



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Universitätsbibliothek Paderborn

Lehrbuch des Hochbaues

Grundbau, Steinkonstruktionen, Holzkonstruktionen, Eisenkonstruktionen ,
Eisenbetonkonstruktionen

Esselborn, Karl

Leipzig, 1908

§ 15. Beispiele zu den Verbindungsmitteln

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

Bei quadratisch ausgebildetem Stangenende des Rundeisens wird die Keilstärke in der Regel $\delta' = \frac{1}{3}$ der Quadratseite genommen. Nach Abb. 162 muß also sein:

$$\frac{2}{3}a^2 = \frac{d_z^2 \cdot \pi}{4}, \text{ oder } a = d_z \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot 3}{4 \cdot 2}} = 1,18 d_z.$$

Zweckmäßig wird gewählt $a = 1\frac{1}{4} \cdot d_z$ bis $1,3 \cdot d_z$.

Soll die Keilstärke durch d_z ausgedrückt werden, so ergibt sich:

Bei rundem Stangenende:

$$\delta = 0,3 \cdot D = 0,3 \cdot \frac{4}{3} \cdot d_z = 0,4 d_z;$$

bei quadratischem Stangenende:

$$\delta' = \frac{1}{3} \cdot a = \frac{1}{3} \cdot \frac{5}{4} \cdot d_z = 0,41 \cdot d_z.$$

Bei den obigen Abmessungen von δ , D und a darf natürlich der Lochwandungsdruck in den Anlageflächen des Keiles nicht zu groß werden. Die Anlageflächen des Keils an der Stange sind hierbei $\delta \cdot D$, bzw. $\delta' \cdot a$; unter Einführung der Werte $\delta = 0,3 D$, $D = 1\frac{1}{3} d_z$, $\delta' = \frac{1}{3} a$ und $a = 1\frac{1}{4} d_z$ werden diese Anlageflächen

$$\delta \cdot D = 0,3 \cdot D^2 = 0,3 \cdot \left(\frac{4}{3} d_z\right)^2 = 0,53 d_z^2, \text{ bzw.}$$

$$\delta' \cdot a = \frac{a^2}{3} = \frac{\left(1\frac{1}{4} d_z\right)^2}{3} = 0,52 \cdot d_z^2.$$

Der größte Lochwandungsdruck wird mithin

$$\sigma_L = \frac{d_z^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot k_z}{0,52 d_z^2} = \frac{\pi}{4 \cdot 0,52} \cdot k_z = 1,51 k_z;$$

ein solcher Lochwandungsdruck ist zulässig und es sind somit die obigen Abmessungen auch in dieser Hinsicht ausreichend.

Die mittlere Höhe h des Keils ist mit Rücksicht auf Abscherung zu berechnen:

$$2\delta \cdot h \cdot k_s = \frac{d_z^2 \cdot \pi}{4} \cdot k_z, \quad (44)$$

bei δ bzw. $\delta' = 0,4 \cdot d_z$ wird

$$h = \frac{\frac{d_z^2 \cdot \pi}{4} \cdot k_z}{2 \cdot 0,4 d_z \cdot k_s} = \frac{d_z \cdot \pi}{3,2} \cdot \frac{k_z}{k_s} = \sim \frac{k_z}{k_s} \cdot d_z,$$

für $k_s = k_z$ ergibt sich $h = d_z$ oder $= \frac{3}{4} D$ bzw. $= \frac{5}{4} a$ und für $k_s = \frac{4}{5} k_z$: $h = \frac{5}{4} d_z$ oder $= \sim D$ bzw. $= \sim a$.

Die Länge e des vollen Stückes des Stangenendes hinter dem Keilloch (Abb. 161) ist mit Rücksicht auf ein Aufschlitzen dieses Stückes zu berechnen. In der Praxis wird für diese Länge gewöhnlich das Maß $e = d_z$, d. h. $\frac{3}{4} D$ bzw. $\frac{4}{5} a$ gewählt; die Berechnung würde einen geringeren Wert ergeben.

