

KAISERLICHES



PATENTAMT.

PATENTSCHRIFT

— № 49589 —

KLASSE 42: INSTRUMENTE.

AUSGEBEEN DEN 22. NOVEMBER 1889.

EMIL BERNER IN STUTTGART.

Rechenvorrichtung zum Ausziehen von Quadrat- und Kubikwurzeln, sowie zum Erheben von Zahlen in die zweite und dritte Potenz.

Patentirt im Deutschen Reiche vom 23. November 1888 ab.

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Rechenvorrichtung, mittelst welcher man — ohne dafs es nöthig ist, Zwischenwerthe nachzuschlagen — von Zahlen die Quadrate und die dritten Potenzen, sowie die Quadrat- und die Kubikwurzeln ermitteln kann.

Die Theorie, auf welcher die den Gegenstand der vorliegenden Erfindung bildende Rechenmaschine beruht, stützt sich bezüglich des Quadrircens auf das bekannte mathematische Gesetz, welches lautet, dafs, wenn die Wurzel eines Quadrates um eine Einheit erhöht wird, die Quadratzahl um das Doppelte der Wurzel vermehrt, um eine Einheit sich vergrößert. Bezüglich der dritten Potenzen gilt in gleicher Weise, dafs, wenn die Kubikwurzel einer Zahl um eine Einheit erhöht wird, diese Zahl bezw. die dritte Potenz dieser Kubikwurzel um das dreifache Quadrat der Kubikwurzel zuzüglich der dreifachen ersten Potenz derselben und noch um eine Einheit sich vergrößert. Dieses geht aus den bekannten Ansätzen hervor:

$$(a + 1)^2 = a^2 + 2a + 1,$$

$$(a + 1)^3 = a^3 + 3a^2 + 3a + 1.$$

Die Rechenvorrichtung der vorliegenden Erfindung benutzt diese Grundsätze und stellt die Quadrat- und Kubikzahlen beliebiger Zahlen dadurch zusammen, dafs — unter der Annahme, dafs die Quadrat- und Kubikzahlen der Zahlenreihe 1 bis 9 allgemein im Gedächtnis sind — von derjenigen Stelle der in das Quadrat oder in die dritte Potenz zu erhebenden Zahl ausgegangen wird, welche die höchst-

stellige in ihrer Zehnerpotenz ist, worauf sodann nach einander in jeder folgenden Stelle eine Vermehrung um eine Einheit erfolgt, wobei in dem Apparat selber die Summation der einzeln sich ergebenden Werthe erfolgt.

Die neue Rechenvorrichtung besteht aus zwei Vorrichtungen, von denen die eine zum Ausziehen von Quadrat- und Kubikwurzeln, die andere zum Erheben in die zweite und dritte Potenz bestimmt ist.

Der Apparat zum Radiciren, also zum Ausziehen der Wurzeln, besteht, wie aus den Fig. 1, 2 und 3 der Zeichnung hervorgeht, aus einem (etwa 10 cm hohen) Kasten $ABCD$, zwischen dessen beiden verticalen Seitenwänden AC und BD ein horizontales Brett B^1 , ein Zwischenboden, befestigt ist, welches sich den beiden Wänden AB und CD bis auf circa 1 cm nähert und dort abgerundet ist. Dieses Brett B^1 ist in eine Anzahl, hier z. B. 23, Theile getheilt, und auf demselben sind durch Aufleimen oder eine sonstige Befestigung von Stäben oder Stegen γ Rinnen gebildet; im vorliegenden Falle beispielsweise zwölf Rinnen. In jeder dieser Rinnen läuft ein etwa 1 cm breiter Lederriemen L , welcher auch über die beiden feststehenden, in der Nähe des Kastenbodens angebrachten Rundstäbe R und R^1 geht.

Auf jedem dieser Lederriemen sind eine Anzahl Holzklötzchen (hier beispielsweise etwa 50) aufgeleimt. Das erste dieser Klötzchen ist schwarz bemalt, das zweite ist weiß, das dritte bis zwölfte Klötzchen erhalten die Zahlen 0

bis 9 von oben nach unten auf einander folgend, die weiteren Klötzchen sind alle weiß. Zwischen je zwei Klötzchen ist ein kleiner Raum vorhanden. Ein Theil der oberen Fläche des Kastens, nämlich die Fläche $EFGH$ desselben, ist mit einem Blech überdeckt, welches eine Anzahl (hier zwölf) etwa 10 cm lange Einschnitte W hat, durch welche man mit einem Rechenstift, wie derselbe beispielsweise in der Fig. 4 der Zeichnung dargestellt ist, die Lederriemen mit den Zahlenklötzchen beliebig vor- und rückwärtsschieben kann. Neben diesen Rinnen sind Scalen, die Zahlen 1 bis 9 von unten nach oben in ihrer Aufeinanderfolge enthaltend, angebracht. Unterhalb der Schlitz W sind durch Querausschnitte die Schaulöcher Sch gebildet.

Der übrig gebliebene Theil der oberen Fläche des Kastens, also die Fläche $CDGH$, ist mit einem Pappdeckel überdeckt, auf welchen ein zweiter Pappdeckel geleimt wird, welcher eine Anzahl (hier beispielsweise sechs) Ausschnitte oder Rinnen r hat. In diesen sechs Rinnen r liegen Stäbe St , welche die Zahlen von 0 bis 9 tragen; zwischen jeder Zahl ist das Stäbchen durchbohrt. Die Rinnen r werden in der Fläche L^1MNO durch ein Blech bedeckt, welches eine der Anzahl der Rinnen gleiche Anzahl Schaulöcher S besitzt.

Wird nun der Kasten $ABCD$ hinten in die Höhe gehoben, so gleiten die Stäbe St abwärts und in sämtlichen Schaulöchern S erscheint eine Null. In den Schaulöchern Sch erscheint diejenige Zahl, welche der Anzahl derjenigen weißen Klötzchen entspricht, welche durch den zu dem betreffenden Schauloch gehörenden Schlitz W hindurch als in der Rinne r liegend gesehen werden. Sind z. B. durch den Schlitz der Einerstelle sechs weiße Klötzchen sichtbar, so steht auch in dem Schauloch der Einerstelle die Zahl 6. Soll von dieser Zahl 6 beispielsweise 4 abgezogen werden, so wird mit dem Rechenstift im Schlitz W an der Stelle, wo auf der Scala links die Zahl 4 links steht, eingesetzt und bis zum unteren Ende des Schlitzes gefahren, worauf in dem Schauloch sich die Zahl 2 zeigt. Soll beispielsweise eine Zahl um 4 vermehrt werden, so wird am unteren Ende des Schlitzes eingesetzt und aufwärts bis zu der Zahl 4 an der Scala gefahren, worauf in dem Schauloch die richtige Zahl sich zeigt.

Die zweite Maschine, welche zum Erheben von Zahlen in das Quadrat und in die dritte Potenz dient, ist in der Zeichnung in den Fig. 5, 6 und 7 abgebildet. Diese Maschine ist in ihrem ersten obersten, sowie zweiten (hier mittleren) Theil dieselbe wie die zuerst beschriebene, mit dem einzigen Unterschiede, daß auf jedem Lederriemen die zehn Klötzchen, jetzt von unten beginnend, nach oben mit den

Zahlen 0 bis 9 versehen und die übrigen wieder weiß sind. Durch die oberen Schaulöcher Sch^1 des Apparates ist hierbei eine Zahl sichtbar, welche der Anzahl der Klötzchen entspricht, die sich unterhalb des betreffenden Schauoches befinden. Außerdem befindet sich an der Vorrichtung ein dritter unterster Theil, welcher mit dem zweiten mittleren übereinstimmt.

Bei beiden beschriebenen Vorrichtungen (für das Radiciren, sowie für das Potenziren) sind die Zahlen in den sechs ersten, links gelegenen unteren Schaulöchern Sch bzw. Sch^1 , Tausender und Einer, in den sechs hinteren, rechts gelegenen Schaulöchern Decimalstellen, in den drei ersten, links gelegenen oberen Schaulöchern S Einer, in den drei hinteren, rechts gelegenen Schaulöchern Decimalstellen.

In der Fig. 8 der Zeichnung ist in einer perspectivischen Ansicht ein Heft dargestellt, welches sechs Seiten besitzt und zur Erleichterung der Uebersicht über die auszuführenden Manipulationen bei dem Ausziehen der Quadratwurzeln und beim Erheben in die zweite Potenz dient. Die sechs Seiten dieses Heftes sind in den Fig. 9 bis 14 noch besonders abgebildet. Dieses Heft besitzt auf der unteren Fläche zwei Klötzchen, deren innere Entfernung gleich ist der Breite der Maschine, so daß, wenn dieses Heft mit den Klötzchen auf die Maschine aufgelegt wird, dasselbe durch die Klötzchen auf der Maschine in der Breitenrichtung derselben unverrückbar gehalten wird.

Auf der ersten Seite dieses Heftes befindet sich ein schwarzer Streifen, welcher, wenn dieses Heft auf der zuerst beschriebenen und in den Fig. 1 bis 3 dargestellten Vorrichtung zwischen dem obersten und untersten Theil aufgelegt wird, von der Hunderterstelle der Wurzel zur Zehntausenderstelle der Quadratzahl führt. Ein gleicher schwarzer Streifen auf der zweiten bzw. dritten, vierten, fünften und sechsten Seite führt von der Zehner- bzw. Einerstelle, ersten, zweiten und dritten Decimalstelle der Wurzel zur Hunderter- bzw. Einerstelle, zweiten, vierten und sechsten Decimalstelle der Quadratzahl. Außerdem laufen auf jeder Seite des Heftes von den fünf anderen Stellen der Wurzel aus zu dem ersten Streifen parallele Streifen, welche auf der Zeichnung schwarz gezeichnet sind, in der Wirklichkeit jedoch in verschiedenen Farben ausgeführt werden.

Dieses Heft wird beim Erheben einer Zahl in das Quadrat auf die zweite Vorrichtung (Fig. 5) auf die Fläche $G^1H^1J^1K^1$ aufgelegt, die erste Zahl der Wurzel in die oberen Schaulöcher S eingesetzt, die Seite aufgeschlagen, auf welcher der schwarze Streifen von dieser ersten Zahl der Wurzel ausläuft, und das

Quadrat dieser Zahl, welches an derjenigen Stelle stehen muß, auf welche der schwarze Streifen hinweist, dort eingesetzt. Hierauf wird die erste Seite aufgeschlagen und in der Richtung der Streifen zuerst zweimal die obenstehende Wurzel und dann noch eine Einheit der Quadratzahl in der durch den schwarzen Streifen angezeigten Stelle zugeschoben, sodann wird die Wurzel um eine Einheit an der über dem schwarzen Streifen befindlichen Stelle größer gemacht und die obige Manipulation wiederholt, bzw. dieselbe wird so lange fortgesetzt, bis das Quadrat der ganzen Wurzel berechnet ist.

Beim Ausziehen der Quadratwurzeln wird dasselbe Heft auf die Fläche $G H J K$ der ersten, in den Fig. 1 bis 3 dargestellten Vorrichtung aufgelegt und in die unteren Schaulöcher die aufgegebene Quadratzahl eingesetzt. Hierauf wird diejenige Seite des Heftes aufgeschlagen, auf welcher der schwarze Streifen zur ersten Zahl des Quadrates führt, die Quadratwurzel dieser ersten Zahl über dem schwarzen Streifen eingesetzt und das Quadrat derselben von der Quadratzahl abgezogen. Sodann wird die nächste Seite aufgeschlagen und an der durch den schwarzen Streifen angezeigten Stelle zweimal die obenstehende Wurzel und dann noch eine Einheit von dem untenstehenden Rest der Quadratzahl abgezogen und die Wurzel um eine Einheit über dem schwarzen Streifen erhöht. Diese Hantirung wird so lange auf dieser und auf den nächsten Seiten fortgesetzt, bis von der aufgegebenen Zahl in den unteren Schaulöchern nichts mehr oder nur noch ein geringer Rest vorhanden ist.

In der Fig. 15 der Zeichnung ist in einer perspectivischen Ansicht ein Heft dargestellt, welches vier Seiten besitzt und zur Erleichterung der Uebersicht über die auszuführenden Vorrichtungen bei dem Ausziehen von Kubikwurzeln, sowie bei dem Erheben von Zahlen in die dritte Potenz dient. Die vier Seiten dieses Heftes sind in den Fig. 16 bis 19 noch besonders abgebildet. Auch dieses Heft besitzt auf seiner unteren Fläche zwei Klötzchen, deren innere Entfernung wieder gleich ist der Breite der Vorrichtung, so daß dadurch auch dieses Heft in der Breitenrichtung der Vorrichtung unverrückbar auf dieselbe aufgelegt werden kann.

Auf der ersten Seite dieses Heftes befindet sich wieder ein schwarzer Streifen, welcher von der Zehnerstelle der Wurzel zur Tausenderstelle der Kubikzahl führt. Ein gleicher schwarzer Streifen auf der zweiten bzw. dritten und vierten Seite führt von der Einerstelle bzw. der ersten und zweiten Decimalstelle der Wurzel zur Einerstelle bzw. zur dritten und sechsten Decimalstelle der Kubik-

zahl. Außerdem laufen auf jeder Seite von den drei anderen Stellen der Wurzel aus zu dem ersten Streifen parallele Streifen, welche auf der Zeichnung wieder schwarz gezeichnet sind, in der Wirklichkeit jedoch in verschiedenen Farben ausgeführt werden.

Beim Erheben einer Zahl in die dritte Potenz wird dieses Heft auf die Fläche $G H F^1 E^1$ der zweiten Rechenvorrichtung aufgelegt und die Seite aufgeschlagen, auf welcher der schwarze Streifen von der in die oberen Schaulöcher St eingesetzten ersten Zahl der Wurzel ausläuft. In den Schaulöchern Sch wird nun die dritte Potenz dieser ersten Zahl in derjenigen Stelle, auf welche der schwarze Streifen hinweist, eingesetzt und zugleich in den Schaulöchern Sch^1 das Quadrat der ersten Zahl der Wurzel mittelst des auf die Fläche $G^1 H^1 K G$ aufgelegten Heftes (Fig. 8) berechnet.

Sodann wird die nächste Seite beider Hefte aufgeschlagen und zuerst der Kubikzahl an der Stelle, auf welche der schwarze Streifen hinweist, dreimal das Quadrat der obenstehenden Wurzelzahl und dreimal die obenstehende Wurzelzahl selbst und schließlic noch eine Einheit zugeschoben, sodann auch das obenstehende Quadrat zum Quadrat der um eine Einheit vermehrten Wurzel vergrößert. Man hat sonach immer Wurzel, Quadrat- und Kubikzahl unter einander stehen.

