also nach dem Obigen $D = 207 \,.\, 0{,}21 \sqrt{1515 : 207} = 0{,}21 \,.\, 207 \,.\, 2{,}7 = 117$ mm. Maudslay hat aber in einem Beispiel von denselben Urangaben genommen $D = 152$ mm, was dem Sicherheitskoëffizienten $m = 54{,}7$ entspricht. Die Dicke ∂ der Schrauben hat man dabei genommen $= 76$ mm; wir würden nach Fig. 501 gemacht haben $\partial = 0{,}55 \sqrt{43\,000 : 2} = 0{,}53 \,.\, 146{,}6 = 78{,}6 \sim 79$ mm. In anderen Fällen bei Schraubenschiffen findet man den Quotienten $\partial : \sqrt{0{,}5\,P} = 0{,}67$ bis $0{,}75$, was theilweise der Anwendung des tiefer einschneidenden flachen Gewindes zuzuschreiben ist, theilweise auch wohl dem Wunsche nach erhöhter Sicherheit Rechnung tragen mag.

§. 183.

Der vierkantige Pleuelschaft.

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

h die grössere,

b die kleinere Seite irgend eines der zu suchenden Rechtecke,

∂ den Durchmesser des Kreisquerschnittes für dieselbe Stelle,

so nehme man, bei gegebener Höhe h:

$$\frac{b}{\partial} = \sqrt[3]{\frac{3\pi}{16}\frac{\partial}{h}} = 0{,}84 \sqrt[3]{\frac{\partial}{h}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (165)$$

bei gegebener Breite b:

$$\frac{h}{\partial} = \frac{3\pi}{16}\left(\frac{\partial}{b}\right)^3 = 0{,}59 \left(\frac{\partial}{b}\right)^3 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (166)$$

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

$$\frac{b}{\partial} = \sqrt[4]{\frac{3\pi}{16}\frac{b}{h}} = 0{,}88 \sqrt[4]{\frac{b}{h}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (167)$$

woraus folgende Werthe.

$\frac{h}{\partial}$	$\frac{b}{\partial}$	$\frac{b}{\partial}$	$\frac{h}{\partial}$	$\frac{h}{b}$	$\frac{b}{\partial}$
1,0	0,84	1,6	0,72	1,0	0,88
1,1	0,81	1,7	0,70	1,25	0,83
1,2	0,79	1,8	0,69	1,50	0,79
1,3	0,77	2,0	0,67	1,75	0,76
1,4	0,75	2,2	0,65	2,00	0,74
1,5	0,73	2,4	0,3	2,5	0,70

Will man den Rechteckquerschnitt des Schaftes unmittelbar berechnen, so hat man das kleinste der Trägheitsmomente des Schaftquerschnitts einzuführen, also $J = \frac{1}{12}\, h b^3$ zu setzen, und erhält für Schmiedeisen und Gussstahl:

bei gewähltem Werthe b:

$$h = 0{,}00006\, m\, \frac{P L^2}{b^3} \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \quad (168)$$

bei gewähltem Werthe h:

$$b = 0{,}039\, \sqrt[3]{m} \sqrt{\frac{P L^2}{h}} \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \quad (169)$$

und bei gegebenem Verhältniss von h zu b:

$$h = 0{,}088\, \sqrt[4]{m} \sqrt[4]{\left(\frac{h}{b}\right)^3} \sqrt{L\sqrt{P}} \quad . \ . \ . \ . \quad (170)$$

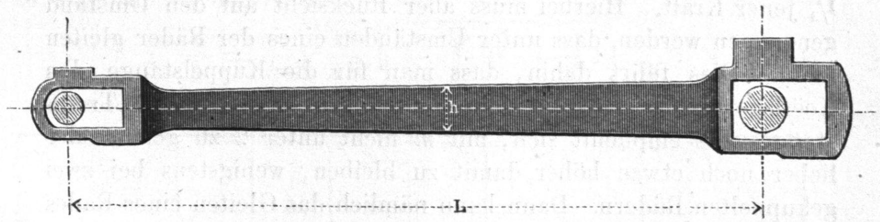
Für letztere Formel hat man, wenn

$\frac{h}{b}$ =	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5
$\sqrt[4]{\left(\frac{h}{b}\right)^3}$ =	1,36	1,42	1,49	1,55	1,62	1,68	1,74	1,80	1,87	1,93	1,99

