

führung über das berechnete Maß hinaus vergrößern muß; es sind dann alle anderen Maße beizubehalten; der ganze Anschluß ist aber um das Maß, das dem theoretischen  $b$  zugefetzt wurde, zu verlängern.

Die Vergrößerung von  $b$  wird immer nöthig bei Doppelkeilen und dreifachen Keilen, weil sonst die einzelnen Theile unausführbar geringe Breitenabmessungen erhielten. Man macht

$$b = 3 \delta \text{ bis } 4 \delta \text{ für Doppelkeile und}$$

$$b = 4 \delta \text{ bis } 5 \delta \text{ für dreifache Keile.}$$

Selbstverständlich muß der Keil an beiden Seiten des angeflossenen Theiles so viel Auflagerlänge haben, daß auch hier der zulässige Flächendruck auf den stützenden Theilen nicht überschritten wird.

Sehr häufig werden Keilanschlüsse, namentlich mit abgerundeten Keilen, auch nach den zu Fig. 432 bis 434 gegebenen Regeln ausgeführt, indem man die Augen um so viel verlängert, wie die Keillänge  $b$  den zu den Figuren gehörenden Bolzendurchmesser  $d''$  übertrifft.

## 2. Kapitel.

### Verlängerung von Eifentheilen.

Die Verlängerung von Eifentheilen kommt hier nur für Schmiedeeisen-Constructionen in Frage.

232.  
Allgemeine  
Regeln.

Die Verlängerung einfacher Querschnitte in Schmiedeeisen ist zum Theile bereits bei den Verbindungen durch Niete (Fig. 407 bis 410), Schrauben (Fig. 433 u. 434) und Keile (Fig. 437 bis 439) behandelt worden, da alle dort für Anschlüsse an anderweitige Theile gegebenen Formen auch für den Zusammenfluß gleichartiger Theile verwendet werden können.

Die bei Verlängerungen zu beobachtenden allgemeinen Regeln sind folgende:

1) Die Mittelkraft aller Spannungen muß in sämtlichen Theilen der Verbindung in die Schwerpunktsaxe der verbindenden und verbundenen Theile fallen.

2) Derjenige Querschnitt der verlängerten, bzw. verbindenden Theile, welcher durch die bei fast allen Verbindungen nöthige Lochung am meisten geschwächt ist, muß auch den vom ganzen Gliede verlangten Sicherheitsgrad besitzen. Es muß daher entweder das ganze Glied um die Verschwächung in der Verbindung mit Rücksicht auf das bei den Nietungen (in Art. 200, S. 138 u. 216, S. 148) Gefagte verstärkt werden, oder man muß dem Theile ein besonders geformtes Verbindungsglied anschweißen oder anstauchen, wie in Fig. 433, 434, 437 u. 438.

3) Die verbindenden Theile: Niete, Schrauben, Keile etc., sollen in sich auf Abfederung, Biegung und Lochlaibungs-Druck denselben Sicherheitsgrad besitzen, wie die verbundenen Theile an der schwächsten Stelle. Bezeichnet  $s'_a$  die zulässige Normalspannung in den verbundenen Theilen und etwaigen Laschen,  $s'_b$  in den verbindenden,  $s''$  den zulässigen Lochlaibungs-Druck,  $t$  die zulässige Scherspannung in den verbindenden,  $t'$  in den verbundenen Theilen und Laschen, so kann man nach den gemachten Erfahrungen folgende Verhältnisse dieser Spannungsgrößen einführen, wenn die verbindenden Theile als aus besonders gutem Materiale hergestellt angenommen werden:

$$\frac{s'_b}{s'_a} = 1,25, \quad \frac{t}{s'_a} = 1, \quad \frac{t'}{s'_a} = 0,8 \quad \text{und} \quad \frac{s''}{s'_a} = 1,5. \quad \dots \quad 138.$$

4) Die verbundenen Theile müssen hinter der Lochung für die verbindenden noch stark genug fein, um nicht auszureißen, bzw. ausgefchert zu werden.

