

OKR_0L_0 in OL_0 die theoretische Triebkraft zu entnehmen. Gesezt nun, die Bewegungsrichtung des treibenden Punktes O der Fläche AB wäre nicht nach OL , sondern nach OL_1 gerichtet, so würde das Parallelogramm OKR_1L_1 in OL_1 die erforderliche Triebkraft ergeben. Diese Kraft wird um so größer werden, je mehr ihre Richtung OL_1 sich der Reactionsrichtung OG nähert, und man würde sie unendlich groß erhalten, wenn beide Richtungen zusammenfielen. In diesem Falle würde also überhaupt eine Bewegung nicht möglich sein, wie groß man auch die treibende Kraft annehmen wollte, und man schließt daraus, daß die Möglichkeit der Bewegungsübertragung durch zwei auf einander gleitende Flächen an die Bedingung geknüpft ist, daß die Bewegungsrichtung des treibenden Punktes mit der gemeinschaftlichen Normale der Flächen einen Winkel bildet, welcher den Reibungswinkel an Größe übertrifft.

Aus der vorstehend gefundenen Beziehung

$$v : v_1 = \sin \beta : \sin \alpha$$

geht hervor, daß das Verhältniß der Geschwindigkeiten der beiden Axen in jedem Augenblicke von der Neigung abhängig ist, welche die Berührungstangente mit den Bewegungsrichtungen der zur Berührung kommenden Punkte bildet, also von der Form der beiden Flächen. Man wird daher in jedem einzelnen Falle die Profile der beiden auf einander wirkenden Flächen so zu bestimmen haben, daß die Bewegungsübertragung in der verlangten Weise vor sich geht. Wie dies geschehen kann, soll an einigen Beispielen gezeigt werden.

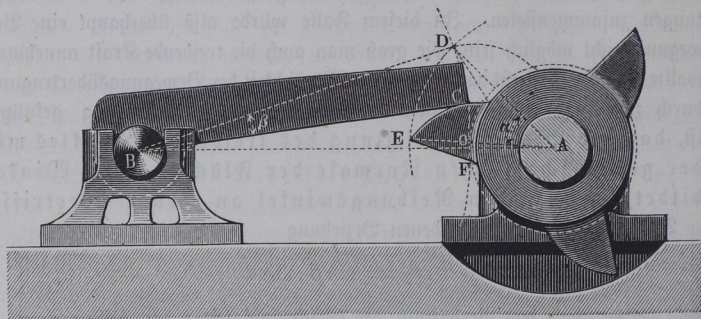
Daumen. In der Praxis ist häufig die Aufgabe zu erfüllen, durch die gleichmäßige Drehung einer Welle einen um eine Axe oscillirenden Hebel in abwechselnde Schwingungen zu versetzen. Dieser Fall findet namentlich bei der Bewegung von Stirn- und Schwanzhämmern statt, und zwar derart, daß von der treibenden Welle nur die Erhebung des Hammerarms zu bewirken ist, während die Rückbewegung desselben durch das Hammergewicht geschieht, so daß durch den Fall des Hammers eine gewisse nützliche Arbeit zum Schmieden von Metall oder Zerkleinern harter Körper verrichtet werden kann. Zu diesem Behufe versteht man die treibende Welle mit einer oder mehreren Hervorragungen, welche den Namen **Daumen** oder **Hebedaumen** erhalten, und durch deren Form nach dem Vorstehenden wesentlich die Art bedingt ist, in welcher die Erhebung des Hammers erfolgt.

Setzt man zunächst als einfachsten Fall denjenigen voraus, in welchem bei einer gleichmäßigen Drehung der Daumenwelle die Hammeraxe ebenfalls mit gleichmäßiger Geschwindigkeit bewegt werden soll, so stimmt die Bewegungsübertragung mit derjenigen zweier Zahnräder für ein constantes Umfengungs-

§. 160.

verhältniß überein, und man kann die im zweiten Capitel über die Verzahnung von Rädern gefundenen Regeln ohne Weiteres zur Anwendung bringen. Sei z. B. *A*, Fig. 607, die mit den Hebedaunen zu verschende Triebwelle und *B* die Aze eines Stirnhammers, dessen Hebel durch die Wir-

Fig. 607.



