



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Universitätsbibliothek Paderborn

Lehrbuch des Hochbaues

Grundbau, Steinkonstruktionen, Holzkonstruktionen, Eisenkonstruktionen ,
Eisenbetonkonstruktionen

Esselborn, Karl

Leipzig, 1908

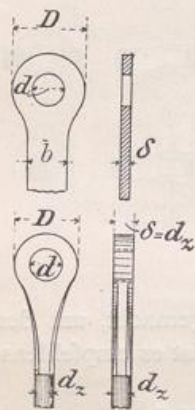
e) Die Gelenkbolzen

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

stark eingeschnitten, während in Abb. 132 eine entsprechende Verstärkung des Bolzens vorgenommen wurde, so daß der Bolzen in beiden Fällen zwei Anlageflächen in bestimmtem Abstand aufweist. Bei der Anordnung in Abb. 130 ist nur eine Schraubenmutter erforderlich, während bei den beiden anderen an jedem Ende des Bolzens eine Schraubenmutter aufgedreht werden muß.

e) Die Gelenkbolzen-Verbindungen spielten früher bei den Fachwerks-Konstruktionen eine bedeutende Rolle; doch ist man heute von der allgemeinen Verwendung der Gelenkbolzen zur Fachwerksbildung aus verschiedenen Gründen (vgl.

Abb. 133 bis 136. Ausbildung des Bolzen-Auges.



§ 18,2) abgekommen. Bei den Hochbaukonstruktionen dienen Gelenkbolzen hauptsächlich dazu, Zugstangen aus Flach- oder Rundeisen an Knotenbleche usw. anzuschließen oder miteinander gelenkartig zu verbinden. Ein solcher Anschluß von Rund- oder Flacheisen geschieht meist mittels eines angeschweißten Auges, das entweder kreisförmig oder elliptisch ausgebildet wird.

Für die Abmessungen der verschiedenen Konstruktionsteile ist maßgebend, daß an allen Stellen die erforderliche Stärke vorhanden ist und zwar wird man bei der Berechnung der verschiedenen Abmessungen möglichst gleiche Festigkeit zu erzielen suchen.

Die Stärke des Bolzen-Auges wird gewöhnlich gleich dem 1,1fachen der Stabstärke gewählt, doch wird auch öfters der einfacheren Ausbildung halber eine geringere Stärke vorgezogen. Wählt man die Stärke des Auges gleich der Dicke der Zugstange, so ergeben sich für den äußeren Durchmesser D des Auges (Abb. 133 bis 136) folgende Werte:

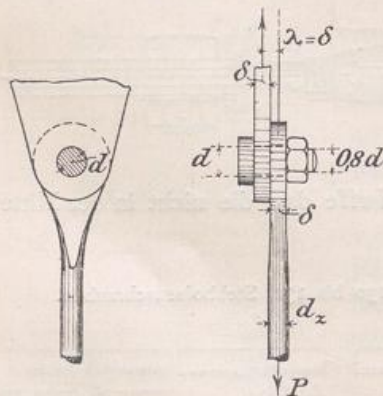
Bei Flacheisen mit der Breite b :

$$(D - d) \cdot \delta = b \cdot \delta, \text{ d. h. } D = b + d;$$

bei Rundeisen mit dem Durchmesser d_z ,

$$(D - d) \cdot \delta = \frac{d_z^2 \cdot \pi}{4}, \text{ oder bei } \delta = d_z, D - d = \frac{d_z \cdot \pi}{4}, \text{ oder } D = d + 0,8 \cdot d_z.$$

Abb. 137 u. 138. Einschnittige Bolzen-Verbindung.