§ 15. Beispiele zu den Verbindungsmitteln.

1. Beispiele zu den Nietverbindungen. *Erstes Beispiel.* Eine Zugkraft von $P = 25$ t soll durch zwei Flacheisen aufgenommen und diese an ein Knotenblech von 1,5 cm Stärke angeschlossen werden. Die Flacheisen nehmen das Knotenblech zwischen sich, so daß die Verbindung eine zweiseitige wird. Zu berechnen sind: Querschnitt der Flacheisen und Anzahl der Anschlußniete bei einem Nietdurchmesser von $d = 1,8$ cm.

Auflösung: a) Der Nutzquerschnitt der Flacheisen ergibt sich zu $f_{\text{netto}} = \frac{P}{k_z}$
 $= \frac{25\,000}{1000} = 25$ qcm, für ein Flacheisen mithin 12,5 qcm.

Die Nutzbreite der Flacheisen berechnet sich bei einer Stärke δ zu $b_{\text{netto}} = \frac{f_{\text{netto}}}{\delta}$
 $= \frac{12,5}{1,2} = 10,4 \text{ cm.}$

Die mit Rücksicht auf die Schwächung durch die Niete nötige Breite ist $b = b_{\text{netto}} + d$
 $= 10,4 + 1,8 = 12,2 \text{ cm.}$ Zwei Flacheisen von 12 cm seien als ausreichend angenommen.

b) Die Berechnung der Nietanzahl ist unter Voraussetzung von $k_L = 1,5 k_s = 1500 \text{ kg}$
 $= 1,5 \text{ t}$ mit Rücksicht auf Lochleibung vorzunehmen, da $d > \delta'$ und δ' die kleinste
 Blechstärke bedeutet (Abb. 164). Mithin $n \cdot d \cdot \delta' \cdot k_L = P$,
 woraus

Abb. 164. Berechnung der Nietanzahl.

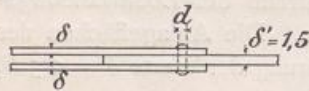
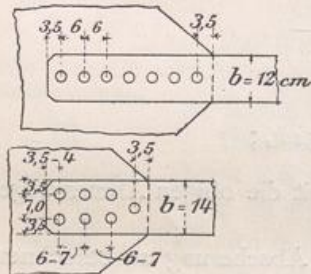


Abb. 165 u. 166. Anordnung der Niete.



$$n = \frac{P}{d \cdot \delta' \cdot k_L} = \frac{25}{1,8 \cdot 1,5 \cdot 1,5} = 6\frac{1}{4}.$$

Gewählt werden 7 bis 8 Niete.

Die Anordnung nach Abb. 165 mit 7 Nieten hintereinander ist jedoch nicht zweckmäßig, sondern es empfiehlt sich, breitere und dünnere Flacheisen mit zweireihigem Nietanschlu zu verwenden mit einem Niet in der ersten Reihe (Nietabzug nur für ein Niet).

So wird z. B. für $\delta = 1,0 \text{ cm}$: $b_{\text{netto}} = 12,5 \text{ cm}$; und die erforderliche Breite der Flacheisen $b = 12,5 + 1,8 = 14,3 = \sim 14 \text{ cm}$. Die Nietzahl bleibt dieselbe, da δ' sich nicht geändert hat. Die Nietverteilung kann nach Abb. 166 gewählt werden.

In diesem Beispiel wird die Abscherungsfestigkeit der Niete von 1000 kg/qcm nicht ausgenutzt, da $d > \delta'$ ist, denn wenn die Verbindung auf Abscherung und Lochleibungsdruck gleich fest sein sollte, so müßte man $d = \delta'$ und $2\delta = \delta'$ wählen, d. h. $d = 1,5 \text{ cm}$, $\delta = 0,75 \text{ cm}$; jedoch wäre eine solche Anordnung mit Rücksicht auf die hierzu erforderliche größere Nietzahl und größere Flacheisenbreite nicht zweckmäßig.

