KAISERLICHES PATENTAMT.

AUSGEGEBEN DEN 9. JUNI 1906.

PATENTSCHRIFT

— № 171698 —

KLASSE 42 *m*.

DR. FRANZ ARTHUR SCHULZE IN MARBURG A. L.

Logarithmischer Rechenschieber zur Ermittlung von Potenzen und Wurzeln mit beliebigem Exponenten.

Patentiert im Deutschen Reiche vom 16. Februar 1905 ab.

Die Erfindung betrifft einen Rechenschieber zur Berechnung von Potenzen und Wurzeln mit beliebigen Exponenten.

Im wesentlichen besteht der neue Rechenschieber aus einem die logarithmische Skala tragenden Schieberkörper, ferner einem in bekannter Weise in diesem Körper beweglichen Schieber, auf dem senkrecht zur logarithmischen Skala zwei die Exponentenzahl angebende Skalen angeordnet sind; außerdem ist ein drehbarer, alle Skalen übergreifender Zeiger so angebracht, daß sein Drehpunkt senkrecht unter dem Anfangs- bezw. Endpunkt der auf dem Schieberkörper befindlichen logarithmischen Skala liegt. Mit Hilfe dieses Zeigers wird nach geeigneter Einstellung sowohl des Schiebers als des Zeigers das Resultat angezeigt.

Der neue Rechenschieber ist auf der Zeichnung durch Fig. 1 im Grundriß dargestellt. Die Fig. 2 bis 5 zeigen schematisch die Stellungen der einzelnen Teile des neuen Schiebers entsprechend den nachfolgenden Erläuterungen.

Die Ausführung des neuen Rechenschiebers beruht auf der Anwendung der mathematischen Sätze:

1) $$\log (a^b) = b \times \log a$$

und

2) $$\log \sqrt[p]{q} = \frac{1}{p} \log q.$$

Ist eine logarithmische Skala in der Weise gegeben, daß der Abstand eines Punktes der Skala vom Anfangspunkt der Teilung gleich dem Brigg'schen Logarithmus der angeschriebenen Zahl ist, wobei die Einheit des gewählten Maßstabes gleich dem Abstand der beiden angeschriebenen Zahlen 1 und 10 ist, so hat man nach dem ersten der oben angeführten Sätze, um a^b zu finden, die Entfernung des der Zahl a entsprechenden Punktes der logarithmischen Skala vom Anfangspunkt der Skala b mal zu nehmen; die Zahl, die an diesem Punkte der logarithmischen Skala steht, der um diese Strecke $b \times \log a$ vom Anfangspunkt der Skala entfernt ist, ist der gesuchte Wert von a^b.

Um $\sqrt[p]{q}$ zu finden, hat man nach dem zweiten der oben angeführten Sätze den p^{ten} Teil des Abstandes zwischen dem Anfangspunkt der Skala und demjenigen Punkt zu nehmen, der der Zahl q entspricht. Die Zahl, die an demjenigen Punkt der logarithmischen Skala steht, der um diese Strecke $\frac{1}{p} \log q$ vom Anfangspunkt der Skala entfernt ist, ist der gesuchte Wert von $\sqrt[p]{q}$.

Um diese Werte mechanisch zu bestimmen, ist, wie aus den Zeichnungen ersichtlich ist, auf dem horizontalen Rand des Schieberkörpers L eine logarithmische Skala t_1 angebracht, bei der also in irgendwelchem Maßstab als Einheit die Abstände der Teilstriche vom Anfangspunkt A der Skala gleich den Logarithmen der dabei geschriebenen Zahlen sind.

Der Endpunkt E der logarithmischen

Skala t_1 befindet sich dort, wo die Skala eine Ziffer 1 enthält, die also nach der Länge der Skala 1 oder 10 oder 100 usw. bedeutet.

Außerdem enthält der vorliegende Rechenschieber einen Zeiger Z, der mittels eines kleinen, an seinem einen Ende angebrachten Stiftes in eines der beiden Löcher l_1 bezw. l_2 des Schieberkörpers L eingesteckt werden und um deren Mittelpunkte gedreht werden kann.

Das Loch l_1 befindet sich auf dem Schieberkörper L genau senkrecht zur Skala t_1 unterhalb des Anfangspunktes A der logarithmischen Skala t_1. Das Loch l_2 befindet sich ebenfalls auf dem Schieberkörper L genau senkrecht zur Skala t_1 unterhalb des Endpunktes E der logarithmischen Skala t_1.

