

eine weit kürzere Gabel, als die in Fig. 528 b ist; Fig. 528 c passt für den rechteckigen, an den schmalen Seiten abgerundeten Schaftquerschnitt; Fig. 528 ist für sehr lange gusseiserne Pleuelstangen geeignet. Die Kappen der Lagerschalen sind hier an beiden Enden geschlossen, und es findet das Nachtreiben der Schalen wie beim Sharp'schen Pleuelkopf mit Hülfe einer Druckplatte statt. Manchmal ist eine Pleuelstange in Form eines Rahmens auszuführen, welcher rechteckig oder trapezförmig zu machen ist. Die Schenkel dieses Rahmens sind ähnlich wie einzelne Pleuelstangen, Kopf- und Fusstheil wie Querhäupter zu behandeln, über welche das nächste Kapitel Aufschluss gibt.

---

## Fünfzehntes Kapitel.

### Q U E R H Ä U P T E R.

#### §. 186.

#### 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 könnten 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 Gleis- 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. Hiernach unterscheiden wir:

1. Freigehende Querhäupter,
  2. Querhäupter mit Lenkzapfen,
  3. Querhäupter mit Gleisführung,
- bei welcher Eintheilung wir auf die Art des angewandten Zapfens keine besondere Rücksicht nehmen.

§. 187.

### Freigehende Querhäupter.

Zwei kleine freigehende Querhäupter aus Schmiedeeisen zeigen Fig. 529 a und b. Sie haben (schmiedeeiserne) Doppelzapfen. Die Kolbenstange nehme man im Querhaupt nicht dünner als  $d_2$ .

Fig. 529.

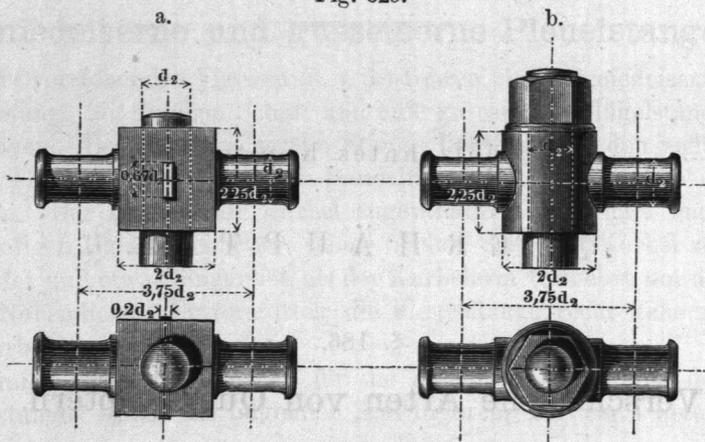
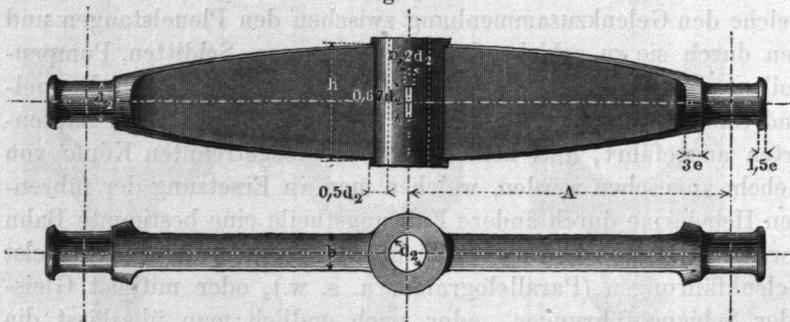


Fig. 530.



Eine Ausdehnung der vorigen Konstruktionen zeigt Fig. 530. Dieses Querhaupt erhält gute Verhältnisse, wenn man seine Höhe  $h$  in der Mitte nimmt:

$$h = 2,5 d_2 + \frac{A}{14} \dots \dots \dots (173)$$

wobei  $A$  noch die Armlänge bezeichnet; ferner nehme man sodann für die konstante Armbreite  $b$ , da der Zapfendruck den Arm gerade wie bei einem Stirnzapfenhebel beansprucht:

$$b = \frac{P}{2} \frac{A}{h^2} \dots \dots \dots (174)$$

Die Profilkurve verzeichne man nach einer der Verfahrensweisen in §. 142.

1. *Beispiel.* Gegeben die Belastung  $P=4000$  kg und die Armlänge  $A = 400$  mm eines Querhauptes nach Fig. 530. Nach (94) ist  $d_2 = \sqrt{2000} \sim 45$  mm; wir wählen nun nach (173)  $h = 2,5 \cdot 45 + 400 : 14 = 112,5 + 28,6 \sim 140$  mm, und haben nach (174):  $b = 2000 \cdot 400 : 140^2 = 40$  mm. Wanddicke der Nabe =  $0,5 \cdot d_2 = 0,5 \cdot 45 \sim 23$  mm, Keilhöhe =  $0,67 \cdot 45 = 30$  mm, Keildicke =  $0,2 \cdot 45 = 9$  mm.

2. *Beispiel.* Der 3000pferdige Raddampfer „La Plata“ hat Dampfcylinder von 103" engl. oder 2616 mm Durchmesser bei einem auf höchstens 26 Pfund auf den Quadratzoll oder  $1\frac{3}{4}$  Atm. anzunehmenden Ueberdrucke, was einer Belastung  $P$  des Kolbens von rund 102000 kg entspricht. Die mächtigen Querhäupter der Dampfkolben haben die obige Konstruktion und zwar sind sie mit einer Armlänge  $A = 68$ " oder 1727 mm ausgeführt. Der Erbauer, Napier, hat genommen:  $h = 28$ " oder 711 mm,  $b = 7$ " oder 178 mm, die Zapfendicke  $d_2 = 10$ " oder 254 mm, die Zapfenlänge = 15" oder 381 mm, was fast genau einem unserer gewöhnlichen Stirnzapfen nach §. 91 entspricht; ferner die Hülsenhöhe = 30" oder 762 mm, die Hülsendicke = 5", die Bohrung 10". Wir würden nach den obigen Formeln erhalten:  $d_2 \sim 225$  mm,  $h = 685$  mm,  $b = 185$  mm, wobei der Arm etwas weniger, der Zapfen etwas mehr Sicherheit erhielt als bei Napier.

