

daß bei einer zu großen Geschwindigkeit das Material durch die Fliehkraft verhindert werden würde, in der beabsichtigten Art auf der geneigten Fläche des Trommelinneren herabzugleiten. Die Centrifugalkraft eines Massentheilchens vom Gewichte  $G$  ist bekanntlich durch  $C = G \frac{\omega^2 D}{2g}$  ausgedrückt,

wenn  $\omega$  die Winkelgeschwindigkeit  $\omega = \frac{n 2\pi}{60}$  und  $g = 9,81$  m die Beschleunigung der Schwere bedeutet. Diese Centrifugalkraft nimmt einen Werth gleich dem Eigengewichte  $G$  des Massentheilchens an, wenn die Gleichung erfüllt ist:

$$G = G \frac{\omega^2 D}{2g} = G \frac{2n^2 \pi^2 D}{3600 g}, \text{ oder } 2n^2 \pi^2 D = 3600 g,$$

woraus die zugehörige Umdrehungszahl  $n$  zu

$$n = \frac{60}{\pi} \sqrt{\frac{g}{2D}} = \frac{42,3}{\sqrt{D}}$$

sich ergibt. Bei einer solchen Geschwindigkeit würde das Material durch die Fliehkraft fest gegen den Trommelumfang gepreßt werden, und die Wirkung der Schwere wäre aufgehoben, so daß die Maschine hierbei nicht mehr arbeiten könnte. Wie die oben angeführte Formel  $n = \frac{23 \text{ bis } 28}{\sqrt{D}}$  zeigt, ist die Umdrehungsgeschwindigkeit beträchtlich kleiner und zwar nur etwa zu  $\frac{2}{3}$  des berechneten Grenzwertes angenommen.

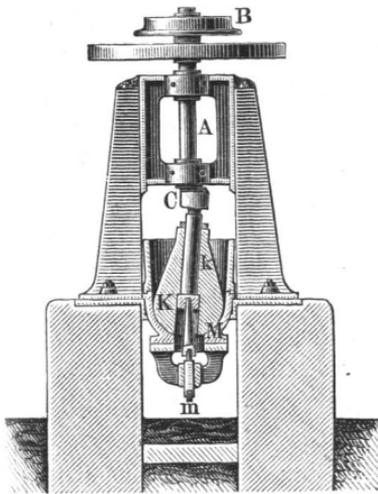
§. 44. **Mörsermühlen.** Mit diesem Namen belegt man eine Gattung von Zerkleinerungsmaschinen, bei welchen das zur Wirkung kommende Werkzeug seiner Gestalt und Wirkungsweise nach eine gewisse Aehnlichkeit mit der bekannten Reibkeule der Mörser hat. Diese Keule, deren Mittellinie unter einer geringen Neigung gegen die Axe des Behälters oder Mörfers, in welchem sie sich bewegt, angeordnet ist, erhält eine Umdrehung um die Axe des Mörfers, so daß sie sich in dem Mantel eines zu dieser Axe gehörigen Kegels bewegt, dessen halber Spitzwinkel gleich dem gedachten Neigungswinkel der beiden Axen ist.

In Fig. 135 ist die Anordnung einer solchen Mörsermühle nach der Bauart F. Motte's<sup>1)</sup> angegeben. Die unterhalb zu einer Halbkugel ausgebildete kegelförmige Keule  $K$  bewegt sich in dem unten gleichfalls halbkugelig ausgeführten Mörser  $M$ , welcher oberhalb behufs bequemer Zuführung des Materials kegelförmig erweitert ist. Die unterhalb in einem Kugelzapfen gestützte Keule erhält ihre Bewegung durch eine Kurbel auf dem unteren Ende

<sup>1)</sup> D. R.-P. Nr. 575.

der Ase *A*, welche ihren Antrieb durch die Nienzscheibe *B* bekommt. Es ist ersichtlich, wie vermöge dieser Anordnung die Ase *k* der Keule um die Ase *m* des Mörsers den oben gedachten Kegelmantel beschreibt, wobei der Punkt des geringsten Abstandes zwischen Mörser und Keule während jeder Kurbeldrehung rings herum wandert. Das in den Mörser gebrachte Material wird demnach zunächst in dem oberen Theile des Mörsers einer Wirkung ausgesetzt sein, welche mit derjenigen der Maulbrecher viele Aehnlichkeit hat, indem ebenso wie bei jenen auch hier eine abwechselnde Näherung und Entfernung der arbeitenden Flächen hervorgerufen wird. Ein wesentlicher Unterschied besteht nur darin, daß hierbei fortwährend ein Druck ausgeübt wird, welcher, da er sich stets nur auf eine verhältnißmäßig kleine Fläche

Fig. 135.