Die beschriebene Rechenvorrichtung gewährt noch den besonderen Vortheil, daß beim Auflösen von mehreren Aufgaben für in der Zahlenreihe nahe zu einander stehende Zahlen (z. B. für das Ausziehen der Quadratwurzeln aus den Zahlen 17000 und 17010) die Rechnungen sich sehr vereinfachen, indem bei der zweiten Aufgabe die Resultate der Lösung der ersten Aufgabe mitbenutzt werden können. (Bei dem angeführten Beispiel wird, nachdem die Wurzel aus 17000 berechnet ist, der übrig gebliebene Rest der Zahl 17000 einfach um eine Einheit in der betreffenden Zahlenstelle erhöht und nachgesehen, um wie viel Einheiten und in welchen Stellen dadurch die Wurzel größer gemacht werden kann.)

Auf diese Weise lassen sich ganze Wurzel- und Potenzentabellen, weil die beim Ausrechnen der Wurzel oder Potenz der vorhergehenden Zahlen angewendete Arbeit dem Rechner immer wieder zu Gute kommt, im dritten Theil der sonst angewendeten Arbeitszeit berechnen.

Als Beispiel der Anwendung der neuen Rechenmaschine sollen im Nachstehenden an Hand der in der Fig. 20 bis 27 der Zeichnung gezeichneten verschiedenen Stellungen der Vorrichtung zum Radiciren und an Hand der in den Fig. 28 bis 31 der Zeichnung darge-

stellten verschiedenen Stellungen der Vorrichtung zum Potenziren einige Beispiele rechnerisch vorgeführt werden.

1. Aus den Zahlen 2726 und $2726,1$ sind die Quadratwurzeln zu ermitteln.

Die Zahl 2726 wird in die unteren Schaulöcher *Sch* der Vorrichtung zum Radiciren eingestellt und die Seite 1 des zur zweiten Potenz gehörigen Heftes, nachdem dasselbe auf die Maschine aufgelegt ist, aufgeschlagen (s. Fig. 21). An der Stelle der Zehntausender und vor derselben befinden sich Nullen; die Quadratwurzel muß also kleiner als 100 sein. Hierauf wird die zweite Seite des Heftes aufgeschlagen (Fig. 20). Von den unter den schwarzen Streifen stehenden 27 Hunderten ist 5 in der Zehnerstelle die Quadratwurzel. Diese Zahl wird oben eingestellt und unten werden die 25 Hunderter abgezogen. Wird dann die Seite 3 des Heftes aufgeschlagen, so steht unten 226, oben steht 50, es werden also 2×50 und noch eine Einheit, also 101 abgezogen und verbleibt 125.

Sodann wird die erhaltene Wurzel um eine Einheit, also auf 51 erhöht und 2×51 und eine Einheit, also 103 abgezogen; es bleibt dann 22.

Sodann wird die Wurzel auf 52 erhöht (Fig. 22 mit der aufgeschlagenen dritten Seite des Heftes). Hierbei steht unten 2 200 in der zweiten Decimalstelle, oben 520 in der ersten, es wird daher $(2 \times 520) + 1$, also 1 041 abgezogen, und es bleibt 1 159.

Sodann wird die Wurzel um eine Einheit, also auf 521 erhöht, und demgemäß $(2 \times 521) + 1$, also 1 043 abgezogen, es bleibt 116.

Wird dann die Wurzel auf $52,2$ erhöht, wie aus Fig. 23 zu ersehen ist, und sodann die vierte Heftseite aufgeschlagen, so steht unten 11 600 in der vierten Decimalstelle und oben 5 220 in der zweiten Decimalstelle, es wird daher $(2 \times 5 220) + 1$, also ... 10 441 abgezogen und es bleibt 1 159.

Wird dann die Wurzel wieder um eine Einheit erhöht (s. Fig. 24) und Seite 5 des Heftes aufgeschlagen, so steht unten 115 900 in der sechsten Decimalstelle, oben 52 210 in der dritten; es wird also $(2 \times 52 210) + 1$, also 104 421 unten abgezogen und es bleibt.... 11 479 in der sechsten Decimalstelle. Sodann wird die Wurzel wieder um eine Einheit erhöht (s. Fig. 25 mit der aufgeschlagenen Seite 6 des

Heftes). Somit ist die Wurzel von $2726,1$ mit einem Rest von $0,011479$.

Dieser Rest wird, um das Beispiel für die Quadratwurzel aus $2726,1$ weiter zu rechnen, um $0,1 = 1$ in der ersten Decimalstelle erhöht und die Seite 5 des Heftes aufgeschlagen, um zu sehen, ob sich die Wurzel in der zweiten Decimalstelle erhöhen läßt (Fig. 26). Da dieses nicht geht, wird Seite 6 aufgeschlagen. Es steht dann unten in der sechsten Decimalstelle 111 479, oben 52 211 in der dritten, es wird also $(2 \times 52 211) + 1$, also 104 423 unten abgezogen, und es bleibt... 7 056.

Sodann wird die Wurzel um eine Einheit erhöht (s. Fig. 27). Somit ist die Wurzel von $2726,1 = 52,212$ mit einem Rest von $0,007056$.

Als Regel zur Erleichterung beim Rechnen diene Folgendes: Ist beim Rechnen mit der Vorrichtung zum Wurzelziehen die erste Zahl der zu suchenden Wurzel eingestellt und das Quadrat bzw. die Kubikzahl von derselben unten abgezogen, so wird jede der untenstehenden Zahlen um 4 oder 5×10 erhöht (welches dadurch geschieht, daß in dem Schlitz *W* mit dem Rechenstift unten eingesetzt und bis zum oberen Ende des Schlitzes gefahren wird) und jedesmal die in der nächst vorderen Colonne stehende Zahl, deren Einheiten 10 mal mehr werth sind, um 4 bzw. 5 verringert. Diese Hantirung ist deshalb notwendig, um nicht jedesmal, wenn eine höhere Zahl von einer niedrigeren abgezogen werden soll, von der vorhergehenden, höherwerthigen Stelle eine Einheit entlehnen zu müssen.

2. Wie viel Kubikmeter enthält ein Würfel, dessen Kante $51,10$ m lang ist, und wie viel ein solcher, dessen Kante $51,11$ m beträgt? Wie viel Quadratmeter enthält eine Fläche dieses Würfels?

In den Schaulöchern für die Wurzelzahlen wird zuerst die Zahl 5 in der Zehnerstelle eingestellt, sodann wird die Seite 2 des für die zweite Potenz dienenden und auf den oberen Theil der Vorrichtung zum Potenziren aufgelegten Heftes und die Seite 1 des für die dritte Potenz bestimmten und auf dem unteren Theil der Vorrichtung aufliegenden Heftes aufgeschlagen, auf welchen beiden Seiten der schwarze Streifen oben von der Zehnerstelle ausläuft. In den Schaulöchern der Quadratzahl wird in der Hunderterstelle, auf welche der schwarze Streifen des oberen Heftes hinweist, das Quadrat von 5, also 25, eingestellt, ebenso in den Schaulöchern der Kubikzahl in der Tausenderstelle, auf welche der schwarze Streifen des zweiten Heftes hinweist, die Kubikzahl von 5, also 125, eingestellt (siehe Fig. 28). Hierauf werden die nächsten Seiten

der beiden Hefte aufgeschlagen und zu der untenstehenden Kubikzahl 125 000 das Dreifache der Wurzel 50, also $3 \times 2500 \dots\dots\dots = 7500$ und das Dreifache der Wurzel selber, also $3 \times 50 \dots\dots\dots = 150$ und noch eine Einheit, also 1 hinzugeschoben, woraus man 132 651 als die Kubikzahl von 51 erhält. Hierauf wird die Quadratzahl 2500 auf 2601, dem Quadrat von 51 und die Wurzel auf 51 erhöht (s. Fig. 29). Es werden sich nun in einigen Schaulöchern der Quadrat- und Kubikzahlen gar keine Zahlen, sondern nur weiße Klötzchen zeigen, an diesen Stellen werden daher 10 oder 20 Klötzchen zurückgezogen und dafür die Zahl in der nächst vorderen Stelle, deren Einheiten 10 mal mehr werth sind, um 1 oder 2 erhöht. Sodann werden die nächsten Seiten beider Hefte aufgeschlagen, zu der untenstehenden Kubikzahl 132 651 000 in der dritten Decimalstelle 3 mal das Quadrat aus obenstehender Wurzel 510 in der ersten Decimalstelle, also 3×260100 in der zweiten, gleich 780 300, ferner 3 mal die obenstehende Wurzel von 510 in der ersten Decimalstelle, also 1 530 und noch 1 zugeschoben, und erhält 133 432 831 Kubikmeter als Inhalt eines Würfels, dessen Kante 51,10 m lang ist. Darauf wird die Quadratzahl 260100 in der zweiten Decimalstelle auf 261121 und die Wurzel auf 51,1 erhöht. Es enthält also eine Seite obigen Würfels 2611,21 qm (s. Fig. 30). Dann werden wiederum die nächsten Seiten beider Hefte aufgeschlagen, zu der untenstehenden Kubikzahl 133 432 831 000 in der sechsten Decimalstelle 3 mal das Quadrat aus obenstehender Wurzel 5110 in der zweiten, also 3×26112100 in der vierten gleich 78 336 300 und das Dreifache der obenstehenden Wurzel 5110 in der zweiten Decimalstelle, also 15 330 und noch 1 hinzugeschoben, und man erhält 133 511 182 631 Centimeter als den Inhalt eines Würfels, dessen

Kante 51,11 m lang ist. Darauf wird die Quadratzahl 26112100 in der vierten Decimalstelle auf 26122321 und die Wurzel auf 51,11 erhöht. Es enthält also eine Seite dieses Würfels 2612,2321 qm.

PATENT-ANSPRÜCHE:

1. Eine Rechenvorrichtung zum Ausziehen der Quadrat- und der Kubikwurzeln, sowie zum Erheben von Zahlen in die zweite und dritte Potenz, bestehend aus einem Kasten (*ABCD*) mit einem zwischen den Seitenwänden desselben angeordneten Zwischenboden (*B¹*) oder mit zwei solchen Zwischenböden (*B¹* und *B²*), auf welchem oder auf welchen vermittels Stege (*γ*) Rinnen gebildet sind, in denen — über an dem Boden des Kastens angebrachte Rundstäbe (*R* und *R¹*) laufende — Riemen (*L*) verschoben werden können, welche — mit Zwischenräumen — einzelne Klötzchen tragen, von denen zehn die Zahlenreihe 0 bis 9 — bei der Vorrichtung zum Wurzelausziehen von oben nach unten und bei der Vorrichtung zum Potenziren in doppelter Anordnung und von unten nach oben auf einander folgend — zeigen, die durch an der oberen Fläche des Kastens angebrachte und an der Seite mit Theilungen der Zahlenreihe 0 bis 9 versehene Schlitze (*W* bzw. *W¹*) mit den Riemen *L* bewegt und durch unter diesen Schlitzen angeordnete Schaulöcher (*Sch* bzw. *Sch¹*) abgelesen werden können, in Verbindung mit in Ausschnitten (*r*) des obersten Theiles des Kastens laufenden und die Zahlenreihen 0 bis 9 tragenden Stäben (*St*), von denen die Zahlen durch über den Rinnen (*r*) angeordnete Schaulöcher (*S*) abgelesen werden können.
2. Die bei dem Gebrauch der unter 1. gekennzeichneten Rechenvorrichtung zur Anwendung gelangenden, aus einer Anzahl Seiten bestehenden und auf den Vorrichtungen — in der Breitenrichtung der letzteren unverrückbar — aufzulegenden Hefte, welche auf den einzelnen Seiten Striche besitzen, welche die entsprechenden Stellen der Wurzeln und Potenzen in den verschiedenen Theilungen und Schaulöchern mit einander verbinden und den Ueberblick über die auszuführenden Handhabungen erleichtern.

Hierzu 5 Blatt Zeichnungen.

EMIL BERNER IN STUTTGART.

Rechenvorrichtung zum Ausziehen von Quadrat- und Kubikwurzeln, sowie zum Erheben von Zahlen in die zweite und dritte Potenz.

Fig. 1.