§. 188.

**Querhäupter mit Gelenkführung.**

Die Querhäupter, welche durch Gelenkführungen geleitet werden sollen, erhalten aus den Tragzapfen noch zwei Lenkzapfen, welche als Fortsätze der Tragzapfen ausgeführt werden. Ein schmiedeisernes Querhaupt mit Lenkzapfen zeigt Fig. 531 (a. f. S.), sehr geeignet für die Kolbenstange von Balancierdampfmaschinen, und schon von Watt angewandt. Bezugeinheit:

$$d_1 = \sqrt{P} + 5 \dots \dots \dots (175)$$

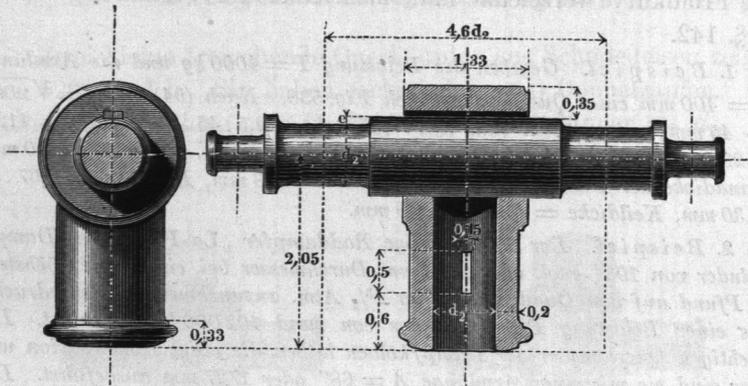
wobei  $P$  die ganze Belastung des Querhauptes ist. Dasselbe gilt von den reinen Verhältnisszahlen der übrigen nun noch folgenden

Querhäupter. Die Belastung  $P_3$  der Lenkzapfen kann aus derjenigen  $P_2$  der Querhauptzapfen durch folgenden Ausdruck bestimmt werden:

$$\frac{P_3}{P_2} = \frac{\sin \alpha}{\cos \beta} \dots \dots \dots (176)$$

wenn  $\alpha$  den grössten Winkel bezeichnet, um welchen die an  $d_2$  angreifende Pleuelstange von der Schubrichtung des Querhauptes ab-

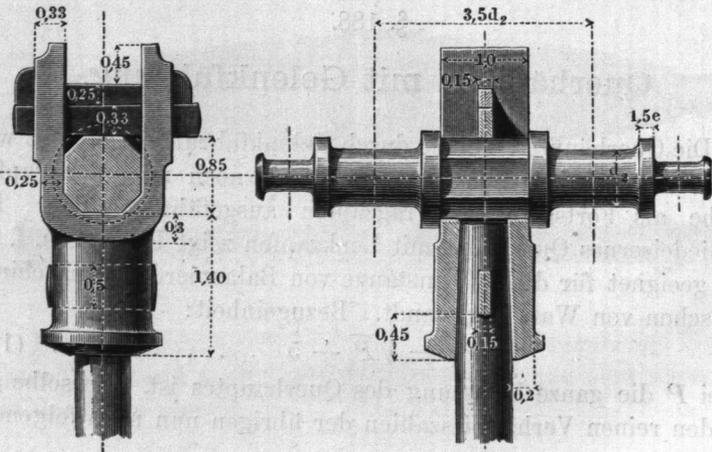
Fig. 531.



weicht, und  $\beta$  den Winkel, welchen der am Lenkzapfen angreifende Gegenlenker mit der Normalen zu jener Schubrichtung einschliesst, wenn  $\alpha$  ein Maximum ist; letzteres ist auf der Zeichnung leicht zu finden.

*Beispiel.* Der Winkel  $\alpha$  sei im Maximum  $20^\circ$ , und gleichzeitig  $\beta = 15^\circ$ , so hat man  $\sin \alpha : \cos \beta = 0,3420 : 0,9659 = 0,35$ ; es ist also nach (176)  $P_3 = 0,35 P_2$ .

Fig. 532.



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

Ein zweites schmiedeisernes Lenkzapfen-Querhaupt zeigt Fig. 532. Dasselbe bietet die Bequemlichkeit, dass man die Pleuelstange leicht von der Querhauptachse ablösen kann und eignet sich sehr gut für direkt wirkende Dampfmaschinen.

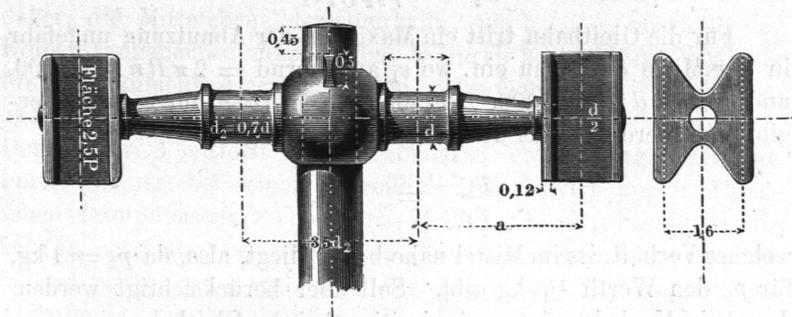
§. 189.

**Querhäupter mit Gleisführung.**

Die Querhäupter mit Gleisführung 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. 533 zeigt ein viel gebräuchliches Querhaupt für vier Gleise. Geht die Maschine stets in demselben Sinne herum und

Fig. 533.



