

XVIII. PLEUELSTANGEN.

§. 197.

Theile der Pleuelstangen.

Die Pleuelstangen, auch Treib- oder Schubstangen, oder kurzweg Pleuel genannt, vermitteln die Einwirkung der Hebelzapfen auf die von denselben zu verschiebenden Theile, welche entweder selbst wieder Hebel sind (Balancier und Kurbel), oder andere meist geradlinig hin- und hergehende Theile (Kolbenstangen, Schlitten, Stempel u. s. w.). Letztere werden dann mit Zapfen für den Anschluss der Pleuelstange versehen. — An der Pleuelstange unterscheiden sich vermöge ihres Zweckes deutlich die Lager oder Köpfe, welche die zu verknüpfenden Zapfen umschliessen, von dem die Köpfe verbindenden und tragenden Pleuelkörper oder -Schaft, weshalb wir diese Theile getrennt behandeln. Es werden ferner die Abmessungen der Köpfe in einer Beziehung zu der Dicke des umschlossenen Zapfens stehen, aber in verschiedener Weise, je nachdem der Zapfen Stirnzapfen, Gabel- oder Halszapfen ist, da in jedem dieser Fälle die Zapfendicke einen andern Bezug zum Zapfendruck hat. Die Schubstangen- oder Pleuelköpfe für diese drei Zapfenarten müssen deshalb getrennt behandelt werden.

§. 198.

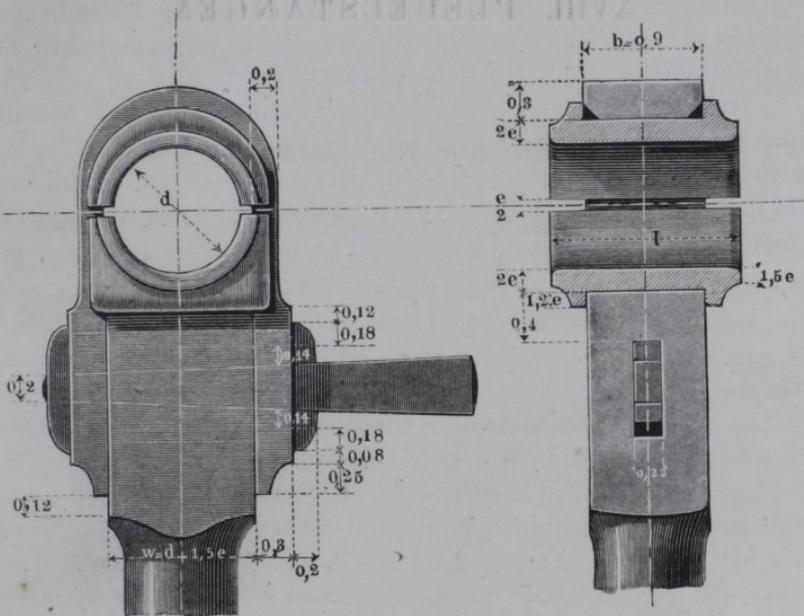
Pleuelköpfe für Stirnzapfen.

Sehr gebräuchlich ist der in Fig. 306 dargestellte schmiedeeiserne Pleuelkopf mit Bügel oder Kappe. Die Schalen werden durch den übergeschobenen Bügel zusammengehalten und vermittelst des Treibkeiles nachgestellt, wenn sie sich abgenutzt haben. In der Dimensionengebung sind die Schale und die umgebenden Theile von einander zu trennen, wie bei den Lagern. Die Einheit,

auf welche die Wanddicken, Randbreiten und Vorsprünge der Schale bezogen werden, ist wie dort:

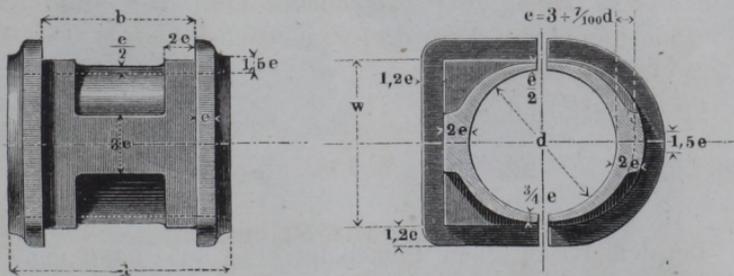
$$e = 3 + \frac{7}{100} d \dots \dots \dots (219)$$

Fig. 306.



wobei wieder d den Zapfendurchmesser bezeichnet. Fig. 307 zeigt

Fig. 307.



die Schale in zwei Hauptansichten mit ihren Arbeitleisten und anderen Nebenformen.

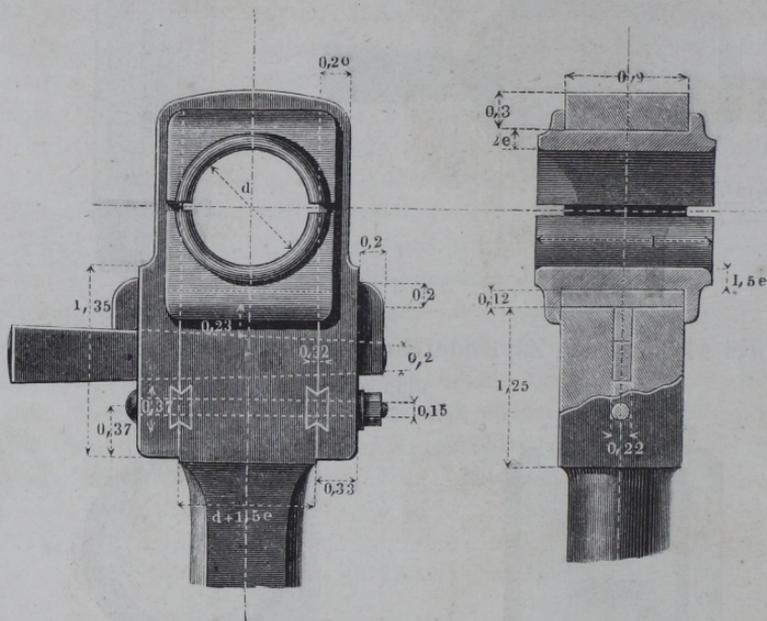
Die übrigen Abmessungen der Köpfe werden bezogen auf die Einheit:

$$d_1 = d + 5 \dots \dots \dots (220)$$

Der Keil erhält einen schwächeren Anzug, wenn er wie hier frei zwischen den Treibflächen liegt, als wenn er durch Klemmschrauben oder ähnliche Vorrichtungen festgehalten wird. Im ersteren Falle gebe man ihm an beiden Seiten zusammengenommen $\frac{1}{12}$, im zweiten Falle bis $\frac{1}{6}$ Anzug. Die Länge des freistehenden Stückes muss so gross gewählt werden, als es die gewünschte Zusammenschiebung der Schalen erfordert.

Der obige Pleuelkopf hat die Eigenthümlichkeit, dass bei eingetretener Abnutzung und Nachstellung der Schalen das Zapfenmittel der Stange genähert wird. Das Umgekehrte findet statt bei dem Sharp'schen Pleuelkopf, Fig. 308, wo der Keil mittelst einer Druckplatte die Unterschale nach oben treibt.

Fig. 308.