Mit Rücksicht auf die gleichzeitig auftretenden Biegungsbeanspruchungen und eventuelle Arbeitsfehler wähle man für beide Fälle

$$D = d + 1,5b \text{ bzw. } D = d + 1,5d_z. \quad (34)$$

Die Berechnung der Gelenkbolzen erfolgt wie bei den Nieten auf Abscherung und Lochleibungsdruck; man unterscheidet auch hierbei einschnittige und mehrschnittige Verbindungen, je nachdem der Bolzen in einem oder in mehreren Querschnitten auf Abscherung beansprucht wird. Die einschnittigen Bolzenverbindungen (Abb. 137 u. 138) haben den Nachteil der exzentrischen Kraftübertragung und sind deshalb nach Möglichkeit zu vermeiden. Wird der zulässige Lochwandungsdruck k_L gleich der zwei-

fachen zulässigen Abscherungsspannung k_s angenommen, so ist, wie bei den Nietverbindungen, für den Bolzen gleiche Festigkeit auf Abscherung und Lochwandungsdruck vorhanden, wenn bei einschnittiger Verbindung $d = 2\delta$ und bei zweischnittiger Verbindung $d = \delta$ ist. Einschnittige Verbindungen, bei denen d größer als 2δ ist, sind auf

Lochleibungsdruck, solche mit d kleiner als 2δ auf Abscherung zu berechnen; zweischnittige Verbindungen sind zu rechnen auf Abscherung, wenn d kleiner als δ und auf Lochleibung, wenn d größer als δ ist. Hierbei ist $k_L = 1,5 \cdot k_s$ angenommen, und bei gutem Bolzenmaterial kann man setzen $k_s = 1000 \text{ kg/qcm}$, $k_L = 1500 \text{ kg/qcm}$. Will man mit den Beanspruchungen, besonders mit k_s , nicht so hoch gehen und andre Werte einführen, so berechnet sich der Bolzendurchmesser nach den Formeln:

Für einschnittige Bolzen (Abb. 137 u. 138):

$$\text{auf Abscherung } \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot k_s \geq P, \quad (35)$$

$$\text{auf Lochleibung } d \cdot \delta \cdot k_L \geq P, \quad (36)$$

für zweischnittige Bolzen (Abb. 139 u. 140):

$$\text{auf Abscherung } \frac{2d^2 \cdot \pi}{4} \cdot k_s \geq P, \quad (37)$$

$$\text{auf Lochleibung } d \cdot \delta' \cdot k_L \geq P \text{ bzw. } d \cdot 2\delta \cdot k_L \geq P. \quad (38)$$

Wenn die Bolzenverbindung nicht genau bearbeitet ist, so tritt neben der Abscherung noch Biegung auf und zwar kann man das Biegemoment ungünstigstenfalls setzen:

$$\text{für einschnittige Bolzen } M = P \cdot \lambda \text{ (Abb. 138),}$$

$$\text{für zweischnittige Bolzen } M = \frac{P}{2} \cdot \lambda' \text{ (Abb. 140).}$$

Das Widerstandsmoment des kreisrunden Bolzens ist:

$$W = \frac{J}{\frac{1}{2}d} = \frac{d^4 \cdot \pi \cdot 2}{64 \cdot d} = \frac{d^3 \cdot \pi}{32},$$

$$\text{also die Biegungsspannung: } \sigma_b = \frac{M}{W} = \frac{M \cdot 32}{d^3 \cdot \pi}.$$

Die Schubspannung des in der Nähe befindlichen Abscherungs-Querschnitts ist:

$$\text{Bei einschnittiger Verbindung } \tau = \frac{P}{\frac{d^2 \cdot \pi}{4}} = \frac{4P}{d^2 \cdot \pi}.$$

$$\text{Bei zweischnittiger Verbindung } \tau = \frac{2P}{d^2 \cdot \pi}.$$

Nimmt man diese Spannungen σ_b und τ zugunsten der Sicherheit in ein und demselben Querschnitt als gleichzeitig auftretend an, so ergibt sich als resultierende Beanspruchung:

$$\sigma_{\max} = \frac{3}{8} \sigma_b + \frac{5}{8} \cdot \sqrt{\sigma_b^2 + 4\tau^2}. \quad (39)$$

Wenn mit diesem ungünstigsten Werte gerechnet wird, so kann bei gutem Flußeisen $\sigma_{\max} = 1300$ bis 1350 kg/cm^2 gewählt werden; bei Stahl könnte noch höher, bis zu 1600 kg/cm^2 gegangen werden.