5) Bei Verlängerung gedrückter Glieder rechnet man felten auf Kraftübertragung durch Flächendruck; meist macht man die verbindenden Theile, wie bei Zug, stark genug zur Uebertragung der ganzen Kraft.

Nach diesen Regeln lassen sich die Verlängerungen eintheiliger Querschnitte unter Benutzung der im vorhergehenden Kapitel gegebenen Formeln stets ausführen.

Nietverbindungen kommen hauptsächlich bei Verlängerung von Flacheisen, Profileisen und Eifentheilen zusammengesetzten Querschnittes, Keile fast nur bei Verlängerung von Flacheisen, Schrauben bei Verlängerung von Rundeisen zur Anwendung. Bei Flacheisen sind früher vielfach, gegenwärtig feltener auch noch andere Verbindungsweisen benutzt.

**a) Verlängerung von Flacheisen und Rundeisen.**

Für die Verlängerung von Constructionstheilen, die aus Flacheisen gebildet sind, werden hauptsächlich die nachstehenden Mittel verwendet.

233.  
Verlängerung  
von  
Flacheisen.

1) Klammerverbindung (Fig. 440<sup>85</sup>). Eine nach Art der Holzklammern

Fig. 440.



(siehe Art. 121, S. 96) gestaltete Klammer bewirkt die Vereinigung der beiden zu verbindenden Theile; an einem der letzteren ist ein Haken, am anderen ein Auge angeschmiedet; eben so ist die Klammer am einen Ende mit einem Haken, am anderen mit einer Oese versehen<sup>86</sup>.

2) Splintverbindung, deren Anordnung aus Fig. 441 u. 442<sup>85</sup>) ohne Weiteres ersichtlich ist.

Fig. 441.

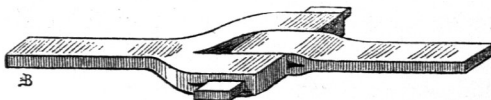


Fig. 442.

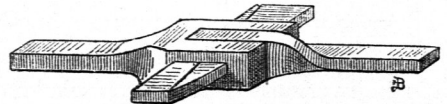
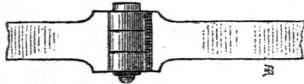


Fig. 443.



3) Gelenkbolzen- oder Charnier-Verbindung (Fig. 443), deren Bolzen mit oder ohne Schraubengewinde gebildet ist.

4) Keil-, bzw. Splintverbindung unter Zuhilfenahme von Ringen. An die Enden der zu verbindenden Theile werden Nafen angeschmiedet; die in entgegengesetztem Sinne angeordneten Nafen werden in der durch Fig. 444 u. 445<sup>85</sup>) veranschaulichten Weise

Fig. 444.

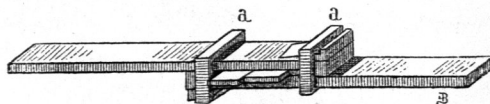
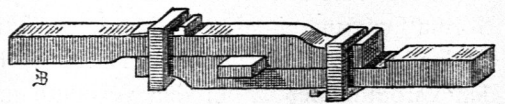


Fig. 445.



<sup>85</sup>) Fac.-Repr. nach: *Gazette des arch.* 1873, S. 76 u. 77.

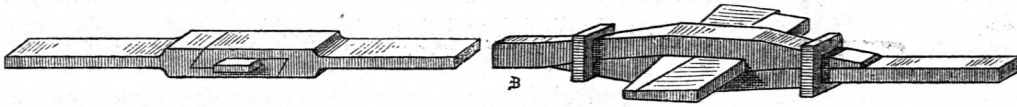
<sup>86</sup>) Diese Verbindungsweise ist von *Pierre de Montereau* in der *Sainte-Chapelle* zu Paris in Anwendung gekommen die Verbindungsklammern sind nach Art der Ketten in größerer Zahl an einander gereiht.

an einander gelegt und durch Keile, bezw. Splinte aus einander gehalten; zwei eiserne Ringe *a* haben die Löfung der Verbindung zu verhüten.