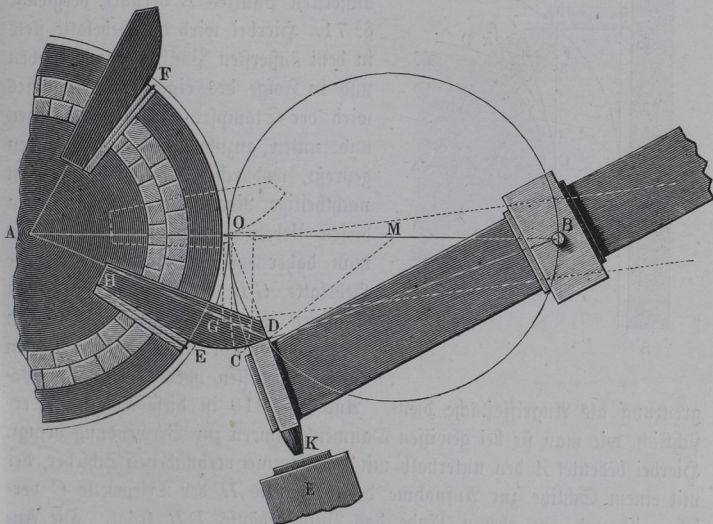
fung eines Daumens *CE* mit gleichmäßiger Geschwindigkeit durch den Winkel $CBD = \beta$ bewegt werden soll, und möge $\alpha = EAD$ den Winkel bedeuten, um welchen die Daumenwelle während dieser Erhebung von *BC* sich drehen soll. Man findet dann durch die bekannte Beziehung

$$AO : BO = \beta : \alpha$$

in *O* denjenigen Punkt der Centrallinie *AB*, in welchem sich die Theilkreise zweier Stirnräder berühren, deren Bewegungsübertragung mit derjenigen des vorliegenden Systems übereinstimmt. Nach Feststellung dieser Theilkreise bietet dann die Bestimmung der Form, welche dem Daumen *CE* zu geben ist, keine Schwierigkeiten dar. Nimmt man z. B. an, der Hebel *BC* solle von dem Daumen stets in einem und demselben Punkte *C* berührt werden, so hat man diesen Punkt *C* als den Zahn des Rades *B* aufzufassen, und man erhält nach §. 72 als zugehörige Form des Daumens diejenige Epicycloide, die der Theilkreis *BO* bei seiner Abwälzung auf dem Theilkreise *AO* erzeugt, da man sich denken kann, der Punkt *C* sei durch innerliche Wälzung des Theilkreises *BO* in sich selbst erzeugt. Die Begrenzung des Daumens in *E* erhält man aus der Grenzlage *BD* des Hebels, wenn man um *A* den Kreis durch *D* beschreibt. Die hintere, niemals zur Wirkung kommende Fläche *EF* des Daumens hat man beliebig, jedoch derart anzunehmen, daß das freie Fallen des Hebels nach gescheneher Hebung nicht gehindert wird. Die hier angegebene Ausführung wird eine empfehlenswerthe indessen aus dem Grunde nicht sein, weil dabei die ganze bedeutende Reibung zwischen Daumen und

Hebel immer nur in dem Punkte *C* des letzteren stattfindet, daher ein schneller Verschleiß eintreten muß. Zur Vermeidung dieses Uebelstandes hat man nur etwa nöthig, einen erzeugenden Kreis von geringerm Halbmesser als *BO* anzunehmen, und man erhält demgemäß nach §. 70 die Formen für den Hebel und Daumen durch die entsprechende Hypo- und Epicykloide. Würde man z. B. bei dem Schwanzhammer, Fig. 608, die Angriffsfläche *DC* des

Fig. 608.

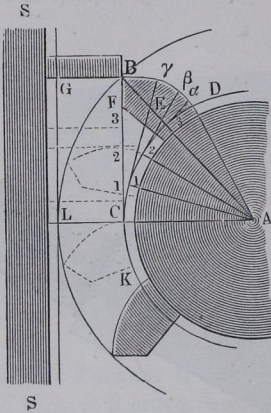


Hebels nach der Richtung des Radius *BC* annehmen, also einen Erzeugungskreis vom Durchmesser *BO* zu Grunde legen, so erhielte man die Daumenform entsprechend der Geradflankenverzahnung, §. 71, in der Epicykloide des Kreises vom Durchmesser *BO* auf dem Theilkreise *AO*. In derselben Weise lassen sich alle über die Verzahnung von Stirnrädern angegebenen Regeln in vorliegendem Falle auch auf die Daumen anwenden, und es läßt sich für irgend eine Fläche, welche als Angriffsfläche des Hebels angenommen wird, nach dem allgemeinen, in §. 69 angegebenen Verfahren die zugehörige Form des Daumens bestimmen.

