



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Universitätsbibliothek Paderborn

Lehrbuch des Hochbaues

Grundbau, Steinkonstruktionen, Holzkonstruktionen, Eisenkonstruktionen ,
Eisenbetonkonstruktionen

Esselborn, Karl

Leipzig, 1908

III. Eiserne Säulen.

[urn:nbn:de:hbz:466:1-50294](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-50294)

indem man ein Flacheisen an ein doppeltes Knotenblech (Abb. 265) oder ein zweiteiliges Flacheisen an ein einfaches Knotenblech (Abb. 266) anschließt. Bei zweiteiligem Flacheisen und doppeltem Knotenblech könnte man nach

Abb. 264 bis 267. Anschluß von Flacheisen an Knotenbleche.

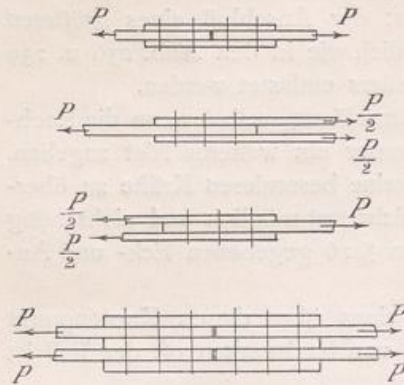


Abb. 267 drei Laschen zum Anschluß verwenden.

8. Bei den Anschlüssen von Profileisen oder Stben zusammengesetzten Querschnitts sind mit Rücksicht auf eine geringe Nietschwchung die Niete in den Stegen und Flanschen gegeneinander zu versetzen, so daß in einem Querschnitt möglichst wenig Niete zusammenfallen. Dieser Grundsatz ist auch bei der Bildung der Stöße (§ 16) sowie bei den Anschlüssen und Kreuzungen (§ 17) nach Möglichkeit eingehalten worden; es sei auf die betreffenden Abbildungen verwiesen.

Weitere Anordnungen von Knotenpunkten werden im Abschnitt der Dachkonstruktionen besprochen. Betreffs der Wahl der Nietdurchmesser und Nietabstnde, sowie der Berechnung der Nietanzahl wird auf § 13, 3 verwiesen; einzelne Beispiele sind bei den Dachkonstruktionen zu finden.

III. Eiserne Säulen.

§ 19. Die eisernen Säulen im allgemeinen, deren Material, Verwendung und Berechnung.

1. **Allgemeines.** Die eisernen Säulen dienen im Hochbau hauptsächlich zur Unterstützung von Trägern, Unterzügen usw. Die Hauptbestandteile der Säulen sind Säulenkopf, Fuß und Schaft. Die Belastung der Säulen soll möglichst zentrisch erfolgen, damit möglichst gleichmäßige Druckspannungen auftreten. Wirken die Lasten exzentrisch, d. h. außerhalb der Sulennachse, so treten neben den Druckbeanspruchungen noch Biegungsspannungen auf. Zu der durch die Belastungsart bedingten Berechnung der Säule auf Druck bzw. Druck und Biegung ist noch der Nachweis für die erforderliche Knicksicherheit zu liefern. Exzentrische Beanspruchungen des Säulenschaftes, d. h. Druck- und Biegungsspannungen werden besonders dann vorhanden sein, wenn am Sulenkopfe, z. B. durch einseitige Belastung durchgehender Träger, Einspannungsmomente zur Wirkung kommen oder auch durch Längsausdehnung der Träger bzw. durch Horizontalkräfte Verbiegungen der Sulenschafte auftreten.

Um solchen unerwünschten Beanspruchungen des Säulenschaftes bei lotrechter Belastung entgegenzutreten, bringt man oft statt einer starren Verbindung von Kopf und Schaft bzw. Fuß und Schaft gelenkige Verbindungen dieser einzelnen Teile zur Ausführung, die eventuelle Verdrehungen oder Verschiebungen des Kopfes gegen den Fuß zulassen. Besonders bei Gußeisen, das Biegungsspannungen nur schlecht widerstehen kann, ist eine solche Anordnung sehr zu empfehlen. Solche Säulen mit Kopf- und Fußgelenke werden Pendelsäulen genannt.

2. **Material und Verwendung der Säulen.** Die Säulen können entweder aus Gußeisen oder Schmiedeeisen hergestellt werden. Das Gußeisen ist für zentrisch belastete recht gut geeignet; es kann deshalb ohne Bedenken zu Säulen Verwendung finden, bei denen durch die Art der Belastung oder durch gelenkige Kopf- und Fußausbildungen exzentrische Kraftwirkungen und ferner größere Stoßwirkungen ausgeschlossen sind. Guß-

eisen hat gegenüber dem Schmiedeeisen wohl den Vorteil einer leichten Formgebung, d. h. es gestattet eine leichte gefällige, architektonische Ausbildung. Es finden deshalb gußeiserne Säulen in der Regel immer da Verwendung, wo eine ruhige Last durch eine gefällige, architektonisch ausgebildete Säule getragen werden soll, wie z. B. bei größeren, öffentlichen Bauten, Kaufläden, Treppenanlagen, Balkonen usw. In bezug auf die Eigenschaften des Gußeisens und die Herstellung des Gusses wird auf § 2 verwiesen.

In denjenigen Fällen, wo es sich hauptsächlich um konstruktive Ausbildung der Säulen handelt, wo ein gefälliges Aussehen in den Hintergrund tritt und ganz besonders da, wo stoßende oder exzentrische wirkende Lasten bzw. neben lotrechten noch horizontale Kräfte aufgenommen werden müssen, sind stets schmiedeeiserne Säulen zu verwenden, wie z. B. bei Fabriksgebäuden, Lagerhäusern, Speichern usw. Auch da, wo eine Ummantelung oder Verkleidung der Säule wegen Feuersgefahr nötig wird, ist Schmiedeeisen dem Gußeisen fast immer vorzuziehen. Wenn aus technischen Gründen eine schmiedeeiserne Säule unbedingt nötig ist, jedoch auch auf ein gutes Aussehen und Säulenschmuck Wert gelegt wird, kann durch entsprechende Verkleidung oder aufgelegte Verzierungen auch eine schöne Form erzielt werden.

Die schmiedeeisernen Säulen haben gegenüber den gußeisernen den Vorteil, daß eine Verbindung der Säulenköpfe mit den zu stützenden Trägern meist leichter und organischer ausführbar ist; ferner ist, ganz abgesehen von den fast durchweg geringeren Kosten, das Material der schmiedeeisernen Säulen bei guter Auswahl vollkommen fehlerfrei, während bei Gußeisen durch ungleichmäßige Gußstärken, fehlerhafte Gußstellen usw. nicht immer mit Sicherheit auf ein einwandfreies Material gerechnet werden kann. Allerdings ist die Beschaffung einer gußeisernen Säule einfacher als die einer schmiedeeisernen, da für die erstere in der Regel nur Bestellungen nach Musterbüchern von Gießereien nötig sind, während für die schmiedeeisernen Säulen eine konstruktive Ausbildung von Fall zu Fall meist unerläßlich ist. Dieser Umstand ist manchmal die Ursache, daß gußeiserne Säulen auch da Verwendung finden, wo eine schmiedeeiserne eher am Platze gewesen wäre. Es sollte stets durch eine eingehende sachgemäße Prüfung festgestellt werden, welches Säulenmaterial für die jeweils vorliegenden Fälle am zweckdienlichsten ist. Bezüglich des Verhaltens des Säulenmaterials bei Bränden und des Feuerschutzes von Säulen sei auf § 5 verwiesen.

3. Berechnung der Säulen. Die Berechnung der Säulen richtet sich nach deren Belastungsart. Bei zentrischer Belastung, d. h. wenn die Last in der Achse der lotrechtstehenden Säule wirkt, findet eine gleichmäßige Druckübertragung in den verschiedenen Säulenquerschnitten statt. Außer der Berechnung auf diese Druckbeanspruchung nach § 10, 1 ist für den Säulenschaft noch die erforderliche Knicksicherheit nachzuweisen. Die Berechnung auf Knickung erfolgt am zweckmäßigsten nach der EULERSchen Formel, wobei je nach der Lagerung und oberen Endbefestigung der Säule die verschiedenen Knickfälle zu unterscheiden sind (s. § 10, 1). Ist z. B. die Säule unten eingespannt und oben frei, so daß die Standfähigkeit allein von der unteren Einspannung abhängt, so ist in die Knickformel $J_{\min} \geq \frac{s \cdot l^2 \cdot P}{C \cdot E}$ (Gleichung 5, S. 308) die Endbefestigungskonstante

$C = \frac{\pi^2}{4} = 2,5$ einzusetzen. Bei Pendelstützen, bei denen oben und unten eine gelenkige Endverbindung vorhanden ist (Knickfall 2), ist $C = \pi^2 = 10$, bei Einspannung unten und Gelenkanordnung oben (Knickfall 3) $C = 2 \cdot \pi^2 = 20$ und bei Einspannung oben und unten (Knickfall 4) $C = 4 \cdot \pi^2 = 40$ anzunehmen.

