Kurze

Gebrauchsanweisung

für die

Rechenstäbe

NESTLER

»ELECTRO«

A 131/62 A

A Der Rechenstab »ELEKTRO«
in 25 cm Teilungslänge

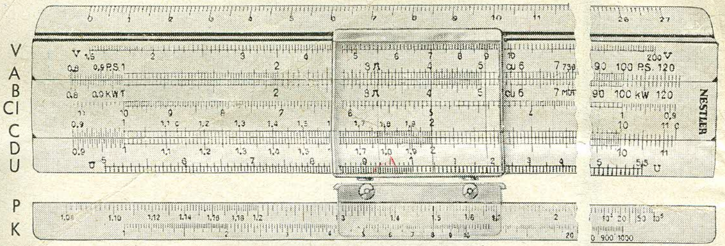


Fig. 1

I. Beschreibung der Skalen

Wie die obige Abbildung zeigt, trägt dieser Rechenstab außer den bekannten Skalen A, B, R (CI), C und D auf der Oberseite noch die Sonderteilungen »V« und »U«, und zwar am oberen bzw. am unteren Körperrande. An der senkrechten Seitenfläche befindet sich unten die Kubenskala »K«, die bei den normalen Rechenstäben am oberen Körperrande liegt, und oben eine Exponentialskala »e^x«, die von 1,08 bis 10^5 läuft und mit der Quadrat-Skala A/B zusammenarbeitet. Auf der Zungenrückseite ist, wie bei den Rechenstäben System »Rietz«, eine Sinus-Skala »S« von ca. 5°44′ bis 90° laufend, unten eine Tanges-Skala »T«, von ca. 5°44′ bis 45° laufend, und in der Mitte eine vereinigte Sinus-/Tangens-Skala von ca. 0°34′ bis 5°44′ angebracht, die alle drei mit C/D zusammenarbeiten.

Die Handhabung der normalen Skalen A, B, R (CI), C, D, K, und der trigonometrischen Skalen wird als bekannt vorausgesetzt.

II. Beschreibung des Läufers

Der Läufer ist auf seiner Oberseite mit einer Glasplatte, die auf ihrer Unterseite 4 Striche trägt, und mit einem Seitenfenster, das auf ihrer Unterseite nur **einen** Strich besitzt, versehen (Fig. 2). Bei der Ausführung des Rechenstabes in ANAGIT entfällt dieses Seitenfenster, da die Seitenteilungen sich mit auf der Oberfläche des etwas breiteren Körpers befinden.

Der lange, schwarz eingefärbte Strich der Oberseite, den wir mit »M« bezeichnen wollen, in dessen Verlängerung der schwarze Strich (»M′«) des Seitenfensters liegt, dient zum Einstellen der Werte und zum Ablesen der

Resultate beim Multiplizieren, Dividieren, Quadrieren, Radizieren usw. »M« bzw. »M« und »M′« werden auch bei Rechnungen auf den Skalen »V«, »U«, »e^x« und »K« verwendet.

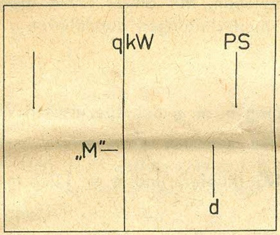


Fig 2

Der rechte obere kurze Strich dient in Verbindung mit »M« auf A/B zur Umrechnung von PS in kW und umgekehrt: Stellt man mit dem rechten oberen Strich auf A/B eine Leistung in PS ein, so findet man unter »M« auf A/B diese Leistung in kW und umgekehrt.

Stellt man den rechten unteren Strich auf einen Durchmesser »d« auf C/D, dann findet man unter »M« auf A/B den zugehörigen Kreisquerschnitt »q« und unter dem linken oberen Strich auf A/B das Gewicht eines zylindrischen Körpers mit dem spezifischen Gewicht 7,85 (Rundstahl, Stahlzylinder, Stahlronde) von der Länge bzw. der Dicke »1« (Fig. 2).

Um das Gewicht dieses Zylinderkörpers mit einer beliebigen Länge »l« zu erhalten, muß man eine Multiplikation mit »l« auf A/B anschließen.