Denkt man die Länge *BC* des Hebels größer und größer werdend, so geht die Bogenbewegung des Endpunktes *C* im Grenzzustande in eine geradlinige Verschiebung über, welcher Fall eine häufige Anwendung bei der Bewegung von Stampfen, Pochwerken zc. findet. Die Form des Daumens bestimmt man hierbei in derselben Weise, wie die der Zähne der in Zahnstangen

eingreifenden Getriebe. Ist z. B. *A*, Fig. 609, die Daumenwelle für einen in verticaler Richtung zu hebenden Stampfer *SS*, welcher mit einer horizontalen Platte *BG*, der sogenannten Hebelatte, versehen ist, so hat man, um eine Erhebung mit gleichmäßiger Geschwindigkeit zu erlangen, dem Daumen

Fig. 609.



zum Profile die Evolvente *BD* desjenigen um *A* beschriebenen Kreises zu geben, welcher die Bewegungsrichtung *BC* des äußersten Punktes *B* berührt, vergleiche §. 71. Hierbei wird die Hebelatte stets in dem äußersten Punkte *B* angetrieben und in Folge des einseitigen Angriffes wird der Stampfer *SS* gegen die oben und unten anzubringenden Führungen gepreßt, wodurch in diesen Führungen nachtheilige Reibungen entstehen. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, pflegt man daher meistens die hervorragende Hebelatte *GB* wegzulassen, und den Daumen in einen zu dem Behufe im Stampfer angebrachten Schlitz eintreten zu lassen, dessen obere horizontale Begrenzung als Angriffsfläche dient. Aus Fig. 610 ist diese Anordnung ersichtlich, wie man sie bei gewissen Daumenhämmern zur Verwendung bringt. Hierbei bedeutet *A* den unterhalb mit dem Hammer verbundenen Schieber, der mit einem Schlitz zur Aufnahme des Daumens *H* der Triebwelle *C* versehen ist und am oberen Ende das Buffergehäuse *DB* trägt. Die Angriffsfläche für den Daumen ist hier durch die ebene Bodenfläche *EE* eines hohlen Cylinders gebildet, welcher durch die Vermittelung elastischer Gummischeiden *rr* den vom Daumen erhaltenen Impuls in möglichst elastischer Weise, d. h. ohne erheblichen Stoßverlust auf den Hammerkörper überträgt. Das auf dem oberen Theile des Führungsgestelles angebrachte zweite Buffergehäuse *LF* dient dabei zur Aufnahme anderer Federn *rr* für einen zweiten Bufferkopf *K*, welcher durch die lebendige Kraft des aufgeschleuderten Hammers noch etwas in sein Gehäuse hineingedrückt wird, worauf die Energie des darauf folgenden Fallens durch die Elasticität der Gummischeiden *r* vergrößert wird.

Bei allen Curvengetrieben nämlich, bei denen beim Aufhören der Daumenwirkung der getriebene Theil eine bestimmte Geschwindigkeit v_1 besitzt, wird derselbe vermöge der in ihm angesammelten lebendigen Kraft sich noch weiter zu bewegen streben, auch nachdem der Daumen ihn verlassen hat. Bezeichnet M_1 die auf den Angriffspunkt des Daumens reducirte Masse (siehe Thl. I,

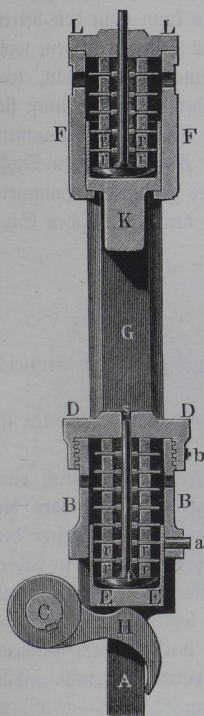
§. 306) des im Vorhergehenden betrachteten Hammers, so wird diese Masse vermöge der Geschwindigkeit v_1 eine lebendige Kraft $\frac{M_1 v_1^2}{2}$ besitzen, welche zu einer ferneren Erhebung des Hammers auf die Höhe $\frac{v_1^2}{2g} = h_1$ ausreicht.