Unter Einführung 8 facher Sicherheit für Gußeisen und 5 facher Sicherheit für Schmiedeeisen ergeben sich für den Knickfall 2 (Pendelstützen) folgende Formeln:

für Gußeisen: $J_{\min} = 8 \cdot P \cdot l^2$ (Gleichung 7, S. 309),

› Schmiedeeisen: $J_{\min} = 2,5 \cdot P \cdot l^2$ (Gleichung 6, S. 309);

hierin ist die Last P in t und die freie Knicklänge l in m einzusetzen. In gleicher Weise ergeben sich für die anderen Knickfälle die folgenden Bedingungen für die jeweils erforderliche Knicksicherheit:

Knickfall 1 (Säule unten eingespannt und oben frei)

für Gußeisen: $J_{\min} = 4 \cdot 8 \cdot P \cdot l^2 = 32 \cdot P \cdot l^2$,

› Schmiedeeisen: $J_{\min} = 4 \cdot 2,5 \cdot P \cdot l^2 = 10 \cdot P \cdot l^2$.

Knickfall 3 (Säule an einem Ende eingespannt, am andern gelenkig)

für Gußeisen: $J_{\min} = \frac{8}{2} \cdot P \cdot l^2 = 4 \cdot P \cdot l^2$,

› Schmiedeeisen: $J_{\min} = \frac{2,5}{2} \cdot P \cdot l^2 = 1,25 \cdot P \cdot l^2$.

Knickfall 4 (Säule oben und unten eingespannt)

für Gußeisen: $J_{\min} = \frac{8}{4} \cdot P \cdot l^2 = 2 \cdot P \cdot l^2$,

› Schmiedeeisen: $J_{\min} = \frac{2,5}{4} \cdot P \cdot l^2 = 0,625 \cdot P \cdot l^2$.

Die wesentlichste Rolle spielen die Fälle 1 und 2. Nach Fall 2 wird zugunsten der Sicherheit sehr oft auch dann gerechnet, wenn an einem Ende oder an beiden Enden Einspannung vorhanden ist. Auf jeden Fall ist es empfehlenswert mit den Formeln für Fall 4 nicht zu rechnen, da die volle Wirkung der oberen Einspannung nicht immer gewährleistet ist und auf eine genau zentrische Belastung nicht sicher gerechnet werden kann.

Bei einseitiger (exzentrischer) Belastung der Säulen sind die einzelnen Säulenquerschnitte auf Druck und Biegung zu dimensionieren. Die hierzu nötigen Gleichungen für zusammengesetzte Festigkeit von Druck und Biegung sind aus § 10, 4 zu entnehmen. Auch bei solchen auf Druck und Biegung beanspruchten Säulen ist auf die Knickgefahr zu achten, und zwar ist hierbei die Gefahr des Ausknickens aus der Kraftebene ins Auge zu fassen. Beispiele für die Berechnung der Säulen sind in den §§ 20 und 21 gegeben.

§ 20. Gußeiserne Säulen. Die gußeisernen Säulen werden fast durchweg als Hohlsäulen verwendet und zwar meist mit kreisringförmigem Schaftquerschnitt. Andere Querschnittsformen sind seltener geworden, höchstens daß aus besonderen Gründen rechteckige, quadratische oder sechs- bzw. achteckige Schaftquerschnitte gewählt werden. Für die Abmessungen und Gestalt der gußeisernen Säulen ist der Grundsatz maßgebend, überall möglichst gleiche Massen in den einzelnen Gußteilen beizubehalten, damit nach dem Gießen durch ungleichmäßige Abkühlung keine schädlichen Spannungen auftreten, die eventuell Risse oder sonstige Schäden verursachen könnten. Schon aus diesem Grunde ist es empfehlenswert, die verschiedenen Teile der Säulen, also Schaft, Kopf und Fuß, getrennt herzustellen, denn die beiden letzteren erhalten immer größere Massen als der Schaft. Kleinere Säulen, bei denen es auf eine besondere Fuß- und Kopfbildung nicht ankommt, können in einem Stück gegossen werden. Mit Rücksicht auf einen gleichmäßigen Guß sind die Säulen möglichst stehend zu gießen; bei liegend gegossenen Säulen ist auf alle Fälle eine Prüfung der Wandstärken an verschiedenen Stellen zu empfehlen.

1. Konstruktion und Berechnung gußeiserner Säulenschäfte. Wie schon erwähnt, soll der Säulenschaft mit möglichst gleichen Wandstärken ausgebildet werden. Die mit Rücksicht auf die Knicksicherheit nötige größere Widerstandsfähigkeit nach der Mitte zu kann durch Erweiterung des Säulenschaftes unter Beibehaltung der Wandstärke

erzielt werden. Die gebräuchlichste Wandstärke des Schaftes schwankt je nach der Größe der Säule bei ringförmigem Querschnitt zwischen 1 und 3,5 cm und bei quadratischem oder rechteckigem Querschnitt zwischen 1 und 3 cm. Die Berechnung des Säulenschaftes hat nach § 10,1 und § 19,3 auf Druck und Knickung zu erfolgen; man bestimmt zunächst die für den Druck erforderliche Querschnittsfläche und sucht diese so anzuordnen, daß das für die Knicksicherheit erforderliche J_{\min} vorhanden ist. Reicht hierzu die Größe des Druckquerschnitts nicht aus, so muß man das entsprechende Material zugeben.

Für einen kreisringförmigen Säulenschaft von der Länge l , der eine Kraft P zu tragen hat, ist eine Querschnittsfläche erforderlich von $F = \frac{P}{k}$. Ist die Wandstärke des Schaftes $= \delta$, der mittlere Radius $= r'$ (Abb. 268) und setzt man das Trägheitsmoment eines Kreisringes sehr angenähert gleich $r'^3 \cdot \delta \cdot \pi$, so muß sein:

$$2r' \cdot \pi \cdot \delta = F \quad \text{und} \quad r'^3 \cdot \delta \cdot \pi \geq J_{\min}.$$

Abb. 268. Kreisringförmiger Säulenschaft.



Es könnte nun δ gewählt und nach der 1. Gleichung r' berechnet werden; diese Werte r' und δ müßten dann auch der zweiten Gleichung genügen. Ist dies nicht der Fall, so kann innerhalb der zulässigen Grenzen δ kleiner und ein entsprechend größeres r' gewählt werden, was eine Vergrößerung des Trägheitsmomentes zur Folge hat. Sollte auch mit dem kleinsten praktisch zulässigen δ das erforderliche J_{\min} mit der für den Druck nötigen Querschnittsfläche nicht erreicht werden, so ist zu diesem Druckquerschnitt noch das zur Erzielung des Trägheitsmomentes nötige Material hinzuzufügen. Selbstredend wird man hierbei den Radius r' und nicht unnötig δ vergrößern. Nach diesem Verfahren würde also die Lösung der Aufgabe durch probieren gefunden werden.

Einfacher ist es, die zusammen gehörigen Werte δ und r' unmittelbar durch Rechnung aus den beiden vorhandenen Gleichungen folgendermaßen zu ermitteln:

$$2r' \cdot \pi \cdot \delta = F = \frac{P}{k} \quad \text{und} \quad r'^3 \cdot \delta \cdot \pi = J_{\min}.$$

Wird der Wert für δ aus der ersten Gleichung in die zweite eingesetzt, so ergibt sich

$$\frac{r'^2 \cdot F}{2} = J_{\min} \quad \text{oder} \quad r' = \sqrt{\frac{2 \cdot J_{\min}}{F}} \quad (50)$$

und nach der ersten Gleichung
$$\delta = \frac{F}{2r' \cdot \pi} \quad (51)$$

Beispiel: Ein kreisringförmiger, gußeiserner Schaft einer Pendelstütze (oben und unten Gelenke) von 3,0 m Länge hat eine Last von 50 Tonnen zu tragen. Erforderlich sind:

$F_{\text{qcm}} = \frac{P}{k}$ und $J_{\min} = 8P \cdot l^2$, wo P in t, k in t/qcm, l in m einzusetzen sind.

Nach Gleichung 50 ist $r' = \sqrt{\frac{2 \cdot 8 \cdot P \cdot l^2}{F}} = 4l \cdot \sqrt{\frac{P}{F}} = 4l \cdot \sqrt{k}$ und nach

Gleichung 51
$$\delta = \frac{F}{2r' \cdot \pi} = \frac{P}{2r' \cdot \pi \cdot k}.$$

Für $P = 50$ t, $l = 3$ m und $k = 0,5$ t/qcm ergibt sich $r' = 4l \cdot \sqrt{\frac{1}{2}} = 2l \cdot \sqrt{2} = 8,48$ cm \approx rund 8,5 cm.

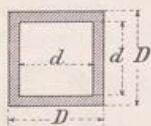
$$\delta = \frac{P}{2r' \cdot \pi \cdot k} = \frac{50}{2 \cdot 8,5 \cdot \pi \cdot 0,5} = 1,86 \text{ cm.}$$

Es könnte also eine Säule mit einer Wandstärke $\delta = 1,9$ bis 2,0 cm und einem mittlerem Durchmesser $d_m = 17$ cm gewählt werden. Für einen Querschnitt $\delta = 2$ cm

und $d_m = 17$ cm wäre z. B. der äußere Durchmesser $D = d_m + \delta = 19$ cm, $F = 106,8$ qcm und $J = 3910$ cm⁴; erforderlich sind $F = \frac{P}{k} = \frac{50}{0,5} = 100$ qcm, $J = 8 P \cdot l^2 = 8 \cdot 50 \cdot 9 = 3600$ cm⁴.

