Albert Nestler A.-G., Lahr (Schwarzwald)

Größte Spezialfabrik für Rechenschieber und Rechenwalzen DRP.

Kurze Gebrauchsanweisung

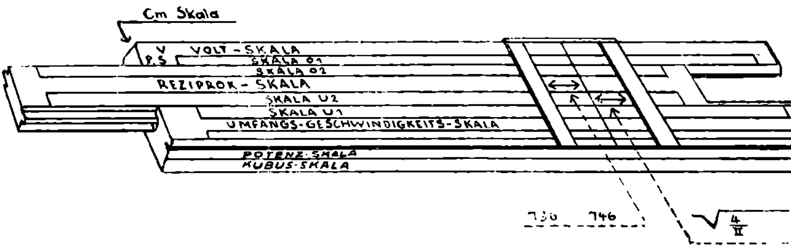
für den

Elektro-Rechenschieber No. 37

ALBERT NESTLER A. G. LAHR I/B

FABRIK-MARKE

Nestlers Elektro-Rechenschieber No. 37.



Beschreibung der Skalen.

Wie aus der obigen Zeichnung zu ersehen ist, hat der speziell für Elektro-Zwecke konstruierte Rechenschieber folgende Skalen:

Auf der *schiefen Kante* eine Millimeter-Teilung, die als Zeichenmaßstab dienen kann.

Auf der *Vorderseite des Schiebers* befinden sich:

1. Eine Skala *„V“* mit den reziproken Werten der Leitungsfähigkeit des Kupfers bei 15° $\left(\frac{1}{57{,}2}\right)$ für die rasche Berechnung von Spannungsverlusten usw.

2. Eine Skala in zwei logarithmischen Einheiten, welche die Marke P.S. trägt, die wir aber in der folgenden Beschreibung immer als O_1, der Einheitlichkeit mit unseren anderen Broschüren wegen, bezeichnen.

3. Eine gleiche Skala auf der Zunge, die mit Kw bezeichnet ist, die aber im Folgenden immer mit O_2 benannt wird.

4. Eine *reziproke Teilung* in der Mitte der Zunge, die von *rechts* nach *links* läuft und die in rot angebracht ist, damit Verwechslungen vermieden werden.

5. Eine *Skala* am unteren Rande der Zunge in einer logarithmischen Einheit von 25 cm, die wir mit U_2 bezeichnen.

6. Eine mit U_2 identische Skala auf dem Schieber selbst, die wir mit U_1 bezeichnen.

7. Eine mit *„U“* bezeichnete Skala am unteren Stabrande, die um den Wert von $\frac{\pi}{60}$ verschoben ist und mit der Umfangsgeschwindigkeiten berechnet werden können.

Auf der *geraden Kante* des Schiebers haben wir:

1. Eine *log log* oder *Potenzskala*, die von 1,08 bis 10000 reicht.

2. Eine Kubus-Skala, die die Kuben zu den Werten der Skalen U_1 und U_2 ergibt; umgekehrt ergeben die Werte der Teilungen U_1 und U_2 die Kubikwurzeln der auf der Kubusteilung abgetragenen Werte.

Auf der *Rückseite* der *Zunge* befinden sich:

1. Eine mit *„S“* bezeichnete Skala der Sinuswerte.

2. Eine kombinierte Skala der Werte der Sinus und Tangente der kleinen Winkel.

3. Eine *Skala* der *Tangenten* die mit *„T“* bezeichnet ist.

Der praktische Gebrauch all dieser Skalen ist in der nachfolgenden Erklärung eingehend beschrieben.

Auf der Rückseite des Schiebers haben wir eine Tafel mit den in der Elektrotechnik am häufigsten vorkommenden Konstanten, die das Nachschlagen in Büchern und Tabellen oft überflüssig machen wird.

Beschreibung des Läufers.

Der Rechenschieber ist mit einem Läufer mit drei feinen Haarstrichen versehen, die an der Unterseite des Glases eingraviert sind, um Parallaxen zu vermeiden. Der Läufer kann sowohl mit symmetrischem als auch mit asymmetrischem Strichabstand geliefert werden.

Der mittlere Haarstrich wird zum Ablesen der Resultate bei Multiplikationen, Divisionen, Quadraten und Quadratwurzeln benützt. Er wird auch dazu verwendet, die Resultate und Einstellungen auf den Skalen „U" und „V" genau zu bestimmen und wird ferner dazu benötigt, die log log und Kubusskala auf der Kante des Schiebers mit der Skala O_1 und O_2 resp. U_1 und U_2 in Uebereinstimmung zu bringen.

Bei dem symmetrischen Strichabstand können beide seitlichen Läuferstriche für alle Rechnungen in Verbindung mit Kreisen und Kreisflächen gebraucht werden, während bei dem asymmetrischen Strichabstand der rechte Strich den Wert von 736 hat und demzufolge zur Umwandlung von PS in Kw und umgekehrt dient. Die Striche für Kreisberechnung entsprechen dem Werte von $\sqrt{\frac{4}{\pi}}$.

Das Ablesen der Skalen.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß für den Anfänger die größte Schwierigkeit in dem Ablesen der genauen Werte der Skalen liegt. Gerade auf diesen Punkt ist der größte Wert zu legen, und durch gründliche Uebung soll die Fertigkeit erworben werden, ohne die der Gebrauch des Rechenschiebers nie die vollen Vorteile bietet, und ohne die immer wieder ärgerliche Ablesefehler gemacht werden, die durch einige Stunden Uebung ein für alle Mal vermieden werden.

Wir halten es für wertvoll, eine genaue Beschreibung der Skalen zu geben: U_1 und U_2 können in drei Abschnitte eingeteilt werden: den Abschnitt von 1—2, den von 2—4 und den von 4—10. Alle Teilungen auf dem Rechenschieber sind dezimal.

Im Abschnitt von 1—2 ist die Bezifferung

1 1,1 1,2 1,3 1,4 1,5 1,6 1,7 1,8 1,9 und 2,0.

Der Abschnitt zwischen je zwei Ziffern umfaßt 10 Unterteilungen, die also die Werte

1,0	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	
1,1	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19	
1,2	1,21	bis	1,98	1,99	2,00					darstellen.

Im Abschnitt von 2—4 sind die Hauptintervalle mit 2 3 4 beziffert, und jede hat 10 Unterteilungen, die wie folgt abgelesen werden: 2,1 2,2 . . . 3,1 3,2 3,3 . . . 3,5 . . . Zwischen je 2 dieser Teilungen sind 5 Teilstriche, die folgende Werte darstellen:

2	2,02	2,04	2,06	2,08	2,1
2,12	2,14	2,16	2,18	2,2	
3,9	3,92	3,94	3,96	3,98 bis	4.

Im Abschnitt zwischen 4 und 10 ist die Bezifferung 4 5 6 7 8 9 10. Zwischen jeder Bezifferung sind 10 Teilstriche und jede dieser 10 Unterteilungen ist noch einmal untergeteilt, so daß die Werte wie folgt abgelesen werden können:

4 4,05 4,1 4,15 4,2 4,25 4,3 4,35 bis 9,9 9,95 10.

Die Teilungen der Skala „*U*" haben genau die gleichen Zwischenwerte, nur beginnt sie mit 5. Die reziproke Teilung in der Mitte der Schieberzunge hat ebenfalls die gleichen Unterteilungen wie U_1 und U_2, nur beginnt sie rechts.

Die Teilungen bei den Skalen O_1 und O_2 (PS und Kw) sind die folgenden:

Wir haben bei denselben zunächst 3 Abschnitte von 1—2, 2—5, 5—10.

Beziffert sind nur die Hauptabschnitte mit 1, 2, 3, 4, 5 etc. Zwischen 1 und 2 haben wir 10 Unterteilungen, die die Werte von:

1 1,1 1,2 1,3 1,4 1,5 1,6 1,7 1,8 1,9 2

haben. Zwischen diesen Werten haben wir dann nochmals je 5 weitere Unterteilungen, so daß wir also in diesem Abschnitt

1 1,02 1,04 1,06 1,08 1,1 1,12 1,14 1,16 bis 1,9 1,92 1,94 1,96 1,98 und 2 ablesen können.

Zwischen 2 u. 5 haben wir zunächst je 10 Unterteilungen, nämlich

2 2,1 2,2 2,3 2,4 2,5 2,6 2,7 bis 4,9 5.

Zwischen diesen Werten haben wir dann eine weitere Unterteilung, die dann folgende Ablesungen gestattet:

2 2,05 2,1 2,15 2,2 2,25 2,3 2,35 bis 4,75 4,8 4,85 4,9 4,95 und 5.

Im Abschnitt zwischen 5 und 10 haben wir keine weitergehende Unterteilung, als sie die folgende Aufzählung gibt:

5,1 5,2 5,3 5,4 bis 9,5 9,6 9,7 9,8 9,9 10.

In der zweiten Hälfte der Skalen O_1 und O_2 sind die Unterteilungen genau die gleichen und nur die Bezifferung ist um je eine 0 erweitert.

Das gleiche ist der Fall mit der Teilung „*V*", die aber mit 1,5 beginnt.

Wenn man sich mit diesen Eigentümlichkeiten der logarithmischen Skalen vertraut gemacht hat, wird man keine Schwierigkeiten mehr haben, sich des Rechenschiebers zu bedienen, und man wird nicht nur den Vorteil größerer Leichtigkeit und Schnelligkeit in der Ausführung der Rechnungen, sondern auch den der größeren Sicherheit haben, denn die Benutzung des Rechenschiebers scheidet manche Fehlerquelle aus, mit der beim gewöhnlichen Rechnen immer mehr oder weniger gerechnet werden muß. Natürlich kann auch nur der Rechner von der Möglichkeit des Schätzens von Zwischenresultaten, die zwischen einzelnen Teilstrichen abgelesen werden müssen, ausgiebig Gebrauch machen, der den Wert der Teilstriche genau kennt.

Der Gebrauch des Rechenschiebers.

Multiplikation mit ganzen Zahlen und Brüchen.

Die genauesten Resultate erhält man, wenn man die Skalen U_1 und U_2 benutzt. Man geht dabei wie folgt vor:

Man stellt den Anfangs- oder Endstrich der Skala U_2 unter den Multiplikanden auf U_1 und liest das Resultat auf der Skala U_1 unter dem Multiplikator der Skala U_2 ab.

Beispiel No. 1. Ganze Zahlen mit dem Anfangsstrich:

$$175 \times 46 = 8050.$$

Ausführung: Anfangsstrich von U_2 auf 175 von U_1, das Resultat erscheint auf der Skala U_1 unter dem Strich 46 der Skala U_2.

Beispiel No. 2 mit dem Endstrich:

$$475 \times 24 = 11\,400.$$

Ausführung: Man setzt den Endstrich der Skala U_2 über 475 von U_1 und liest das Ergebnis unter der Zahl 24 der Skala U_2 auf der Skala U_1.