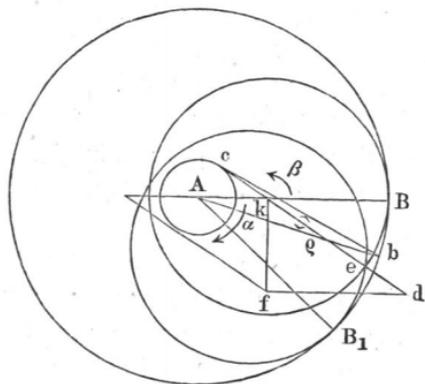
erstreckt, für die Zerdrückung des Materials günstig sein muß. Da die durch die Wirkung dieses Druckes gebildeten Bruchstücke bei der darauf folgenden Vergrößerung des Abstandes zwischen Mörser und Keule in dem Zwischenraume zwischen diesen Theilen abwärts gleiten können, so findet so lange eine wiederholte Bearbeitung statt, bis die Theilchen die zum Durchgange durch die unten befindliche Austrittsöffnung erforderliche Feinheit erlangt haben. Bei dieser Zerkleinerung tritt hauptsächlich eine abreibende Wirkung auf, welche von der Keule vermöge ihrer eigenthümlichen Bewegung aus-

geübt wird. Die Keule nimmt nämlich neben der schon gedachten Umdrehung um die Ase *Am* des Mörsers gleichzeitig eine Drehung um die eigene Ase *k* an, so daß in gewissem Maße ein Rollen der Keule im Innern des Mörsers stattfindet. Diese Drehung der Keule wird dadurch ermöglicht, daß die Ase der Keule mit der Kurbel *C* nicht unwandelbar fest, sondern mittelst eines Drehzapfens in Verbindung gebracht ist.

Von dieser eigenthümlichen Bewegung kann man sich ein ungefähres Bild mittelst der Fig. 136 (a. f. S.) machen, welche einen wagerechten Durchschnitt durch die Maschine vorstellt. Denkt man sich die Stellung der Keule so, daß sie den Mörser in dem Punkte *B* berührt, bezw. ihm in diesem Punkte am nächsten kommt, und ertheilt man dem Kurbelarme, der unter dieser Voraussetzung die Stellung *Ak* hat, eine Drehung um die Mörseraxe *A* in dem Betrage  $BAB_1 = \alpha$ , im Sinne des Pfeiles  $\alpha$  also

rechtsum, so rückt der Berührungspunkt zwischen Mörser und Keule von  $B$  nach  $B_1$ , um die Größe  $R\alpha = BB_1$  fort, unter  $R$  den Halbmesser  $AB$  verstanden. Wäre dabei die Keule undrehbar mit dem Kurbelarme verbunden, etwa durch einen vierkantigen Zapfen, so würde die Keule lediglich um die Axe  $A$  herumgeführt, und es würde stets derselbe Punkt der Keule mit dem Mörser in Berührung bleiben, d. h. die Keule würde auf dem inneren Umfange des Mörsers schleifen und dabei alles vor ihr befindliche Material vor sich herschieben; die beabsichtigte Wirkung würde damit also nicht erreicht. Da nun aber die Keule drehbar mit dem Kurbelarme verbunden ist, so nimmt sie bei der Umdrehung des letzteren eine Drehung um die eigene Axe an, wie man sich durch folgende Betrachtung überzeugt. Denkt man sich in  $b$  irgend ein zwischen den beiden Flächen befindliches Materialstück, so muß dasselbe, wenn es

Fig. 136.