Für einen quadratischen Säulenschaft ist die Berechnung analog vorzunehmen. Man kann entweder D und d (Abb. 269) bestimmen durch die Gleichungen:

Abb. 269.
Quadratischer
Säulenschaft.



$$D^2 - d^2 = F = \frac{P}{k} \quad \text{und} \quad \frac{D^4 - d^4}{12} = J_{\min}.$$

Es ist nun $\frac{D^4 - d^4}{12} = \frac{(D^2 + d^2) \cdot (D^2 - d^2)}{12} = (D^2 + d^2) \cdot \frac{F}{12}$.

Die beiden Gleichungen lauten also:

$$D^2 - d^2 = F = \frac{P}{k} \quad \text{und} \quad D^2 + d^2 = \frac{12 \cdot J_{\min}}{F}. \quad (52)$$

Für eine Pendelstütze mit $P = 50$ t, $l = 3,00$ m, $k = 0,5$ t/qcm und $J_{\min} = 8 P \cdot l^2$ wird

$$D^2 - d^2 = \frac{50}{0,5} = 100 \text{ qcm},$$

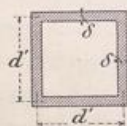
$$D^2 + d^2 = \frac{12 \cdot 8 \cdot P \cdot l^2}{F} = 96 \cdot k \cdot l^2 = 96 \cdot 0,5 \cdot 9 = 432 \text{ qcm}.$$

Durch Addition der beiden Gleichungen ergibt sich: $2 D^2 = 532$ qcm, $D = \sqrt{266} = 16,3$ cm, und aus der ersten Gleichung $d^2 = D^2 - 100 = 266 - 100$ oder $d = \sqrt{166} = 12,9$ cm.

Man könnte also $D = 16,4$ und $d = 13$ cm wählen; die Wandstärke wäre dann

$$\delta = \frac{16,4 - 13}{2} = 1,7 \text{ cm}.$$

Abb. 270.
Quadratischer
Säulenschaft.



Die Berechnung ließe sich auch direkt nach δ und der mittleren Breite d' vornehmen (Abb. 270).

Hierbei ist: $F = 4 d' \cdot \delta$ und sehr angenähert

$$J = 2 d' \cdot \delta \cdot \left(\frac{d'}{2}\right)^2 + \frac{2 \delta \cdot d'^3}{12} = \frac{d'^3 \cdot \delta}{2} + \frac{d'^3 \cdot \delta}{6} = \frac{2}{3} d'^3 \cdot \delta.$$

Setzt man aus der ersten Gleichung den Wert $d' \cdot \delta = \frac{F}{4}$ in die zweite

Gleichung ein, so wird $J = \frac{2}{3} \cdot d'^2 \cdot \frac{F}{4} = \frac{F}{6} \cdot d'^2$, also

$$d' = \sqrt{\frac{6J}{F}} \quad \text{und} \quad \delta = \frac{F}{4 \cdot d'}. \quad (53)$$

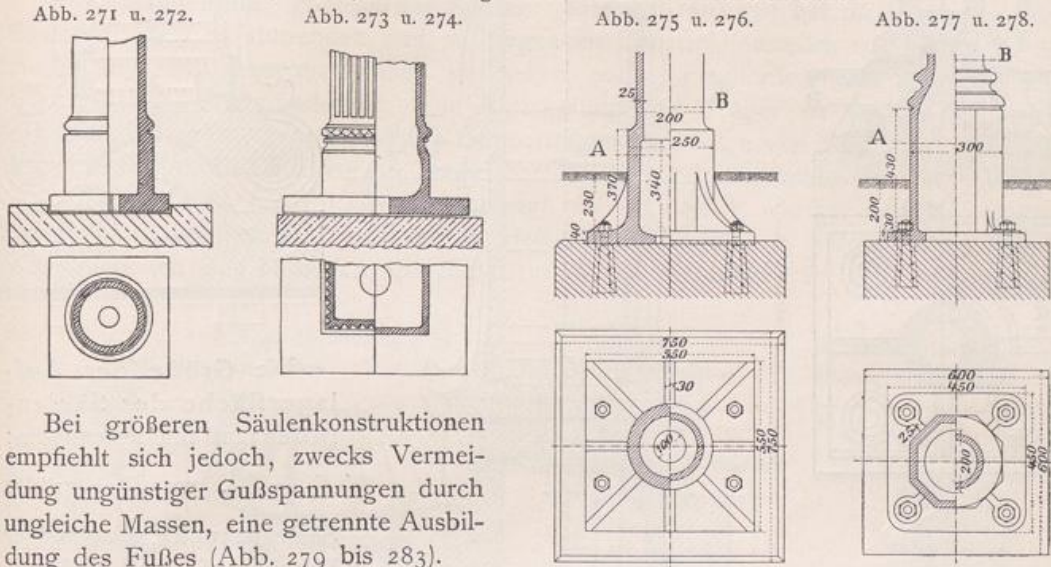
Für obiges Beispiel war $J = 8 \cdot 50 \cdot 3^2 = 3600$ cm⁴ und $F = \frac{50}{0,5} = 100$ qcm; nach den Gleichungen 53 muß also sein $d' = \sqrt{\frac{6 \cdot 3600}{100}} = 6\sqrt{6} = 14,7$ cm und $\delta = \frac{100}{4 \cdot 14,7} = 1,7$ cm.

Hiernach wird die äußere Stärke $D = d' + \delta = 14,7 + 1,7 = 16,4$ cm, die lichte Weite $d = d' - \delta = 14,7 - 1,7 = 13$ cm. Es haben sich mithin nach dieser Rechnung die gleichen Werte ergeben wie oben.

2. Fuausbildung gußeiserner Säulen. Der Säulenfuß hat den Zweck, der Säule ein entsprechendes Lager zu geben, die S ulenlast auf eine größere Auflagerfläche zu

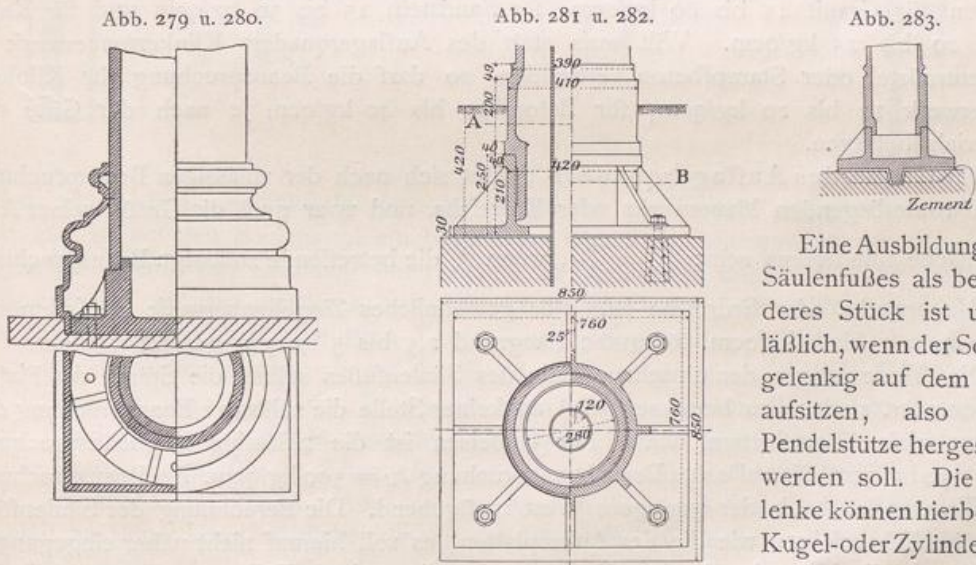
verteilen und eine eventuell nötige Verankerung zu ermöglichen. Die Ausbildung des Säulenfußes kann auf verschiedene Art geschehen. Bei kleineren Säulen wird der Fuß oft direkt an den Schaft angegossen (Abb. 271 bis 278).

Abb. 271 bis 278. Ausbildung des Säulenfußes bei kleineren Säulen.



Bei größeren Säulenkonstruktionen empfiehlt sich jedoch, zwecks Vermeidung ungünstiger Gußspannungen durch ungleiche Massen, eine getrennte Ausbildung des Fußes (Abb. 279 bis 283).

Abb. 279 bis 283. Ausbildung des Säulenfußes bei größeren Säulenkonstruktionen.



Eine Ausbildung des Säulenfußes als besonderes Stück ist unerlässlich, wenn der Schaft gelenkig auf dem Fuß aufsitzen, also eine Pendelstütze hergestellt werden soll. Die Gelenke können hierbei als Kugel- oder Zylindergeelenke ausgebildet werden (Abb. 284 bis 287).