Dezimalbrüche.

Beispiel No. 1 mit Anfangsstrich:

$$1{,}04 \times 1{,}75 = 1{,}82.$$

Genau wie im vorhergehenden Beispiel No. 1 setzt man den Anfangsstrich von U_2 über 1,04 von U_1 und liest das Resultat auf U_1 unter der Zahl 1,75 der Skala U_2.

Beispiel No. 2. Mit dem Endstrich:

$$7{,}5 \times 1{,}64 = 12{,}3.$$

Ausführung: Wie im vorhergehenden Beispiel No. 2 wird der Endstrich der Skala U_2 über die Zahl 7,5 auf U_1 eingestellt und das Resultat unter der Zahl 164 der Skala U_2 auf U_1 abgelesen.

Stellenzahl der Resultate.

Die Stellenzahl der Resultate kann durch Schätzung und durch Beobachtung der nachfolgenden Regel ermittelt werden.

Die Regel besagt: Wenn das Resultat links von der Einstellung abgelesen wird, hat es so viele Stellen, als die Summe der Stellenzahl der beiden Faktoren ausmacht. Siehe obiges Beispiel unter No. 2 ganze Zahlen. Die Summe der Stellen in den beiden Faktoren ist 5 (3 plus 2), das Resultat hat also 5 Stellen = 11400.

Wenn das Resultat rechts von der Einstellung abgelesen wird, enthält es so viele Stellen, als die Summe der Stellenzahlen der beiden Faktoren minus 1. Siehe Beispiel No. 1 unter ganze Zahlen. Die Summe der Stellenzahlen der beiden Faktoren ist 5 (3 plus 2), da aber das Resultat rechts der Einstellung liegt, muß 1 abgezogen werden, das Resultat enthält also 5—1 Stellen = 8050.

Für Dezimalbrüche gilt die gleiche Regel, hier ist dann nur die ganze Zahl in Rücksicht zu ziehen.

Man kann in diesem Falle aber auch die ganze Zahl ohne Rücksicht auf das Komma in Betracht ziehen und dasselbe dann nach vorgenommener Rechnung setzen. Siehe Beispiel No. 2 unter Dezimalbrüchen. Wenn wir hier nur die ganzen Zahlen in Rechnung ziehen und von den Dezimalstellen absehen, haben wir 1 plus 1 = 2 Stellen bei den ganzen Zahlen. Wenn wir von dem Komma absehen, so ergeben sich in diesem Falle 2 plus 3 = 5 Ziffern, und da der Rechenschieber die Ziffernreihe 1 2 3 ergibt, müssen wir zwei Nullen anfügen, um die Zahl 12300 zu erhalten. Nun streichen wir die 3 Dezimalstellen der beiden Faktoren ab und erhalten auch auf diese Weise 12,3. In Beispiel 1 Dezimalbrüche haben wir 1 plus 1 Stelle, von dem Resultat muß, wie schon erklärt, 1 abgezogen werden, so daß sich als Resultat 1,82 ergibt. Wenn wir bei diesem Beispiele von dem Komma absehen, haben wir zunächst im Resultat 5 Stellen also 18200. Wenn wir dann die vier Dezimalen der beiden Faktoren abziehen, ergibt sich auch auf diese Weise das Resultat 1,82.

Bei einfachen Rechnungen ist ja die Schätzung der Stellenzahl ohne weiteres möglich, bei größeren betrachtet man den Ausdruck zweckmäßig als Potenzen von 10.

So können wir z. B. das Produkt von 475×24 auch als $4{,}75 \times 10^2 \times 2{,}4 \times 10^1$ anschreiben und dann auf die Form $4{,}75 \times 2{,}4 \times 10^3$ bringen. Da nun $4 \times 3 \times 10^3 = 12000$ ist, ist es sicher, daß das Resultat, für das wir die Ziffernreihe 114 auf dem Schieber ablesen, 11400 sein muß.

Das Beispiel 175×46 kann als $1{,}75 \times 10^2 \times 4{,}6 \times 10^1$ angeschrieben und auf die Form $1{,}75 \times 4{,}6 \times 10^3$ gebracht werden. Den Näherungswert erhalten wir mit $4 \times 2 \times 10^3 = 8000$, und da der Rechenschieber die Ziffernreihe 805 ergibt, so haben wir also derselben eine Null hinzuzufügen, so daß sich das genaue Resultat 8050 ergibt.

In den meisten Fällen ist ja die Stellenzahl der Resultate ohne weiteres klar und bedarf keiner Berechnung oder Schätzung. Natürlich bedarf es bei Multiplikation von Faktoren mit mehreren Dezimalstellen usw. einer größeren Uebung, um keine Fehler bei der Bestimmung der Stellenzahl zu begehen. Auch die Bestimmung der vierten Ziffer, die auf dem Schieber nicht direkt abgelesen werden kann, wird zur vollen Geläufigkeit und Sicherheit nur durch längere Uebung gebracht.

Beispiel No. 1. $0{,}000221 \times 0{,}017 = 0{,}000003757$.

Wenn wir die Faktoren als Potenzen von 10 anschreiben, haben wir: $2{,}21 \times 10^{-4} \times 1{,}7 \times 10^{-2} = 2{,}21 \times 1{,}7 \times 10^{-6}$.

Zu Näherungszwecken runden wir auf $2 \times 2 \times 10^{-6} = 0{,}000004$, und da der Rechenschieber die Ziffernreihe 3 7 5 7 ergibt, so muß das genaue Resultat 0,000003757 sein.

Nach der Regel für den Rechenschieber erhalten wir minus 3 und minus 1 in den beiden Faktoren und als Zuschlag minus 1, was also 5 Stellen rechts vom Komma ergibt. Die Bestimmung der vierten Ziffer ist ja leicht schon aus dem Anblick der beiden Endziffern der Faktoren zu ermöglichen, wenn man von einer Interpolation absehen will. In der Regel genügt für die Praxis aber die Genauigkeit von 3 Stellen für alle Resultate.

Beispiel No. 2. $0{,}000815 \times 0{,}0175 = 0{,}0000142625$.

Mit Zehnerpotenzen ergibt sich die Form:

$$8{,}15 \times 10^{-4} \times 1{,}75 \times 10^{-2}, \text{ oder } 8{,}15 \times 1{,}75 \times 10^{-6},$$

oder zur Ermittlung des Annäherungswertes $8 \times 2 \times 10^{-6} = 0{,}000016$. Die genaue Einstellung auf dem Rechenschieber ergibt die Ziffernreihe 1 4 2 6, und durch entsprechende Beachtung der beiden letzten Ziffern der beiden Faktoren kann man derselben noch 2 weitere Ziffern, nämlich 2 5 hinzufügen, so daß es also tatsächlich möglich ist, mit dem Rechenschieber eine Genauigkeit von 6 Stellen, wenn eine solche unbedingt gefordert und nötig wäre, in dergleichen Fällen zu erreichen. Mit der eingangs gegebenen Regel zur Bestimmung der Stellenzahl erhalten wir letztere noch schneller und bequemer. Wir haben -3 plus $-1 =$ $= -4$ Stellen.

Beispiel No. 3. $815 \times 17 = 13855$.

Rechnungsvorgang wie bei den übrigen Beispielen. Der Rechenschieber ergibt die Zahlenreihe 1385, das Resultat muß aber 5 Stellen haben, weil die Summe der Stellenzahlen der beiden Faktoren 3 plus 2 gleich 5 ist. Eine weitere Ziffer über die Reihe hinaus, die sich auf dem Rechenschieber ablesen läßt, ergibt sich aus dem Anblick bei den Endziffern der Faktoren, so daß das genaue Resultat 13855 sein wird.

Division mit ganzen Zahlen und Dezimalbrüchen.

Auch hier wird die größte Genauigkeit erlangt, indem man die Rechnungen mit den Skalen U_1 und U_2 ausführt.

Der Vorgang ist der folgende: Man setzt den auf der Skala U_2 bestimmten Divisor über den Dividenden auf Skala U_1 und liest das Resultat am Anfangs- oder Endstrich von U_2 auf der Skala U_1 ab.

Das Resultat kann nie außerhalb der Skalen fallen, wie es beim Multiplizieren vorkommen kann und wo es dann nötig ist, eine Umstellung der Zunge vorzunehmen.

Ganze Zahlen.

Beispiel No. 1. Ablesung links der Einstellung: $450 : 15 = 30$.

Ausführung: Man bringt 15 auf der Skala U_2 über 450 der Skala U_1 und liest das Resultat unter dem Anfangsstrich der Skala U_2 auf der Skala U_1.

Beispiel No. 2. Ablesung rechts der Einstellung: $736 : 8 = 92$.

Ausführung: Man setzt den Läufer über die Zahl 736 der Skala U_1 und die Zahl 8 auf U_2 unter den Läuferstrich und liest das Ergebnis unter dem Endstrich von U_2 auf U_1.

Dezimalbrüche.

Beispiel No. 1. Ablesung links der Einstellung: $1{,}68 : 1{,}4 = 1{,}2$.

Ausführung: Man bringt den Glasläufer über 1,68 der Skala U_1, 1,4 auf U_2 unter den Läuferstrich und liest das Ergebnis am Anfangsstrich von U_2 auf U_1 ab.

Beispiel No. 2. Ablesung rechts der Einstellung: $0{,}0136 : 0{,}016 = 0{,}85$.

Ausführung: Man setzt den Läuferstrich auf 136 von U_1 und bringt 16 von U_2 darunter. Das Ergebnis kann auf U_1 am Endstrich von U_2 abgelesen werden.

Stellenzahl der Resultate.

Ebenso wie bei der Multiplikation kann die Stellenzahl der Resultate auf 2 Arten bestimmt werden: Durch Schätzung und nach einer bestimmten Regel, die wir hier wiedergeben:

Der Quotient enthält bei Rechnungen, deren Resultat bei Divisionen rechts der Einstellung abgelesen wird, soviele Stellen, als die Differenz der Stellenzahlen von Dividend und Divisor beträgt.

Siehe Beispiel unter 2 Ganze Zahlen.

Der Dividend enthält	3 Stellen
„ Divisor „	1 Stelle
Differenz	2 Stellen

Das Resultat enthält also 2 Stellen = 92.

Wenn das Ergebnis links der Einstellung abgelesen wird, wird es so viele Stellen enthalten, als die Differenz der Stellenzahlen zwischen Dividend und Divisor beträgt, plus 1.

Siehe Beispiel unter 1 Ganze Zahlen.

Der Dividend enthält	3 Stellen
„ Divisor „	2 „
Differenz „	1 Stelle
Zuschlag	1 „
Das Ergebnis hat also	2 Stellen = 30.

Dezimalbrüche werden als Minus-Stellenzahl nach der Anzahl der Nullen rechts vom Komma angesehen.

Siehe Beispiel No. 2 unter Dezimalbrüchen.

Der Dividend enthält eine Null-Stelle nach dem Komma	1
„ Divisor „ „ „ „ „ „ „	1
Differenz	Keine Nullstelle.