III. Die Marken auf den Skalen

Zahlen, die in praktischen Rechnungen häufig vorkommen, sind auf den Skalen durch besondere Strichmarken gekennzeichnet. Dadurch wird ihre Einstellung wesentlich erleichtert.

Auf A und B finden wir:

π = 3,1415, die Kreiskonstante, für Kreisberechnungen
Cu = 57,2 für die Leitfähigkeit des Kupfers
Mot = 736 für die Umrechnung von PS in kW (1 PS = 0,736 kW)
Dyn = 1,36 für die Umrechnung von kW in PS (1 kW = 1,36 PS)
Al (auf B) = 35 für die Leitfähigkeit des Aluminiums
$\frac{\pi}{4}$ = 0,7854 für Kreisberechnungen

Auf C und D steht:

c (auf C) = $\sqrt{\frac{\pi}{4}}$ = 1,128 zur Ermittlung des Kreisinhalts
π = 3,1415 (siehe oben)
$\sqrt{}$ = $\sqrt{2g}$ = 4,43 für kinetische Berechnungen
Cu = 57,2 und 736 (siehe oben)

IV. Die Sonderskala V

Die Sonderskala V ist aufgebaut wie die Quadrat-Skalen A/B und ist um den Betrag 1,75, einen mittleren Wert für den spezifischen Widerstand des Kupfers »ϱ«, gegen diese nach links verschoben. Mit dieser Skala lassen sich schnell Widerstandsberechnungen für Kupferleitungen durchführen.

Für ihren Widerstand gilt die Formel:

$R = \frac{\varrho \times l}{q}\,\Omega$, worin l die Länge der Leitung in m, ϱ den spezifischen Widerstand und q den Querschnitt bedeutet.

Beispiel: Gegeben $l = 145$ m; $\varrho = 0{,}0175$ (Kupfer) und $q = 1{,}227$ mm² (d = 1,25 mm). Wie groß ist R ?

Lösung: Wir stellen mit Hilfe von »M« 1,227 von B unter 145 von A, dann schieben wir »M« auf »1« von B und finden unter »M« auf V das Ergebnis $R = 2{,}07\ \Omega$. Die Kommastellung ergibt sich durch Überschlag mit grob abgerundeten Werten.

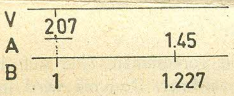


Fig. 3

Der Anordnung der Skala V ist ein mittlerer Wert (0,0175) für den spezifischen Widerstand des Kupfers zugrunde gelegt. Stellt sich nach der Rechnung heraus, daß eine genauere Feststellung wegen des abweichenden Wertes ϱ nötig ist, so braucht man nur das vorläufige Ergebnis mit $\frac{\varrho}{0{,}0175}$ zu multiplizieren, wenn ϱ im Zähler, mit $\frac{0{,}0175}{\varrho}$, wenn er im Nenner auftritt.

Will man in obigem Beispiel den Widerstand für Leitungskupfer haben, so ist der Faktor $\frac{0{,}0178}{0{,}0175} = \frac{178}{175}$; man erhält dann $R = 2{,}07 \times \frac{178}{175} = 2{,}106\ \Omega$.

V. Die Sonderskala U

Die Sonderskala U ist gegenüber der Skala D um $\frac{\pi}{60} = 0{,}0523$ verschoben. Mit ihrer Hilfe lassen sich schnell Berechnungen der Umfangsgeschwindigkeit v z. B. an einer Riemenscheibe oder Welle berechnen, wenn die Drehzahl n und der Durchmesser d gegeben ist.

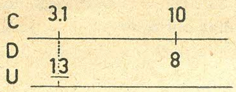


Fig. 4

Beispiel: Gegeben von einer Riemenscheibe n = 310 Umdr./min., d = 0,80 m. Wie groß ist die Umfangsgeschwindigkeit v in m/s ?

