

XIX. QUERHÄUPTER.

§. 205.

Verschiedene Arten von Querhäuptern.

Querhäupter oder Kreuzköpfe sind die Zapfenverbindungen, welche den Gelenkzusammenhang zwischen den Pleuelstangen und den durch sie zu schiebenden Kolbenstangen, Schlitten, Pumpenkolben u. s. w. zu vermitteln haben. Sie werden mit Stirn-, Doppel- und Gabelzapfen, vorwiegend aber mit den beiden letzten Zapfenarten ausgeführt, und können als die losgetrennten Köpfe von Hebeln angesehen werden, welchen man in Ersetzung der führenden Hebelarme durch andere Führungstheile eine bestimmte Bahn vorschreibt. Die Führung geschieht in der Regel entweder mittelst Gelenkführungen (Parallelogramm u. s. w.) oder mittelst Lineal- oder Schienenführungen, oder auch endlich man überlässt die Führung des Querhauptes den Stangen (Kolbenstangen, Schieberstangen), an welche sie angreifen, und gibt ihm deshalb keine besonderen führenden Theile. Hier- nach unterscheiden wir:

1. Freigehende Querhäupter,
2. Querhäupter mit Lenkzapfen,
3. Querhäupter mit Linealführung,

bei welcher Eintheilung wir auf die Art des angewandten Zapfens keine besondere Rücksicht nehmen. Einige wichtige Beispiele von Querhäuptern sind in dem folgenden zusammengestellt.

§. 206.

Freigehende Querhäupter.

Zwei kleine freigehende Querhäupter aus Schmiedeisen zeigen Fig. 331 und 332 (a. f. S.). Sie haben (schmiedeiserne) Doppelzapfen von der Dicke $d_2 = 0,7 d$, wenn d den Durchmesser des schmiedeisernen Stirnzapfens bezeichnet, welcher dem das Quer-

haupt belastenden Druck P entspricht. Die Kolbenstange nehme man im Querhaupt nicht dünner als d_2 .

Fig. 331.

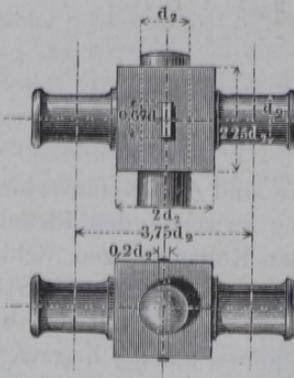
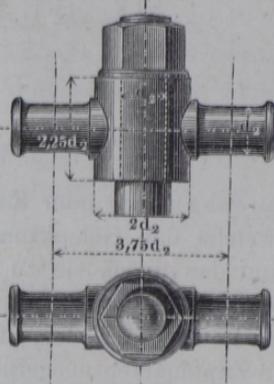
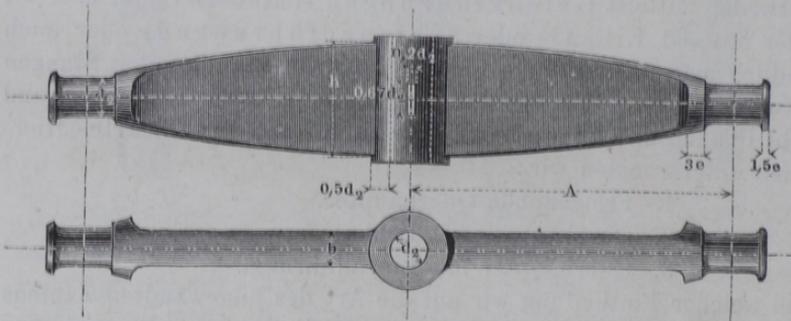


Fig. 332.



Eine Ausdehnung der vorigen Constructionen zeigt Fig. 333.

Fig. 333.



Dieses Querhaupt erhält gute Verhältnisse, wenn man seine Höhe h in der Mitte nimmt:

$$h = 2,25 d_2 + \frac{A}{14} \quad \dots \quad (229)$$

wobei A noch die Armlänge bezeichnet; ferner nehme man so-
dann für die constante Armbreite b :

$$\frac{b}{d_2} = 0,785 \frac{d_2}{h} \frac{A}{h} \quad \dots \quad (230)$$

Die Profileurve verzeichne man, den Curvenscheitel in die Mitte
des Querhauptes legend, nach einer der Verfahrungsweisen in §. 65.