Da nun der Rechenschieber die Zahlenreihe 8 5 ergibt, so ist in diesem Falle das Ergebnis 0,85.

Siehe Beispiel No. 1 unter Dezimalbrüchen. In Fällen, wo es sich um gemischte Zahlen handelt, die aus Ganzen und Dezimalbrüchen bestehen, werden nur die ganzen Zahlen in Berechnung gezogen.

Der Dividend enthält	1 Stelle
„ Divisor „	1 „

Differenz der Stellenzahlen 0. Da aber das Ergebnis links abgelesen wird, so muß der Stellenzahl 1 zugefügt werden. Die Zahlenreihe, die der Rechenschieber ergibt, ist in diesem Falle 1 2, das richtige Resultat also 1,2.

Schätzung. Eine Schätzung der Stellenzahl ist bei kleinen Quotienten ohne weiteres möglich, in Fällen aber, wo der Ueberblick nicht ohne weiteres möglich ist, müssen die Zahlen als Potenzen von 10 angeschrieben, also auf die einfachste Form gebracht werden.

Wenn wir es z. B. mit Aufgaben wie die folgenden zu tun haben: 0,00000285 : 0,000197 = 0,01446. Das Resultat wird nur auf 4 Stellen genau durch Interpolation erlangt. Als Potenzen von 10 schreiben wir es wie folgt an:

$$\frac{2{,}85 \times 10^{-6}}{1{,}97 \times 10^{-4}} = \frac{2{,}85}{1{,}97} \times 10^{-2}.$$

Wir sehen auf den ersten Blick, daß das Resultat des Bruches ungefähr $\frac{3}{2}$ sein muß, und da durch die Multiplikation mit 10^{-2} das Komma um 2 Stellen nach links gerückt wird, so muß es also annähernd 0,015 sein. Da wir auf dem Rechenschieber die Ziffernreihe 1446 erhalten, so ist das endgültige Ergebnis 0,01446.

Proportionen und zusammengesetzte Multiplikationen und Divisionen.

Rechnungen nach den folgenden Formeln:

$d = \frac{b \times c}{a}$ und $x = \frac{a \times b \times c \times d \times e}{f \times g \times h \times i}$ können sehr leicht und schnell mit dem Rechenschieber erledigt werden.

Beispiel No. 1. $\frac{0{,}00275 \times 4350}{0{,}0369} = 324$.

Die Stellenzahl des Resultats gemäß den Erklärungen auf Seite 6 und 8 ist -2 plus $4 - (-1) =$ plus 3.

Beispiel No. 2. $\frac{\overset{(1)}{0{,}00376} \times \overset{(9)}{0{,}853} \times \overset{(7)}{11270} \times \overset{(3)}{53{,}2} \times \overset{(5)}{0{,}987}}{\underset{(6)}{0{,}0165} \times \underset{(2)}{0{,}422} \times \underset{(4)}{955000} \times \underset{(8)}{18{,}33}} = 0{,}01556.$

Derartige Rechnungen werden zweckmäßig mit den Teilungen U_1 und U_2 und mit Zuhilfenahme der reziproken Teilung ausgeführt. Es wird dabei zweckmäßig auf eine solche Reihenfolge der Operationen gesehen, die die Umstellungen der Zunge auf das Mindestmaß beschränken.

Das Beispiel No. 2 kann mit einer einzigen Umstellung der Zunge ausgeführt werden. Die in Klammern beigesetzten kleinen Zahlen bedeuten die Reihenfolge, in der die einzelnen Operationen vorgenommen werden sollen, um die Umstellung (die Einstellung mit End- oder Anfangsstrich) zu vermeiden oder auf das Mindestmaß zu reduzieren. Im Beispiel No. 2 ist die Stellenzahl die folgende:

$$\begin{array}{r} -2+0+5+2+0 = +5 \\ -1+0+6+2 \quad = -7 \\ \hline = \text{minus} \quad 2 \end{array}$$

Dazu ist 1 zuzuschlagen, so daß also die Stellenzahl minus 1 ist.

Quadrate und Quadratwurzeln.

Siehe auch den Abschnitt über höhere Wurzeln und Potenzen.

Quadrate und Quadratwurzeln werden mittelst Einstellung des Läuferstriches bestimmt; es werden hierzu die Skalen O_1 und U_1 oder O_2 und U_2 verwendet. Da die zwei Einheiten der Teilungen O nur die halbe Länge der Teilungen U_1 und U_2 haben, so leuchtet ohne weiteres ein, daß unter dem gleichen Läuferstrich auf den Skalen O die Quadrate der Zahlen von U erscheinen, und umgekehrt sind die entsprechenden Zahlen auf den Skalen U die Quadratwurzeln derjenigen auf O.

Beispiel No. 1. $0{,}0204^2 = 0{,}000416$ (0,00041616).

Ausführung: Man stellt den Läuferstrich auf die Zahl 204 der Skala U_1 und liest das Ergebnis unter dem gleichen Strich in der ersten logarithmischen Einheit der Skala O_1 ab.

Beispiel No. 2. $40{,}8^2 = 1664$ (genau 1664,64).

Ausführung: Man setzt den Läuferstrich auf die Zahl 408 der Teilung U_1 und liest die Antwort in der zweiten logarithmischen Einheit der Skala O_1 ab.

Stellenzahl der Quadrate.

Die Zahlen, die in der ersten logarithmischen Einheit als Quadrate abgelesen werden, sind immer ungeradstellig und haben die doppelte Anzahl der Stellen der Basis minus 1. In Beispiel No. 1

haben wir eine Zahl, die minus 1 Stelle hat. Das Quadrat ergibt also 2 × minus 1 = minus 2, dazu minus 1 = minus 3 Stellen. Da die auf dem Rechenschieber abzulesende Zahlenreihe 4 1 6 ist, so ergibt sich das Resultat von minus 3 Stellen = 0,000416.

Beispiel No. 2. Bei diesem Beispiel sehen wir, daß die Zahl links vom Komma 2 Stellen hat. Da das Resultat in der zweiten logarithmischen Einheit abgelesen wird, muß es geradstellig sein und doppelt so viel Stellen enthalten als die Basis. Das ergibt in unserem Beispiel 2 × plus 2 = 4 Stellen, also muß das Resultat links vom Komma 4 Stellen haben und 1664 sein, welche Ziffernfolge auf dem Schieber abgelesen werden kann.

Anmerkung: In den Beispielen, die wir vorstehend gegeben haben, sind die Resultate so genau ermittelt worden, als es ohne Lupe geschehen kann, und zwar bei Beispiel 1 mit 3 Stellen und beim Beispiel 2 mit 4 Stellen. Das genaue Ergebnis bei Beispiel 1 würde allerdings 5 Stellen haben, und dasjenige von Beispiel 2 6 Stellen. Im allgemeinen genügt die Genauigkeit von 3 oder 4 Stellen, die auf der Quadratskala abgelesen werden kann, für alle praktischen Fälle, wenn es dem geübten Rechner auch möglich ist, die Resultate noch weiter zu schätzen und namentlich auch durch den Anblick der Endziffern zu bestimmen. So kann z. B. das Quadrat von 204 in der ersten logarithmischen Einheit nur mit 3 Ziffern abgelesen werden, wir sehen aber an der Endziffer, daß das Resultat, das 5 Stellen haben muß, die Endziffer 16 hat und können also auf diesem Wege das Ergebnis mit 5 Stellen genau bestimmen. Das Quadrat von 40,8 (Beispiel 2) muß 6 Stellen enthalten. Derartige Uebungen, die Stellenzahl von Resultaten auch über die Genauigkeit des Schiebers hinaus zu bestimmen, sind sehr wertvoll und geben dem Rechner mit der Zeit die volle Sicherheit in der Bestimmung auch größerer Resultate.

Zur Uebung für das scharfe Einstellen kann auch für alle möglichen Beispiele das folgende Verfahren eingeschlagen werden:

408^2. Man stellt den Anfangsstrich auf die Zahl 204 der Teilung U_1 und erhält dann die Einstellung 408 unter der Zahl 2 auf U_2 unbedingt genau auf der Teilung U_1. Unter dem gleichen Läuferstrich kann man dann das Quadrat auf der Teilung O_1 ablesen. Zieht man dann den Endstrich der Zunge unter den Läuferstrich, so ergibt sich wieder das Quadrat unter der Zahl 408 der Teilung U_2 auf der Teilung U_1.

Je mehr die Resultate auf den Teilungen nach rechts rücken, desto mehr wird die Schätzung nötig, und wenn wir hier nur einfache Beispiele gewählt haben, so geschah es, um die Sache leicht verständlich zu machen.

Quadratwurzeln, ganze Zahlen.

Beispiel No. 3. $\sqrt{538} = 23,195$.

Ausführung: Um zu finden, in welcher logarithmischen Einheit eine Zahl, aus der die Quadratwurzel ausgezogen werden soll, einzustellen ist, teilen wir dieselbe in Gruppen von je zwei Ziffern links vom Komma, also 5'38. In dem vorliegenden Falle sehen wir, daß das Ergebnis zwei Gruppen sind, von denen die am weitesten links stehende, die eine Ziffer hat, die Einstellung bestimmt. Einstellige Gruppen werden in der ersten Einheit, zweistellige in der zweiten Einheit der Skalen O_1 und O_2 eingestellt.

Beispiel No. 4. Quadratwurzeln von Dezimalbrüchen:

$$\sqrt[2]{0,0000697} = 0,008349.$$

Um festzustellen, in welcher Einheit der Skala O_1 bei Dezimalbrüchen eingestellt werden soll, teilen wir die Zahl in Gruppen von je zwei Ziffern rechts vom Komma; im gegenwärtigen Beispiel wie folgt: 0,00'00'69'7. Bei Dezimalbrüchen bestimmt die erste Gruppe rechts vom Komma die Einstellung (dieselbe darf aber keine komplette Nullengruppe sein). Im vorliegenden Falle hat die Gruppe zwei Stellen, die Einstellung muß also in der zweiten logarithmischen Einheit erfolgen. Eingestellt wird auf der Skala O_1, abgelesen wird auf der Skala U_1.

Stellenzahl. Die Stellenzahlen der Wurzeln ergeben sich aus der Anzahl der Gruppen links vom Komma und bei Dezimalbrüchen aus der Anzahl vollständiger Nullengruppen rechts vom Komma. Beispiel 3 hat 2 Gruppen links vom Komma, also hat das Resultat 2 Stellen. Als Resultat wird die Zahlenreihe 2 3 1 9 5 ermittelt, so daß unter Berücksichtigung des Gesagten das genaue Ergebnis 23,195 ist.

In Beispiel 4 haben wir zwei vollständige Nullengruppen rechts des Kommas, das Ergebnis muß also zwei Nullen rechts des Kommas haben. Die ermittelte Zahlenreihe ist 8 3 4 9, das genaue Ergebnis also 0,008349.