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 Gleitflächen von den Gleisen 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, allerdings aber nur gerade am Ende des Schubes, 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, beim Kolbendruck  $P$  die Gleitflächen der einzelnen Pfannen nicht unter  $2,5 P$  zu nehmen; manche gehen bis zum doppelten Werthe, also  $5 P$ . Der auf die Gleitpfanne kommende Flächendruck  $p$  beträgt hierbei unter Voraussetzung der gebräuchlichen Verhältnisse zwischen Kurbelarm und Pleuelstangenlänge etwa  $\frac{1}{12} kg$  im ersteren,  $\frac{1}{24} kg$  im letzteren Falle. Sind nämlich  $p_1, p_2, v_1, v_2, f_1, f_2$  die Flächen drucke, Gleitungsgeschwindigkeiten und Reibungskoeffizienten für Gleitbahn und Kurbelzapfen, so sind daselbst die linearen Abnutzungen pro Sekunde:  $U_1 = \mu_1 p_1 v_1 f_1$ ,  $U_2 = \mu_2 p_2 v_2 f_2$ , wobei noch  $\mu_1$  und  $\mu_2$  Materialkoeffizienten sind. Der Mehrzahl nach sind die genannten Grössen während des Kolbenlaufes veränderlich. Gelten sie aber für gleiche Zeitmomente, so ergibt der Vergleich für die betreffenden Stellen das Verhältniss der Abnutzungen:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{\mu_1 p_1 f_1 v_1}{\mu_2 p_2 f_2 v_2}$$

Für die Gleitbahn tritt ein Maximum der Abnutzung ungefähr in der Mitte der Bahn ein, wo  $v_1$  annähernd  $= 2 \pi R n : 60 \cdot 1000$ , und  $v_2 = \pi d n : 60 \cdot 1000$ . Bei gleichen Werthen für  $\mu$  und  $U$  ergibt sich hierdurch aus der vorigen Gleichung

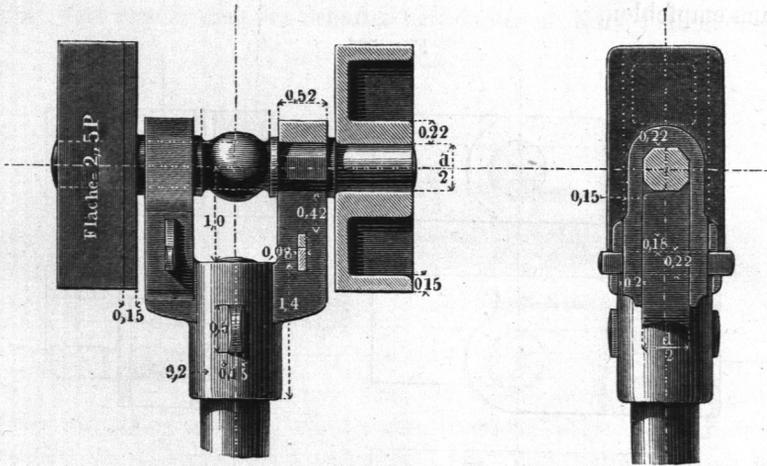
$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{d}{2 R}$$

welches Verhältniss im Mittel nahe bei  $\frac{1}{12}$  liegt, also, da  $p_2 = 1 kg$ , für  $p_1$  den Werth  $\frac{1}{12} kg$  gibt. Soll aber berücksichtigt werden, dass beim Kurbelzapfen wechselseitige, bei der Gleitbahn einseitige Belastung herrscht, so kann für  $p_2$  nur etwa  $\frac{1}{2} kg$ , also für  $p_1$  nur  $\frac{1}{24} kg$ , empfohlen werden. Bei ungewöhnlich kleinem Verhältniss von  $L : R$  lege man dieses unmittelbar der Ermittlung des Druckes  $Q$  auf das Querhaupt zu Grunde, indem dieser in der Mitte der Bahn annähernd  $= P \cdot R : L$  ist.

Bei dem Querhaupt in Fig. 534 ist der Kraftzapfen ein Gabelzapfen, welcher hier ausserdem kugelförmig gestaltet ist; das auf der Kolbenstange befestigte Gabelstück ist aus Schmiedeeisen ange-

nommen; 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.

Fig. 534.



Die Schienen sind hier der Kolbenstange bedeutend näher gerückt, als im vorigen Falle.

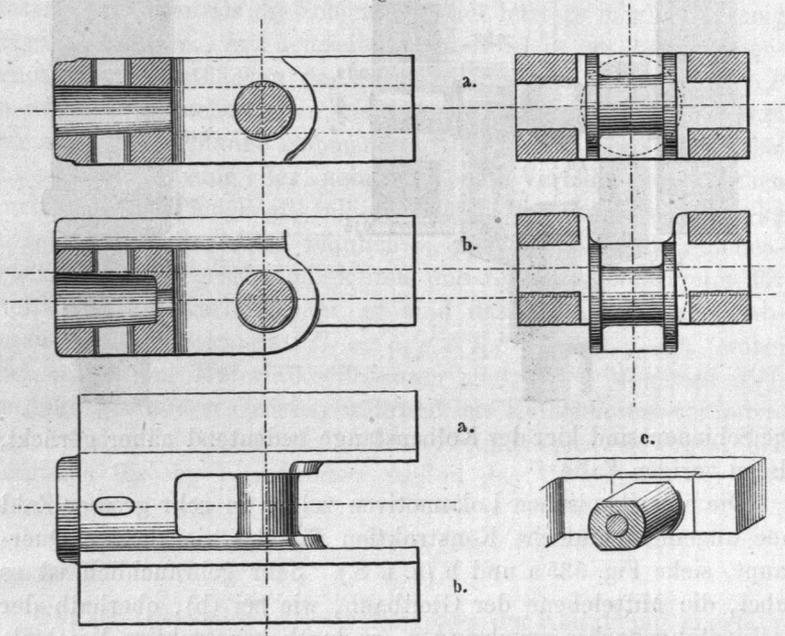
Die amerikanischen Lokomotiven zeigen in sehr grosser Zahl eine ungemein einfache Konstruktion für das viergleisige Querhaupt, siehe Fig. 535 a und b (a. f. S.). Sehr gebräuchlich ist es dabei, die Mittelebene der Gleitbahn, wie bei (b), oberhalb der Kolbenstangenachse anzubringen, wodurch konstruktive Vortheile für den Rahmenbau erzielt werden. Das Querhaupt ist aus Gusseisen hergestellt, der Gabelzapfen ihm ohne weiteres angegossen. Derselbe wird mittelst einer besonderen Vorrichtung abgedreht. Porter benutzt bei seiner vortrefflich ausgeführten Porter-Allen'schen Dampfmaschine eine ganz ähnliche Konstruktion wie die bei (a), setzt aber den stählernen Gabelzapfen besonders ein, wie bei (c) erkennbar (vergl. auch Fig. 522). Die hier angedeutete Abflachung des Gabelzapfens erleichtert sehr den Zutritt des Schmieröls; sie wird auch von einzelnen Anderen ausgeführt\*). Die Gleitflächen der Querhäupter amerikanischer Maschinen zeigen eine ähnliche Grösse, wie sie vorhin empfohlen wurde.

