und $b$ auch eine Umdrehung der Hülfsaxe $C$. Wie die letztgedachte Umdrehung von $C$ dazu verwendet wird, um durch die Stirnräder $c$ und $d$ der Schraubenspindel $E$ des Querschlittens die zu dessen Verschiebung erforderliche Umdrehung mitzutheilen, ist aus der Figur selbst ersichtlich.

§. 171. **Wechselräder.** Bei der Verwendung der Drehbank zum Gewindeschneiden mittelst der Leitspindel ist es von besonderer Wichtigkeit, aus den vorhandenen Versatz- oder Wechselrädern die gerade dienlichen auszuwählen. Wie bereits in Th. III, 1 an der betreffenden Stelle angeführt wurde, ist die Zahl der möglichen Zusammenstellungen von je vier Rädern schon bei einer nur mäßigen Anzahl vorhandener Wechselräder eine sehr große, wie hier in Kürze wiederholt werden möge.

Gesetzt, man habe im Ganzen $n$ verschieden große Wechselräder, von denen irgend zwei zur Bildung eines Vorgeleges mit einander in Eingriff gebracht werden können, so läßt sich ein solches Vorgelege offenbar $n(n-1)$ mal bilden. Sind zwei dieser Räder zu dem Zwecke herausgegriffen, so gilt für die verbleibenden $n-2$ Räder dieselbe Betrachtung, wonach sich aus denselben noch $(n-2)(n-3)$ mal ein Paar herausnehmen läßt. Sollen also für die Drehbank vier Räder in der oben besprochenen Weise zu einem doppelten Vorgelege vereinigt werden, so erhält man die Anzahl der möglichen Vereinigungen dieser Art zu $n(n-1)(n-2)(n-3)$, von denen, da je zwei mit einander übereinstimmen, $\frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{2}$ von einander verschieden sind. Die Grenzen, innerhalb deren sich die so zu erhaltenden Umsetzungsverhältnisse bewegen, sind durch $\frac{a_1 a_2}{b_1 b_2}$ und $\frac{b_1 b_2}{a_1 a_2}$ gegeben, wenn $a_1$ und $a_2$ die beiden kleinsten und $b_1$ und $b_2$ die beiden größten Zähnezahlen vorstellen.

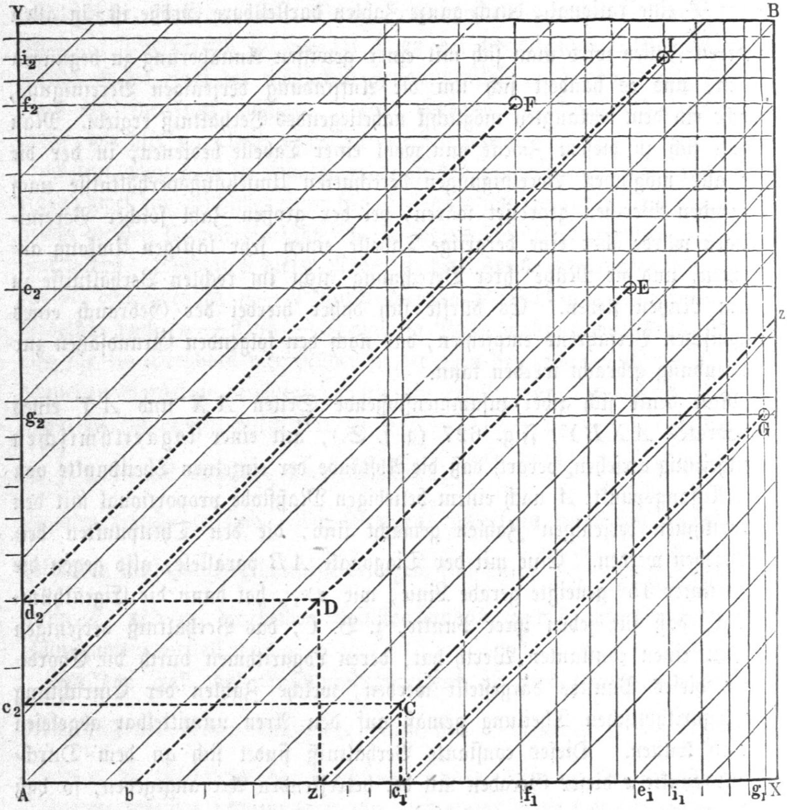
Für den Fall des Geschwindeschneidens ist das Gesammtumsetzungsverhältniß der beiden Vorgelege durch das Verhältniß $z = \frac{s_1}{s_2}$ gegeben, worin $s_1$ die Ganghöhe der Leitspindel und $s_2$ diejenige der herzustellenden Schraube bedeutet. Wenn man nun aus einem Satze vorhandener Wechselräder in einem bestimmten Falle diejenigen vier auswählen soll, die in ihrer Vereinigung das Umsetzungsverhältniß $z$ ergeben, so ist diese Aufgabe wegen der großen Zahl der möglichen Vereinigungen in der Regel weitläufig und zeitraubend, denn es bestimmt sich beispielsweise für 20 Versatzräder diese Zahl nach dem Vorstehenden zu $\frac{20 \,.\, 19 \,.\, 18 \,.\, 17}{2} = 58140$.
Man verfährt meistens in der Art, daß man zunächst zwei Räder $a$ und $b$ für ein Vorgelege nach Gutdünken auswählt, und mit deren Verhältniß

