

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.

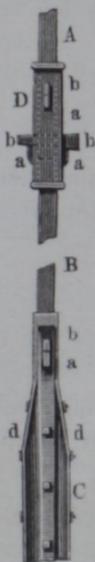
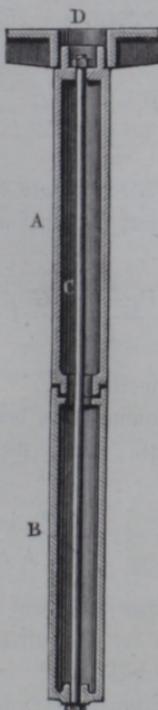


Fig. 330.



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 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

Widerstand am unteren Ende des Gestänges als wirksam an, und bedeute P_1 den Widerstand, welchen der Pumpkolben dem Aufgange, und P_2 denjenigen Widerstand, welchen derselbe dem Niedergange entgegensezt. Wirkt nun die bewegende Kraft nach oben, so wird, ehe der Widerstand folgt, das Gestänge eine Ausdehnung annehmen müssen, in Folge des Zuges P_1 sowohl wie in Folge des Eigengewichtes G . Diese Verlängerung bestimmt sich, unter E den Elasticitätsmodul der Stange verstanden, nach den bekannten Gesetzen der absoluten Elasticität (Thl. I, §. 213) zu

$$\lambda_1 = \frac{P_1 + \frac{1}{2} G}{FE} l.$$

Ebenso wird beim Beginn des Niederganges der widerstehende Kolben erst dann durch das Gestänge fortgedrückt werden, nachdem dessen ursprüngliche Länge l um die Größe

$$\lambda_2 = \frac{P_2 - \frac{1}{2} G}{FE} l$$

durch Zusammendrücken verkürzt worden ist.

Es ist sogleich klar, daß die Summe dieser beiden Längenänderungen, d. h. also die Differenz derjenigen Längen, welche die Stange im gezogenen und im gedrückten Zustande hat, also

$$\lambda = \lambda_1 + \lambda_2 = \frac{P_1 + P_2}{FE} l$$

den Hubverlust bedeutet, um welchen bei jedem einfachen Spiel der Widerstand weniger bewegt wird, als der Angriffspunkt der Kraft. Es muß nämlich bei jedem Bewegungswechsel, z. B. in der tiefsten Lage des Gestänges dasselbe vor beginnender Aufwärtsbewegung sich nicht nur wie eine zusammengedrückte Feder zunächst um die vorherige Compression λ_2 wieder ausdehnen, sondern es wird zu dieser Größe eine weitere Verlängerung um λ_1 hinzutreten müssen. Man erkennt übrigens aus dem obigen Ausdrucke, daß die Größe des Eigengewichtes G auf diesen Hubverlust ohne Einfluß ist.

Wenn auch der hier ermittelte Hubverlust bei den gewöhnlichen Kolbenstangen der Dampfmaschinen und Pumpen wegen deren geringer Länge außer Betracht bleiben darf, so kann derselbe doch bei sehr langen Gestängen aus sehr dehnbarem Materiale wie Holz wesentliche Beträge annehmen, und man sieht z. B., daß eine Bewegung des Widerstandes überhaupt nicht mehr möglich ist, wenn der Weg s des Kraftangriffspunktes nicht größer ist als $\lambda = \frac{P_1 + P_2}{FE} l$. Man kann den Hubverlust bei gegebener Länge l

und gegebenen Widerständen P_1 resp. P_2 dadurch entsprechend herabziehen, daß man den Querschnitt F thunlichst groß macht.

Daß übrigens mit diesem Hubverluste ein Verlust an mechanischer Arbeit nicht verbunden ist, geht daraus hervor, daß, wenn die Ausdehnungen und Zusammendrückungen nur genügend weit innerhalb der Elasticitätsgrenze gelegen sind, das zum Ausdehnen oder Zusammendrücken der Stange bei einem Bewegungswechsel aufzuwendende Arbeitsquantum bei dem folgenden Wechsel durch die elastische Zusammenziehung resp. Wiederausstreckung der Stange vollkommen wieder zur Wirkung gebracht wird. Diese letztere Bemerkung gilt aber nicht hinsichtlich derjenigen Längenänderungen, welchen das Gestänge in Folge einer gewissen Nachgiebigkeit in den Gestängschlössern ausgesetzt ist. Wenn in den letzteren unter Einfluß der wechselnden Kräfte kleine Verschiebungen eintreten, so sind dabei jederzeit entsprechende Reibungswiderstände zu überwinden. Die Größe dieser Reibungen sowie der Verschiebungen läßt sich natürlich allgemein gar nicht bestimmen, da diese Werthe wesentlich von der Art der Ausführung abhängen; nur soviel läßt sich sagen, daß der Reibungswiderstand in irgend einem Verbindungsstücke bei der Aufwärtsbewegung höchstens den Werth $P_1 + G'$ und bei der Abwärtsbewegung höchstens denjenigen $P_2 - G'$ annehmen kann, wenn G' das Gewicht des unter der Verbindungsstelle hängenden Gestängtheils bedeutet, denn wenn die Reibung größer ist als diese Werthe, so wird sie eben darum nicht überwunden. Man sieht daraus, wie wesentlich es ist, die Laschen der Schlösser so fest anzuziehen, daß die erzeugte Reibung jenen Werth übersteigt, und daß ein sorgfältiges Einpassen der Bolzen, Rämme u. bei allfälligem Gleiten den Betrag desselben und damit den Arbeitsverlust wesentlich zu vermindern vermag.

Beispiel. Wenn ein schmiedeeisernes Gestänge von 300 Meter Länge abwechselnd einen Druck und Zug von $P_1 = P_2 = 24000$ Kilogramm ausüben muß, und man giebt ihm 60 Quadratcentimeter Querschnitt, so beträgt der Hubverlust

$$\lambda = \frac{2 \cdot 24000}{6000 \cdot 19700} 300 = 0,122 \text{ Meter.}$$

Hat dasselbe Gestänge nur in der einen Richtung, etwa ziehend den Widerstand von 24000 Kilogramm zu überwinden, so beträgt auch der Hubverlust nur die Hälfte oder 61 Millimeter.

Büchsenführung. Damit die hin- und hergehende Bewegung einer §. 94. Stange genau in ihrer Ase erfolge, muß man dieselbe durch gewisse Vorkehrungen an jeder seitlichen Abweichung von der geraden Bahn verhindern. Die hierzu dienenden Einrichtungen heißen Geradführungen. Bis zu gewissem Grade wird dieser Zweck schon durch die Stopfbüchsen erfüllt, welche angewandt werden, um die Kolbenstangen luft- und wasserdicht aus