Bei dem Bury'schen Pleuelkopf, Fig. 309, kann man nach Belieben das Zapfenmittel weiter ablegen oder der Stange nähern, je nachdem man den oberen oder den unteren Keil anzieht. Er vereinigt also die Eigenschaften der beiden vorigen Einrichtungen und ist für solche Fälle sehr zu empfehlen, wo es von Wichtigkeit ist, die Stangenlänge trotz der Abnutzung unverändert zu erhalten.

Bei dem Kopf in Fig. 310 ist der Bügel in umgekehrter Stellung angebracht und mit dem Schaft aus einem Stück hergestellt.

Fig. 309.

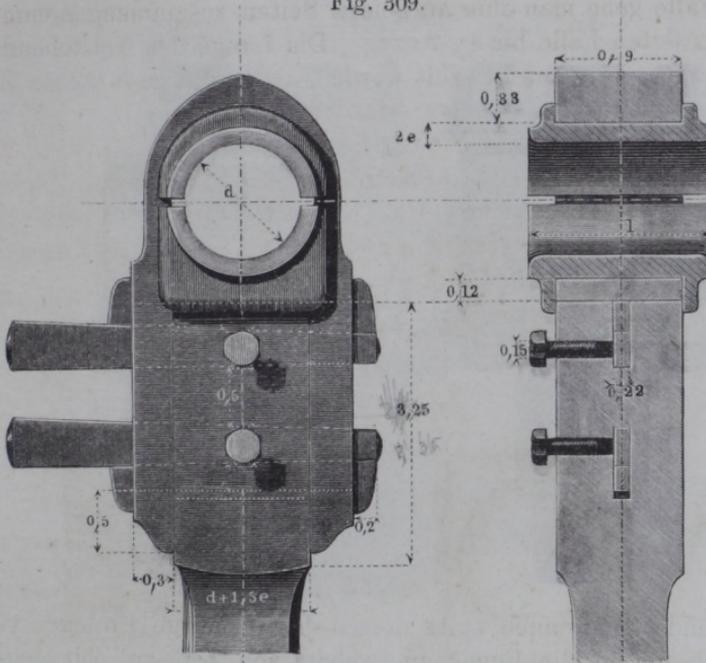


Fig. 310.

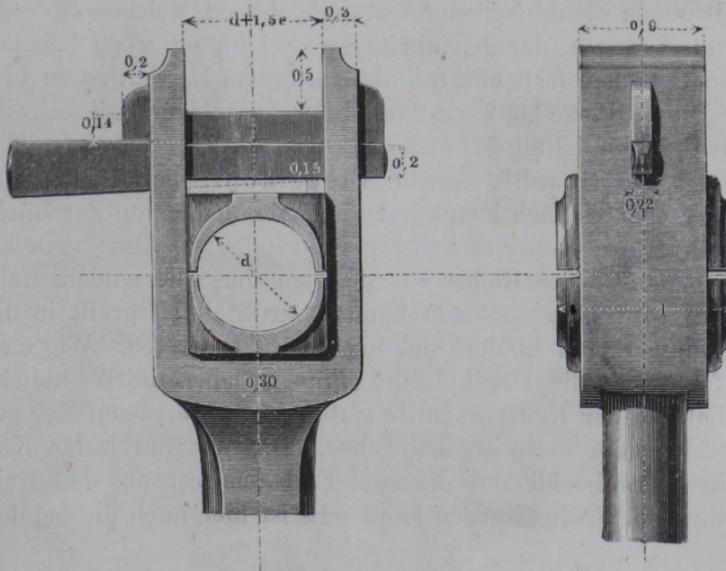
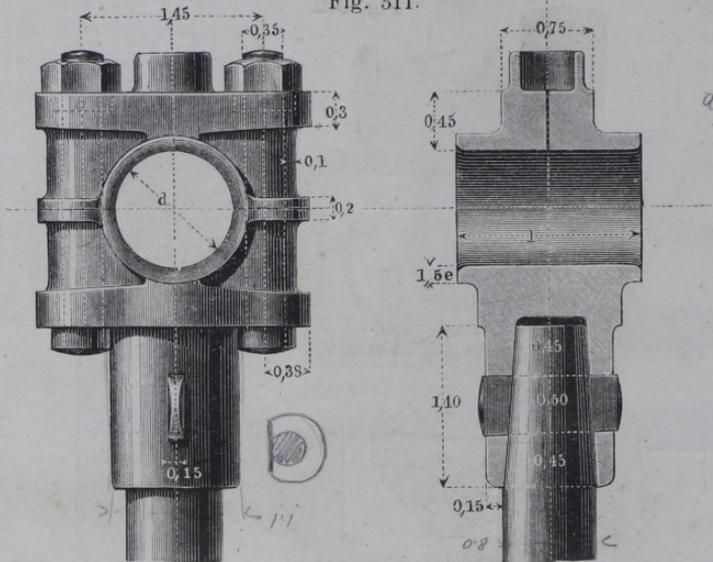


Fig. 311. Lagerartiger Pleuelkopf, aus Bronze gefertigt. Die Lagerhälften schliessen fest aufeinander; sie müssen an der Fuge nachgefellt werden, wenn man sie zusammendrücken will;

Fig. 311.

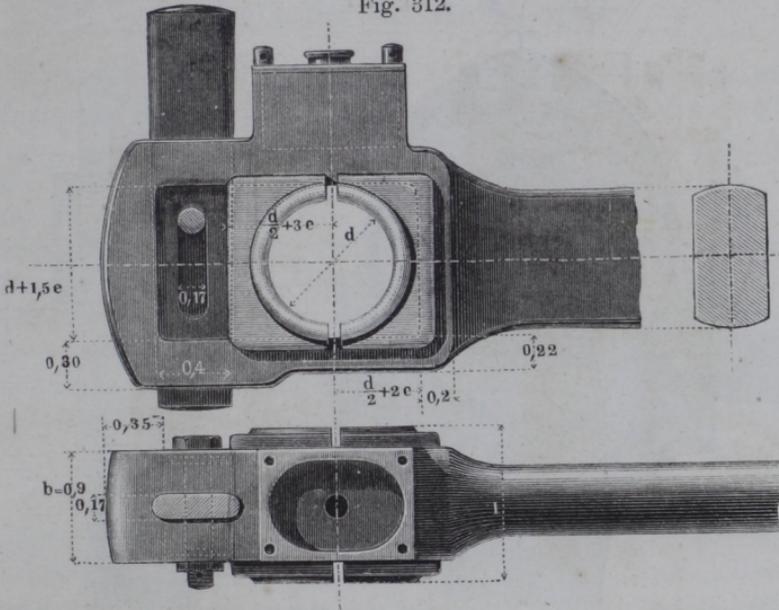


doch wendet man auch statt dessen das vorherige Einlegen von Kupferplatten in die Fugen an, welche von Zeit zu Zeit gegen dünnere ausgewechselt werden. Die Muttern der Deckelschrauben sind mit einem cylindrischen Ansatz eingelassen, welchen man mit einem hier wegen der Kleinheit der Zeichnung weggelassenen Druckschraubchen feststellt, um die Mutter am Loswerden zu hindern. Dieser Pleuelkopf wird für Dampfmaschinen mit schwingendem Cylinder häufig benutzt.

