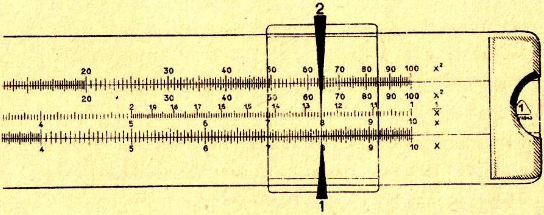

Abb. 23

Beispiel 33: Wie heißt der Kehrwert von 8? $\frac{1}{8} = 0,\ldots?$

Lösung wie in Abbildung 23 dargestellt: Entweder

a) Läuferstrich auf C 8; darüber steht CI 1–2–5;
Ergebnis 0,125 oder

b) Läuferstrich auf CI 8; darunter steht CI 1–2–5
Ergebnis: 0,125

Beispiele 34 bis 36: $\frac{1}{67{,}5} = 0{,}01481$; $\frac{1}{11{,}44} = 0{,}0875$; $\frac{1}{10{,}05} = 0{,}0995$.

Bei der Multiplikation auf den Teilungen D und C macht sich oft eine Umstellung der Zunge nötig. Diese Umstellung entfällt durch Benutzung der Teilung CI. Die Reziprokteilung verwandelt nämlich die Multiplikation zweier Zahlen vorteilhaft in eine Division, wobei das Ergebnis unter CI 1 oder CI 10 auf D stets ohne Umstellung abgelesen werden kann.

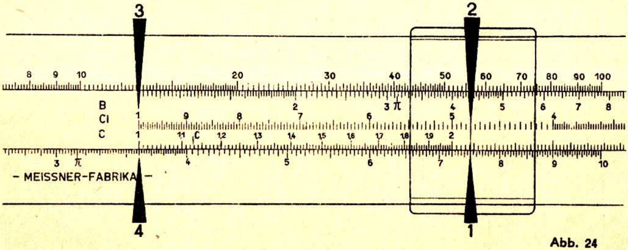

Abb. 24

Beispiel 37: $7{,}5 \cdot 4{,}8 = \frac{7{,}5}{\frac{1}{4{,}8}} = 36$

Nach Abb. 24 stellen wir den Läuferstrich auf D 7–5, ziehen darüber CI 4–8, schieben den Läuferstich auf CI 10 und lesen darunter die Ziffernfolge D 3–6–0 ab. Überschlag: 8·5=40. Ergebnis: 36.

Zur Berechnung eines Produktes aus drei Faktoren sind nach Beispiel 38 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.

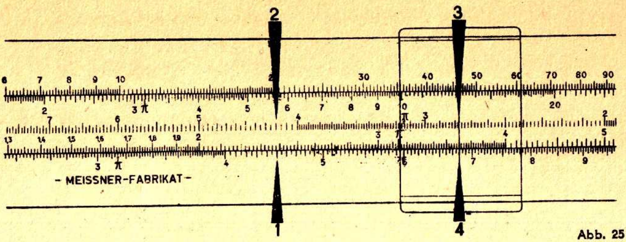

Abb. 25

Beispiel 38: $4{,}5 \cdot 4{,}2 \cdot 3{,}6 = \dfrac{4{,}5 \cdot 3{,}6}{\dfrac{1}{4{,}2}} = ?$

Lösung nach Abb. 25:

Läuferstrich auf D 4–5; darüber R 4–2;

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

Überschlag: $4 \cdot 4 \cdot 4 = 64$;

Ergebnis: 68.

Beispiele 39 bis 41:

$4{,}17 \cdot 13{,}8 \cdot 0{,}675 = 38{,}8$

$24 \cdot 15{,}5 \cdot 1{,}75 = 651$; $\qquad 34 \cdot 19{,}5 \cdot 2{,}35 = 1558$.

Mit Hilfe der Reziprokteilung wird auch eine zweifache Division als vereinigte Multiplikation und Division gerechnet.

Beispiel 42: $\dfrac{68}{3{,}6 \cdot 4{,}2} = \dfrac{68 \cdot \dfrac{1}{4{,}2}}{3{,}6} = ?$

Lösung nach Abb. 26:

Läuferstrich auf D 6–8; darüber C 3–6;

Läuferstrich auf CI 4–2; darunter D 4–5;

Ergebnis: 4,5.

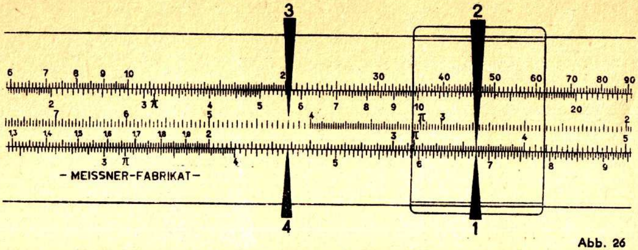

Abb. 26

12. Das Quadrat

„Quadrieren" bedeutet: Eine Zahl wird mit sich selbst multipliziert; es handelt sich also hier um eine Multiplikationsaufgabe. Da sie häufig vorkommt, wurde für sie eine besondere Teilung A bzw. B eingeführt.

Da die Teilung A im halben Maßstab der Teilung D aufgetragen ist, können wir zu jeder Zahl auf D ihr Quadrat auf A ablesen, indem wir von D senkrecht nach A hochgehen. Dazu benutzen wir, je nach der Art zusammengesetzter Rechnungen, den Läuferstrich, den Anfang (C 1) oder das Ende (C 10) der Zungenunterteilung.

