

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-

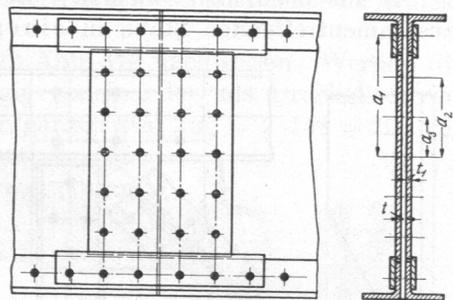


Abb. 566. Stegblechstoß an Blechträgern.

staltung bei Anwendung der Brennschneidverfahren. Sowohl bei den beiden vorstehend genannten Verfahren, wie auch bei etwaigem Stanzen ist nach DIN 1000 der neben dem Schnitt befindliche Stoff an flußstählernen Stücken in mindestens 2 mm Breite durch Hobeln, Fräsen, Schleifen oder Feilen zu beseitigen. Ausnahmen bilden in dieser Beziehung nur unwesentliche Teile, wie Futterstücke u. dgl. Die in Aussicht genommene Art der Bearbeitung ist schon bei der Formgebung zu berücksichtigen.

Zur konstruktiven Durchbildung der Blechträger ist zu bemerken, daß man ungleichschenkelige Winkeleisen mit den kürzeren Schenkeln am Stegbleche anschließt, um die längeren vorteilhafter, nämlich mit höherer Spannung ausnutzen zu können. Die Gurtplatten läßt man seitlich um 5 bis 10 mm über die Gurtwinkel überstehen. Bei größerer Höhe wird der Steg durch aufgenietete Winkeleisen in etwa 1,2 bis 1,7 m Abstand, Abb. 582, versteift.

An Fachwerken sollen sich die Schwerlinien der einzelnen in einem Knotenpunkte zusammentreffenden Stäbe in einem Punkte schneiden, Abb. 568 und 581, um Biegemomente auszuschalten. Nur bei kleineren Winkel-eisen benutzt man des leichteren Anreißens wegen



Abb. 567. Schräg abgeschnittenes Winkeleisen.

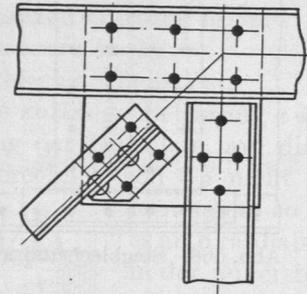


Abb. 568 und 569. Ausbildung von Knotenpunkten. Anschluß des Winkelblechs durch einen Hilfswinkel.

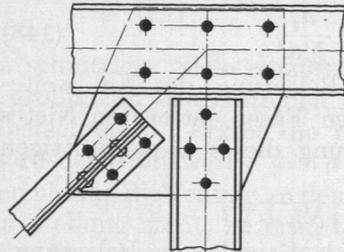


Abb. 570 und 571. Auf Zug beanspruchte Niete (links) sind zu vermeiden.

statt der Schwerlinien der Querschnitte die Mittellinien der Nietreihen. Gezogene Stäbe stellt man aus Flacheisen her, in neuerer Zeit aber fast allgemein wie die auf Druck oder Knickung beanspruchten, aus Eisen steifer Form, aus L-, T-, U- und I-Eisen. Notwendig wird die Vermeidung aller Flacheisenstäbe, wenn Erschütterungen, wie beim Betrieb von Kranen, nicht zu vermeiden sind. Reichen die Stege oder die seitlichen Flächen der Formeisen zum Anschluß an den Knotenblechen nicht aus, so müssen besondere Hilfswinkel, Abb. 568, vorgesehen werden. Jeder wesentliche Kräfte übertragende Stab ist mit mindestens zwei Nieten anzuschließen. Auf Zug oder Biegung beanspruchte Niete, Abb. 570, sind zu vermeiden, und durch Verbindungen, bei denen die Kräfte durch den Gleitwiderstand, Abb. 571, aufgenommen werden oder durch Schrauben zu ersetzen. Das Zusammenpassen und Aneinanderstoßen der Stabenden ist nur ausnahmsweise, wie in Abb. 581 des Fugenschlusses wegen zulässig, da die Ausführung unnötigerweise erschwert ist, die Kräfte aber nicht durch den Stoß, sondern durch die Niete übertragen werden sollen. Im Gegenteil sind Zwischenräume von einigen Millimetern, Abb. 569, erwünscht, um kleine Ungenauigkeiten in der Länge der Stäbe ausgleichen zu können. Auch die Knotenbleche begrenzt man in Rücksicht auf geringe Fehler beim Anschließen der Glieder nach Abb. 569 und 580 so, daß man einigen Spielraum in der Lage derselben hat; man soll nicht verlangen, daß die Ecken der Knotenbleche genau mit den Stabkanten zusammenfallen, sondern nur, daß sie nicht über die Stabkanten hervorragen.

