

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:

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

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 Pfister<sup>1)</sup> 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-

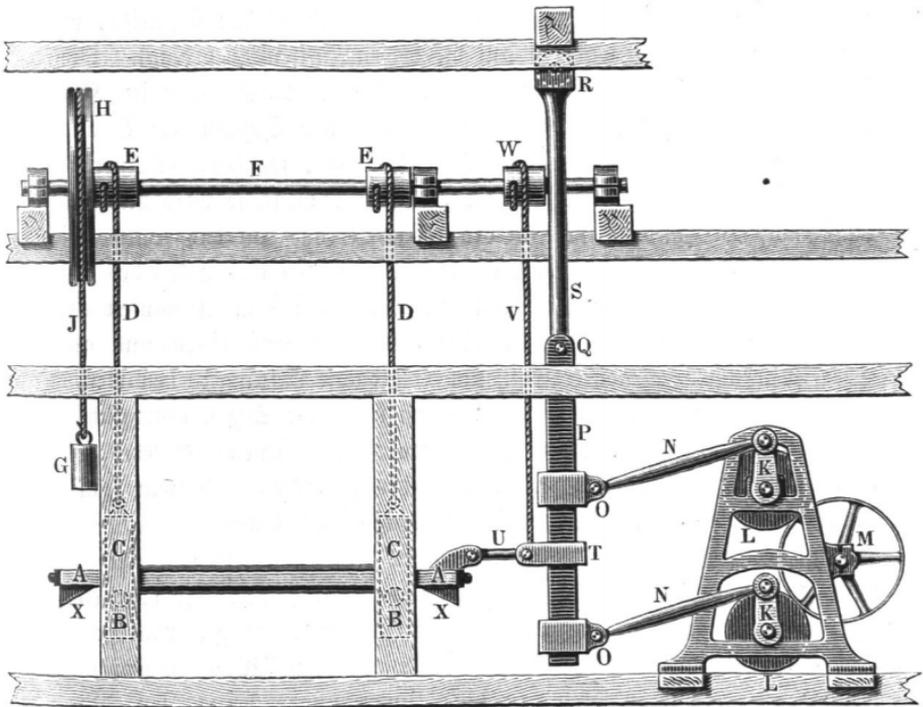
<sup>1)</sup> Siehe Pechtl, Technol. Encyclopädie. Artikel: „Steinarbeiten“ von Karmarsch. Bd. 16.

dringen von oben in den fest gelagerten Stein erfolgt, weil es nur in dieser Art möglich ist, den Sand regelmäßig unter die arbeitende Kante des Blattes zu bringen. Die Arbeit dieser Sägen ist daher als eine Schleifwirkung anzusehen, insofern die einzelnen Sandkörner von der mit bestimmtem Drucke darauf lastenden Säge bei deren Bewegung mitgenommen werden, wobei dieselben einzelne feine Steintheilchen in Mehlform abstoßen. Dem entsprechend kann die Leistung solcher Sägen, d. h. deren Vordringen in den Stein, auch nur sehr gering sein, und es ist dieselbe naturgemäß um so kleiner, je härter der zu zertheilende Stein ist. Die Erfahrung hat gezeigt, daß es für die gute Wirkung solcher Sägen vortheilhaft ist, die Geschwindigkeit derselben nur mäßig zu wählen und dieselben jedenfalls viel kleiner, als für Holz üblich ist, anzunehmen. Man giebt dem Sägeblatte in der Regel nur 30 bis 40 Doppelhübe von etwa 0,4 bis 0,5 m Länge. Ein größerer Hub ist deswegen nicht zu empfehlen, weil damit eine zu schnelle Entführung des eingebrachten Sandes in Verbindung steht. Der angewendete Sand wird niemals trocken, sondern immer mit einem Zusatz von Wasser gebraucht, derart, daß der gebildete Sandbrei zwar dünn genug ist, um die Sandkörner leicht unter die Säge treten zu lassen, aber doch nicht so dünnflüssig, daß eine zu schnelle Entfernung des Sandes zu befürchten steht. Wie schon bemerkt, ist es zur Wirkung der Steinsägen erforderlich, die letzteren mit einem gewissen Drucke auf dem Sande lasten zu lassen; auch die Größe dieses Druckes ist für die Wirksamkeit der Säge von Bedeutung, insofern ein zu großer Druck das Unterbringen von Sand unter die arbeitende Kante der Säge erschwert. Da die ganze Wirkung nur auf derjenigen des Sandes beruht, so pflegt man die Säge in der Regel bei jedem Wechsel der Bewegung in ihrer Ebene ein wenig zu heben oder zu lüften, damit dem Sande stets Gelegenheit gegeben werde, unter die Säge zu treten. Die gebildete Schnittfuge ist bei gehöriger Sandzuführung immer etwas breiter als die Stärke des Blattes, was sich dadurch erklärt, daß auch die mit den Seitenflächen des Blattes in Verührung kommenden Sandkörner eine abreibende Wirkung äußern; die hierdurch erzielte Verbreiterung der Schnittfuge hat denselben vortheilhaften Einfluß, wie die bei dem Holzschneiden durch das Schränken erzeugte, den nämlich, daß die Säge sich leichter in der Fuge bewegen läßt, ohne einem Festklemmen ausgesetzt zu sein. Da der Sand natürlich auch auf die Sägeblätter eine abreibende Wirkung äußert, so erklärt sich hieraus die kurze Dauer solcher Sägeblätter von meist nur wenigen Wochen.