Fig. 312. Geschlossener Pleuelkopf, bei Lokomotivmaschinen sehr vielfach benutzt. Die Schalen haben auf der Rückseite und an der Keilseite keine Seitenränder, so dass man sie nach Wegnahme des Keiles aus den sie umschliessenden Rahmen nach vorn herausnehmen kann. Der Stellkeil greift in die Oberschale ein und hindert sie, nach vorn zu treten. Wie man sieht, fehlt hier die Druckplatte; dafür ist aber die Wanddicke der Schale an der Keilseite zu $3e$ statt zu $2e$, wie es auf der gegenüberstehenden Seite ist, angegeben. Die quer durch den Keil gehende Schraube klemmt die zwei Einlagen fest auf den Keil, damit dieser nicht los werden kann. Es ist hier auch die bei den

Lokomotivpleueln gebräuchliche Oelbüchse mit angegeben, welche bei langsamer gehenden und bei vertikal arbeitenden Stangen wegleibt. Hier ist sie mit einem bronzenen Deckel zugeschraubt;

Fig. 312.

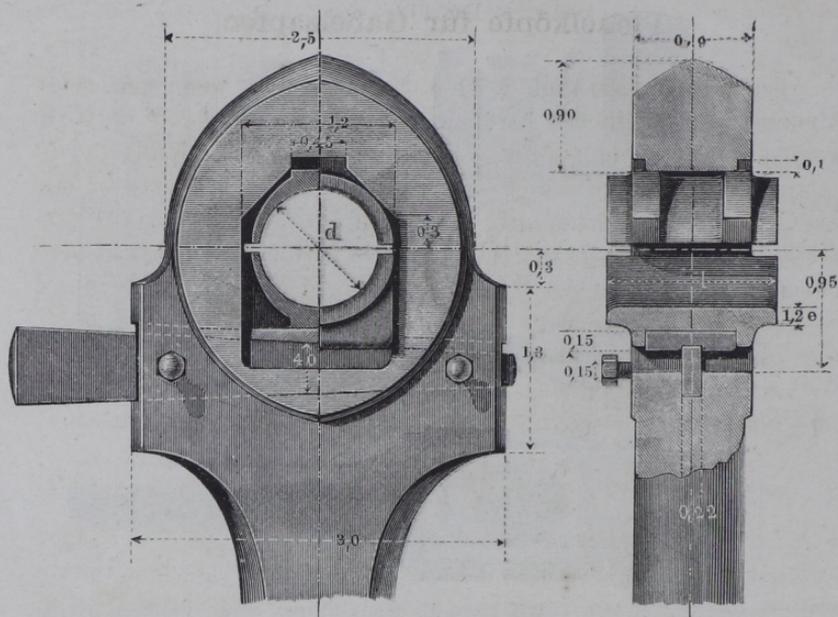


in die im Grundriss angegebene Bohrung in ihrer Mitte wird ein Dochtrohr eingeschraubt. Wegen der anzuwendenden Bezugs-einheit für die Verhältnisszahlen ist hier insbesondere das im folgenden Paragraphen Gesagte zu beachten.

Die abgerundeten, resp. halbcylindrischen Druckflächen des Keiles setzen voraus, dass die Keilbahn mit der sogenannten Nuthbohrmaschine oder Langlochbohrmaschine hergestellt sind, eine Maschine, welche in Lokomotivfabriken durchgängig in Anwendung ist; bei Handarbeit werden die Keilbahnen besser eben, also der Keilquerschnitt rechteckig ausgeführt. Bei der hier angenommenen Lage des Keilgehäuses wird die Schalenmitte in Folge der Abnützung dem Pleuelschafte genähert, die Stange also an diesem Ende verkürzt; soll das Umgekehrte eintreten, so wird das Keilgehäuse an das andere Ende der Schale verlegt. Die äussere Form der Schmalseiten des vorliegenden Pleuelkopfes ist auf der Drehbank hergestellt. Absichtlich werden fließende Conturlinien angewandt, um rasche Wechsel in den durch den Zapfendruck hervorgebrachten Spannungen in den Materialtheilchen zu verhüten.

Fig. 313. Gusseiserner Pleuelkopf. Derselbe ist ganz geschlossen und treibt bei seiner Abnutzung und Nachstellung

Fig. 313.

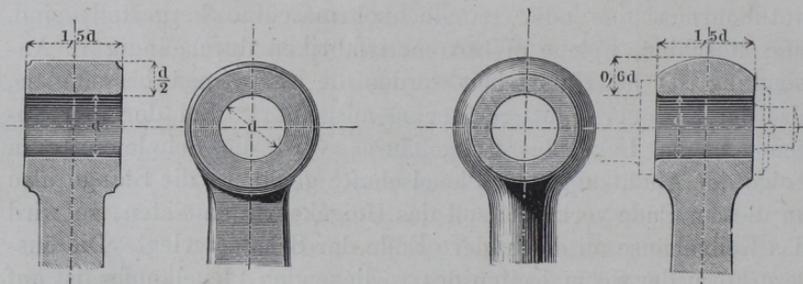


das Zapfenmittel nach aussen, wie bei der Construction von Sharp, Fig. 308.

In Fig. 314 und 315 sind zwei Formen des runden schmiedeisernen Auges, das als Schubstangenkopf dienen soll, dargestellt.

Fig. 314.

Fig. 315.



Soll das Auge für einen Gabelzapfen dienen, wie bei Fig. 261 angegeben ist, so bleibt die Wanddicke nach wie vor auf die Dicke d des gleichwerthigen Stirnzapfens bezogen.

§. 199.

Pleuelköpfe für Gabelzapfen.

Ein Gabelzapfen (vgl. §. 41 u. §. 169) erhält, wenn man seine Abmessungen möglichst herabziehen will, die Dicke $d' = 0,5 d$, wenn d den Durchmesser des gleichwerthigen Stirnzapfens bezeichnet; dabei wird seine Länge $= \frac{3}{4}d$. Will man aber d' grösser lassen, so darf man gleichzeitig die Länge gemäss Formel (77) vergrössern. Dieser Veränderlichkeit gemäss ist hier die Breite b' des Pleuelkopfes nicht wie bei den Köpfen für Stirnzapfen in einem bestimmten Verhältniss zu d oder d_1 , sondern dieses wird unter verschiedenen Umständen verschieden gewählt werden. Um dieser Willkürlichkeit Rechnung zu tragen, nehmen wir für die Gabelzapfenköpfe die Bezugeinheit statt nach (220) nach der Formel:

$$\frac{d_1'}{d_1} = \sqrt{\frac{b}{b'}} \sqrt{\frac{w'}{w}} \dots \dots \dots (221)$$