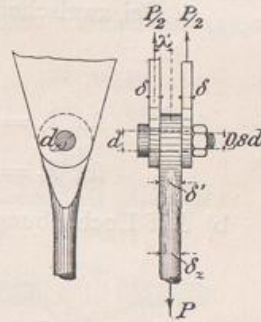
Die Stärke des Gelenkbolzens kann auch in bezug auf den Querschnitt der Zugstange berechnet werden, wenn deren Abmessung nach der aufzunehmenden Kraft dimensioniert wurde. Ist z. B. für die Zugstange ein Rundeisen mit dem Durchmesser d_z erforderlich, so berechnet sich das Verhältnis des Bolzendurchmessers zu demjenigen der Zugstange wie folgt:

a) Auf Abscherung.

1. Bei einschnittiger Verbindung (Abb. 137 u. 138)

$$\frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot k_s = \frac{d_z^2 \cdot \pi}{4} \cdot k_z, \quad (40)$$

Abb. 139 u. 140. Zweischnittige Bolzenverbindung.



worin k_s = zulässige Schubspannung des Bolzens,
und k_z = zulässige Zugspannung der Zugstange

für $k_s = k_z$ wird: $d^2 = d_z^2$ und $d = d_z$;

» $k_s = 0,8 k_z$ wird: $0,8 d^2 = d_z^2$ und $d = \frac{d_z}{\sqrt{0,8}}$, oder $d = \frac{d_z}{0,9} = 1,1 d_z$.

2. Bei zweischnittiger Verbindung (Abb. 139 u. 140)

$$2 \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot k_s = \frac{d_z^2 \cdot \pi}{4} \cdot k_z, \quad (41)$$

für $k_s = k_z$ ist $2 d^2 = d_z^2$ und $d = d_z \cdot \sqrt{\frac{1}{2}} = 0,72 d_z$,

für $k_s = 0,8 k_z$ ist $\frac{2 d^2 \cdot \pi}{4} \cdot 0,8 k_z = \frac{d_z^2 \cdot \pi}{4} \cdot k_z$ und $d = 0,8 d_z$.

b) Auf Lochleibung.

$$d \cdot \delta \cdot k_L = \frac{d_z^2 \cdot \pi}{4} \cdot k_z, \quad (41^a)$$

für $k_L = 1,5 k_z$ ist $d \cdot \delta \cdot 1,5 = \frac{d_z^2 \cdot \pi}{4}$, oder $d \cdot \delta = \frac{d_z^2 \cdot \pi}{6}$ und $d = \frac{d_z^2 \cdot \pi}{6 \cdot \delta}$.

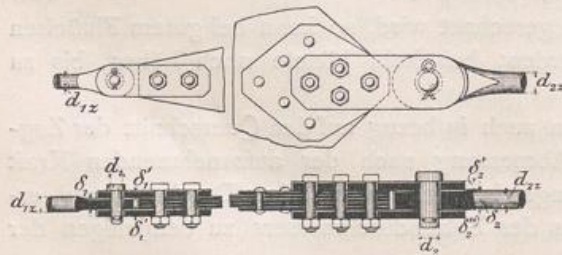
Wenn $\delta = 1,1 d_z$ ist, dann wird $d = \frac{d_z^2 \cdot \pi}{6 \cdot 1,1 d_z} = 0,475 d_z = \text{rd. } 0,5 d_z$.

