



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Konstruktions-Elemente in Stein, Holz und Eisen, Fundamente

Marx, Erwin

Stuttgart, 1901

4) Gitterträger

[urn:nbn:de:hbz:466:1-78727](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-78727)

nur noch 700 kg für 1 qcm in der Kante der Wand beträgt, so wäre mit Bezug auf Gleichung 174 (S. 177) und Gleichung 175 (S. 178) $s' = 700$, die Tragfähigkeit eines Nietes von 2,5 cm Durchmesser auf Abföherung $2 \frac{2,5^2 \pi}{4} 700 = 6860$ kg, für $s' = 700$ kg auf 1 qcm, und auf Laibungsdruck in der $\delta = 1$ cm starken Wand $2,5 \cdot 1 \cdot 1400 = 3500$ kg; fomit $k = 3500$ kg, $h = 74$ cm, $h_1 = 74 - 2 \cdot 5 = 64$ cm, und es ergibt sich die Nietzahl zu

$$n = \frac{1}{2} \left[\frac{700 \cdot 1 \cdot 74^2}{3500 \cdot 64} - 1 + \sqrt{\left(\frac{700 \cdot 1 \cdot 74^2}{3500 \cdot 64} - 1 \right)^2 - 8} \right] = \infty 16.$$

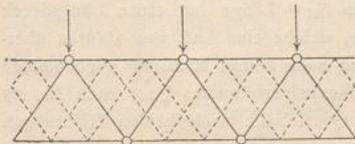
Somit ist eine zweireihige Nietung nötig, da die 16 Nieten nicht in einer Reihe Platz haben. Um die Reihen versetzen zu können, ist mit Rückficht auf die vollständige Vernachlässigung der Reibung die Zahl auf 15 beschränkt, und die beiden Reihen von 8 und 7 Nieten sind dann etwa wie in Fig. 607 dargestellt anzuordnen. Dabei verbleiben überall die durch die Regeln über die zweireihige doppelte Verlafchung in Art. 217 (S. 159) verlangten Abstände.

4) Gitterträger.

Gitterträger kommen an Stelle der Blechträger in Anwendung, wenn der Trägerquerschnitt hoch wird, oder wenn das schwere Aussehen der vollen Wand vermieden werden soll. Man verwendet sie aber auch sehr häufig dann, wenn es sich um die Aufnahme einer regelmässigen Reihe von Einzellasten (Balken einer Balkenlage) handelt.

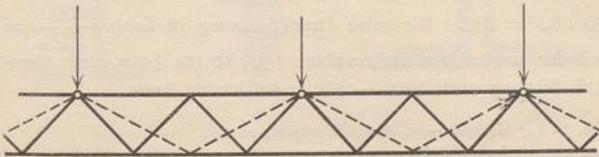
Die gedrückte Gurtung muss so steif sein, dass sie zwischen zwei Knotenpunkten nicht lotrecht und im Ganzen nicht wagrecht ausknickt; in letzterer Beziehung ist sie häufig durch anderweitige Bauteile versteift. Die Entfernung der Knotenpunkte ist demnach höchstens gleich der Länge l_1 eines auf Zerknicken in Anspruch genommenen Stabes zu wählen, welche aus Gleichung 190 in Art. 283 (S. 205) bei m -facher Sicherheit ($m = 5$) folgt, wenn darin E die Elastizitätsziffer bezeichnet und wenn P der Druckkraft in der Gurtung und \mathcal{I} dem kleinsten Trägheitsmoment des Gurtungsquerschnittes gleich gesetzt wird. Dabei sind die ganze Gurtungskraft und das Trägheitsmoment des ganzen Querschnittes einzuföhren, wenn die Teile der Gurtung durch Nietung zu einem Ganzen verbunden sind. Sind sie voneinander getrennt (z. B. 2 Winkeleisen mit Schlitz), so ist für jeden einzelnen der auf ihn kommende Teil der Gurtungspresskraft und sein kleinstes Trägheitsmoment einzuföhren.