Bei den in Fig. 444 u. 445 dargestellten Verbindungen sind noch besondere Hilfsstücke erforderlich; wo Keile in Anwendung sind, ist ein Anspannen des betreffenden Constructionstheiles möglich.

Fig. 446.

Fig. 447.



5) Verzahnung (Fig. 446 u. 447<sup>85</sup>). Auch hier wird häufig das Umlegen von zwei Eisenringen um die Verbindungsstelle nothwendig.

6) Vernietung. Bei Verlängerung von Flacheisen kommt der einseitige oder doppelte Anchluss, bezw. die einfache oder doppelte Verlafchung (siehe Art. 212 bis 215, S. 146 bis 148) zur Verwendung.

Diese Verbindungen sind bis auf die unter 6 angeführten Vernietungen den altgewohnten Holzverbindungen nachgebildet, deren Gestalt sie gröfstentheils mit unwesentlichen Veränderungen beibehalten haben. Sie können heute als veraltet angesehen werden, da sie fast durchweg durch die Verbindungen unter 6 und die im Nachfolgenden zu besprechenden verdrängt sind; nur die unter 3 angeführte Verbindung findet sich noch häufig bei Thür-, Fenster- und Kastenbeschlägen. Der Grund des Verschwindens dieser früher meist verwendeten Verbindungen liegt darin, dass ihre Form dem Wesen des Eisens wenig entspricht und daher hohe Herstellungskosten verursacht.

Die geschweiften Augen, wie in Fig. 441, sind wegen der Schweißung unzuverlässig; eben so bedingen Gabelungen, wie in Fig. 441 u. 442, ganz besonders sorgfältige Herstellung, und die in Fig. 441, 442, 444, 445, 446 u. 447 verwendeten Einschnitte für Keile sind in der erforderlichen Gestalt nur mittels der Feile herzustellen, daher vergleichsweise sehr theuer.

Sollen Constructionstheile, die aus Rundeisen gebildet sind, verlängert werden, so kann dies im Wesentlichen in dreifacher Weise geschehen:

1) Der eine der zu verbindenden Theile wird in eine Oese, der andere in einen Haken ausgeschmiedet, welcher letzterer nach Art der Kettenhaken gestaltet wird (vergl. Fig. 440).

2) Man benutzt die im vorhergehenden Kapitel (unter c) vorgeführten Bolzenverbindungen bei doppeltem Anschluss oder doppelter Lafchung (siehe Art. 226 bis 229, S. 155 bis 158).

3) Es wird ein sog. Spannschlofs (Fig. 448) angewendet. Dasselbe besteht aus zwei vereinigten Muttern mit Gegengewinde, welche die mit Gewinde versehenen Enden von zwei Rundeisenstangen aufnehmen und durch starkes Anziehen die Erzielung von Anfangsspannungen in solchen Theilen gestatten, von denen man Straffheit schon vor der Belastung verlangt.

Fig. 448.



#### b) Verlängerung von Profileisen und Eisentheilen zusammengesetzten Querschnittes.

Für Constructionstheile, die aus einzelnen oder mehreren Profileisen bestehen, kommen fast ausschließlich Vernietungen in Frage. Es kommen zur Anwendung:

234.  
Verlängerung  
von  
Rundeisen.

235.  
Verlängerung  
von  
Profileisen.

Fig. 449.

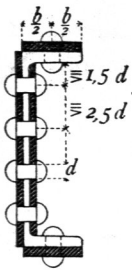
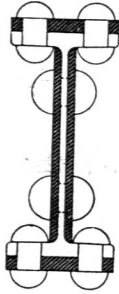


Fig. 450.



1) Für Winkeleisen die bereits in Art. 218 (S. 149) angegebenen Lafschungen.

2) Kreuzeisen werden durch doppelte Verlaschung eines jeden der 4 Schenkel verbunden; dieses Verfahren ist un bequem und felten.