Ein Gatter zum Schneiden von Stein der zuerst von Tullock in London angegebenen und im Wesentlichen auch von Anderen beibehaltenen Bauart stellt die Fig. 296 dar. Der wagerechte Gatterrahmen AA enthält eine größere Anzahl (bis zu 16) hochkantig gestellter Bänderisenschienen von etwa

100 bis 150 mm Höhe, 1,5 bis 2 mm Dicke und einer Länge, welche die Länge des darunter fest liegenden Steines um etwa 0,6 m übertrifft. Die Längsriegel *A* des Gatters finden ihre Unterstützung auf vier Rollen *B*, welche in zwei niedrigen Rahmen *C* befindlich sind, derart, daß das Gatter bei der ihm erteilten wagerechten Hin- und Herbewegung auf diesen Rollen mit geringem Widerstande sich bewegen kann. Die Rahmen *C* der Rollen sind an zwei Ketten oder Seilen *D* aufgehängt, welche auf die Trommeln *E* einer über dem Gatter längsweise gelagerten Welle *F* gewunden sind, derart, daß durch entsprechende Umdrehung dieser Welle eine allmähliche Senkung

Fig. 296.



der Tragrahmen *C* und des Gatters in dem Betrage stattfinden kann, in welchem die Sägen in den Stein eindringen. Diese Senkung erfolgt selbstständig durch das Eigengewicht des Gatters und der Tragrahmen, und zwar derart, daß durch ein Gegengewicht *G*, welches an einem über die größere Rolle *H* gewickelten Seile *J* hängt, das Gewicht des Gatters soweit ausgeglichen ist, daß auf die Sägen nur noch der zum Schneiden erforderliche Druck entfällt. Diese Anordnung gestattet durch die Wahl eines geeigneten Gegengewichtes *G* den Druck auf die Sägen nach Maßgabe von deren Anzahl und der Härte des Steines in einfacher Art zu regeln und gewährt

gleichzeitig ein Mittel zum Anheben des Gatters nach beendigtem Schnitt durch einen Zug an dem Seile *J*.

