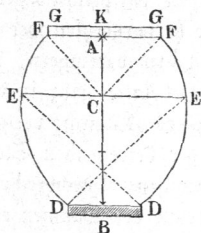


erhält bei nur einem in ihr arbeitenden Stampfer einen kreisförmigen Horizontalschnitt von 0,15 bis 0,22 m Weite am Boden, während für zwei Stampfer der Querschnitt elliptisch und zwar 0,15 bis 0,22 m breit und 0,30 bis 0,42 m lang gemacht wird. Die Tiefe der Gruben wählt man zu etwa $\frac{3}{4}$ des Stampferhubes, also zu 0,30 bis 0,40 m. Der eichene Grubenstoß selbst erhält eine Stärke von ungefähr 0,60 m. Die Länge richtet sich natürlich nach der Anzahl der Stampfer, deren Abstand von Mitte zu Mitte 0,60 bis 0,75 m beträgt. Vielfach setzt man den Grubenstoß auch aus zwei über einander liegenden Theilen zusammen, setzt auch wohl anstatt der eisernen Bodenplatte einen eisernen Topf ein oder füttert die Grubenwände mit Weißblech aus.

In Bezug auf die den Gruben zu gebende Profilform werden verschiedene Regeln von Praktikern angegeben, es möge hier nur die von Scholl¹⁾ empfohlene angeführt werden. Bezeichnet man die Hubhöhe des Stampfers

Fig. 10.



mit h und seine Dicke mit d , so soll man hiernach die Tiefe der Grube mit Ausschluß des cylindrischen Halses AK , Fig. 10, dessen Höhe etwa 30 mm beträgt, zu $AB = \frac{3}{4}h$ machen und in der Höhe $BC = \frac{1}{2}h$ über der Sohle eine Bauchweite $EE = 4d$ geben. Die Seiten des Profils werden dann oberhalb durch die Kreisbögen EF zum Mittelpunkte C und unterhalb durch Kreisbögen ED begrenzt, deren Mittelpunkte in E liegen. Das so erhaltene Profil

gilt bei Gruben mit einem Stampfer auch für den Längendurchschnitt, während man für die Gruben, in denen ein Stampferpaar arbeitet, in der Mitte AB des Profils noch ein Rechteck von einer Breite gleich dem Axenabstande a der beiden Stampfer einzuschalten hat.

Auf die Mängel, mit welchen die postenweise Verarbeitung des Materials in den Stampfergruben der Del- und Pulvermühlen verbunden ist, wurde bereits in §. 3 hingewiesen.

Evolventendaumen. Die Form der Hebedaumen wird meistens §. 6. nach denselben Regeln bestimmt, welche für die Zähne eines Triebrades gelten, das in eine Zahnstange eingreift (s. Th. III, 1). Hierbei geht man von der Bedingung aus, daß bei einer gleichmäßigen Umfangsgeschwindigkeit der treibenden Ase auch die Bewegung der Zahnstange oder hier des Stampfers stetig mit derselben Geschwindigkeit c erfolgen soll, mit welcher der Daumen in seinem Theilkreise sich dreht. Gewöhnlich giebt man der Hebe-

¹⁾ Ueber den Bau und Betrieb der Delmühlen von E. Scholl. 1844.

daß die rückwärtige Begrenzung des Daumens in BF so angeordnet werden muß, daß der Stampfer ungehindert herabfallen kann, sobald der äußerste Punkt B des Daumens aus der Eingriffslinie AB herausgetreten ist.

Der richtige Eingriff des evolventenförmigen Daumens kann nach den allgemein für Verzahnungen geltenden Regeln (s. Th. III, 1) nur oberhalb des Berührungspunktes A oder des Axenmittels C stattfinden, und man erkennt auch aus der Figur, daß bei einem Angriffe schon unterhalb der Horizontallinie AC der Daumen in schiefer Richtung auf die Hebelatte wirken muß, wodurch schädliche Reibungen in den Führungen veranlaßt werden. Man hat daher immer einen derartigen Angriff unterhalb der Aze zu vermeiden, und es empfiehlt sich deswegen, da der Stampfer wegen allmählig sich einstellender Abnutzung des Hochschuhes mit der Zeit tiefer herabsinkt, von vornherein die Anordnung so zu treffen, daß der Daumen die Hebelatte erst in einiger Höhe über der Aze ergreift. Zuweilen pflegt man auch von der Anordnung eines derartigen überaxigen Angriffes oder sogenannten Unterhubes zu dem Zwecke Gebrauch zu machen, um die Länge des zum Angriffe kommenden Evolventenbogens mit Bezug auf die Abnutzung des Daumens hinreichend groß zu erhalten, was besonders bei größerem Halbmesser AC des Theilkreises angezeigt erscheint, wie aus den folgenden Rechnungen sich ergeben wird. Es muß als ein weiterer Vorzug des evolventenförmigen Daumens angesehen werden, daß der richtige Eingriff hierbei nicht von einer veränderten Höhenlage der Hebelatte abhängig ist.