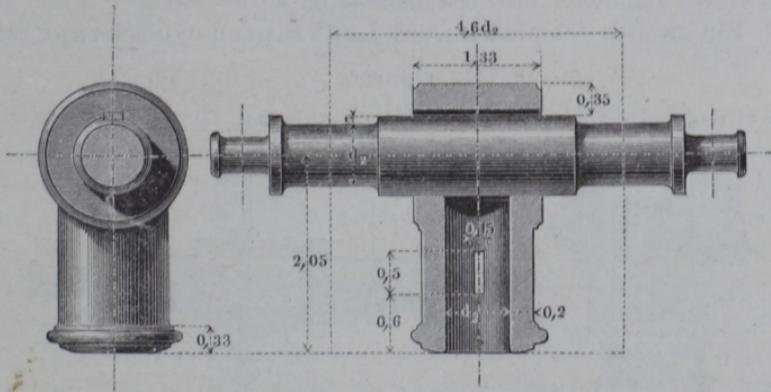
Beispiel. Gegeben die Belastung $P=4000^k$ und die Armlänge $A=400^{mm}$ eines Querhauptes nach Fig. 333. Wir haben zu machen nach §. 169: $d_2=0,7 \cdot 70$ oder $=50^{mm}$, und wählen nach (229) $h=2,25 \cdot 50 + \frac{400}{14} = 112,5 + 28,6$ oder $141,1^{mm}$, wofür wir 140^{mm} nehmen, und nach (230) zu machen haben: $b=50 \cdot 0,785 \cdot \frac{50}{140} \cdot \frac{400}{140} = 40^{mm}$. Wanddicke der Nabe $=0,5 \cdot d_2 = \frac{50}{2} = 24^{mm}$, Keilhöhe $=0,67 \cdot 50 = 34^{mm}$, Keildicke $=0,2 \cdot 50 = 10^{mm}$.

§. 207.

Querhäupter mit Gelenkführung.

Die Querhäupter, welche durch Gelenkfürungen geleitet werden sollen, erhalten ausser den Tragzapfen noch zwei Lenkzapfen, welche als Fortsätze der Tragzapfen ausgeführt werden. Ein schmiedeisernes Querhaupt mit Lenkzapfen zeigt Fig. 334,

Fig. 334.



sehr geeignet für die Kolbenstangen von Balancierdampfmaschinen, und schon von Watt angewandt. Als Bezugeinheit für die beigeschriebenen reinen Verhältnisszahlen dient wie bei den Pleuelköpfen die Einheit:

$$d_1 = d + 5^{mm} = 1,4 d_2 + 5^{mm} \dots \dots (231)$$

wobei zu beachten, dass d die Dicke des $1,5 d$ langen schmiedeisernen Stirnzapfens nach Formel (57), und $d_2 = 0,7 d$ ist. Dasselbe gilt von den reinen Verhältnisszahlen der übrigen nun

noch folgenden Querhäupter. Die Dicke d_3 der Lenkzapfen kann durch folgende Formel bestimmt werden:

$$\frac{d_3}{d_2} = \sqrt{\frac{\sin \alpha}{\cos \beta}} \dots \dots \dots (232)$$

wenn α den grössten Winkel bezeichnet, um welchen die an d_2 angreifende Pleuelstange von der Schubrichtung des Querhauptes abweicht, und β den Winkel, welchen der an d_3 angreifende Gegenlenker mit der Normalen zu jener Schubrichtung einschliesst, wenn α ein Maximum ist; dabei sind die Längenverhältnisse der beiden Zapfen als gleich vorausgesetzt.

Beispiel. Der Winkel α sei im Maximum 20° , und gleichzeitig $\beta = 15^\circ$, so hat man $\frac{\sin \alpha}{\cos \beta} = \frac{0,3420}{0,9659} = 0,35$; es ist also nach (232) zu nehmen $d_3 = d_2 \sqrt{0,35} = 0,59 \cdot d_2$.