Fig. 608.



Die Gitterstäbe sollen mindestens etwa 30 Grad gegen die Wagrechte geneigt sein. Ist also die Lastteilung mit Rückficht auf Zerknicken als Knotenteilung zulässig, und bleiben die Stäbe dabei steiler als 30 Grad, so wird nur ein Dreiecksnetz von Gitterstäben eingeföhgt (Fig. 608); kommen dabei aber die Stäbe flacher zu liegen, als 30 Grad, so hat man noch Knotenpunkte zwischen die Lastpunkte einzulegen (Fig. 609). Liegen dagegen die Lastpunkte bei grosser Trägerhöhe eng, so reicht häufig ein Stab noch über den nächsten Lastpunkt hinaus, und man kommt dann zum mehrfachen Gitterwerke (Fig. 610).

Fig. 609.



Handbuch der Architektur. III. 1. (3. Aufl.)

322.
Anwendung
und
Gestaltung.

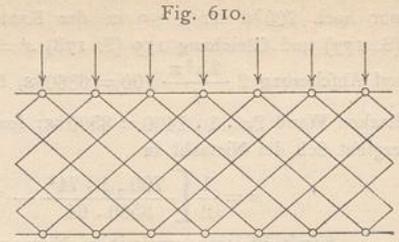
Das Gitterwerk ist r -fach,

wenn ein Wandglied $\frac{r}{2}$ Knotenteilungen unterspannt. Sind die Gitterstäbe schwach ausgebildet (Bandeisen), so legt man

zu ihrer gegenseitigen Verfeinerung auch dann mehrfaches Gitterwerk ein, wenn es nicht durch das Verhältnis der Lastknotenentfernung zur Trägerhöhe bedingt ist (in Fig. 608 gestrichelt).

323.
Gurtungen.

Für die rechnerische, bzw. zeichnerische Ermittlung der Spannkkräfte in den Gurtungen und Gitterstäben der Parallelträger ist in Teil I, Band I, zweite Hälfte (Abt. II, Abchn. 2, Kap. 2, b: Innere Kräfte der Gitterträger, S. 338 bis 359¹⁴³) dieses »Handbuches« das Erforderliche zu finden.



Der Querschnitt f der Gurtung ergibt sich aus dem Angriffsmoment an der untersuchten Stelle, wenn h die Höhe zwischen den Gurtungsschwerpunkten und s' die zulässige Spannung bezeichnet, aus den Gleichungen 194 u. 195 (S. 343¹⁴⁴) des eben genannten Halbbandes zu

$$f = \frac{M}{s' h} \dots \dots \dots 254.$$

Auch hier können häufig die in der Zusammenstellung auf S. 206 bis 211 angeführten Steifigkeitszahlen c (siehe Gleichung 188, S. 205) Verwendung finden, namentlich dann, wenn der Träger nicht bloß auf Biegung, sondern, wegen eines vorhandenen Längsdruckes, auch auf Zerknicken zu berechnen ist.

324.
Beispiele.

Beispiel 1. Die Gurtungen eines Gitterträgers, welcher einem Biegemoment von 990 000 cmkg ausgesetzt ist, sollen aus Winkeleisen von $8 \times 8 \times 0,8$ cm Querschnitt gebildet werden; wie hoch ist der Träger zu machen?

Für Nr. 28 der Zusammenstellung auf S. 211 ist $h = 8$, $c = 0,177 + \frac{k}{4}(k - 1,148)$, der Abstand der äußersten Faer $e = \frac{k h}{2}$ und das Trägheitsmoment $\mathcal{J} = 4 f h^2 c$; somit

$$\mathcal{J} = 4 f h^2 \left[0,177 + \frac{k}{4}(k - 1,148) \right].$$

Darin ist $f = (8 + 7,2) 0,8 = 12,2$ qcm. Die Gleichung $M = \frac{s \mathcal{J}}{e}$ lautet hier, wenn die zulässige Spannung $s = 700$ kg ist,

$$990000 = \frac{700 \cdot 4 \cdot 12,2 \cdot 8^2 \left[0,177 + \frac{k}{4}(k - 1,148) \right] 2}{k \cdot 8},$$

woraus $k = 8,3$. Die Trägerhöhe $k h$ wird also $8 \cdot 8,3 = 66,4$ cm.

