

Arbeitsaufwand der Sägen. Die zum Betriebe eines Gatters erforderliche Arbeit von N Pferdekraften setzt sich aus zwei Theilen, N_1 und N_2 , zusammen, wovon N_1 den zum Betriebe des leergehenden Gatters erforderlichen Betrag und N_2 die zur eigentlichen Schneidwirkung aufzuwendende Arbeit vorstellt. Die Arbeit N_1 des leergehenden Gatters kann auf dem Wege der Rechnung annähernd ermittelt werden, indem man die in dem Kurbelgetriebe auftretenden Nebenhindernisse in der in Thl. III, 1 angedeuteten Art bestimmt. Die zur Ueberwindung dieser Widerstände bei einer bestimmten Bewegung, z. B. bei einer Kurbelumdrehung, aufzuwendende Arbeit setzt sich hauptsächlich aus vier Theilen, $A_1 + A_2 + A_3 + A_4$, zusammen, von denen A_1 der Reibung an den Gatterzapfen, A_2 derjenigen in den Geradföhrungen, A_3 der Reibung an dem Kurbelzapfen und A_4 der Reibung in den Lagern der Gatterwelle entspringt. Die Aufstellung einer allgemeinen Formel für diese Widerstände, von denen die an den Gatterzapfen den geringsten und die an den Wellenlagern den größten Werth haben, soll hier unterbleiben, die Entwicklung geschieht nach den in Thl. III, 1 gelegentlich der Besprechung des Kurbelgetriebes angeführten Regeln; auch findet man eine vollständige Formel für diese Widerstände in der hier benutzten Arbeit von Kankelwitz. Nur möge einer ebendasselbst angeführten Näherungsformel hier Erwähnung gethan werden. Danach läßt sich nämlich die Leergangsarbeit eines Mittelgatters in Pferdekraften unter Beibehaltung der Bezeichnungen H, n und s für Hubhöhe, Schnittzahl und Sägenstärke durch die Formel finden:

$$N_1 = 3 \left(\frac{n}{100} \right)^3 \frac{36 + s^2}{100} H \frac{1,5 + H}{4} \dots \dots (7)$$

welcher Ausdruck, wenn man für die Hubhöhe den aus (2) im vorhergehenden Paragraphen sich ergebenden Werth von $H = 0,1s + 0,35$ einföhrt, auch geschrieben werden kann:

$$N_1 = 1,12 \left(\frac{n}{100} \right)^3 H^2 = 1,12 \left(\frac{n}{100} \right)^3 \left(\frac{s + 3,5}{10} \right)^2 \dots (7a)$$

Aus dieser Formel ermittelt sich der größte Kraftbedarf des leergehenden Gatters, wenn man die höchstens zulässige Umdrehungszahl n wählt, welche nach (3) an die Bedingung $\left(\frac{n}{100} \right)^3 H^2 = 2,42$ geknüpft ist. Die Einführung dieses Werthes ergibt

$$N_1 \text{ max} = 1,12 \cdot 2,42 = 2,71 \text{ Pfl.}$$

Für Vollgatter wird eine andere Näherungsgleichung zur Bestimmung der Leergangsarbeit angeführt, welche, unter G das Gewicht des Rahmens in Pfunden einschließlicly der Sägen verstanden, sich

$$N_1 = 0,95 n \left[1,31 - 1,87 \frac{n}{100} + \left(\frac{n}{100} \right)^2 \right] H \frac{0,4 + H}{100} \frac{G - 90}{100} \quad (8)$$

schreibt. Das Gewicht G , welches bei ausgeführten Gattern durch Wägung unmittelbar bestimmt werden kann, hat man bei Entwürfen natürlich aus den Abmessungen der einzelnen Theile rechnerisch zu bestimmen; zur Erleichterung dieser Bestimmung kann die Formel benutzt werden:

