§. 9.

Querschnitte von gleicher Festigkeit.

Um das Material bei Trägern mit Biegungsbelastung gut zu verwenden, ist dasselbe, unter Erhaltung einer guten Verbindung aller Querschnitttheile, möglichst entfernt von der neutralen Schicht anzubringen. Zugleich gewinnt man eine gute Materialbenutzung, wenn man die Querschnittform so wählt, dass bei einer genügend weit getriebenen Belastung die Spannungen auf Zug- und Druckseite gleichzeitig die Elastizitätsgrenze erreichen. Man hat hierfür zu machen:

$$\frac{a}{a_1} = \frac{T}{T_1}.$$

Querschnitte, bei denen dieses Verhältniss eingehalten ist, heissen *Querschnitte von gleicher Festigkeit**). Bei *Schmiedeeisen* sind demnach die zweiachsig symmetrischen Querschnitte am zweckmässigsten, weil hier $T = T_1$. Bei *Gusseisen* sind unter der Voraussetzung, dass die biegende Kraft eine konstante Richtung habe, solche Querschnitte am besten, wo $a_1 = 2a$, weil hier $T_1 = 2T$. Unter Berücksichtigung dieses Verhältnisses sind die folgenden Querschnitte, bei welchen b und b_1 ein beliebiges Verhältniss zu einander haben können, gebildet (Fig. 1, 2, 3).

Fig. 1.

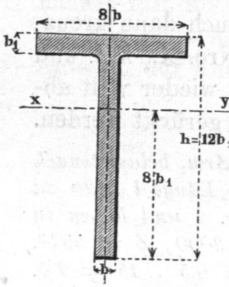


Fig. 2.

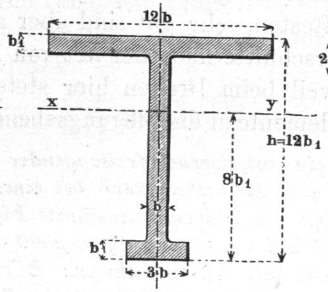
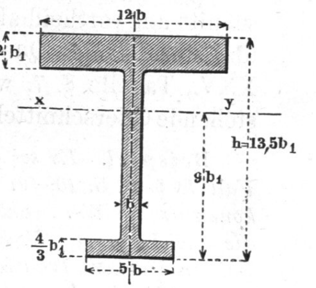


Fig. 3.



Man hat für diese Querschnitte, wenn $b_1 = b$:

$J =$	$278\,b^4$	$440\,b^4$	$992\,b^4$
$Z =$	$34{,}8\,b^3$	$55\,b^3$	$102{,}4\,b^3$
$F =$	$19\,b^2$	$25\,b^2$	$40{,}8\,b^2$
$\varphi =$	1	$0{,}97$	$1{,}04$

*) Siehe hierüber auch: *Klose's Theorie der eisernen Träger mit Doppelflantschen*, Hannover 1862, aus welcher Schrift der zweite Querschnitt entnommen ist.

Die Zugseite ist die der neutralen Achse zunächstliegende. Als Querschnittmodul ist der Werth $\frac{J}{a_1}$ ausgerechnet, so dass für $\mathfrak{S}$ stets $\frac{T_1}{m}$ einzuführen ist. F bezeichnet wieder den Flächeninhalt und φ den verhältnissmässigen Materialaufwand, denjenigen von Fig. 1 gleich 1 gesetzt.

Man erhält φ allgemein aus:

$$\varphi = \frac{\beta_1}{\beta}\left(\frac{\alpha}{\alpha_1}\right)^{2/3}\left(\frac{\mathfrak{S}}{\mathfrak{S}_1}\right)^{2/3} \quad . \ . \ . \ . \ . \ (8)$$

wobei sich die bezifferten Buchstaben auf den zu untersuchenden Querschnitt, die unbezifferten auf den bekannten, mit dem Materialaufwand 1 beziehen, ferner $F = \beta b^2$, $Z = \alpha b^3$, und hier $\mathfrak{S} = \mathfrak{S}_1$ zu setzen ist. $\mathfrak{S}$ und $\mathfrak{S}_1$ fallen nur dann verschieden aus, wenn $a : a_1$ nicht bei beiden Querschnitten gleich ist. Man sieht indessen aus (8), dass kleine Abweichungen von dem genauen Verhältniss nur wenig merkbar werden.

Greift die biegende Kraft abwechselnd in entgegengesetzter Richtung an, so ist auch für Gusseisen der zweiachsig symmetrische Querschnitt am besten, und stets der k l e i n e r e Tragmodul als Grenzwerth für $\mathfrak{S}$ einzuführen. Aendert sich die Kraftrichtung fortwährend so, dass sich die neutrale Achse um den Schwerpunkt des Querschnittes dreht (Tragachsen), so ist der Kreisringquerschnitt am vortheilhaftesten, sehr gut sind aber auch dann kreuz- und sternförmige Querschnitte nach der Art von Nro. X., XII. und XXV., Tabelle §. 7, weil beim Drehen hier stets wieder weit abstehende Querschnittelemente in die Biegungsebene gerückt werden.

Beispiel. Es sei ein gusseiserner freitragender Arm, belastet nach Fall I., §. 6, S. 10, für eine Last $P = 2500^k$ *bei einer Länge* $l = 2^m$ *zu konstruiren. Wir wählen den obigen Querschnitt Fig. 2 und haben in die Gleichung (4):* $M = \mathfrak{S}Z$ *zu setzen:* $M = 2500 \,.\, 2000$, $Z = 55\,b^3$. *Bei zweifacher Tragsicherheit ist zu nehmen:* $\mathfrak{S} = 0{,}5 \,.\, 15 = 7{,}5$. *Diese Werthe eingeführt gibt:* $2500 \,.\, 2000 = 7{,}5 \,.\, 55\,b^3$, *woraus* $b = 100\sqrt[3]{\frac{5}{55 \,.\, 7{,}5}} = \frac{100}{\sqrt{82{,}5}} \sim 23^{mm}$. *Die Querschnittfläche beträgt dabei* $25 \,.\, 23^2 = 13225 \,\square^{mm}$. *Die übrigen Querschnittmaasse ergeben sich aus den der Fig. 2 eingeschriebenen Verhältnisszahlen. Würde statt 2facher nur 1½fache Sicherheit gefordert, so wäre* $\mathfrak{S} = 15 : 1{,}5 = 10$ *zu setzen. Der Querschnitt und damit der Materialverbrauch würde kleiner, und zwar fiele er nach (8) auf* $\left(\frac{1{,}5}{2}\right)^{2/3}$ *oder 0,825 des vorberechneten Werthes.*