*Beispiel. Personenlokomotive Wood Burning; 16" Cylinderdurchmesser, 110 Pf. Dampfspannung, gibt  $P = 10\,016$  kg; die Gleitflächen messen  $13\frac{3}{4}$  auf  $2 \times 27\frac{7}{8}$ ", d. i.  $\sim 51\,000$  qmm, was sehr nahe = 5 P.*

\*) Vergl. Engineering 1880 Januar, S. 70, Brown's (in Winterthur) horizontale Dampfmaschine.

Die vorliegenden Querhäupter sind meist an den Gleitflächen mit Weissmetall, auch Bronze gefüttert; auch Glasfutter sollen sich gut bewährt haben; Versuche mit Hartglas würden sich bei uns empfehlen.

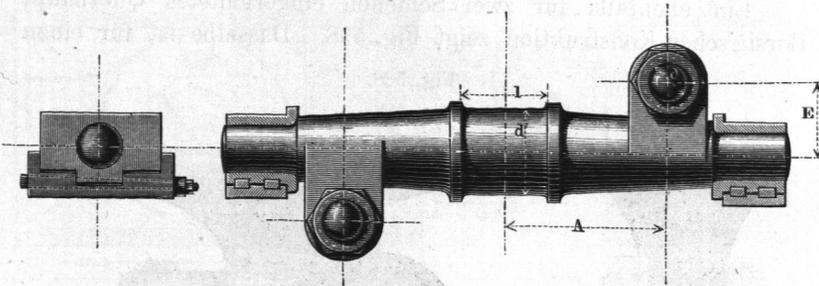
Fig. 535.



Auf den Schraubenschiffen hat sich nach und nach eine Bauart der Dampfmaschine eingeführt, welche ein eigenthümliches Querhaupt erfordert. Es ist die Bauart mit sogenannter rückkehrender Pleuelstange, wobei die Kurbelachse zwischen Cylinderdeckel und Querhaupt zu liegen kommt, und deshalb die Kolbenstange in zwei gegen die Kurbelachse geschränkt liegende Stangen aufgelöst wird. Es sind mehrere Querhauptformen für diesen Fall typisch geworden. Fig. 536 stellt eine derselben dar (Maudslay). Von dem achsenförmig gestalteten Querhaupt ragen zwei Dillen zur Aufnahme der Kolbenstange hervor. Der Abstand  $E$  wird durch die Dicke der Kurbelachse bedingt,  $A$  durch die Breite der Arme der Kurbel (Wellenkröpfung). Die Querhauptpfannen liegen hier ausserhalb der Kolbenstangen; Andere (z. B. Ravenhill) verlegen sie zwischen den Zapfen  $d'$  und die Kolbenstangen, wo, wie man sieht, der nöthige Raum auch zu finden ist. Die Unterstücke der Pfannen bestehen aus Bronze und sind mittelst der Keile

stellbar. Die Dimensionen des Querhauptes bestimmt man wie die einer Achse, wobei nicht zu vergessen, dass die an dem Arme *E* angreifenden Kräfte ausser der Biegung mit dem Arme *A* noch jede eine Verdrehung des Schaftes herbeiführen. Nach gefundenem

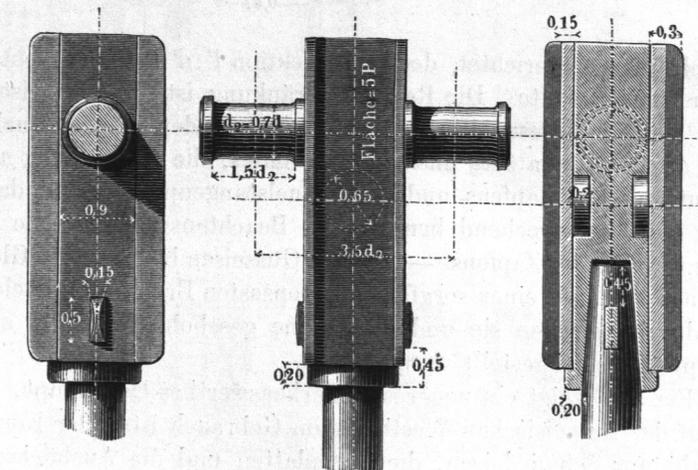
Fig. 536.



Werthe  $d'$  ist  $l'$  so zu wählen, dass der Flächendruck des Zapfens nicht zu gross ausfällt. Englische Dampfer zeigen an diesem Zapfen den Flächendruck 0,6, 0,8, 1 bis  $\frac{4}{3}$  kg. Die Schraubendicke  $\varnothing$  ist wieder nach (161) zu nehmen.

Fig. 537. Stephenson'sches Querhaupt. Die Schienen sind so nahe zusammengerückt, dass je zwei in einander übergegangen

Fig. 537.

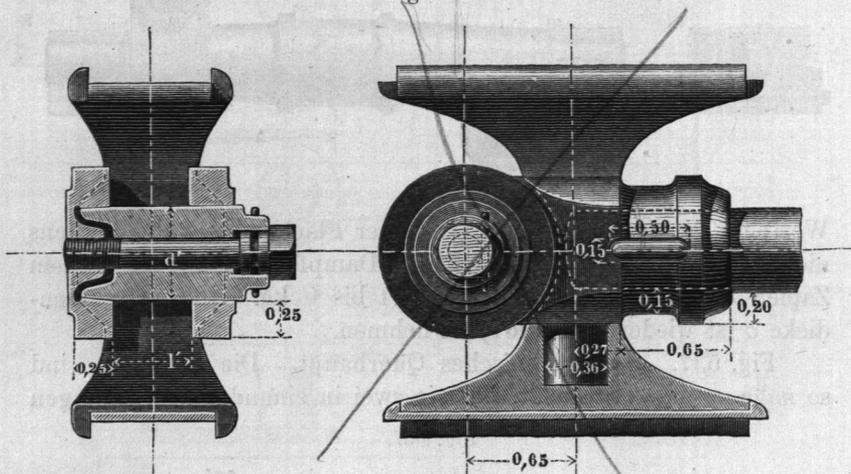


sind, so dass das Querhaupt, statt viergleisig wie die beiden vorigen, ein zweigleisiges wird. Die beiden Zapfen des schmiedeisernen Mittelstückes werden von dem Gabelkopfe einer langgeschlitzten Pleuelstange ergriffen. Als Material der Pfannen kann

sehr gut Bronze genommen werden, die Gleitfläche derselben ist, um bei den obigen Annahmen zu bleiben, =  $5 P$  zu machen; jedoch findet man in der Praxis der Lokomotiven, wohl wegen des beschränkten Raumes, kleinere Gleitflächen, z. B. solche, die bis  $2,5 P$  herabgehen.