wobei d den Durchmesser des dem Gabelzapfen d' gleichwerthigen normalen Stirnzapfens, dessen Länge $=$ seinem $1\frac{1}{2}$ fachen Durchmesser ist, b die bei demselben anzuwendende Bügelbreite und d_1 dessen Bezugeinheit nach (220), w die normal zur Pleuelstange und zur Zapfenachse gemessene innere Weite des Bügels bei dem gleichgeformten Pleuelkopf für den normalen Stirnzapfen, w' dieselbe Abmessung bei dem zu construierenden Pleuelkopfe bezeichnet. Es können dann alle oben für Stirnzapfenköpfe gegebenen Verhältnisse sofort für die Gabelzapfenköpfe benutzt werden. Die Schalenwanddicke e wird dabei aber nach wie vor auf den wirklichen Zapfendurchmesser d' bezogen. Von der obigen Formel ist auch bei Pleuelköpfen für Stirnzapfen Gebrauch zu machen, sobald man in dem Längenverhältniss $\frac{l}{d}$ derselben von dem vorausgesetzten Werthe 1,5 abweichen will (s. §. 184 zu Ende), in Folge dessen also z. B. den Zapfen dünner macht, als der gleichwerthige normale Zapfen ausfallen würde, bei welcher Gelegenheit auch nicht selten die Bügelbreite b anders (meist kleiner) als im Normalfalle gewählt wird. Formel (221) liefert für diese Fälle, gleiches Material bei den beiden Constructionen vorausgesetzt, eine Verhältnisseinheit, welche dem abnormalen Pleuelkopf an-

nähernd dieselbe Festigkeit gibt, wie sie dem normalen, d. h. für den normalen Zapfen construirten zukommt. Eine verwandte Aufgabe war bei den Zapfenlagern zu lösen, vergl. §. 78, wo indessen die Schwankungen in den Zapfendicken weniger bedeutsam auf die Abmessungen anderer Theile einwirkten, als hier.

1. *Beispiel.* Gegeben der Zapfendruck 2900^k für einen Gabelzapfen, dessen Schubstangenkopf nach Fig. 306 construirrt werden soll. Nach Tabelle §. 38, Zeile 9 erhält der gleichwerthige Stirnzapfen die Dicke $d = 60^{\text{mm}}$, sein Pleuelkopf also nach (220) die Einheit 65^{mm} . Machen wir nun nach §. 169 $d' = \frac{1}{2}d = 30^{\text{mm}}$, und die Zapfenlänge $l' = 1,5 d' = 45^{\text{mm}}$, so können wir nicht wohl Schalenränder vorstehen lassen, sondern müssen dieselben versenken, wie unten bei Fig. 316, und machen $l' = 1,5 d' = 45^{\text{mm}}$. Bei dem Stirnzapfenkopf nach Fig. 306 aber wäre die Bügelbreite $b = 0,9 d_1 = 0,9 \cdot 65 = 59^{\text{mm}}$ geworden; die Bügelweite w fiel dort $= d + 1,5 e = 60 + 1,5 \cdot 8 = 72^{\text{mm}}$ aus, während hier $w' = 30 + 1,5 \cdot 5 \sim 38^{\text{mm}}$ wird. Für uns wird also die Bezugeinheit $d_1' = 65 \cdot \sqrt{\frac{59}{45}} \sqrt{\frac{38}{72}} = 65 \cdot \sqrt{0,692} \sim 54^{\text{mm}}$. Für die Schale hat man aber $e = 3 + \frac{7}{100} \cdot 30 = 5^{\text{mm}}$.

2. *Beispiel.* Für einen Druck von 10000^k ergibt sich der normale schmiedeiserne Stirnzapfen von der Dicke $d = 115$ und der Länge $l = 172^{\text{mm}}$. Statt Schmiedeisen werde nun Stahl als Zapfenmaterial gewählt, und deshalb 9^k statt 6^k Spannung gestattet, ausserdem das Längenverhältniss $\frac{l}{d} = 1$ statt $1,5$ gewählt, dann wird nach (56) $d' = d \sqrt{\frac{4}{9}} = \frac{2}{3} \cdot 115 = 77 \sim 80^{\text{mm}}$. Hierfür wird $e = 9^{\text{mm}}$, also $w' = 80 + 1,5 \cdot 9 \sim 94^{\text{mm}}$. Ferner werde der Schalenvorsprung beiderseits $= e = 9^{\text{mm}}$ gemacht, dann bleibt die Bügelbreite $b' = l - 2e = 80 - 18 = 62^{\text{mm}}$. Für den Normalzapfen hätten wir erhalten $w = 115 + 1,5 \cdot 11 \sim 132$, $b = 0,9 \cdot (115 + 5) = 108^{\text{mm}}$, und haben somit für die Bezugeinheit nach (221): $d_1' = d_1 \sqrt{\frac{108}{62} \cdot \frac{94}{132}} = 120 \cdot \sqrt{1,24} = 120 \cdot 1,114 \sim 135^{\text{mm}}$. Hier fällt also trotz der Verringerung der Zapfendicke die Bezugeinheit grösser aus, als bei dem Normalzapfen, was von der bedeutenden Verkleinerung der Bügelbreite herrührt, übrigens aber aus den obigen Verhältnisszahlen für die Pleuelköpfe für Normalzapfen Dimensionen liefert, welche mit denen der Praxis sehr wohl übereinstimmen.

Fig. 316 zeigt einen geschlossenen schmiedeisernen Pleuelkopf, welcher sich gut für Gabelzapfen eignet. Derselbe dient häufig als Kopf für das schwingende Ende der Dampfmaschinenpleuelstangen, unter anderen bei vielen Maschinen von Seraing.

Der Pleuelkopf Fig. 317 enthält statt des Lagers für einen Gabelzapfen diesen letzteren selbst fest eingenieter. Das zuge-

gebaut ist. Auch hier haben die Schalen an der Rückseite keine Seitenränder. Der Stellkeil wird durch Drehen der Schraube verschoben; letztere kann nach jeder Sechstdrehung durch den Querstift festgestellt werden, indem für diesen in die festgezapfte Unterlegscheibe Rinnen eingefellt sind.

§. 200.

Pleuelköpfe für erweiterte oder Halszapfen.

Bei den Halszapfen ist, wie aus §. 41 bekannt, die Zapfendicke d' in keinem theoretischen Zusammenhang mit der Dicke d des gleichwerthigen Stirnzapfens; dagegen soll man mit dessen Länge womöglich nicht unter die Länge l jenes Stirnzapfens gehen, welche Regel wir bei Gelegenheit der Gegenkurbeln, Krummachsen und excentrischen Scheiben benutzt haben. Für diese so häufig vorkommenden Constructionen aber müssen nun auch die Pleuelköpfe construirt werden. Hierzu benutzen wir aber wieder dieselben Verhältnisse wie für die Stirnzapfenköpfe, mit Zugrundelegung der Einheit, welche aus Formel (221) hervorgeht. Dabei wird wieder wie dort die Bezugseinheit e der Schalenabmessungen nach wie vor auf den wirklichen Zapfendurchmesser d' bezogen. Demnach können alle oben für Stirnzapfenköpfe angegebenen Verhältnisszahlen auch wieder für die Köpfe von erweiterten Zapfen benutzt werden.