Kuben und Kubikwurzeln.

Siehe auch Kapitel über höhere Potenzen und Wurzeln.

Die Kubikwurzeln werden auf dem Rechenschieber Nr. 37 auf folgende Weise bestimmt: Man bringt den mittleren Läuferstrich auf die Zahl der Skala U_1, von der der Kubus bestimmt werden soll, und liest das Ergebnis auf der Skala ab, die sich auf der geraden Kante des Schiebers befindet. Zur genauen Einstellung sind die Läufer mit seitlichen Indices versehen. Siehe Abbildung auf Seite 3.

Beispiel No. 1. $1{,}64^3 = 4{,}41$.

Ausführung: Man setzt den mittleren Läuferstrich über die Zahl 1,64 der Skala U_1 und liest das Ergebnis in der ersten log Einheit der Kubusskala vermittelst des Indexstriches ab.

Beispiel No. 2. $0{,}0043^3 = 0{,}0000000795$.

Ausführung: Man bringt den mittleren Läuferstrich über die Zahl 43 der Teilung U_1 und liest das Ergebnis im zweiten Abschnitt der Kubusteilung.

Beispiel No. 3. $655^3 = 281\,000\,000$. Mit der gleichen Einstellung des Läuferstriches können wir das Ergebnis im dritten Abschnitt der Kubusteilung ablesen.

Stellenzahl der Resultate.

Es geht schon aus der Natur der Kubusteilung auf einem 25 cm langen Schieber hervor, daß die Anzahl der ablesbaren Stellen nicht mehr als 3 sein kann. Die Stellenzahl der Resultate richtet sich nach dem Abschnitt, in dem sie abgelesen werden. Im ersten Abschnitt ergeben sie dreimal die Stellenzahl der Grundzahl minus 2, im zweiten Abschnitt die gleiche Stellenzahl minus 1 und im dritten Abschnitt dreimal die Stellenzahl der Grundzahl ohne Abzug. Wir verweisen auf Beispiel 1, wo das Resultat in den ersten Abschnitt fällt. Die Grundzahl hat eine Stelle rechts des Kommas, das Resultat muß daher 3×1 minus 2 gleich 1 Stelle haben. Da die abzulesende Ziffernreihe 441 ist, ergibt sich als endgültiges Resultat 4,41.

Im Beispiel No. 2 sehen wir, daß das Resultat in den zweiten Abschnitt fällt, infolgedessen hat das Resultat $3 \times$ minus 2 Stellen minus 1 = minus 7 Stellen also 0,0000000795.

Bei Beispiel 3 haben wir den Fall, daß das Ergebnis in der dritten Einheit abgelesen wird. Die sich ergebende Ziffernreihe ist 2 8 1, die Stellenzahl dreimal diejenige der Grundzahl, also 9, und das genaue Resultat infolgedessen 281000000.

Kubikwurzeln werden auf folgende Weise berechnet. Man teilt die Zahl, aus der die Kubikwurzel ausgezogen werden soll, bei ganzen Zahlen in Gruppen von je drei Ziffern links und bei Dezimalbrüchen in Gruppen rechts vom Komma. Bei ganzen Zahlen gibt die am weitesten links stehende und bei Dezimalbrüchen die erste Gruppe rechts, die keine vollständige Nullengruppe ist, an, in welchem Abschnitt der Kubusteilung eingestellt werden muß. Bei ganzen Zahlen muß im ersten Abschnitt eingestellt werden, wenn die am weitesten links stehende Gruppe eine Ziffer enthält, das gleiche gilt entsprechend für die Zahlen mit zwei, die im zweiten, und für die mit drei Ziffern, die im dritten Abschnitt eingestellt werden. Für Dezimalbrüche kommt für die Einstellung die erste Gruppe in Frage, die keine vollständige Nullengruppe ist, und im übrigen gilt für die Einstellung das oben Gesagte. Die Wurzel hat bei ganzen Zahlen soviele Stellen, als der Kubus Gruppen enthält, und bei Dezimalbrüchen soviele Nullstellen nach dem Komma, als der Kubus komplette Nullengruppen enthält.

Beispiel No. 1. $\sqrt[3]{5832000} = 180$. Die Aufteilung dieser Zahl in Gruppen von je 3 Ziffern ergibt 5'832'000'.

Die in Betracht kommende Gruppe enthält nur eine Ziffer, die Zahl muß daher in der ersten Einheit abgelesen werden. Da ferner die Zahl 3 Gruppen enthält, ist das Resultat dreistellig.

Beispiel No. 2. $\sqrt[3]{28094464} = 304$. Die Aufteilung in Gruppen von 3 Ziffern ergibt 28'094'464. Da die maßgebende Gruppe 2 Ziffern enthält, muß im zweiten Abschnitt eingestellt werden; das Resultat selbst hat 3 Stellen, da die Zahl 3 Gruppen hat.

Beispiel No. 3. $\sqrt{340068392} = 698$. Die Aufteilung in Gruppen ergibt 340'068'392, und da die maßgebende Gruppe 3 Ziffern hat, ist in der dritten Einheit abzulesen, das Resultat selbst hat 3 Stellen, da die Zahl drei Gruppen hat.

Beispiel No. 4. $\sqrt[3]{0,000001 44} = 0,01128$. Die Aufteilung in Gruppen rechts vom Komma ergibt 0,'000'001'44. Die Einstellung erfolgt in der ersten Einheit; das Resultat hat 1 Null nach dem Komma, da die Zahl eine vollständige Nullengruppe hat.

Beispiel No. 5. $\sqrt[3]{0,0349} = 0,327$. Die Aufteilung in Gruppen von je 3 Ziffern ergibt 0,'034'9. Die Einstellung hat im zweiten Abschnitt zu erfolgen, das Ergebnis ist Null-stellig, da keine vollständige Nullengruppe vorhanden ist.

Beispiel No. 6. $\sqrt[3]{0,000000000329} = 0,000691$. Die Aufteilung in Gruppen ergibt 0,'000'000'000'329. Die Zahl muß im dritten Abschnitt eingestellt werden, und das Resultat hat 3 Nullen nach dem Komma, weil die Zahl drei vollständige Nullengruppen hat.

Die Reziprokteilung.

Wie aus der Abbildung Seite 3 zu ersehen ist, befindet sich in der Mitte der Zunge eine Teilung, die von rechts nach links läuft, und die zum Unterschied von den übrigen Teilungen rot eingefärbt ist. Der Vorteil dieser Teilung besteht darin, daß man nicht nur den reziproken Wert $\left(\frac{1}{n}\right)$ einer Zahl ermitteln, sondern auch Multiplikationen ausführen kann, ohne daß je eine Umstellung der Zunge nötig würde.

Das Resultat kann am Anfangs- oder Endstrich abgelesen werden, wenn man einfach bei Multiplikationen die beiden Faktoren auf U_1

und auf der Reziprokteilung übereinander einstellt. Weitere Vorteile bieten sich bei der Vornahme von fortgesetzten Multiplikationen und bei Operationen, die sich aus Multiplikation und Division zusammensetzen.

Beispiel No. 1. $736 \times 225 = 165\,600$. Man stellt den Läuferstrich auf 736 der Skala U_1 und bringt 225 der Reziprokteilung darunter. Das Resultat kann dann am Anfangsstrich der Reziprokteilung auf der Teilung U_1 abgelesen werden.

Beispiel No. 2. $296 \times 275 = 81\,400$. Man bringt den Läuferstrich über die Zahl 296 auf der Teilung U_1 und schiebt die Zahl 275 der Reziprokteilung darunter. Das Ergebnis kann dann am Endstrich der Teilung U_2 auf der Skala U_1 abgelesen werden.

Die Stellenzahl der Resultate wird so ermittelt, wie es auf Seite 6 ausführlich beschrieben ist.

Beispiel No. 3 unter Benutzung der gewöhnlichen und der reziproken Skala. $344 \times 375 \times 469 = 60\,500\,000$. Man bringt den Läuferstrich über 344 der Teilung U_1 und darunter die Zahl 375 der Reziprokteilung, worauf man den Läuferstrich auf die Zahl 469 der Skala U_2 verschiebt und unter demselben auf der Skala U_1 das Ergebnis abliest.

Beispiel No. 4. $\frac{386 \times 246}{143} = 664$. Man bringt den Läuferstrich über die Zahl 386 der Skala U_1, schiebt 246 der Reziprokteilung darunter und verschiebt dann den Läufer auf 143 der Reziprokteilung und liest darunter das Ergebnis auf der Skala U_1.

Siehe auch die Bemerkung wegen des Gebrauches der Reziprokteilung bei Wurzeln und Potenzen Seite 17.

Höhere Wurzeln und Potenzen.

Quadratwurzeln können natürlich auch mit den Skalen U_1 und und U_2 bestimmt werden, indem man die Zunge soweit verschiebt, daß über der Zahl, aus der die Wurzel ausgezogen werden soll, auf der Teilung U_2 und unter dem Anfangs- oder Endstrich von U_2 auf U_1 der gleiche Wert erscheint.

Beispiel: $\sqrt[2]{3249} = 57$. Man verschiebt die Zunge so, daß über der Zahl 3249 auf der Teilung U_1 und unter dem Endstrich der Skala U_2 die gleiche Ziffer erscheint. Die Bestimmung der Stellenzahl bietet auch bei diesem Vorgang keine Schwierigkeit und wird nach den auf Seite 12 gegebenen Regeln durchgeführt.

Das Quadrat kann natürlich auch dadurch erhalten werden, daß man die betreffende Zahl einfach mit sich selber multipliziert.

Auch Kuben und Kubikwurzeln können ohne die Spezialteilung behandelt und mittelst der Skalen U_1, O_2 und O_1 bestimmt werden.

Diese Methode gestattet eine etwas genauere Einstellung und ist wertvoll zur Erlangung der nötigen Geschicklichkeit bei der Bestimmung höherer Wurzeln und Potenzen, ohne sich der Potenzskala zu bedienen.

Beispiel: $\sqrt[3]{19683} = 27$. Die Stellenzahl und der für die Einstellung in Betracht kommende Abschnitt der Kubusteilung sind bereits auf Seite 12 eingehend erwähnt worden.

Ausführung: Man bringt den Läufer über die Zahl 19683 der ersten logarithmischen Einheit von O_1 und verschiebt die Zunge so, daß unter dem Läuferstrich auf O_2 und unter dem Endstrich von U_2 auf U_1 die gleiche Zahl gelesen werden kann. Der Weg für die Bestimmung der Kuben ergibt sich aus der Umkehrung des beschriebenen Vorganges.

Vierte Potenzen und Wurzeln.

Im allgemeinen werden Wurzeln und Potenzen höheren Grades vorteilhaft mittelst der Potenzteilung bestimmt, die gegenüber der auf anderen Schiebern angebrachten Mantissenteilung manche Vorteile bietet. Erklärungen und Beispiele finden sich auf Seite 16 und 17.