Ein ebenfalls für zwei Schienen eingerichtetes Querhaupt Borsig'scher Konstruktion zeigt Fig. 538. Dasselbe ist für einen

Fig. 538.



Gabelzapfen eingerichtet, dessen Projektion  $l' . d'$  man ja nicht zu klein nehmen sollte. Die Raumbeschränkung ist freilich meistens sehr stark an diesem Punkte, so dass man den Flächendruck  $p$  dort oft über 2, ja 3 kg und darüber findet; die Erwärmung und Abnutzung des Zapfens und der Pleuelstangenpfanne sind dabei aber auch entsprechend bemerkbar. 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 Zinkplatten nachgestellt werden kann.

Fig. 539 zeigt ein neueres bemerkenswerthes Querhaupt, wie es auf der französischen Westbahn im Gebrauch ist. Der Körper besteht aus Schmiedeeisen, die Gleitplatten und die Ausbuchtung des Pleuelkopfes aus Stahl. Bemerkenswerth ist die eigenthümliche Befestigung der Kolbenstange mittelst eines auf deren Kopf gesetzten Querkeiles unter Zuhilfenahme einer viertheiligen konischen Stahlhülse. Da es sich um eine Normalkonstruktion handelt, sind einige Abmessungen beigeschrieben. Die Gleitflächen scheinen

nicht gross. An dem Bolzen würde die etwas komplizierte Form des Kopfes wohl durch die punktirt eingetragene runde mit abgeschnittenem Segment sich mit Vortheil ersetzen lassen.

Fig. 539.

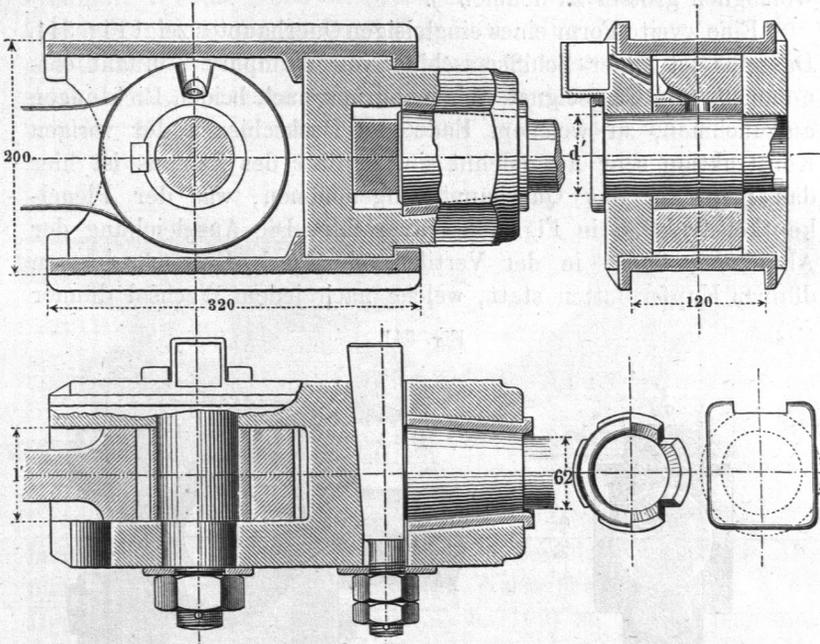
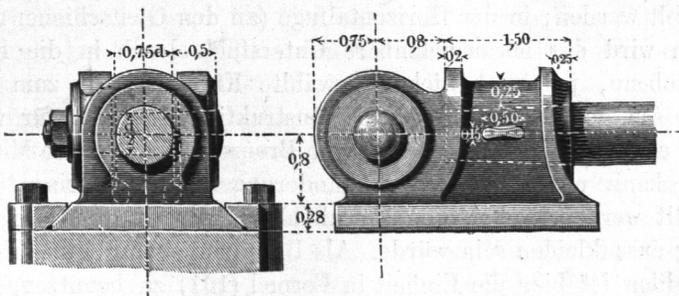


Fig. 540 zeigt ein Querhaupt, bei welchem eine einseitige Schienenleitung angewandt ist, weshalb es ein eingleisiges Quer-

Fig. 540.

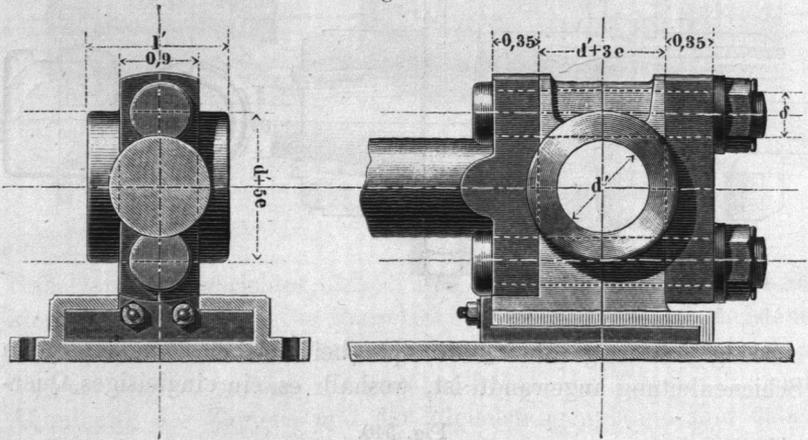


haupt genannt werden kann. Dasselbe dient für solche Fälle, wo die Umdrehungsrichtung immer in einem und demselben Sinne stattfindet, der Schienendruck also auch stets einseitig wirkt. Für

die zufälligen Hebekräfte und gegen die Wirkung des Voreilungsdruckes bei Dampfmaschinen (s. S. 480) sind die schrägen (besser rechteckig ausgeschnittenen) Schutzschienen angebracht. Die Gleitfläche des (gusseisernen) Querhauptkörpers ist nicht unter  $5P$ , womöglich grösser zu nehmen\*).