3) **L**-Eisen werden mittels doppelter Lafschung des Steges und einfacher Lafschung der Flansche gestofsen (Fig. 449).

4) Das **I**-Eisen wird wie das **L**-Eisen gestofsen (Fig. 450).

5) Das **T**-Eisen wird mittels doppelter Lafschung des Steges und einfacher äußerer Lafschung des Flansches gestofsen; im Uebrigen wird dieser Stofs felten nothwendig.

6) Das **Z**-Eisen wird wie die vorhergehenden gestofsen; es hat indefs der Stofs von **Z**-Eisen meist nur als Auflager des einen Stückes zu dienen und beschränkt sich dann auf die doppelte Lafschung des Steges.

Bei der Berechnung dieser Verbindungen sind folgende Punkte im Auge zu behalten.

Die Berechnung darf nicht für den Querschnitt im Ganzen aufgestellt, sondern muß für jeden Theil (Steg, Flansch etc.) gefondert durchgeführt werden, damit nicht die Verbindung in einem Theile zu stark, im anderen zu schwach wird. Die Verbindungstheile (Niete, Bolzen, Keile) müssen in gleichartigen Theilen des Querschnittes in dieselbe Schnittebene, in verschiedenen Theilen können sie in verschiedene Schnittebenen gebracht werden, damit der Querschnitt, so weit als möglich, durch die Lochung keine Schwerpunktsverlegung erfährt. Beim **T**-, **L**- und **I**-Eisen ist dies nicht immer durchzuführen.

Liegt der Stofs in einem gedrückten Theile, welcher wegen des erforderlichen Widerstandes gegen Zerknicken eine Verstärkung gegenüber dem nur auf Druck nöthigen Querschnitt erfahren hat, in der Nähe der Mitte, so muß die Verbindung unter Zugrundelegung des voll belastet gedachten, verstärkten Querschnittes berechnet werden; liegt der Stofs aber in der Nähe des Endes, wo die Gefahr des Zerknickens gering ist, so braucht die Verbindung nur auf die gleichförmig über den ganzen Querschnitt vertheilt gedachte, wirklich vorhandene Drucklast bemessen zu werden (vergl. Art. 200, S. 138).

Für Theile, welche Spannungswechseln ausgesetzt und daher nach den neueren Methoden mit Rücksicht auf die *Wöhler'schen* Versuchsergebnisse<sup>87)</sup> bemessen sind, empfiehlt es sich, gleiche Spannungsermäßigungen auch in den Verbindungen eintreten zu lassen. Dies geschieht von selbst, wenn man die Verbindungstheile nicht mit absoluten Spannungswerten, sondern, vom verschwächten Querschnitt der zu verbindenden Theile ausgehend, mit den Verhältniszahlen der Spannungswerte in Gleichung 138. (S. 162) berechnet.

Uebrigens zeigt Fig. 450 ganz besonders deutlich, wie ungünstig solche Profile durch Stöße beeinflusst werden. Obwohl für den Flansch besonders dünne Niete benutzt sind, ist doch fast der ganze Flansch durch die Löcher beseitigt, und die Köpfe der Flanschniete sind so nahe an die Steglaschen gerückt, daß sie kaum ausgebildet werden können. Man thut daher gut, Verlängerungen solcher Profileisen ganz zu vermeiden.

236.  
Berechnung  
dieser  
Verbindungen.

<sup>87)</sup> Siehe Theil I, Bd. 1 dieses »Handbuchs«, Art. 283 (S. 248).

Für die zusammengesetzten Querschnitte gelten sowohl die allgemeinen, wie auch die für mehrtheilige Profile im Vorstehenden gegebenen Regeln.