Die Strecken Al_1 und El_2 sind gleichgroß.

Der Zeiger Z ist derartig geschnitten, daß seine eine Kante k genau nach dem Mittelpunkt des Loches l_1 bezw. l_2 hinweist, in welches er eingesteckt ist. Der Schieber S enthält zwei Skalen t_2 bezw. t_3, die auf dem linken bezw. rechten Rande des Schiebers S angebracht sind und senkrecht zur logarithmischen Skala t_1 liegen. Die Skala t_2 ist derartig, daß die angeschriebene Zahl angibt, wievielmal größer die Strecke Al_1, die Entfernung zwischen dem Anfangspunkt A der logarithmischen Skala t_1 und dem Loch l_1 ist als der senkrechte Abstand des betreffenden Punktes der Schieberskala t_2 von der Verbindungslinie $l_1\,l_2$ der beiden Löcher. Skala t_2 enthält also nur Zahlen, die größer als 1 sind. Die Skala t_3 enthält die reziproken Werte der entsprechenden, gleichweit von der Skala t_1 abstehenden Zahlen der Skala t_2, ist also derartig, daß die angeschriebene Zahl angibt, wievielmal größer der senkrechte Abstand des betreffenden Punktes der Skala t_3 von der Verbindungslinie der beiden Löcher l_1 und l_2 ist als die Strecke $l_2\,E$. Skala t_3 enthält also nur Zahlen zwischen 0 und 1.

Nachstehend sind mehrere Beispiele für den Gebrauch des neuen Schiebers erläutert:

I. A als Anfangspunkt der logarithmischen Skala t_1 betrachtet, Zeiger Z im Loch l_1.

Es sei nun zunächst A als Anfangspunkt der logarithmischen Skala t_1 betrachtet. Die Längen sollen von A aus nach rechts hin als positiv gerechnet werden. Dann enthält die Skala t_1 nur die Logarithmen von Zahlen, die größer als 1 sind, da die Logarithmen der Zahlen unter 1 negativ sind. Wie es bei den gewöhnlichen Rechenschiebern üblich ist, sind auch hier auf der logarithmischen Skala l_1 nur die Ziffern 1 bis 9 angeschrieben. Die in A liegende 1 bedeutet im vorliegenden Falle dann 1, die zunächst nach rechts folgende 10, die darauf folgende 100 usw. In diesem Fall, wo man A als Anfangspunkt der Skala betrachtet, wird der Zeiger Z in das unter A liegende Loch l_1 gesteckt (Fig. 2). Der Schieber S werde jetzt so geschoben, daß sein linker oberer Eckpunkt, der Anfangspunkt der Schieberskala t_2, genau unter dem Punkte P (Fig. 2) der logarithmischen Skala t_1 steht. Der Zeiger Z sei ferner so gedreht, daß seine geradlinige Kante k auf dem Punkte Q der Skala t_2 steht. R sei derjenige Punkt der logarithmischen Skala t_1, in welchem die Kante k des Zeigers Z sie trifft. L_1 sei derjenige Punkt, in dem die Verlängerung von $P\,Q$ die Strecke $l_1\,l_2$ berührt.

Es gilt nun die Proportion:

$$1)\qquad \frac{A\,R}{A\,P} = \frac{L_1\,P}{L_1\,Q},$$

also

$$A\,R = \frac{L_1\,P}{L_1\,Q}\,A\,P.$$

$\frac{L_1\,P}{L_1\,Q}$ ist aber nach der Art der Teilung der Skala t_2 gleich der im Punkte Q angeschriebenen Zahl. Diese sei b. In P stehe ferner die Zahl a, so daß $A\,P = \log a$. Es ist dann also

$$A\,R = \frac{L_1\,P}{L_1\,Q}\,A\,P = b \times \log a = \log a^b.$$

Mithin ist die in R stehende Zahl der logarithmischen Skala t_1 gleich a^b; hierbei ist $a > 1$, $b > 1$.