Lösung:

$$v = \frac{\pi \times d \times n}{60} = \frac{\pi \times 0{,}8 \times 310}{60}\ \text{m/s}.$$

Da die Multiplikation mit $\frac{\pi}{60}$ durch den Übergang von D auf U durchgeführt werden kann, brauchen wir nur 0,8 × 310 auf C/D auszumultiplizieren und dann mittels »M« auf U überzugehen: Wir stellen 10 von C über 8 von D (Fig. 4), setzen »M« auf 3,1 von C und finden darunter auf U das Ergebnis $v = 13$ m/s.

VI. Kilowatt und Pferdestärke

a) Umrechnung der Leistung

Die Skala A ist mit PS, B mit kW bezeichnet. Auf ihnen lassen sich leicht Leistungsumrechnungen von mechanischem Maß (PS) in das elektrotechnische (kW) durchführen. Hierzu dienen auf A (PS) die Marken Mot (736) und Dyn (1,36), auf D, C und B (kW) ebenfalls die Marke Mot (736).

Denn: 1 PS = 75 kgm/s = 0,736 kW ($\approx$ ¾ kW)
1 kW = 1,36 PS ($\approx 1^1/_3$ PS).

(Für die elektrische Arbeit gilt: 1 kWh = 1,36 × 3600 × 75 = 376 000 kgm.)

Einstellung: Stellt man Mot (736) auf B (kW) unter 10 von A (PS), dann findet man auf A die Leistung in PS, auf B, jeweils in derselben Stellung des Läufers unter dem Läuferstrich M, dieselben Leistungen in kW ausgedrückt.

Man kann auch 10 von B unter Dyn von A setzen, dann erhält man dieselbe Einstellung; denn $\frac{1}{0{,}736} = \frac{1{,}36}{1}$; 1,36 PS = 1 kW. Bei dieser Lage der Skalen kann man ebenso bequem PS in kW umrechnen, wie kW in PS; die Einstellungen und Ablesungen entsprechen den Bezeichnungen der beiden oberen Skalen.

b) Bestimmung des Wirkungsgrades

Beispiel: Wie groß ist bei einem Generator, der 122 PS aufnimmt und 83 kW abgibt, der Wirkungsgrad η ?

$$\eta = \frac{83\ \text{kW}}{122\ \text{PS}}$$

Lösung: 122 PS $= \frac{122}{1{,}36}$ kW, also $\eta = \frac{83 \times 1{,}36}{122}$

Man stellt 83 von B unter 122 von A, entsprechend den Bezeichnungen dieser Skalen. Dann steht unter 10 von A auf B 83 : 122 = 0,680. Geht man bis zu 136 (Dyn) auf A weiter, so liest man darunter auf B ab:

$$\eta = \frac{83 \times 1{,}36}{122} = 0{,}680 \times 1{,}36 = 0{,}925.$$

Beispiel: Welchen Wirkungsgrad hat ein Elt-Motor, wenn er 82 kW aufnimmt und 92 PS abgibt ?

$$\eta = \frac{92 \text{ PS}}{82 \text{ kW}}$$

Lösung: Man stellt 92 von A über 82 von B. Dann bringt man M über 0,736 (Mot) von B und findet auf A: $\eta = 0{,}826$.
Ob man bei diesen Aufgaben zum Schluß auf Dyn oder auf Mot einstellen muß, richtet sich nach der im Zähler stehenden Einheit. (PS — Mot — B oder kW — Dyn — A). PS bezieht sich auf die mechanische, kW auf die elektrische Leistung.
In England rechnet man mit HP statt PS. 1 HP = 1,014 PS, 1 PS = 0,736 kW, 1 HP = 0,746 kW.