Eine zweite Form eines eingleisigen Querhauptes zeigt Fig. 541. Dasselbe ist einer Schiffsmaschine von Humphry Tennant entnommen, und ist geeignet, Schienendruck nach beiden Richtungen aufzunehmen, zu welchem Ende die Deckschienen der vorigen Konstruktion sehr ausgedehnt sind. Statt des Zapfens ist hier das Lager in das Querhaupt aufgenommen, was der Pleuelkopfkonstruktion in Fig. 538 entspricht. Die Ausgleichung der Abnutzung findet in der Vertikalfuge durch Einwechseln von dünnen Kupferplatten statt, welche nach jedem Wechsel dünner

Fig. 541.



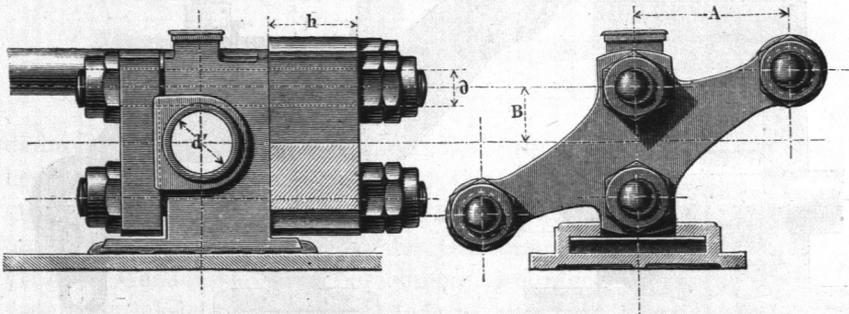
gewählt werden; in der Horizontalfuge (an den Gleitschienen) dagegen wird das herausnehmbare Unterstück durch in die Fuge geschobene, jedesmal dicker gewählte Kupferplatten zum Anschliessen gebracht. Die ganze Konstruktion erscheint für viele Fälle empfehlenswerth. Das hier von Bronze vorausgesetzte Mittelstück kann unter passenden Abänderungen aus Gusseisen hergestellt werden, wobei die Zapfenhöhlung mit einem Weissgussfutter auszukleiden sein würde. Als Bezugsinheit für die Verhältniszahlen ist hier die Einheit in Formel (161) zu benutzen, und

\*) Ein eingleisiges Querhaupt für Lokomotiven, konstruirt von Stroudley, s. Engineering 1867, Febr., S. 65.

dabei für  $d$  die Dicke des normalen gleichwerthigen schmiedeisernen Stirnzapfens einzuführen. Die Schraubendicke  $\varnothing$  ist nach Formel (162) zu nehmen.

Ein ebenfalls sehr schönes eingleisiges Querhaupt (Napier) bestimmt für die oben besprochene Dampfmaschine mit rückkehrender Pleuelstange zeigt Fig. 542. Hier ist ebenfalls eine gabelförmige Endigung der Pleuelstange vorausgesetzt. Das Mittelstück ist aus Gusseisen hergestellt; der Abstand  $B$  der Schrauben von der Mittellinie nach Möglichkeit beschränkt, um das Quer-

Fig. 542.

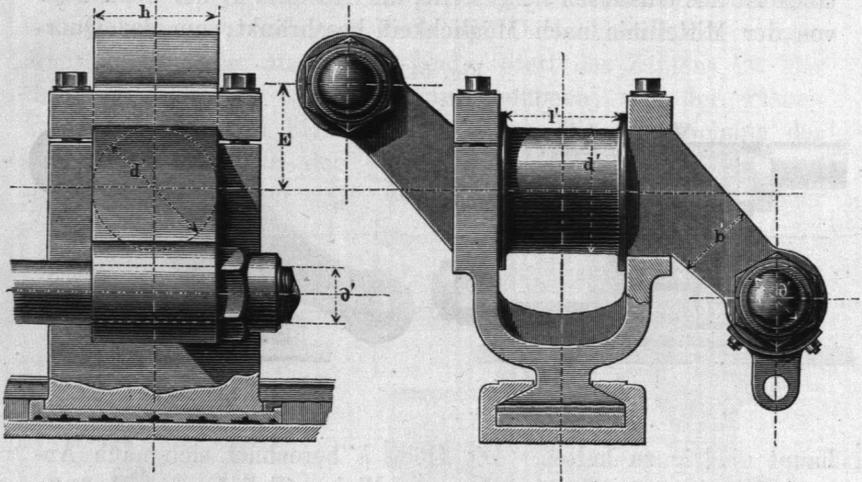


haupt niedrig zu halten. Die Höhe  $h$  berechnet sich nach Annahme der Armbreite in bekannter Weise (Fall I. oder II. §. 6). Die Schrauben, deren Dicke  $\varnothing$  nach (162) zu berechnen, sind durch Gegenmuttern gesichert. Festes Aufeinanderliegen der Schalen an der Fuge ist Grundbedingung für die Haltbarkeit der Verbindung.

Fig. 543 (a. f. S.) zeigt ein anderes, nicht minder beachtenswerthes Querhaupt (Maudslay) mit einem Gleis für dieselbe Aufgabe. Die Pleuelstange hat hier wieder die gewöhnliche Endigung, z. B. wie bei Fig. 519. Das den S-förmigen Balken umfassende Stück ist die Gleitpfanne. Sie ist aus Schmiedeisen hergestellt. Die Breite  $b'$  des Hauptbalkens berechnet sich aus dem gegebenen Momente nach Annahme von  $h$ , welches hier  $= d'$  gemacht wird.  $d'$  selbst wird so berechnet, wie es bei den Achsen gezeigt wurde. Die Schraubendicke  $\varnothing'$  ist wieder nach (162) zu bestimmen, darf wenigstens nicht kleiner sein, als  $\varnothing$  aus jener Formel. Zur Rechten bemerkt man noch eine besonders aufgeschraubte Dille zum Anhängen einer Pumpenstange oder dergl. Aehnliche Nebentheile finden sich häufig an den Querhäuptern der Schiffmaschinen angebracht, weshalb hier beispielsweise ein solcher angegeben ist.