Man legt zwischen die Theile zusammengesetzter Querschnitte gern offene Schlitz von solcher Breite, daß an den Stosstellen entsprechend starke Lafchen für die inneren Theile direct auf diese eingelegt werden können. Diese Methode führt zu bequemen und gut wirkenden Verbindungen, hat aber den wesentlichen Nachtheil, daß die engen, langen Schlitz nicht genügend gereinigt und im Anstriche erhalten werden können. Bei Theilen, welche der Witterung oder Feuchtigkeit (z. B. Dampf) ausgesetzt sind, sieht man daher von dieser bequemen Anordnung zweckmäßiger Weise möglichst ab.

Von wesentlichem Einflusse auf die Stofsanordnungen ist die Frage, ob man alle Theile des ganzen Querschnittes in einer und derselben Ebene oder ob man einzelne Gruppen der Theile in verschiedenen Ebenen stützt, d. h. ob man sog. Universalstöße oder versetzte Stöße anordnet.

Die Verwendung des Universalstoßes hat den Vortheil, daß die zwischen zwei Stößen liegenden Gliedtheile in der Fabrik vollkommen fertig gestellt werden können, so daß bei der Aufstellung nur die Stofsverbindungstheile einzufügen sind; allein das Durchschneiden aller Theile an einer Stelle ist der gleichmäßigen Widerstandsfähigkeit aller Querschnitte des betreffenden Bautheiles besonders schädlich.

Hat man die Stöße versetzt, so können die überragenden Enden der Gruppen erst nach dem Zusammenlegen verbunden werden; es ergibt sich also viel Arbeit auf der Baustelle selbst, aber zugleich eine gleichmäßigere Widerstandsfähigkeit.

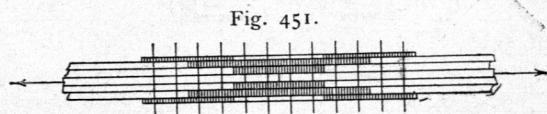
Universalstöße wird man demnach anbringen, wenn es sich um schnelle und bequeme Aufstellung handelt, namentlich dann, wenn an bestimmten Stellen der Glieder verminderte Festigkeit zulässig erscheint oder leicht eine Verstärkung durch anderweitige Constructionstheile (z. B. große und starke Knotenbleche) erzielt werden kann; versetzte Stöße dagegen, wenn es bei langen Constructionstheilen auf thunlichst gleichmäßige Festigkeit in allen Querschnitten in erster Linie ankommt und die nachträgliche Verbindung der überstehenden Theile auf der Baustelle keine erheblichen Schwierigkeiten verursacht.

Die einfacheren Formen zusammengesetzter Querschnitte sind die folgenden.

1) Das mehrfache Flacheisenband. Ist ein Schlitz darin vorhanden, so erfolgt die Verbindung durch eine eingelegte Lafche; bei Universalstoß muß der Schlitz die doppelte Stärke des einzelnen Bandes haben, bei versetztem Stoße die einfache. Bei versetztem Stoße muß selbstverständlich zwischen den beiden Stosstellen die Zahl der für den Stoß nöthigen Verbindungstheile (Niete, Bolzen) doppelt vorhanden sein.

Ist kein Schlitz angeordnet, so erfolgt die Verbindung für Universalstoß durch beiderseits, für versetzten Stoß durch einseitig aufgelegte Lafchen von der Stärke der Bänder.

Soll von mehreren unmittelbar auf einander liegenden Bändern eines der inneren gestoßen werden, so muß man die Stofslafche ein- oder zweiseitig auf die äußersten Bänder legen. Man hat sich dann aus den nicht gestoßenen Bändern das in Fig. 451 veranschaulichte Lafchen-System herausgeschnitten zu denken, worin die Länge der eigentlichen Außenlafchen nach jeder Seite des