Andererseits könnte man die Proportion 1) in der Form schreiben:

$$A\,P = A\,R : \frac{L_1\,P}{L_1\,Q}.$$

Steht im Punkte R die Zahl r, so daß $A\,R = \log r$, so würde demgemäß sein

$$A\,P = \log r : b = \frac{1}{b}\log r = \log \sqrt[b]{r}.$$

Mithin gibt die im Punkte P stehende Zahl den Wert von $\sqrt[b]{r}$; hierbei ist $r > 1$, $b > 1$.

Der Schieber S werde jetzt so geschoben, daß sein rechter oberer Eckpunkt, der Anfangspunkt der Schieberskala t_3, die logarithmische Skala t_1 im Punkte C (Fig. 3) berührt. Der Zeiger Z sei so gedreht, daß seine Kante k den Punkt D der Skala t_3 berühre. Die logarithmische Skala t_1 möge von der Kante k im Punkte F berührt werden. Ferner treffe die Verlängerung von $C\,D$ die Strecke $l_1\,l_2$ im Punkte G. In F stehe die Zahl f, so daß also $A\,F = \log f$.

Im Punkte D stehe die Zahl d, so daß also nach der Art der Teilung der Skala t_3:

$$\frac{GD}{GC} = d \text{ ist.}$$

Es gilt nun die Proportion:

$$2)\qquad \frac{AC}{AF} = \frac{GD}{GC}$$

oder

$$AC = AF \cdot \frac{GD}{DC} = \log f \cdot d = \log (f^d).$$

Die in C stehende Zahl der logarithmischen Skala t_1 ist also f^d; hierbei ist $f > 1$, $d < 1$. Andererseits könnte man die Proportion 2) schreiben:

$$AF = AC : \frac{GD}{GC}.$$

In C stehe die Zahl c, so daß $AC = \log c$. Es ist dann

$$AF = \frac{1}{d} \times \log c = \log \sqrt[d]{c}.$$

Die in F stehende Zahl ist also $\sqrt[d]{c}$; hierbei ist $c > 1$, $d < 1$.

II. *E* wird als Anfangspunkt der logarithmischen Skala betrachtet und der Zeiger *Z* in das Loch l_2 gesteckt.

Es werde jetzt der Punkt E als Anfangspunkt der logarithmischen Skala t_1 betrachtet. Von E aus nach links liegende Längen werden als negativ angesehen. Die logarithmische Skala t_1 des Schieberkörpers L gilt also jetzt nur für die Zahlen zwischen 0 und 1, da deren Logarithmen negativ sind. Die im Punkt E stehende Ziffer 1 gilt dabei also als 1, die von hier nach links folgenden der Reihe nach als 0,1, 0,01, 0,001 usw.

In diesem Fall, wo man E als Anfangspunkt der logarithmischen Skala t_1 betrachtet, wird der Zeiger Z in das unter E liegende Loch l_2 gesteckt (Fig. 4). Der Schieber S werde jetzt so geschoben, daß sein linker oberer Eckpunkt der Anfangspunkt der Schieberskala t_2 genau unter dem Punkte H (Fig. 4) der logarithmischen Skala t_1 steht. Der Zeiger Z sei so gedreht, daß seine geradlinige Kante k auf dem Punkte J der Schieberskala t_2 steht. K sei derjenige Punkt der logarithmischen Skala t_1, in welchem die Kante k des Zeigers Z sie berührt. M sei derjenige Punkt, in dem die Verlängerung von HJ die Strecke $l_1 l_2$ trifft.

Es gilt nun die Proportion:

$$3)\qquad \frac{EK}{EH} = \frac{MH}{MJ}$$

oder

$$EK = \frac{MH}{MJ} \cdot EH.$$

Nach der Art der Teilung der Skala t_2 ist aber $\frac{MH}{MJ}$ gleich der im Punkte J angeschriebenen Zahl; diese sei i. In H stehe ferner die Zahl h, so daß also $EH = \log h$. Mithin ist $EK = i \times \log h = \log (h^i)$. Also ist die im Punkte K der logarithmischen Skala stehende Zahl gleich h^i; hierbei ist $h < 1$, $i > 1$. Andererseits könnte man die Proportion 3) in der Form schreiben:

$$EH = EK : \frac{MH}{MJ}.$$

In K stehe die Zahl k, so daß $EK = \log k$; dann ist also

$$EH = \frac{1}{i} \times \log k = \log \sqrt[i]{k}.$$

Mithin ist die in H stehende Zahl gleich $\sqrt[i]{k}$; hierbei ist $k < 1$, $i > 1$.

