

Bei Winkel- und Formeisen sind die sogenannten Wurzelmaße  $w_1$  und  $w_2$ , Abb. 556 bis 558, einzuhalten, bei denen sich die Niete in Rücksicht auf die Döpper- und Kopfdurchmesser noch schlagen lassen. Sie sind für die normalen Winkeleisen durch die DIN 1032, Blatt 1 bis 3, und 1033 festgelegt, vgl. Zusammenstellung 82, die sowohl für gleich- wie auch für ungleichschenklige Winkeleisen gilt, so daß z. B. für ein L 65·130·12 die Wurzelmaße der Abb. 558 maßgebend sind. Diejenigen der U-, I-, Z- und L-Eisen sind in DIN 1030 und 1031 enthalten.

### 3. Genietete Blechträger.

#### a) Wahl der Hauptabmessungen.

Sie werden, wenn die normalen gewalzten Formeisen nicht ausreichen oder zu schwer ausfallen, angewendet und aus Stegblechen und angenieteten Winkeln zusammengesetzt, die durch Gurtplatten weiter verstärkt werden können, Abb. 562 und 563. Es entstehen I- oder kastenförmige, zur Aufnahme von Biegemomenten besonders geeignete Querschnitte. Ihre Höhe  $h$  nimmt man an Laufkran- und festen Trägern gleich  $\frac{1}{8}$  bis  $\frac{1}{10}$ , ausnahmsweise bis  $\frac{1}{14}$  der Spannweite, an Auslegern von Dreh-

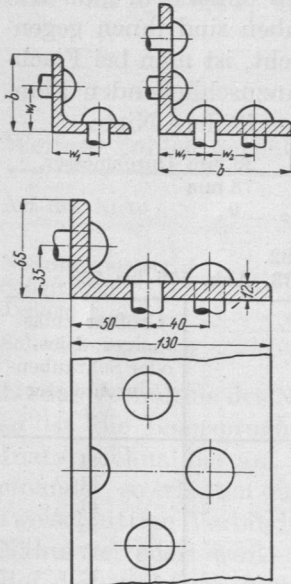


Abb. 556—558.  
Nietverbindungen an Winkel-  
eisen. M 1 : 5.

kranen, die meist als Kasten-  
träger ausgebildet werden,  
gleich  $\frac{1}{6}$  bis  $\frac{1}{7}$  der Ausladung.  
Je größer die Höhe sein kann,  
um so leichter fällt der Träger  
aus, weil das Widerstandsmo-  
ment des Querschnitts mit der  
zweiten Potenz der Höhe  
wächst.

Ist das an einer beliebigen  
Stelle wirkende größte Biege-  
moment  $M_b$ , so ergibt sich das  
dort nötige Widerstandsmo-  
ment aus:

$$W = \frac{M_b}{k_b} \quad (28)$$

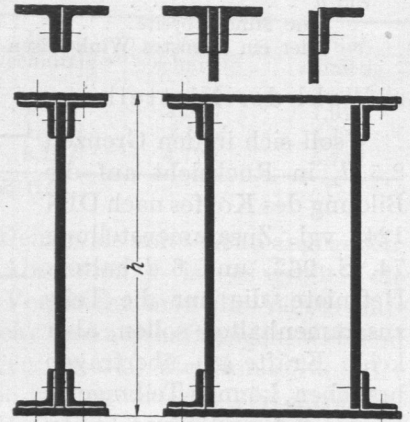


Abb. 559—563.  
Anschlüsse von Winkeleisen und Aus-  
bildung von Blechträgern.

und das Trägheitsmoment aus

$$J = W \cdot \frac{h}{2}$$

$k_b$  darf für weichen Flußstahl an Brücken bis zu 1400, bei Berücksichtigung des Winddruckes 1600 kg/cm<sup>2</sup>,

an Kranträgern für Hebezeuge mit geringen Geschwindigkeiten (Handbetrieb) zu 900 bis 1100 kg/cm<sup>2</sup>,

bei mittleren und hohen Geschwindigkeiten zu 700 bis 900 kg/cm<sup>2</sup> angenommen werden,

an Hochbauten nach [VI, 6] bei Verwendung von Stahl 37 · 12 zu 1200 kg/cm<sup>2</sup>,

bei Verwendung von hochwertigem Stahl von 4800 bis 5800 kg/cm<sup>2</sup> Festigkeit und  $\delta_l \geq 18\%$  Bruchdehnung zu 1560 kg/cm<sup>2</sup>.

Dabei sind die ungünstigsten, gleichzeitig auftretenden Wirkungen der ständigen Last, der Verkehrs- und Schneelast, sowie Bremswirkungen oder Schrägzug, soweit sie von einem Kran herrühren, zu berücksichtigen. Bei sorgfältigster Durchbildung, Berechnung und Ausführung sind noch Erhöhungen der Beanspruchungen zulässig, vgl. [VI, 6].