Die gegenseitigen Verhältnisse zwischen dem Daumen und der Hebelatte sind aus der Fig. 11 leicht zu erkennen. Bezeichnet $r = CA$ den Theilkreishalbmesser und $h = AB$ den Hub, sowie $\alpha = ACD$ den Winkel, um welchen sich die Daumenwelle während der Hebung dreht, so ist unter der Voraussetzung, daß ein Unterhub nicht angeordnet wird:

$$AB = h = \text{arc. } AD = r\alpha (1)$$

und es bestimmt sich die radiale Länge $l = BE$ des Daumens zu:

$$BE = l = BC - EC = \sqrt{h^2 + r^2} - r . . . (2)$$

Dieselbe Länge $l = BE = LA$ muß auch der Hebelatte mindestens gegeben werden, wenn für die Umdrehung des Daumens der genügende Raum vor dem Stampfer verbleiben soll, man pflegt die Hebelatte aber um eine gewisse Größe $HL = 25$ bis 40 mm länger zu machen, ebenso wie man den Theilkreishalbmesser CA um denselben Betrag JA größer wählt, als den Halbmesser CJ des Wellenquerschnittes.

Bei der Hebung gleitet der Daumen mit seiner ganzen Fläche DB unter dem Punkte B der Hebelatte nach außen, womit eine gewisse Reibungsarbeit

verbunden ist, die mit der Länge s dieses Evolventenbogens DB proportional ist. Diese Länge bestimmt sich leicht wie folgt: Bezeichnet man allgemein für irgend einen Punkt x der Evolvente mit ρ den Krümmungshalbmesser xy , welcher den Grundkreis in einem Punkte y berührt, der von dem Anfangspunkte D um den Winkel $DCy = \omega$ absteht, so hat man $\rho = r\omega$ und das Element der Evolvente für die unendlich kleine Drehung von ρ um den Winkel $\partial\omega$ ist daher durch

$$\partial s = \rho \partial \omega = r \omega \partial \omega$$

gegeben. Man erhält hiernach die Länge des Evolventenbogens DB durch Integration zwischen den Grenzen $\omega = 0$ in D und $\omega = \alpha$ in B mit Rücksicht auf (1) zu

$$s = \int_0^{\alpha} r \omega \partial \omega = \frac{r \alpha^2}{2} = \frac{h^2}{2r} \dots \dots (3)$$

Die Länge der Daumenfläche steht also im umgekehrten Verhältnisse mit dem Anhubshalbmesser r , und ebenso folgt aus

$$l = \sqrt{h^2 + r^2} - r \dots \dots (2a)$$

daß bei bestimmter Hubhöhe h die Länge der Hebelatte um so größer ausfällt, je kleiner der Halbmesser r gewählt wird. Es empfiehlt sich daher, zur Verminderung der Reibungswiderstände in den Führungen, welche mit l zunehmen, und an dem Daumen, welche mit s wachsen, den Anhubshalbmesser so groß zu wählen, daß die Länge s der Evolvente nicht größer ausfalle, als mit Rücksicht auf die Abnutzung gefordert werden muß.

Für eine mittlere Hubhöhe der Erzstampfer von $h = 8'' = 0,21$ m empfiehlt Kittinger eine Länge der Daumencurve von $s = 2,64'' = 0,07$ m, wofür der Anhubshalbmesser zu

$$r = \frac{h^2}{2s} = \frac{0,21^2}{2 \cdot 0,07} = 0,315 \text{ m}$$

folgt. Bei größeren Hubhöhen wird man den Daumenbogen beträchtlich größer annehmen müssen, wenn man nicht unbequem große Halbmesser r anwenden will, denn man würde z. B. für 0,4 m Hub einen Anhubshalbmesser von

$$r = \frac{0,4^2}{2 \cdot 0,07} = 1,14 \text{ m}$$

erhalten, welcher Halbmesser auch selbst bei dicken hölzernen Wasserradwellen nur durch eine erhebliche Aufstättelung erzielt werden könnte.