Die bei den gewählten Abmessungen auftretende Scherspannung der Niete ist:

$$\sigma_s = \frac{P}{n \cdot 2 d^2 \cdot \pi} = \frac{25000}{n \cdot 2 \cdot 2,54} = \sim \frac{25000}{7 \cdot 5,08} = 700 \text{ kg/qcm.}$$

Abb. 167. Anschluß eines Fachwerkstabes.



Zweites Beispiel. Ein Stab eines Dachbinders erhält eine maximale Zugkraft von 26 t und soll aus zwei Winkelprofilen nach Abb. 167 gebildet werden.

Die Stärke des Knotenbleches ist $\delta' = 1,2 \text{ cm}$, der Durchmesser der Anschlußniete $d = 2,0 \text{ cm}$. Zu berechnen ist:

a) Die Profilnummer der Winkelprofile bei $k_s = 1000 \text{ kg/qcm}$.

b) Der Anschluß an das Knotenblech: α) für $k_s = 800 \text{ kg/qcm}$ und $k_L = 1500 \text{ kg}$; β) für $k_s = 1000 \text{ kg/qcm}$ und $k_L = 1500 \text{ kg/qcm}$.

a) Berechnung der Winkelprofile:

$$F_{\text{netto}} = \frac{P}{k_s} = \frac{26000}{1000} = 26 \text{ qcm, für 1 Winkel also } f_{\text{netto}} = 13 \text{ qcm.}$$

Bei einer Winkelprofilstrke von $\delta = 1 \text{ cm}$ ist die Nietschwchung für ein Eisen $d \cdot \delta = 2,0 \cdot 1,0 = 2 \text{ qcm}$. Der Gesamtzugquerschnitt eines Winkelprofils muß also sein: $f = 13 + 2 = 15 \text{ qcm}$; $2 \sqrt{8 \cdot 8 \cdot 1}$ mit je einem $f = 15,1 \text{ qcm}$ wären somit ausreichend.

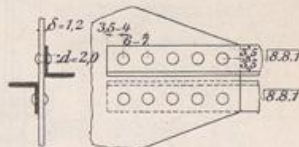
b) Die Anzahl der Anschlußniete ergibt sich: a) in bezug auf Abscherung bei $k_s = 800 \text{ kg/qcm}$ zu $n = \frac{P}{d^2 \cdot \pi k_s} = \frac{26000}{2^2 \pi \cdot 800} = 10,4$ und in bezug auf Lochleibungs-

druck ($k_L = 1500 \text{ kg/qcm}$) $n = \frac{P}{d \cdot \delta \cdot k_L} = \frac{26000}{2,0 \cdot 1,0 \cdot 1500} = 8,7$. Es sind also insgesamt 10 bis 12 Niete zu wählen; jedes Winkeleisen ist daher mit 5 bis 6 Nieten anzuschließen.

β) Da bei der hier vorliegenden einschnittigen Nietverbindung $d = 2\delta$ ist, so ist es bei $k_L = 1,5 k_s$ gleichgültig, ob die Nietzahl auf Abscherung oder auf Lochleibungsdruck berechnet wird: Die Berechnung auf Lochleibung ergibt

$n = \frac{P}{d \cdot \delta \cdot k_L} = \frac{26}{2,0 \cdot 1,0 \cdot 1500} = 8,7$. Werden 10 Niete gewählt, für jedes Winkeleisen also 5, so gestaltet sich der Anschluß nach Abb. 168 u. 169.

Abb. 168 u. 169. Anschluß der beiden Winkeleisen.