$$G = 90 + (5 + 2,4 s^2) z + 8 s (1 + 5 L \sqrt{L}) \sqrt{z} \quad (9)$$

in welcher L die lichte Weite des Gatterrahmens in Metern und z die Zahl der einzuhängenden Sägen bedeutet. Nimmt man auch hier die unter (2) angegebene Beziehung zwischen Hubhöhe H und Sägenstärke s als gültig an und setzt eine Sägenzahl von $z = 15$ als diejenige voraus, für welche das Gatter eingerichtet sein soll, so läßt sich der Ausdruck für die Leerangsarbeit zu

$$N_1 = 1,2 \frac{n}{100} \left[1,31 - 1,87 \frac{n}{100} + \left(\frac{n}{100} \right)^2 \right] H^2 s (1,8 + 1,26 L + L^2) \quad (9a)$$

schreiben. Wenn man in diese Formel die aus (3a)

$$\left(\frac{n}{100} \right)^3 H^2 (G + 100) = 900$$

folgende größte Umdrehungszahl einführt, und für die verschiedenen gebräuchlichen Werthe von L , n und s die Arbeit ausrechnet, so findet sich, daß diese Arbeit von der Sägenstärke fast unabhängig ist und man die Näherungsformel:

$$N_1 = 3,23 + 0,6 L \quad (9b)$$

aufstellen kann. Dieser Ausdruck gilt, wie bemerkt, für ein Gatter mit 15 Sägen, und zwar unter der Voraussetzung, daß diese auch wirklich eingehängt sind. Wenn dasselbe Gatter mit einer kleineren Anzahl von z Sägen arbeitet, so ermäßigt sich der Betrag N_1 der Leerangsarbeit zu dem Werthe

$$N_1' = N_1 \left(1 - \kappa \frac{15 - z}{15} \right) \quad (10)$$

worin κ etwa zwischen den Werthen 0,10 und 0,17 gelegen ist, und sich allgemein durch

$$\kappa = 0,0756 s + 0,005 L - 0,0156 L s \quad (11)$$

bestimmen läßt.

Der zweite zur eigentlichen Nutzwirkung des Schneidens erforderliche Arbeitsbetrag N_2 entspringt aus den beiden Widerständen, welche die Zähne der Säge an der vorderen Stirnkante und an den beiden Seiten finden. Es wurde bereits in §. 77 angeführt, daß der erstere Widerstand wesentlich von der Sägenstärke s , nicht aber von der Größe der Schränkung oder von der Breite b der Schnittfuge, der seitliche Widerstand aber wesentlich von dem

Vorschube δ des Holzes abhängt. Der Widerstand an der vorderen Stirnseite ist aber auch von der Hubhöhe H des Gatters abhängig, derart, daß dieser Widerstand bei gleichbleibendem Vorschube direct mit der Hubhöhe wächst, indem bei einer größeren Hubhöhe, also größeren Zahl der zur Wirkung kommenden Zähne, eine öftere Wiederholung der Schneidarbeit stattfindet, daher das Holz in kürzere Stückchen zerschnitten wird. Demgemäß kann man den Widerstand der Säge durch $W = c_1 \delta + c_2 Hs$ ausdrücken, wenn c_1 und c_2 gewisse constante Coefficienten sind. Da dieser Widerstand in der Minute n mal auf dem Wege gleich der Blockhöhe h überwunden werden muß, so erhält man die Größe der Arbeit in Pferdekräften ausgedrückt durch eine Formel:

$$N_2 = (c_3 \delta + c_4 Hs) n h = \left(k + k_1 \frac{Hs}{\delta} \right) F,$$

worin wieder unter $F = 0,001 n h \delta$ die Schnittfläche in Quadratmetern für die Minute verstanden ist. Nach Rankelwitz kann man das Verhältniß der Werthe $\frac{k_1}{k}$ zu 4 annehmen, so daß man damit die Gleichung erhält:

$$N_2 = k \left(1 + 4 \frac{Hs}{\delta} \right) F \text{ Pff. (12)}$$

Setzt man in derselben noch nach (4) $\frac{Hs}{\delta} = 1,25 h$, so wird auch

$$N_2 = k(1 + 5h) F \text{ Pff. (12a)}$$

Man ersieht aus dieser Formel, daß die für jeden Quadratmeter Schnittfläche aufzuwendende Arbeit mit zunehmender Blockstärke h wächst, aber von der Sägenstärke nicht unmittelbar abhängt.