Der Winkel α steigt gewöhnlich nur dann bis auf 20° oder mehr, wenn die Pleuelstange auf eine Kurbel wirkt, wie es bei direct wirkenden Dampfmaschinen der Fall ist; steht sie dagegen mit einem Balancier im Zusammenhang, so übersteigt α selten 10° .

Ein zweites schmiedeisernes Lenkzapfen-Querhaupt zeigt

Fig. 335.

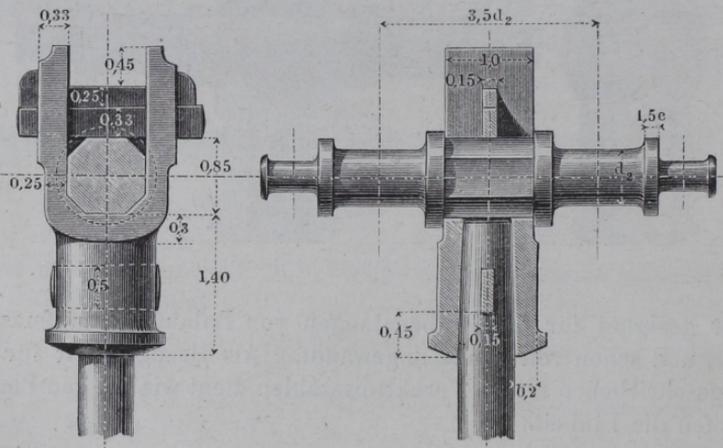


Fig. 335. Dasselbe bietet die Bequemlichkeit, dass man die Kolbenstange leicht von der Querhauptachse ablösen kann, und eignet sich sehr gut für direct wirkende Dampfmaschinen.

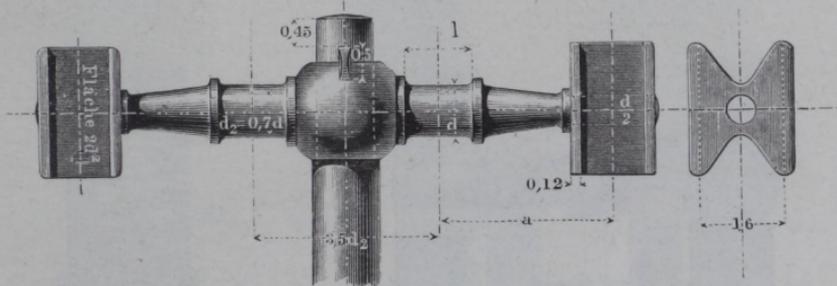
§. 208.

Querhäupter mit Schienenführung.

Die Querhäupter mit Schienenführung kommen vorzugsweise bei den Dampfmaschinen und Pumpen zur Anwendung und werden in zahlreichen Abänderungen ausgeführt. Diese unterscheiden sich wesentlich in der Zahl und Anbringungsweise der Führungsschienen oder Gleise.

Fig. 336 zeigt ein viel gebräuchliches Querhaupt mit vier

Fig. 336.

