

$$\text{III. } P = 4 \pi^2 \frac{WE}{l^2} = 4 \pi^2 \frac{\pi d^4 E}{64 l^2} = \frac{\pi^3 d^4 E}{16 l^2} = 1,835 \frac{E}{l^2} d^4$$

oder diejenige

$$\text{IV. } P = 2 \pi^2 \frac{WE}{l^2} = \frac{\pi^3 d^4 E}{32 l^2} = 0,967 \frac{E}{l^2} d^4$$

zur Bestimmung von d anzuwenden sein (vergl. Beispiel zu Thl. I, §. 273).

§. 92. Kuppelungen. Die Gestänge für Pumpen sind häufig von solcher Länge, daß sie nicht wohl aus einem Stück hergestellt werden können, in welchem Falle man sich zur Verkuppelung der einzelnen Stücke der sogenannten Stangenschlösser bedient, deren Form wesentlich von dem Querschnitte und dem Materiale der Gestänge abhängig ist. Man macht diese Gestänge sehr häufig, soweit sie außerhalb der Stopfbüchsen befindlich sind, von Holz, indem man ihnen einen rechtwinkligen und zwar bei verticaler Lage einen quadratischen, bei horizontaler Lage wegen des Eigengewichts einen mehr hohen als breiten Querschnitt giebt. Die Verbindung zweier solchen Stangenstücke geschieht in der Regel mit Hilfe hölzerner oder schmiedeeiserner Schienen oder Laschen, welche auf gegenüberstehende Flächen der Stangen gelegt und mit den letzteren sowie unter sich durch Schraubenbolzen oder übergezogene Ringe fest verbunden werden. Fig. 323 stellt ein derartiges hölzernes Stangenschloß vor, bei welchem auf die beiden, stumpf zusammen-

Fig. 323.

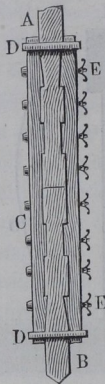


Fig. 324.

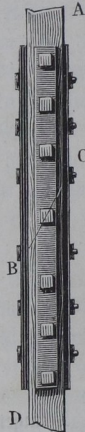
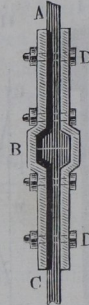


Fig. 325.



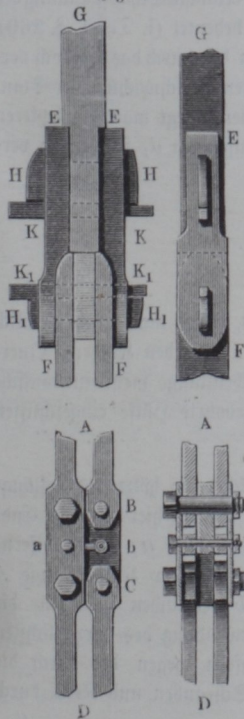
stoßenden Stangenenden A und B beiderseits die etwa $1\frac{1}{2}$ bis 2 Meter langen Laschen C aufgekämmt sind, worauf die feste Verbindung aller Theile

durch zwei Ringe *D* und acht Schrauben *E* bewirkt wird. Die Uebertragung der Kraft geschieht hier hauptsächlich durch die Klämme, welche genügenden Widerstand gegen Abscheeren äußern müssen.

Ein anderes Gestängschloß mit vier Laschen, welches bei der Wasserpumpenmaschine in Huelgoat vorkommt, zeigt Fig. 324. Die Stangenenden *AC* und *BD* sind hier schräg gegeneinander gestoßen und durch Schrauben mittelst vier schmiedeeiserner Laschen fest verbunden. Da hier die Bolzenköpfe den Zug oder Druck zwischen den Stangen zu übertragen haben, so ist bei dieser Construction besonders darauf zu achten, daß die Löcher in den Stangen und Laschen von den Bolzen genau ausgefüllt werden.

Bei eisernen Gestängen, sofern solche einen rechteckigen oder überhaupt geradlinig begrenzten Querschnitt haben, wendet man zur Verbindung ebenfalls Laschen und Schraubenbolzen an. Man versieht dabei wohl die Stangenenden nach Fig. 325 mit angestauchten Verstärkungen *B*, über welche die Laschen entsprechend gekröpft werden, um wie bei dem Schlosse, Fig. 323, die Uebertragung der Kraft den Bolzen *D* abzunehmen und durch die Verstärkungen zu vermitteln. Ein nach Art der Ketten von Hängebrücken aus vier Stangen zusammengesetztes und ebenfalls in Huelgoat angewendetes Gestänge zeigt Fig. 326. Hier sind je zwei Stangenpaare *A* und *D* durch Bolzen *B* und *C* mit Hilfe von drei Laschen vereinigt und die Laschen eines Stangenpaares mit denen des anderen durch das Quergelenk *ab* verbunden. Dieselbe Abbildung zeigt auch die Verbindung des Gestänges mit dem Gestängkopfe *G* durch zwei Laschen *EF* mit Hilfe der beiden hakenförmigen Schließkeile *HH₁* und der Treibkeile *K* und *K₁*.

Fig. 326.