Die Größe des Anhubshalbmessers r ist in der Regel mit Rücksicht auf die Anzahl z der Hebungen eines Stampfers in der Minute und diejenige

n der Umdrehungen der Daumenwelle in derselben Zeit festzustellen, welche beiden Größen in der einfachen Beziehung zu einander stehen:

$$z = nu, \quad \dots \dots \dots (4)$$

wenn u die Hübigkeit der Welle, d. h. die Anzahl von Daumen vorstellt, die in demselben Umfange der Daumenwelle angebracht sind.

Die Umfangsgeschwindigkeit des Theilkreises, mit welcher die Hubgeschwindigkeit des Stampfers übereinstimmt, ist durch

$$c = \frac{2\pi rn}{60} \quad \dots \dots \dots (5)$$

gegeben. Diese Geschwindigkeit hat man nur in mäßiger Größe anzunehmen, um die Stoszwirkung thunlichst zu vermindern, welche jedesmal eintritt, sobald ein Daumen die Hebelatte ergreift und dem in Ruhe befindlichen Stampfer plötzlich die Geschwindigkeit c ertheilt. Nach Ritteringer soll man diese Geschwindigkeit zwischen $1'$ und $1,5'$, also etwa zwischen $0,3$ und $0,5$ m annehmen. Bei u Daumen in dem Umfange des Theilkreises ist der Theilungsbogen, um welchen die Daumen in diesem Kreise entfernt sind, durch

$$b = \frac{2\pi r}{u} = r\beta \quad \dots \dots \dots (6)$$

bestimmt, wenn

$$\beta^{\circ} = \frac{2\pi}{u} 360^{\circ} \quad \dots \dots \dots (7)$$

den Theilwinkel vorstellt.

Bezeichnet man mit t die Zeit, welche für ein volles Spiel des Stampfers erforderlich ist, also zwischen zwei auf einander folgenden Hebungen verstreicht, so hat man:

$$t = \frac{60}{z} = \frac{60}{nu} = \frac{b}{c} = \frac{r\beta}{c} \quad \dots \dots \dots (8)$$

Diese Zeit setzt sich aus vier einzelnen Theilen zusammen, wie aus der folgenden Betrachtung sich ergibt.

1. Zum Erheben des Stampfers auf die Höhe h mit der Geschwindigkeit c ist eine Zeit

$$t_1 = \frac{h}{c} \quad \dots \dots \dots (9)$$

erforderlich.

2. Wenn der Daumen die Hebelatte verläßt, steigt der Stampfer vermöge der ihm ertheilten Geschwindigkeit c wie ein senkrecht aufwärts gewor-

$$t = \frac{0,4}{0,5} + \frac{0,5}{9,81} + \sqrt{2 \frac{0,4 + \frac{0,25}{2 \cdot 9,81}}{9,81}} + 0,2$$

$$= 0,8 + 0,05 + \sqrt{2 \frac{0,413}{9,81}} + 0,2 = 1,34 \text{ Sec.}$$

Hiermit folgt die höchstens mögliche Anzahl der Schläge in der Minute nach (8) zu

$$z = \frac{60}{1,34} = 44,8.$$

Nimmt man mit Rücksicht auf eine etwaige Vergrößerung der Fallhöhe durch die Abnutzung des Hochschuhes $z = 40$ an, so ist die wirkliche Zeit eines Spieles:

$$t = \frac{60}{40} = 1,5 \text{ Sec.}$$

Für eine dreihüblige Daumenwelle folgt die Anzahl der Umdrehungen dieser in der Minute nach (4) zu

$$n = \frac{z}{u} = \frac{40}{3} = 13\frac{1}{3}$$

und daraus nach (5) der einer Anhubgeschwindigkeit $c = 0,5$ m zugehörige Halbmesser

$$r = \frac{60c}{2\pi n} = \frac{30}{2\pi \cdot 13,33} = 0,358 \text{ m.}$$

Der Theilbogen zwischen zwei Daumen ist nach (6)

$$b = \frac{2\pi \cdot 0,358}{3} = 0,750 \text{ m,}$$

entsprechend einem Theilwinkel $\beta = 120^\circ$, und der dem eigentlichen Anheben entsprechende Winkel daher durch