Gerade Stäbe oder solche mit geringem Knick, kann man an den Knotenblechen durchgehen lassen, wie das wagrechte U-Eisen in Abb. 569 und braucht dann den Anschluß nur auf den Unterschied der in den Stabteilen wirkenden Kräfte, bzw. die Resultante derselben, zu berechnen. Biegemomente sind sorgfältig zu vermeiden, oder, wenn sie sich nicht umgehen lassen, durch entsprechend berechnete Querschnitte und Anschlüsse aufzunehmen. So erachtet man die Ausbildung des Knotenpunkts Abb. 569 für

besser als die nach Abb. 568, weil die Kräfte auf das wagrechte U-Eisen symmetrisch zum Knotenmittelpunkte übertragen werden. Das Knotenblech erhält hierbei freilich nicht die einfache rechteckige Gestalt, wie in Abb. 568. Es gilt als Fehler, schlanke Zugstäbe an starke Gurtungen unter Weglassen der Knotenbleche anzuschließen; dagegen können Druckglieder unmittelbar mit den Gurtungen verbunden werden. Häufig verwandte zusammengesetzte Querschnitte für Druckstäbe, die dann benutzt werden, wenn die einfachen Formeisen nicht ausreichen oder zu schwer werden, zeigen die Abb. 572 bis 576. Die einzelnen Teile sind durch Bindebleche oder Flach- und Winkeleisen so vergittert, daß ihr Ausknicken auch auf den Teilstrecken, von Mitte zu Mitte Knotenpunkt der Vergitterung gerechnet, ausgeschlossen ist, unter der Annahme, daß die Teile an den Enden gelenkig geführt sind. Dabei verlangen die Vorschriften für Eisenbauwerke [VI, 17], daß der Schlankheitsgrad der einzelnen Teile kleiner als 30 und nicht größer als derjenige des ganzen Stabes ist, sofern kein besonderer Nachweis ausreichender Knicksteifigkeit des Gesamtstabes erbracht wird.

Die Wirkung der Vergitterung läßt sich leicht an Abb. 576 nachweisen. Werden die beiden C-Eisen NP 20 unvergittert, also unabhängig voneinander, als Druckglied verwandt, so sind ihre kleinsten Trägheitsmomente, im ganzen also  $2 J_y = 2 \cdot 148 = 296 \text{ cm}^4$  für die Tragfähigkeit maßgebend. Bei 4,5 m Länge und  $\epsilon = 5$  facher Sicherheit gegen Knicken würden sie nach Formel (16) mit

$$P = \frac{\pi^2 \cdot J_y}{\alpha \cdot \epsilon \cdot l^2} = \frac{\pi^2 \cdot 296 \cdot 2100000}{5 \cdot 450^2} = 6060 \text{ kg}$$

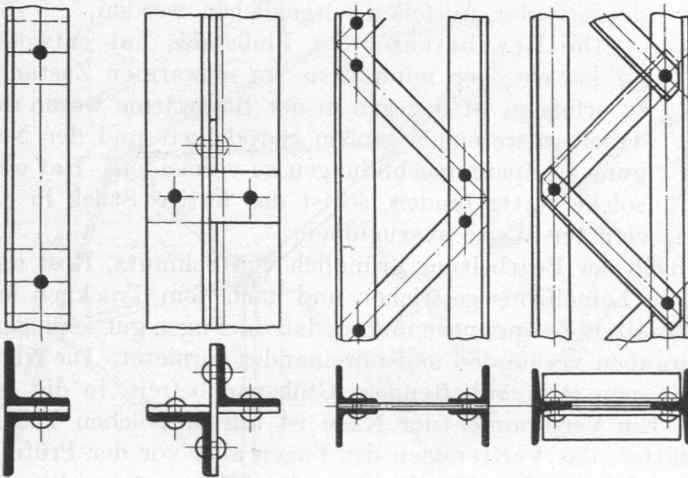


Abb. 572 bis 575. Übliche Formen für zusammengesetzte Druckstäbe.

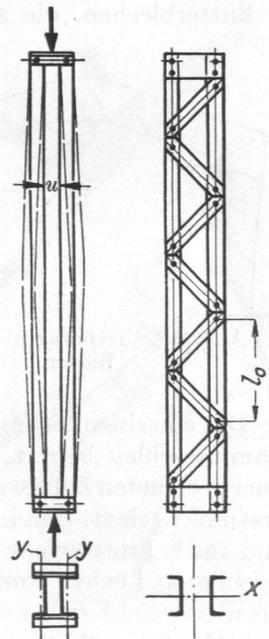


Abb. 576. Vergitterte U-Eisen.

belastet werden können. Ordnet man sie dagegen in einem lichten Abstand von mindestens  $u = 116 \text{ mm}$  an, und vergittert sie, so wird die Summe ihrer größten Trägheitsmomente  $2 J_x = 2 \cdot 1911 = 3822 \text{ cm}^4$  maßgebend, weil sich die beiden Teilstäbe gegenseitig so stützen, daß ein Ausknicken senkrecht zur  $Y$ -Achse ausgeschlossen ist. Der Abstand  $u$  ergibt sich aus der Bedingung, daß das Gesamtträgheitsmoment um die freie Achse  $J_y$  mindestens 10% größer sein soll als das auf die Materialachse bezogene  $J_x$ . Die Tragfähigkeit würde nach der Eulerschen Formel im Verhältnis der Trägheitsmomente  $\frac{J_x}{J_y} = \frac{1911}{148}$  auf das 13fache gestiegen sein. Da jedoch der Schlankheitsgrad des gesamten Stabes auf