Die Auflagerfläche des Säulenfußes ist so zu bemessen, daß der größte Druck auf die Unterlage den für das betreffende Material zulässigen Wert nicht überschreitet. Es wird sich hierbei immer empfehlen, den Säulenfuß nicht direkt auf Mauerwerk, sondern zunächst auf einen Auflagerquader aufzusetzen, durch den der Druck auf eine größere Fläche des darunter liegenden Mauerwerks verteilt wird. Um eine möglichst gleichmäßige Druckübertragung auf den Auflagerquader zu erzielen, wird der Säulenfuß mit Zementmörtel untergossen.

Auflagerstein (vgl. Abb. 275 u. 279, S. 363), durch unten angegossene Rippen, die in entsprechenden Rinnen des Steines festliegen (Abb. 283) oder auch durch Steinschrauben (Abb. 275, 277 u. 281). Einem eventuell möglichen Abheben der Säule von ihrem Auflager muß durch entsprechende Verankerung entgegengewirkt werden.

3. **Kopfausbildung gußeiserner Säulen.** Der Säulenkopf hat die Verbindung der Säule mit den zu stützenden und zu tragenden Konstruktionsteilen zu vermitteln; die Ausbildung muß dementsprechend geschehen und soll außerdem eine möglichst zentrische Belastung gewährleisten. Die Auflagerung der Träger ist deshalb so vorzunehmen, daß größere exzentrische Kraftübertragungen infolge von Durchbiegungen und ungleichmäßigen Belastungen der Träger nach Möglichkeit ausgeschlossen sind. Was die Ausbildung der Säulenköpfe anbelangt, so ist hierbei, wie bei den Säulenfüßen, ein direkter Anguß an den Schaft nur bei kleineren Säulen zulässig, während bei größeren Konstruktionen eine besondere getrennte Ausbildung vorzuziehen ist. Die Abbildungen

Abb. 288 u. 289. Ausbildung des Säulenkopfes bei kleineren Säulen.

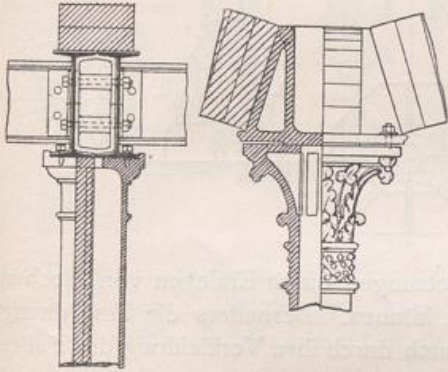


Abb. 290. Aufgesetzter Säulenkopf.

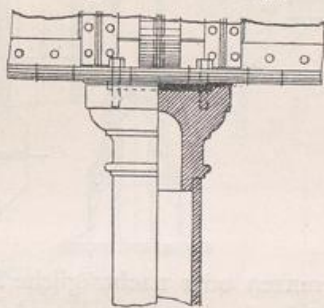
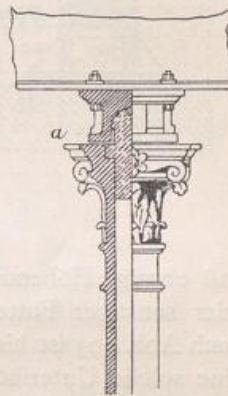


Abb. 291. Gelenkartige Ausbildung des Säulenkopfes.



288 u. 289 stellen Säulenköpfe dar, die direkt an den Schaft angegossen sind. In Abb. 289 ist auf den Säulenkopf ein besonderes Gußstück aufgelegt, an das sich Gurtbogen abstützen. Zur Erzielung einer möglichst zentrischen Säulenbelastung liegt das Gußstück nur auf dem mittleren Teile auf. Abb. 290 zeigt einen aufgesetzten Säulenkopf, bei dem unter dem gestützten Träger eine Auflagerplatte verlegt ist, die so stark sein muß, daß eine Auflagerung auf den Rand des Säulenkopfes auch beim Durchbiegen des Trägers nicht möglich ist. Eine nach oben konvexe Form dieser Unterlagsplatte würde für die zentrische Säulenbelastung sehr zweckdienlich sein.

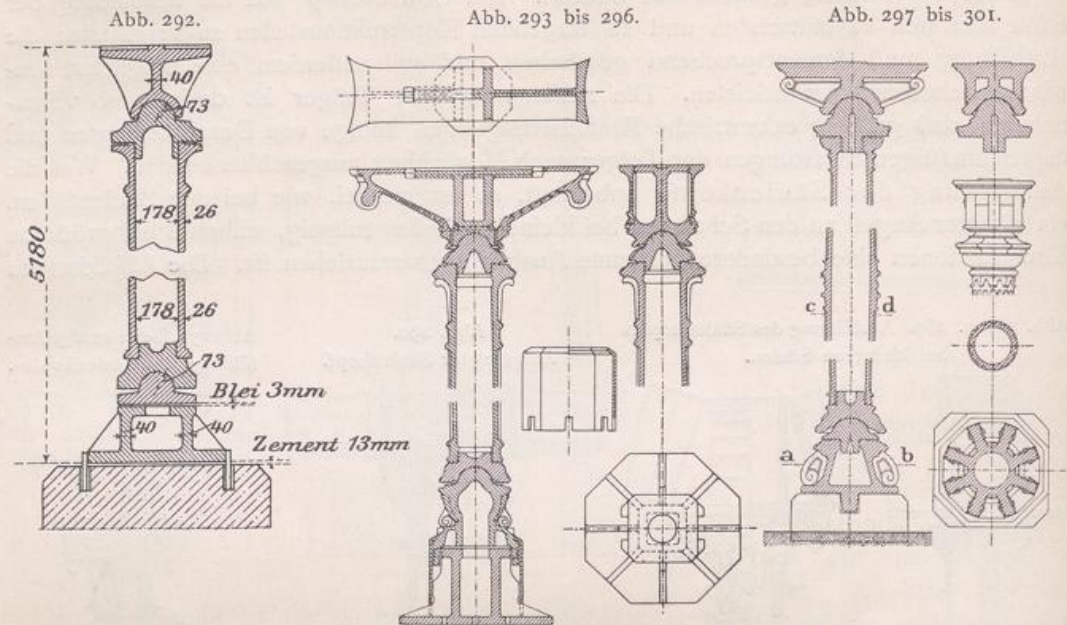
Die beste Lösung für die Säulenköpfe ergibt, wie bei den Säulenfüßen, die gelenkartige Ausbildung. Solche Anordnungen sind in Abb. 291 bis 301 gegeben. Hierbei sind an besondere Gußstücke, die auf den Säulenköpfen aufsitzen, oben kugelförmige oder zylindrische Flächen angearbeitet.

Auf diesen konvexen Flächen sitzen entsprechend ausgebildete Lagerstühle mit konkaven Gelenkflächen auf.

Die drei Gesamtabbildungen von Pendelsäulen (Abb. 292 bis 301) stellen gute, einwandfreie Konstruktionen dieser Art dar. Die architektonische Verzierung der Säule nach Abb. 293 bis 296 ist durch besondere Umhüllung des Säulenfußes und Verkleidung des Säulenkopfes erzielt, während die einfachen Architekturformen in Abb. 297 bis 301 direkt an die einzelnen Teile der Säule angegossen sind. In allen drei Anordnungen sind Gelenkstücke als besondere Konstruktionsteile zwischen Schaft und Kopf

bzw. zwischen Schaft und Fuß eingeschaltet. Durch die Trennung dieser Gelenkteile von den einzelnen Hauptteilen der Säulen wird die Gußarbeit einfacher und besser, sowie das Gewicht der einzelnen Teile geringer. Ferner hat diese Trennung noch den Vorteil,

Abb. 292 bis 301. Gußeiserne Pendelsäulen.



daß etwaige Höhendifferenzen oder nachträgliche Setzungen durch Einlegen von Blechen oder sonstiger Futterstücken ausgeglichen werden können. Besonders die Anordnung nach Abb. 293 ist hierzu gut geeignet und würde auch durch ihre Verkleidung des Fußes eine solche Unterfütterung von außen unsichtbar machen.

Es ist Raum mangels wegen nicht möglich, an dieser Stelle noch weiter auf die verschiedenen Fälle und Möglichkeiten in der Ausbildung gußeiserner Säulen einzugehen, und es mögen deshalb die vorstehend gegebenen allgemeinen Gesichtspunkte und Besprechungen der wichtigsten Haupttypen genügen.

4. Durchführung gußeiserner Säulen durch mehrere Stockwerke. Wenn Säulen durch mehrere Stockwerke hindurchgehen sollen, so sind hinsichtlich der konstruktiven Ausbildung der Stöße in Höhe der trennenden Decken verschiedene Möglichkeiten vorhanden. Für alle Anordnungen ist zu beachten, daß die in den verschiedenen Stockwerken übereinander liegenden Säulen genau zentrisch übereinander sitzen, die Übertragung der Kräfte in die darunter liegenden Säulen eine sichere und klare ist und daß für die praktische Ausführung sowie die Herstellung der erforderlichen Gußstücke keine großen Schwierigkeiten entstehen.