VII. Die Potenzskala P

Die Potenzskala P befindet sich an der senkrechten Kante des Stabkörpers über der Kubenskala. Sie reicht von 1,08 bis 100 000 und arbeitet mit A/B zusammen. Mit ihr lassen sich außer der Exponentialfunktion Potenzen und Wurzeln mit beliebigen — auch gebrochenen — Exponenten, sowie Logarithmen mit beliebiger Basis berechnen.

a) Die Exponentialfunktion

Stellt man M auf 10 von A, so bedeckt M gleichzeitig e (= 2,718) auf P. Steht M über 20 von A, so findet man auf P $e^2 = 7{,}39$; bei 30 von A liest man $e^3 = 20{,}1$ ab usw. Man muß also die Zahlen auf der rechten Hälfte von A/B bei diesem Verfahren als 1,0; 2,0 . . . 10,0 statt 10, 20 . . . 100 lesen, die der linken Seite als 0,1; 0,2 . . . 1,0 statt 1, 2 . . . 10. Ist der Exponent kleiner als 0,1, so reicht die Skala nicht mehr aus; es führt dann die Reihenentwicklung $e^x = 1 + \frac{x}{1} + \frac{x^2}{1 \times 2} + \frac{x^3}{1 \times 2 \times 3} \ldots$ schnell zum Ziel.

b) Logarithmen mit beliebiger Basis

Die natürlichen Logarithmen (Basis e = 2,718) sind definiert als eine Umkehrung der Exponentialfunktion: $e^{\ln a} = a$.

Die Basis muß jeweils mit 10 von B zusammenfallen; bei den natürlichen Logarithmen steht dann auch 10 von A genau über 10 von B, wir haben die Grundstellung.

Für jeden Wert *a* von A/B finden wir dann mit Hilfe von M und M′ auf P den Wert ln *a*. Hierbei sind die Zahlen auf A/B bezüglich des Kommas zu lesen, wie unter a) beschrieben.

Will man Briggs'sche Logarithmen ablesen, so stellen wir 10 von B mittels M und M′ über 10 von P und finden, wenn wir M′ auf einen Numerus *a* von P stellen, auf B den dekadischen (Brigg'schen) Logarithmus lg *a*.

Beispiel: Wie groß ist lg 4 ?
Lösung: Wir stellen 10 von B über 10 von P, verschieben den Läufer, bis M′ auf 4 von P steht, und finden unter M auf B das Ergebnis: lg 4 = 0,602. Kommastellung wie oben.

c) Potenzen und Wurzeln mit beliebigen Exponenten

Wollen wir den Wert der Potenz a^n ablesen, so stellen wir 1 von B über *a* von P, verschieben M auf *n* von B und lesen unter M′ auf P den Wert für a^n ab. Hierbei addieren wir die Strecke des Exponenten *n*, eingestellt auf B, zu der Strecke der Grundzahl *a*, eingestellt auf P.

Beispiel: Wie groß ist 2^3 ?
Lösung: Wir stellen M′ auf 2 von P, ziehen 1 von B *unter* M, verschieben M auf 3 von B und lesen unter M′ auf P $2^3 = 8$ ab.

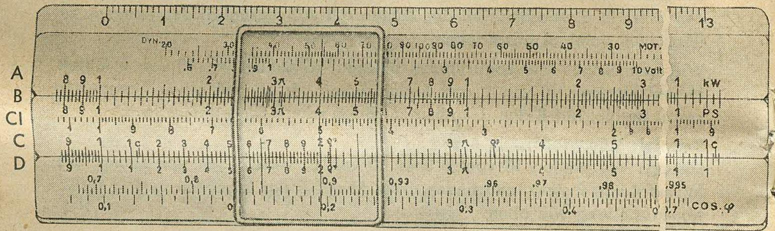
Wurzeln können wir entweder als Potenzen mit gebrochenen Exponenten auffassen ($\sqrt[n]{a} = a^{\frac{1}{n}}$) und verfahren, wie oben beschrieben, oder wir berechnen den Wert der Wurzel, indem wir den Wurzelexponenten n, auf B eingestellt, von der Strecke der Grundzahl a, auf P eingestellt, abziehen.

Beispiel: Wie berechnen wir $\sqrt[2]{16}$?
Lösung: Wir stellen mittels M und M′ 2 von B über 16 von P, verschieben M auf 1 von B und lesen unter M′ das Ergebnis 4 auf P ab. Das gleiche Ergebnis hätten wir gefunden, wenn wir die Wurzel als Potenz aufgefaßt hätten:

$$\sqrt[2]{16} = 16^{\frac{1}{2}} = 16^{0{,}5}.$$

In diesem Fall hätten wir 10 von B über 16 von P zu stellen und fänden, wenn wir M auf 5 von B stellen, unter M′ auf P den gesuchten Wert 4.
Wenn es die Zahlenwerte erfordern, dürfen wir, wie immer auf den Normalteilungen möglich, 1, 10 oder 100 von B untereinander vertauschen; wir müssen dabei aber ganz besonders auf die Kommastellung des Ergebnisses achten.