$$\frac{l}{i} = \frac{l}{\sqrt{\frac{2 J_x}{2 F}}} = \frac{450}{\sqrt{\frac{2 \cdot 1911}{2 \cdot 32,2}}} = 58,3$$

gesunken ist, wird die Tetmajersche Formel (20) maßgebend, nach der sich die Knickspannung

$$K_k = K \left( 1 - c_1 \frac{l}{i} \right) = 3100 (1 - 0,00368 \cdot 58,3) = 2434 \text{ kg/cm}^2$$

und die Tragfähigkeit bei  $\mathfrak{S} = 5$ facher Sicherheit zu

$$P' = \frac{2 \cdot F \cdot K_k}{\mathfrak{S}} = \frac{2 \cdot 32,2 \cdot 2434}{5} = 31400 \text{ kg}$$

errechnet. Die letztere ist also durch die Vergitterung auf das rund 5,2fache gestiegen. Als größte Entfernung  $l_0$  der Bindebleche oder Gitterknotenpunkte folgt, da die Schlankheit des gesamten Stabes größer als 30 ist:

$$l_0 = 30 i_y = 30 \sqrt{\frac{J_y}{F}} = 30 \cdot \sqrt{\frac{148}{32,2}} = 64,3 \text{ cm.}$$

### 5. Ausführung von Eisenbauwerken.

Die Niet- und Schraubenlöcher sind nach der DIN 1000 — mit Ausnahme von solchen in Futterblechen, die gelocht werden dürfen, — zu bohren und vor dem Zusammenlegen und Nieten der Stücke sorgfältig vom Grat zu befreien. Zusammengehörige Löcher müssen gut aufeinander passen; kleine Abweichungen sollen durch Aufreiben mit der Reibahle, nicht aber durch Aufdornen oder Ausfeilen ausgeglichen werden.

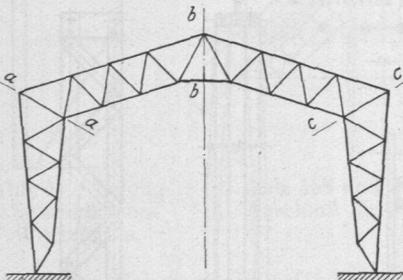


Abb. 577. Trennfugen an einem Binder.

Die Bearbeitung des Flußstahls hat entweder im kalten oder mindestens im rotwarmen Zustande zu erfolgen, ist dagegen in der Blauwärme wegen der dabei auftretenden großen Sprödigkeit und der Neigung zu Spannungsbildungen zu vermeiden. Hat eine solche stattgefunden, so ist das fertige Stück in geeigneter Weise auszuglühen.

Die einzelnen Teile werden nach der Bearbeitung gründlich von Schmutz, Rost und Hammerschlag befreit, mit gutem Leinölfirnis gestrichen und nach dem Trocknen auf einer geeigneten Zulage ohne gegenseitige Zwängungen und so, daß die Fugen gut schließen, zusammengelegt, durch Heftschrauben verbunden und miteinander vernietet. Die Niete sind im hellrotwarmen Zustande, von etwa anhaftendem Glühspan befreit, in die gut gereinigten Löcher einzuziehen. Ein Verstemmen der Niete ist nur an solchen Teilen, die wasserdicht sein sollen, gestattet, das Verstemmen der Fugen aber vor der Prüfung und Abnahme überhaupt nicht erlaubt. Alle nicht festsitzenden Niete müssen herausgeschlagen und durch neue ersetzt werden. Sollten sich einzelne Bauteile beim Vernieten verziehen, so müssen die Verbindungen nochmals gelöst und die Fehler sorgfältig beseitigt werden. Schließlich wird der Leinölanstrich an den Nietköpfen ergänzt.

Größere Bauwerke werden in Rücksicht auf den Versand und die leichtere Handhabung auf dem Bauplatz in Teile zerlegt, der Binder, Abb. 577, z. B. nach den Ebenen *aa*, *bb*, *cc*. Der Zusammenbau dieser in der Werkstatt fertig vernieteten Einzelteile erfolgt zweckmäßig durch Schrauben, um das Nieten auf dem Bauplatze möglichst einzuschränken, das wegen der schwierigen Ausführung am fertigen Bauwerke oft schlecht ausfällt. Eingepaßte Schrauben werden auf Abscheren und Leibungsdruck beansprucht; ihre Berechnung erfolgt unter Einsetzen der Beanspruchungen, die oben angegeben sind. Nur bei großen Bauwerken darf man auf genügend gute Nietung durch geübte Niettrupps auf dem Platz selbst rechnen. Zum Schutz gegen Rosten werden die Teile nach der Prüfung und Abnahme in der Werkstatt und nachdem alle Fugen mit Kitt sorgfältig geschlossen sind, mit einem dichten Grundanstrich von Bleimennigfarbe versehen. Nach erfolgter Aufstellung füllt man alle Räume zwischen den Eisenteilen, in denen sich Wasser