Der Schieber S werde jetzt so geschoben, daß sein rechter oberer Eckpunkt, der Anfangspunkt der Skala t_3, die logarithmische Skala t_1 im Punkte N (Fig. 5) berühre. Der Zeiger Z sei so gedreht, daß seine Kante k den Punkt O der Skala t_3 berühre. Die logarithmische Skala t_1 möge dann von der Kante k im Punkte T berührt werden. Ferner treffe die Verlängerung von NO die Strecke $l_1 l_2$ im Punkte U. Im Punkte T stehe die Zahl t, so daß $ET = \log t$. Im Punkte O stehe die Zahl o; nach der Art der Teilung t_3 ist

$$o = \frac{OU}{UN}.$$

Es gilt nun die Proportion:

$$\frac{EN}{ET} = \frac{OU}{UN}$$

oder

$$4)\qquad EN = ET \cdot \frac{OU}{UN}$$

oder

$$EN = o \times \log t = \log t^o.$$

Die in N stehende Zahl ist also t^o; hierbei ist $t < 1$, $o < 1$. Andererseits kann man 4) in der Form schreiben:

$$ET = EN : \frac{OU}{ON}.$$

In N stehe die Zahl n, so daß also $EN = \log n$; es ist

$$ET = \frac{1}{o} \cdot \log n = \log \sqrt[o]{n}.$$

Die in T stehende Zahl ist also $\sqrt[o]{n}$; hierbei ist $o < 1$, $n < 1$.

Hiernach gestaltet sich die Berechnung von Potenzen und Wurzeln mit vorliegendem Rechenschieber folgendermaßen:

Berechnung von a^b.

I. Fall: $a > 1$, $b > 1$.

Der Zeiger Z wird in das Loch l_1 gesteckt (Fig. 2). Die senkrecht über l_1 stehende Ziffer 1 der logarithmischen Skala t_1 des Schieberkörpers L bedeutet hierbei 1, die von hier aus nach rechts folgenden Ziffern 1 derselben Skala bedeuten 10, 100 usw. Der Schieber S wird so geschoben, daß sein oberer linker Eckpunkt, der Anfangspunkt der Schieberskala t_2, genau unter demjenigen Punkt der logarithmischen Skala t_1 des Schieberkörpers L steht, der der Grundzahl a der Potenz a^b entspricht. Der Zeiger Z wird dann so gedreht, daß er genau auf demjenigen Punkt der Skala t_2 des Schiebers S steht, der der Zahl b, dem Exponenten, entspricht. Der Zeiger Z trifft dann die logarithmische Skala t_1 in einem Punkt, welcher den gesuchten Wert von a^b gibt.

II. Fall: $a < 1$, $b > 1$.

Der Zeiger Z wird in das Loch l_2 gesteckt (Fig. 4). Die senkrecht über l_2 stehende Ziffer 1 der logarithmischen Skala t_1 bedeutet hierbei 1, die von hier nach links folgenden Ziffern 1 derselben Skala bedeuten 0,1, 0,01 usw.

Der Schieber S wird so geschoben, daß sein linker oberer Eckpunkt, der Anfangspunkt der Skala t_2, genau unter demjenigen Punkt der logarithmischen Skala t_1 steht, der der Grundzahl a der Potenz a^b entspricht. Der Zeiger Z wird dann so gedreht, daß er genau auf demjenigen Punkt der Skala t_2 des Schiebers S steht, der der Zahl b entspricht. Der Zeiger Z trifft dann die logarithmische Skala t_1 in einem Punkte, welcher den gesuchten Wert von a^b ergibt.

III. Fall: $a > 1$, $b < 1$.

Der Zeiger Z wird in das Loch l_1 gesteckt (Fig. 3). Die senkrecht über l_1 stehende Ziffer 1 der logarithmischen Skala t_1 bedeutet dann 1, die von hier nach rechts folgenden Ziffern 1 derselben Skala bedeuten 10, 100 usw.

Der Zeiger Z wird dann so gedreht, daß er genau auf demjenigen Punkt der logarithmischen Skala t_1 steht, der der Grundzahl a der Potenz a^b entspricht. Der Schieber S wird ferner so geschoben, daß der Zeiger Z genau den dem Exponenten b der Potenz a^b entsprechenden Punkt der Skala t_3 des Schiebers S berührt; diejenige Zahl der logarithmischen Skala t_1, die genau über dem Anfangspunkt der Skala t_3 des Schiebers S steht, ist der gesuchte Wert von a^b.