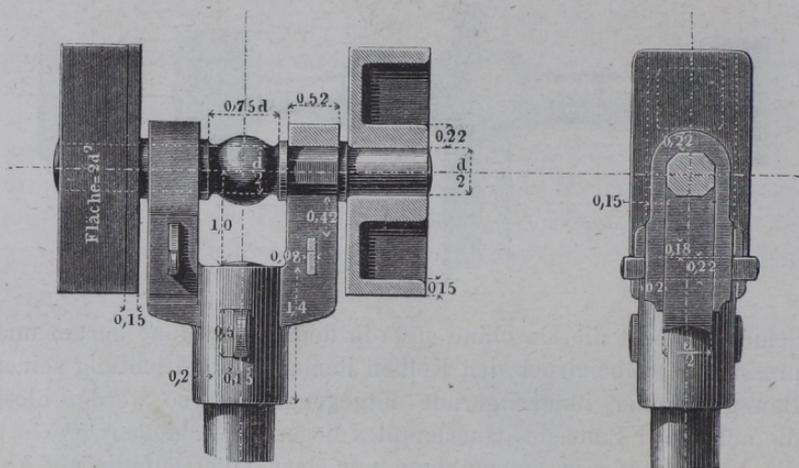


Schienen. Geht die Maschine stets in demselben Sinne herum und presst der Kolbendruck den Kolben immer in der Richtung seiner Bewegung oder immer gerade entgegengesetzt, so werden bloss die auf einer Seite des Querhauptes liegenden Schienen gepresst, die beiden anderen dienen dann nur dazu, den zufällig auf Abheben der Gleitpfannen von den Schienen wirkenden Kräften zu begegnen; findet dagegen zeitweise ein Pressen in der Bewegungsrichtung des Kolbens, zeitweise ein solches gegen die Bewegungsrichtung statt, so wird das Querhaupt abwechselnd nach beiden Seiten gedrückt. Auch bei gewöhnlichen Dampfmaschinen tritt nicht nur beim Gegendampfgeben, sondern auch schon in Folge des Voreilens des Dampfschiebers dieser Richtungswechsel der Querhauptpressung ein. Die Pfannen sollen womöglich aus einem weicheren Material bestehen, als die Schienen, damit letztere möglichst wenig abgenutzt werden. Aus demselben Grunde ist es gut, die Gleitflächen der einzelnen Pfannen nicht unter $2d^2$ oder $4d^2$ zu nehmen; manche gehen bei kleinen Maschinen bis zum doppelten Werthe, also $4d^2$ oder $8d^2$. Hier sind die Gleitpfannen auf Zapfen

der Querhauptachse gesteckt. Diesen Zapfen darf man das Längenverhältniss 3 geben, wenn man, wie hier beigeschrieben ist, ihre Dicke $= \frac{d}{2}$ nimmt. Die Dicke d' der Zapfen kann bei grosser Armlänge dieses Querhauptes grösser erfordert werden, als d_2 ; man behandle, um hierin sicher zu gehen, den Querhauptarm wie einen Achsenschenkel von der Länge a (siehe §. 49 und §. 60). Die Länge der beiden Kraftzapfen wird aber gemäss §. 41 nach wie vor $\cong 1,5 d_2$.

Bei dem Querhaupt in Fig. 337 ist der Kraftzapfen ein Gabelzapfen, welcher hier ausserdem kugelförmig gestaltet ist; das

Fig. 337.

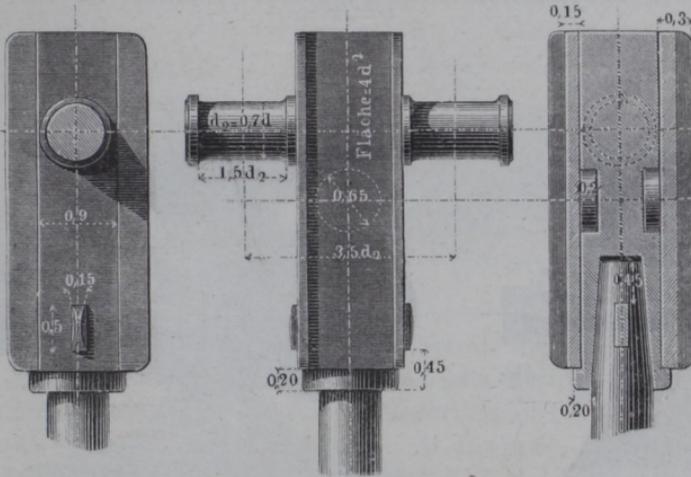


auf der Kolbenstange befestigte Gabelstück ist aus Schmiedeeisen angenommen; soll es aus Gusseisen gemacht werden, so ist die Wanddicke seiner Hülse auf $0,28 d_1$, deren Länge auf $1,75 d_1$ zu erhöhen. Die Schienen sind hier der Kolbenstange bedeutend näher gerückt, als im vorigen Falle.