Immerhin ist es auch möglich, vierte Potenzen und vierte Wurzeln mit den gewöhnlichen Skalen des Rechenschiebers No. 37 zu bestimmen, wie im nachfolgenden Beispiel gezeigt wird.

Beispiel No. 1. $7^4 = 2401$. Das Resultat wird erlangt, indem man das Quadrat von 7, dann von diesem Quadrat wieder das Quadrat bestimmt, und der Rechenvorgang mittelst des Schiebers ist folgender: Man stellt den Endstrich von U_2 über 7 von U_1, bringt den Läuferstrich über 7 von U_2 und liest das Ergebnis unter dem gleichen Strich auf O_1 ab.

Beispiel No. 2. Vierte Wurzel: $\sqrt[4]{0{,}03685} = 0{,}438$. Zur Bestimmung der Stellenzahl wird ähnlich wie bei den Wurzeln niederen Grades verfahren, und man teilt bei Dezimalbrüchen die Zahl in Gruppen von je 4 Ziffern rechts vom Komma, im gegenwärtigen Beispiel 0,0368'5. Aus dieser Aufteilung ergibt sich, daß das Resultat Null-stellig sein muß, weil keine vollständige Nullengruppe da ist. Ferner sehen wir, daß die Zahl in der ersten logarithmischen Einheit eingestellt werden muß, da die maßgebende Vierergruppe ungeradstellig ist. Der Vorgang beim Schieberrechnen ist der folgende: Man setzt den Läuferstrich über 3685 der ersten Einheit von O_1 und verschiebt die Zunge, bis die gleichen Ziffern unter dem Läuferstrich auf den Skalen O_2 und U_1 abgelesen werden können. Eben dieselbe Zahl muß auf O_1 am Endstrich von O_2 abgelesen werden können. Ferner ergeben sich gleiche Zahlen auf U_2 unter dem Läuferstrich und auf U_1 unter dem Endstrich von U_2, und diese Werte stellen die vierte Wurzel dar. Dieser Rechenvorgang ist nur erwähnt worden, um dem Anfänger Kontrollmöglichkeiten zu bieten und ihn Irrtümer vermeiden zu lassen, die bei derartigen Rechnungen leicht vorkommen können. Die vierte Wurzel kann ebensogut ohne jede Zungenverschiebung nur mit 2 Verschiebungen des Läufers ausgeführt werden. Es ist aber nicht immer von vornherein klar, in welchem Skalenabschnitt die zweite Einstellung vorgenommen werden muß, während bei der oben erwähnten Methode Irrtümer von vornherein ausgeschlossen sind.

Fünfte Potenzen und Wurzeln.

Dieselben können mit den gewöhnlichen Skalen unseres Rechenschiebers ebenso leicht bestimmt werden als Potenzen niederen Grades.

Beispiel: $7^5 = 16807$. Dadurch, daß man das Quadrat des Kubus berechnet, erhält man die fünfte Potenz, und der Vorgang ist folgender: Man setzt den Endstrich der Skala U_2 über 7 von U_1, dann den Läufer über 7 von O_2 und erhält so den Kubus mit 343 auf O_1. Man verschiebt dann den Läufer auf diese Zahl auf der Skala O_2 und erhält so mit dieser Einstellung des Läuferstriches auf O_1 die fünfte Potenz mit 16807.

Die Stellenzahl ist 5, und die Bestimmung derselben erfolgt nach den auf Seite 12 gegebenen Regeln.

Beispiel No. 2. Fünfte Wurzeln: $\sqrt[5]{59049} = 9$. Um aus einer ganzen Zahl die fünfte Wurzel auszuziehen, teilt man dieselbe in Gruppen von je 5 Ziffern von links nach rechts. Im gegenwärtigen Falle wird das Resultat einstellig sein, weil nur eine Zahlengruppe da ist. Ferner muß die Einstellung in der ersten logarithmischen Einheit vorgenommen werden, weil die maßgebende Gruppe ungeradstellig ist. Man stellt den Läuferstrich auf die entsprechende Zahl auf O_1 ein und verschiebt die Zunge so, daß folgende Werte koinzidieren: Unter dem Läuferstrich auf O_2 muß die Zahl stehen, die auf O_1 mit der Zahl auf O_2 übereinstimmt, die am Endstrich von U_2 auf U_1 abgelesen werden kann.

Sechste Potenzen und Wurzeln.

Die Sechste Potenz beliebiger Zahlen kann ohne den Gebrauch einer Mantissen- oder log log Teilung ebenso leicht mit den gewöhnlichen Skalen des

Schiebers berechnet werden, als die vorher beschriebenen Operationen, wie im folgenden Beispiel gezeigt wird:

$$9^6 = 531441.$$

Das Quadrat des Kubus oder der Kubus des Quadrates einer Zahl ergibt die sechste Potenz. Der Vorgang ist der folgende: Man setzt den Endstrich von U_2 auf 9 von U_1 und den Läufer auf 9 von O_2, was den Kubus von $9 = 729$ ergibt. Dann verschiebt man den Läufer auf die gleiche Zahl 729 auf der Skala U_1 und liest die sechste Potenz von 9 unter dem Läuferstrich auf O_1. Die Stellenzahl wird nach den gleichen Regeln wie diejenigen der übrigen Potenzen bestimmt (siehe Seite 12).

Sechste Wurzel: $\sqrt[6]{15625} = 5$. Man teilt analog dem Vorgang bei den gleichartigen Operationen mit Wurzeln niederen Grades die Zahl in Gruppen von 6 Ziffern von rechts nach links. Die Stellenzahl bestimmt sich nach der Anzahl der Gruppen, ist also im gegenwärtigen Falle einstellig. Da die maßgebende Gruppe ungeradstellig ist, erfolgt die Einstellung in der ersten logarithmischen Einheit von O_1. In diesem Fall könnte auch in der zweiten Einheit eingestellt werden, und die sechste Wurzel würde dann unter dem Mittelstrich von O_2 auf U_1 erscheinen. Man verschiebt die Zunge unter dem Läuferstrich so, daß die gleiche Zahl unter dem Läuferstrich (das Quadrat der Wurzel) auf der Skala U_2 und auf O_1 am Endstrich von O_2 erscheint. Die sechste Wurzel wird am Endstrich von U_2 auf U_1 abgelesen. Der Vorteil der Berechnung von Potenzen und Wurzeln ohne Zuhilfenahme der log log Teilung besteht in der Hauptsache darin, daß mit den so erhaltenen Werten sofort, wo es nötig ist, weiter gerechnet werden kann, und daß keine Umstellung der Zunge, wie beim Gebrauch von Mantissen- und log log Teilungen nötig ist.

Die gegebenen Beispiele zeigen zur Genüge, welch leistungsfähiges Recheninstrument der Rechenschieber in der Hand eines geübten Benutzers ist Dabei sind nur einige Stunden nötig, um die erforderliche Uebung zu erlangen, die es ermöglicht, die zahlreichen Vorteile des Rechenschiebers voll auszuwerten. Sicher gibt es kein anderes Instrument, das bei so geringem Umfang, niedrigem Preis und großer Handlichkeit dasselbe leistet wie unsere Rechenschieber. Man vergesse auch nicht, daß der Rechenschieber überall mit hingenommen werden kann, und daß er nicht auf das Büro beschränkt ist, wie die Maschine.

Die log log Skala.

Wie aus der Abbildung auf Seite 3 zu ersehen ist, befindet sich diese Skala auf der geraden Kante des Schiebers, und zwar oben, und erstreckt sich von 1,08 bis 10000. Diese Skala wird gebraucht, um Wurzeln mit beliebiger Basis und Potenzen beliebigen Grades zu bestimmen.

Der Vorteil dieser Skala liegt darin, daß das Resultat ohne weiteres erhalten wird, und daß die Operation des Potenzierens auf eine einfache Multiplikation und diejenige des Radizierens auf eine einfache Division mittels der logarithmischen Skalen zurückgeführt wird.

Der Rechenvorgang ist daher einfacher und schneller als mit einer Mantissenskala, bei der erst die Mantisse gesucht und der betreffende Wert dann auf einer anderen Skala eingestellt werden muß, um erst dann multipliziert oder dividiert werden zu können. Natürlich muß bei der Eigenart der Potenzskala sehr genau eingestellt werden, um Irrtümer zu vermeiden, besonders wenn man interpolieren muß.

Beispiel No. 1. Potenzieren: $1{,}57^{3{,}2} = 4{,}23$.

Vorgang: Man stellt den Indexstrich des Läufers über 1,57 der log log Skala und dann den Anfangsstrich der Zunge unter den Mittelstrich des Läufers in dieser Stellung. Dann verschiebt man den Läuferstrich auf 3,2 der Skala

O_2 und liest das Ergebnis auf der log log Skala unter dem Indexstrich des Läufers ab.

Beispiel No. 2. Potenzieren: $2{,}2^{7{,}3} = 318$. Man stellt wie im vorhergehenden Beispiel den seitlichen Indexstrich des Läufers auf die Zahl 2,2 der log log Skala, zieht den Anfangsstrich von O_2 unter den mittleren Läuferstrich und liest das Resultat auf der log log Skala ab, nachdem man den Läuferstrich auf die Zahl 7,3 der Skala O_2 gebracht hat.

Beispiel No. 3. Radizieren: $\sqrt[4{,}31]{580} = 4{,}38$.

Vorgang: Man bringt den seitlichen Indexstrich über 580 der log log Teilung und 431 der ersten log Einheit der Skala O_2 unter den mittleren Läuferstrich, dann verschiebt man den Läufer auf den Anfangsstrich der Skala O_2 und kann das Ergebnis unter dem Indexstrich auf der log log Teilung ablesen.

Beispiel No. 4. Radizieren: $\sqrt[5{,}2]{67} = 2{,}245$.

Vorgang: Man bringt den seitlichen Indexstrich des Läufers über die Zahl 67 der log log Skala und stellt 5,2 der Skala O_2 unter den mittleren Läuferstrich. Nachdem man diesen auf den Anfangsstrich der Skala O_2 verschoben hat, kann man unter dem seitlichen Index des Läufers das Resultat auf der log log Skala ablesen.

Beispiel No. 5. Negative Exponenten, Gebrauch der Reziprokteilung: $8{,}3^{-2{,}4} = 0{,}00625$. Man stellt den seitlichen Index über 8,3 der log log Teilung und bringt den Anfangsstrich von O_2 unter den mittleren Läuferstrich und liest unter dem seitlichen Index, nachdem der mittlere Läuferstrich auf 2,4 der Skala O_2 gestellt ist, die Ziffernfolge 1 6 ab. Diese Zahl stellt man dann auf U_2 ein und erhält unter dem gleichen Läuferstrich den reziproken Wert auf der reziproken Teilung und somit das Resultat.

Beispiel No. 6. Kombiniertes Potenzieren und Radizieren: $\sqrt[-3{,}4]{5{,}24^{7{,}3}} = 0{,}0286$.