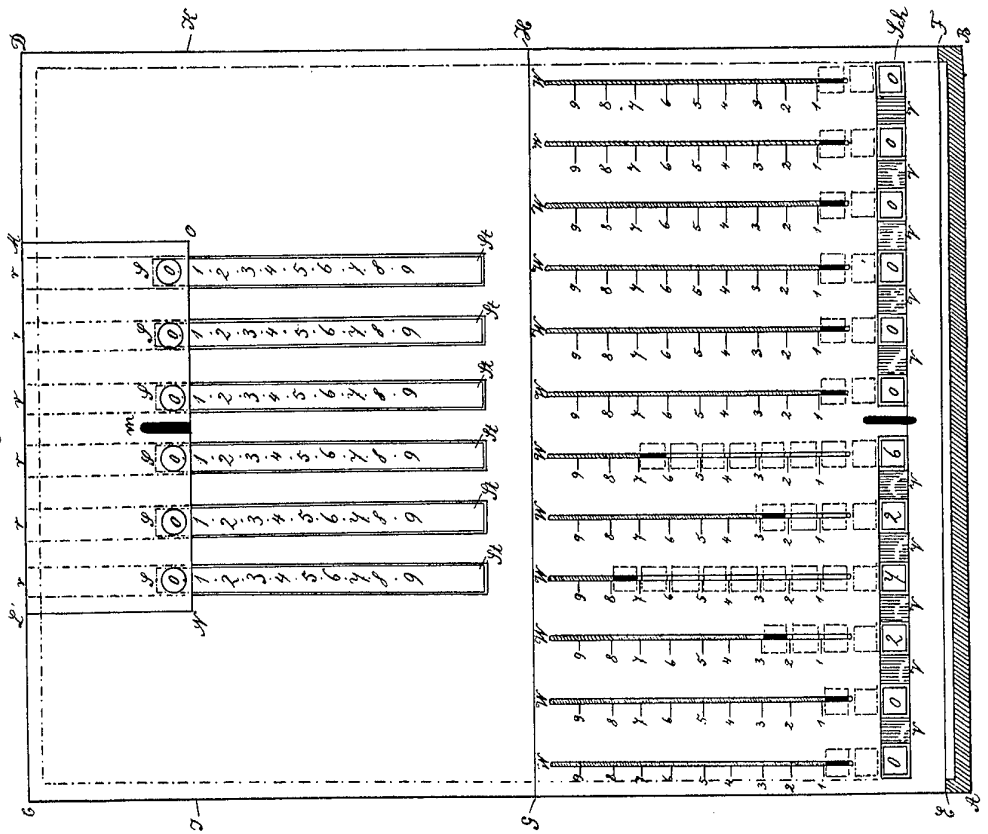
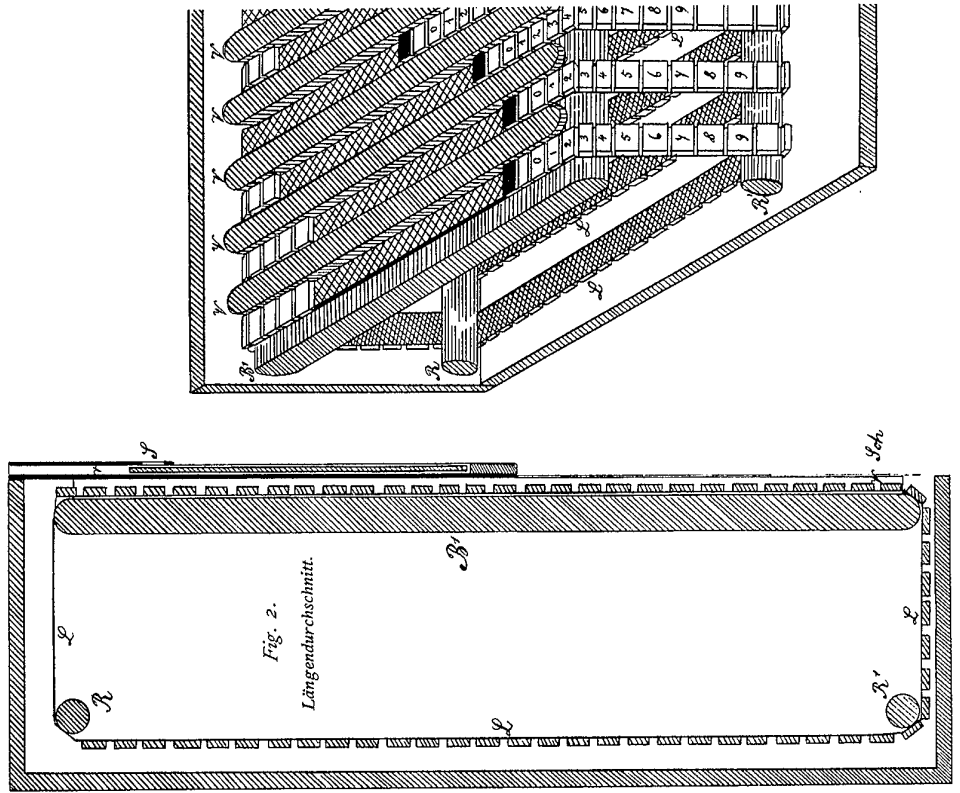


Fig. 2.

Längendurchschnitt.



EMIL BERNER IN STUTTGART.

anvorrichtung zum Ausziehen von Quadrat- und Kubikwurzeln, sowie zum Erheben von Zahlen in die zweite und dritte Potenz.

Blatt I.

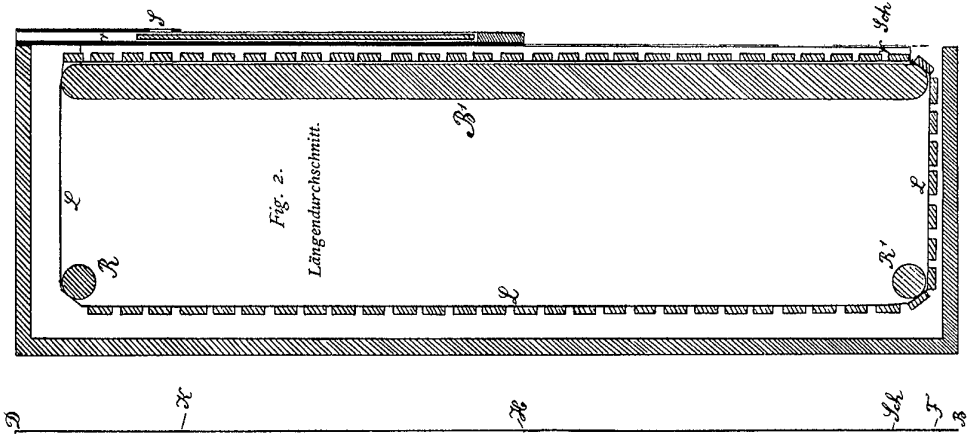
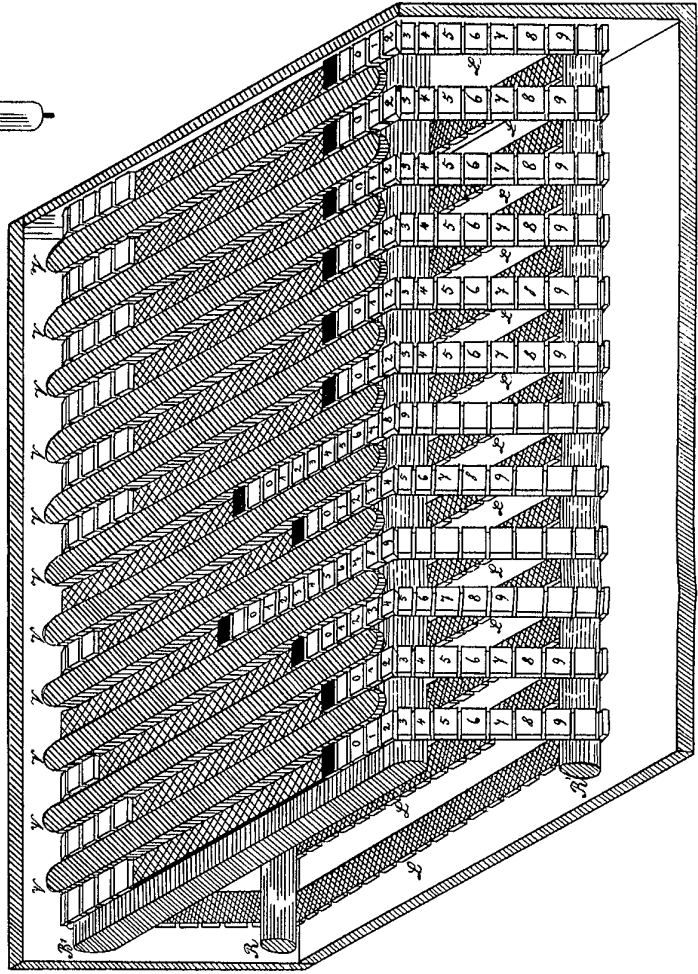


Fig. 2.
Längendurchschnitt.

Fig. 4.



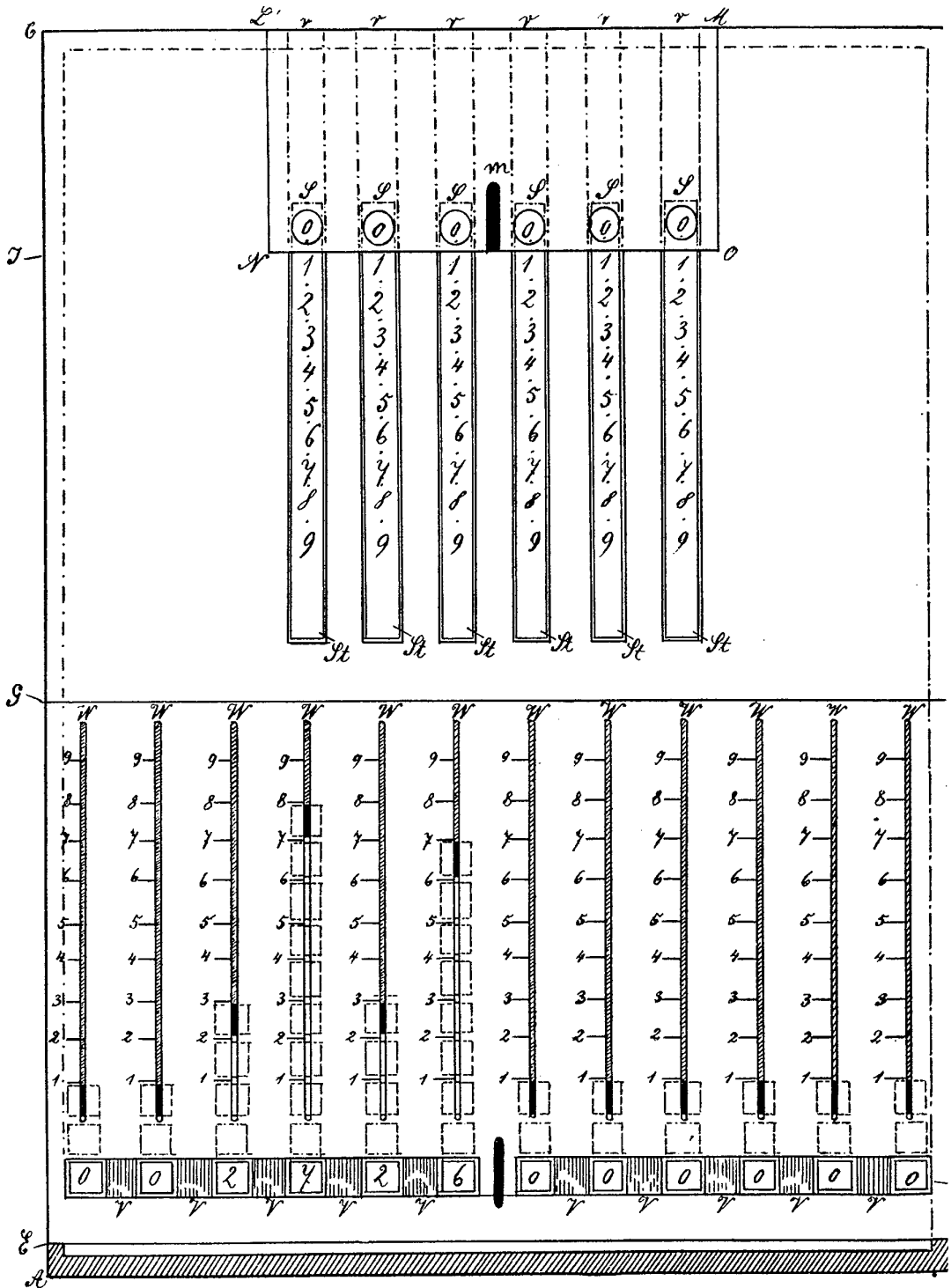
Fig. 3.



Zu der Patentschrift

№ 49589.

Fig. 1.



EMIL BERNER IN STUTT GART.

anvorrichtung zum Ausziehen von Quadrat- und Kubikwurzeln, sowie zum Erheben von Zahlen in die zweite und dritte Potenz.

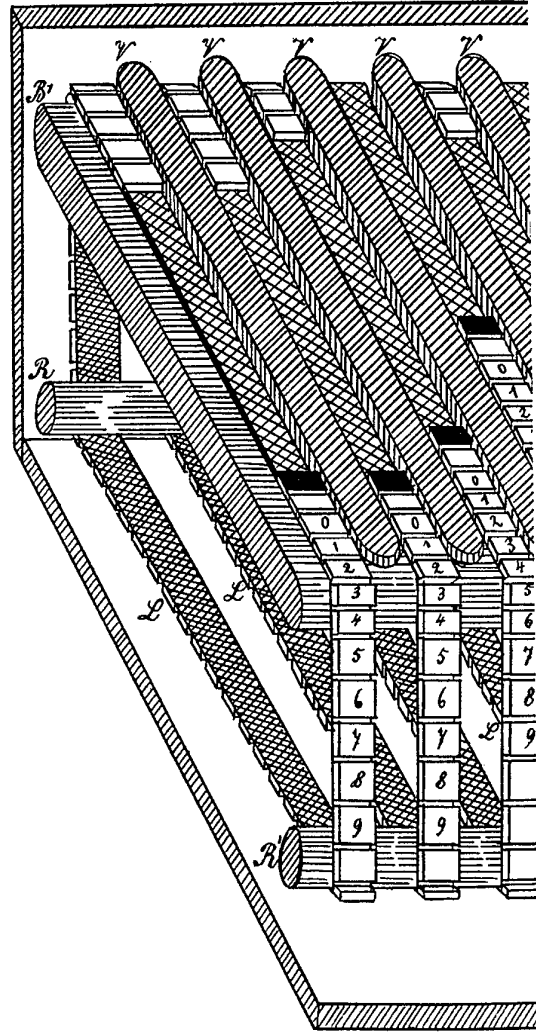
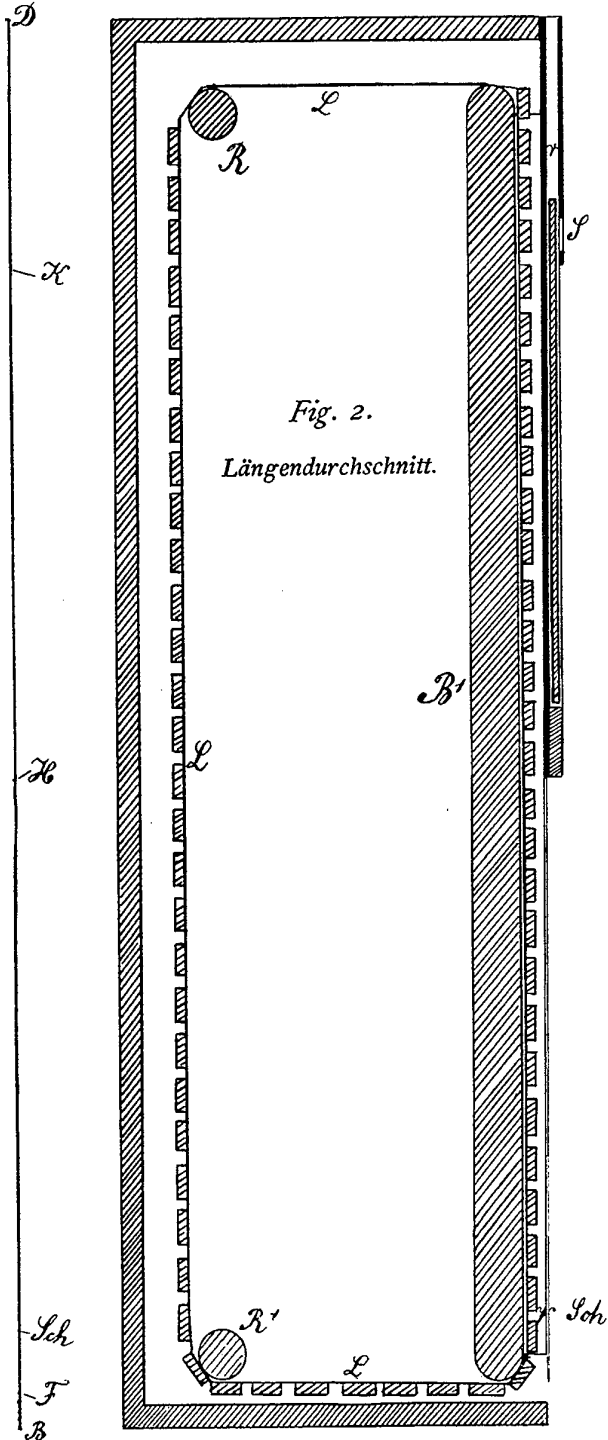
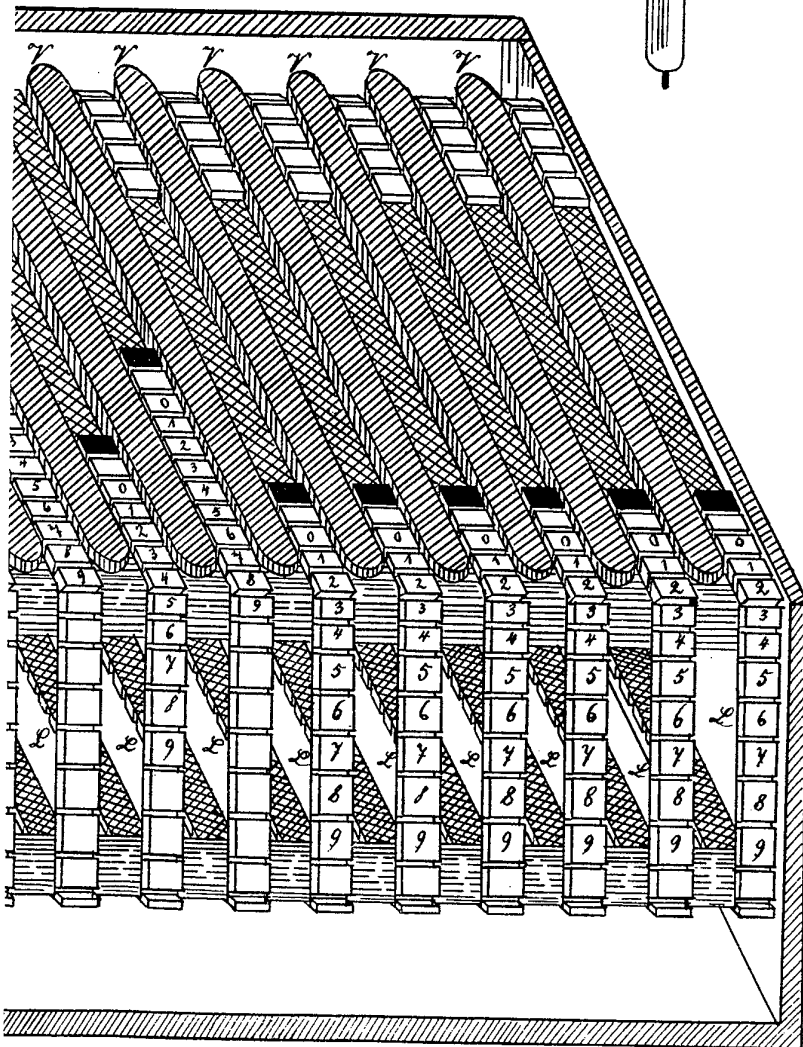