$$\alpha = \frac{0,4}{0,75} 120 = 64^\circ$$

bestimmt, so daß das Verhältniß

$$\nu = \frac{\text{Zeit des Hubes}}{\text{Zeit eines Spieles}} = \frac{t_1}{t} = \frac{\alpha}{\beta} = \frac{64}{120} = 0,533$$

folgt. Dieser Werth ν stellt auch das Verhältniß der durchschnittlich in der Hebung befindlichen zu der Anzahl aller vorhandenen Stampfer des Stampfwerkes vor. Noch bestimmt sich die radial gemessene Erstreckung des Daumens außerhalb des Theilkreises nach (2) zu

$$l = \sqrt{0,4^2 + 0,358^2} - 0,358 = 0,537 - 0,358 = 0,179 \text{ m,}$$

so daß man der Hebelatte eine freie Länge von etwa 0,21 m, und der Daumenscheibe einen Halbmesser von 0,33 m geben kann. Die Länge der zum Angriff kommenden Evolventenfläche des Daumens folgt nach (3) zu

$$s = \frac{0,4^2}{2 \cdot 0,358} = 0,223 \text{ m.}$$

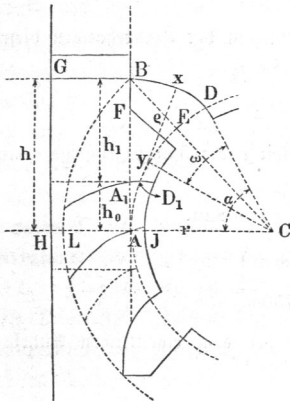
Wollte man die Länge der Hebelatte verringern, so hätte man die Hübligkeit u der Welle zu vergrößern, würde dann aber einen entsprechend größeren Anhubshalbmesser r der Daumenwelle erhalten. Beispielsweise erhielte man für eine sechshüblige Welle $n = 6\frac{2}{3}$ Umdrehungen, $r = 0,716$ m und

$$l = \sqrt{0,4^2 + 0,716^2} - 0,716 = 0,104 \text{ m,}$$

sowie die Länge der Daumenfläche $s = \frac{0,16}{2 \cdot 0,716} = 0,112 \text{ m.}$

Anmerkung. Wie man aus dem Beispiele ersieht, ist die Springhöhe h' , um welche der Stampfer sich nach dem Verlassen des Daumens noch erhebt, nur gering, indem dieselbe bei der angenommenen, für Stampfer schon erheblichen Geschwindigkeit von 0,5 m nur den Werth $h' = 13 \text{ mm}$ erreicht. Demgemäß ist auch die Zeit t_2 nur unbedeutend, in dem Beispiele 0,05 Secunden. Doch ist dieses freie Emporsteigen des Stampfers von wesentlichem Einfluß auf die Erhaltung der Angriffskante der Hebelatte, indem während der Zeit t_2 des Springens auf die Höhe h' und während der ebenso großen Zeit des Fallens von dieser Höhe die äußere Daumenkante sich merklich von dem Stampfer entfernt, so daß eine Zwängung des Stampfers nicht stattfindet. Dies ist insbesondere von Wichtigkeit für diejenigen cylindrischen Daumen, welche man mit Reibrollen versehen (s. d. folgenden Paragraphen).

Fig. 11.



während der ebenso großen Zeit des Fallens von dieser Höhe die äußere Daumenkante sich merklich von dem Stampfer entfernt, so daß eine Zwängung des Stampfers nicht stattfindet. Dies ist insbesondere von Wichtigkeit für diejenigen cylindrischen Daumen, welche man mit Reibrollen versehen (s. d. folgenden Paragraphen).

Wenn die tiefste Stellung der Hebelatte um die Größe $AA_1 = h_0$, Fig. 11, über der Aye C angenommen, d. h. dem Stampfer ein Unterhub gleich h_0 gegeben wird, so bestimmt sich die radiale Länge $BE = l$ des Daumens für die Hubhöhe $A_1B = h_1$ nach der Figur zu

$$l = BC - EC = \sqrt{(h_1 + h_0)^2 + r^2} - r \quad (2b)$$

und die Länge des zur Wirkung kommenden Evolventenbogens:

$$s = BD - A_1D_1 = \frac{(h_1 + h_0)^2}{2r} - \frac{h_0^2}{2r} = \frac{h_1^2 + 2h_1h_0}{2r} \dots \quad (3a)$$