Vorgang: Man stellt den seitlichen Index des Läufers auf die Zahl 5,24 der log log Skala und darauf 34 der ersten log Einheit von O_2 unter den mittleren Läuferstrich, dann verschiebt man den Läufer auf die Zahl 73 der gleichen Einheit und liest die Zahlenfolge 3 5 auf der log log Skala unter dem seitlichen Indexstrich. Nachdem man den Läufer dann auf die Zahl 35 der Skala U_2 eingestellt hat, kann man das Ergebnis auf der Reziprokteilung als Ziffernfolge 2 8 6 ablesen

Der Gebrauch der Skalen *V* und *U* ist auf Seite 19—24 eingehend erklärt.

Bestimmung der Mantissen der Briggsschen Logarithmen.

Obwohl der Rechenschieber No. 37 keine besondere Mantissenteilung hat, können mit ihm doch die Mantissen auf folgende Weise bestimmt werden: Man bringt 10 der Teilung O_2 mittelst Läufer- und Indexstrich in Uebereinstimmung mit 10 der Potenzteilung, dann können zu den auf der Potenzskala abgelesenen Werten auf der Teilung O_1 die Mantissen unter Beachtung der als bekannt vorauszusetzenden Regeln abgelesen werden.

Marken und Konstanten.

Auf den Skalen O_1 und O_2 befinden sich die folgenden Konstanten:

$\pi = 3{,}14$ (3,14159.....) für die Berechnung der Kreisinhalte und Kreisumfänge.

$Cu = 57{,}2$ für die Mindestleitfähigkeit des Kupfers bei 15°.

$\left.\begin{array}{r}736\\ \mathit{Mot}\end{array}\right\}$ für die Umrechnung von Kilowatt in PS nach dem metrischen System.

$\left.\begin{matrix} 746 \\ Mot \end{matrix}\right\}$ für die Umrechnung von Kilowatt in PS auf den Schiebern, die für die Länder mit englischem Maßsystem bestimmt sind.

Dyn den reziproken Wert von 736 resp. 746 für Berechnungen von Dynamos.

Auf den Skalen U_1 und U_2 befinden sich folgende Konstanten:

$c = \sqrt{\frac{4}{\pi}} = 1{,}128$ für die Berechnung von Kreisinhalten.

$\pi = 3{,}14$ (3,14159.....) wie oben erklärt.

$\sqrt{} = \sqrt{2\,g} = 4{,}43$ (4,429447) für kinetische Berechnungen nach dem metrischen System.

Nach dem englischen System ist der Wert von $\sqrt{2\,g}$ 8,025.

Ferner *Cu* und 736 resp. 746 wie bereits oben bei den Skalen O_1 und O_2 erwähnt.

Die trigonometrischen Skalen *S* und *T* auf der Rückseite der Zunge.

Die trigonometrischen Skalen werden in Verbindung mit der Skala U_1 gebraucht, und die entsprechenden Werte können abgelesen werden, entweder indem man die Zunge für die Sinus- und Sinus- und Tangensteilung der kleinen Winkel nach rechts und für die Tangensteilung nach links herauszieht und nach Einstellung des betreffenden Winkels auf den Strich in der Kerbe den entsprechenden Wert am Anfangs- oder Endstrich der Skala U_1 auf U_2 abliest oder indem man die Zunge herumdreht und auf diese Weise eine vollständige Tafel aller Werte der Sinus und Tangenten erhält.

Eine Anzahl Beispiele für die Einstellung und das Ablesen mit umgekehrter Zunge geben wir nachstehend.

Läuferstrich auf Skala *S*	Ablesung auf Skala U_1	Läuferstrich auf Skala *T*	Ablesung auf Skala U_1	Läuferstrich auf Skala *S* u. *T* kleine Winkel	Ablesung auf Skala U_1
6° 20′	0,110	16° 20′	0,293	40′	0,0116
8° 50′	0,153	17° 40′	0,318	50′	0,0145
10° 10′	0,176	23° 30′	0,435	1° 0′	0,0174
13° 10′	0,227	24°	0,445	1° 30′	0,0261
22° 20′	0,38	38° 10′	0,786	3° 20′	0,0581
32° 10′	0,532	43° 20′	0,943	5° 10′	0,0900

Anwendung der besonderen Skalen des Rechenschiebers Nr. 37.

Beispiel No. 1. Es ist der Widerstand in Ohm R eines Kupferleiters von 250 Meter (l), von 3 mm Durchmesser (d) zu bestimmen.

$$R = n \times \frac{2\,l}{\frac{\pi\,d^2}{4}} = 0{,}0175 \times \frac{2 \times 250}{7{,}06} = 1{,}24 \text{ Ohm}$$

$$\left(n = \frac{1}{57{,}2}\right)$$

Bei diesem Beispiel haben wir die doppelte Länge durch den Drahtquerschnitt zu teilen und das Ergebnis auf der Skala V am Anfangsstrich von O_2 abzulesen.

Vorgang: Man setzt den rechten Läuferstrich auf 3 der Skala U_1 und liest den Drahtquerschnitt von 7,06 mm² auf O_1 unter dem mittleren Läuferstrich. Man verschiebt dann den Läufer auf 500 (2×250) auf der ersten log Einheit von O_1, bringt 706 der gleichen Einheit von O_2 darunter und liest das Ergebnis auf der Skala V am Endstrich von O_2.

Beispiel No. 2. Welcher Spannungsverlust V in Volt ergibt sich in einer Leitung von $l = 600$ m einfacher Länge bei einem Kupferdrahtdurchmesser $d = 9$ mm (Querschnitt $q = 63{,}6$ qmm) und einer Strombelastung von $I = 95$ Ampère?

$$V = n \times \frac{2l \times I}{q} = \frac{1}{57{,}5} \times \frac{2 \times 600 \times 95}{63{,}6} = \mathbf{31{,}4\ Volt.}$$

Schieberrechnung: Nachdem q wie früher aus d bestimmt ist, stellt man unter die Zahl $2 \times 600 = 1200$ der oberen Stabteilung die Zahl 63,6 der oberen Zungenteilung und erhält, indem man den Läuferstrich über 95 der oberen Zungenteilung schiebt, mit der einzigen Zungenstellung auf der Teilung „V" den Verlust $V = 31{,}4$ Volt.

Beispiel No. 3. Soll der Verlust nur 25 Volt betragen, so muß der Querschnitt q bei gleicher Strombelastung und Leitungslänge wie groß angenommen werden?

$$q \times n \times \frac{2l \times I}{V} = \frac{1}{57{,}2} \times \frac{1200 \times 95}{25} = \mathbf{79{,}7\ qmm.}$$

Vermittels der Marke „c" oder durch eine Läuferstellung erhält man:

$$\mathbf{d = 10{,}1\ mm.}$$

Schieberrechnung: Man beachte die im Beispiel 2 angegebene Endstellung schiebe nun den Läuferstrich auf der Teilung „V" über 25, setze 95 der oberen Zungenteilung darunter und lese bei 1200 der oberen Stabteilung auf der oberen Zungenteilung ab, also mit einer einzigen Einstellung, den Querschnitt $q =$ 79,7 qmm.

Bemerkung: Eine einfache und praktische Methode, den Querschnitt und den Durchmesser eines Drahtes, der nötig ist, um eine gegebene Spannung auf eine andere ebenfalls gegebene zu reduzieren, ist die folgende:

Man stellt den Läufer über den bekannten Spannungsverlust auf der Skala. V, bringt den Anfangs- oder Endstrich von O_2 unter den Läufer und verschiebt letzteren dann auf den Wert des geforderten Spannungsverlustes auf der Skala V, dann liest man Drahtquerschnitt unter dem rechten Läuferstrich auf U_1. Für Beispiel 2 würde also der Vorgang der folgende sein: Man stellt den Läufer auf 314 der Skala V, stellt den Endstrich der Skala O_2 unter den Läuferstrich, verschiebt letzteren auf 25 der Skala V und liest den erforderlichen Querschnitt unter dem Läuferstrich auf $O_2 = 79{,}7$ mm². Der diesem Querschnitt entsprechende Durchmesser kann dann ohne weiteres auf der Skala U_2 unter dem rechten Läuferstrich bestimmt werden. Das Beispiel zeigt, daß bei Verwendung des Endstriches für die Einstellung der dem Querschnitt entsprechende Durchmesser ohne weiteres abgelesen werden kann, was nicht der Fall gewesen wäre, wenn der Anfangs- oder der Mittelstrich der Teilung O_2 in Anwendung gekommen wäre. Es empfiehlt sich also, immer in derartigen Fällen mit dem Strich einzustellen, der die Ablesung dieser beiden Verhältnisse ohne Umstellung der Zunge gestattet. Allgemein werden die Durchmesser aus den Querschnitten bestimmt, indem man den mittleren Läuferstrich auf die entsprechende Zahl auf O_1 einstellt und den Durchmesser unter dem rechten Läuferstrich auf U_1 abliest. Für die Bestimmung der Querschnitte aus den Durchmessern verfährt man umgekehrt.

Beispiel No. 4. Eine Speiseleitung von $l = 560$ m einfacher Länge erhält eine Endspannung $E = 480$ Volt und soll eine Leistung $W = 70$ KW Gleichstrom abgeben. Wie groß ist der Querschnitt der Leitung q, wenn ein Wattverlust $p = 8\%$ eintreten darf?

$$q = n \times \frac{2l \times W}{\frac{P}{100} \times E^2} = 0{,}0175 \times \frac{2 \times 560 \times 70000}{\frac{8}{100} \times 480^2} = 74{,}4\ \text{m/m}^2.$$

Der Vorgang ist der folgende: Man setzt den Läufer auf 1120 (2×560) der zweiten Einheit von O_1 und bringt 8 der ersten Einheit von O_2 darunter, dann verschiebt man den Läufer auf 70000 der gleichen Einheit, bringt 480 von U_2 unter den Läufer und liest das Ergebnis auf der Skala V am Mittel- oder Endstrich von O_2.

Es sind hier zwar zwei Zungenverschiebungen nötig, die Rechnung ist aber trotzdem sehr leicht und einfach auszuführen. Natürlich kann die Aufgabe auch noch auf andere Weise gerechnet werden, wir beschränken uns aber bei allen Beispielen die praktischste Lösung zu geben. In Anbetracht dessen, daß der Drahtquerschnitt auf der Skala V abgelesen wird, kann der entsprechende Durchmesser nicht direkt im Anschluß daran bestimmt werden, der entsprechende Wert kann aber leicht auf die auf Seite 19 erklärte Art erlangt werden oder indem man das auf der Skala V erlangte Resultat einfach mit 175 auf die folgende Weise multipliziert. Das Ergebnis von 74,4 mm² wird unter dem Läuferstrich am Endstrich der Skala O_2 abgelesen, man setzt dann den Mittelstrich der Teilung O_2 unter den Läuferstrich und verschiebt denselben auf 175 der gleichen log Einheit, damit ist automatisch der Querschnitt des Drahtes von der Teilung V auf diejenige von O_1 versetzt worden, und der Durchmesser kann dann auf U_1 unter dem rechten Läuferstrich $d = 9{,}7$ mm abgelesen werden, welches Resultat hinsichtlich der Stellenzahl den praktischen Bedürfnissen voll genügt. Die Stellenzahl wird auf die auf Seite 12 beschriebene Weise erlangt.