Ist nun der Hammer durch den Daumen auf die Höhe h erhoben worden, und steigt er hierauf vermöge seiner Geschwindigkeit v_1 noch auf die Höhe h_1 , so wird der durch sein demnächstiges Fallen bewirkte Effect einer gesammten Fallhöhe $h + h_1$ entsprechend sein. Abgesehen von etwaigen Nebenhindernissen der Reibung *z.* wird dieser Vorgang zwar nicht mit einem Arbeitsverluste verbunden sein, da die zum Aufwerfen des Hammers erforderte Arbeit beim Fallen wieder vollständig ausgegeben wird, doch wird ein anderer Nachtheil insofern eintreten, als die Zeit wesentlich größer ausfällt, welche zu einem ganzen Spiel des Hammers, Aufsteigen und Fallen, gehört. Bei schnell gehender Daumenwelle könnte hierbei leicht der Fall eintreten, daß der Hammer von dem Daumen bereits von Neuem erfaßt würde, ehe er gänzlich niedergefallen ist. Darin ist der Grund zu suchen, warum man bei sehr schnell gehenden Hämmern die Bufferfeder in *FL*, Fig. 610, anbringt, welche hinsichtlich ihrer Wirkung übereinstimmt mit der Anwendung von sogenanntem Oberdampf bei schnellschlagenden Dampfhämmern. Auch bei schnellgehenden Hebelhämmern, wie z. B. bei den Schwanzhämmern der Stahl- und Frischhütten, wendet man eine in der Regel aus Holz dargestellte Prallfeder, den sogenannten Keitel, an, da ohne eine solche es gar nicht möglich sein würde, diese Hämmer bei einem Hube von etwa 0,20 bis 0,25 Meter in

der Minute 300 bis 350 Schläge ausführen zu lassen.

Während also der Auffangebuffer *K* den Zweck hat, die zu einem Spiele erforderliche Zeit zu vermindern, dient der Angriffsbuffer *EE* dazu, den Verlust an lebendiger Kraft nach Möglichkeit herabzuziehen, welcher beim Ergreifen des Hammers durch den Daumen in Folge des dabei auftretenden Stoßes sich einstellt. Ein solcher Stoß ist bei allen Daumen unvermeidlich, welche, wie die bisher betrachteten, eine gleichmäßige Bewegung des getriebe-

Fig. 610.



nen Theils erzeugen sollen, da diesem letzteren Theile, dieser Bedingung zufolge, aus dem Zustande der Ruhe sofort die Geschwindigkeit v_1 ertheilt wird. Durch die Anwendung des Angriffsbuffers BD wird dieser Stoß zu einem möglichst elastischen gemacht, derart, daß im ersten Augenblicke des Angriffs, wenn der Daumen die Platte EE ergreift, diese letztere in das Buffergehäuse hineingedrückt wird, wofelbst sie die Gummischeiben r zuvörderst comprimirt. Erst wenn deren Spannkraft das Hammergewicht übertrifft, beginnt die aufsteigende Bewegung des Hammers. Da die Federn, welche man zu dem Ende anwendet, niemals vollkommen elastisch sind, so kann man den betreffenden Arbeitsverlust durch dieses Mittel auch niemals ganz vermeiden, wohl aber beträchtlich herabziehen. Bei den Schwanzhämmern pflegt man, trotz ihres schnellen Ganges, Angriffsbuffer nicht anzuwenden, und man muß sich damit begnügen, die Stoßverluste durch möglich große Masse M der Daumenvelle thunlichst zu vermindern. Denn wenn M und M_1 die auf den Stoßpunkt reducirten Massen der stoßenden Welle und des gestoßenen Hammers bedeuten, so ist bei der Geschwindigkeit v die durch den unelastischen Stoß verloren gehende Arbeit durch

$$V = \frac{MM_1}{M + M_1} \frac{v^2}{2}$$

gegeben, welcher Werth um so geringer ausfällt, je größer M im Vergleich mit M_1 ist (siehe hierüber auch Thl. I, §. 370).