Es wird hierbei also sowohl die Länge der Hebelatte wie auch die Länge s der Streichfläche des Daumens größer. Diesen letzteren Umstand kann man benutzen, um bei großem Anhubsdurchmesser r die Länge s hinreichend groß zu machen, wenn dieselbe ohne Unterhub einen für die Abnutzung zu geringen Werth annimmt. Für eine zu erzielende Länge s der Daumencurve erhält man bei einem gegebenen Halbmesser r und der ebenfalls gegebenen Hubhöhe h aus (3a) dann den erforderlichen Unterhub:

$$h_0 = \frac{rs}{h} - \frac{h}{2} \dots \dots \dots (3b)$$

Wäre z. B. $h = 0,3 \text{ m}$ und $r = 1 \text{ m}$ gegeben, so würde die Länge s ohne Unterhub nach (3) nur $s = \frac{0,09}{2} = 0,045 \text{ m}$ werden, soll diese Länge jedoch gleich 75 mm werden, so hat man nach (3b) einen Unterhub

$$h_0 = \frac{1 \cdot 0,075}{0,3} - 0,15 = 0,100 \text{ m}$$

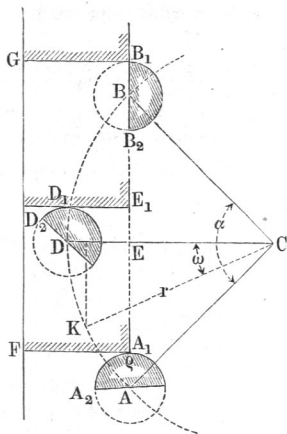
anzuordnen.

Mit Rücksicht auf die Abnutzung des Bodschuhes soll man nach Rittinger immer einen Unterhub geben, der aber bei kleinem Anhubshalbmesser auf den möglichst geringen Betrag zu beschränken ist, um die Länge der Hebelatte nicht unnötig zu vergrößern und wofür bei einem Halbmesser $r = 0,3$ etwa eine Größe $h_0 = 0,075$ m genügt.

Cylindrische Hebedaugen. Die evolventenförmigen Daumen §. 7.

leidet an dem Uebelstande, daß dem Stampfer jedesmal in seiner Ruhelage plötzlich die Anhubsgeschwindigkeit c ertheilt werden muß, womit nothwendig eine Stoßwirkung verbunden ist, die um so größer ausfällt, je größer die Geschwindigkeit gewählt wird. Diese Stoßwirkung führt nicht nur zu Arbeitsverlusten, sondern auch zu einer namhaften Abnutzung der in Berührung kommenden Theile, insbesondere der Hebelatte, welche bei dem Evolventendaumen immer nur in der äußersten Kante angegriffen wird. Hieraus erklärt es sich denn auch, warum man bei dieser Daumenform die Anhubsgeschwindigkeit nur klein (0,3 bis 0,5 m) annehmen darf, womit wieder eine geringe Anzahl von Schlägen in der Minute verbunden ist.

Fig. 12.



Um diesen Uebelstand zu beseitigen, hat man die Bewegung des Stampfers auch durch einen Kurbelarm AC , Fig. 12, vorgenommen, dessen Warze AA_1 gegen die senkrecht zur Stampferbewegung gestellte Hebelatte A_1F wirkt. Es ist ersichtlich, daß diese Einrichtung in ihrer Wirkung mit der aus Th. III, 1 bekannten Schleifenkurbel übereinstimmt, für welche man die Länge der Pleuellagerbohle als unendlich groß zu denken hat. Bezeichnet man hier mit v die Geschwindigkeit der gleichförmigen

Drehung in dem Mittelpunkte A des Kurbelzapfens, so drückt sich für jede beliebige, um den Winkel $DCk = \omega$ von der wagerechten Lage abweichende Kurbelstellung CK die Geschwindigkeit, welche der Hebelatte ertheilt wird, durch $v \cos \omega$ aus. Diese Geschwindigkeit erreicht ihren größten Werth gleich v in der wagerechten Mittelstellung der Kurbel, wofür $\omega = 0$ ist, während der Anfangs- und Endlage der Hebelatte die Hubgeschwindigkeit

$v \cos \frac{\alpha}{2}$ zugehört, wenn wieder α den Winkel der Daumenwelle bedeutet, innerhalb dessen die Hebung erfolgt. Der Halbmesser $AA_1 = \rho$ des Kurbelzapfens ist für diese Bewegung ohne Einfluß. Damit der Stampfer