

Anwendung zu Grunde zu legenden Werthe um etwa 10 Proc. größer anzunehmen, als sie aus den Versuchen sich ergeben.

Hartig's Versuche. Es muß hervorgehoben werden, daß die vorstehend angegebenen Ermittlungen sich nur auf den Widerstand beziehen, welchen das zu durchlochende Material dem Stempel unmittelbar entgegensetzt, wogegen die in der Schere oder dem Lochwerke thatsächlich auftretenden Widerstände natürlich ganz erheblich größer ausfallen müssen wegen der in diesen Maschinen auftretenden Nebenhindernisse. Aus diesem Grunde haben die Angaben einen besonders großen Werth, welche von Hartig¹⁾ auf Grund zahlreicher Versuche an wirklichen Maschinen gemacht sind, und auf welche im Laufe der späteren Besprechungen noch mehrfach Bezug genommen werden wird. Diese Versuche wurden mittelst des aus Th. II, 2 bekannten Hartig'schen Dynamometers an vielen Arbeitsmaschinen derart gemacht, daß an denselben während ihrer regelrechten Thätigkeit durch den an dem Kraftmesser befindlichen selbstthätig aufzeichnenden Apparat die Diagramme oder Schaulinien genommen wurden, welche für jeden Augenblick die Federspannung und damit die Größe des auf die Triebwelle der betreffenden Maschine übertragenen Druckes ersehen lassen. Aus diesen Aufzeichnungen und den gleichzeitig ermittelten Umdrehungszahlen der Triebwelle konnte dann die Arbeit berechnet werden, welche bei dem Versuche verbraucht wurde. Aus einer größeren Anzahl von Versuchen an Scheren und Lochmaschinen kommt nun Hartig zu den folgenden Ergebnissen:

Man kann den ganzen Arbeitsaufwand einer Schere wie Lochmaschine in Pferdekraften zu $N = N_0 + N_1$ annehmen, worin N_0 den Arbeitsverbrauch für den Leergang darstellt, welcher für eine bestimmte Maschine einen unveränderlichen Werth hat, der bei den verschiedenen untersuchten Maschinen zwischen 0,16 und 1,02 Pferdekraften schwankte. Die Größe N_1 dagegen, welche der eigentlichen Nutzleistung der Maschine entspricht, hängt ab von der Größe der in bestimmter Zeit erzeugten Schnittfläche. Aus den Versuchen ergab sich, daß man bei den Scheren sowohl wie bei den Lochmaschinen den Arbeitsbetrag in Meterkilogrammen für jeden Quadratmillimeter Schnittfläche zu $\alpha = 0,25 + 0,0145 \delta$ mkg annehmen kann, wenn δ die Dicke des Arbeitsstückes in Millimetern bedeutet. Wenn daher die Schnittfläche einer Maschine stündlich zu F qm, also in der Secunde zu $\frac{1000000}{60 \cdot 60} F = 277,8 F$ qmm bemessen ist, so findet sich die für die eigentliche Nutzleistung erforderliche Betriebskraft zu

¹⁾ Versuche über Leistung und Arbeitsverbrauch der Werkzeugmaschinen von Dr. C. Hartig. Mittheilungen der Sächsl. Pol. Schule zu Dresden 1873.

$$N_1 = \frac{277,8}{75} (0,25 + 0,0145 \delta) F = 3,71 (0,25 + 0,0145 \delta) F \text{ Pferst.},$$

und man hat daher den ganzen Arbeitsbedarf einer solchen Maschine zu $N = N_0 + 3,71 (0,25 + 0,0145 \delta) F$ Pferdekraft anzunehmen.

In Bezug auf die Leergangarbeit giebt Hartig ferner die den Versuchen entnommene Formel

$$N_0 = 0,1 + \frac{n \delta^2}{1000000} \text{ Pferdekraft},$$

worin δ wie bisher die Dicke des Arbeitsstückes in Millimetern und n die Anzahl der Schnitte in der Stunde bedeutet.

Beispiel: Nach diesen Angaben bestimmt sich die zum Durchsähen einer 20 mm dicken und 120 mm breiten Eisenschiene erforderliche Arbeit zu:

$$A = 20 \cdot 120 (0,25 + 0,0145 \cdot 20) = 2400 \cdot 0,54 = 1296 \text{ mkg},$$

während oben nach den Angaben von Ricé der bloße Abscherungswiderstand sich zu nur 594 mkg berechnete, also noch nicht halb so groß, wie nach den Versuchen von Hartig. Der Grund dieser Verschiedenheit ist, wie auch oben bereits angeführt worden, in den erheblichen Nebenhindernissen der Arbeitsmaschine zu suchen, welche so groß sind, daß, wie Ricé auch anführt, der Wirkungsgrad der Maschine selten über 40 Proc., gewöhnlich noch weniger beträgt.