Beispiel 2. Ein Feld einer geraden oberen Gurtung von 5,2 m Länge hat einen Längsdruck von 38 000 kg aufzunehmen; außerdem ruht in der Mitte eine Pfette, welche eine Last von 4000 kg überträgt. Die Befestigung an beiden Enden ist derart, daß Einspannung nach keiner Richtung angenommen werden kann. Die Gurtung soll I-förmig aus 4 Winkeleisen des Schenkelverhältnisses 1 : 2 nach Nr. 27 der Zusammenstellung auf S. 211 so hergestellt werden, daß der Querschnitt nach beiden Richtungen voll ausgenutzt wird.

Mit Rücksicht auf seitliches Ausknicken ist der Querschnitt bezüglich der lotrechten Mittelachse nach Gleichung 189 (S. 212) auszubilden, welche bei ($m =$) 5-facher Sicherheit und für $k_1 = 0,34$, also $c = 1,2231$ lautet:

$$4 f h^2 = \frac{5 \cdot 38000 \cdot 520^2}{10 \cdot 2000000 \cdot 1,2231} \quad \text{und} \quad f h^2 = 522.$$

Das leichteste Winkeleisen der bezeichneten Art, das dieser Bedingung genügt hat $6,5 \times 13 \times 1$ cm Querschnitt mit $f = 18,5$, also $f h^2 = 18,5 \cdot 6,5^2 = 782$. Die reine Druckspannung ist somit $\frac{38000}{4 \cdot 18,5} = 514$ kg; soll also die höchste Spannung bei der ungünstigen Lastannahme 1000 kg für 1 qcm nicht überschreiten, so ist die zulässige Spannung durch Biegung noch $1000 - 514 = 486$ kg für 1 qcm.

¹⁴³) 2. Aufl.: Abt. II, Abchn. 3, Kap. 2, b, S. 147 bis 170. — 3. Aufl.: S. 167 bis 203.

¹⁴⁴) 2. Aufl.: Gleichungen 208 u. 209 (S. 156). — 3. Aufl.: Gleichungen 212 u. 213 (S. 175 u. 176).

Die Winkleifen wiegen 14,4 kg für 1 m; daher ist das Trägergewicht für 1 cm, einschl. eines Zuschlages für die Wandausbildung, welche später allgemein besprochen wird, $4 \frac{14,4}{100} + 0,024 = 0,6 \text{ kg}$, fomit das größte Biegemoment in der Mitte bei flacher Lage des Trägers

$$M = \frac{4000 \cdot 520}{4} + \frac{0,6 \cdot 520^2}{8} = 540280 \text{ cmkg.}$$

Für die wagrechte Mittelachse sind nun nach Nr. 27 der Zusammenstellung auf S. 212

$$J = 4 \cdot 18,5 \cdot 6,5^2 \left[0,124 + \frac{k}{4} (k - 0,928) \right] \text{ und } e = \frac{k \cdot 6,5}{2};$$

fomit

$$540280 = \frac{486 \cdot 4 \cdot 18,5 \cdot 6,5^2 \left[0,124 + \frac{k}{4} (k - 0,928) \right] 2}{k \cdot 6,5},$$

woraus $k = 5,457$. Die Gurtungshöhe $k \cdot h$ ist also $5,457 \cdot 6,5 = 35,5 \text{ cm}$ zu wählen. Mit Rücksicht darauf, daß bei der Berechnung auf Biegung die Nietlöcher nicht abgezogen sind, soll die Höhe mit 36 cm ausgeführt werden. Die Schlitzweite zwischen den Winkleifen ist $0,34 \cdot 6,5 = 2,2 \text{ cm}$ oder rund 2,0 cm.