Beispiel 43: Abb. 27 veranschaulicht die Quadratbildung $3^2 = 9$.
Wir stellen den Läuferstrich auf D 3, gehen senkrecht hoch und lesen das Ergebnis A 9 ab.

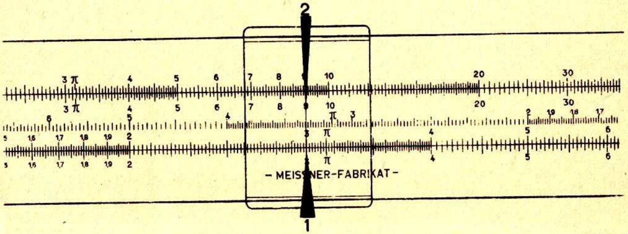

Abb. 27

Beim Einstellen und Ablesen wird nur mit den Ziffernfolgen gearbeitet und der Dezimalwert des Ergebnisses nachträglich durch Überschlag festgesetzt:

		Einzustellende Ziffernfolge	Abzulesende Ziffernfolge	Ergebnis liegt zwischen	Ergebnis
Beispiel 44:	$7{,}48^2$	7–4–8	5–6–0	$7^2 = 49$ $8^2 = 64$	56,0
Beispiel 45:	$0{,}369^2$	3–6–9	1–3–6	$0{,}3^2 = 0{,}09$ $0{,}4^2 = 0{,}16$	0,136
Beispiel 46:	$190{,}5^2$	1–9–0–5	3–6–3	$100^2 = 10000$ $200^2 = 40000$	36300

13. Die Quadratwurzel

Die Quadratwurzel ist die Umkehrung des Quadrats, wird also auf entgegengesetztem Wege erhalten durch Übergang von A nach D. Abb. 27 zeigt $\sqrt{9}=3$.

Beim Einstellen der Grundzahl (Radikand) berücksichtigen wir drei bzw. vier Ziffern, wenn die Ziffernfolge mit 1 beginnt. Dabei wird aufgerundet, wenn die nächtfolgende Ziffer gleich oder größer als 5 ist:

75,48 auf 75,5 0,053351 auf 0,0534 182,32 auf 182,3

Wir müssen beachten, ob der Radikand in der linken oder in der rechten Hälfte der oberen Teilung einzustellen ist. Hierzu wird der Radikand vom Komma aus nach links od. rechts in Gruppen zu je zwei Ziffern eingeteilt. Für jede Gruppe hat das Ergebnis eine Stelle, so daß wir den Aufbau d es Ergebnisses von vornherein festlegen können:

1130,20 = 11′30′.20 = . . .

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

0′,00′16 = 0,04; 0′,00′00′04 = 0,002.

Beispiele:			Einstellung auf der	Aufbau des Ergebnisses	Ergebnis
Beispiel 47:	182,32=	1′82′,32	linken Hälfte	..,.	13,5
Beispiel 48:	1130,20=	11′30′,20	rechten Hälfte	..,.	33,6
Beispiel 49:	0,053351=	0′,05′33′51	linken Hälfte	0,...	0,231
Beispiel 50:	0,004624=	0′,00′46′24	rechten Hälfte	0,0..	0,068
Beispiel 51:	75,48=	75′,48	rechten Hälfte	.,..	8,69

14. Die Kreisberechnung

Auf jeder der Teilungen A, B, C, D und CI 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 πmal so groß wie der Durchmesser desselben:

$$U = \pi \cdot d$$

Der Flächeninhalt eines Kreises ist πmal so groß wie das Radiusquadrat:

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

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

Beispiel 52: Wie groß ist der Umfang einer Seilscheibe mit 34,5 cm Durchmesser?

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

$$U = 108{,}2 \text{ cm}$$

Beispiel 53: Welchen Querschnitt hat ein Draht von 1,25 mm Halbmesser?

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

Lösung nach Abb. 28: C 1 über D 1–2–5; Läuferstrich über B–π; darüber das Ergebnis auf A 4,90 mm^2.

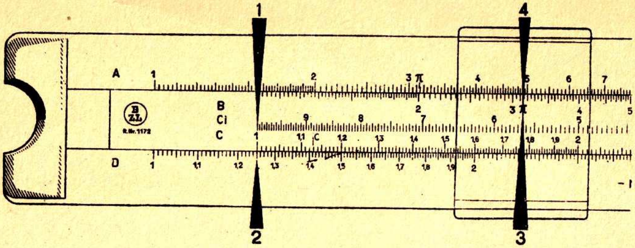

Abb. 28

15. Die Behandlung des Schulrechners

Der „Schulrechner“ ist ein moderner Rechenstab aus Kunststoff (Thermoplast). Er ist stabil gebaut, soll aber nicht übermäßiger Wärme ausgesetzt werden. Gegen Feuchtigkeit ist er unempfindlich. Wenn er verschmutzt ist, kann er am besten mit Reinigungspaste behandelt werden, auch ein weicher Radiergummi leistet gute Dienste.

Es ist zu empfehlen, den Schülern von Anfang an beizubringen, ihren Rechenstab pfleglich zu behandeln.

Beim Erlernen des Rechnens mit dem Rechenstab sollte man sich mit dem Studium anderer Anleitungen zum Gebrauch von Rechenstäben befassen, z. B. mit den Systemen „Rietz“, „Darmstadt“ usw.