Fig. 338. Stephenson'sches Querhaupt. Die Schienen sind so nahe zusammengerückt, dass je zwei ineinander übergegangen sind, so dass das Querhaupt, statt viergleisig wie die beiden vorigen, ein zweigleisiges wird. Die beiden Zapfen des schmiedeeisernen Mittelstückes werden von dem Gabelkopf einer langgeschlitzten Pleuelstange ergriffen. Als Material der Pfannen kann sehr gut Bronze genommen werden, die Gleitfläche derselben ist, um bei

den obigen Annahmen zu bleiben, $= 4 d^2 = 8 d_2^2$ zu machen; jedoch findet man in der Praxis der Locomotiven, wohl wegen des

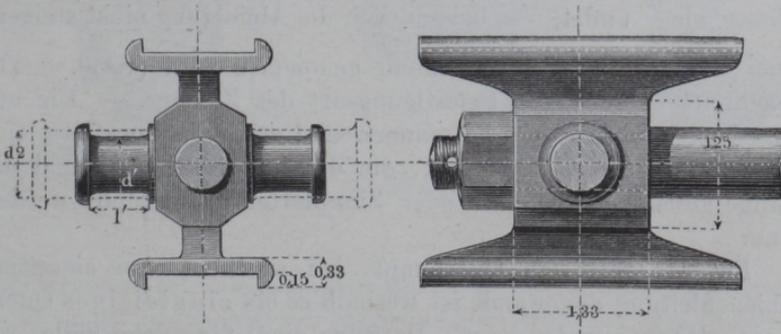
Fig. 338.



beschränkten Raumes, kleinere Gleitflächen, z. B. solche, die bis $2 d^2$ herabgehen.

Fig. 339. Borsig'sches, ganz aus Schmiedeeisen bestehendes

Fig. 339.



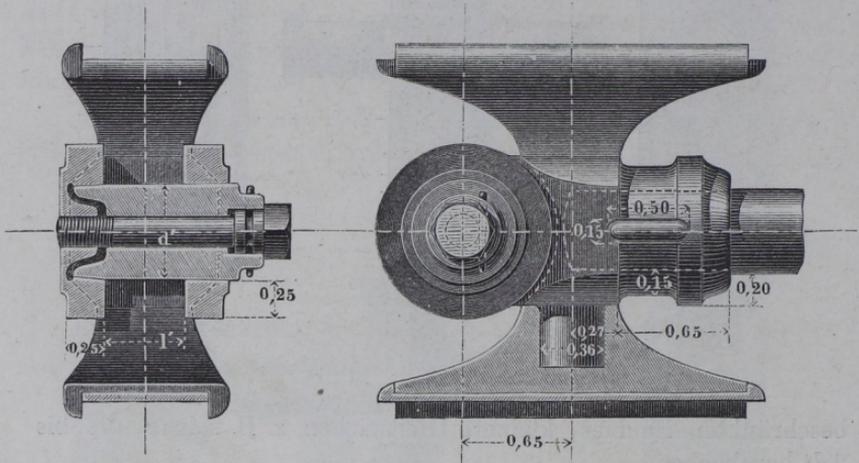
zweigleisiges Querhaupt. Die Leitschienen werden so weit auseinander gelegt, dass die mit einer kurzen Gabel versehene Pleuelstange zwischen ihnen genügenden Spielraum findet. Die Zapfen sind hier beispielsweise mit dem Längenverhältniss 1 ausgeführt,

was nach §. 37 f.) gestattet, ihre Dicke $d' = 0,82 \sqrt{\frac{P}{2}} = 0,73 d_2$

zu machen. Dieselbe Verminderung der Zapfendicke kann man auch, wenn es passt, bei der vorigen Construction anbringen*).

Ein ebenfalls für zwei Schienen eingerichtetes Querhaupt Borsig'scher Construction zeigt Fig. 340. Dasselbe ist für einen

Fig. 340.