Fig. 4.



Fig. 3.



EMIL BERNER IN STUTTGART.

Rechenvorrichtung zum Ausziehen von Quadrat- und Kubikwurzeln, sowie zum Erheben von Zahlen in die zweite und dritte Potenz.

Blatt II.

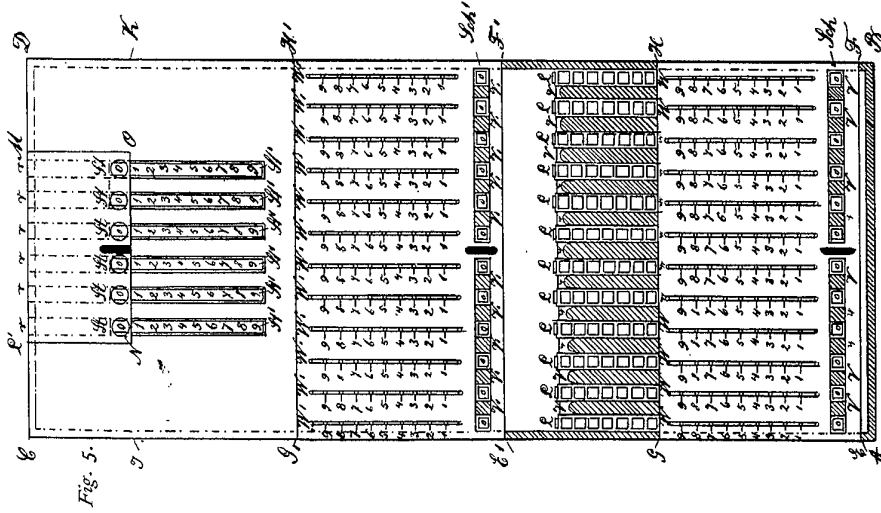


Fig. 5.

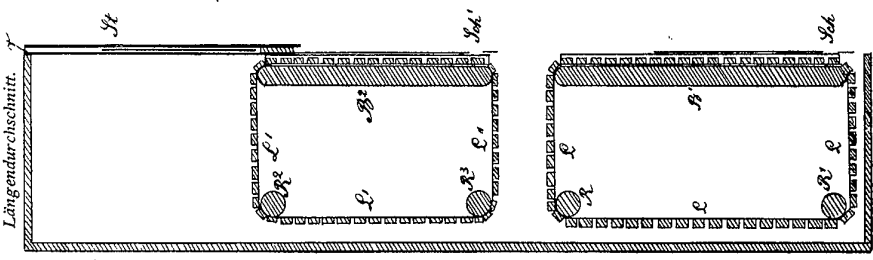


Fig. 6.

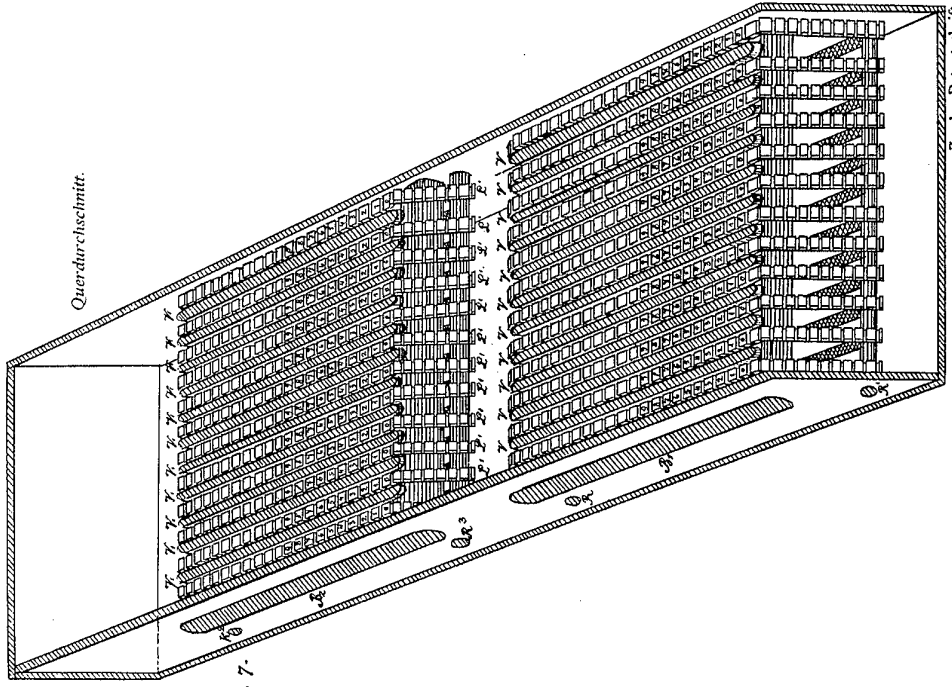


Fig. 7.

Querdurchschnitt.

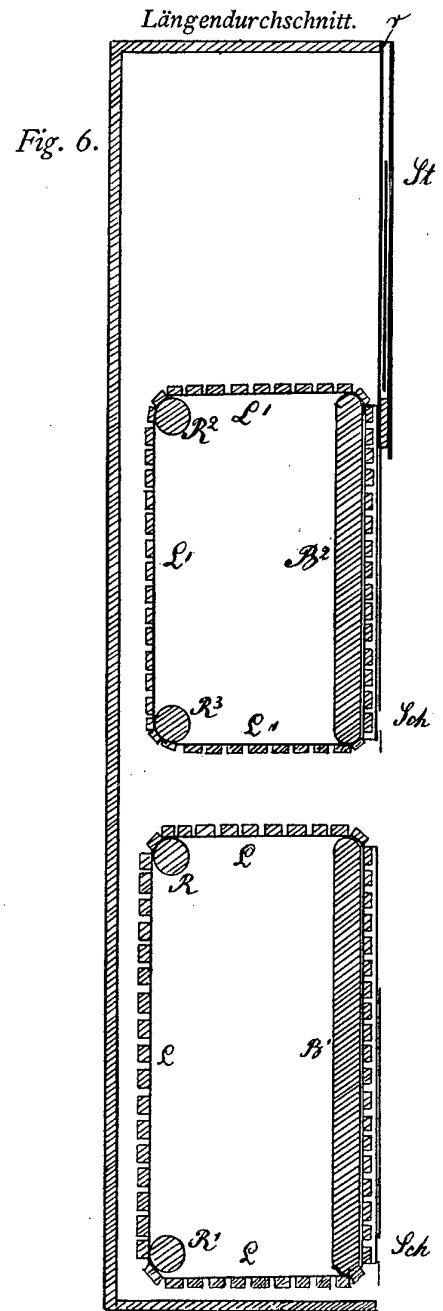
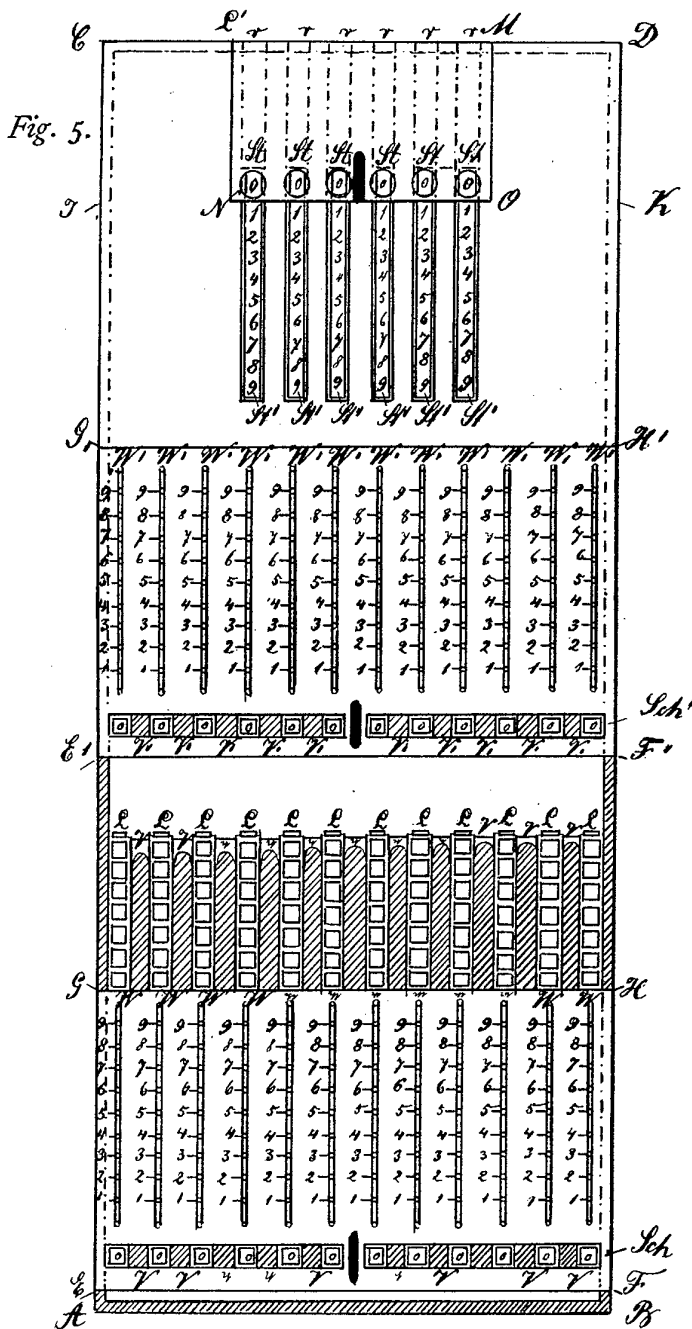
Zu der Patentschrift

PHOTOGR. DRUCK DER RECHSDRUCKEREI.

№ 49589.