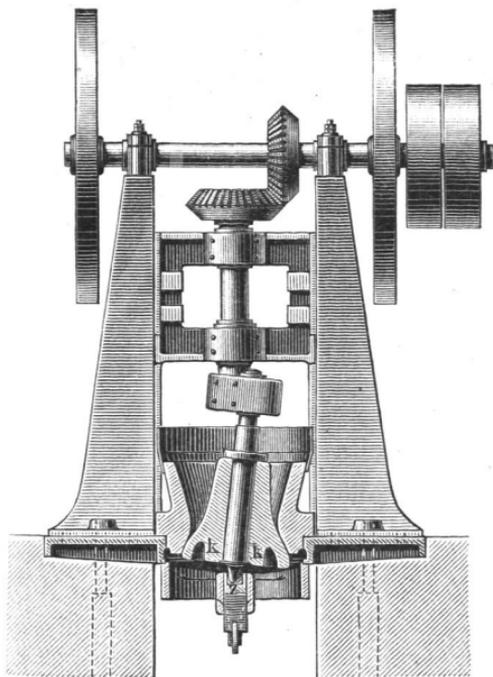
durch die Umdrehung der Kurbel von der Keule vor sich hergeschoben wird, einen Druck gegen die Mörserfläche nach der Richtung  $cb$  äußern, welche von der Normalen daselbst, also von dem Halbmesser  $Ab$  um den Reibungswinkel  $cbA = \varrho$  abweicht. Zeichnet man um  $A$  den diese Richtung berührenden Kreis, so giebt derselbe nach Art des Reibungskreises in seinen Tangenten die Richtungen der Reactionswirkungen an, in welchen die Mörserfläche wirksam sein kann. Zieht man auch noch die durch die Mitte  $k$  der Keule gehende Tangente  $kd$  an diesen Reibungskreis, so ist ersichtlich, daß die Reactionen aller zwischen dieser Tangente  $kd$  und dem Berührungspunkte  $B$  gelegenen Punkte des Mörsers eine Linksdrehung der Keule im Sinne des Pfeiles  $\beta$  anstreben. In Folge hiervon wird die Wirkung der Maschine in gewissem Sinne nach der Art von Walzwerken erfolgen, und ein Gegenstand wird mit Sicherheit zerdrückt werden, so lange derselbe zwischen  $B$  und  $kd$  gelegen ist; nur größere Gegenstände, welche jenseits der Grenzlage  $kd$  befindlich sind, werden bei der Bewegung der Keule von dieser vor ihr hergeschoben.

Hierbei ist auf den Reibungswiderstand keine Rücksicht genommen, welcher sich einer Umdrehung der Keule um ihre eigene Axe, also an dem Spurzapfen und an dem Kurbelzapfen entgegensetzt. Wollte man auch diesen Widerstand berücksichtigen, so würde man den Reibungskreis für die Axe der Keule um  $k$  zu zeichnen haben, und als die besagte Grenzlage wäre dann anstatt der Linie  $kd$  die gemeinsame Tangente an die beiden Reibungskreise

des Mörsers und der Keulenzapfen anzusehen. Die hierdurch bedingte Aenderung ist nur unbedeutend.

Um für einen etwa in  $e$  gelegenen Gegenstand die zum Zerdrücken desselben an dem Kurbelarme anzubringende Kraft zu bestimmen, hat man einfach die an dem Kurbelzapfen wirkende Kraft  $kf$  nach den Richtungen  $kd$  und  $kA$  zu zerlegen, die dabei sich ergebende Seitenkraft nach der Richtung  $kd$  muß dann die rückwirkende Festigkeit des Gegenstandes übertreffen.

Fig. 137.



Nimmt man an, daß in Folge der vorstehend besprochenen Wirkung bei der Umdrehung der Kurbel die Keule um ihre eigene Axe mit solcher Geschwindigkeit gedreht wird, daß an der betrachteten Stelle des Mörsers ein reines Wälzen der Keule in dem Mörser stattfindet, so wird an dieser Stelle eine reibende Wirkung nicht eintreten; dagegen wird an allen denjenigen anderen Stellen eine reibende Wirkung sich einstellen müssen, wo das Verhältniß der Halbmesser der in Berührung kommenden Theile ein anderes