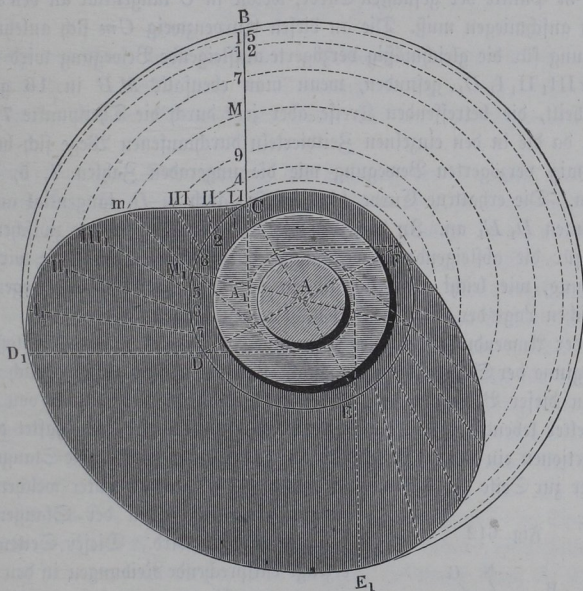
Bei den langsam gehenden Stirnhämmern in Walk- und Pochwerken ist dieser Arbeitsverlust meist nur unerheblich.

Man kann übrigens die Nachtheile des stoßweisen Angriffs durch eine solche Form des Daumens umgehen, vermöge deren der Hebel oder die Stange nur allmählig in Bewegung gesetzt wird, z. B. nach dem Gesetze der gleichförmig beschleunigten Bewegung. Stellt man diese Bedingung, so haben natürlich die für die Verzahnung der Stirnräder entwickelten Regeln keine Gültigkeit für die Bestimmung des Daumenprofils; letzteres muß vielmehr in jedem Falle dem Gesetze gemäß besonders ermittelt werden, nach welchem man die allmähliche Mittheilung der Geschwindigkeit vornehmen will. Ein Beispiel wird die Construction am einfachsten erläutern.

Es sei die Aufgabe gestellt, durch eine auf der gleichmäßig rotirenden Welle A , Fig. 611, angebrachte Curvenscheibe eine in der Richtung CB auf und ab verschiebbliche Stange so zu bewegen, daß das Aufsteigen und Absteigen der Stange zwischen C und B durch je eine Vierteldrehung der Ase A dergestalt bewirkt wird, daß die erste Hälfte des Weges gleichförmig beschleunigt, die zweite Hälfte gleichförmig verzögert durchlaufen wird, und soll die Stange zwischen dem Auf- und Absteigen jedesmal einem Stillstande unterworfen sein, welcher ebenfalls die Dauer einer Vierteldrehung hat.

Es möge dabei der Allgemeinheit wegen angenommen werden, daß die Bewegungsrichtung der Stange nicht durch die Axe A hindurchgeht. Theilt man zunächst den um A durch die Anfangslage C der Stange beschriebenen Kreis von C aus durch D , E und F in vier gleiche Theile, so erhält man in den Theilpunkten diejenigen Punkte, welche zur Zeit des Uebergangs der gedachten vier Perioden die Stelle des Ausgangspunktes C der Stange einnehmen. Es ist zunächst ersichtlich, daß für die Ruhepausen der Stange die Curvenscheibe concentrisch zu A begrenzt sein muß, und zwar wird der Quadrant

Fig. 611.



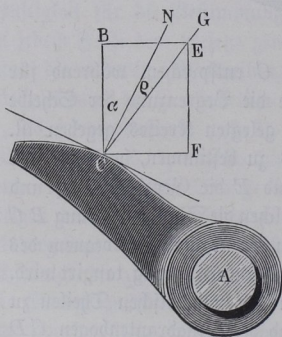
CF der Pause der Stange im tiefsten Punkte C entsprechen, während für den Stillstand der Stange in der höchsten Lage die Begrenzung der Scheibe durch einen Quadranten des durch B um A gelegten Kreises gegeben ist. Um die Endpunkte D_1 und E_1 dieses Bogens zu bestimmen, hat man nur nöthig, an die Radien AD und AE in D und E die Geraden DD_1 und EE_1 unter demselben Winkel α anzutragen, welchen die Stangenrichtung BC mit dem Anfangsradius AC bildet, zu welchem Zwecke man sich bequem des Kreises AA_1 bedienen kann, welcher durch die Stangenrichtung tangirt wird.