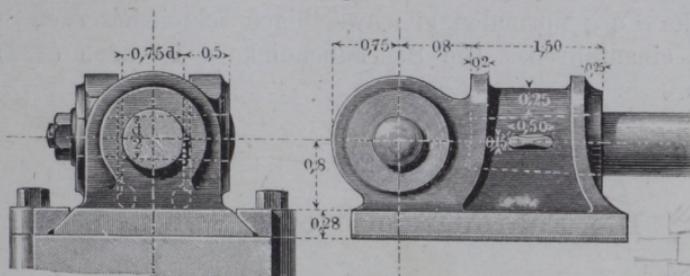
Gabelzapfen eingerichtet, dessen Dicke d' sich gewöhnlich etwas grösser als $\frac{d}{2}$ findet, was bekanntlich die Abnutzung nicht steigert, wenn die Länge l' nicht zu klein genommen wird (vergl. §. 41). Beachtenswerth ist die Befestigungsart des Zapfens. — Die aus Gusseisen bestehenden Gleitpfannen sind mit einer sorgfältig eingepassten Bronzeplatte belegt, die durch zwischen sie und die Pfanne geschobene Kupfer- oder Zinnplatten nachgestellt werden kann.

Fig. 341 zeigt ein Querhaupt, bei welchem eine einseitige Schienenleitung angewandt ist, weshalb es ein eingleisiges Querhaupt genannt werden kann. Dasselbe dient für solche Fälle, wo die Umdrehungsrichtung immer in einem und demselben Sinne stattfindet, der Schienendruck also auch stets einseitig wirkt. Für die zufälligen Hebekräfte und gegen die Wirkung des Voreilungs-

*) Mehrere andere Querhauptconstructions mit zwei Gleisen, welche die Pleuelstange zwischen sich halten, findet man in der „Constructionslehre f. d. Maschinenbau“ §. 423 angegeben.

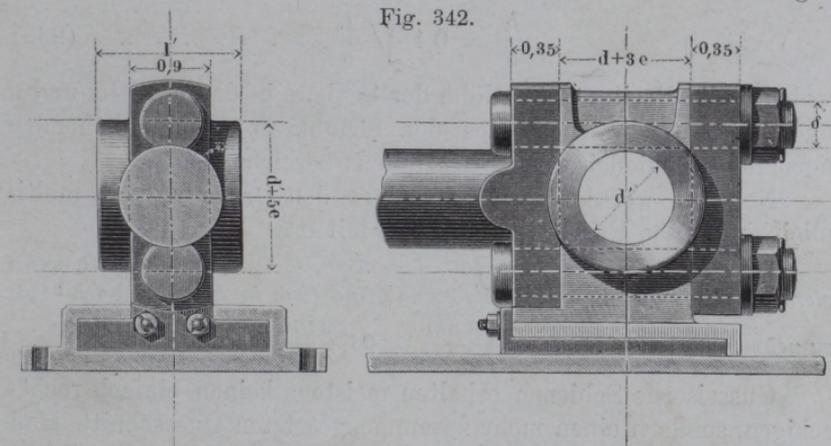
druckes bei Dampfmaschinen (§. 208) sind die schrägen Schutzschienen angebracht. Die Gleitfläche des (gusseisernen) Querhauptkörpers ist $= 4d^2 = 8d_2^2$ zu nehmen.

Fig. 341.



Eine zweite Form eines eingleisigen Querhauptes zeigt Fig. 342. Dasselbe ist einer Schiffmaschine von Humphry Tennant entnommen, und ist geeignet, Schiendruck nach beiden Richtungen aufzunehmen, zu welchem Ende die Deckschienen der vorigen

Fig. 342.



Construction sehr ausgedehnt sind. Statt des Zapfens ist hier das Lager in das Querhaupt aufgenommen, was der Pleuelkopfconstruction in Fig. 317 entspricht. Die Ausgleichung der Abnutzung findet in der Vertikalfuge durch Einwechseln von dünnen Kupferplatten statt, welche nach jedem Wechsel dünner gewählt werden; in der Horizontalfuge (an den Gleitschienen) dagegen wird das herausnehmbare Unterstück durch in die Fuge geschobene, jedesmal dicker gewählte Kupferplatten zum Anschliessen gebracht. Die ganze Construction erscheint für viele Fälle empfehlenswerth. Das hier von Bronze vorausgesetzte Mittelstück kann unter passenden

Abänderungen aus Gusseisen hergestellt werden, wobei die Zapfenhöhlung mit einem Weissgussfutter auszukleiden sein würde. Als Bezugeinheit für die Verhältnisszahlen ist hier die Einheit in Formel (221) zu benutzen, und dabei für w' die Zapfendicke d' , für w die Dicke d des normalen gleichwerthigen schmiedeisernen Stirnzapfens einzuführen. Die Schraubendicke δ ist nach (222) zu nehmen.