IV. Fall: $a < 1$, $b < 1$.

Der Zeiger Z wird in das Loch l_2 gesteckt (Fig. 5). Die senkrecht über l_2 stehende Ziffer 1 der logarithmischen Skala t_1 bedeutet hierbei 1, die von hier nach links folgenden Ziffern 1 derselben Skala bedeuten 0,1, 0,01 usw.

Der Zeiger Z wird dann so gedreht, daß er genau auf demjenigen Punkt der logarithmischen Skala t_1 steht, der der Grundzahl a der Potenz a^b entspricht. Der Schieber S wird dann so geschoben, daß der Zeiger Z genau auf demjenigen Punkt der Skala t_3 des Schiebers S steht, der dem Exponenten b der Potenz a^b entspricht. Diejenige Zahl der logarithmischen Skala t_1, welche genau über dem Anfangspunkt der Schieberskala t_3 steht, ist der gesuchte Wert von a^b.

Berechnung von $\sqrt[p]{q}$.

I. Fall: $q > 1$, $p > 1$.

Der Zeiger Z wird in das Loch l_1 gesteckt (Fig. 2). Die senkrecht über l_1 stehende Ziffer 1 der logarithmischen Skala t_1 bedeutet hierbei 1, die von hier aus nach rechts folgenden 10, 100, 1000 usw.

Der Zeiger Z wird so gedreht, daß er auf dem dem Radikanden q der Wurzel $\sqrt[p]{q}$ entsprechenden Punkt der logarithmischen Skala t_1 steht. Der Schieber S wird so gestellt, daß der dem Exponenten q entsprechende Punkt der Skala t_2 des Schiebers den Zeiger Z berührt. Diejenige Zahl der logarithmischen Skala t_1, die genau über dem oberen Anfangspunkt der Skala t_2 steht, ist $\sqrt[p]{q}$.

II. Fall: $q < 1$, $p > 1$.

Der Zeiger Z wird in das Loch l_2 gesteckt (Fig. 4). Die senkrecht über l_2 stehende Ziffer 1 der logarithmischen Skala t_1 bedeutet hierbei 1, die von hier nach links folgenden 0,1, 0,01 usw.

Der Zeiger Z wird so gedreht, daß er auf dem dem Radikanden q der Wurzel $\sqrt[p]{q}$ entsprechenden Punkt der logarithmischen Skala t_1 steht. Der Schieber S wird so gestellt, daß der dem Exponenten p der Wurzel entsprechende Punkt der Skala t_2 des Schiebers den

Zeiger Z berührt. Diejenige Zahl der logarithmischen Skala t_1 des Schieberkörpers L, die genau über dem oberen Anfangspunkt der Skala t_2 steht, ist $\sqrt[p]{q}$.

III. Fall: $q > 1$, $p < 1$.

Der Zeiger Z wird in das Loch l_1 gesteckt (Fig. 3). Die senkrecht über l_1 stehende Ziffer 1 der logarithmischen Skala t_1 bedeutet hierbei 1, die nach rechts folgenden 10, 100 usw.

Der Schieber S wird so geschoben, daß sein oberer rechter Eckpunkt, der Anfangspunkt der Skala t_3, genau unter dem dem Radikanden p der Wurzel $\sqrt[p]{q}$ entsprechenden Punkt der logarithmischen Skala t_1 steht. Der Zeiger Z wird dann so gedreht, daß er genau auf dem dem Exponenten p der Wurzel $\sqrt[p]{q}$ entsprechenden Punkt der Skala t_3 des Schiebers S steht. Der Zeiger Z trifft dann die logarithmische Skala t_1 des Schieberkörpers L in einem Punkt, der die gesuchte Wurzel $\sqrt[p]{q}$ gibt.

IV. Fall: $q < 1$, $p < 1$.

Der Zeiger Z wird in das Loch l_2 gesteckt. Die senkrecht über l_2 stehende Ziffer 1 der logarithmischen Skala t_1 bedeutet hierbei 1, die von hier nach links folgenden 0,1, 0,01 usw.