Bei der Berechnung geht man unter Aufzeichnung des Querschnittes so vor, daß man das Trägheitsmoment  $J$  nach Wahl der Träger- oder Steghöhe zunächst durch Hinzu-

fügen der Winkeleisen und, wenn diese nicht genügen, durch Aufsetzen von Gurtplatten zu erreichen sucht. Dabei sind die Nietlöcher zu berücksichtigen; und zwar brauchen, wenn Gurtplatten notwendig sind, im allgemeinen nur die Nietlöcher abgezogen zu werden, die zum Anschluß der Platten dienen, wenn diejenigen im Steg versetzt zu jenen angeordnet sind. Wenn aber der Abstand der Kopf- und Halsniete kleiner als  $2d$  wird, müssen beide Nietlöcher abgezogen werden, da dann ein Bruch durch beide Löcher gehen würde.

Anhaltspunkte für den ersten Entwurf gibt die folgende Zusammenstellung.

Zusammenstellung 83. Übliche Maße an Blechträgern.

$h$ cm	Stegstärke cm	Winkeleisen cm	Gurtplattendicke cm	Übliche Zahl der Platten an einem Gurt $\leq$
50—70	1,0—1,2	8—10	1,0—1,4	2
75—100	1,0—1,3	8—12	1,1—1,5	3
105—150	1,1—1,4	10—13	1,2—1,5	4
150	1,2—1,6	12—20	1,2—1,8	4

Die Plattendicke wird mit Rücksicht auf die Stoßdeckung am besten gleich der Winkeleisendicke gewählt.

Nach den Auflagern zu läßt sich der Träger infolge der abnehmenden Biegemomente schwächer halten. Entweder verringert man zu dem Zwecke dort die Zahl der Gurtplatten oder die Trägerhöhe oder auch beide. Die Form gleichen Widerstandes würde im Falle rechteckigen Trägerquerschnitts, sowohl wenn die Belastung gleichmäßig verteilt ist (vgl. lfd. Nr. 6 der Zusammenstellung 7, S. 33), als auch, wenn sie aus einer beweglichen Einzellast besteht (Laufkranträger, bei dem die Laufkatze durch eine Einzellast ersetzt ist), elliptisch begrenzt sein. An den Enden muß der Querschnitt genügen, die größten auftretenden Querkräfte aufzunehmen, vgl. Berechnungsbeispiel 2. Praktisch nähert man die Form der leichteren Ausführung wegen durch eine solche mit geraden Umrissen, die die Ellipse berühren, an, Abb. 583a und 544. Die genauere Untersuchung unter Berücksichtigung des I-Querschnittes der Blechträger zeigt, daß die schrägen Umrißlinien etwas in die elliptische Begrenzung einschneiden können, daß also der nach dem eben erwähnten Verfahren ermittelte Träger noch etwas leichter gehalten werden kann.

b) Berechnung der Nietteilung an den Trägergurtungen.

Die Halsniete, welche die Gurtung mit dem Steg verbinden, haben die Aufgabe, die Ausbildung der Gurtspannungen zu ermöglichen, die in den einzelnen Trägerquerschnitten verschiedene Größe annehmen. Betrachten wir zwei um die Strecke  $e$  voneinander entfernte Ebenen  $I$  und  $II$ , Abb. 564, in denen die Biegemomente  $M_1$  und  $M_2$  herrschen mögen. In einer Faser des Gurtes im Abstände  $y$  von der neutralen Achse wirken in den Ebenen  $I$  und  $II$  verschiedene Spannungen

$$\sigma_I = \frac{M_1 \cdot y}{J} \quad \text{und} \quad \sigma_{II} = \frac{M_2 \cdot y}{J}.$$

Hat die betrachtete Faser den Querschnitt  $df$  und summiert man die Spannungen im gesamten Gurtquerschnitt, so wird die Kraft in der Ebene  $I$ :

$$N_1 = \int \sigma_I \cdot df = \int \frac{M_1}{J} y \cdot df,$$

die in der Ebene  $II$ :

$$N_2 = \int \frac{M_2}{J} \cdot y \cdot df.$$

Der Unterschied beider

$$N = \int y \cdot df \frac{M_1 - M_2}{J} = \frac{M_1 - M_2}{J} \int y \cdot df$$

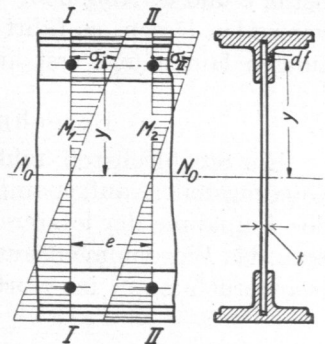


Abb. 564. Zur Ermittlung der Nietteilung an Blechträgern.