Im übrigen wird es am zweckmäßigsten sein, die Säulen der verschiedenen Stockwerke unabhängig voneinander auszubilden, normale Kopf- und Fußkonstruktionen für die einzelnen Säulen zu wählen und die oberen Säulen auf die über die unteren hinweg laufenden Deckenträger aufzusetzen. Selbstverständlich muß hierbei auf eine entsprechende Auswahl und Lage der Trägerprofile sowie auf eine gute Aussteifung derselben Rücksicht genommen werden. Zwecks Erzielung einer gleichmäßigen, klaren Kraftübertragung empfiehlt es sich, an geeigneten Stellen Unterlagen aus Blei oder Kupfer einzulegen. Abb. 302 stellt eine Anordnung dar, bei der die übereinander liegenden Säulen unabhängig voneinander ausgebildet sind.

Sehr oft finden zur Durchführung der Säulen durch die Decken besondere Gußstücke Verwendung, welche die Auflagerung der oberen Säulen und der Deckenträger vermitteln. So zeigt z. B. Abb. 303 eine Konstruktion, bei der die Deckenträger auf Konsolen des betreffenden Gußstücks aufliegen. Mit dieser konsolartigen Auflagerung der Deckenträger ist der Nachteil verbunden, daß eventuell durch ungleiche Auflagerdrücke

Abb. 302 bis 307. Durchführung gußeiserner Säulen durch mehrere Stockwerke.

Abb. 302 bis 304.

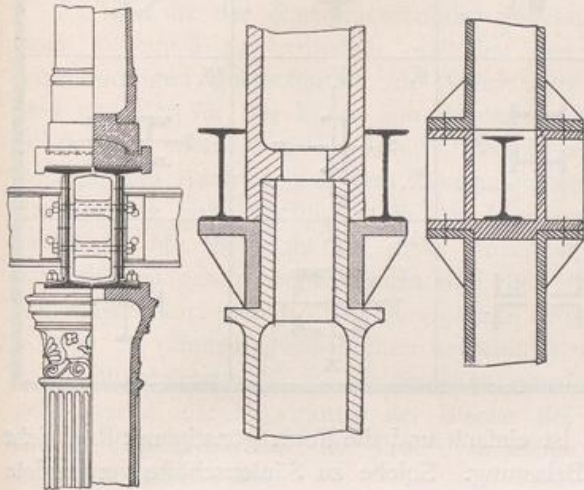
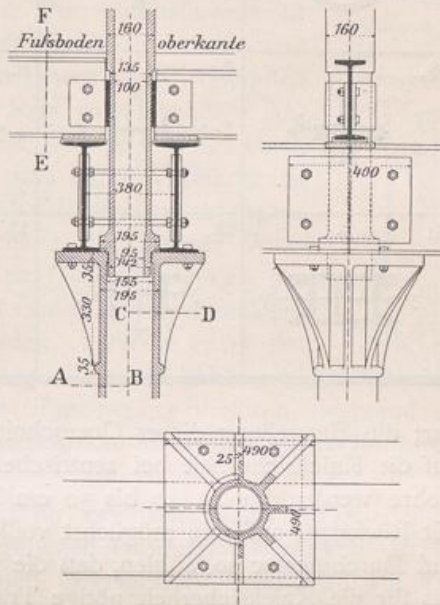


Abb. 305 bis 307.



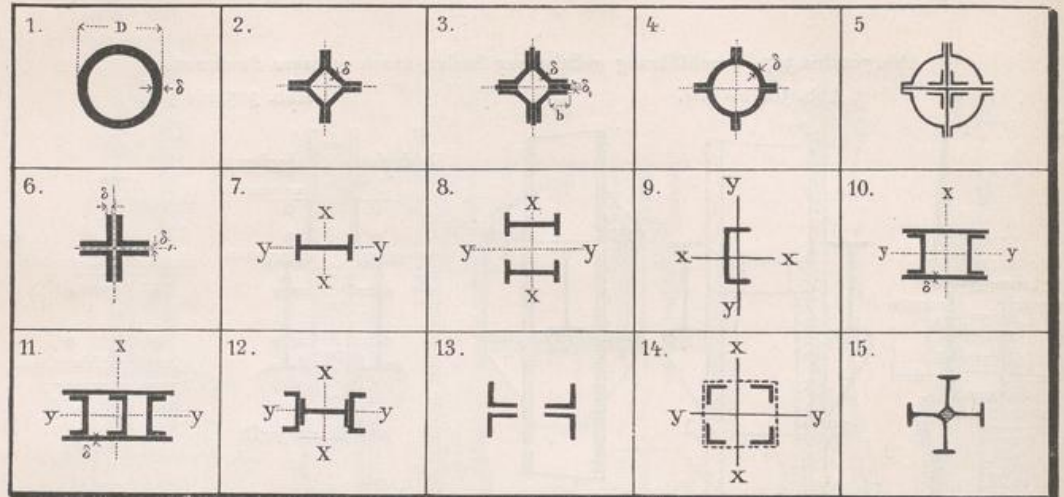
der Träger exzentrische Beanspruchungen in der darunterliegenden Säule auftreten können. Diesem Nachteil sucht die Anordnung nach Abb. 304 abzuwehren, indem der Deckenträger oder Unterzug durch das hier angeordnete Zwischenstück hindurchgeht und in der Achse der Säule aufliegt.

Oft findet man auch Anordnungen, bei denen die übereinander liegenden Säulen direkt aufeinander abgestützt sind und die Deckenträger auf konsolartige Verbreiterung der unteren Säule aufsitzen (Abb. 305 bis 307). Wenn das Prinzip dieser Anordnung nicht allzu große Anforderungen an die Gußarbeit stellt und die Erzielung eines gleichmäßigen, guten Gusses hierdurch nicht erschwert wird, könnte hiervon Gebrauch gemacht werden; doch ist auch hier der Nachteil einer eventuell exzentrischen Säulenbeanspruchung durch ungleiche Auflagerdrücke der Träger mit in den Kauf zu nehmen.

§ 21. Schmiedeeiserne Säulen. Die Ausbildung der schmiedeeisernen Säulen ist durch die verschiedenen Konstruktionsmöglichkeiten eine sehr mannigfaltige. Die Säulenschäfte werden fast durchweg aus Profileisen mit oder ohne Verwendung von Blechen und Flacheisen hergestellt. Auch kreisringförmige Querschnitte aus geschweißten Rohren kommen bisweilen vor. Die Säulenköpfe und Säulenfüße können auch hier, wie bei den gußeisernen Säulen, an den Schaft direkt angefügt oder auch als besondere Konstruktionsteile ausgebildet werden. Bei der letzten Art kann die Verbindung des Schaftes mit Kopf und Fuß steif oder gelenkig geschehen; bei einer solchen gelenkigen Anordnung spricht man wieder von Pendelstützen. Die verschiedenen charakteristischsten Formen für Querschnitte, Köpfe und Füße schmiedeeiserner Säulen sollen im folgendem kurz besprochen werden.

1. Konstruktion und Berechnung der schmiedeeisernen S ulensch afte. Die wichtigsten und gebräuchlichsten Säulenquerschnitte sind in Abb. 308 bis 322 zusammengestellt. Querschnitt 1 stellt die Kreisringform aus einem geschwei tem Rohr

Abb. 308 bis 322. Säulenquerschnitte.



dar; die Herstellung dieses Querschnitts ist einfach und die Form g untig mit Rücksicht auf die Knicksicherheit bei zentrischer Belastung. Solche zu S ulensch afte verwendete Röhre werden bis zu 40 bis 50 cm Durchmesser und 20 mm Wandstärke hergestellt. Mit Rücksicht auf eine möglichst vollkommene Materialausnutzung wird man Wandstärke und Durchmesser so wählen, daß die für den Druck erforderliche Querschnittsfläche auch das für die Knicksicherheit nötige Trägheitsmoment abgibt. Die Berechnung in dieser Hinsicht ist ganz analog derjenigen bei gußeisernen kreisringförmigen Querschnitten. Nach § 20, 1 (Gleichung 50 u. 51) muß also sein:

$$r' = \sqrt{\frac{2 J_{\min}}{F}} \quad \text{und} \quad \delta = \frac{F}{2 r' \cdot \pi},$$

wobei $F = \frac{P}{k}$ und J_{\min} das für die Knicksicherheit schmiedeeiserner Säulen erforderliche Trägheitsmoment bedeutet; z. B. für den Knickfall 2 (Pendelsäule) $J_{\min} = 2,5 P_i \cdot l_m^2$. Die zulässige Beanspruchung k für Schmiedeeisen kann $1000 \text{ kg/qcm} = 1 \text{ t/qcm}$ angenommen werden.

Die Querschnitte 2 und 3 der Zusammenstellung sind aus besonderen Profileisen (Trapezeisen) hergestellt; bei dem letzteren dieser Querschnitte sind zur Verstärkung noch Flacheisen zwischen die Flansche der Trapezeisen gelegt. An Stelle der Flacheisen können an dem oberen und unteren Ende des Schaftes Bleche gelegt werden, die zur Ausbildung von Kopf und Fuß sehr zweckmäßig sind.

Der Säulenquerschnitt 4 ist aus Quadranteisen, der Querschnitt 5 aus Quadranteisen mit verstärkenden Blechen und Winkeleisen zusammengesetzt. Die folgenden Querschnitte der Zusammenstellung sind aus L-, C- und I-Eisen gebildet. Die Querschnitte 10 und 11 haben noch aufgelegte Bleche erhalten. Bei Querschnitt 12 könnten an Stelle des verbindenden I-Profiles zwei C-Eisen verwendet werden, was in den meisten Fällen, infolge der breiteren Flansche derselben, für die Vernietung günstiger ist. Vgl. Abb. 194 bis 196, welche die Stoßausbildung einer solchen schmiedeeisernen Säule darstellt.