Ueber die Größe des Coefficienten k macht Rankelwitz folgende Angaben. Danach ist dieser Werth um so größer, je trockener das Holz ist, auch wechselt er sehr mit der Beschaffenheit des Holzes. Splinth schneidet sich leichter als Kernholz, junges oder überstandenes leichter als altes und kräftiges Holz. In Bezug auf die für unsere Verhältnisse besonders wichtigen Nadelhölzer soll man annehmen:

für ganz nasses Holz	$k = 2,6,$
für feuchtes Holz	$k = 2,7,$
für luftgetrocknetes Holz	$k = 3,0,$
für ganz trockenes Holz	$k = 3,2.$

Mit diesen Werthen wird man eine annähernde Ermittlung des erforderlichen Kraftaufwandes vornehmen können, wie dies für die im vorhergehenden Paragraphen angeführten Beispiele hier geschehen mag.

Beispiel: Für das oben zu Grunde gelegte Mittelgatter erhält man die Leerlaufarbeit zu $N_1 = 1,12 \cdot 1,79^3 \cdot 0,65^2 = 2,71$ Pft., während die zum Schneiden erforderliche Arbeit unter Voraussetzung eines Werthes $k = 2,7$ für feuchtes Holz zu

$$N_2 = 2,7 (1 + 5 \cdot 0,5) \cdot 0,279 = 2,64 \text{ Pft.},$$

daher der gesammte Kraftbedarf zu $2,71 + 2,64 = 5,35$ Pft. sich ermittelt.

Setzt man bei dem Vollgatter in dem Beispiele des vorherigen Paragraphen voraus, daß dasselbe für 15 Sägen gebaut ist, so entspricht demselben bei voller Besetzung eine Leergangsarbeit, wenn das Gewicht G hierfür zu 650 Pfund angenommen wird, von

$$N_1 = 0,95 \cdot 159 (1,31 - 1,87 \cdot 1,59 + 1,59^2) \cdot 0,57 \cdot 0,0097 \cdot 5,6 = 151 \cdot 0,87 \cdot 0,031 = 4,1 \text{ Pft.}$$

Wenn nun nur 12 Sägen eingehängt werden, so wird dieser Betrag unter Annahme eines Werthes von $x = 0,12$ zu demjenigen

$$N_1' = 4,1 \left(1 - 0,12 \frac{15-12}{15}\right) = 4,1 \cdot 0,976 = 4,0 \text{ Pft.}$$

sich verringern.

Die Rugearbeit erfordert bei einem Werthe $k = 3,0$, wie er für lufttrockenes Holz vorauszusetzen ist, eine Leistung von

$$N_2 = 3,0 (1 + 5 \cdot 0,4) \cdot 1,436 = 12,9 \text{ Pft.},$$

so daß zum Betriebe des Gatters unter den gemachten Voraussetzungen

$$N = 4,0 + 12,9 = 16,9 \text{ Pft.}$$

erfordert werden.

Es mögen hier noch die Folgerungen angeführt werden, welche Hartig aus den von ihm an Holzbearbeitungsmaschinen angestellten Versuchen¹⁾ zieht. Danach kann man den Arbeitsaufwand in Pferdekräften ausdrücken durch:

$$N = 0,83 + \left(\alpha + \frac{\beta}{z}\right) F \text{ Pft.}$$

bei einer Schwartensäge (Seitengatter), wenn F die Schnittfläche in Quadratmetern für die Stunde und z die Vorschiebung für jeden Schnitt bedeutet. Man hat hierin zu setzen:

für trockenes Fichtenholz $\alpha = 0,046$; $\beta = 0,33$; $z = 2-8$ mm,
für Eschenholz . . . $\alpha = 0,052$; $\beta = 0,376$; $z = 1-5$ mm.