Beispiel. Soll statt des Gabelzapfens in dem Beispiel des vorigen Paragraphen ein Halszapfen von der Dicke $d' = 120^{\text{mm}}$ und der Länge $l' = 90^{\text{mm}}$ mit dem Pleuelkopf nach Fig. 306 versehen werden, so hat man, da wieder $d = 60^{\text{mm}}$, $d_1 = 65^{\text{mm}}$, $b = 0,9 \cdot 65 = 59^{\text{mm}}$, diese Werthe in (221) einzusetzen, um d_1' zu bestimmen. Die Bügelbreite b' können wir noch annehmen. Sie möge, was bei vielen Pleuelköpfen für Halszapfen gut angeht, = der Breite b des Bügels für den gleichwerthigen Stirnzapfen gemacht werden, und wir haben also

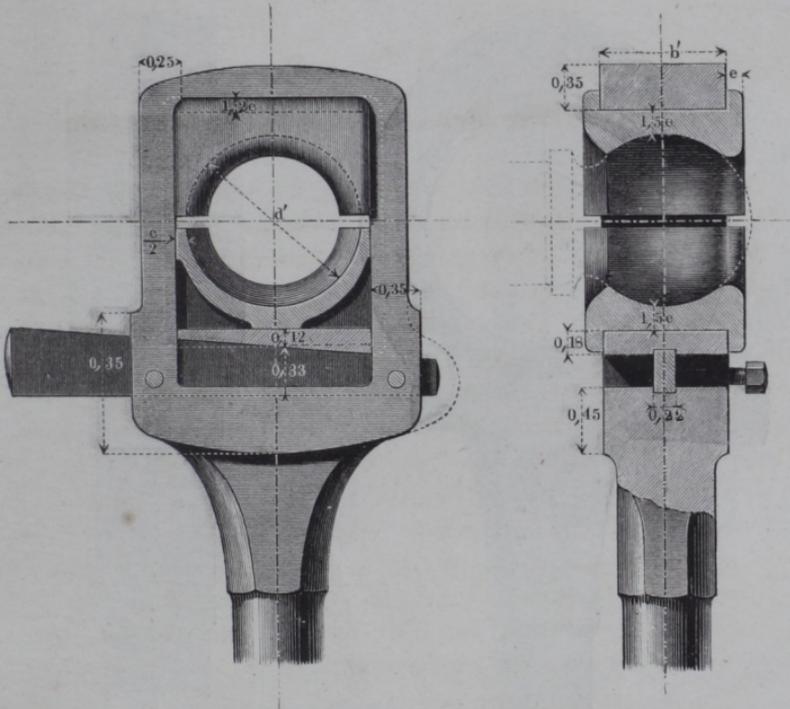
$$d_1' = d_1 \sqrt{\frac{120}{60}} = 65 \cdot 1,414 = 92^{\text{mm}} \text{ zu nehmen. Für die Schale wird } e = 3 + \frac{7}{100} \cdot 120 = 11^{\text{mm}}.$$

Mehrere Beispiele für Halszapfenköpfe geben die folgenden Constructionen, bei welchen absichtlich andere Formen ausgewählt sind, als bei den Stirnzapfenköpfen gegeben wurden, indem wir

damit gleichzeitig wieder ebenso viele Muster von Pleuelköpfen für Stirnzapfen erhalten.

Fig. 319. Pleuelkopf mit geschlossenem Rahmen (vgl. Fig. 312) auf einen Kugelzapfen angewandt. Der kugelförmige Stirnzapfen erhält nach §. 186 die 1,5fache Dicke des gleichwerthigen cylindri-

Fig. 319.



schen Stirnzapfens; ein solcher Kugelzapfen, z. B. einem Balancierkopf nach Fig. 300 angehörig, ist hier angewandt gedacht, und wir haben also für denselben $\frac{d'}{d} = 1,5d$, indem wir wieder wie in obigem Beispiel $b' = b$ setzen, wird $d_1' = d_1 \sqrt{1,5} = 1,225 d_1$. Wäre also $d = 60\text{mm}$, so würde $d' = 90\text{mm}$, $d_1 = 65\text{mm}$, $d_1' = 1,225 \cdot 65 = 80\text{mm}$. Die Schalen haben nur an der Vorderfläche Seitenränder, so dass sie nach Wegnahme des Keiles durch den Rahmen nach vorn gezogen werden können. Der Keil kann auch, wie in Fig. 312, über statt unter die Schale gelegt werden, in welchem Falle das Nachtreiben die Schubstange verkürzt, statt sie wie hier zu verlängern. Bei den Kuppelstangen der Locomotiven

ist diese Construction des Kopfes, häufig mit der rechts punktirten Verstärkung, vielfach in Gebrauch.

Fig. 320. Anderer geschlossener Pleuelkopf, beim Watt'schen Parallelogramm und anderen Lenkermechanismen sehr häufig.

Fig. 320.

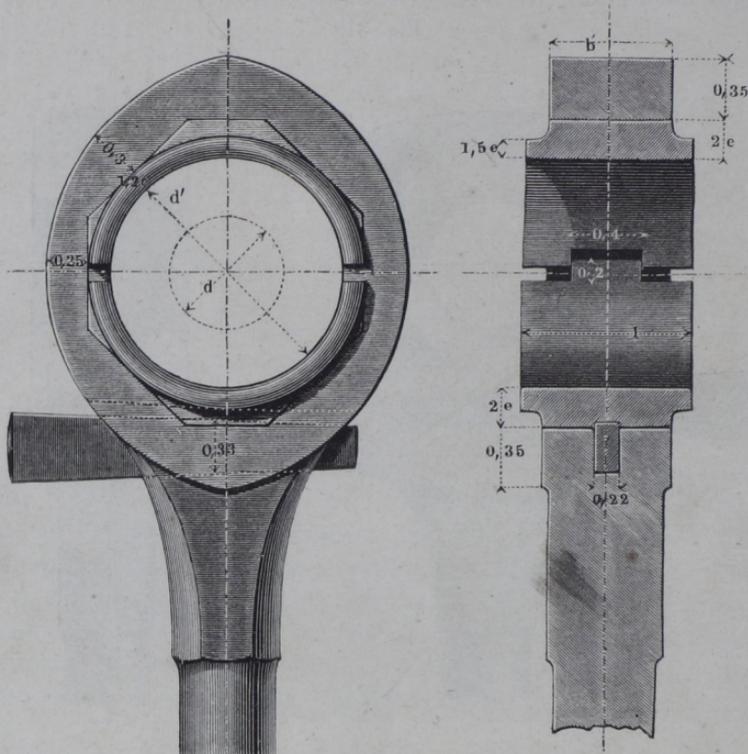


fig gebraucht. Der gleichwerthige Stirnzapfen d ist punktirt angegeben.