Die Verbindung der L-Eisen des Querschnitts 13 kann durch ein volles Blech oder durch Flacheisengitterwerk geschehen. Das gleiche gilt auch für den Querschnitt 14. Querschnitt 15 der Zusammenstellung ist amerikanischen Ursprungs und wird aus zwei I-Profilen gebildet, deren Stege in kaltem Zustand rechtwinklig gebogen sind; der Radius der Biegungsstelle ist gewöhnlich 5 bis 6 cm. Die Verbindung der beiden gebogenen Profile zu einem Querschnitt erfolgt unter Zwischenlegung eines Ausfülleisens, das den Radien der Verbiegungen entsprechend bearbeitet ist; sehr oft wird als Zwischeneisen ein kleines I-Profil gewählt.

Zu den in der Zusammenstellung gegebenen Querschnittsformen ist noch allgemein zu bemerken, daß bei den geschlossenen röhren- und kastenförmigen Querschnitten die Wandungen im Innern nicht zugänglich sind und der für das Eisen zum Schutz gegen Rost so notwendige Anstrich nicht erneuert werden kann. Diesem Nachteil sucht man durch einen vorzüglichen Anstrich vor dem Zusammennieten und durch Verhinderung des Eintritts von Feuchtigkeit in das Innere nach Möglichkeit entgegenzuwirken. Mit Rücksicht auf diese Unzugänglichkeit der inneren Wandungsflächen geschlossener Säulen sind die offenen Querschnitte den geschlossenen vorzuziehen. Die Querschnitte 10 und 11 der Zusammenstellung können zu offenen Querschnitten umgebildet werden, wenn an Stelle der vollen aufgenieteten Bleche Flacheisengitterwerk angeordnet wird (Abb. 323); selbstredend geht hierbei die Mitwirkung der Bleche bei der Lasttragung verloren, während der Zweck der Verbindung der Profile zu einem gemeinsam wirkenden Querschnitt vollkommen erreicht wird.

Die Berechnung der Querschnitte erfolgt für zentrische Belastung wieder auf Druck und Knicksicherheit nach den früher gegebenen Gesetzen. Bezüglich der Ermittlung der Trägheitsmomente der verschiedenen Querschnittsformen wird auf § 11 verwiesen. Bei zusammengesetzten Querschnitten läßt sich durch entsprechende Wahl der Profile und deren Abstände voneinander fast immer der günstige Fall erzielen, daß die für die Druckübertragung nötige Querschnittsfläche auch für die Knicksicherheit genügt.

Beispiel. Eine Pendelsäule von 4 m freier Knicklänge hat eine Last von 45 t zu tragen; der Säulenschaft soll aus 2 L-Eisen gebildet werden, die in den für die Knicksicherheit erforderlichen Abständen durch Versteifungsbleche zu einem gemeinsam wirkenden Querschnitt zu verbinden sind. Der Querschnitt des Schaftes und der Abstand der Versteifungsbleche sind zu berechnen. Die erforderliche Querschnittsfläche ist bei $k = 1000 \text{ kg/qcm}$

$$F = \frac{P}{k} = \frac{45\,000}{1000} = 45 \text{ qcm.}$$

Bei Annahme gelenkiger Endbefestigungen ist das für eine 5 fache Knicksicherheit nötige kleinste Trägheitsmoment

$$J_{\min} = 2,5 \cdot P_l \cdot l_m^2 = 2,5 \cdot 45 \cdot 4^2 = 1800 \text{ cm}^4.$$

Es können 2 L-Eisen N.P. 16 gewählt werden, für die $F = 2 \cdot 24 = 48 \text{ qcm}$ und bei Anordnung des Querschnitts nach Abb. 324 u. 325

$$J_x = 2 \cdot J_x = 2 \cdot 925 = 1850 \text{ cm}^4 \text{ ist.}$$

Wenn das Trägheitsmoment J_y gerade so groß sein soll wie J_x , so muß nach der Profiltabelle (s. »Hütte« usw.) der lichte Abstand der beiden Profile $i = 8,15 \text{ cm}$ gewählt werden. In diesem Fall ist nach allen Seiten gleiche Sicherheit

Abb. 323. Säule aus 2 L-Eisen mit Flacheisengitterwerk.

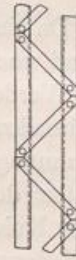
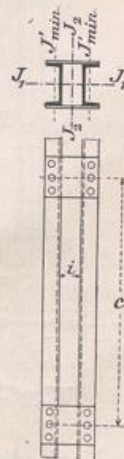


Abb. 324 u. 325. Beispiel für die Berechnung eines Säulenschaftes.



gegen Ausknicken vorhanden. Zur eventuellen rechnerischen Ermittlung des Abstandes i kann auf § 11 verwiesen werden.

Der Abstand der Verbindungsbleche (Versteifungsbleche) ist so zu berechnen, daß innerhalb dieses Abstandes die einzelnen \square -Eisen für sich knicksicher sind. Jedes Profil mit einem J'_{\min} von $81,5 \text{ cm}^4$ hat bei Annahme gleicher Lastverteilung $22,5 \text{ t}$ zu tragen; zur Erfüllung einer 5fachen Knicksicherheit muß also sein

$$J'_{\min} = 2,5 \cdot 22,5 \cdot c^2,$$

wobei c der Abstand der Verbindungsbleche in m bedeutet. Hieraus folgt:

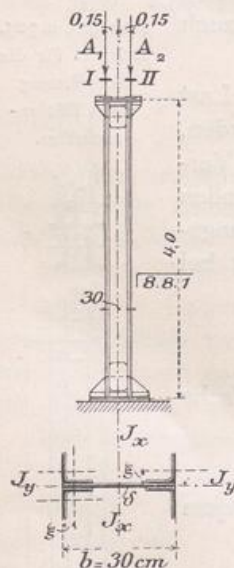
$$c = \sqrt{\frac{J'_{\min}}{2,5 \cdot 22,5}} = \sqrt{\frac{81,5}{2,5 \cdot 22,5}} = 1,20 \text{ m}.$$

Da der Säulenschaft eine Länge von $4,0 \text{ m}$ besitzt, seien Verbindungsbleche im Abstand von je 1 m gewählt.

Werden schmiedeeiserne Säulen exzentrisch belastet, so ist die Berechnung für die Achsialkraft P und das durch die Exzentrizität erzeugte Moment M vorzunehmen. Die Spannungsermittlungen haben nach § 10, 4 (zusammengesetzte Festigkeit) zu erfolgen. Außer der Dimensionierung nach dieser zusammengesetzten Festigkeit ist noch die seitliche Knicksicherheit nachzuweisen, wobei wieder je nach den Endbefestigungen die verschiedenen Knickfälle zu berücksichtigen sind. Die anzuwendenden Knickformeln für Schmiedeeisen sind unter § 19, 3 angegeben.

Eine ganz ähnliche Berechnung ergibt sich für diejenigen Säulen, die neben lotrechten Kräften noch horizontale aufzunehmen haben. Ein solcher Belastungsfall liegt z. B. vor, wenn eine freistehende Säule das feste Auflager eines Dachbinders zu tragen hat und demgem  die horizontalen Windkräfte neben der lotrechten Belastung aufnehmen muß. Selbstredend darf dann die Säule nicht gelenkig konstruiert werden, sondern muß eine steife, biegungsf hige Fuß- und Kopfausbildung erhalten. Der Hauptunterschied zwischen einer derartig belasteten und einer exzentrisch, lotrecht belasteten Säule liegt darin, daß die Biegemomente M bei der ersteren nach unten zunehmen, während diese bei der letzteren für die verschiedenen Querschnitte der Säule konstant bleiben.

Abb. 326 u. 327.
Beispiel einer exzentrisch belasteten Säule.



1. Beispiel. Eine Säule von 4 m Höhe hat die Auflagerdrücke zweier ungleich belasteter Unterzüge aufzunehmen (Abb. 326 u. 327). Der Auflagerdruck des Trägers I sei $A_1 = 26 \text{ t}$, derjenige des Trägers II: $A_2 = 16 \text{ t}$; der Säulenschaft ist zu berechnen. Die Säule hat eine Gesamtlast zu tragen:

$$P = A_1 + A_2 = 26 + 16 = 42 \text{ t}.$$

Durch die ungleiche Belastung kommt ein Moment hinzu:

$$M = (A_2 - A_1) \cdot e = (26 - 16) \cdot 0,15 = 1,5 \text{ t/m}.$$

Ist F die Querschnittsfläche des Schaftes in qcm und W das Widerstandsmoment für die zur Kr ftebene senkrecht stehende Achse, so ist nach § 10, 4

$$\sigma_{\max} = \frac{P}{F} + \frac{M}{W} \leq k.$$

Nach dieser Bedingung ist der Schaftquerschnitt zu dimensionieren; doch ist bei dessen Ausbildung noch die seitliche Knicksicherheit in Rücksicht zu ziehen. Wird der Querschnitt aus vier L-Eisen, die durch ein Blech miteinander verbunden sind, hergestellt,

so ist es zweckmäßig, zunächst mit Rücksicht auf das für die Knicksicherheit erforderliche J_y die Profile der L-Eisen zu wählen, da man der anderen Bedingung

$$\sigma_{\max} = \frac{P}{F} + \frac{M}{W} \leq k$$

leicht durch entsprechende Breite des Bleches (Höhe des Querschnitts) gerecht werden kann.