Die wichtigste Anwendung der flachgeschäfteten Pleuelstangen ist die bei den Lokomotiven. Hier wird die Sicherheit sehr klein genommen, d. h. die Stange so leicht als thunlich hergestellt, um die „störenden Bewegungen“ klein zu halten, gleichzeitig wird damit die Wirkung des Peitschens auf die Stange herabgezogen.

Was zunächst die Kolbenpleuelstange oder Treibstange betrifft, so findet sich bei derselben m zu 2 bis 1,5 herab angenommen. Dies gilt vom mittleren Querschnitt. Nach den Enden zu, namentlich dem Querhauptende, findet Verjüngung auf 0,8 bis 0,7 der Höhendimension statt, so dass dort eine Druck- und Zugspannung

Fig. 520.



von 5 kg bei Gussstahl nicht selten vorkommt. Eine Lokomotivtreibstange stellt Fig. 520 dar. Nach dem Kurbelende hin nimmt hier die Höhe h noch zu, was die Anfertigung und den Formenübergang erleichtert.

2. Beispiel. Gegeben bei einer Lokomotive der Druck auf die Treibstange $P = 13000$ kg, ferner die Länge $L = 1830$ mm, das Verhältniss $h : b = 2{,}5$. Dann ist bei $m = 1{,}5$ d. i. $\sqrt[4]{m} = 1{,}1$ (s. §. 182) zu machen

$$h = 0{,}088 \,.\, 1{,}1 \,.\, 1{,}99 \,.\, \sqrt{1830\sqrt{13000}} = 0{,}088 \,.\, 1{,}1 \,.\, 1{,}99 \,.\, 456{,}7 \sim 88 \text{ mm},$$

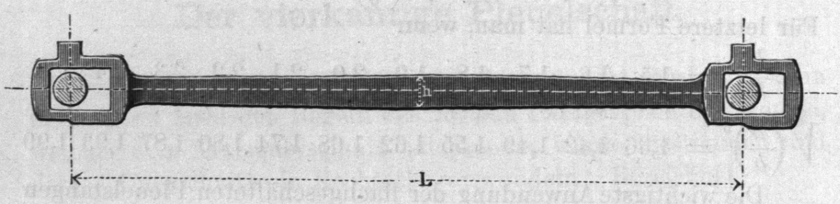
also $b = 0{,}4 \,.\, 88 \sim 35$ mm. Eine Ausführung für dieselben Urangaben (Borsig) zeigt $h = 85$ mm, $b = 36$ mm. Andere zusammengehörige Werthe, welche guten Ausführungen entnommen wurden, sind:

$$P = 11500 \text{ kg}, \; L = 1654 \text{ mm}, \; h = 85 \text{ mm}, \; b = 33 \text{ mm},$$
$$P = 14600 \text{ kg}, \; L = 1700 \text{ mm}, \; h = 95 \text{ mm}, \; b = 36 \text{ mm}.$$

Beide entsprechen einem Sicherheitskoëffizienten $m = 1{,}5$ bis $1{,}6$.

Bei den Kuppelstangen der Lokomotiven ist die Wirkung des Peitschens noch weit stärker als bei den Treibstangen. Fig. 521

Fig. 521.