Um die curvenförmige Begrenzung zwischen den cylindrischen Theilen zu finden, halbire man die Hubhöhe CB in M und den Quadrantenbogen CD

in M_1 . Wenn M_1 nach C getreten ist, hat die Stange den Weg CM in gleichförmig beschleunigter Bewegung zurückgelegt. Da bei dieser Bewegung die in verschiedenen Zeiten durchlaufenen Räume sich wie die Quadrate der Zeiten verhalten, so ergibt sich von selbst folgende Construction: Man theilt den Bogen CM_1 in n gleiche Theile, in der Figur 4, und entsprechend den Weg CM in n^2 , in der Figur 16; zieht man nun durch die Theilpunkte 1, 4, 9 und M des geradlinigen Weges die um A concentrischen Kreise und durch die Theilpunkte 1, 2, 3 und M_1 des Bogens CM_1 die Tangenten an den Kreis AA_1 , so erhält man in den entsprechenden Schnittpunkten I, II, III und m Punkte der gesuchten Curve, welche in C tangential an den Kreis CF sich anschmiegen muß. Die an diesen Curvenzweig Cm sich anlehrende Begrenzung für die gleichmäßig verzögerte aufsteigende Bewegung wird ebenso in $mIII_1II_1I_1D_1$ gefunden, wenn man ebenfalls MB in 16 gleiche Theile theilt, die betreffenden Kreise aber jetzt durch die Theilpunkte 7, 12, 15 legt, da die in den einzelnen Zeitvierteln durchlaufenen Wege sich bei der gleichförmig verzögerten Bewegung wie die ungeraden Zahlen 7, 5, 3, 1 verhalten. Die erhaltene Curve schmiegt sich auch in D_1 tangential an den Quadranten D_1E_1 an. In derselben Weise läßt sich die Curve zwischen E_1 und F für die absteigende Bewegung zeichnen. Eine Symmetrie wird die Begrenzung, wie leicht ersichtlich ist, in dem vorliegenden Falle wegen der excentrischen Lage der Stange BC nicht zeigen können.

Bei der Anwendung des hier gefundenen Daumens wird ein Stoß bei dem Beginne der Stangenbewegung nicht stattfinden, und es wird auch beim Aufhören dieser Bewegung ein Arbeitsverlust durch Vernichtung von aufgesammelter lebendiger Kraft nicht verursacht werden. Dagegen haftet diesen Constructionen ein anderer Uebelstand an, darin bestehend, daß die Stange um so stärker zur Seite gedrückt wird, je spitzer der Winkel ist, unter welchem die Daumenbegrenzung von der Stangenrichtung geschnitten wird. Dieser Seitendruck erzeugt entsprechende Reibungen in den Führungen der Stange und dadurch Arbeitsverluste. Ist in Fig. 612 die Richtung des Stangenschubes durch CB und die Normale der Daumencurve in C durch CN gegeben, so erhält man den in C senkrecht zur Stange auf diese ausgeübten Seitendruck S in CF , wenn man den Winkel NCG gleich dem Reibungswinkel ϱ macht und die in dieser Richtung CG wirksam zu denkende Reaction R des Daumens nach den zu einander senkrechten Richtungen CB und CF zerlegt.

Fig. 612.



Bezeichnet man mit α den Winkel BCN der Stange mit der Normale, so findet man den zu einem Stangenwiderstande $Q = BC$ gehörigen Seitendruck zu

$$S = CF = Q \operatorname{tang}(\alpha + \varrho).$$

Dieser Seitendruck, welcher neue Reibungen in den Führungen erzeugt, wächst mit dem Winkel α und wird auch in dem Falle, wo $\alpha = 0$ ist, also z. B. in dem Beispiele Fig. 609, nicht gänzlich verschwinden, da auch hierbei ein Zurseiteziehen der Stange mit einer der Reibung

$$Q \operatorname{tang} \varrho = \mu Q$$

entsprechenden Kraft noch stattfindet. Wollte man diesen Seitendruck gänzlich vermeiden, so hätte man die Daumenform so zu entwerfen, daß die Subrichtung von der Normale der Curve um den Reibungswinkel ϱ abweicht.