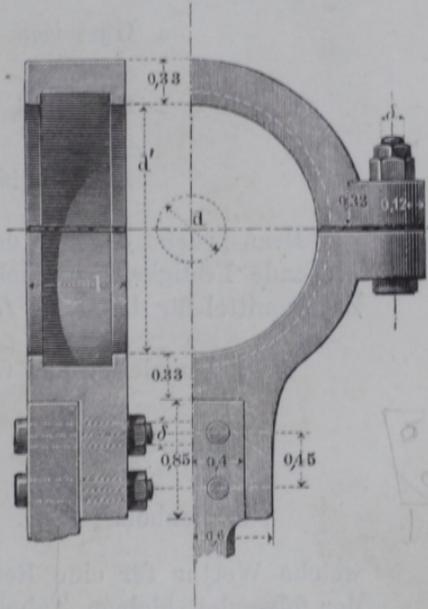
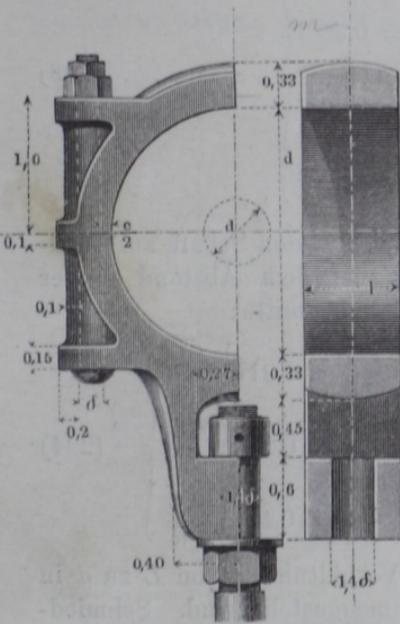
Fig. 321 und 322 sind Excentrikbügel, hier aus Bronze construirt gedacht. Sie erhalten die Breite $b' = l = 1,5d$, wenn d die Dicke des schmiedeisernen Stirnzapfens ist, welcher dem Zapfendruck des Excentriks entspricht, siehe §. 190. Ist $d = 40\text{mm}$, also $d_1 = 45\text{mm}$, $l = b = 60\text{mm}$, so wird bei $d' = 400\text{mm}$, $b' = l = 60\text{mm}$; $d_1' = 45 \cdot \sqrt{\frac{400}{40}} = 45 \cdot 3,16 = 142\text{mm}$. Macht man $d' = d$, so liefern die hier gegebenen Verhältnisszahlen wieder zwei lagerartige Pleuelköpfe für Stirnzapfen. Eine einzige

Abweichung von der Regelmässigkeit in der Uebertragung der Verhältnisszahlen nach Formel (221) machen die beiden Deckelschrauben bei den lagerartigen Köpfen. Man nehme ihre Dicke δ nach folgender Formel:

$$\delta = 0,3 d_1 + 0,05 d_1' \dots \dots \dots (222)$$

Fig. 321.

Fig. 322.



wobei d_1' die Bezugseinheit für den Halszapfen, d_1 für den gleichwerthigen Stirnzapfen bezeichnet. Für das Beispiel mit $d' = 400\text{mm}$ hatten wir $d_1' = 142\text{mm}$, $d_1 = 45\text{mm}$. Wir nehmen also: $\delta = 0,3 \cdot 45 + 0,05 \cdot 142 = 13,5 + 7,1 = 21\text{mm}$. Wird $d' = d$, also $d_1' = d_1$, so gibt (222) die bei den Stirnzapfenköpfen eingeschriebene Abmessung $0,35 d_1$.

§. 201.

Der runde Pleuelschaft.

Der Schaft der Pleuelstange wird aus Schmiedeeisen, Guss-eisen, Stahl (Gussstahl) oder aus Holz (Eichenholz) gefertigt. Seine Beanspruchung ist manchmal bloss eine solche auf Zug. Bezeich-

net in diesem Falle, unter Voraussetzung eines kreisförmigen Schaftquerschnittes, D den Schaftdurchmesser, d die Dicke des schmiedeisernen Stirnzapfens, an welchem die Stange angreift, so gehe man mit D nicht unter die folgenden Werthe herab:

$$\left. \begin{array}{l} \text{für Schmiedeisen} \quad \frac{D}{d} = 0,41 \\ \text{„ Gusseisen} \quad \frac{D}{d} = 0,58 \\ \text{„ Gussstahl} \quad \frac{D}{d} = 0,20 \\ \text{„ Eichenholz} \quad \frac{D}{d} = 1,12 \end{array} \right\} \dots \dots \dots (223)$$

Beansprucht dagegen der Zapfendruck den Schaft auf rückwirkende Festigkeit, so nehme man bei dem Abstand L der Zapfenmittel für die Dicke D in der Stangenmitte:

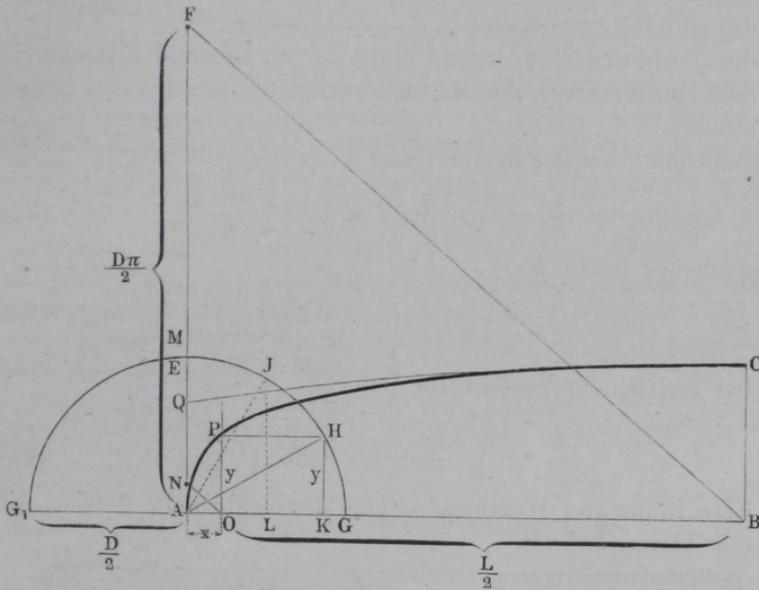
$$\left. \begin{array}{l} \text{für Schmiedeisen und Gussstahl} \quad \frac{D}{d} = 0,21 \sqrt{\frac{L}{d}} \\ \text{„ Gusseisen} \dots \dots \dots \frac{D}{d} = 0,25 \sqrt{\frac{L}{d}} \\ \text{„ Eichenholz} \dots \dots \dots \frac{D}{d} = 0,44 \sqrt{\frac{L}{d}} \end{array} \right\} (224)$$

welche Werthe für eine Reihe von Verhältnissen von L zu d in der folgenden kleinen Tabelle zusammengestellt sind. Schmiedeisen und Gussstahl haben neueren Versuchen nach gleiche Elastizitätsmodel ($E = 20000$, s. §. 2) und deshalb gleiche Strebfestigkeit. Soweit also der Pleuelschaft auf rückwirkende oder Strebfestigkeit beansprucht wird, verstärkt ihn die Anwendung von Gussstahl statt Schmiedeisen nicht.

Material.	Werthe von $\frac{D}{d}$, wenn $\frac{L}{d}$:										
	10	12	16	18	20	24	28	32	36	40	45
Schmiedeisen u. Gussstahl	0,66	0,73	0,84	0,89	0,94	1,03	1,11	1,19	1,26	1,33	1,41
Gusseisen . . .	0,79	0,87	1,00	1,06	1,12	1,22	1,32	1,41	1,50	1,58	1,67
Eichenholz . .	1,39	1,52	1,76	1,87	1,97	2,16	2,33	2,49	2,64	2,78	2,95

Der Schaft kann nach den beiden Enden hin verjüngt werden, und zwar gemäss Fig. 1 entweder so, dass man an den Enden die Dicke $0,7 D$ anwendet und das Profil nach einer beliebigen, schwach gekrümmten Linie bildet, oder, wenn man genauer verfahren will, nach Formel (22) und (23). Die in diesen Ausdrücken dargestellte cycloidische Sinoide kann mittelst des folgenden Verfahrens verzeichnet werden, siehe Fig. 323.