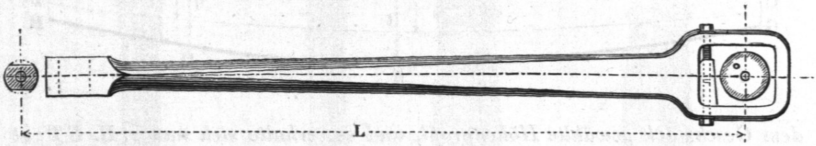
stellt eine solche Stange dar. Die Keilungen der Schalen liegen je auf derselben Seite des Zapfens, damit die Nachstellung nicht die Stangenlänge verändert; aus demselben Grunde, nämlich wegen Gleichheit der Abnützungen, sind die Längen der beiden Zapfen gleichgross zu machen (siehe §. 92). Bei Berechnung des Schaftquerschnittes wird vorausgesetzt, dass jedes der zu kuppelnden Räder gleichen Antheil an der Widerstandskraft am Umfang habe. Demnach kommt bei zwei gekuppelten Räderpaaren auf die Kuppelstange die Hälfte der Triebstangenkraft, bei drei gekuppelten Paaren auf die erste Kuppelstange $^2/_3$, auf die zweite $^1/_3$ jener Kraft. Hierbei muss aber Rücksicht auf den Umstand genommen werden, dass unter Umständen eines der Räder gleiten kann. Dies führt dahin, dass man für die Kuppelstange den Koëffizienten m nicht so klein wählen sollte, als für die Treibstange. Es empfiehlt sich, mit m nicht unter 2 zu gehen oder lieber noch etwas höher damit zu bleiben, wenigstens bei zwei gekuppelten Rädern. Dann kann nämlich das Gleiten eines Rades nie die Kuppelstange in unmittelbare Gefahr bringen.

3. Beispiel. Die oben als Beispiel benutzte Lokomotive habe zwei gekuppelte Räderpaare. Dann ist die auf die Kuppelstange kommende Kraft $P = 13000 : 2 = 6500$ kg. Die Stangenlänge L sei 2563 mm, $h : b$ wieder $= 2{,}5$. Setzen wir nun einmal $m = 2$, so kommt nach (170) $h = 0{,}088$.

$1{,}19 \,.\, 1{,}99 \sqrt{2563 \sqrt{6500}} = 0{,}088 \,.\, 1{,}19 \,.\, 1{,}99 \,.\, 454{,}42 \backsim 99$ mm, b also $= 0{,}4 \,.\, 99 \backsim 39$ mm. Man hat bei jener Ausführung (Borsig) für dieselben Urangaben genommen $h = 98$ mm, $b = 39$ mm. Andere Beispiele zeigen die Sicherheitskoëffizienten 1,9, 2,11, 2,8 u. s. w.

Einen Schaft mit gemischtem Querschnitt, aus dem Kreis ins Rechteck übergehend, zeigt die in Fig. 522 abgebildete, sehr elegant gebaute Pleuelstange einer Porter-Allen'schen Dampfmaschine.

Fig. 522.



Beim Kurbelzapfen ist der vordere Anlauf zum Abnehmen eingerichtet, weshalb die Schalen so wie bei dem Kopf, Fig. 502, gestaltet werden konnten. L ist bei dem Original $= 5'$ engl. Vergl. auch Fig. 535.

§. 184.

Der geflügelte und der gerippte Pleuelschaft.

Der schon bei den Achsen angewandte kreuzförmige Querschnitt ist für den gusseisernen Schubstangenschaft besonders gut geeignet. Hier wird am besten zuerst der ideelle runde Schaft gemäss Fig. 5 verzeichnet, das Höhenprofil angenommen und darauf das Breitenprofil aufgesucht. Ist an irgend einer Stelle:

∂ der Durchmesser des runden ideellen Schaftes,

h und b die Rippenhöhe und Breite,

so wähle man b derart, dass

$$\frac{\partial}{h} = \frac{b}{h} \sqrt[4]{\frac{16}{3\pi}} \sqrt[4]{\left(\frac{b}{h}\right)^3 + \frac{h}{b} - 1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (171)$$

woraus folgende Tabelle.

$\frac{\partial}{h}$	$\frac{b}{h}$	$\frac{\partial}{h}$	$\frac{b}{h}$	$\frac{\partial}{h}$	$\frac{b}{h}$	$\frac{\partial}{h}$	$\frac{b}{h}$	$\frac{\partial}{h}$	$\frac{b}{h}$
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