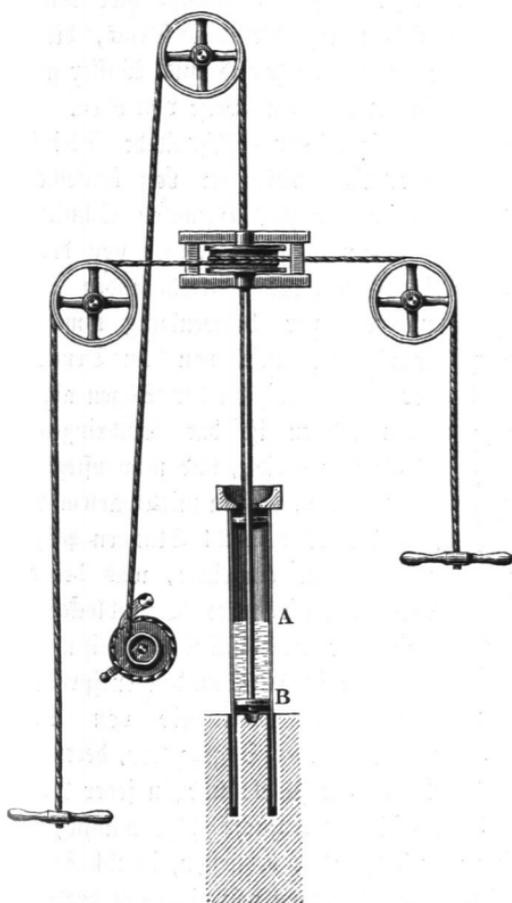
Zur Bewegung des Gatters dienen die beiden Kurbeln *K*, welche in Hinsicht ihrer Länge und Richtung genau übereinstimmen, und denen durch die gleich großen Stirnräder *L* von der Betriebswelle *M* dieselbe Umdrehungsgeschwindigkeit mitgetheilt wird. Die Anordnung zweier Kurbeln ist hier mit Rücksicht auf das allmähliche Niedersinken des Gatters gewählt, und zwar läßt man die Kurbelstangen *N* an zwei Hülsen *O* angreifen, die sich auf der senkrecht herabhängenden Stange *P* frei verschieben können. Diese Stange *P* ist bei *Q* mittelst eines Scharniers drehbar an die um den festen Zapfen *R* pendelnde Schwinge *S* angelenkt, wodurch die Wirkung erreicht wird, daß diese Stange stets in senkrechter Lage verbleibt, wie es der gleiche Schub der Kurbeln auf die beiden Hülsen *O* bedingt. Von der Stange *P* geht dann der Betrieb auf das Gatter durch die dritte Hülse *T* aus, an welcher eine kurze, das Gatter bewegende Schubstange *U* angreift. Da auch diese Hülse *T* an einem Seile *V* hängt, welches von einer mit *E* übereinstimmenden Trommel *W* der Welle *F* abläuft, so wird hierdurch erreicht, daß die Hülse *T* stets in demselben Betrage wie das Gatter niedersinkt. Noch erkennt man aus der Figur die an den vier Ecken des Gatters angebrachten keilförmigen Knaggen *X*, welche bei dem Auslaufen auf die Unterstüßungsrollen das Gatter abwechselnd an dem einen und anderen Ende in geringem Grade erheben, um die gedachte Lüftung zu bewirken, durch welche dem Sande ein besseres Untertreten unter die Sägen ermöglicht wird. Sand und Wasser werden den Sägen von oben einfallend entweder getrennt oder zu einem Brei vereinigt ununterbrochen zugeführt, und zwar kann man ungefähr 4 bis 5 Maß Wasser auf 1 Maß Sand rechnen.

Auch Kreis sägen hat man in derselben Art mit Sand zum Zerschneiden von Steinplatten in schmale Streifen, wenn auch nur selten, verwendet. Unsere Quelle giebt an, daß Wildes in London dünne, glattrandige Scheiben von Eisen oder Kupfer auf einer wagerechten Welle angeordnet hat, welchen eine Geschwindigkeit von 150 Umdrehungen bei 4 Fuß oder von 300 Umdrehungen bei 2 Fuß Durchmesser, also eine Umfangsgeschwindigkeit von  $31,4' = 10\text{ m}$  ertheilt wurde. Dieser verhältnißmäßig großen Geschwindigkeit entsprechend, durfte der Druck der Sägen gegen den darunter auf einem Schlitten beweglichen Stein nur gering gewählt werden. Das Vorrücken des den Stein tragenden Schlittens gegen die Sägen wurde mittelst eines Zuggewichtes erzielt.