Ebenso erhält man den Arbeitsbetrag zum Durchstoßen eines Loches von 20 mm Durchmesser durch eine 10 mm dicke Eisenplatte, welcher nach den Keller'schen Versuchen zu nur 96,8 mkg gefunden wurde, nach Hartig zu:

$$A = 3,14 \cdot 20 \cdot 10 \cdot (0,25 + 0,0145 \cdot 10) = 628,3 \cdot 0,395 = 248 \text{ mkg},$$

also ebenfalls mehr als doppelt so groß wie den reinen Abscherungswiderstand.

Setzt man etwa eine Anzahl von zehn Schnitten in der Minute, also $n = 600$, voraus, so ergibt sich die zum Betriebe erforderliche Kraft für die Schere zu:

$$N = 0,1 + \frac{600 \cdot 20 \cdot 20}{1000000} + 3,71 \cdot 0,54 \cdot \frac{600 \cdot 20 \cdot 120}{1000000} = 0,34 + 2,88 =$$

3,22 Pferdekraft;

für das Lochwerk zu:

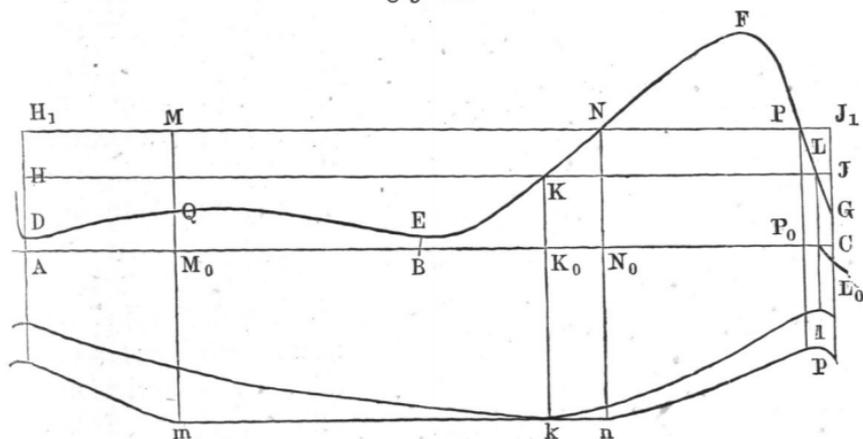
$$N = 0,1 + \frac{600 \cdot 10 \cdot 10}{1000000} + 3,71 \cdot 0,395 \cdot \frac{600 \cdot 20 \cdot 3,14 \cdot 10}{1000000} = 0,16 + 0,55 =$$

0,71 Pferdekraft.

Von besonderer Wichtigkeit für alle Scheren und Lochwerke ist das Vorhandensein eines hinreichend großen und schnell bewegten Schwungrades, über dessen Wirkungsweise die in §. 20 gelegentlich der Besprechung der Steinbrecher gemachten Bemerkungen ebenfalls gelten. Es wurde daselbst schon hervorgehoben, wie in Folge der veränderlichen Geschwindigkeit dieser und ähnlicher Arbeitsmaschinen zeitweise ein Gleiten des Betriebsriemens unvermeidlich ist. Will man, um dieses Gleiten möglichst einzuschränken, in einem bestimmt vorliegenden Falle bei dem Entwurfe eines Lochwerks oder einer Schere eine solche Anordnung wählen, daß die Ungleichförmigkeit der Bewegung einen bestimmten Betrag nicht überschreitet, so kann man die erforderliche Größe des Schwungrades in der in §. 20 erläuterten Art ermitteln. Man kann sich dann zur Verzeichnung des

dieselbst in Fig. 48 angegebenen Diagramms etwa der Keller'schen Versuchsergebnisse bedienen, indem man von den vielen durch diese Versuche gefundenen Diagrammen für den vorliegenden Fall ein passend erscheinendes auswählt und der Ermittlung des Schwungradgewichtes zu Grunde legt. Entnimmt man nun dem gewählten Diagramme für eine hinreichend große Anzahl von Punkten des Stempelweges den zugehörigen Stempeldruck und bestimmt den zu diesem Stempeldrucke jeweilig erforderlichen Umfangsdruck an einem bestimmten Halbmesser der treibenden Kurbelwelle, so erhält man in diesem Umfangsdrucke die betreffende Ordinate, deren zugehörige Abscisse die Umfangsbewegung der Kurbelwelle in dem gedachten Halbmesser sein muß. Diese Coordinaten, von Punkt zu Punkt aufgetragen, liefern die in der Fig. 48 angegebene Curve, wobei man natürlich auch den Rückgang des Stempels zu beachten hat, für welchen man etwa einen constanten Stempeldruck annehmen kann. Denkt man sich dann die ganze, durch die gefundene Curve $DQEF$ bis zur Ase AC eingeschlossene Fläche, welche die Arbeit eines Spiels vorstellt, in ein Rechteck $AHJC$ von gleichem Inhalte

Fig. 48.