B Der Elektro-Taschenrechenstab
in 12,5 cm Teilungslänge



I. Beschreibung des Teilungsbildes

Dieser Taschenrechenstab trägt auf der Oberseite zunächst wie der Stab in 25 cm Teilungslänge die normalen Skalen A, B, R (CI), C und D. Der Gebrauch dieser Skalen ist, sofern er nicht geläufig ist, aus der vierseitigen »kurzen Gebrauchsanweisung für Schul- und Taschenrechenschieber« (Nr. . . . 101 . . .) zu ersehen. Ferner befinden sich auf der Oberseite die Sonderskalen »Dynamo«, »Motor«, »Volt« und cos φ, deren Handhabung in späteren Abschnitten behandelt wird.

Die Skalen der Zungenrückseite weichen etwas von denen des größeren Rechenstabes ab:

Die am oberen Rande angebrachte sinus-Skala S läuft von sin α = 34′23″ bis 90°, ebenso natürlich cos α = sin (90°— α), und korrespondiert mit A.
Die tangens-Skala T am unteren Rande gibt in Verbindung mit D die Werte von tan α für α = 5°42′40″ bis 45°, in Verbindung mit R (CI) erhalten wir cot α.

Für noch kleinere Winkel gelten die bekannten Näherungsformeln:

$$\sin \alpha \approx \tan \alpha \approx \frac{a^\circ}{57{,}3} \approx \frac{a'}{\varrho'} \approx \frac{a''}{\varrho''};$$

die Marken für ϱ′ und ϱ″ sind auf den Skalen C/D angebracht. In der Mitte der Zunge befindet sich eine gegenläufige Mantissenskala für die dekadischen (Briggs'schen) Logarithmen, die mit C/D zusammenarbeitet. Da auf

diesem Taschenrechenstab keine Kuben- und Potenzskala vorhanden sind, müssen wir Potenzen außer den Quadraten mit Hilfe der Mantissenskala in bekannter Weise berechnen.

Um Potenzen und Wurzeln mit beliebigen Exponenten zu berechnen, benutzt man die Formeln:

$$\lg (a^n) = n \times \lg a \text{ und } \lg (\sqrt[n]{a}) = \frac{1}{n} \times \lg a.$$

Um einen dekadischen Logarithmus abzulesen, stellen wir 1 von C über den Numerus von D und finden auf der Zungenrückseite auf »lg« unter dem Index-Strich des Ablesefensters den Wert des Logarithmus. Beim Übergang vom Logarithmus zum Numerus verfährt man umgekehrt. Die natürlichen Logarithmen ergeben sich durch Multiplikation der dekadischen mit 2,303.

II. Der Läufer

Der Läufer dieses Taschenrechenstabes trägt die gleichen Striche wie der größere Rechenstab. Ihre Verwendung wurde unter A II beschrieben.

III. Die Sonderskalen

a) Kilowatt und Pferdestärke

Das unter A VI Gesagte gilt sinngemäß auch für den Taschenrechenstab; es ist lediglich zu berücksichtigen, daß hier A mit kW und B mit PS bezeichnet sind und daß die Marken Dyn, Mot, 736, Cu und AL der Übersichtlichkeit wegen bei diesem kleinen Rechenstab fortgelassen wurden.

b) Die Sonderskalen »Dynamo« und »Motor«

Diese Sonderskalen, die sich am oberen Körperrande befinden und von denen die rote Skala, »Dynamo«, rechtläufig, die schwarze, »Motor«, rückläufig ist, dienen zur Berechnung des Wirkungsgrades η. Braucht ein Generator *a* PS und liefert *b* kW, so stellt man η von B (PS) unter *b* von A (kW) und liest η auf der roten Skala »Dynamo« über 1 von B ab.