Für die Rechner, die es vorziehen, das Problem als Zehnerpotenzen zu behandeln, sei hier die Formel dafür angegeben:

$$q = \frac{2 \times 5{,}6 \times 10^2 \times 7 \times 10^4}{5{,}7 \times 10^1 \times \frac{8}{10^2} \; (4{,}8 \times 10^2)^2} = \frac{10^2 \times 10^4}{10^1 \times \frac{1}{10^2} \times (10^2)^2} = \frac{10^6}{10^3} = 10^3$$

$$= \left(\frac{2 \times 5{,}6 \times 7}{5{,}7 \times 8 \times 4{,}8^2}\right) 10^3 \qquad q = 0{,}0744 \times 10^3 = 74{,}4 \text{ m/m}^2.$$

Beispiel No. 5. Der Wattverlust einer Hochspannungsleitung aus 3×3 Drähten wird zu $p = 6\%$ angenommen. Die einfache Länge der Leitung beträgt 35 km. Es sollen 2500 PS bei einer Spannung $E = 15000$ Volt übertragen werden. Wie groß wird der Querschnitt q, wenn der Leistungsfaktor cos. $\varphi = 0{,}85$ angenommen wird?

$$q = \frac{1{,}75 \times l \times W}{p \times E^2 \times \cos.^2\varphi} = \frac{1{,}75 \times 35000 \times 2500 \times 736}{6 \times 15000^2 \times 0{,}85^2} = 115{,}5 \text{ qmm.}$$

Oder in übersichtlicherer Darstellung durch Potenzen von 10 ausgedrückt:

$$q = \frac{1{,}75 \times 3{,}5 \times 10^4 \times 2{,}5 \times 10^3 \times 7{,}36 \times 10^2}{6 \times 1{,}5^2 \times 10^8 \times 0{,}85^2} = \frac{1{,}75 \times 3{,}5 \times 2{,}5 \times 7{,}36}{6 \times 1{,}5^2 \times 0{,}85^2} \times 10^1$$

$$q = 11{,}55 \times 10^1 = 115{,}5 \text{ qmm.}$$

Jede Leitung besteht aus je *3 Drähten* zu 38,5 qmm, also ist der Drahtdurchmesser $d = 7$ mm.

Schieberrechnung: Zunächst sei bemerkt, daß die Einstellung sich nicht ändert, ob die ursprüngliche oder die Formel der übersichtlicheren Zahlen angewendet wird. Man stelle den Anfangsstrich der Zungenteilung auf die Marke 7,36 der oberen Stabteilung und setze den Läuferstrich über 2,5 der oberen Zungenteilung, dann könnte man die Leistung in Watt $W = 1840$ KW, wenn dies interessieren würde, ablesen. Dann zieht man unter den Läuferstrich die Zahl 6 der oberen Zungenteilung und stellt dann den Läuferstrich auf 3,5 der oberen Zungenteilung. Hierauf zieht man die Zahl 0,85 der unteren Zungenteilung unter den Läuferstrich und setzt nun diesen über den Anfangsstrich „1“ oder „10“ der obern Zungenteilung, worauf noch die Zahl 1,5 der unteren Zungenteilung unter den Läuferstrich gezogen und dieser neuerdings über den Anfangsstrich „1“ oder „10“ der Zungenteilung gestellt werden muß, um auf der „V“-Teilung nun das Endresultat 115,5 ablesen zu können.

Beispiel No. 6. Wie groß müßte bei diesem Querschnitt die Spannung E gewählt werden, wenn der Wattverlust unter sonst gleichen Annahmen nicht mehr als $p = 4\%$ betragen soll?

$$E = \sqrt{\frac{1{,}75 \times l \times W}{q \times p \times \cos.^2 \varphi}} = \sqrt{\frac{1{,}75 \times 35\,000 \times 2500 \times 736}{115{,}5 \times 4 \times 0{,}85^2}}$$

$$\boldsymbol{E = 18\,390 \text{ Volt.}}$$

Oder in übersichtlicherer Darstellung:

$$E = \sqrt{\frac{1{,}75 \times 3{,}5 \times 10^4 \times 2{,}5 \times 10^3 \times 7{,}36 \times 10^2}{11{,}55 \times 10^1 \times 4 \times 0{,}85^2}}$$

$$= \sqrt{\frac{1{,}75 \times 3{,}5 \times 2{,}5 \times 7{,}36}{11{,}55 \times 4 \times 0{,}85^2}} \times 10^8 = 1{,}839 \times 10^4 = 18\,390 \text{ Volt.}$$

Schieberrechnung: Man stelle die Marke 57,2 der oberen Zungenteilung unter 3,5 der oberen Stabteilung, setze den Läuferstrich über 2,5 der oberen Zungenteilung, ziehe die Zahl 11,55 unter den Strich, verschiebe den Läuferstrich über 7,36 der oberen Zungenteilung, ziehe die Zahl 4 der oberen Zungenteilung darunter, setze den Läuferstrich über den Anfangsstrich „1" oder „10" der Zunge und ziehe noch die Zahl 0,85 der unteren Zungenteilung unter den Läuferstrich. Dann kann auf der unteren Stabteilung am Anfangsstrich der Zunge das Resultat abgelesen werden. Da der Radikand 1stellig, also ungeradstellig ist, muß an demjenigen Anfangsstrich der Zunge abgelesen werden, der in der 1 log Einheit der oberen Stabteilung liegt.

Die Beispiele No. 5 und 6 sind nach dem metrischen System gegeben worden, für die Berechnungen nach englischer Usanz kommt als Konstante die Zahl 746 in Betracht.

Beispiel No. 7. Die Tourenzahl einer Riemenscheibe von 0,8 m Durchmesser beträgt $n = 350$ pro Minute. Wir haben zu bestimmen:

1. die Umfangsgeschwindigkeit in Metern per Sekunde,
2. „ „ „ Fuß „ „
3. „ „ „ „ „ Minute

D Durchmesser, U Umfangsgeschwindigkeit.

Formel für 1. $U = \frac{\pi}{60} \times n \times D = \frac{\pi}{60} \times 350 \times 0{,}8 = 14{,}65$ sec. m.

„ „ 2. $U = \frac{\pi}{60} \times n \times D \times 3{,}048 = \frac{\pi}{60} \times 350 \times 8 \times 3{,}048 = 44{,}65$ Fuß/Sek.

„ „ 3. $U = \frac{\pi}{60} \times n \times D \times 182{,}9 = \frac{\pi}{60} \times 350 \times 8 \times 182{,}9 = 2679$ Fuß per Minute.

Vorgang: Man setzt den Endstrich der Skala U_2 über 35 der Skala U_1 und liest das Ergebnis in Metern per Sekunde auf der Skala U unter dem Strich 8 der Skala $U_2 = 14{,}65$.

Mit dem Läufer auf der eben angegebenen Zahl schiebt man 3048 der Reziprokteilung unter den Läuferstrich und erhält das Ergebnis (Fuß per Sekunden) auf der Skala U am Endstrich der Zunge (= 44,65). Durch Multiplikation dieses Ergebnisses mit 60 wird dann die Umfangsgeschwindigkeit in Fuß per Minute erreicht. Es wird also einfach das unter 2 angegebene Resultat mittelst der reziproken Teilung multipliziert.

Beispiel No. 8. Wie groß ist bei einer Tourenzahl von $n = 420$ per Minute die Riemenspannung $T = 2P$, wenn P die Umfangskraft bedeutet, unter der Annahme, daß $N = 27$ PS übertragen werden sollen und der Durchmesser der Riemenscheibe $D = 1{,}2$ m beträgt? Welche Riemenbreite ist notwendig, wenn die Riemendicke 6 mm und die zulässige Spannung von Kernleder für Triebe (siehe Rückseite des Schiebers) 12 kg/qcm gewählt wird?

$$P = \frac{N \times 75}{U} = \frac{N \times 75}{\frac{\pi}{60} \times n \times D} = \frac{27 \times 75}{\frac{\pi}{60} \times 420 \times 1{,}2} = \boldsymbol{76{,}7 \text{ kg.}}$$

Schieberrechnung: Man rechne nach der vorherigen Anleitung mit einer einzigen Zungenstellung aus $n = 420$; $d = 1{,}2$ m die Umfangsgeschwindigkeit U und schiebe unter den Läuferstrich, ohne auf U abzulesen, die Zahl 75 der unteren Zungenteilung, dann setze man den Läuferstrich auf 27 der Teilung U und lese auf der unteren Zungenteilung das Ergebnis 76,7 ab. Wir benötigen hierzu also nur 2 Zungenstellungen.

Hierauf ist: $T = 2\,P = \mathbf{153{,}4\ kg}$ Riemenspannung.

$$q = \frac{T}{12} = \frac{153{,}4}{12} = \mathbf{12{,}8\ qcm.}$$

Daraus die Riemenbreite $B = \frac{12{,}8}{0{,}6} = 21{,}4$ cm und die Breite der Riemenscheibe:

$$b = 1{,}1\ B + 1 = 23{,}8 + 1 = \sim \mathbf{25\ cm.}$$

(Siehe Tabelle auf der Rückseite des Schiebers).

Beispiel Nr. 9. Welchen Durchmesser erhält eine Welle, die eine Leistung von $N = 35$ PS bei einer Tourenzahl $n = 950$ per Minute zu übertragen hat?

Auf der Rückseite des Schiebers findet sich hierfür die Formel:

$$d = 12\sqrt[3]{\frac{N}{n}} \text{ bis } d = 12\sqrt[4]{\frac{N}{n}};\ d = 16\sqrt[3]{\frac{N}{n}} \text{ für Ankerwellen,}$$

$$d = 12\sqrt[3]{\frac{35}{950}} = 12\sqrt[3]{0{,}036'85} = \mathbf{4\ cm} \text{ für gewöhnliche Wellen und}$$

$$d = 16\sqrt[3]{0{,}036'85};\ \mathbf{d = 5{,}33\ cm} \text{ für Ankerwellen.}$$

Schieberrechnung: Man berechne zuerst $\frac{N}{n} = \frac{35}{950} = 0{,}036'85$, die maßgebende Gruppe ist 2stellig. Also stelle man, um die 3. Wurzel auszuziehen, mit dem Index des Läufers auf der 2. log Einheit der Kubusteilung die Zahl 36,85 ein und ziehe den Anfangsstrich der unteren Zungenteilung unter den Läuferstrich, ohne daß man an diesem abliest. Verschiebt man nun den Läuferstrich über die Zahl 12 der unteren Zungenteilung, so erhält man auf der unteren Stabteilung das Ergebnis $d = 12\sqrt[3]{\frac{N}{n}}$ und, ohne an der Einstellung der Zunge etwas zu ändern, unter 16 der unteren Zungenteilung $d = 16\sqrt[3]{\frac{N}{n}}$ für Ankerwellen. Wenn also der Radikand $\frac{N}{n}$ bestimmt ist, erhält man mit einer Einstellung das gesuchte Ergebnis.