Der Schieber S wird so geschoben, daß sein oberer rechter Endpunkt, der Anfangspunkt der Skala t_3 des Schiebers S, genau unter dem dem Radikanden q der Wurzel $\sqrt[p]{q}$ entsprechenden Punkt der logarithmischen Skala t_1 steht. Der Zeiger Z trifft dann die logarithmische Skala t_1 in einem Punkte, welcher die gesuchte Wurzel $\sqrt[p]{q}$ gibt.

Patent-Anspruch:

Logarithmischer Rechenschieber zur Ermittlung von Potenzen und Wurzeln mit beliebigem Exponenten, dadurch gekennzeichnet, daß um einen Punkt (l_1 bezw. l_2), der senkrecht unter dem Anfangs- bezw. Endpunkte (A bezw. E) der logarithmischen Skala (t_1) des Schieberkörpers (L) liegt, ein Zeiger (Z) drehbar ist, der auf die dem Exponenten entsprechende Zahl einer auf der Schieberzunge (S) angeordneten, zur Skala (t_1) des Schieberkörpers senkrechten Skala (t_2 bezw. t_3) eingestellt wird und sodann auf der Skala (t_1) das Resultat anzeigt.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen.

BERLIN. GEDRUCKT IN DER REICHSDRUCKEREI.

Fig. 1.

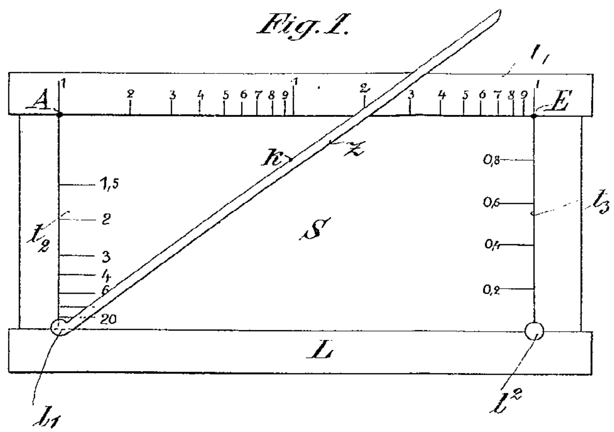


Fig. 2.

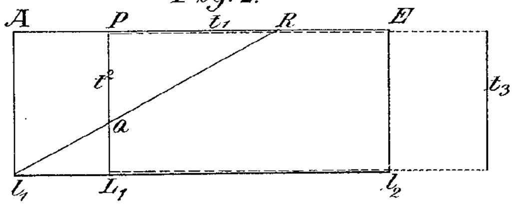


Fig. 4.

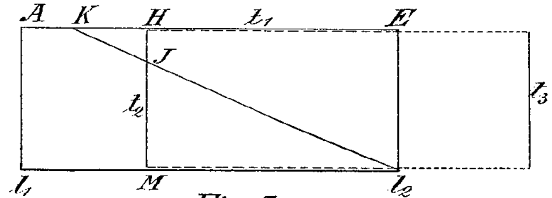


Fig. 3.

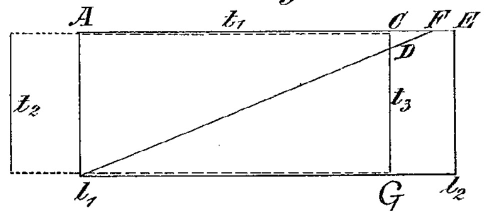
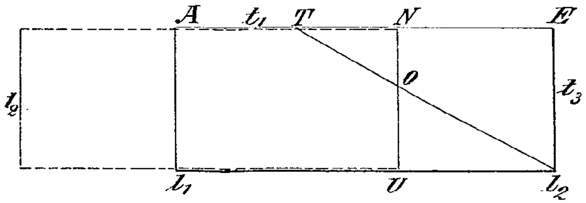


Fig. 5.



Zu der Patentschrift

№ 171698.

PHOTOGR. DRUCK DER REICHSDRUCKEREI.

Fig. 1.