Es mögen hier noch diejenigen Sägemaschinen erwähnt werden, welche man im Bauwesen verwendet hat, um aus Steinblöcken cylindrische Säulenschäfte oder Wasserleitungsröhren zu erzeugen. Auch hierfür hat man glattrandige Werkzeuge unter Zuhilfenahme von Sand

verwendet, so daß die Herstellung dieser Gegenstände ebenfalls als ein eigentliches Ausschleifen betrachtet werden kann. Als Werkzeug hat man für engere Röhren ein cylindrisches, immer senkrechtcs Blechrohr *A*, Fig. 297, verwendet, dessen unterer gerader Rand das Ausschneiden bewirkt, sobald das Rohr in eine drehende Bewegung versetzt wird. Das Gewicht der Röhre selbst bewirkt dabei den erforderlichen Druck, und die Einführung des Sandes und Wassers erfolgt durch das Innere der Röhre, worin sich eine genügend hohe Säule dieses Gemenges erhält, um durch die Schnittfuge hindurch eine stetige Bewegung des Schleifmittels zu erzeugen, welches oberhalb bei *B* austritt. Bei dem Betriebe dieser Maschinen zur Herstellung der Wasserleitungsrohren für die Stadt Manchester aus einem harten Kalksteine wandte man zur Bohrung der Röhren von 13 Zoll Durchmesser und 6 Fuß Länge Sägen von 8 Fuß Länge und 62,8 kg Gewicht an, woraus sich der Druck für 1 Quadrat-zoll Arbeitsfläche zu 3,2 kg oder für 1 Quadratcentimeter zu 0,46 kg ergibt; eine Angabe, welche man auch zur Feststellung des Druckes für die Schwertsägen der Fig. 296 bei

Fig. 297.

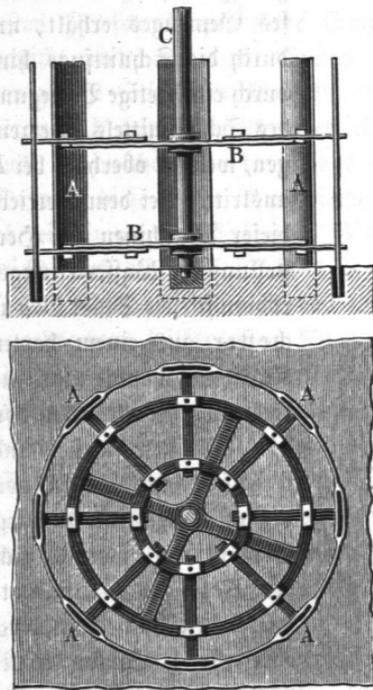


dem Schneiden von Marmor verwenden kann. Für die Wirkung solcher Sägen ist es zweckentsprechender, denselben eine absehend hin- und hergehende, anstatt einer unausgesetzt nach derselben Richtung erfolgenden Drehung zu ertheilen.

Für größere Durchmesser, wie sie z. B. den Säulenschäften zukommen, ist es nicht gut möglich, die Säge aus einem einzigen Rohre herzustellen, in diesem Falle hat man dem Werkzeuge wohl eine Einrichtung gegeben, wie

sie durch Fig. 298 verdeutlicht wird, welche die Maschine vorstellt, die zur Herstellung der Säulenschäfte bei dem Bau der Pariser Börse<sup>1)</sup> Verwendung fand. Als arbeitende Werkzeuge dienten hier acht Flacheisenschienen *A*, welche im Umfange eines senkrechten Cylinders durch zwei Radsterne *B* so gehalten wurden, daß sie bei der Umdrehung der mit der Ase *C* fest verbundenen Sterne an dieser Drehung zwar theilnehmen mußten, sich dabei aber in senkrechter Richtung frei in Schlitzen der Sterne abwärts bewegen konnten. Das Gewicht dieser Schienen erzeugt hier den zum Sägen erforderlichen Druck, die Zuführung von Sand und Wasser geschah in der üblichen Weise von oben.

Fig. 298.



Die Leistungsfähigkeit der Steinsägen oder die Größe der von denselben in bestimmter Zeit erzeugten Schnittfläche hängt naturgemäß außer von der Beschaffenheit des zu zertheilenden Steines und des zur Verwendung kommenden Sandes wesentlich von dem Drucke und der Geschwindigkeit der Sägen ab. In allen Fällen ist das Eindringen der Säge sehr gering, und man pflegt wohl anzunehmen, daß in mittelharten Marmor die Säge in 24 Stunden höchstens um 0,24 m eindringe, was bei einer größten Länge des Steinblockes von 4 m einer durchschnittlichen Leistung von 0,48 qm in 12 Stunden entspricht.