Die Figur zur Linken zeigt die Gleitpfanne im Durchschnitt. Man erkennt die Futterstucke aus Weissmetall, welche in die übrigens bronzene Pfanne eingegossen sind. Letztere kann nach Wegnahme des rechts sichtbaren (festgeschraubten) Riegelstuckes herausgezogen und wenn nöthig mit einer Kupferplatte bedeckt werden, welche die entstandene Abnutzung auszugleichen hat. — Die

Fig. 543.



beiden letztbeschriebenen Querhaupt-Bauarten, ungewöhnlich wie sie sind, haben eine schwierige konstruktive Aufgabe mit vollständigem Erfolge gelöst und sind bereits typisch geworden.

## §. 190.

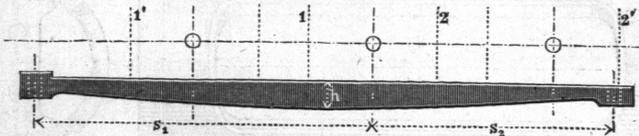
**Die Fuhrungsgleise oder Schienen.**

Man macht die Führungsschienen aus Schmiedeeisen, Stahl oder Gusseisen. Liegt der ganze Druck auf nur einer Schiene, wie bei den letzten Konstruktionen, und ist dieselbe nur an ihren, um die Länge  $s_1 + s_2$  auseinanderstehenden Enden gestützt, so berechnet man sie auf Biegung. Ist der bei der ungünstigsten Kurbelstellung — Kurbel senkrecht zur Schiene — auf die Geradführung kommende Druck  $Q$ , und sind  $s_1$  und  $s_2$  die Abstände des Querhauptmittels von den Befestigungspunkten des Lineals, Fig. 544, so ist das Moment für die Biegung der Schiene =  $Q (s_1 s_2 : s_1 + s_2)$ , und demnach bei der Breite  $b$  und der gesuchten Höhe  $h$  des Lineals:

$$h = \sqrt{\frac{6}{\mathfrak{E}} \frac{Q}{b} \frac{s_1 s_2}{s_1 + s_2}} \dots \dots \dots (177)$$

Die Spannung  $\mathfrak{E}$  setze man, gleichviel ob Gussstahl oder Schmiedeisen als Material benutzt ist, etwa = 5 kg, d. i. ziemlich klein, damit die Biegung der Schiene nicht gross ausfalle. Diese ist schädlicher, als man gewöhnlich annimmt, indem sie die Berührung zwischen Gleitpfanne und Schiene zum Theil aufhebt und

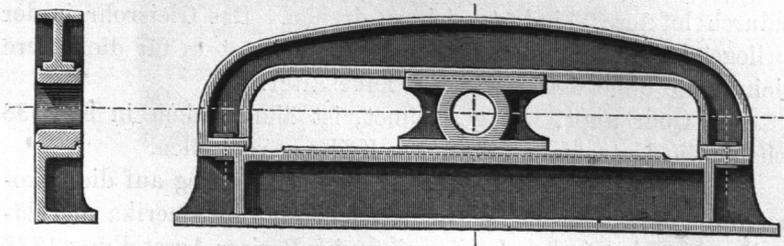
Fig. 544.



dadurch den Flächendruck an den in Berührung bleibenden Punkten bedeutend steigert. Bei manchen Geradfürungen finden Biegungen von 1 mm und darüber (bis 2,5 mm) statt, welche genügen, um ein merkbares Hohlliegen der Gleitpfanne zu bewirken. Ist grössere Genauigkeit der Berechnung gefordert, so kann man, unter Berücksichtigung des Wanderns der Last, graphostatisch verfahren.

Fig. 545 stellt einen gusseisernen Leitschienenrahmen dar, der vorwiegend für einseitigen (nach unten gerichteten) Druck bestimmt ist. Die untere Schiene ist hier durchweg unterstützt angenommen,

Fig. 545.

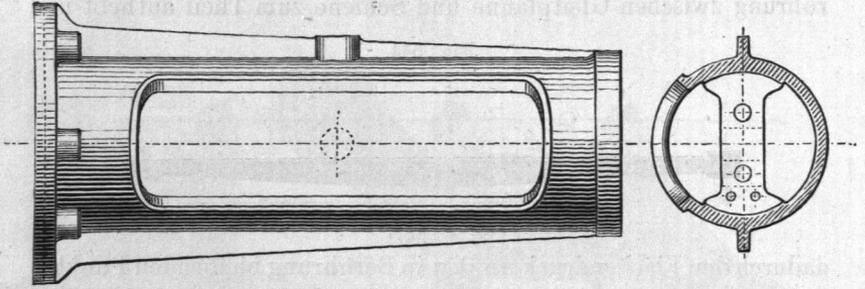


so dass ihre Biegungen verschwindend klein werden. Der Querschnitt zur Linken zeigt die sehr zweckmässige Einrichtung der vorliegenden Konstruktion, dass aufrechte Randleisten an der unteren Schiene und an der oberen Querhauptpfanne angebracht sind, welche das Oel zusammenhalten. Die Verbindung zwischen der oberen und unteren Schiene ist hier durch einige Schrauben bewirkt; diese müssen, wenn die Maschine wechselnde Drehrich-

tungen hat (Fördermaschine), recht stark genommen werden; häufig findet man auch in diesem Falle die Lineale zu einem geschlossenen Rahmen vereinigt.

Eine Gleisform, welche sich bei Landdampfmaschinen mehr und mehr Eingang verschafft hat, ist die in Fig. 546 dargestellte,

Fig. 546.