Fig. 323.



$AB = 0,5 L$, $BC = AE = 0,5 D$. Beschreibe mit AE aus A den Halbkreis $GE G_1$, und mache das Loth $FA = 0,5 \pi D$, d. i. = dem Halbkreis $GE G_1$, was mit Hilfe des Peripheriemaasstabes sehr leicht geschehen kann. Mache sodann $\angle GAH = \angle HAI =$ einem beliebigen Winkel φ unter 90° , so ist zunächst das Loth $HK = 0,5 D \sin \varphi = y$ eine Ordinate der Curve. Um die zugehörige Abscisse x zu finden, mache mit Hilfe des Peripheriemaasstabes $AM =$ dem Bogen GHI , und $MN =$ dem Loth $IL = 0,5 D \sin 2 \varphi$; ziehe $NO \parallel FB$, so ist $AO = x$ und der Schnittpunkt P der Senkrechten OP mit der durch H gelegten Parallelen zu AB ein Punkt der gesuchten Curve. Es ist beim Verzeichnen einer Pleuelstange mehr interessant als wichtig, diese Curve mit in die Zeichnung aufzunehmen.

§. 202.

Der vierkantige Pleuelschaft.

Soll der Schaftquerschnitt rechteckig gemacht werden, so bestimmen wir zuerst nach den Regeln des vorigen Paragraphen das Conoid, welches dem Kreisquerschnitt entsprechen würde, und verwandeln dessen Querschnitte in Rechtecke. Bezeichnet

h die grössere,

b die kleinere Seite irgend eines der zu suchenden Rechtecke

\varnothing den Durchmesser des Kreisquerschnittes für dieselbe Schaftstelle,

so nehme man, bei gegebener Höhe h :

$$\frac{b}{\varnothing} = \sqrt[3]{\frac{3\pi}{16} \frac{\varnothing}{h}} = 0,84 \sqrt[3]{\frac{\varnothing}{h}} \dots \dots \dots (225)$$

bei gegebener Breite b :

$$\frac{h}{\varnothing} = \frac{3\pi}{16} \left(\frac{\varnothing}{b}\right)^3 = 0,59 \left(\frac{\varnothing}{b}\right)^3 \dots \dots \dots (226)$$

und bei gegebenem Verhältniss $\frac{b}{h}$:

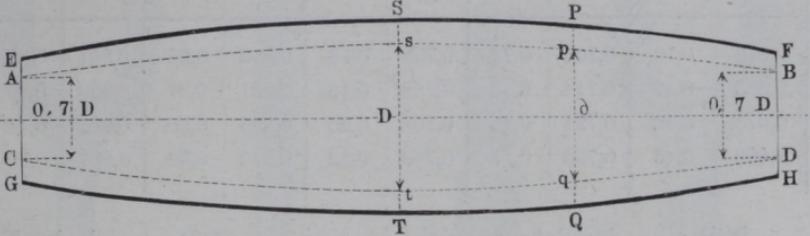
$$\frac{b}{\varnothing} = \sqrt[4]{\frac{3\pi}{16} \frac{b}{h}} = 0,88 \sqrt[4]{\frac{b}{h}} \dots \dots \dots (227)$$

Eine Reihe von Werthen, welche diese Formeln liefern, gibt folgende kleine Tabelle.

$\frac{h}{\varnothing}$	$\frac{b}{\varnothing}$	$\frac{b}{\varnothing}$	$\frac{h}{\varnothing}$	$\frac{h}{b}$	$\frac{b}{\varnothing}$
1,0	0,84	0,50	4,72	1,0	0,88
1,1	0,81	0,53	3,98	1,25	0,83
1,2	0,79	0,56	3,38	1,50	0,79
1,3	0,77	0,60	2,75	1,75	0,76
1,4	0,75	0,63	2,37	2,00	0,74
1,5	0,73	0,66	2,07	2,5	0,70
1,6	0,72	0,70	1,73	3,0	0,67
1,7	0,70	0,75	1,39	3,5	0,64
1,8	0,69	0,80	1,15	4,0	0,62
2,0	0,67	0,84	1,00	4,5	0,60

Beispiel. Am bequemsten ist es, das Höhenprofil $EFGH$ der Stange anzunehmen, Fig. 324, und das Breitenprofil nach Spalte 1 und 2 zu

Fig. 324.



suchen. Nach Verzeichnung des ideellen runden Schaftes $ABCD$ wird $EFGH$ nach dem Geschmack gewählt, doch stets so, dass die Höhen ST , PQ u. s. w. grösser sind als die Durchmesser st und pq des ideellen Schaftes an denselben Stellen. Ist dann z. B. $\overline{ST} = 1,6 st$, so ist dort nach Zeile 7 Spalte 2 die Breite $b = 0,72 \overline{st}$ zu nehmen; ist $\overline{PQ} = 1,5 \overline{pq}$, so hat man dort die Breite $= 0,73 \overline{pq}$ zu setzen. — Soll $b = 0,7 D$ sein, so wird die Höhe \overline{ST} nach Spalte 3 und 4, Zeile 7 $= 2,07 D$. Will man durchgängig die Höhe gleich der doppelten Breite erhalten, so ist gemäss Spalte 5 und 6, Zeile 5 die Breite b an jeder Stelle $= 0,74$ der dort gültigen Schaftdicke δ zu machen.

§. 203.

Der geflügelte Pleuelschaft.

Der schon bei den Achsen angewandte kreuzförmige Querschnitt ist für den gusseisernen Schubstangenschaft besonders gut geeignet. Auch hier wird zuerst der ideelle runde Schaft (für Gusseisen berechnet) in der oben angegebenen Form verzeichnet, das Höhenprofil angenommen und darauf das Breitenprofil aufgesucht. Ist an irgend einer Stelle wieder:

δ der Durchmesser des runden ideellen Schaftes,

h die Rippenhöhe,

b die Rippenbreite oder Rippendicke,

so wähle man b derart, dass

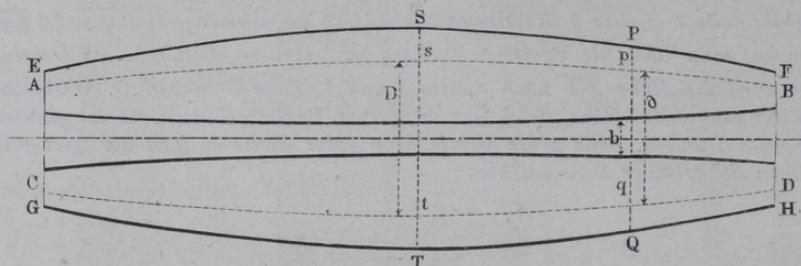
$$\frac{\delta}{h} = \frac{b}{h} \sqrt[4]{\frac{16}{3\pi}} \sqrt[4]{\left(\frac{h}{b}\right)^3 + \frac{h}{b}} - 1 \dots \dots (228)$$

Die Benutzung dieser Formel wird durch folgende Tabelle leicht gemacht.