Gestänge von cylindrischer Form werden meist mit Hilfe der über die beiden Enden *A* und *B*, Fig. 327 (a. f. S.), geschobenen, von beiden Seiten conisch ausgebohrten Hülse *D* und der hindurchgehenden Keile *C* verbunden. Zuweilen wird auch die eine Stange *B*, Fig. 328 (a. f. S.), mit einer angeschweißten Hülse versehen, in deren Bohrung das passende Ende *A* der anderen Stange durch den Keil *C* fest eingetrieben wird; letztere Einrichtung ist zwar nicht so

bequem auszuführen als die in Fig. 327 angegebene, hat vor dieser aber den Vortheil, nur eines einzigen Keils zu bedürfen. Bei allen derartigen Keilverbindungen hat der Keil vermöge seiner

Fig. 327.

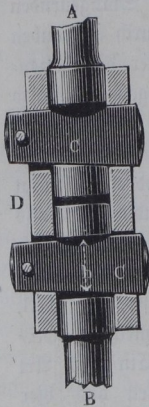
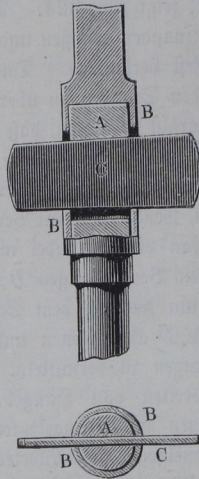


Fig. 328.



Absteerungsfestigkeit der zu übertragenden Kraft zu widerstehen, und man hat daher, da der Keil in zwei Schnittflächen von der Breite b und der mittleren Höhe h abgeseert werden würde, unter der Voraussetzung gleicher Festigkeit im Keile wie im Gestänge:

$$2bhk_{,,,} = \frac{\pi d^2}{4} k_1,$$

worin k_1 die zulässige absolute Spannung in der Stange und $k_{,,,}$ die erlaubte Schubspannung des Keils bedeutet (s. Thl. I, §. 260). Wegen der durch das Keilloch veranlaßten Verschwächung der Stangenenden pflegt man die letzteren

durch Anstauchen von dem Durchmesser d auf denjenigen d_1 so weit zu verstärken, wie es aus der Gleichung

$$\frac{\pi d_1^2}{4} - bd_1 = \frac{\pi d^2}{4}$$

folgt.

Die hier besprochene Keilverbindung, Fig. 328, pflegt man auch ziemlich allgemein für die Befestigung der Kolbenstangen mit den Kolben, Quershäuptern zc. anzuwenden, wobei man nur der Kolbenstange meist eine conische Endigung giebt, welche genau in die conisch gebohrte Hülse eingeschliffen wird.

Aus Fig. 329 ist noch die Art ersichtlich, in welcher ein hölzernes Gestänge an die Kolbenstange angeschlossen werden kann. Es ist hier an das Ende C des Gestänges mit Hülfe der Laschen d und Keile a, b eine eiserne Stange B angeschlossen, welche am freien Ende mit der Kolbenstange A vermittelst der Hülse D und anderer Keile a, b verbunden ist. Für die Keile empfiehlt sich in allen diesen Fällen die Verwendung des vorzüglichsten Stahls, und hat man bei allen Gestängschlössern wegen der durch die abseizende Bewegung erzeugten Vibrationen die Schrauben und Keile durch

Vorsteckstifte oder sonstige Mittel an einem unbeabsichtigten Losgehen zu hindern.

Der Hub der Kolbenstangen ist in fast allen Fällen klein genug, um eine Kuppelung auf den durch die Stopfbüchsen geführten Strecken vermeiden zu können, und nur zuweilen macht sich bei großer Hubhöhe eine Aus-

Fig. 329.

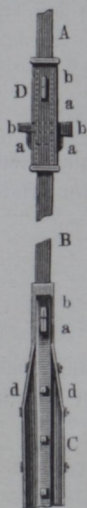
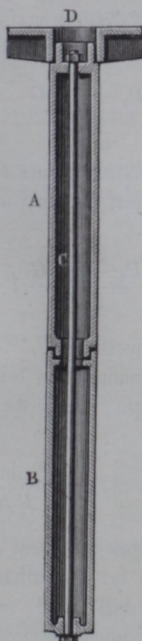


Fig. 330.



führung der Stange aus zwei Stücken nöthig, z. B. bei hydraulischen Hebevorrichtungen. Die Verbindung muß dann natürlich eine solche sein, daß an der Vereinigungsstelle die genaue cylindrische Form erhalten bleibt. Fig. 330 stellt die Verbindungsweise vor, die u. A. bei dem Kolben der hydraulischen Hebevorrichtung zur Anwendung gebracht worden ist, welche auf den Weltausstellungen zu Paris und Wien zur Beförderung der Besucher auf das Dach der Rotunde gedient hat. Der ca. 10 Meter lange die Plattform *D* tragende He-

eisernen Kolben besteht aus gußeisernen Röhren *A* und *B*, welche durch den im Innern befindlichen schmiedeeisernen Bolzen *C* fest zusammengehalten werden. Derartige Vorkommnisse gehören indeß zu den Ausnahmefällen.

Hubverlust. In Folge der Elasticität der Gestänge werden dieselben §. 93. bei der absehbaren Wirkung von Zug- und Druckkräften abwechselnd entsprechenden Ausdehnungen und Verkürzungen unterworfen, als deren Resultat ein gewisser Verlust an Hubhöhe eintritt, wie sich aus Folgendem ergibt. Sei ein verticales Gestänge von dem Querschnitte *F* angenommen, dessen Länge, wenn es weder einer Zugspannung noch einer Druckspannung ausgesetzt ist, mit *l* und dessen Eigengewicht mit *G* bezeichnet werde. Nehme man ferner die bewegende Kraft am oberen und den zu überwindenden