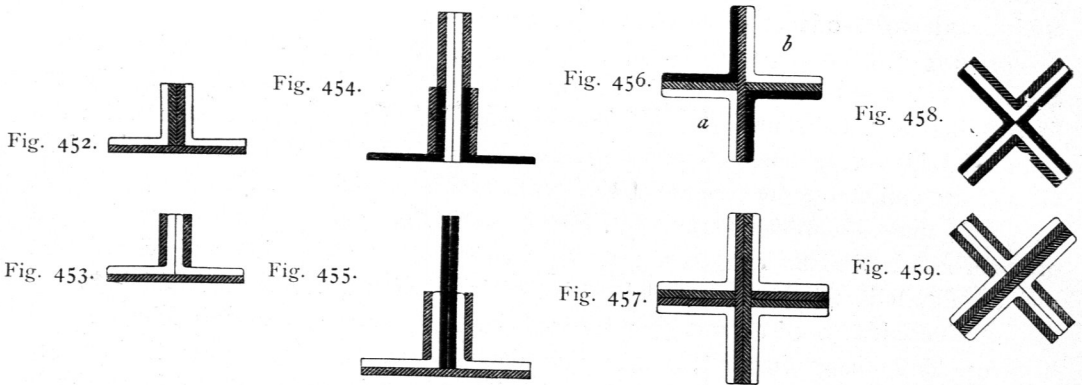


237.  
Verlängerung  
zusammen-  
gesetzter  
Querschnitte.

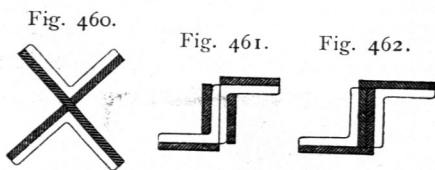
238.  
Einfachere  
Verlängerungen  
dieser Art.

Stofses sich aus derjenigen Anzahl von Verbindungstheilen ergibt, welche einmal mehr diejenige Anzahl enthält, welche zur Uebertragung der im gestofsenen Bande wirkenden Kraft erforderlich ist, als Bänder zwischen dem gestofsenen Bande und der Lasche liegen; in Fig. 451 sind 2 Nietreihen für die Kraftübertragung und 2 Platten zwischen Stofs und Lasche angenommen; die Zahl der Nietreihen zu jeder Seite des Stofses beträgt also:  $2(2 + 1) = 6$ .

2) Der aus Profileisen und Blechen zusammengesetzte T- und +-förmige Querschnitt. Fig. 452 u. 453<sup>88)</sup> zeigen T-förmige Querschnitte aus 2 Winkeleisen, und zwar Fig. 452 die Stofsanordnung für Universalstofs, wenn ein Schlitz angeordnet ist, Fig. 453, wenn dieser fehlt. Die Verbindung der Winkeleisen auferhalb der Laschen geschieht in Fig. 452 durch Stehniete mit der Theilung  $\leq 15d$ , in Fig. 453 durch Heftniete mit der Theilung  $\leq 8d$ .



In Fig. 454 u. 455 sind T-förmige Querschnitte aus Winkeleisen und Blechen dargestellt, bei denen der Universalstofs sehr unbequem werden würde. Fig. 454 zeigt den Stofs der Bleche, Fig. 455 den der Winkeleisen an veretzter Stelle. Fig. 456 bis 459 geben die Anordnung einiger +-förmigen Querschnitte aus 4 Winkeleisen; sind Schlitz angeordnet, so erfolgt die Verbindung der Winkeleisen untereinander durch wechselweise Einlegung von Blechstreifen in den einen und den anderen Schlitz in Abständen  $\leq 15d$ ; fehlen die Schlitz, so werden Heftniete in Abständen  $\leq 8d$  in den Schenkeln eines Winkeleisens veretzt eingezogen. Im Besonderen stellt Fig. 456 den veretzten Stofs des +-förmigen Querschnittes in den Winkeleisen *a* und *b* mit schmalem Schlitz, Fig. 457 den Universalstofs desselben bei breitem Schlitz, Fig. 458 den veretzten Stofs eines geschlossenen und Fig. 459 den Universalstofs eines halb geschlossenen Kreuzquerschnittes dar. Aus diesen Beispielen folgen die übrigen Arten dieses Querschnittes. Liegen Bleche zwischen den Winkeleisen, so ist Universalstofs oder veretzter Stofs nach Fig. 458 anzuwenden.