muß durch die Nietung aufgenommen werden, um die Spannungsbildung in den Gurten

sicher zu stellen. Nun ist  $\int y \cdot df$  das statische Moment  $S$  des Gurtquerschnittes, bezogen auf die Nulllinie  $N_0N_0$ , während  $M_1 - M_2$  gleich dem Inhalt der Querkraftfläche auf der Strecke  $e$ , Abb. 565, also gleich  $Q \cdot e$  ist, so daß

$$N = \frac{Q \cdot e}{J} \cdot S \quad (144)$$

wird. Faßt man  $e$  als Nietteilung auf, so muß ein Niet die Kraft  $N$  übertragen. Ist umgekehrt der Nietdurchmesser  $d$  und damit  $N = \frac{\pi d^2}{4} k_n$  bzw.  $N = d \cdot t \cdot p_0$  gegeben, so folgt die Teilung aus:

$$e = \frac{N \cdot J}{Q \cdot S} = \frac{\pi d^2 \cdot k_n \cdot J}{4 \cdot Q \cdot S} \quad \text{bzw.} \quad \frac{d \cdot t \cdot p_0 \cdot J}{Q \cdot S}, \quad (145)$$

worin bedeutet:

$J$  das Trägheitsmoment des gesamten Trägerquerschnitts, bezogen auf die Schwerlinie  $N_0N_0$  in  $\text{cm}^4$ ,

$S$  das statische Moment des durch die Niete anzuschließenden Querschnittes, hier also das der ganzen Gurtung in  $\text{cm}^3$ ,

$Q$  die Querkraft in kg,

$t$  die Stegblechstärke in cm,

und für  $k_n$  die zulässige Belastung zweischnittiger Niete einzusetzen ist.

Die Teilung der Halsniete, auf die größten in den einzelnen Schnitten auftretenden Querkräfte berechnet, soll  $6d$  nicht überschreiten. Ergibt die Rechnung größere Entfernungen, so wird der Grenzwert  $e = 6d$  ausgeführt. So genügt es an Kranbalken häufig, die Teilung an den Enden, wenn die Katze in der äußersten Stellung steht, zu ermitteln, da dann die größtmöglichen Querkräfte entstehen. Die Kopfniete, welche die Gurtplatten anschließen, haben zufolge des kleineren statischen Moments des Plattenquerschnitts geringere Kräfte aufzunehmen, werden jedoch meist mit der gleichen Teilung mitten zwischen den Halsnieten, also um  $\frac{e}{2}$  verschoben, angeordnet. Nur in dem Falle, daß sie weitere Teilung oder kleineren Durchmesser bekommen sollen, sind sie sinngemäß besonders zu berechnen.

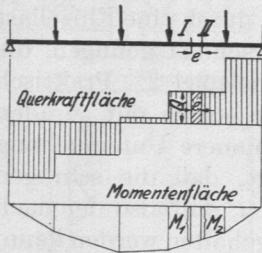


Abb. 565. Querkraft- und Momentenfläche.

Bei längeren Blechträgern müssen Stege und Gurtungen aus mehreren Teilen zusammengesetzt, „gestoßen“ werden. Diese Stellen werden, sofern der Versand des ganzen Trägers möglich ist, gegeneinander versetzt; so liegt in der Abb. 582 der Stoß des Stegbleches bei  $I-I$ , der der Winkeleisen und der Gurtbleche nach der Mitte des Trägers, bei  $b, c$  und  $a$ , Abb. 586. Sind die Blechträger so lang, daß sie sich nicht als ein Ganzes versenden lassen, so führt man Universalstöße aus, die durch den Steg und die Gurtungen laufen und erst an der Baustelle geschlossen werden.

### c) Berechnung der Stegblech- und Gurtungsstöße.

Ein Stegblechstoß muß das Biegemoment, soweit es nicht von den durchlaufenden Gurtungsteilen aufgenommen wird, sowie die gesamte Querkraft übertragen, denn an der Aufnahme der letzteren hat die Gurtung nur sehr geringen Anteil. Annähernd kann man das Biegemoment aus dem Widerstandsmoment  $W_s$  des Stegbleches und der Biegebeanspruchung  $\sigma_b$  im Gurtblech des Trägers ermitteln, Abb. 583:

$$M_{bs} = W_s \cdot \sigma_b \cdot \frac{h_1}{h} = \frac{t \cdot h_1^3}{6h} \cdot \sigma_b, \quad (146)$$

wenn  $t$  die Stegblechstärke in cm,

$h_1$  die Stegblechhöhe in cm,

$h$  die Höhe des gesamten Trägers in cm ist.