2. Beispiele zu den Schraubenverbindungen. *Erstes Beispiel.* Ein Schraubenbolzen hat eine angehängte Last von 7,2 t zu tragen. Die Schraube ist zu berechnen:

a) für den Fall, daß sie unbelastet angezogen wird,

b) für den Fall, daß sie belastet angezogen wird.

a) Der Kerndurchmesser des Schraubengewindes ergibt sich nach Gleichung 30

zu $d_i = 1,13 \sqrt{\frac{P}{k_s}}$; bei $k_s = 800 \text{ kg/qcm}$ wird $d_i = 1,13 \sqrt{\frac{7200}{800}} = 1,13 \sqrt{9} = 1,13 \cdot 3 = 3,39 \text{ cm}$. Nach der Tabelle I auf S. 331 wird eine WITWORTH-Schraube $1\frac{5}{8}''$ mit einem Kerndurchmesser $d_i = 34,77 \text{ mm}$ gewählt, für die der äußere Gewindedurchmesser $d = 1\frac{5}{8}'' = 41,27 \text{ mm}$ ist.

b) Wird die Schraube angezogen, während sie die Last zu tragen hat, so ist nach S. 333 unter sonst gleichen Verhältnissen mit einer nur $\frac{3}{4}$ mal so großen zulässigen Beanspruchung zu rechnen, also mit $k_s = 800 \cdot \frac{3}{4} = 600 \text{ kg/qcm}$. Es wird somit

$$d_i = 1,13 \sqrt{\frac{7200}{600}} = 1,13 \sqrt{12} = 1,13 \cdot 3,46 = 3,91 \text{ cm}.$$

Gewählt wird nach der Skala eine Schraube $1\frac{7}{8}''$ mit einem Kerndurchmesser $d_i = 4,04 \text{ cm}$ und einem äußeren Gewindedurchmesser $d = 4,76 \text{ cm} = 1\frac{7}{8}''$.

Zweites Beispiel. Eine Ankerkraft von 12 t ist durch eine Zugstange aus Rundstangeisen von einem 1,5 cm starken Knotenblech in eine Ankerplatte überzuführen. Der Anschluß der Zugstange an das Knotenblech soll durch eine Gelenkbolzenverbindung bewirkt und ein nachträgliches Anspannen des Ankers mittels eines Spannschlusses möglich gemacht werden. Die Berechnung der ganzen Verankerung ist vorzunehmen.

Berechnung des Rundstangeisendurchmessers d_s . Nach Gleichung 30 ergibt sich der Kerndurchmesser d_i des Spannschloßgewindes zu: $d_i = 1,13 \sqrt{\frac{P}{k_s}}$; bei $k_s = 800 \text{ kg/qcm}$

und $P = 12000 \text{ kg}$, wird $d_i = 1,13 \sqrt{\frac{12000}{800}} = 1,13 \sqrt{15} = 1,13 \cdot 3,87 = 4,37 \text{ cm}$.

Nach der WITWORTH-Skala entspricht diesem Kerndurchmesser eine Schraube 2'' mit einem Kerndurchmesser $d_i = 4,36 \text{ cm}$ und einem äußeren Gewindedurchmesser $d = 2'' = 5,08 \text{ cm}$.

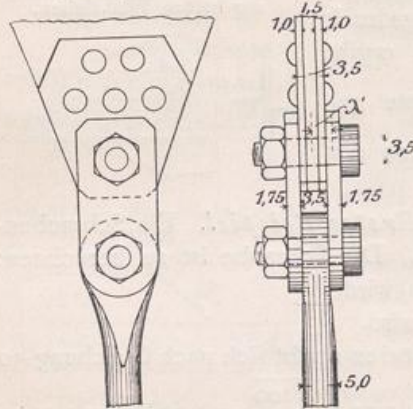
In diesem Beispiel soll das Gewinde des Spannschlusses an die Rundstangeisenstange angeschnitten werden, um eine weitere Ausarbeitung der Stangenenden (Verstärkung durch Aufstauchen) zu vermeiden. Es ist deshalb der Durchmesser des Rundstangeisens mindestens

gleich dem äußeren Gewindedurchmesser der Spannschlo  schraube zu wählen, also $d_z = d = \text{rund } 5,00 \text{ cm}$.

Die Muffe des Spannschlosses kann nach einer der in den Abb. 120 bis 129 dargestellten Art ausgebildet werden. Der Durchmesser der Muffe kann gleich $D = 2d_z = 10 \text{ cm}$, und die Länge $l = 7d_z$ bis $8d_z = 35 - 40 \text{ cm}$ genommen werden.