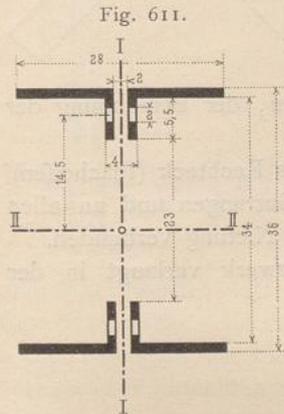


Fig. 611.

Wird hier, wegen Verwendung der Annäherungsformeln, eine Prüfungsrechnung durchgeführt, so ergeben sich mit Bezug auf Fig. 611

$$J_{II} = (28 - 2) \frac{36^3 - 34^3}{12} + 2 \frac{34^3 - 23^3}{12} - 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 14,5^2 = 18762,$$

$$\frac{J_{II}}{e} = \frac{18762}{18} = 1042,$$

$$J_I = 2 \frac{28^3 - 2^3}{12} + 2 \cdot 5,5 \frac{4^3 - 2^3}{12} = 3708.$$

Die Druckspannung ist ohne Abzug der Nietlöcher $\frac{38000}{4 \cdot 18,5} = 514 \text{ kg}$, die Biegespannung $\frac{540280}{1042} = 518 \text{ kg}$, zusammen 1032 kg für 1 qcm. Die Ueberschreitung über 1000 kg für 1 qcm erklärt sich aus den Nietabzügen; erscheint sie unzulässig, so ist der Querschnitt noch etwas höher zu machen.

Die mit Rücksicht auf seitliches Ausknicken zulässige Druckspannung ist nach Gleichung 187, bzw. 189 (S. 205, bzw. 212)

$$P = \frac{10 \cdot 2000000 \cdot 3708}{5 \cdot 520^2} = 54850 \text{ kg (statt 38000 kg).}$$

Die zu hohe Tragfähigkeit erklärt sich daraus, daß bei der Auswahl des Winkleifens stark nach oben abgerundet werden mußte, weil die vorhandenen Querschnitte nicht paßten und alle schwächeren zu schwach waren.

Die Querschnittsform der Gurtungen ist in der Regel eine der in Fig. 612 bis 617 dargestellten; die Formen in Fig. 612 u. 613 können mit oder ohne

Fig. 612.



Fig. 613.



Fig. 614.



Fig. 615.



Fig. 616.

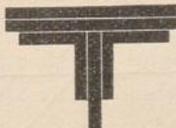
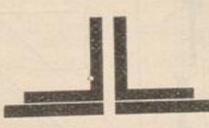


Fig. 617.



lotrechten Mittelschlitz angeordnet werden. Ist die Gurtung in Fig. 614 mit Schlitz versehen und kann Nässe den Träger erreichen, so muß die untere Gurtung die Gestalt von Fig. 617 erhalten, damit sich das Wasser im Schlitz nicht anfammelt.

Das Gitterwerk hat die lotrechten Querkräfte (siehe S. 317 u. ff. im eben genannten Halb-¹⁴⁵⁾bande) aufzunehmen; hierbei

325.
Gitterstäbe.

¹⁴⁵⁾ 2. Aufl.: S. 126 u. ff.; 3. Aufl.: S. 143 u. ff.

Fig. 618.

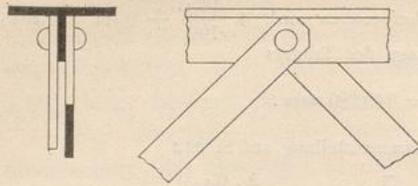


Fig. 619.