Da mit Rücksicht auf Abscherung ein größerer Durchmesser nötig ist, so wird bei $\delta = 1,1 d_z$ der zulässige Lochleibungsdruck nicht voll ausgenutzt. Um bei einer zweischnittigen Verbindung volle Ausnutzung des Lochleibungsdrucks zu erhalten, müßte bei $k_s = 1,5 k_L$ mit Rücksicht auf gleiche Festigkeit in bezug auf Abscherung und Lochleibungsdruck $\delta = d$ werden; die Formel $d \cdot \delta = \frac{d_z^2 \cdot \pi}{6}$ würde dann übergehen in $d^2 = \frac{d_z^2 \cdot \pi}{6}$,

und es ergäbe sich $d = \delta = d_z \cdot \sqrt{\frac{\pi}{6}} = 0,72 \cdot d_z$, d. h. derselbe Wert wie unter a)2. für den Fall $k_s = k_z$. Doch ist es empfehlenswert, die etwas größere Blechstärke $\delta = 1,1 d_z$ zu wählen, d. h. einen geringeren Lochwandungsdruck zuzulassen, da man bei den Bolzen nicht mit Sicherheit auf ein volles Anliegen an den Lochwandungen rechnen kann.

Soll ein Rundeisen mit dem Durchmesser d_z mittels eines ausgeschmiedeten Bolzenauges an ein einfaches Knotenblech angeschlossen werden, so geschieht dies am besten durch eine zweischnittige Bolzenverbindung, indem man den Anschluß durch zwei seitliche aufgelegte Laschen erzielt. So stellen z. B. die Abb. 141 bis 144 entsprechende

Abb. 141 bis 144. Anschluß von Zugstangen aus Rundeisen an Knotenbleche.



Anschlüsse zweier Zugstangen aus Rundeisen an ein Knotenblech dar. Hierbei ist das Knotenblech aus drei aufeinanderliegenden Blechen gebildet; der Anschluß erfolgte in jedem Falle durch Ausbildung eines Auges an den Enden der Zugstangen und mittels zweier seitlich aufgelegter Laschen. Bei der Anordnung der Abb. 141 u. 142 wurde die Stärke des Auges etwas geringer als der Durchmesser des Rundeisens und zwar

gleich der Stärke des dreifachen Knotenblechs ausgebildet, während bei der Anordnung der Abb. 143 u. 144 die Stärke des Bolzenauges etwas größer als der Durchmesser der Zugstange gewählt und das Knotenblech durch Auflegen zweier Verstärkungsbleche auf die Stärke des Auges gebracht wurde, um keinen zu großen Lochwandungsdruck zu

erhalten. Der Anschluß der Rundeisen erfolgte zunächst durch je einen Bolzen mit Splint an die betreffenden Laschen, und diese wurden mit der nötigen Anzahl von Schraubenbolzen an die Knotenbleche angeschlossen. Die Gesamtstärke je zweier zusammengehöriger Laschen wurde zwecks Erzielung gleicher Festigkeit gleich der zugehörigen Augenstärke gemacht.

Abb. 145 u. 146 zeigen den Anschluß einer Rundeisenstange mit Spanschloß an ein doppeltes Knotenblech. Die durch Abb. 147 u. 148 dargestellte Verbindung zweier

Abb. 145 u. 146. Anschluß einer Rundeisenstange an ein doppeltes Knotenblech.

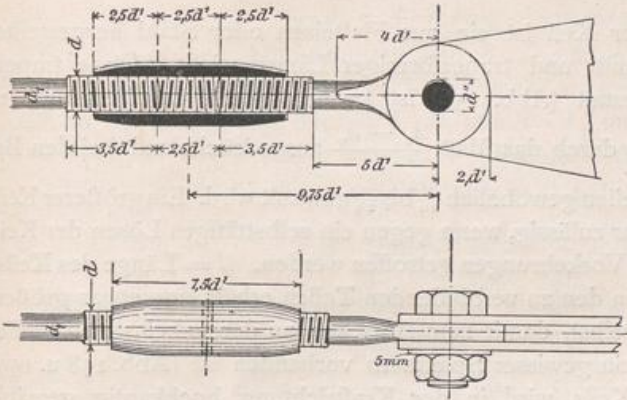
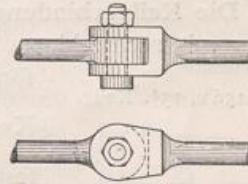


Abb. 147 u. 148. Verbindung zweier Rundeisenstangen.