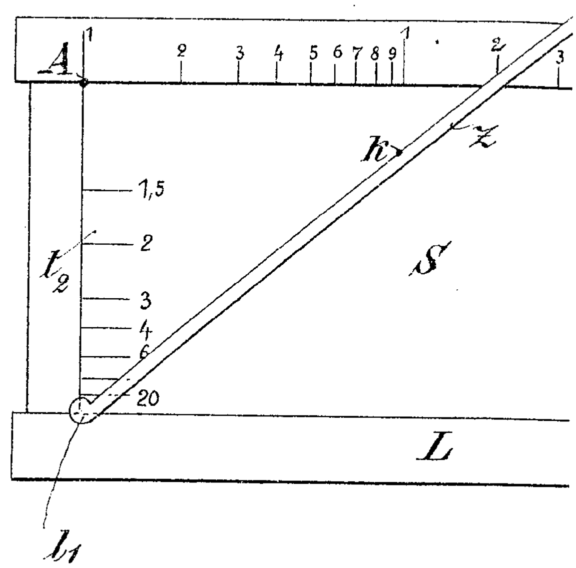


Fig. 2.

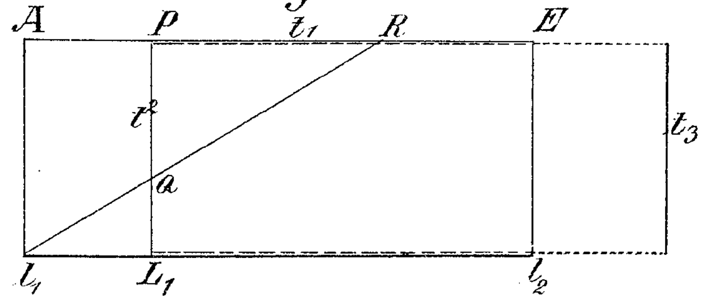
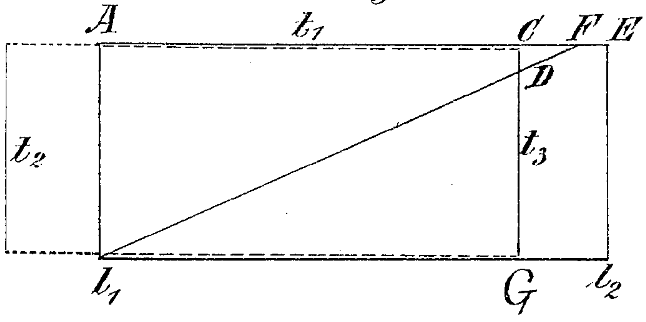
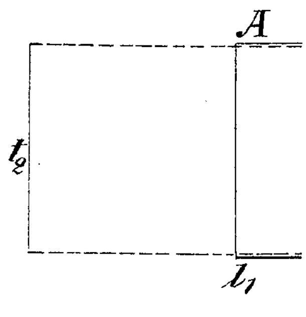


Fig. 3.





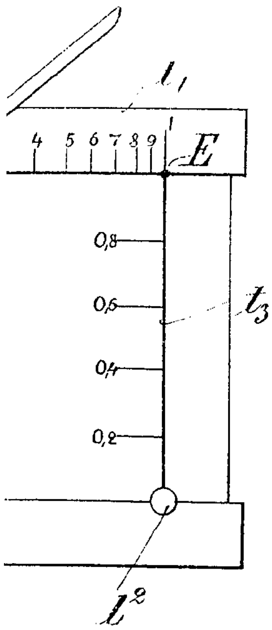


Fig. 4.

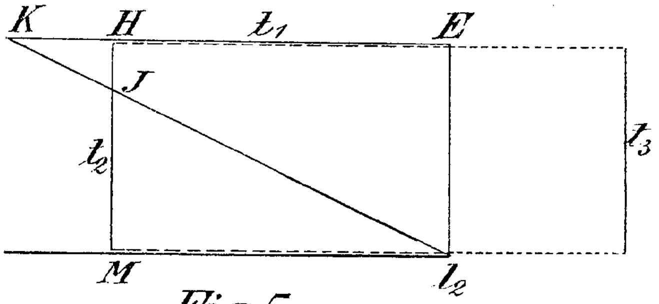
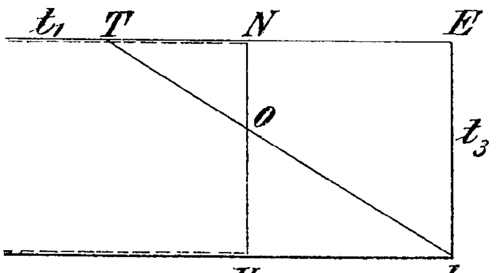


Fig. 5.



Zu der Patentschrift

№ 171698.

REI.