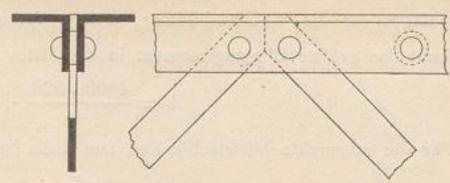
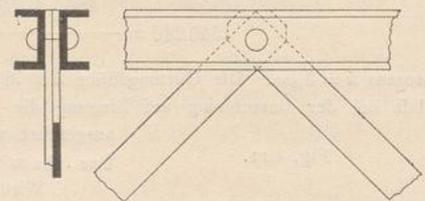


Fig. 620.



kann angenommen werden, daß sich die Querkraft gleichmäßig auf die vom lotrechten Schnitte getroffenen Gitterstäbe verteilt, d. h. bei n -fachem Gitterwerke muß die lotrechte Seitenkraft der Spannkraft eines Stabes dem n -ten Teile der Querkraft gleich sein. Hiernach lassen sich die Stabspannungen leicht berechnen, welche der Berechnung des Anschlusses an die Gurtungen, sowie, wenn sie Druck ergeben, der Berechnung der Stäbe auf Zerknicken zu Grunde zu legen sind.

Der Querschnitt der Gitterstäbe ist bei sehr kurzen das Rechteck (Flacheisen), bei längeren das L-, das E- oder das T-Eisen. Mit den Gurtungen und an allen Kreuzungspunkten unter sich werden die Gitterstäbe durch Nietung verbunden.

a) Der Gitterträger (Parallelträger) mit Flacheisennetzwerk verlangt in der Regel nur einen Niet im Anschlusse an die Gurtung und kann mit oder ohne Schlitz in der letzteren konstruiert sein. In Fig. 618 bis 621 sind Beispiele von Knotenpunktverbindungen solcher Träger dargestellt.

In Fig. 619 sind der enge Schlitz und das Aufgeben des strengen Dreiecksverbandes Mängel. Fig. 621 zeigt die Anordnung einer lotrechten Aussteifung, welche bei Flacheisennetzwerk größerer Träger unter jedem Lastpunkte, sowie über den Auflagern angebracht sein muß.

Die Querschnitts-abmessungen solcher Gitterstäbe gehen selten über 1 cm Dicke und 6 bis 8 cm Breite hinaus.

Fig. 621.

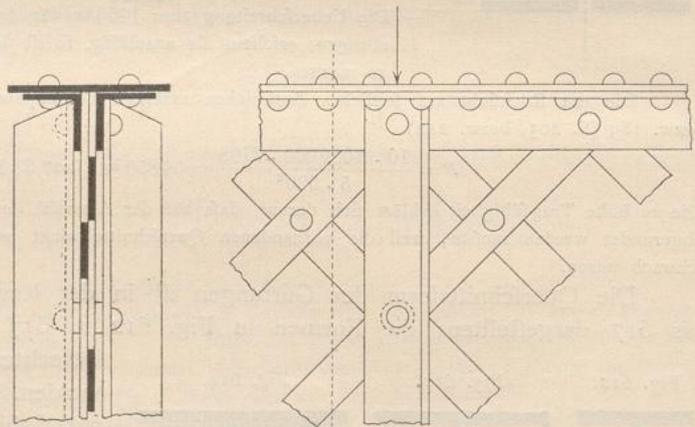


Fig. 622.

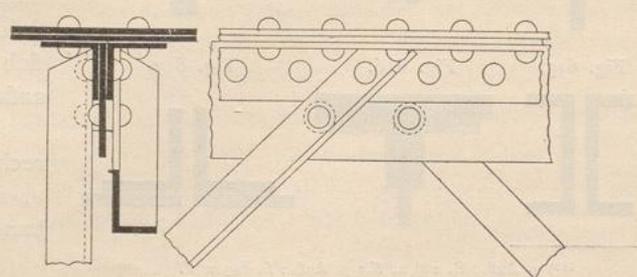


Fig. 623.