Rundeisenstangen durch gabelförmige Ausbildung des einen Rundeisenendes ist nicht zu empfehlen, da die Ausbildung der Gabel schwierig ist, und

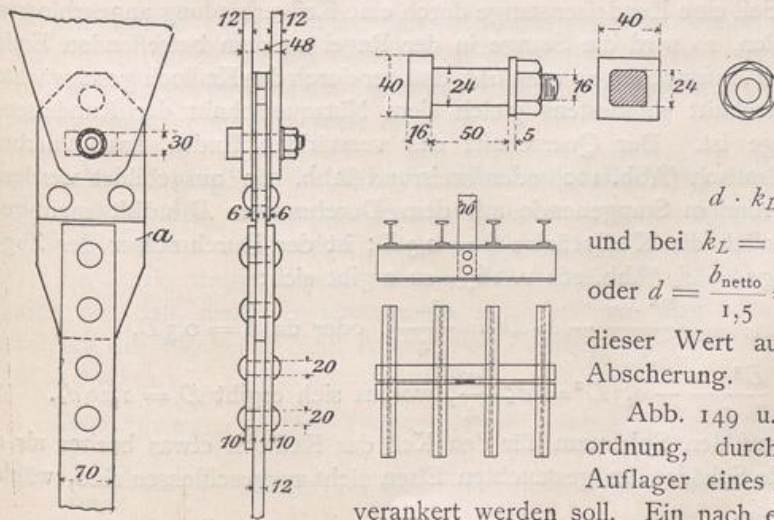
deshalb die Verbindung zu teuer bzw. bei weniger sorgfältiger Arbeit nicht sicher genug ist.

Bestehen die Zugstangen aus Flacheisen, so wird die Konstruktion ähnlich ausgeführt wie bei Rundeisenstangen. Bei Berechnung des Bolzens mit Rücksicht auf den Querschnitt der Zugstange ist natürlich wieder nur deren Nutzquerschnitt einzuführen. Bezeichnet man diesen mit f_{netto} , so gelten für eine zweiseitige Verbindung folgende Gleichungen:

$$\text{auf Abscherung: } \frac{2 \cdot d^2 \cdot \pi}{4} \cdot k_s = f_{\text{netto}} \cdot k_z, \quad (42)$$

$$\text{auf Lochleibung: } d \cdot \delta \cdot k_L = f_{\text{netto}} \cdot k_z. \quad (43)$$

Abb. 149 bis 155. Beispiel einer Verankerung des beweglichen Auflagers eines Dachbinders.



Wenn die Stärke des Auges gleich der Stärke der Zugstange und die Nutbreite der Zugstange gleich b_{netto} ist, so wird

$$d \cdot k_L = b_{\text{netto}} \cdot k_z,$$

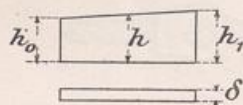
und bei $k_L = 1,5 \cdot k_z$: $1,5d = b_{\text{netto}}$,
oder $d = \frac{b_{\text{netto}}}{1,5} = \frac{2}{3}b$. Bei $k_s = k_z$ gilt dieser Wert auch mit Rücksicht auf Abscherung.

Abb. 149 u. 155 zeigen eine Anordnung, durch die ein bewegliches Auflager eines Dachbinders senkrecht verankert werden soll. Ein nach einem in entsprechender

Tiefe liegenden Ankerrost führendes Flacheisen ist mittels zweier Flacheisenlaschen an das breitere Bolzenblech a angeschlossen, das durch einen Schraubenbolzen mit dem doppelten Knotenblech in Verbindung steht. Da die Verankerung eine Bewegung des Auflagers nicht verhindern soll und das Flacheisen durch seine Einmauerung eine solche Bewegung nicht mitmachen kann, so ist die Bolzen ffnung in dem Blech a in der Verschiebungsrichtung länglich hergestellt. Um nun die nötige Anlagefläche in der Lochwandung dieses länglichen Loches zu erzielen, hat der Bolzen quadratischen Querschnitt erhalten (Abb. 152). Der quadratische Teil des Bolzens ist so lang, daß beim festen Anziehen der Schraube zwischen den durch den Bolzen verbundenen Blechen ein Spielraum für die Bewegung vorhanden bleibt.