EMIL BERNER IN ST

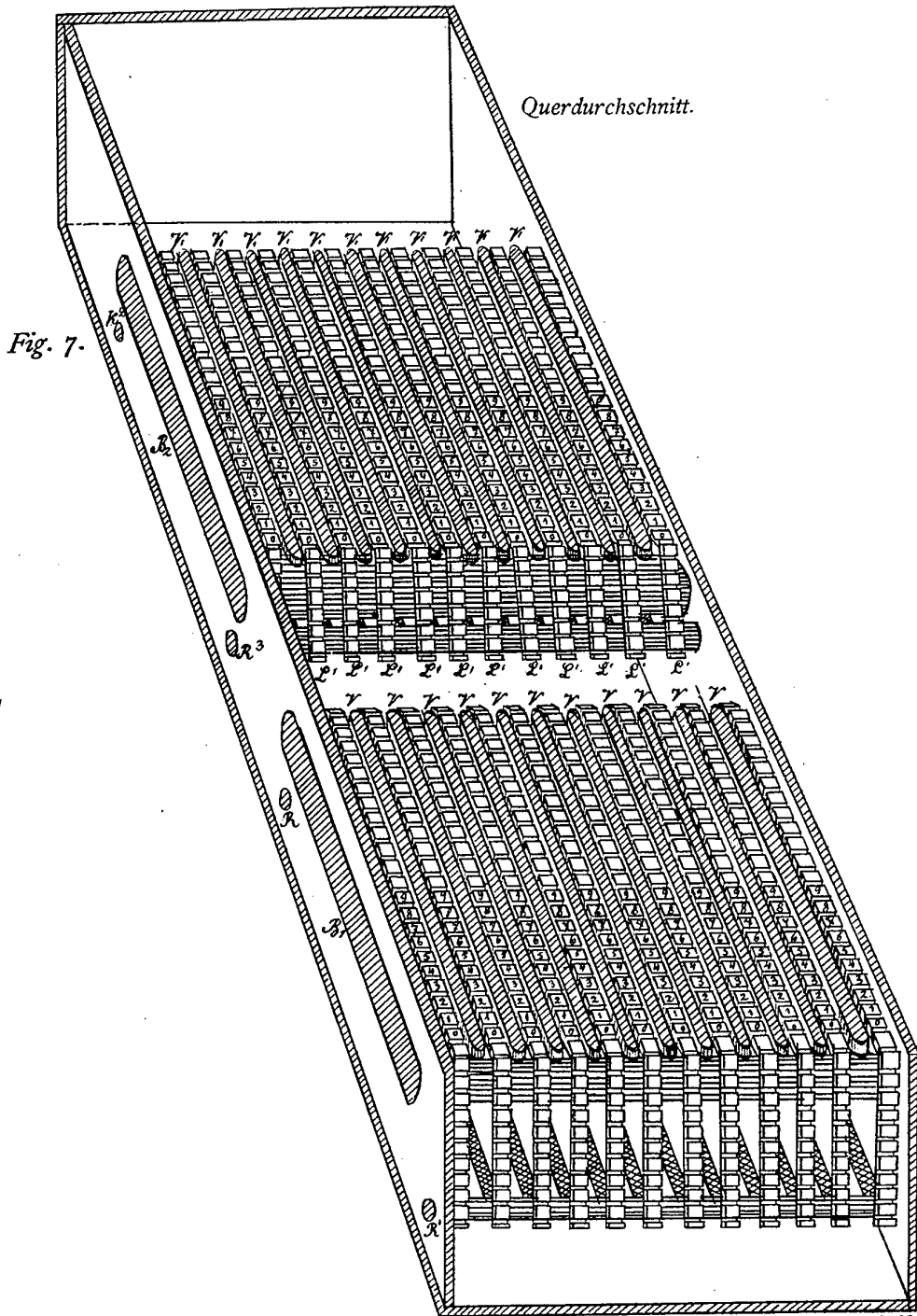
Rechenvorrichtung zum Ausziehen von Quadrat- und
Zahlen in die zweite und



UTTGART.

| Kubikwurzeln, sowie zum Erheben von
dritte Potenz.

Blatt II.



Zu der Patentschrift

EMIL BERNER IN STUTTGART.

Rechenvorrichtung zum Ausziehen von Quadrat- und Kubikwurzeln, sowie zum Erheben von Zahlen in die zweite und dritte Potenz.

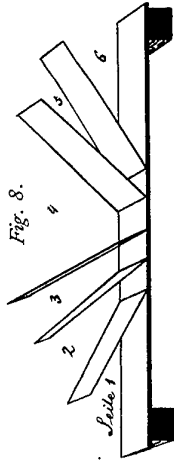


Fig. 8.

Fig. 9.

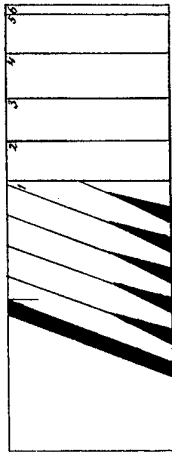


Fig. 12.

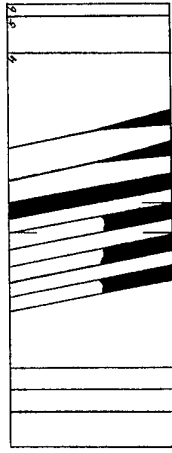


Fig. 10.

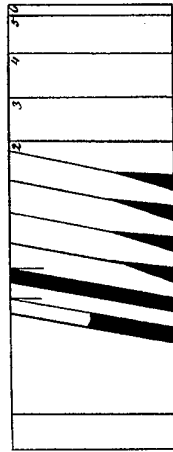


Fig. 13.

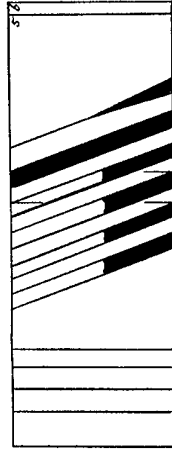


Fig. 11.



Fig. 14.

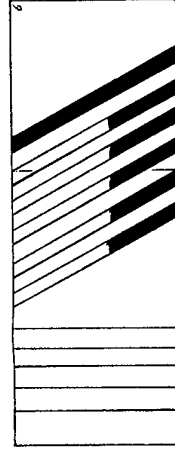


Fig. 16.

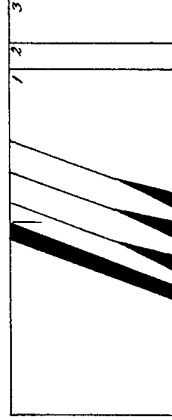


Fig. 17.



EMIL BERNER IN STUTTGART.

Rechenvorrichtung zum Ausziehen von Quadrat- und Kubikwurzeln, sowie zum Erheben von Zahlen in die zweite und dritte Potenz.

Blatt III.

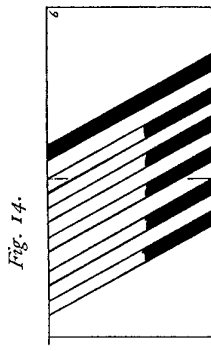
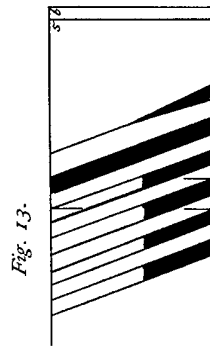
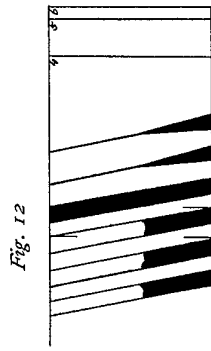


Fig. 15.

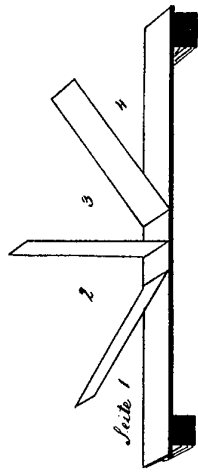


Fig. 16.

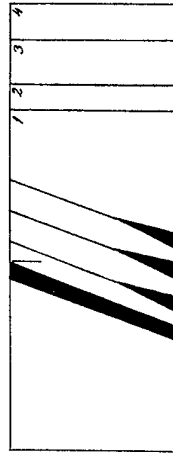


Fig. 18.



Fig. 17.

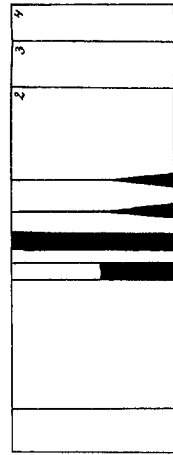


Fig. 19.



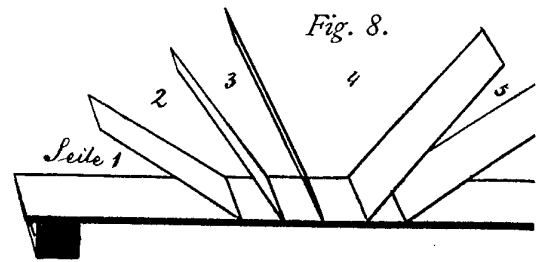


Fig. 9.

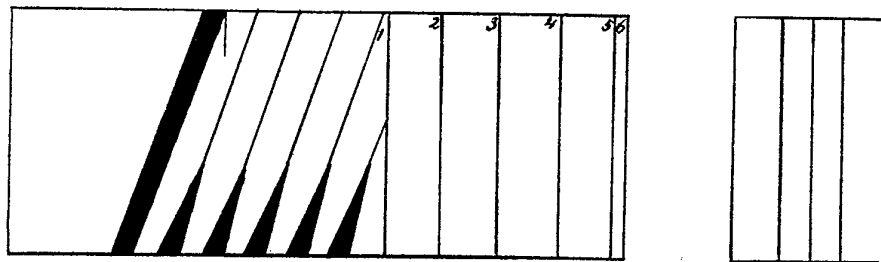


Fig. 10.

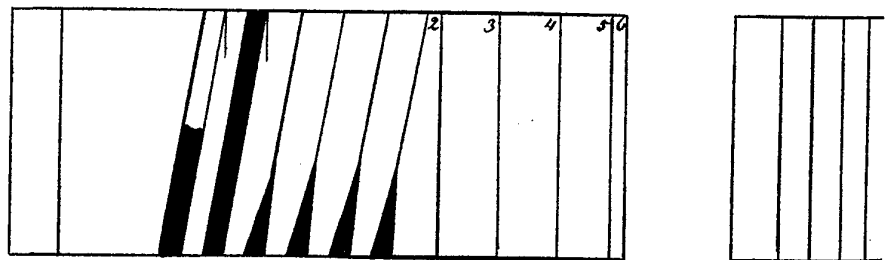
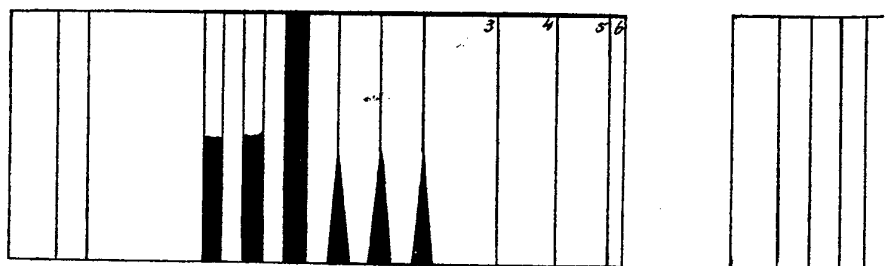


Fig. 11.



EMIL BERNER IN STUTTGART.

Rechenvorrichtung zum Ausziehen von Quadrat- und Kubikwurzeln, sowie zum Erheben von Zahlen in die zweite und dritte Potenz.

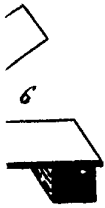


Fig. 12.

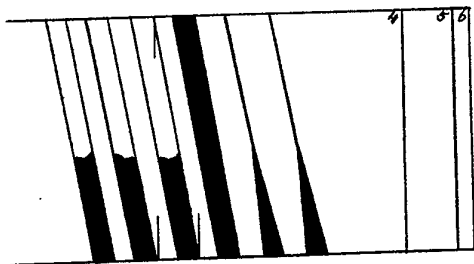


Fig. 13.

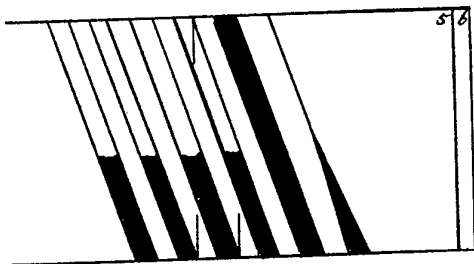


Fig. 14.

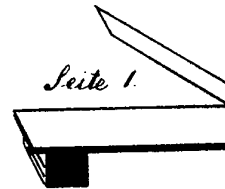
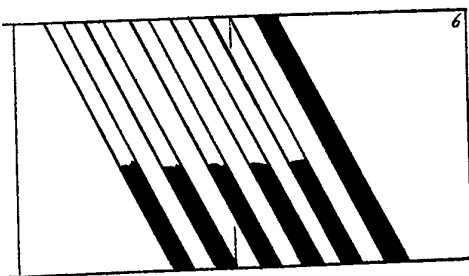


Fig. 16.

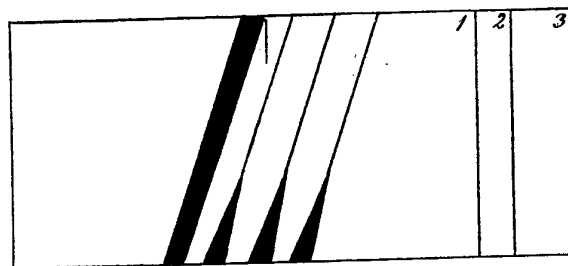


Fig. 17.

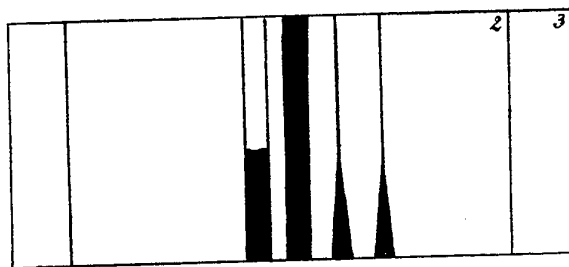


Fig. 15.

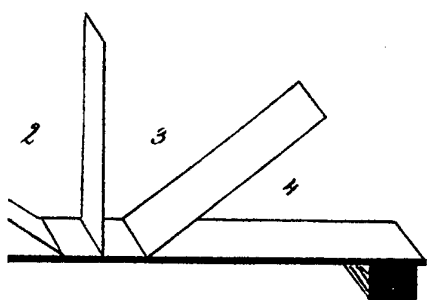


Fig. 18.

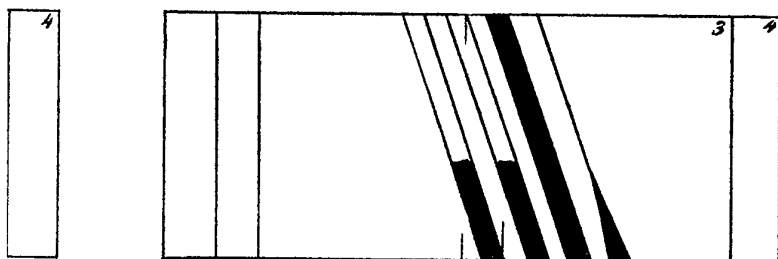
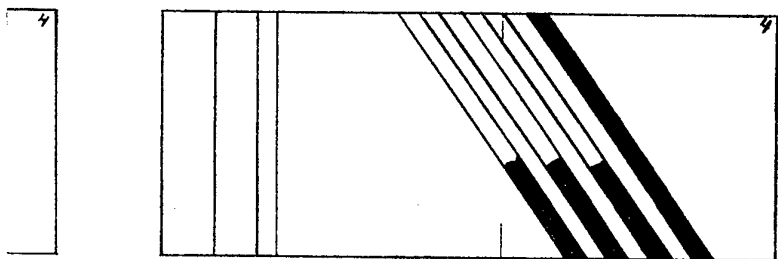


Fig. 19.