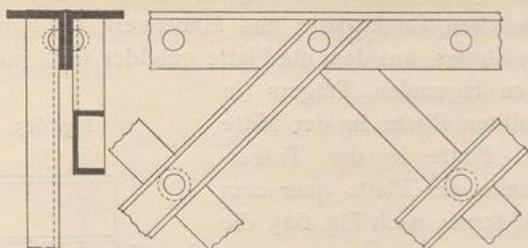
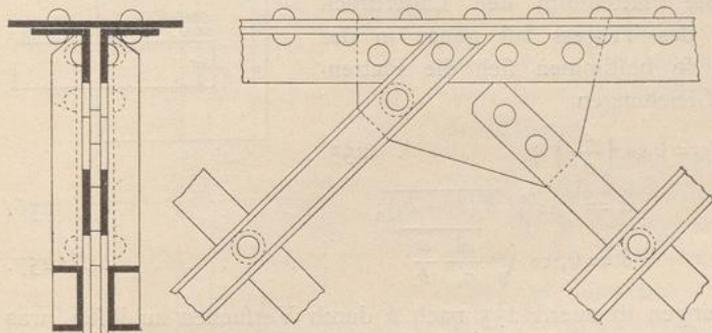


Fig. 624.



und daher werden unter Umständen Knotenbleche erforderlich (Fig. 511, S. 190 u. Fig. 624). Die einfachsten Formen lassen sich aus Fig. 618 bis 621 dadurch ableiten, daß man die Flacheisen durch L- oder C-Eisen ersetzt, dabei aber die etwa vorhandenen lotrechten Steifen wegläßt. Anderweitige Anordnungen zeigen Fig. 622 bis 624. Die gedrückten, von einem gezogenen gekreuzten Gitterstäbe können als im Kreuzungspunkte gegen Zerknicken ausgesteift angesehen werden.

c) Auflager der Träger.

Die Auflager der Träger erfordern in der Regel besondere Vorkehrungen. Die Auflagerflächen der Träger selbst sind gewöhnlich so schmal und, um an Trägerlänge zu sparen, so kurz, daß in der geringen Auflagerfläche der für Mauerwerk zulässige Druck überschritten wird. Die Träger zum Zwecke der Erzielung größerer Lagerflächen zu verlängern, hat keinen Zweck, da der hintere Teil dieser Flächen wegen der Durchbiegung der Träger wenig oder keine Pressung erhält, also nutzlos bleibt. Das nächste Verstärkungsmittel besteht in der Erhöhung der zulässigen Pressung auf die Untermauerung durch Herstellung eines Trägerlagers in Klinkern und Zement, besser in Haufstein. Aber auch dies genügt nur in der Minderzahl der Fälle; meist ist man gezwungen, zwischen Träger und Mauerwerk eine Druckverteilungsplatte aus Gufseisen einzulegen, deren Vorderkante mindestens 3 cm von der Mauerkante abstehen soll, um das höchst gefährliche Verkanten der durchgebogenen Träger und die daraus folgende überwiegende Uebertragung des Lagerdruckes auf die Mauerkante zu verhindern.

Um den Träger nicht zu lang zu erhalten und die Wand nicht zu sehr zu schwächen, macht man diese Lagerplatten kurz, aber breit. Für möglichst sparsame Ausbildung der Platten an sich ergeben sich die Abmessungen nach folgendem.

β) Der Gitterträger mit steifen Stäben aus L- oder C-Eisen wird bei großen Höhen, wo die Gitterstäbe erheblichen Druckkräften ausgesetzt sind, neuerdings aber überhaupt dem unter α besprochenen vorgezogen; jedoch stellt man auch hier die Stäbe, die nur Zug erhalten können, wohl aus Flacheisen her.

Bei größeren derartigen Trägern genügt für den Anschluß eines Gitterstabes an die Gurtung ein Niet (Fig. 623) nicht mehr,

326.
Druck-
verteilungs-
platten.