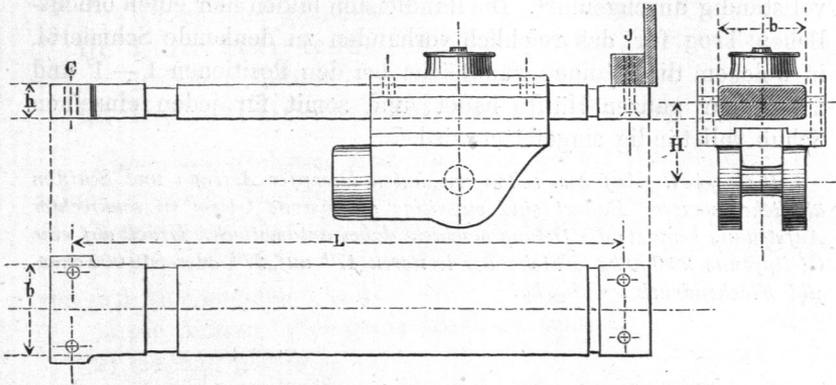
bei welcher die ebenflächigen Gleitbahnen durch Hohlcylinderabschnitte ersetzt sind. Man kann ein solches Gleis ein Cylindergleis, auch Rohrgleis nennen. Dasselbe gewährt den Vortheil, auf der Ausbohrmaschine konaxial mit dem Dampfzylinder ohne Schwierigkeit hergestellt werden zu können; die Verdrehbarkeit des Querhauptes um die Cylinderachse wird durch die Pleuelstange, welche ihrerseits durch die cylindrische Kurbelwarze gehalten wird, verhindert; doch fügen manche noch im Gleisgrund eine Längsfeder zu, welche in eine Nuth im Querhaupt eingreift und dadurch letzteres hindert, sich zu drehen. Das Gleisrohr in der vorliegenden Bauart wird sehr fest, auch bietet es für die untere Gleitpfanne ohne weiteres einen Oelbehälter.

Das Querhaupt, wie gezeichnet, ist ähnlich dem in Fig. 538 gebaut; die Unterpfanne ist durch Keile zu verstellen.

Das eingleisige Querhaupt hat auch seinen Weg auf die Lokomotive gefunden, siehe Fig. 547, welche eine in Amerika und danach auf den belgischen Lokomotiven der Pariser Ausstellung 1878 in Anwendung gekommene Einrichtung darstellt. Bei *C* ist das Gleis am Dampfzylinder, bei *J* am Geradführungsbügel *J*, kürzer Gleisjoch oder einfach Joch zu nennen, befestigt. Der Uebergang vom viergleisigen Querhaupt zu diesem eingleisigen ist aus Fig. 535 b leicht, indem die dort vorhandenen Berührungslinien von Winkelhakenform, wenn diagonal verschoben, ein Rechteck einschliessen. Ingenieur J. J. Birckel hat gezeigt, dass ein starkes verdrehendes

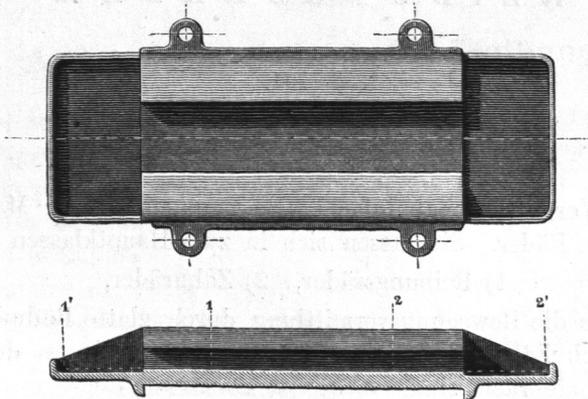
Moment auf das Gleis einwirkt, herrührend einestheils von den seitlichen Verschiebungen der Achsenlager, andernteils von den seitlichen Stößen, welche auf die (gekuppelten) Achsen, Pleuelstangen, Kuppelstangen etc. einwirken. Diesen Einwirkungen zu

Fig. 547.



begegnen, muss der Querschnitt der Schiene ziemlich beträchtlich gemacht werden. Indem er die Breite  $b$  des Querschnittes  $= 2^{2/3} h$  wählt, gelangt er zu dem Ausdruck  $h = \text{Const} \sqrt[3]{GH^2 : QL^2}$ , worin  $G$  das Gewicht der vorhin genannten stossenden Theile,  $Q$  die

Fig. 548.



Normalkomponente des Kolbendruckes,  $L$  die Gleislänge,  $H$  den Abstand des Zapfenmittels von der Gleisachse, wie eingeschrieben, bezeichnet. Für 460 mm Cylinderdurchmesser bei  $6\frac{1}{2}$  Atm. Dampfspannung,  $G = 4000$  kg,  $L$  und  $H = 1330$  und  $190$  mm gelangt

man zu den Werthen  $b = 204 \text{ mm}$ ,  $h = 76 \text{ mm}$ . Die Querrillen des dargestellten Lineals dienen zur Aufhaltung des Schmieröls.

Fig. 548 (a. v. S.) zeigt eine gusseiserne Leitschiene für ein eingleisiges Querhaupt, etwa das in Fig. 541, einer horizontalen Schiffmaschine entnommen. Hier ist die Rücksicht auf die Oelung vollständig durchgeführt. Die Randleisten bilden hier einen ordentlichen Trog für das reichlich vorhanden zu denkende Schmieröl, in welchem die Pfannengrundfläche bei den Positionen 1 — 1' und 2 — 2' zur ganzen Hälfte badet, und somit für jeden einzelnen Schub vollständig eingefettet wird.

*Beispiel.* Auf dem schon erwähnten Dampfer Arizona und Schiffen ähnlicher neuerer Bauart sind einseitige gusseiserne Gleise in senkrechter Aufstellung benutzt; die Oelung geschieht dabei automatisch. Druck auf eine Gleitpfanne 29 000 kg, Fläche der letzteren 47" auf 27" oder 819 000 qmm, gibt Flächendruck  $\sim \frac{1}{28} \text{ kg}$ .

## Sechzehntes Kapitel.

# R E I B U N G S R Ä D E R .

### §. 191.

## Eintheilung der Räder.

Als Vermittler mannigfacher Bewegungen in den Maschinen dienen die Räder. Sie lassen sich in zwei Hauptklassen theilen:

- 1) Reibungsräder, 2) Zahnräder,

jenachdem die Bewegungsvermittlung durch glatte Radumflächen oder durch Zähne und Zahnücken geschieht, die an den Radkörpern angebracht sind.

Jede der beiden Hauptklassen zerfällt wieder in zwei Unterabtheilungen:

- a) direktwirkende, b) indirektwirkende Räder,

jenachdem nämlich die Kraftüberleitung von einem Rade entweder unmittelbar auf das andere, oder unter Vermittlung eines Zug-