Ferner wird:

$$d = 12\sqrt[4]{\frac{35}{950}} = 12\sqrt[4]{0{,}0368'5} = \mathbf{5{,}25\ cm,}$$

$$\text{also } \mathbf{d = 4{,}0 \text{ bis } 5{,}25\ cm} \sim \mathbf{5\ cm.}$$

Schieberrechnung. Die maßgebende Vierergruppe des Radikanden ist 3stellig, also ungeradstellig. Man setzt deshalb den Läuferstrich auf der 1. log Einheit der oberen Stabteilung auf die Zahl 3685 und sucht am Endstrich der Zunge durch Verschieben derselben eine Zahl auf der unteren Stabteilung so zu bestimmen, daß die gleiche Zahl unter dem Läuferstrich auch auf der unteren Zungenteilung entsteht. Ist dies erreicht, multipliziert man diese Zahl ohne sie indessen abzulesen, mit 12, was vielfach ohne weitere Zungenverschiebung möglich ist, nämlich dann, wenn die Zahl der untern Zungenteilung nicht außerhalb des Stabes fällt.

Beispiel No. 10. Wie groß darf die Mastentfernung a angenommen werden für das Spannen eines Kupferdrahtes von $d = 7$ mm Durchmesser, wenn der Durchhang $f = 0{,}5$ m betragen soll und die zulässige spezifische Drahtspannung $k = 500$ kgqcm angenommen werden darf? (Siehe Tabelle auf der Rückseite des Schiebers.)

$$S = \frac{g \times a^2}{8\,f};\ a = \sqrt{\frac{8\,f\,S}{g}}$$

Schieberrechnung:

$$S = q \times k = 0{,}385 \times 500 = \mathbf{193\ kg.}$$

$$g = \frac{q}{100} \times 10 \times \gamma = \frac{0{,}385}{100} \times 10 \times 8{,}9 = \mathbf{0{,}342\ kg} \text{ per m.}$$

Diese beiden Ergebnisse erhält man mit einer einzigen Zungenstellung, indem man den mittleren Läuferstrich auf die Zahl 7 der Teilung U_1 stellt, den Endstrich der Zunge unter den Läuferstrich links zieht, dann wird die Spannung S bei 500, und ohne die Stellung der Zunge zu ändern, das Gewicht g bei 8,9 der oberen Zungenteilung auf der oberen Stabteilung abgelesen.

$$a = \sqrt{\frac{8 \times 0{,}5 \times 193}{0{,}342}} = \sqrt{\frac{4 \times 193}{0{,}342}} = \mathbf{47{,}5\ m.}$$

Man stellt nun den Läuferstrich auf 193 der oberen Stabteilung, zieht die Zahl 0,342 der oberen Zungenteilung darunter und setzt den Läuferstrich über 4 oder 40 der oberen Zungenteilung, dann kann am Läuferstrich auf der unteren Stabteilung das Ergebnis $a = 47{,}5$ abgelesen werden. Da die maßgebende Gruppe des Radikanden 2stellig ist, muß unter derjenigen Zahl 4 oder 40 abgelesen werden, die in der 2stelligen log Einheit der oberen Stabteilung steht. Das Endresultat kann also mit einer einzigen Zungenstellung ermittelt werden, nachdem S und g gefunden sind.

Beispiel No. 11. Welcher Durchhang f ist bei gleicher Drahtstärke zu wählen, wenn die Mastdistanz $a = 35$ m beträgt?

$$f = \frac{g \times a^2}{8 \times S} = \frac{0{,}342 \times 35^2}{8 \times 193} = \mathbf{0{,}271\ m.}$$

Schieberrechnung: Man stellt den Läuferstrich über 35 der unteren Stabteilung, zieht die Zahl 8 der oberen Zungenteilung darunter, setzt den Läuferstrich über 0,342 der oberen Zungenteilung und zieht 193 der oberen Zungenteilung unter den Läuferstrich, dann kann am Anfangs- oder Endstrich der Zunge das Ergebnis 0,271 auf der oberen Stabteilung abgelesen werden.

Beispiel No. 12. Welche spezifische Spannung erleidet der Draht, der unter sonst gleichen Umständen einen Einschlag von $f = 0{,}3$ m ergibt?

$$S = \frac{g\ a^2}{8\ f}$$

$$k = \frac{S}{q} = \frac{g \times a^2}{8\ f \times q} = \frac{\frac{q}{100} \times 10 \times 8{,}9 \times 35^2}{8 \times 0{,}3 \times q}$$

$$k = \frac{0{,}89 \times 35^2}{8 \times 0{,}3} = \frac{0{,}89 \times 35^2}{2{,}4} = \mathbf{455\ kgqcm.}$$

Schieberrechnung: Man stelle den Läuferstrich auf 35 der unteren Stabteilung, ziehe 2,4 der oberen Zungenteilung darunter und setze den Läuferstrich über 0,89 der oberen Zungenteilung, dann kann das Resultat k mit einer einzigen Einstellung abgelesen werden.

Diese Beispiele zeigen die vielseitige Verwendbarkeit des neuen Schiebers „Electro No. 37" nur unvollständig. Eine Fülle fachlich wichtiger Beispiele könnte noch durch Anwendung aller auf der Rückseite des Schiebers enthaltenen Formeln und Zahlenwerte geschöpft werden.

Beispiel No. 13. **Wirkungsgrade.** Um den Nutzeffekt oder Wirkungsgrad elektrischer Maschinen (Dynamo und Motor) rasch und einfach bestimmen zu können, ist auf der *oberen Stabteilung PS die Marke „Dyn"* = 1,359 und auf der *oberen Zungenteilung KW die Marke „Mot"* = 736 angebracht. *Bei Benutzung der Marke „Dyn" wird die Teilung KW ohne weiteres zur Wirkungsgradteilung für Dynamos,* und wenn bei der Marke *„Mot" der Teilung KW* auf der *Teilung PS abgelesen wird, ist diese zur Wirkungsgradteilung für Motoren geworden.*

Beispiel No. 14. Eine Turbine überträgt 122 PS auf eine *Dynamomaschine,* die 83 *KW* liefert. Wie groß ist der Nutzeffekt oder Wirkungsgrad?

Schieberstellung: Entsprechend den Aufschriften für die Teilungen stelle man die Zahl 83 *KW* auf der Zungenteilung *KW* unter die Zahl 122 *PS* auf der Stabteilung *PS*, dann liest man ohne weiteres bei der Marke „*Dyn*“ den Wirkungsgrad $\eta = 0{,}925$ oder den Nutzeffekt 92,4%.

Gleichzeitig aber kann man für eine beliebige Einstellung des Nutzeffekts bei der Marke „*Dyn*“ alle für diesen Nutzeffekt einander entsprechenden Werte *PS* und *KW* ablesen.

Beispiel No. 15. Der Wirkungsgrad einer *Dynamomaschine* sei 0,895, welche Werte von *PS* und *KW* entsprechen sich?

Schieberstellung: Man stellt die Marke „*Dyn*“ auf 895 der Teilung *KW* und

$$\text{liest} \left\{\begin{array}{lllll} PS = 100 & 45 & 22 & 137 & \text{etc.} \\ \backsim & \backsim & \backsim & \backsim & \backsim \\ KW = 65{,}8 & 29{,}6 & 14{,}5 & 90 & \text{etc.} \end{array}\right\} \text{für } \eta = 0{,}895.$$

Beispiel No. 16. Durch eine Stromleitung werden 70 *KW* auf einen Motor übertragen, der 91 *PS* liefert. Wie groß ist der Wirkungsgrad η oder der Nutzeffekt des Motors?

Schieberstellung: Entsprechend den Aufschriften *PS* und *KW* stelle man zur Zahl 91 *PS* auf der Stabteilung *PS* die zugehörige Zahl 70 *KW* auf der Zungenteilung *KW*, und man liest ohne weiteres bei der Marke „*Mot*“ den Wirkungsgrad oder Nutzeffekt des Motors auf der Teilung *PS*, $\eta = 0{,}957 = 95{,}7\%$.

Gleichzeitig kann man auch hier, wie oben, zu jedem beliebigen Wirkungsgrad η die einander entsprechenden Werte mit einer einzigen Einstellung ermitteln.

Beispiel No. 17. Der Nutzeffekt eines *Motors* sei 86,9%, welche Werte von *PS* und *KW* entsprechen sich für diesen Nutzeffekt?

Einstellung: Man stellt die Marke „*Mot*“ unter 869 der Teilung *PS* und

$$\text{liest:} \left\{\begin{array}{llllll} PS = 9{,}44 & 11{,}8 & 31{,}9 & 86{,}2 & 173{,}5 & \text{etc.} \\ \backsim & \backsim & \backsim & \backsim & \backsim & \backsim \\ KW = 8 & 10 & 27 & 73 & 147 & \text{etc.} \end{array}\right\} \text{für } \eta = 0{,}869.$$

Diese Beispiele zeigen deutlich, mit welcher Einfachheit, ohne besondere Teilungen zu benötigen, wie sie etwa auf andern Schiebern vorkommen, *die obigen Aufgaben mit dem neuen Schieber „Electro No. 37“* gelöst werden können.

Bei *hohen Wirkungsgraden,* die ganz besonders genau bestimmt sein müssen, ist zu deren Ermittelung besser folgender Weg einzuschlagen: Es sei *V* der Wattverlust, bei *P* Watt Energieübertragung. Dann ist der Nutzeffekt der Maschine gegeben durch die Formel:

$$\eta\,\% = \frac{P-V}{P} \times 100 = 100 - \frac{V}{P} \times 100.$$

Die Zahl $\frac{V}{P}$ läßt sich nun mit dem Schieber, weil *V* natürlich gegenüber *P* immer klein ist, sehr genau ermitteln.

Beispiel No. 18. Eine Dynamomaschine oder ein Motor erhält eine verfügbare Leistung $P = 105\,000$ *Watt* $= 105$ *KW* und ergibt einen Verlust $V = 1210$ *Watt* $=$ 1,21 *KW*. Wie groß ist der Nutzeffekt?

$$\eta\,\% = 100 - \frac{1{,}21}{105} \times 100 = 100 - 0{,}01152 \times 100 = \mathbf{98{,}848}\,\%.$$

Diese Genauigkeit im Nutzeffekt könnte mit den Marken „*Dyn*“ und „*Mot*“ nicht erhalten werden, man erreicht dies nur durch Zerlegung in Teildivisionen.