EMIL BERNER IN STUTTGART.

Rechenvorrichtung zum Ausziehen von Quadrat- und Kubikwurzeln, sowie zum Erheben von Zahlen in die zweite und dritte Potenz.

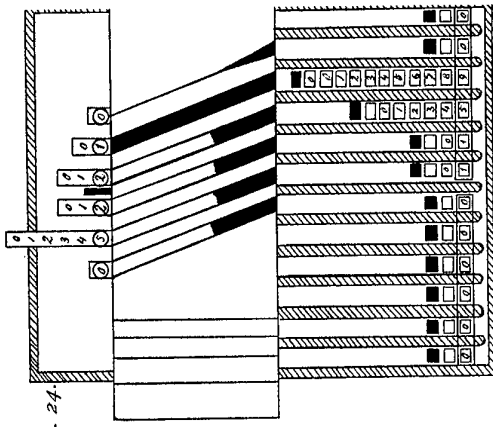


Fig. 20.

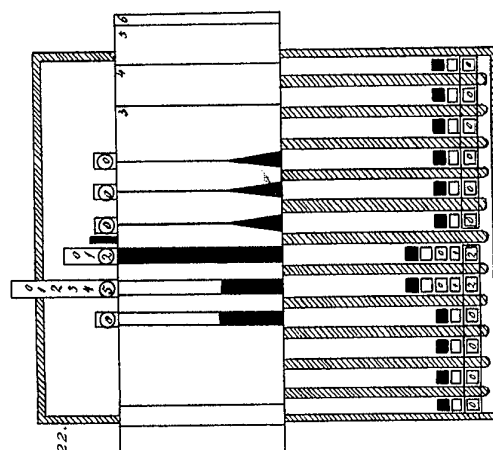


Fig. 21.

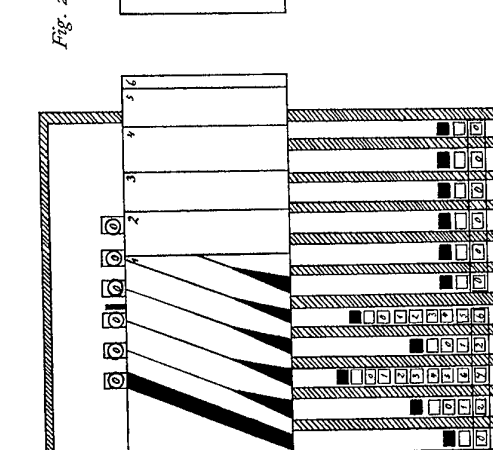


Fig. 22.

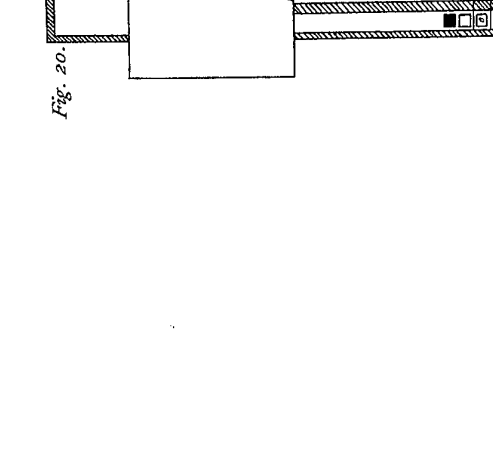


Fig. 23.

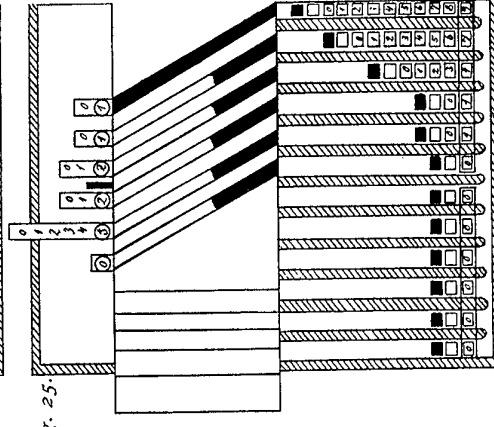


Fig. 24.

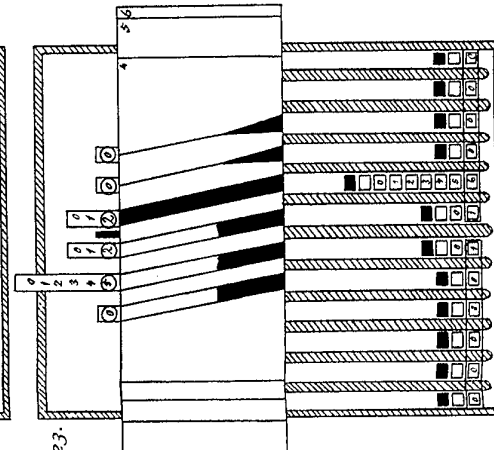


Fig. 25.

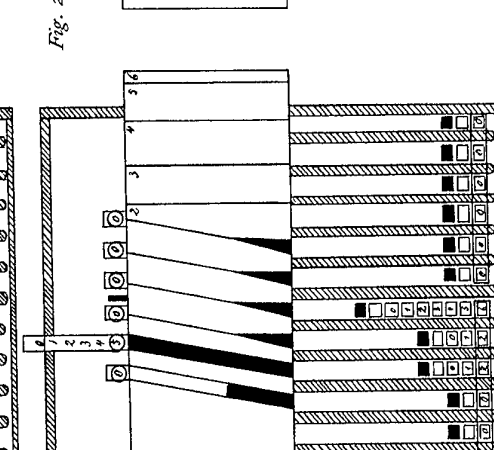


Fig. 26.

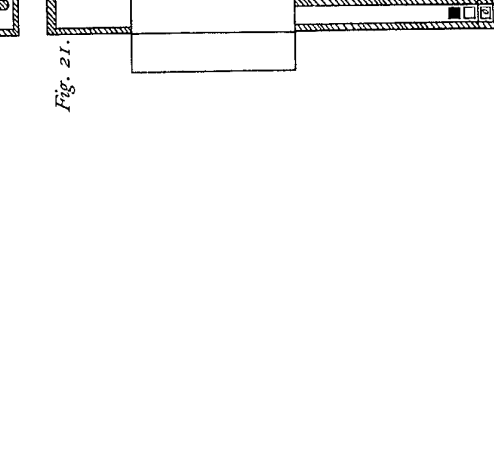
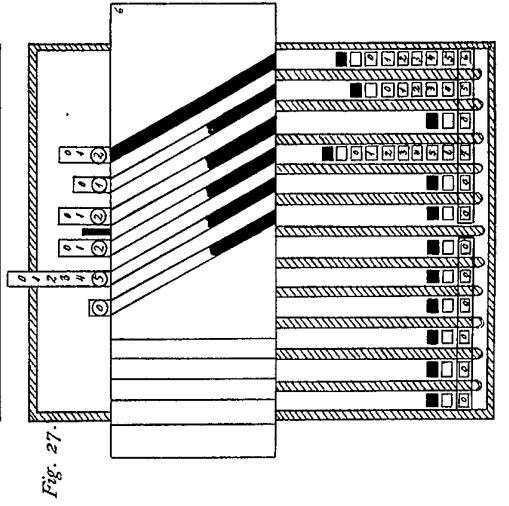
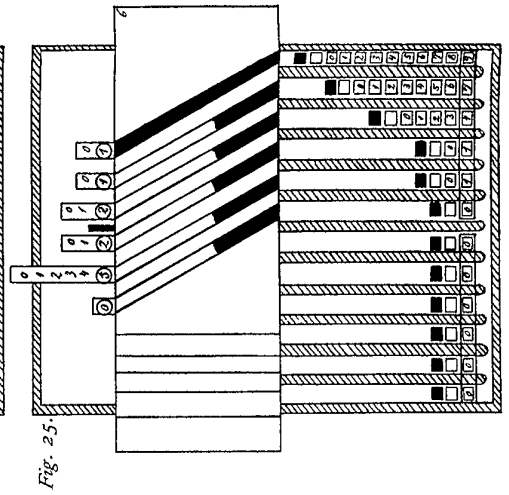
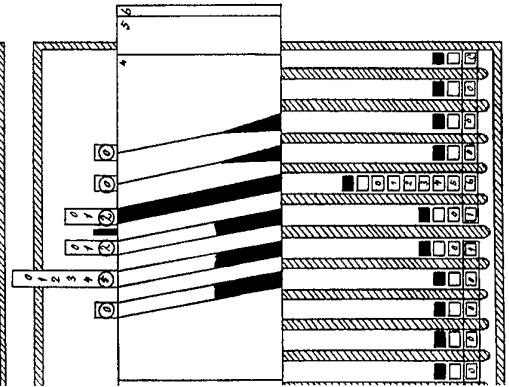
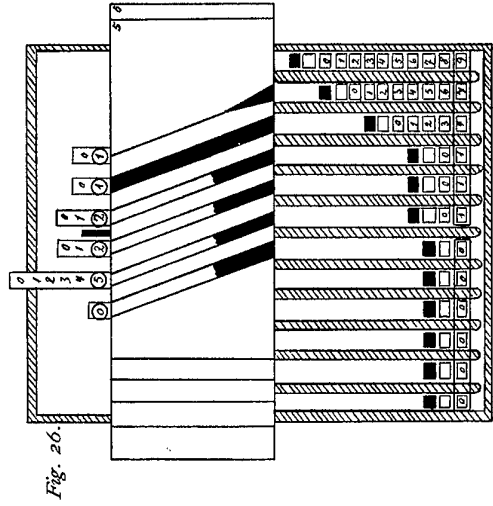
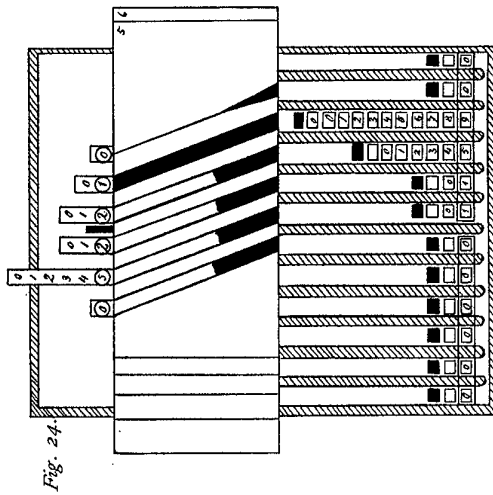
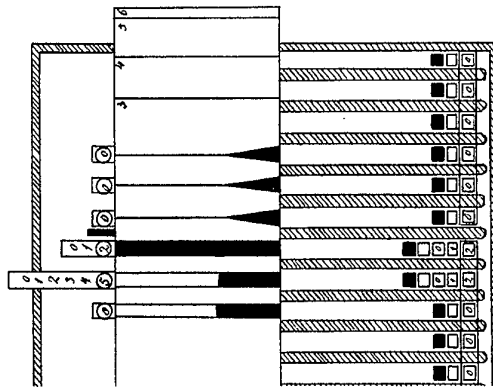


Fig. 27.

EMIL BERNER IN STUTTGART.

Rechenvorrichtung zum Ausziehen von Quadrat- und Kubikwurzeln, sowie zum Erheben von Zahlen in die zweite und dritte Potenz.

Blatt IV.



Zu der Patentschrift
№ 49589.

Fig. 20.

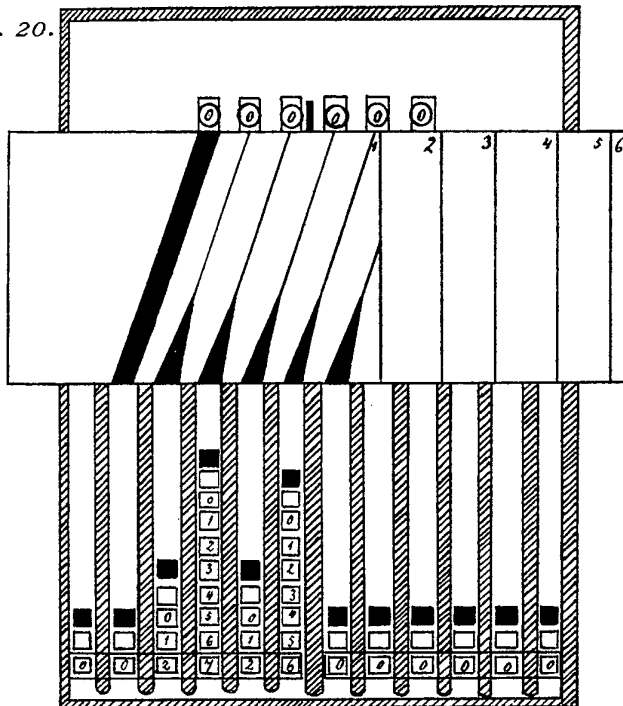


Fig. 22.

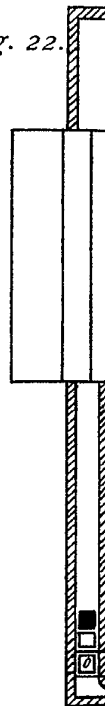


Fig. 21.

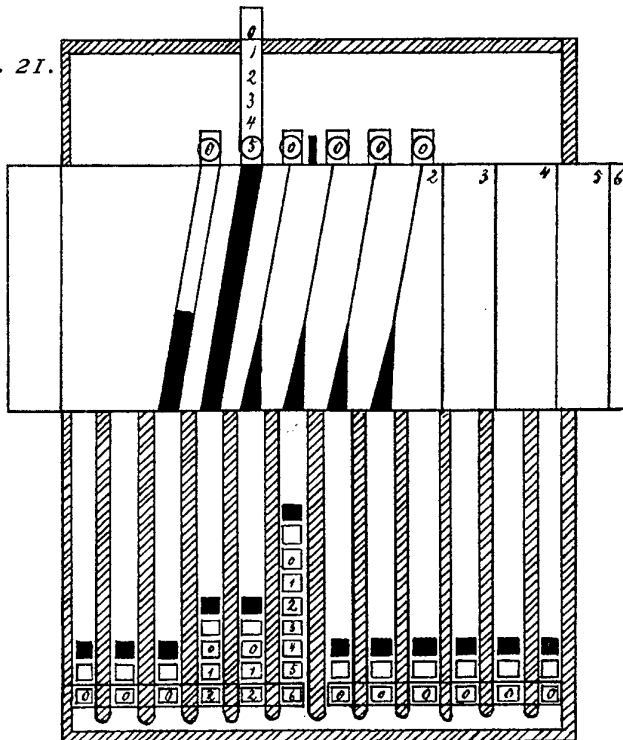
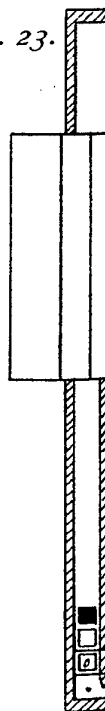


Fig. 23.