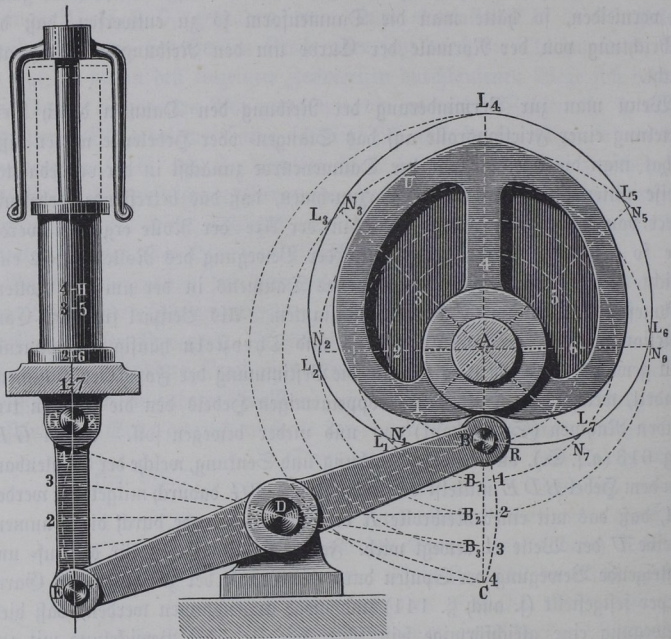
Wenn man zur Verminderung der Reibung den Daumen durch Vermittelung einer Frictionsrolle auf das Stangen- oder Hebelende wirken läßt, so hat man die Construction der Daumencurve zunächst in der vorgedachten Weise unter der Voraussetzung vorzunehmen, daß das betreffende Hebelende direct von dem Daumen und zwar in der Axe der Rolle ergriffen werde. Die so gefundene Curve, welche also der Bewegung des Rollenmittels entspricht, liefert dann die Begrenzung des Daumens in der um den Rollenhalsmesser von ihr abstehenden Aequidistanten. Als Beispiel für diese Construction sei der bei Spulmaschinen und Throsteln häufig vorkommende Fall gewählt, in welchem es sich um die Bestimmung der Form des Daumens handelt, welcher mit Hilfe eines doppelarmigen Hebels den die Spulen tragenden Rahmen (Spulenbank) auf und nieder bewegen soll. Es sei GH , Fig. 613 (a. f. S.), die verticale Erhebung und Senkung, welche der Spulenbank von dem Hebel BDE mittelst der Schubstange EG dadurch mitgetheilt werden soll, daß das mit einer Reibrolle R versehene Hebelende durch die Daumenscheibe U der Welle A bewegt wird. Ferner sei das Gesetz für die auf- und absteigende Bewegung der Spulen durch die Gestalt der zu windenden Garnkörper festgestellt (s. auch §. 141) und möge angenommen werden, daß diese Bewegung eine gleichförmige sein solle, wie sie einer Bewickelung mit cylindrischen Garnschichten entspricht. Man theilt dann den ganzen Weg der Spulenbank beim Auf- und Niedergange $GH + HG$ in eine beliebige Anzahl gleicher Theile und bestimmt die diesen Theilpunkten 1, 2, 3, 4 ... zugehörigen Lagen 11, 22, 33 etc. des Hebels EB . Ebenso theilt man den um A durch B beschriebenen Kreis in dieselbe Anzahl gleicher Theile und zieht die Radien $A1, A2, A3$ u. f. w. Diese Radien ergeben mit den entsprechenden um A durch die Theilpunkte des Bogens BC beschriebe-

nen Kreisen die Schnitte $N_1, N_2, N_3 \dots$. Weiter folgt aus der Figur, daß man die Daumencurve für den Mittelpunkt B der Rolle in

$$BL_1L_2L_3 \dots L_7B$$

erhält, wenn man an jeden Schnittpunkt N_n das Stück N_nL_n gleich B_nn anträgt, d. h. die zwischen dem Bogen und dem Radius BC gelegene Strecke der entsprechenden Hebelrichtung DB_n . Zeichnet man dann von möglichst vielen Punkten dieser Curve L Kreisbögen mit dem Rollenhalbmesser von R als Radius, so hüllen diese Kreise die gesuchte Profilvercurve U des Daumens ein. Man erkennt aus der Figur, daß auch hier die gefundene Curve

Fig. 613.