Verbraucht ein Motor *b* kW und liefert *a* PS, so stellt man wieder *a* und *b* auf den zugehörigen Skalen untereinander und findet η auf der schwarzen Skala »Motor« über 1 von B. Wenn das Verfahren nicht zu funktionieren scheint, so verschiebe man die Zunge um eine logarithmische Einheit nach links bzw. nach rechts.

c) Die Sonderskala »Volt«

Diese Sonderskala dient zur Bestimmung des Spannungsabfalls ΔU in einem Kupferleiter.

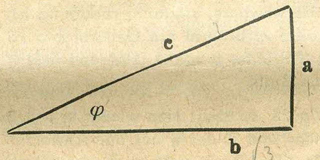
Wird der von einem Generator erzeugte Strom in der Entfernung l Meter benutzt, so ist bei Gleichstrom und induktionsfreiem Wechselstrom der Spannungsabfall (Hin- und Rückleitung) $\Delta U = \frac{2 \times J \times l}{q \times \varkappa}$ Volt, wenn J die Stromstärke in Ampere, q den Leitungsquerschnitt in mm² und $\varkappa$ die Leitfähigkeit (für Kupfer 57,2) bedeutet. Da die Leistung $N = U \times J$ Watt beträgt, so ist auch $\Delta U = \frac{2 \times N \times l}{U \times q \times \varkappa}$. Ist N in kW gegeben, so muß der Zähler mit 1000 multipliziert werden. Aus den gegebenen Größen errechnet man $\frac{J \times l}{q}$ oder $\frac{N \times l}{U \times q}$ mit A und B, so daß das Ergebnis auf A über 1 von B steht. Statt jetzt noch mit $\frac{2}{\varkappa} = 0{,}035$ zu multiplizieren (als Leitungsmaterial ist Kupfer angenommen), liest man mittels M darüber auf der Volt-Skala das Ergebnis ab.

Beispiel: Es sei $q = 70$ mm², $l = 160$ m, $J = 58$ A. Dann findet man $\Delta U = 4{,}6$ V.

d) Die Sonderskala cos φ

Eine Besonderheit dieses Taschenrechenstabes sind die auf der unteren Wange angebrachten Skalen cos φ, die mit D zusammenarbeiten. Stellt man auf D eine Zahl n, die zwischen 1 und 10 liegt, ein, so findet man auf der oberen cos φ-Skala den Wert: $\frac{n}{\sqrt{1+n^2}}$.

Sollen die Zahlen auf D aber 0,1; 0,2 bis 1,0 gelesen werden, so steht der Wert obigen Bruches auf der unteren cos φ-Skala. Hierin ist $n = \cot \varphi$.



In der nebenstehenden Figur ist

$$\cot \varphi = \frac{b}{a} = n,$$

$$\cos \varphi = \frac{b}{c} = \frac{b}{\sqrt{a^2+b^2}} = \frac{b/a}{\sqrt{1+(b/a)^2}} = \frac{n}{\sqrt{1+n^2}}.$$

Sucht man also $\cot \varphi = n$ auf D auf, so findet man cos φ unter dem Läuferstrich, und zwar, wie oben beschrieben, auf der oberen, wenn cot φ zwischen

1 und 10 liegt, auf der unteren, wenn es zwischen 0,1 und 1 liegt. Ist cot φ sehr klein (unter 0,1), so ist $\cos \varphi \approx n - \frac{1}{2} n^3$, ist cot φ sehr groß (> 10), so ist $\cos \varphi \approx 1 - \frac{1}{2n^2}$.

Rechnet man die für einen großen Rechenstab bestimmten Aufgaben mit diesem Taschenrechenstab sorgfältig durch, so wird man erstaunt sein, wie wenig die Genauigkeit geringer geworden ist.

Wer sich eingehender mit der Methodik des Rechnens mit dem Rechenstab vertraut machen will, dem sei die in unserem Verlag erschienene Broschüre »Der logarithmische Rechenschieber und sein Gebrauch« empfohlen.