Nach einer Angabe von Tasse wurde bei vier Sägegattern, deren jedes 16 Sägen führte und in jeder Minute 80 bis 82 einfache Züge machte, wozu

sie zusammen eine Betriebskraft von acht Pferden bedurften, in 24 Stunden ein Eindringen der Sägen in mittelharten Marmor von vier Zoll beobachtet. Dies entspricht bei einer Länge von acht und neun Fuß der Blöcke einer Schnittfläche von im Ganzen 204 Quadratsfuß oder 20 qm, so daß man für jede Pferdekraft innerhalb 24 Stunden hiernach eine Leistung von 25,5 Quadratsfuß = 2,5 qm rechnen kann. Bei einer anderen Maschine ergab sich die Leistung einer Pferdekraft in 24 Stunden etwas geringer zu 2,1 qm.

<sup>1)</sup> Prechtl, Technolog. Encyclopädie, 16. Lieferung, „Steinarbeiten“.

Zur Beurtheilung der bei dem Zertheilen anderer Steine aufzuwendenden Leistung dürfte die folgende, unserer oben genannten Quelle entnommene, von Morisot herrührende Zusammenstellung nützlich sein, welche diejenigen Zeiten angiebt, die ein Arbeiter erfahrungsmäßig gebraucht, um eine Schnittfläche von einer Quadrat-Loise = 3,78 qm in dem betreffenden Stein zu erzeugen, wobei von den Arbeitern durchgehends 100 einfache Sägenzüge in der Minute vollführt wurden. Es beträgt diese Zeit bei:

	Specif. Gew.	Stunden
Außerst weichem grobkörnigem Kalkstein . . . . .	1,6	4,5
Mittelhartem Kalkstein von gleichförmigem Korn . . . . .	2,2	4,5
Ziemlich hartem, einige Muscheln enthaltendem Kalkstein . . . . .	2,3	7,2
Sehr fein- und gleichförmig körnigem Kalkstein . . . . .	2,4	6,7
Marmor, weichste Sorte . . . . .	—	5,6
Weißem Statuenmarmor . . . . .	—	7,2
Grauem Granit aus der Normandie . . . . .	—	50,4
Grauem Granit aus den Vogesen . . . . .	—	70,0
Rothem und grünem Porphir . . . . .	—	117,7

Für das Schneiden von Alabaster mittelst der Zahnsäge fand Karmarsch durch Versuche, daß zwei Mann bei einer Geschwindigkeit von 120 bis 125 einfachen Zügen von 19 bis 20 Zoll = 0,50 bis 0,53 m Länge durchschnittlich in einer Stunde 4,5 Quadratfuß = 0,45 qm Schnittfläche erzeugten.

**Fournirschälmaschinen.** Um Holzblöcke in dünne Blätter zu zerlegen, hat man anstatt der in §. 81 besprochenen Fournirsägen mehrfach Maschinen zur Anwendung gebracht, welche die Zertheilung durch die schneidende Wirkung eines Messers bewirken, das von dem Holzstücke die Fournire abschält. Da hierbei ein Verlust an Holz in Folge einer stattfindenden Bildung von Sägespänen nicht eintritt, so ergibt sich hieraus der Vortheil einer besseren Ausnutzung des zu verarbeitenden Holzes, welcher bei dem hohen Werthe, den die hierbei zur Verarbeitung gelangenden Hölzer in der Regel haben, von besonderer Bedeutung ist. Man hat indessen dieses Verfahren des Schälens nicht nur für die Erzeugung von Fourniren, sondern überhaupt zur Darstellung von spanartigen Erzeugnissen verwendet, wie solche so mannigfache Anwendung bei der Herstellung von Schachteln, Zündholzbüchsen u. s. w. finden. Auch verwendet man die so erzeugten papierdünnen Blättchen als Tapeten oder zum Ueberzug von Buchdeckeln, selbst für Visitenkarten und zu den mannichfaltigsten Zwecken. Auch hat es nicht an Versuchen gefehlt, dünnes Bleiblech in ähnlicher Art aus einem gegossenen Bleiblocke herzustellen.

§. 88.