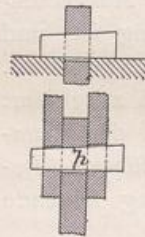
2. Die Keilverbindungen. Der Keil ist ein aus Flußeisen oder Stahl hergestellter Körper mit rechteckigem Querschnitt und trapezförmiger Längsansicht. Diese trapezförmige Gestalt (Abb. 156) ist bedingt durch den Anzug des

Abb. 156 u. 157. Keil.



Keils, der durch das Maß $\frac{h_1 - h_0}{l}$ ausgedrückt und bei den Befestigungskeilen gewöhnlich $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{25}$ gewählt wird. Ein gr o erer Keilanzug ist nur zulässig, wenn gegen ein selbsttätiges Lösen der Keilverbindung Vorkehrungen getroffen werden. (l = Länge des Keils.)

Abb. 158 u. 159. Keilverbindung.



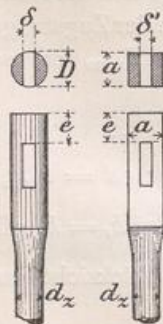
Das Keilloch in den zu verbindenden Teilen erhält eine etwas gr o ere Höhe als der Keil selbst, damit zum Anziehen an den unbelasteten Stellen der Anlageflächen ein gewisser Spielraum vorhanden ist (Abb. 158 u. 159).

Die Form des Keils wird in der Krafttrichtung hochkantig gewählt, damit das Keilloch, zwecks geringer Schwächung der zu verbindenden Teile möglichst schmal wird und doch der nötige Abscherungsquerschnitt für den Keil vorhanden ist.

Die Abmessungen der Keilverbindung sind so zu treffen, daß in bezug auf Abscherung des Keils und auf Lochwandungsdruck an den belasteten Flächen genügende Sicherheit vorhanden ist. Die zusätzliche Beanspruchung des Keils auf Biegung ist hierbei von geringerem Einfluß als bei den Bolzenverbindungen, da der Keil durch seine gr o ere Höhe in der Krafttrichtung ein verh ltnism o ig gr o eres Widerstandsmoment gegen Biegung besitzt. Ferner

müssen die durch das Keilloch geschwächten Querschnitte der zu verbindenden Teile stark genug sein.

Abb. 160 bis 163. Anschlu enden von Rundeisenstangen durch eine Keilverbindung.



Soll eine Rundeisenstange durch eine Keilverbindung angeschlossen werden, so wird die Stange in der Regel an dem betreffenden Ende durch Aufstauchen so verstärkt, daß der durch das Keilloch geschwächte Querschnitt mindestens gleich dem Nutzquerschnitt der Rundeisenstange ist. Der Querschnitt des verstärkten Endes kann hierbei quadratisch (Abb. 162) oder kreisrund (Abb. 160) ausgebildet werden. Bei rundem Stangenende mit dem Durchmesser D wählt man gewöhnlich die Keilst rke $\delta = 0,3D$; ist der Durchmesser der Zugstange = d_z (Abb. 161 u. 163), so ergibt sich:

$$\frac{D^2 \cdot \pi}{4} - \delta \cdot D = \frac{d_z^2 \cdot \pi}{4}, \text{ oder da } \delta = 0,3D,$$

$$\frac{D^2 \cdot \pi}{4} - 0,3D^2 = \frac{d_z^2 \cdot \pi}{4}, \text{ woraus sich ergibt } D = 1,29d_z.$$

Da mit Rücksicht auf den Spielraum für den Keil das Keilloch etwas breiter als δ sein muß und eventuelle Schäden im gestauchten Eisen nicht ausgeschlossen sind, wähle man $D = 1\frac{1}{3}d_z$ bis $1,4d_z$.