Die Stoßstelle wird nach Abb. 566 durch Laschen von der Stärke der Gurtwinkel oder  $t_1 = 0,6$  bis  $0,8t$ , möglichst nicht unter 8 mm Dicke gedeckt. Das Moment  $M_{bs}$  und

die ganze Querkraft  $Q$  werden durch die Niete übertragen, die in verschiedenen Entfernungen  $a$  von der neutralen Faser des Trägers angreifen. Man macht nun die Annahme, daß

a) die Querkraft sich gleichmäßig über die Niete verteilt, so daß auf jedes der  $n$ -Niete (in Abb. 566  $n = 16$ )

$$N_Q = \frac{Q}{n} \text{ kg} \quad (147)$$

entfallen,

b) die Belastungen der Niete durch das Moment  $M_{bs}$  sich verhalten, wie ihre Abstände  $a_1, a_2, a_3$  von der neutralen Faser. Dann bestehen zwischen den Belastungen  $N_1, N_2, N_3 \dots$  der Niete die Beziehungen:

$$N_1 = N_1 \cdot \frac{a_1}{a_1}, N_2 = N_1 \cdot \frac{a_2}{a_1}, N_3 = N_1 \cdot \frac{a_3}{a_1} \dots$$

während 
$$M_{bs} = \sum N \cdot a = N_1 \cdot \frac{\sum a^2}{a_1},$$

oder 
$$N_1 = M_{bs} \cdot \frac{a_1}{\sum a^2} \quad (148)$$

wird, wobei  $N_1$  die Belastung des am weitesten von der neutralen Faser entfernten Nietes ist. Die Gesamtbelastung dieses zweiseitigen Nietes ist dann

$$N = \sqrt{N_Q^2 + N_1^2}$$

und muß kleiner sein, als die zulässige Belastung

$$N \leq \frac{\pi}{4} d^2 \cdot k_n \text{ bzw. } \leq dt \cdot p_0$$

Beim Entwurf geht man so vor, daß man zunächst die Zahl der Nietreihen und der Niete selbst schätzt, dann nachrechnet und, wenn nötig, Abänderungen trifft.

Bei den Stößen in den Gurtungen ist die Längskraft  $P$  in den durchschnittenen Stücken

1. durch den Widerstand der Nietung,

2. durch die Festigkeit der Laschen aufzunehmen.

$P$  darf, sicher gerechnet, zu  $P = f \cdot \sigma_b$  angenommen werden, wenn  $f$  den Querschnitt der durchschnittenen Stücke,  $\sigma_b$  die größte an der betrachteten Stelle auftretende Biegebeanspruchung bedeuten.

$$n_3 = \frac{P}{N} = \frac{P}{\frac{\pi}{4} d^2 \cdot k_n} \text{ bzw. } \frac{P}{d \cdot t \cdot p_0}$$

liefert die Anzahl der nötigen Niete.

#### 4. Konstruktive Durchbildung fester Nietverbindungen.

Daß man bei der konstruktiven Durchbildung der Eisenbauwerke von den normalen Blechen, Stab- und Formeisen ausgeht, war schon oben bemerkt. An den Kanten und Enden begrenzt man die einzelnen Stäbe möglichst geradlinig und senkrecht zur Achse, Abb. 568, um bei der Herstellung mit einem Säge- oder Scherenschnitte kleinster Fläche auszukommen. Wegen des besseren Anschlusses schräg begrenzte Winkeleisen werden zweckmäßigerweise nach Abb. 567 zunächst durch einen Schnitt senkrecht zur Achse und dann durch schräges Beschneiden des einen Schenkels gewonnen. Auch die Knotenbleche erhalten, wenn irgend möglich, geradlinige Umrisse ohne einspringende, schwierig auszuführende Ecken. Mit der Schere dürfen Bleche nur dann geschnitten werden, wenn einem Einreißen durch das Schneiden selbst oder durch entsprechende Vorarbeit, insbesondere durch gute Ausrundungen, sicher vorgebeugt wird. Freier ist man in der Ge-

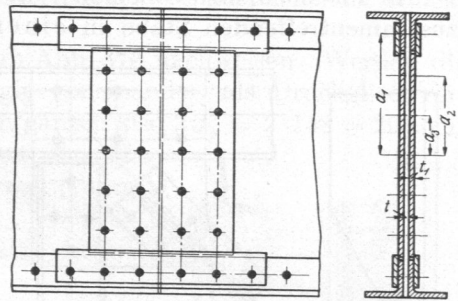


Abb. 566. Stegblechstoß an Blechträgern.