$z_1 = \frac{a_1}{b_1}$ in das geforderte Umsetzungsverhältniß $z$ dividirt, worauf man zwei andere Räder $a_2$ und $b_2$ so zu bestimmen trachtet, daß deren Verhältniß möglichst nahe gleich dem gefundenen Quotienten $\frac{z}{z_1} = z_2$ ist. Auf eine vollkommen genaue Lösung der Aufgabe wird man natürlich nur in solchen Fällen rechnen dürfen, wo das geforderte Umsetzungsverhältniß $z = \frac{s_1}{s_2}$ eine rationale, durch ganze Zahlen darstellbare Größe ist; in allen anderen Fällen wird man sich mit einer gewissen Annäherung zu begnügen haben, und es handelt sich um die Auffindung derjenigen Vereinigung, welche ein dem verlangten möglichst naheliegendes Verhältniß ergiebt. Man könnte sich zu diesem Zwecke nun wohl einer Tabelle bedienen, in der die für alle möglichen Vereinigungen berechneten Umsetzungsverhältnisse nach steigenden Werthen geordnet wären, bei der großen Zahl solcher Vereinigungen würde aber eine derartige Tabelle einen sehr lästigen Umfang annehmen, und die Mühe ihrer Berechnung nicht im rechten Verhältnisse zu ihrem Nutzen stehen. Es dürfte sich daher hierbei der Gebrauch eines graphischen Verfahrens empfehlen, das nach den folgenden Grundsätzen zur Anwendung gebracht werden kann.

Man denke sich zwei zusammenstoßende Seiten $AX$ und $AY$ eines Quadrates $AXBY$, Fig. 627 (a. f. S.), mit einer logarithmischen Eintheilung versehen, derart, daß die Abstände der einzelnen Theilpunkte von dem Anfangspunkte $A$ nach einem beliebigen Maßstabe proportional mit den Logarithmen derjenigen Zahlen gemacht sind, die den Theilpunkten beigeschrieben werden. Eine mit der Diagonale $AB$ parallele, also gegen die Axen unter 45° geneigte gerade Linie, wie $zz_1$, hat dann die Eigenthümlichkeit, daß für jeden ihrer Punkte, z. B. $C$, das Verhältniß derjenigen Zahlen einen constanten Werth hat, deren Logarithmen durch die Coordinaten dieses Punktes dargestellt werden, welche Zahlen der Einrichtung der logarithmischen Theilung gemäß auf den Axen unmittelbar abgelesen werden können. Dieses constante Verhältniß findet sich an dem Durchschnittspunkte $z$ dieser Geraden mit der betreffenden Axe angegeben, so daß $z = \frac{c_1}{c_2}$ ist, wenn mit den Buchstaben $z$, $c_1$ und $c_2$ die bei diesen Buchstaben stehenden Zahlen bezeichnet werden, deren Logarithmen durch die Abstände $Az$, $Ac_1$, $Ac_2 \ldots$ dieser Punkte von $A$ gemessen werden. Jede solche unter 45° gegen die Axen geneigte gerade Linie entspricht also einem ganz bestimmten, an ihrem Axenpunkte abzulesenden Umsetzungsverhältnisse, wie es je zwei solchen Rädern zukommt, deren Zähnezahlen mit den Werthen übereinstimmen, die sich an den Projectionen irgend eines Punktes dieser geraden Linie auf die Axen eingeschrieben finden.