Für die Untersuchung auf Knickgefahr liegt der Knickfall 3 vor, da die Säule unten eingespannt und oben durch die Träger gelenkartig gehalten ist. Man muß also mit der Knickformel $J_{\min} \geq \frac{2,5}{2} \cdot P_t \cdot l_m^2$ rechnen. Zugunsten der Sicherheit wäre es eventuell empfehlenswert, auch unten eine gelenkige Auflagerung anzunehmen und demgemäß mit einem erforderlichen $J_{\min} = 2,5 \cdot P_t \cdot l_m^2$ zu rechnen. Unter Voraussetzung von Knickfall 3 wäre demnach ein $J_y = \frac{2,5}{2} \cdot 42 \cdot 4^2 = 840 \text{ cm}^4$ nötig. Werden

4 Winkel $\sqrt{8 \cdot 8 \cdot 1}$ gewählt, so ergibt sich für diese ein $J_y = 4 \cdot \left[J_{\xi} + F_w \cdot \left(\xi + \frac{\delta}{2} \right)^2 \right]$; der Beitrag des 1 cm starken Bleches zu J_y ist verschwindend klein und wird deshalb halb vernachlässigt. Für die Winkel ist $\xi = 2,34 \text{ cm}$, also $\xi + \frac{\delta}{2} = 2,84 \text{ cm}$ und $J_y = 4(87,5 + 15,1 \cdot 2,84^2) = 4 \cdot 210 = 840 \text{ cm}^4$; mithin sind für die seitliche Steifigkeit gegen Ausknicken die 4 L-Eisen gerade stark genug.

Die Ermittlung der ungünstigen Beanspruchung ergibt sich wie folgt. Wird die Breite des Bleches $b = 30 \text{ cm}$ gewählt, so ist als Querschnittsfläche vorhanden

$$F = 4 \cdot F_w + F_{\text{Bl.}} = 4 \cdot 15,1 + 30 \cdot 1,0 \dots \dots \dots = 90,4 \text{ qcm,}$$

$$\text{hiervon sind bei } d = 2 \text{ cm für Nietschwächungen abzuziehen } 2 \cdot 3,0 \cdot 2,0 = 12,0 \text{ »}$$

$$\text{als Nutzquerschnitt bleibt somit } F_{\text{netto}} \dots \dots \dots = 78,4 \text{ qcm.}$$

Das Trägheitsmoment $J_x = \frac{\delta \cdot b^3}{12} + 4 \cdot [J_{\xi} + F_w \cdot (15 - \xi)^2]$; unter Einsetzung der Werte ergibt sich

$$J_x = \frac{1,0 \cdot 30^3}{12} + 4(87,5 + 15,1 \cdot 12,66^2) = 12\,250 \text{ cm}^4,$$

$$\text{ab für Niete } 2 \cdot 2,0 \cdot 3,0 \cdot 10,5^2 = 1\,320 \text{ cm}^4,$$

$$\text{also } J_{x\text{netto}} = 12\,250 - 1\,320 = 10\,930 \text{ cm}^4$$

$$\text{und } W = \frac{J_x}{a} = \frac{10\,930}{15} = 728 \text{ cm}^3.$$

Der Wert für W hätte auch aus entsprechenden Querschnittstabellen direkt entnommen werden können. In der »Hütte« z. B. ist für den obigen Querschnitt $W = 724 \text{ qcm}$ angegeben. Die größte Beanspruchung des Stützenquerschnitts wird somit

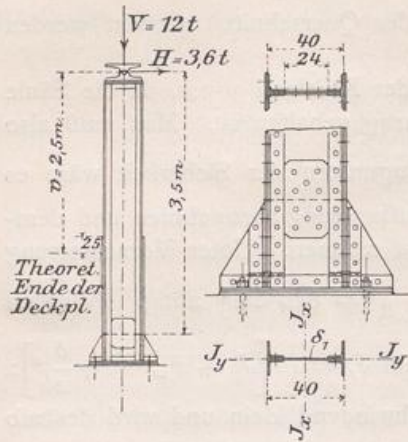
$$\sigma_{\max} = \frac{P}{F} + \frac{M}{W} = \frac{42\,000}{78,4} + \frac{150\,000}{728} = 538 + 206 = 744 \text{ kg/qcm.}$$

Die oben gewählten Abmessungen sind also ausreichend; will man das Material höher beanspruchen, so könnte in der Breite des Stehbleches noch etwas gespart werden.

2. Beispiel. Die in Abb. 328 bis 331 dargestellte schmiedeeiserne Säule hat das feste Auflager eines Dachbinders zu tragen und somit die senkrechten und horizontalen Kräfte dieses Binderauflagers aufzunehmen. Der für die Spannungsberechnung der Säule ungünstigste Belastungsfall ist derjenige, bei dem die größte Horizontalkraft für Wind usw. auftritt. Diese betrage $H = 3,6 \text{ t}$ und die gleichzeitig auftretende lotrechte Kraft $V = 12 \text{ t}$. Die vertikale Kraft wirkt achsial zu den verschiedenen Säulenquerschnitten, während die

horizontale Kraft f ur jeden Querschnitt ein Moment erzeugt, das um so gr o er ist, je tiefer der Querschnitt liegt. Die Säule soll einen I-f ormigen Querschnitt erhalten und aus einem Blech mit Gurtwinkeln und Deckplatten hergestellt werden. Die letzteren brauchen nur so hoch gef uhrt zu werden, als es die Momente erfordern. Der am meisten beanspruchte Querschnitt ist der unmittelbar  uber dem Säulenfuß liegende. Es sollen die Spannung in diesem Querschnitt und die H ohe, bis in welche die Gurtplatten zu f uhren sind, berechnet werden. Das Moment f ur diesen gef ahrlichsten Querschnitt II ist $3,6 \cdot 3,5 = 12,6$ t/m. Der Querschnitt bestehe aus einem Blech von 1 cm St arke und 40 cm H ohe, 4 Winkel $\overline{8 \cdot 8 \cdot 1}$ und 2 Deckplatten $18 \cdot 1$ (Abb. 329). Das Widerstandsmoment hierf ur ist nach der Tabelle in der »H utte« $W = 1575$ cm³; die Querschnittsfl ache abz uglich der Niete f ur die Verbindung der Deckplatte mit den Winkeln:

Abb. 328 bis 331. Berechnung einer Säule.



$$F = 4 \cdot 15,1 + 40 \cdot 1,0 + 2 \cdot 18 \cdot 1,0 - 4 \cdot 2,0 \cdot 2,0 = 120,4 \text{ qcm.}$$

Die gr o te Beanspruchung in diesem Querschnitt ist somit

$$\sigma_{\max} = \frac{P}{F} + \frac{M}{W} = \frac{12000}{120,4} + \frac{1260000}{1575} = 100 + 800 = 900 \text{ kg/qcm};$$

das Eigengewicht der Säule selbst ist dabei nicht ber ucksichtigt, da dieses auf die Spannung einen kaum merklichen Einfluß hat. Die oben ermittelte Spannung σ_{\max} ist in Wirklichkeit nicht genau vorhanden, da das Stehblech an dieser Stelle gestoßen ist. Der Stoß ist nach Abb. 329 und 330 vorgenommen. Die Ber ucksichtigung des Sto querschnitts ergibt folgende genaue Spannungsermittlung: das Stehblech mit einem Tr agheitsmoment $J' = 1,0 \cdot \frac{40^3}{12} = 5330$ cm⁴ ist durch zwei aufgelegte Bleche von je 1 cm

St arke und 24 cm H ohe mit einem Tr agheitsmoment von $J'' = 2 \cdot \frac{1,0 \cdot 24^3}{12} = 2304$ cm⁴ gestoßen. Das Widerstandsmoment des gestoßenen Querschnitts ist also um $\frac{5330 - 2304}{21} = 145$ cm³ geringer als das des ungesto enen, und die Biegungsspannung

$\frac{M}{W}$ wird somit statt 800 kg/qcm nun $\frac{1260000}{1575 - 145} = 880$ kg/qcm, so daß eine gr o te Gesamtbeanspruchung im gestoßenen Querschnitt $\sigma'_{\max} = 100 + 880 = 980$ kg/qcm vorhanden ist.