§. 209.

Die Führunggleise oder Schienen.

Man macht die Führungsschienen aus Schmiedeisen oder Gusseisen. Liegt der ganze Druck auf einer Schiene, wie bei den fünf letzten Constructionen, und ist dieselbe nur an ihren, um die Hublänge $2R$ auseinanderstehenden Enden gestützt, so nehme man, Schmiedeisen als Material vorausgesetzt:

$$\frac{h}{d} = 0,4 \sqrt{\frac{R}{b}} \dots \dots \dots (233)$$

wobei b die Breite, h die Höhe der Schiene in deren Mitte, und d nach wie vor die Dicke des der Schubkraft P entsprechenden normalen schmiedeisernen Stirnzapfens bezeichnet.

Nehmen zwei Schienen statt einer den Druck auf, so multiplicire man das Ergebniss von (233) mit 0,7.

Beispiel. Gegeben $R = 400$, $d = 55^{mm}$, $b = 80^{mm}$; dann ist, wenn vier schmiedeiserne Schienen angewandt sind (wie in Fig. 337) nach (233) zu nehmen: $h = 0,7 \cdot 55 \cdot 0,4 \cdot \sqrt{\frac{400}{55}} = 0,7 \frac{440}{7,42} = \text{nähe } 42^{mm}$.

Gusseiserne Schienen erhalten meistens keinen einfach rechteckigen, sondern einen mehr zusammengesetzten Querschnitt. Man kann aber nach Annahme von dessen Form die Abmessungen leicht aus denen der ermittelten schmiedeisernen Schiene ableiten.

Der Druck auf die Schienen ist in deren Mitte stärker als an den Enden; um die daraus hervorgehende ungleichförmige Abnutzung der Gleitflächen zu vermeiden, bringe man in denselben geschlängelte Oelrinnen an, welche von der Mitte nach den Enden zu an Breite fort und fort zunehmen, so zwar, dass sie an den Enden der Schiene deren Fläche fast ganz in Anspruch genommen haben.

Bei den gusseisernen Gleitschienen sind ausserdem seitliche Randleisten zum Zusammenhalten des Oels sehr empfehlenswerth.

Dieselben bilden in den Constructionen Fig. 341 und 342, wenn sie ringsum geführt werden, ein Becken, dessen Boden vollständig mit Oel bedeckt bleibt.

XX. RÖHREN UND RÖHRENVERBINDUNGEN.

§. 210.

Empirische Formeln für die Wanddicke der Röhren.

Man bedient sich im Maschinenbau vorwiegend der Röhren aus Gusseisen und Schmiedeisen; in geringerem Maasse kommen Röhren aus Gussstahl, Bronze, Kupfer, Blei, Holz, Thon, Asphaltpapier zur Verwendung. Bei allen diesen Röhren spielt die Anfertigung eine so wichtige Rolle, dass bei nicht sehr grossen inneren Pressungen auf diese bei Bestimmung der Wanddicke keine Rücksicht genommen zu werden braucht, und rein empirische Formeln am besten geeignet sind. Solche Formeln sind zunächst hier zusammengestellt.

Ist, in Millimeter gemessen, die lichte Weite eines zu construierenden Rohres = D , die Wanddicke = δ , so nehme man:

für gusseiserne Wasser- und Gasleitungsröhren:

$$\delta = 8 + \frac{D}{80} \dots \dots \dots (234)$$

für gusseiserne Dampfrohre, auch Luftpumpencylinder:

$$\delta = 12 + \frac{D}{50} \dots \dots \dots (235)$$

für gusseiserne Dampfzylinder und ausgebohrte Pumpentiefel:

$$\delta = 20 + \frac{D}{100} \dots \dots \dots (236)$$

welche Dicke nach vollzogener Bohrung bleiben soll.

Beispiel. Ein Pumpenrohr von 300^{mm} Weite erhält nach (234) eine Wanddicke $\delta = 8 + \frac{300}{80} = 11,75$ oder 12^{mm}; ein eben so weites Dampf-