Denkt man sich nun irgend ein Verhältniß $z = \frac{s_1}{s_2}$ gegeben, dessen Werth in der Figur bei $z$ abgelesen werde, indem $Az = log\, z$ ist, so erkennt man zunächst, daß für irgend zwei diagonale Linien, wie $bE$ und $d_2F$, deren mit $AX$ paralleler Abstand gleich $Az$ ist, die Summe der beiden Ab-

Fig. 627.




schnitte $Ab$ und $Ad_2$ auf den Axen denselben Werth wie $Az$ hat, denn es ist $Az = Ab + bz = Ab + zD = Ab + Ad_2$. Demgemäß hat man den Eigenschaften der Logarithmen zufolge $b \cdot d_2 = z$, wenn wieder $b$ und $d_2$ die den Geraden $bE$ und $d_2F$ zugehörigen Umsetzungsverhältnisse bedeuten, und unter $z$ das verlangte Umsetzungsverhältniß $\frac{s_1}{s_2}$ verstanden wird, dem die Diagonale $zz_1$ zugehört.

In gleicher Art hat man auch für die beiden Diagonalen $c_1 G$ und $c_2 I$, welche durch die Projectionen $c_1$ und $c_2$ eines beliebigen Punktes $c$ der Geraden $z z_1$ gehen, die Beziehung $A c_1 - A c_2 = A z$, woraus man folgert, daß $z = \frac{c_1}{c_2} = c_1 \cdot \frac{1}{c_2}$ ist.

Will man nun die betreffende Tafel, Fig. 627, benutzen, um für ein bestimmtes Verhältniß $z = \frac{s_1}{s_2}$ die geeignetsten Zahnräder auszuwählen, so zeichnet man zunächst durch alle diejenigen Punkte auf jeder der Axen $A X$ und $A Y$, welche den Zähnezahlen der vorhandenen Versatzräder entsprechen, die zu dieser Axe senkrechten geraden Linien, wodurch man ein Netz von rechtwinkelig sich kreuzenden Linien erhält, in welchem jeder nicht gerade auf der mittleren Diagonale $A B$ liegende Durchschnittspunkt, wie z. B. $E$, der Verbindung von zwei verschiedenen Zahnrädern entspricht, deren Zähnezahlen durch die Fußpunkte $e_1$ und $e_2$ seiner Coordinaten angegeben werden. Zur Erleichterung wird man sich auch noch einer Schaar von schrägen Linien bedienen, welche über die ganze Fläche des Quadrates parallel zu dessen Diagonale $A B$ gelegt sind, und von einander nur einen geringen Abstand von 1 bis 2 mm haben mögen. Nimmt man nun vorläufig nach Gutdünken irgend zwei Räder, z. B. $e_1$ und $e_2$, für das eine Räderpaar an, durch die der Punkt $E$ festgelegt wird, und denkt man durch den letzteren die schräge Linie $E b$, welche von der in $z$ senkrecht zu $A X$ gezogenen Geraden in $D$ getroffen wird, so hat man nur von dem letzteren Durchschnittspunkte $D$ parallel mit $A X$ bis zur anderen Axe $A Y$ zu ziehen, wodurch man auf dieser Axe den Punkt $d_2$ erhält. Verfolgt man die durch diesen Punkt $d_2$ gehende schräge Linie, und findet, daß dieselbe durch einen Schnittpunkt der gedachten, sich rechtwinkelig kreuzenden Netzlinien genau hindurch geht, wie z. B. in $F$ angedeutet ist, so erhält man in den Fußpunkten $f_1$ und $f_2$ von dessen Coordinaten die Zähnezahlen für das andere Räderpaar, so daß man das gesuchte Verhältniß $z = b \,.\, d_2$ durch $\frac{e_1}{e_2} \,.\, \frac{f_2}{f_1}$ erhält.