EMIL BERNER IN STUTT GART.

Rechenvorrichtung zum Ausziehen von Quadrat- und Kubikwurzeln, sowie zum Erheben von Zahlen in die zweite und dritte Potenz.

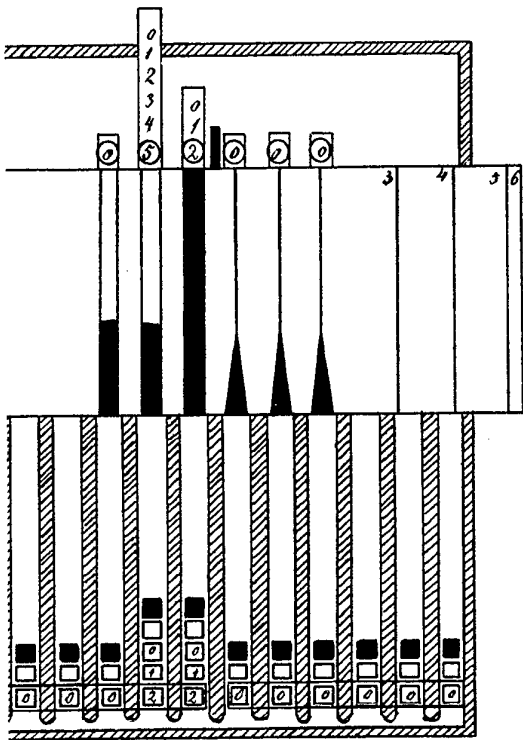


Fig. 24.

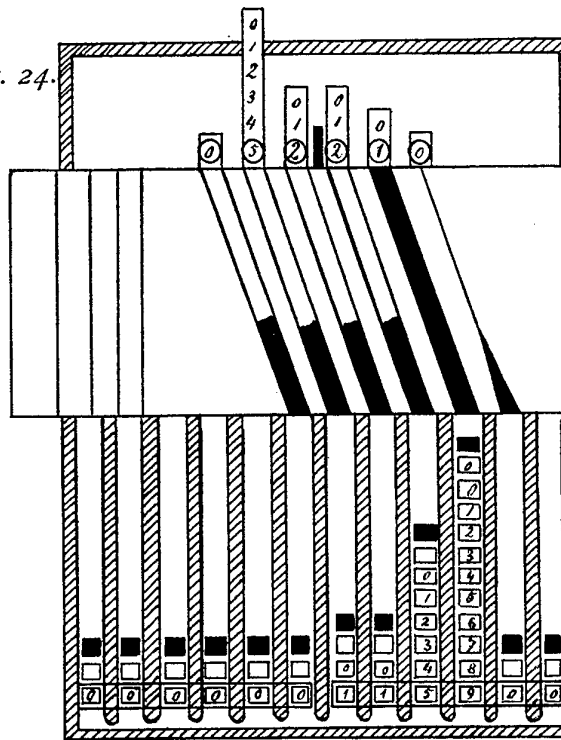


Fig. 25.

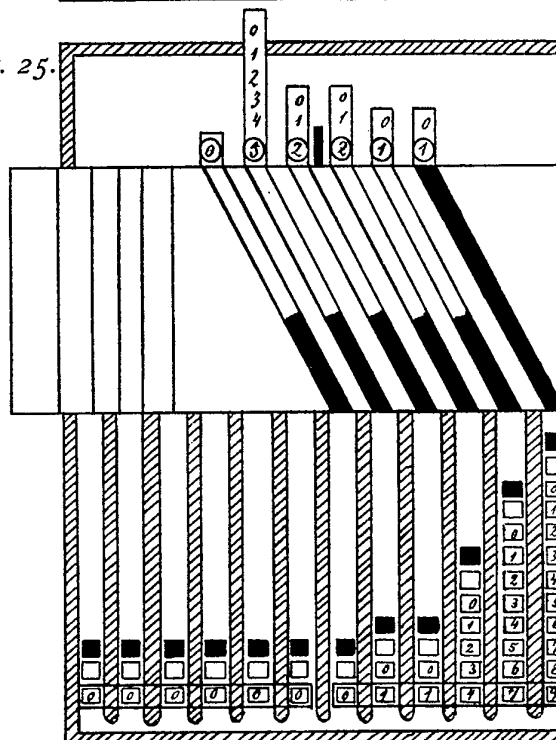
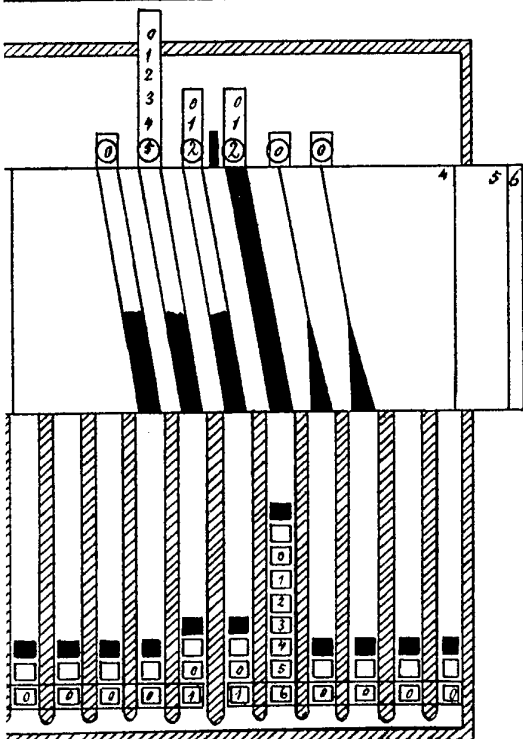


Fig. 26.

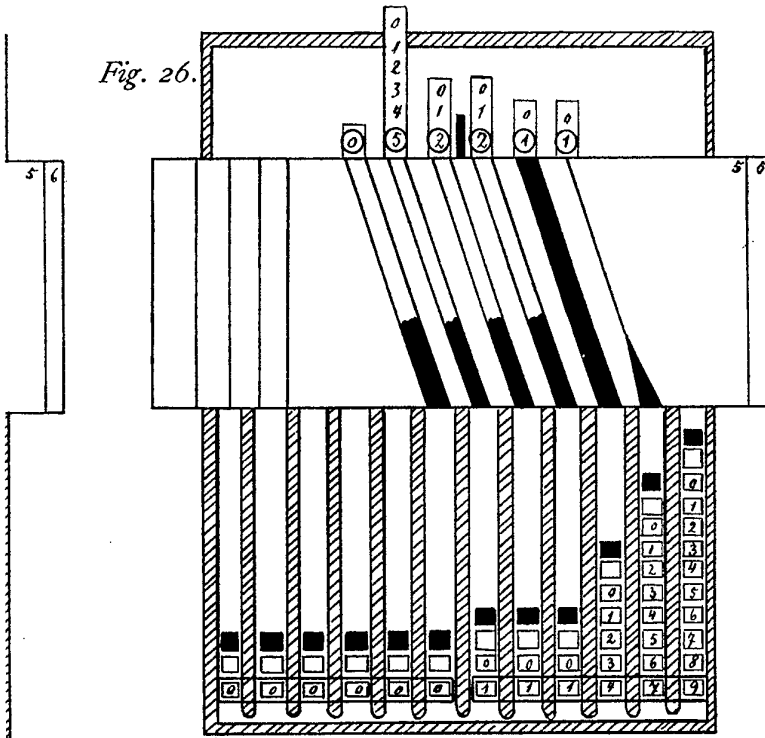
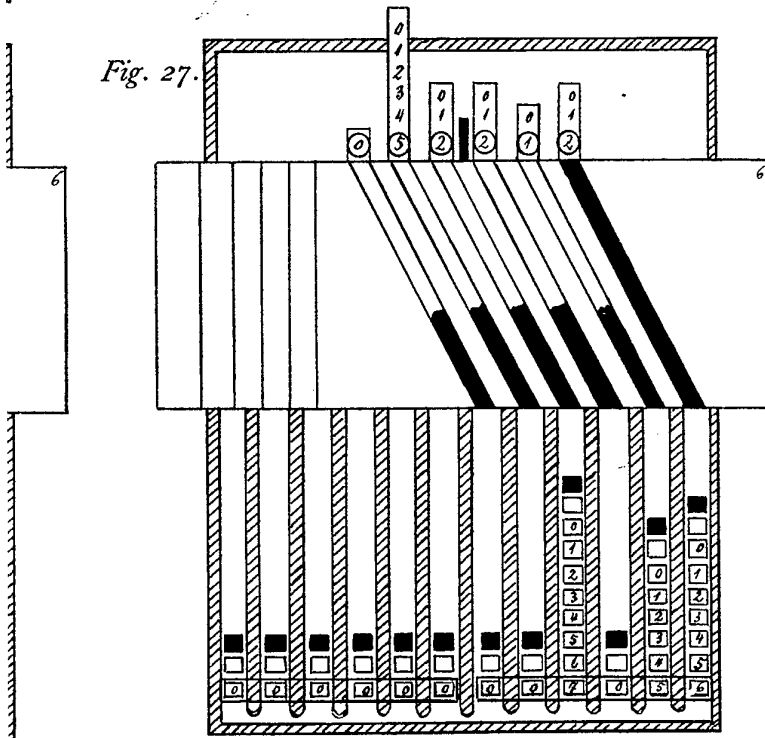


Fig. 27.



EMIL BERNER IN STUTTIGART.

Rechenvorrichtung zum Ausziehen von Quadrat- und Kubikwurzeln, sowie zum Erheben von Zahlen in die zweite und dritte Potenz.

Fig. 28.

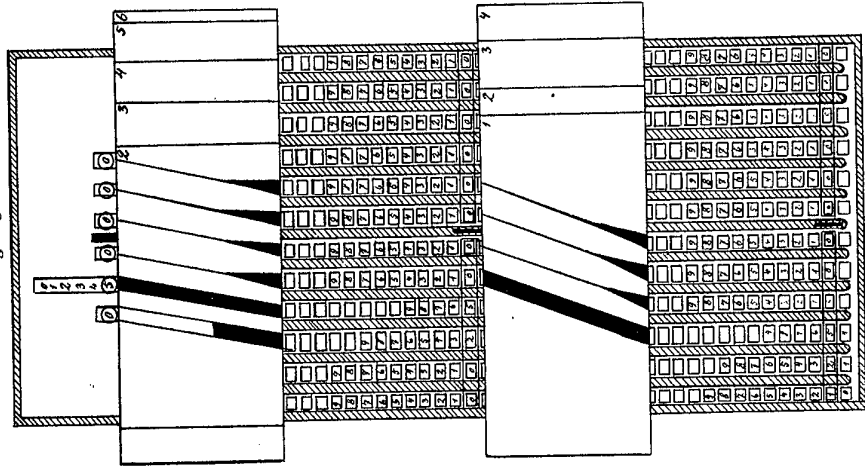


Fig. 29.

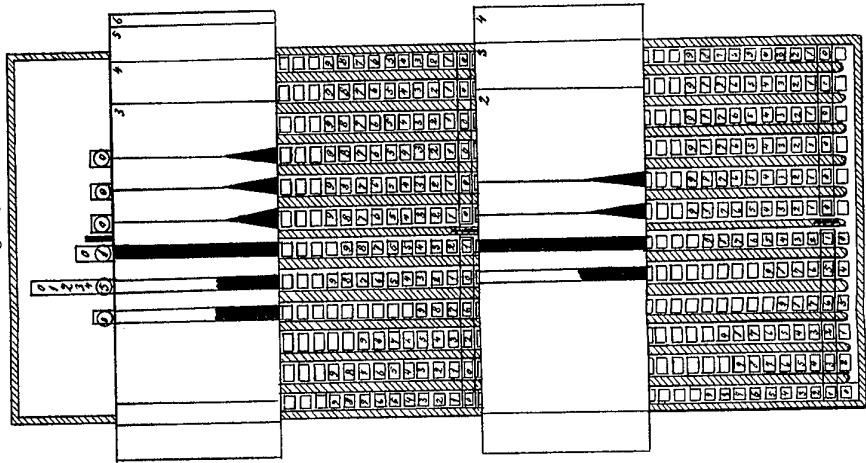
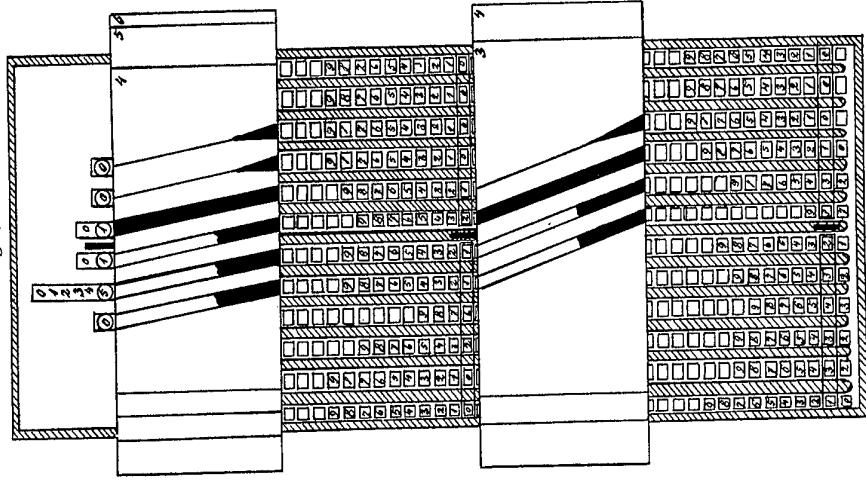