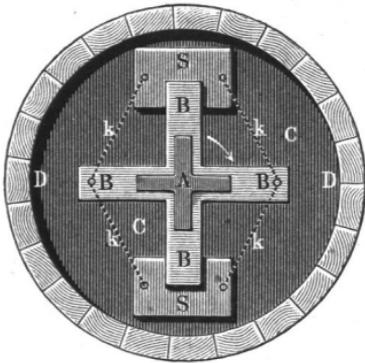
ist als an der hier betrachteten Stelle. Es geht hieraus hervor, daß die Größe der Verschiebung und damit die Größe dieser reibenden Wirkung an verschiedenen Stellen sehr verschieden sein muß, ebenso wie es bei dem Kollergange der Fall ist.

Anstatt dem Mörser eine unterhalb geschlossene Form nach der Art der in Fig. 135 gezeichneten zu geben, wobei nur ein Schlitze zur Abführung des zerkleinerten Materials angewendet zu werden pflegt, hat man auch den Mörser nach Fig. 137 unterhalb mit einer weiten Oeffnung versehen, in welche die Keule mit einem daselbst angeordneten Krage  $k$  hineinpast, der nach einer zum Spurzapfen concentrischen Kugel geformt ist. Die eigenthümliche reibende Wirkung, welche hierbei vorzugsweise in diesem unteren Theile auftritt, ist aus der Figur ersichtlich, der obere Theil der Maschine

hat hier nur die Wirkung eines Vorbrechers. Auch sonst hat man die Mörsermühlen noch in mannigfach anderer Art ausgeführt, so z. B. mit Antrieb von unten; in dieser Hinsicht möge der Hinweis auf die unten angegebenen Quellen genügen<sup>1)</sup>.

§. 45. **Schleifmühlen.** Diese Bezeichnung ist hier für einige Zerkleinerungsmaschinen gewählt, welche ein Zerreiben der Stoffe etwa in der Art bewirken, wie dasselbe durch das Schleifen derselben zwischen zwei Steinen geschehen kann, von denen der eine bewegliche über dem anderen festliegenden verschoben wird. Hierhin sind zunächst die sogenannten Schlepmmühlen zu rechnen, wie dieselben zum Mahlen der Glasurmasse in Porcellanfabriken sowie auch zum Feinmahlen von Erzen Verwendung finden. Der Hauptsache nach besteht eine solche Schlepmmühle aus einem festliegenden cylindrischen Bodensteine, in dessen Mitte eine stehende Welle aufgestellt ist, welche eine langsame Drehung erhält, vermöge deren sie mittelst entsprechend auf ihr angebrachter Arme mehrere auf dem Bodensteine liegende Steine mit sich fortschleppt. In Fig. 138 ist der Grundriß einer solchen Maschine<sup>2)</sup> angedeutet, deren Wirkungsweise an sich klar ist. Die Steine *S* werden durch die Ketten *k* von dem auf der Welle *A* befestigten Kreuze *B* auf der Platte *C* bewegt, welche in dem hölzernen Behälter *D* festliegt. Die Masse wird hierin mit Wasser in Gestalt eines Breies bis zur genügenden Feinheit vermahlen, worauf die Entleerung erfolgt. Diese absetzende Wirkungsweise, mit welcher der Nachtheil verbunden ist, daß die feingemahlene Theile nicht in dem Maße ihrer Entstehung aus der Maschine rechtzeitig entfernt werden, dürfte einer der Hauptgründe sein, weswegen diese Maschinen heute nur noch selten angewendet werden.

Fig. 138.



Als eine Verbesserung der Schlepmmühlen kann die von Pollard herührende Maschine, Fig. 139, angesehen werden. Hier ist über dem in dem Troge *T* festliegenden Bodensteine *B* ein cylindrischer Läuferstein *L* befindlich, welcher eine doppelte Drehbewegung erhält, indem er nämlich zu gleicher Zeit um seine eigene Ase *A* und um die Ase des Bodensteines *B* gedreht wird. Zu diesem Ende ist das Halslager *H* der Läuferaxe in einem

<sup>1)</sup> Dingl. Journ. 1880, Bd. 235, S. 260. D. R.-P. Nr. 14450.

<sup>2)</sup> Rühlmann, Allgem. Maschinenlehre.