Hätte man das Verhältniß des willkürlich anzunehmenden Räderpaares größer als $z$, etwa gleich $c_1$ gewählt, indem man Räder mit $g_1$ und $g_2$ Zähnen für das eine Vorgelege voraussetzte, wodurch der Punkt $G$ festgelegt wird, so hätte man von $c_1$ senkrecht aufwärts bis zum Schnitt $C$ mit der schrägen Linie $z z_1$ des geforderten Verhältnisses $z$ zu gehen, und von da zur Axe $A Y$ herüber zu dem Punkte $c_2$. Die durch diesen letzteren Punkt hindurchgehende schräge Linie liefert dann in einem Durchschnitte der rechtwinkelig sich kreuzenden Netzlinien wie $I$ die betreffenden Räder mit $i_1$ und $i_2$ Zähnen, aus denen man das zweite Räderpaar zusammenzusetzen hat. Für diesen

Fall erhält man das gesuchte Verhältniß $z = \frac{c_1}{c_2}$ durch $\frac{g_1}{g_2} \cdot \frac{i_1}{i_2}$ ausgedrückt, so daß das zweite Vorgelege aus den Zahnrädern mit $i_1$ und mit $i_2$ Zähnen zu bilden ist.

Hierbei ist immer vorausgesetzt worden, daß die benutzte schräge Linie genau durch einen Schnittpunkt der rechtwinkelig sich kreuzenden hindurchgehe; wenn dies nicht der Fall ist, wenn vielmehr ein so benutzter Schnittpunkt wie $I$ um eine geringe Größe außerhalb der benutzten durch $c_2$ gehenden schrägen Linie liegt, so erhält man durch die Verwendung der betreffenden Räder $i_1$ und $i_2$ eine Umsetzung, die nicht genau gleich der verlangten ist, sondern sich von derselben um so mehr unterscheidet, je weiter der Kreuzungspunkt $I$ von der schrägen Linie entfernt ist. Man wird daher in solchem Falle von mehreren zur Auswahl in Betracht kommenden Kreuzungspunkten denjenigen zu wählen haben, welcher der betreffenden schrägen Linie am nächsten liegt. Erzielt man auf solche Weise nicht die genügende Genauigkeit, so kann man dasselbe Verfahren leicht wiederholen, indem man jetzt ein anderes Räderpaar für das eine Vorgelege willkürlich annimmt. Bei der großen Anzahl der möglichen Vereinigungen von je zwei Rädern, die mit der Anzahl der Schnittpunkte der sich rechtwinkelig kreuzenden Linien übereinstimmt, wird man in jedem Falle die gestellte Aufgabe mit einer ausreichenden Annäherung lösen können.

Die mit einer solchen Bestimmung verbundene Genauigkeit hängt, wie bei allen graphischen Ermittelungen, von der Größe der Zeichnung ab, so daß es sich empfehlen wird, für dieselbe einen nicht zu kleinen Maßstab zu Grunde zu legen. Für den Fall aber auch, daß die erzielbare Genauigkeit nicht ausreicht und die numerische Rechnung daher nicht zu entbehren ist, kann man sich des hier angegebenen graphischen Hülfsmittels doch vortheilhaft bedienen, um schnell eine Auswahl unter den vielen möglichen Rädervereinigungen zu treffen und dadurch die numerische Berechnung auf ein geringes Maß zu beschränken.

§. 172. **Revolversupport.** Diese Bezeichnung führt eine Einrichtung des Supports, durch welche die Drehbank besonders geeignet wird, zur Massenerzeugung gewisser Gegenstände zu dienen, die in großer Anzahl herzustellen sind, und von denen man eine genaue Uebereinstimmung in Bezug auf die Form und die Abmessungen fordert. Solche Gegenstände sind z. B. Stifte, Unterlegscheiben, Schraubenmuttern, sowie namentlich die kleineren Befestigungsschrauben, die für gewisse Zweige der Metallverarbeitung, z. B. für die Waffenfabrikation und den Bau von Nähmaschinen vielfach gebraucht werden. Wollte man diese Gegenstände durch Handarbeit herstellen, so würde hiermit ein erheblicher Zeitverlust verbunden sein, und zwar nicht nur wegen