$\frac{\delta}{h}$	$\frac{b}{h}$								
0,643	0,10	0,700	0,14	0,748	0,18	0,816	0,25	0,901	0,36
0,653	0,11	0,714	0,15	0,758	0,19	0,831	0,27	0,928	0,40
0,673	0,12	0,724	0,16	0,768	0,20	0,855	0,30	0,958	0,45
0,690	0,13	0,736	0,17	0,789	0,22	0,872	0,33	0,987	0,50

Will man das Schaftgewicht bestimmen, so lässt sich die Tabelle in §. 62 wieder verwerthen.

Beispiel. Zu Fig. 325 bedeutet ABCD wieder den ideellen runden Fig. 325.



Schaft für die zu konstruirende gusseiserne Pleuelstange; EFGH ist das nach dem Geschmack gewählte Höhenprofil, und es verhalte sich nun z. B. $\overline{ST} : \overline{st}$ wie 1,5 : 1, so ist hier $\frac{\delta}{h} = 0,667$, und daher nach Spalte 1 und 2, Zeile 3 die Rippendicke $b = 0,12 h = 0,12 \overline{ST}$ zu machen. Ist $\overline{PQ} = 1,4 \overline{pq}$, also bei der Stelle P das Verhältniss $\frac{\delta}{h} = \frac{1}{1,4} = 0,7$, so hat man dort die Flügeldicke b nach Spalte 3 und 4, Zeile 1: $= 0,14 \cdot \overline{PQ}$ zu nehmen.

§. 204.

Schmiedeeiserne und gusseiserne Pleuelstangen.

Die nachfolgenden Figuren führen eine schmiedeeiserne Pleuelstange mit rundem Schaft und eine gusseiserne Flügelstange vor Augen. Die erstere hat an dem gabelförmig gestalteten, also für einen Achszapfen bestimmten oberen Kopfe eingefalzte Kappen-

Fig. 326.

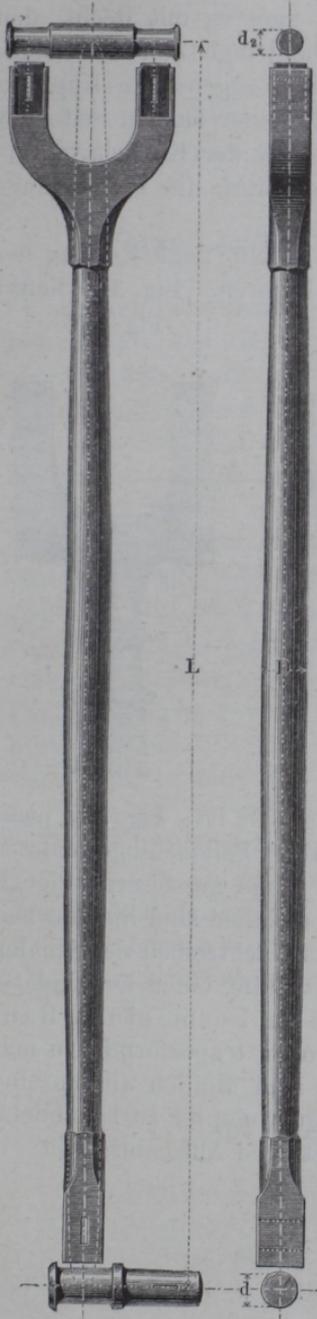
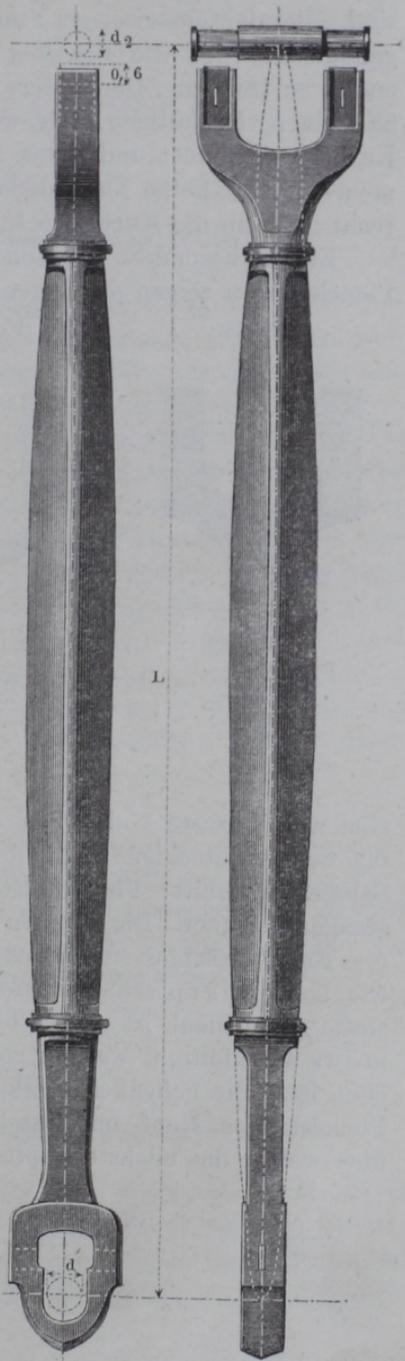


Fig. 327.



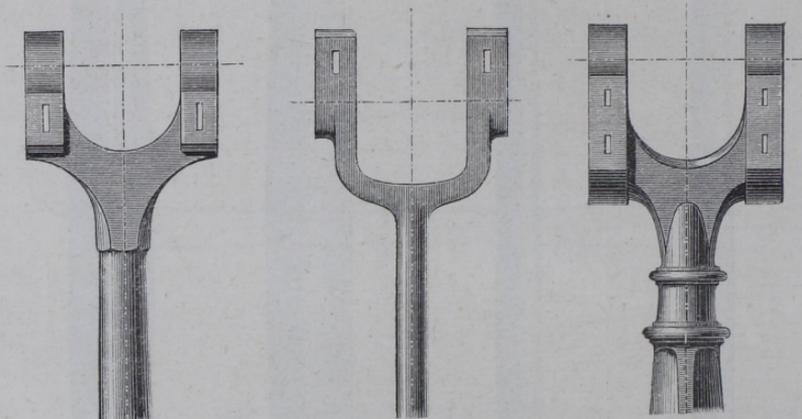
schenkel, während diese am anderen Ende wie gewöhnlich geformt sind. Bei der gusseisernen Stange liebt man es mit Recht, den geflügelten Theil des Schaftes durch Bundringe von den Kopfenden zu trennen. Der untere, der Kurbel zugewandte Kopf erhält einen vierkantigen Hals, welcher mit seiner flachen Seite der Kurbel zugewendet und etwas länger ist, als der Kurbelarm vermehrt um die halbe Nabendicke. Er verstattet, die Pleuelstange recht nahe an die Kurbel zu bringen.

Einige besondere Formen für die gabelförmige Endung der Pleuelstangen zeigen die folgenden drei Figuren. Fig. 328 liefert

Fig. 328.

Fig. 329.

Fig. 330.



eine weit kürzere Gabel, als die in Fig. 326 ist; Fig. 329 passt für den rechteckigen, an den schmalen Seiten abgerundeten Schaftquerschnitt; Fig. 330 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 Hilfe 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 Fussheil wie Querhäupter zu behandeln, über welche das nächste Kapitel den nöthigen Aufschluss gibt.