3) Der Kreuzquerschnitt aus 2 Winkeleisen muß stets zwei Schlitz haben, da die Verbindung der Winkeleisen nur durch eingelegte Blechstäbe erfolgen kann. Es wird daher Universalstofs (Fig. 460) angeordnet.

4) Der Z-förmige Querschnitt aus

<sup>88)</sup> In Fig. 452 bis 462 sind durchlaufende Theile schwarz gekennzeichnet, Laschen schraffirt, gestofsene Theile weiß gelassen.

2 Winkelleifen kann offen mit Stehnieten oder geschlossen mit Heftnieten angeordnet sein. In beiden Formen erhält er am besten Univerfalstofs (Fig. 462 u. 461).

Nach diesen einfachen Beispielen lassen sich auch complicirtere Querschnitte behandeln. Bei diesen ist noch mehr, als bei den obigen mehrtheiligen Querschnitten, die Regel von Wichtigkeit, das man den Querschnitt für die Berechnung in seine einfachen Theile (Bänder, Platten, Winkelschenkel, Stege und Flansche von C-Eisen etc.) zerlegen, für jeden den auf ihn entfallenden Antheil der den ganzen Constructionstheil beanspruchenden Kraft ermitteln und auf dieser Grundlage die Verbindung für jeden Theil für sich berechnen soll. Rechnet man für gröfsere Gruppen von Querschnittstheilen die nöthige Stärke der Verbindung im Ganzen aus, so wird man meist die Verbindung für einzelne Theile der Gruppe zu stark, für andere zu schwach ausbilden.

Sollen Theile von verschiedener Querschnittsgröfse vereinigt werden, so ist die Verbindung auf den schwächeren einzurichten; denn da kein Theil mehr als die seinem Querschnitte entsprechende Kraft tragen soll, so darf aus einem stärkeren Theile stets nur so viel Kraft an den schwächeren abgegeben werden, als dem Querschnitte des letzteren entspricht, und auf diese Abgabe braucht demnach die Verbindung nur bemessen zu sein.

239.  
Complicirtere  
Verlängerungen  
dieser Art.

### 3. Kapitel.

#### Eckverbindung, Endverbindung und Kreuzung von Eisentheilen.

Die in diesem Kapitel zu besprechenden Verbindungen sind so mannigfaltiger Art, das nur eine Reihe von Beispielen vorgeführt werden kann.

240.  
Uebersicht.

Die Berechnung dieser Verbindungen erfolgt auf Grund der Regeln, welche für Vernietungen, Verschraubungen und Keilverbindungen im 1. Kapitel gegeben wurden.

Die nachstehenden Beispiele sind nicht typische Formen; die gewählten Anschlüsse können meist auch für eine Reihe anderer Fälle ausgeführt, namentlich können meist die Niete durch Schrauben ersetzt werden.

#### a) Eck- (L-) Verbindungen.

1) Verbindung zweier Flacheisen (Fig. 463 bis 467). Bei der Verbindung in Fig. 463 ist das eine der beiden Flacheisen umgeschmiedet und hierauf mit dem zweiten vernietet; diese häufig angewendete Rahmenverbindung ist gegen Zug nur wenig widerstandsfähig.

241.  
Flacheisen.

In Fig. 464 ist zur Verbindung eine gebogene Lasche aufgelegt, so das die Innenseite glatt bleibt; soll innen keine Unebenheit vorhanden sein, so müssen die Niete innen verfenkt werden. Die Lasche kann auch innen liegen (vergl. Fig. 478).

Fig. 463.

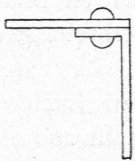


Fig. 464.

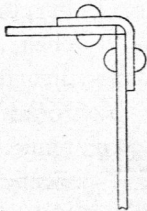


Fig. 465.

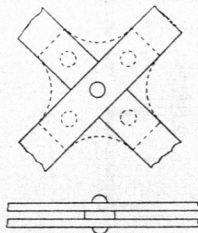


Fig. 466.