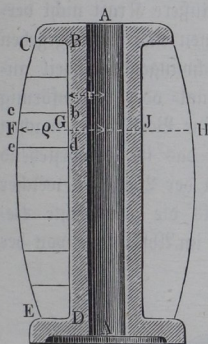


L nicht symmetrisch ist, obwohl die Schwingungen des Hebels ED nach beiden Richtungen in genau übereinstimmender Weise erfolgen. Symmetrisch wird das Daumenprofil nur werden, wenn die Bewegung des Punktes B eine durch die Ase A gehende Gerade ist, d. h. wenn es sich um die Verschiebung einer Stange handelt. In dem vorliegenden Falle kann man die Profilvercurve nur annähernd symmetrisch gestalten, wenn man, wie in der

Figur geschehen, die Anordnung so wählt, daß die Sehne BC des von B beschriebenen Bogens durch die Ase A hindurchgeht.

Wenn es sich für den hier behandelten Zweck der Spulenbewicklung darum handeln würde, dem Garnkörper eine andere als cylindrische Form, etwa eine

Fig. 614.



solche von dem Querschnitte $BDEC$, Fig. 614, zu ertheilen, so hätte man die Hubhöhe BD ebenfalls in eine beliebige, möglichst große Anzahl gleicher Theile wie bd zu theilen. Bei einer gleichmäßigen Garnlieferung der Maschine wird dann die Zeit, während welcher das Garn zwischen den Ebenen de und bc ausläuft, mit dem mittleren Durchschnitte FH des betreffenden Garnquantums proportional sein müssen, also mit der Fläche $\pi(\rho^2 - r^2)$ des Kreisringes $FGJH^*$. Ermittelt man daher der verlangten Spulenform gemäß diese Querschnitte in den Mitten der einzelnen Spulentheile, so findet man die Verhältniszahlen für die zugehörigen Drehungswinkel der

Daumenwelle, d. h. das Verhältniß, nach welchem eine halbe Umdrehung bei der Construction in Fig. 613 zu theilen ist.

Ebene Curvenscheiben. Bisher wurde immer stillschweigend vorausgesetzt, daß der Daumen der rotirenden Welle die Schwingung des Hebels oder der Stange nur nach der einen Richtung zu veranlassen habe, indem der Rückgang durch eine äußere Kraft, etwa das Eigengewicht des Hammers, der Spulenbank *zc.*, veranlaßt werde. Während bei den Hämmern und Stampfen dieser Rückgang ganz frei erfolgen soll, zu welchem Zwecke die Hinterseite des Daumens entsprechend zurücktreten muß, kann in den Fällen der Figuren 611 und 613 die Rückseite des Daumens nur dazu dienen, dem Hebel- oder Stangenende gerade nur die beabsichtigte Bewegung zuzulassen. Während daher der Antrieb für den Vorwärtsgang von dem Daumen auf den Hebel über-

§. 161.

*) Diese Bemerkung hat nur in dem Falle ihre Gültigkeit, in welchem, wie bei den Watermaschinen, die einlaufende Garnlänge fortwährend constant bleibt, wobei die Winkelgeschwindigkeit der durch den Faden mitgeschleppten Spule sich mit wechselndem Schichtendurchmesser natürlich ändert. Wenn dagegen, wie es bei den Spulmaschinen üblich ist, die Umdrehungszahl der direct durch Schnüre umgetriebenen Spulen constant, daher die aufgewundene Garnlänge veränderlich ist, so müssen sich die Zeiten, welche der Fadenführer zum Durchlaufen der einzelnen Spulentheile wie bd gebraucht, wie die Anzahl der in diesen Theilen enthaltenen Umwindungen, d. h. also wie die axialen Durchschnitflächen $bdec$, oder, bei gleichen und geringen Höhen bd , wie die radialen mittleren Dicken der Schichten $FG = \rho - r$ verhalten.