verwandelt, so liefert das überschießende Stück KFL , welches gleich $LJG + DHKED$ sein muß, bekanntlich das Maß für die Arbeit, welche abwechselnd von dem Schwungrade aufgenommen und wieder abgegeben werden muß. Gesezt, es sei, wie es den Keller'schen Diagrammen ungefähr entsprechen wird,

$$KFL = \frac{1}{6} AHJC, \text{ so wird, wenn bei einem ganzen Spiele der Maschine}$$

oder einem Schritte die Arbeit A verbraucht wird, jedesmal eine Arbeit gleich $\frac{1}{6} A$ zur Beschleunigung des Schwungrades verwendet, und dieselbe Arbeit von dem Schwungrade nachher wieder in Folge seiner Verzögerung ausgegeben. Legt man etwa die für das oben berechnete Lochwerk zu $A = 248$ mkg gefundene Arbeit zu Grunde, so hat man $\frac{1}{6} A = 41,3$ mkg. Wenn nun das anzuwendende

Schwungrad einen Durchmesser von 1,5 m und eine Umdrehungszahl von 60 in der Minute, also eine Umfangsgeschwindigkeit von $v = 4,71$ m erhalten soll, und etwa die Bedingung gestellt wird, daß die Verlangsamung dieser Geschwindigkeit höchstens 10 Proc. ausmachen soll, so erhält man das erforderliche Gewicht G des Schwunringes durch die Gleichung

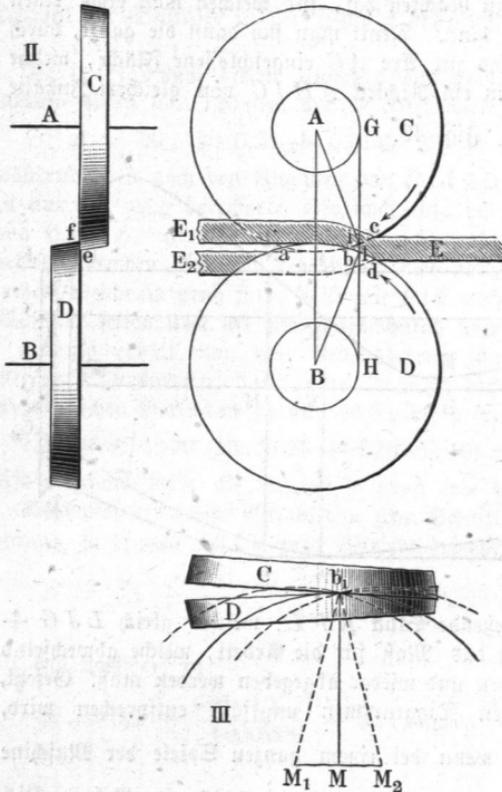
$$41,3 = G \frac{v^2 - (0,9v)^2}{2} = G \frac{1 - 0,81}{2 \cdot 9,81} 4,71^2 \text{ zu } G = \frac{2 \cdot 9,81 \cdot 41,3}{0,19 \cdot 4,71 \cdot 4,71} = 192,5$$

= rund 200 kg.

Im Uebrigen kann auf das über die Wirkung von Schwungrädern in Th. III, 1 Befagte verwiesen werden.

§. 76. **Kreisscheren.** Zum Zerschneiden dünner Bleche, Pappen u. s. w. benutzt man häufig die sogenannten Kreisscheren, d. h. Maschinen mit zwei kreisrunden, gleich großen Stahlscheiben, welche, auf zwei Axen an-

Fig. 248.



gebracht, eine ununterbrochene Umdrehung erhalten, wobei ihre scharfen, dicht an einander vorbeigehenden Ränder eine Trennung des zwischen sie geführten Bleches bewirken. Aus Fig. 248 wird die Wirkung dieser Scheren deutlich. Die beiden Kreis-scheiben C und D sind auf den parallelen Axen A und B so befestigt, daß sie sich mit den ebenen Flächen berühren und ihre Ränder zwischen a und b sehr wenig über einander greifen. Wenn man nun die Scheiben in ähnlicher Art wie zwei Walzen in entgegengesetztem Sinne in Bewegung setzt, wie die Pfeile andeuten, so ziehen dieselben ein bei E vorgelegtes Blech zwischen sich ein, vorausgesetzt, daß die Dicke des letzteren eine bestimmte Größe nicht überschreitet. In Folge hiervon

findet eine Spaltung des Bleches in zwei Streifen statt, von denen der eine E_1 oberhalb D und vor C, der andere E_2 unterhalb C und hinter D sich fortbewegt. Da die Scheiben an der Angriffsstelle b dicht an einander vorbeigehen, wie die Blätter einer Schere, so findet auch hier die Trennung durch ein reines Abscheren statt, und es gelten ähnliche Betrachtungen, wie die für die gewöhnlichen Scheren angestellten. Das geringe Uebereinandergreifen der Ränder in der Axenebene ist nur deshalb nöthig, um mit Sicherheit eine vollständige Trennung zu bewirken, die Größe ef dieses Ueberein-