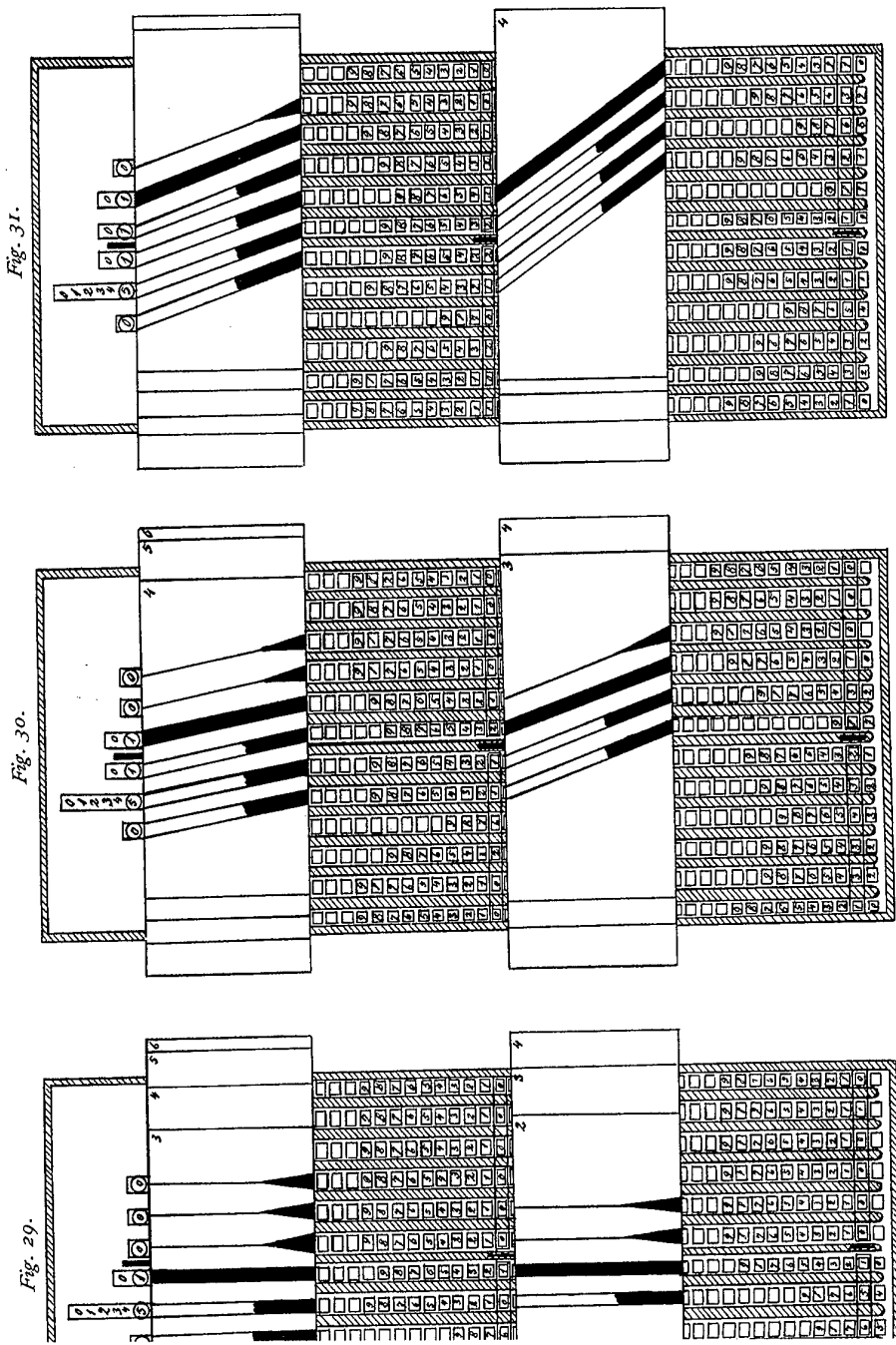
Fig. 30.



EMIL BERNER IN STUTTGART.

Vorrichtung zum Ausziehen von Quadrat- und Kubikwurzeln, sowie zum Erheben von Zahlen in die zweite und dritte Potenz.

Blatt V.

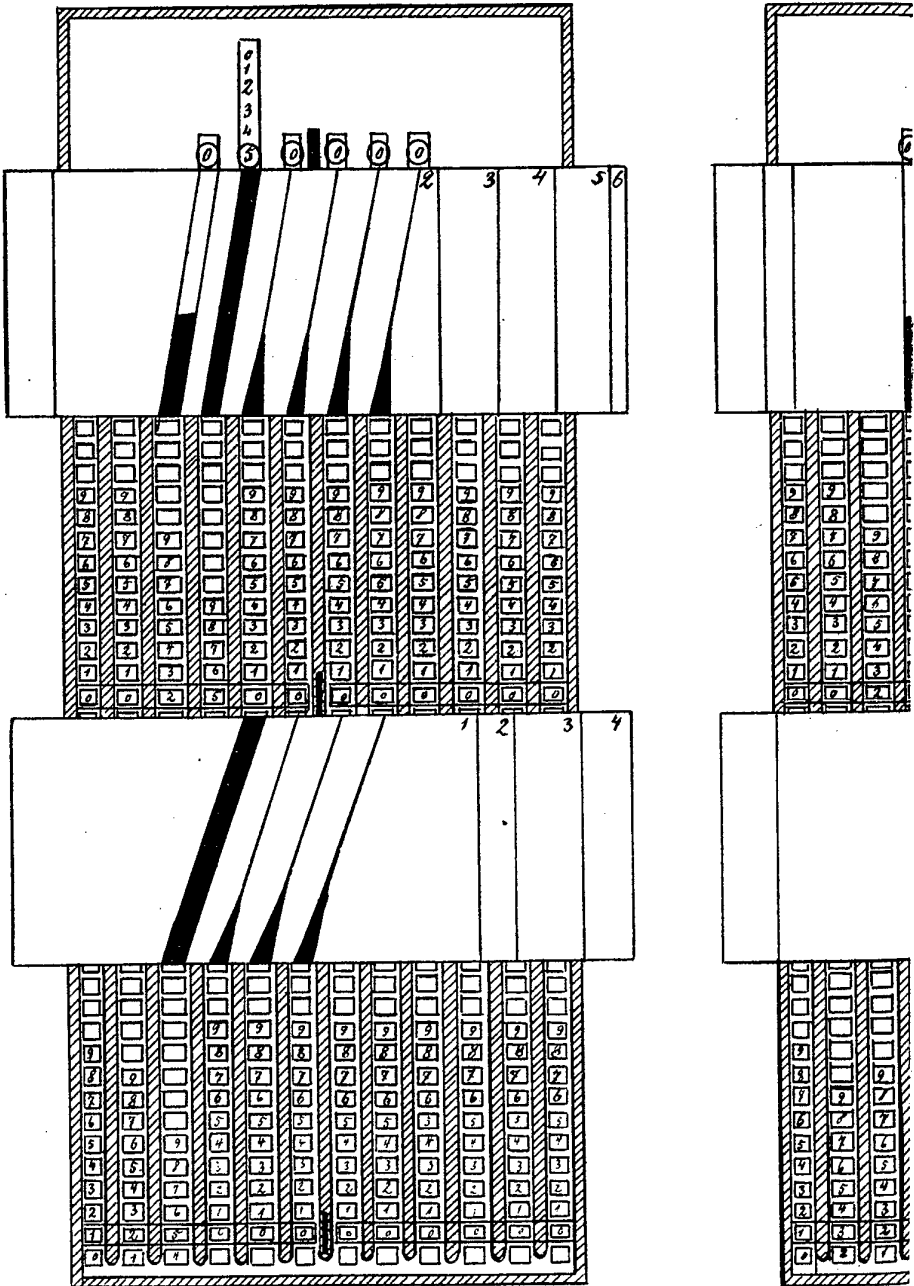


Zu der Patentschrift

№ 49589.

PHOTOG. DRUCK DER REICHSDRUCKEREI

Fig. 28.



EMIL BERNER IN STUTTGART.

vorrichtung zum Ausziehen von Quadrat- und Kubikwurzeln, sowie zum Erheben von Zahlen in die zweite und dritte Potenz.

Fig. 29.

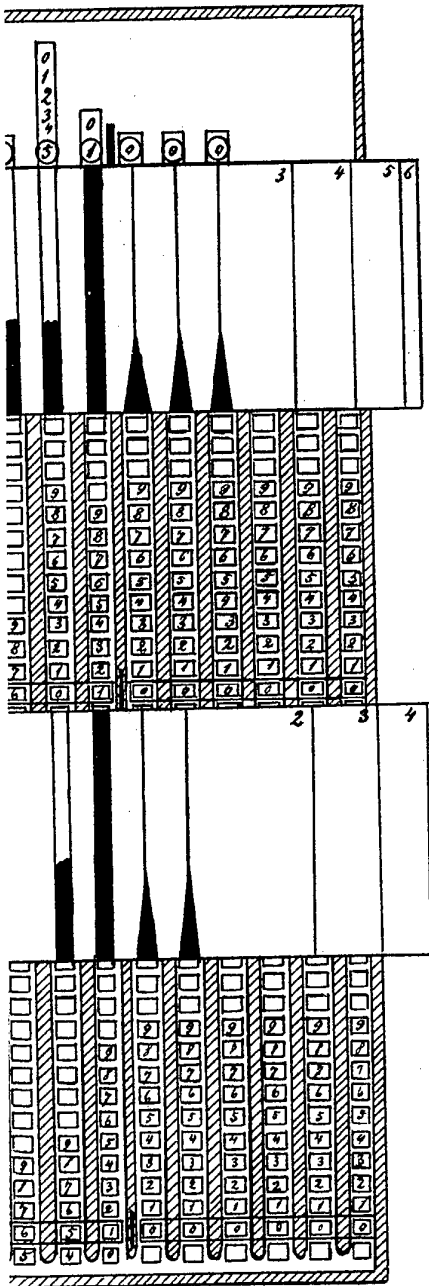


Fig. 30.

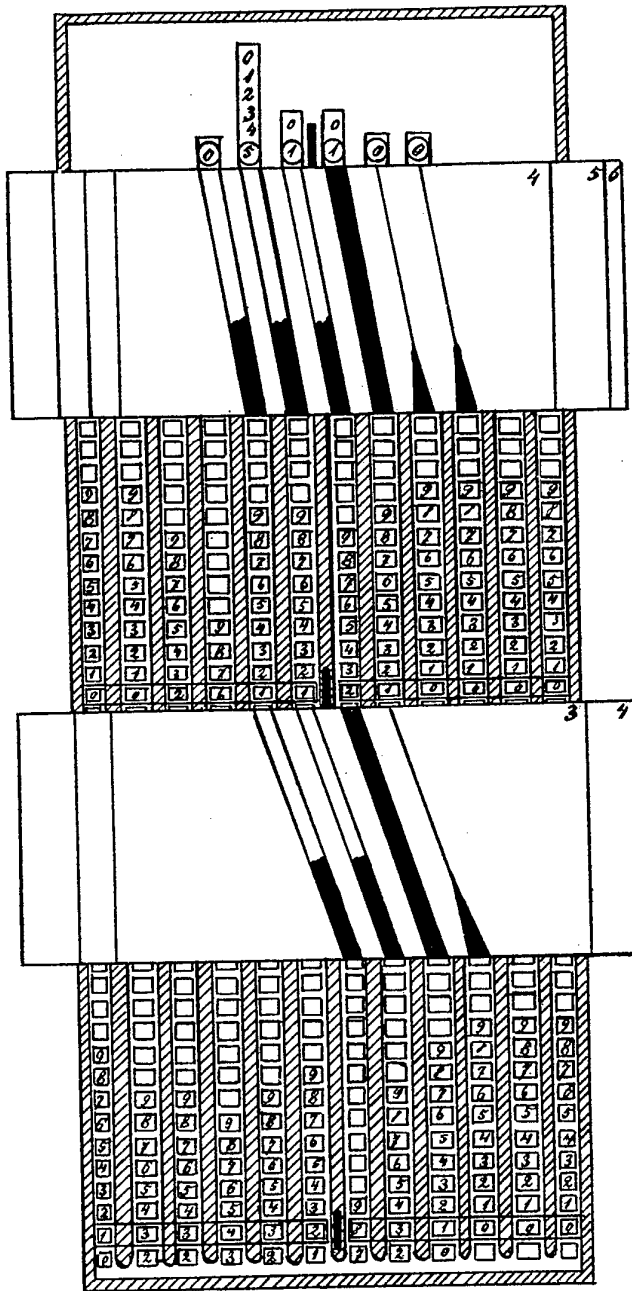
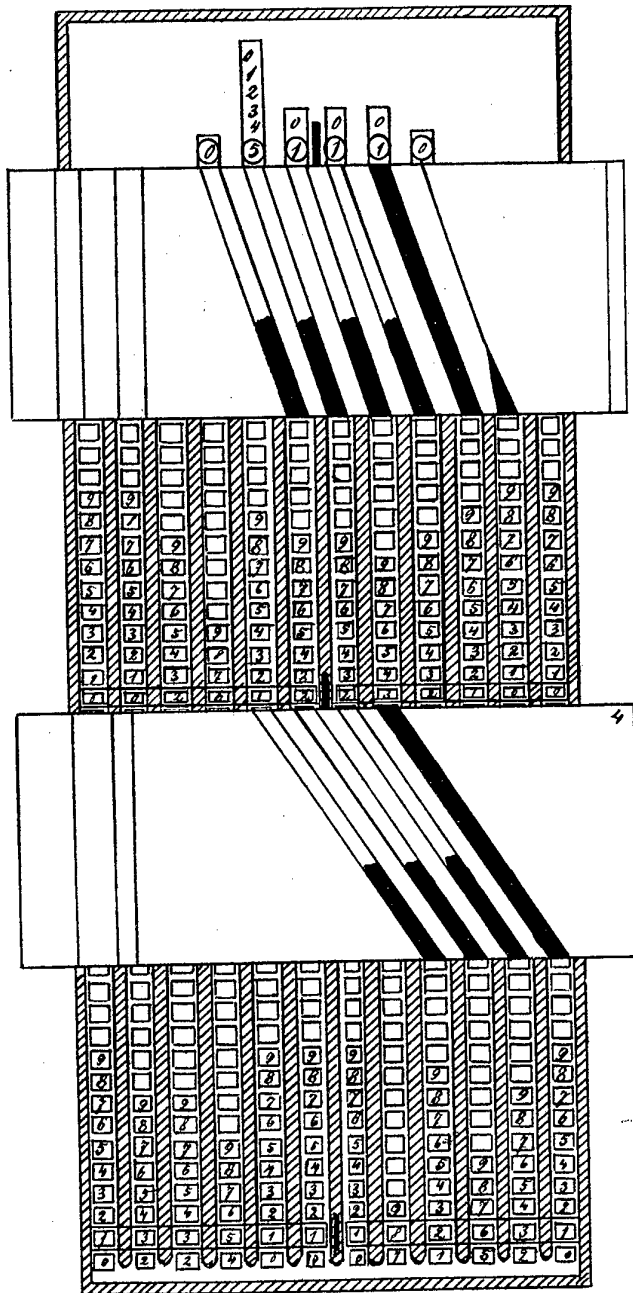


Fig. 31.



Zu der Patentschrift

№ 49589.