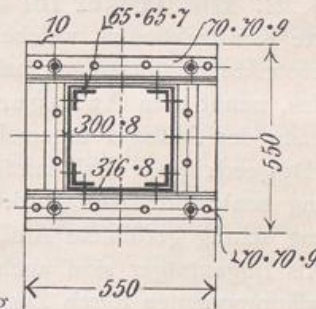
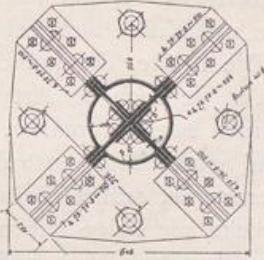
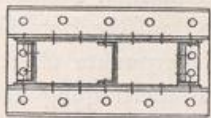
Die Berechnung der H ohe, bis in welche die Deckplatten zu f uhren sind, gestaltet sich wie folgt. Der Querschnitt ohne Deckplatten (Abb. 331) hat eine Querschnittsfl ache $F_0 = 40 \cdot 1,00 + 4 \cdot 15,1 - 2 \cdot 3 \cdot 2,0 = 88,4$ qcm. Die Spannung f ur die

Achskraft ist also $\sigma_1 = \frac{P}{F} = \frac{12000}{88,4} = 136$ kg/qcm. Ist eine gesamte Beanspruchung von 1000 kg/qcm zul assig, so bleibt f ur die durch das Moment erzeugte Biegungsspannung noch ein zul assiger Wert von $1000 - 136 = 864 = \text{rd. } 860$ kg/qcm  ubrig. Das Widerstandsmoment ohne Deckplatten ist $W_0 = 1073$ cm³, mithin kann dieser Querschnitt ein Moment $M_0 = 1073 \cdot 860 = 890000$ kgcm = 8,9 tm aufnehmen. Das in einer Tiefe von x Meter unter dem Angriffspunkt der Horizontalkraft H vorhandene Moment ist

Fuß- und Kopfausbildung zwischen die Flanschen der Quadranteisen an Stelle der Flacheisen Versteifungsbleche eingelegt. Die Verbindung dieser Versteifungsbleche sowie der Quadranteisen mit den Fuß- und Kopfplatten sind durch entsprechend gebogene Winkeleisen vorgenommen.

Die Abb. 346 bis 349 zeigen die Fuß- und Kopfausbildungen einer Säule mit kastenförmigem Querschnitt aus 2 C-Eisen mit aufgelegten Blechen und die Abb. 350 bis 352 diejenigen einer Säule mit H-förmigem Querschnitt aus vier C-Eisen. Abb. 353 bis 355 veranschaulichen Kopf und Fuß einer Säule mit kreuzförmigem Querschnitt aus vier L-Eisen mit zwischenliegenden Flacheisen. An Stelle der Flacheisen treten oben und

Abb. 356 bis 358. Schematische Darstellungen von Fußausbildungen schmiedeeiserner Säulen.



unten die Anschlußbleche, die durch Winkeleisen mit der Fuß- bzw. Kopfplatte verbunden sind. Um Kröpfungen zu vermeiden, sind diese Anschlußwinkel auf Gehrung zugeschnitten. Weitere schematische Darstellungen von Fußausbildungen schmiedeeiserner Säulen zeigen die Abb. 356 bis 358.

Ein Säulenfuß für eine Säule mit genieteten I-förmigem Querschnitt ist bei dem letzten Rechnungsbeispiel (Abb. 330, S. 372) gegeben.

Die Füße und Köpfe für Pendelsäulen werden in der Regel aus Gußeisen hergestellt, da hierbei eine bequemere Konstruktion der Gelenke möglich ist. Es kommen in der Hauptsache Kugel- oder Zylindergelenke zur Verwendung.

Jedes Gelenk besteht gewöhnlich aus zwei Teilen, der eine mit der konvexen, der andere mit der konkaven Gelenkfläche. Abb. 359 kann sowohl den Schnitt durch ein Kugel- als auch durch ein Zylindergelenk darstellen; eine weitere Konstruktion einer Pendelsäule mit Kugelgelenken ist durch Abb. 360 bis 363 gegeben.

Abb. 359 bis 363. Pendelsäulen mit Zylinder- und Kugelgelenken.

Abb. 359.

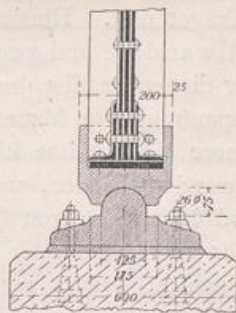
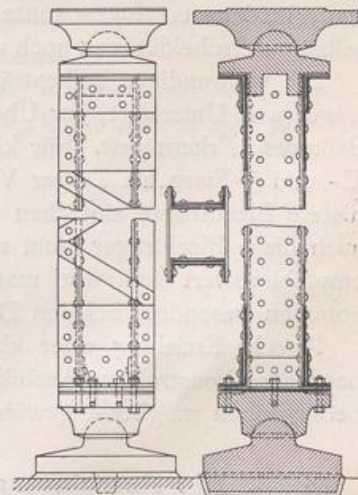


Abb. 360 u. 361. Abb. 362 u. 363.



Neben der kugel- und zylinderförmigen Ausbildung der Gelenke finden auch Tangentialkipplager zur Konstruktion von Pendelsäulen Verwendung. Diese Tangentiallagerung wird bei den Trägern behandelt werden.

Über die Durchführung schmiedeeiserner Säulen durch mehrere Stockwerke wäre ungefähr dasselbe zu sagen, wie für die gußeisernen Säulen. Auch hier empfiehlt es sich, in der Regel, die Säulen nicht durch mehrere Stockwerke hindurchlaufen zu lassen, sondern sie für die verschiedenen Stockwerke voneinander unabhängig herzustellen, indem für die

einzelnen Säulen normale Fuß- und Kopfkonstruktionen gewählt werden. Diese Anordnung hat den Vorteil, daß jede einzelne Säule den auf sie entfallenden Kräften entsprechend dimensioniert werden kann, und daß die Montage hierbei mit weniger Schwierigkeiten verbunden ist, als bei den durchlaufenden Säulen. Selbstredend muß für eine zentrische und klare Übertragung der einzelnen S ulenlasten, sowie für eine sachgem e Auflagerung der Deckenträger und Unterzüge Sorge getragen werden.

IV. Balkenträger.

  22. Die Träger im allgemeinen. Träger sind in bestimmten Punkten gelagerte Konstruktionen, welche Lasten und Kräfte aufzunehmen und auf die betreffenden Lagerpunkte zu übertragen haben. Die Kräfte, die auf die Auflagerpunkte übertragen werden, nennt man Auflagerdrücke. Je nach der Art der Kraftübertragung und der Wirkung der Auflager unterscheidet man zwei Hauptarten von Trägern, Balkenträger und Bogenträger. Balkenträger sind solche Tragkonstruktionen, die bei lotrechter Belastung senkrechte Auflagerdrücke erzeugen, während Bogenträger bei lotrechter Belastung schräg gerichtete Auflagerdrücke zur Folge haben.

Als Bogenträger sind auch solche Konstruktionen aufzufassen, bei denen die Horizontalkomponenten durch Zugstangen usw. aufgenommen werden und die auf die Auflager selbst somit nur lotrechte Kräfte übertragen, also äußerlich als Balkenträger wirken, jedoch zur Berechnung der inneren Spannungen als Bogenträger aufzufassen sind. Solche Träger werden als Bogenträger mit aufgehobenem Horizontalschub bezeichnet.

An dieser Stelle sollen nur die Balkenträger zur Besprechung kommen. Wegen der Bogenträger, die auch im Hochbau, z. B. für gr oere Dachkonstruktionen usw., mitunter Verwendung finden, sei auf die betreffenden Werke der Literatur verwiesen.

Bei den Balkenträgern unterscheidet man, je nach der Lagerung derselben: Träger auf zwei Stützen, Träger auf mehreren Stützen (kontinuierliche oder durchlaufende Träger), Krag- oder Konsolträger, die an dem einen Ende eingespannt und an dem anderen frei sind, beiderseits eingespannte Träger usw. Hinsichtlich der Konstruktion der Träger selbst unterscheidet man noch vollwandige und gegliederte Träger (Fachwerkstr ger).

Die vollwandigen Balkenträger dienen im Eisenhochbau in der Hauptsache als Deckenträger und Unterzüge, zur Überspannung von Maueröffnungen und zur Konstruktion von Balkonen, Erkern usw. Für kleinere Verhältnisse können direkt Walzprofile, wie L-, T-, C- und I-Eisen als Träger Verwendung finden, während für gr oere Verhältnisse genietete Blechträger einfachen und kastenförmigen Querschnitts gewählt werden. Wenn auch diese Blechträger nicht mehr ausreichen oder wegen ihres groen Gewichtes nicht empfehlenswert sind, wird man Fachwerkstr ger zur Ausführung bringen. Diese letzteren kommen besonders bei den Dachkonstruktionen (siehe Abschnitt V) zur Verwendung.

Zwecks Erzielung einer klaren Lagerung der Träger erhalten die Lagerpunkte eine besondere konstruktive Ausbildung, welche die der Berechnung zugrunde gelegten Lagerbedingungen möglichst gewährleisten.

  23. Die Berechnung der Balkenträger.

1. Allgemeines. Die Berechnung der Träger beruht auf den Gesetzen des Gleichgewichts, das zwischen den vorliegenden Lasten, Auflagerkräften und den inneren Spannungen bestehen muß. Wenn die durch das Gleichgewicht gegebenen Bedingungen zur Berechnung der Auflagerkräfte und inneren Spannungen genügen, so nennt man die