Der Anschluß an das Knotenblech soll durch eine zweischnittige Gelenkbolzenverbindung mittels zweier seitlich aufgelegter Laschen und zweier Gelenkbolzen bewirkt

Abb. 170 u. 171. Anschluß an das Knotenblech.



werden (Abb. 170 u. 171). Der Durchmesser d_b des Gelenkbolzens wird für $k = 0,8 k_z$ nach S. 340 gleich dem 0,8fachen des Nutquerschnitts der Zugstange, also $d_b = 0,8 \cdot 4,36 = 3,49 = \text{rund } 3,5 \text{ cm}$.

Um einen Lochleibungsdruck $k_L = 1,5 k_z$ zu erhalten, was hier $k_L = 1,5 \cdot 0,8 k_z = 1,2 k_z = 1200 \text{ kg/qcm}$ wäre, muß die Stärke des Auges sowie die Gesamtstärke der Laschen und des Knotenbleches ebenfalls $3,5 \text{ cm}$ ($\delta = d$) sein; jede Lasche erhält

also eine Stärke von $\frac{3,5}{2} = 1,75 \text{ cm}$ und das Knotenblech wird durch 2 aufgenietete Bleche von je 1 cm Dicke auf $3,5 \text{ cm}$ verstärkt.

Mit Berücksichtigung der Biegungsspannungen in Bolzen (vgl. S. 339), tritt bei obiger Anordnung in den ungünstigsten Bolzenquerschnitten folgende resultierende Beanspruchung auf:

$$\sigma_{\max} = \frac{3}{8} \sigma_b + \frac{5}{8} \sqrt{\sigma_b^2 + 4 \tau^2}; \text{ worin } \sigma_b = \frac{32 M}{d^3 \cdot \pi};$$

oder da $M = \frac{P}{2} \cdot \lambda' = 6000 \cdot 2,5 = 15000 \text{ kgcm}$ ($\lambda' = \frac{3,5 + 1,75}{2} = \frac{5,25}{2} = \text{rund } 2,5 \text{ cm}$),

$$\sigma_b = \frac{32 \cdot 15000}{3,5^3 \cdot \pi} = \frac{32 \cdot 15000}{134} = 358 \text{ rund } 360 \text{ kg/qcm};$$

da ferner $\tau = 800 \text{ kg/qcm}$ ($= k_s$ oben) ist, so ergibt sich

$$\sigma_{\max} = \frac{3}{8} \cdot 360 + \frac{5}{8} \sqrt{360^2 + 4 \cdot 800^2} = 135 + \frac{5}{8} \sqrt{129600 + 2560000} = 135 + \frac{5}{8} \sqrt{2689600} \\ = 135 + \frac{5}{8} \cdot 1640 = 135 + 1025 = 1160 \text{ kg/qcm}.$$

Diese Beanspruchung ist bei obiger ungünstiger Annahme zulässig.

Als Abmessungen der Ankerplatte ergeben sich bei einer zulässigen Druckbeanspruchung des Mauerwerks von 8 kg/qcm : für eine quadratische Ankerplatte eine Seitenlänge $a = 10 d_{z \text{ netto}} = 10 \cdot 4,36 = 43,6 \text{ rund } 45 \text{ cm}$; für eine runde Ankerplatte ein Durchmesser von $D = 11 d_{z \text{ netto}} = 11 \cdot 4,36 = \text{rund } 50 \text{ cm}$ (s. S. 335).

B. Verlängerung (Stoße), Eck- und Anschlußverbindungen, sowie Kreuzungen von Konstruktionsteilen.

   16. Verlängerung (Stoße) von Konstruktionsteilen.

1. Verlängerung von Rundeisen und Flacheisen. Die Verlängerungen müssen immer so vorgenommen werden, daß sie keine schwachen Stellen bedeuten, sondern daß überall mindestens die gleiche Festigkeit vorhanden ist, wie bei den verlängerten Teilen selbst. Ferner ist darauf zu achten, daß die Achsen der verbundenen Teile in eine Richtung fallen, damit keine exzentrische Übertragung stattfindet.