In gleicher Art berechnet sich die Betriebskraft für eine Bandsäge mit 1,5 mm dickem Blatte und 0,855 m großen Sägenscheiben, welche 150 Umdrehungen machten, zu

$$N = 0,19 + \left(\alpha + \frac{\beta}{z}\right) F \text{ Pft.},$$

worin für trockene Hölzer durchschnittlich $\alpha = 0,052$; $\beta = 0,465$ und die

1) Mittheilungen d. Kgl. Sächf. Polytechn. Schule zu Dresden, Leipzig 1873.

Vorschubgeschwindigkeit z für die Secunde zwischen 8 und 34 mm anzunehmen ist.

Für eine Kreissäge von 0,870 m Durchmesser und 3,05 mm Dicke, welche in der Minute 850 Umdrehungen machte, fand sich die Formel:

$$N = 1,18 + \varepsilon F \text{ Pst.},$$

worin man zu setzen hat für

Fichte	$\varepsilon = 0,180,$
Erle	$\varepsilon = 0,161,$
Rothbuche.	$\varepsilon = 0,177,$
Eiche	$\varepsilon = 0,336.$

Steinsägen. Man wendet die Sägen zuweilen auch für die Zertheilung weicher Steinarten, wie z. B. mancher Sandsteine, des Maaßers, Serpentin, an; doch tritt hierbei sehr schnell eine Abstumpfung der Zähne ein, so daß diese Verwendungsart eine vergleichsweise seltene ist. Die Maschinen, welche man hierzu in Gebrauch hat, sind nicht wesentlich von den für Holz gebräuchlichen verschieden, nur ist die Geschwindigkeit der Sägen, seien es nun Kreis- oder Gattersägen, stets eine viel kleinere, als sie für Holz anwendbar ist, wie denn überhaupt die Geschwindigkeit der Werkzeuge im Allgemeinen um so geringer gewählt werden muß, je härter das zu bearbeitende Material ist. Da es von größter Wichtigkeit ist, bei der Verwendung gezahnter Sägen für Steine das sich bildende Steinmehl möglichst schnell aus der Schnittfuge zu entfernen, indem dasselbe andernfalls als Schleifpulver wirken und die Abstumpfung sehr beschleunigen würde, so ergibt sich, daß die Anwendung der oben beschriebenen horizontalen Sägegatter hier ganz unthunlich ist. Es ist zwar von Pfister¹⁾ in Zürich der Versuch gemacht, horizontale gezahnte Sägen zum Schneiden von Steinen, wie Marmor, zu verwenden, dabei wurde aber die Säge aus dem angegebenen Grunde einer schnellen Entfernung des Steinmehls von unten gegen den festliegenden Stein gedrückt, so daß das Steinmehl von selbst herausfallen konnte. Immerhin sind indessen gezahnte Sägen zur Steinbearbeitung nur in den seltensten Fällen angewendet worden, und man benutzt hierzu viel häufiger und für härtere Steine ganz ausnahmslos anstatt der gezahnten Sägeblätter glattrandige Schienen von Eisen oder Kupferblech, sogenannte Schwertsägen, welche die zertheilende Wirkung unter Zuhilfenahme von Sand erzielen, der unablässig in die Schnittfuge eingeführt wird.

Derartige Sägen werden stets in einen wagerecht hin- und hergeführten Rahmen und zwar so eingehängt, daß ihre Ebene senkrecht ist und das Ein-

¹⁾ Siehe Pechtl, Technol. Encyclopädie. Artikel: „Steinarbeiten“ von Karmarsch. Bd. 16.