

menfallen. Man bohrt in dem Flacheisen der Lehre an den Punkten, welche die Mitte der Nietlöcher andeuten, Löcher von  $\frac{3}{16}$  bis  $\frac{1}{4}$  Zoll Durchmesser, legt die Lehre auf die Tafel, und markirt mit einem Körner (fr. *amorçoir* — engl. *centre-punch*), welcher genau in die Löcher der Lehre paßt, durch einen Schlag auf der Blechtafel die Mitten der Nietlöcher. Mittelst einer Maschine werden die Löcher aus den Blechen ausgestoßen oder durchgedrückt, die Bleche in einem Glühofen erwärmt, durch Walzen in die richtige Form gebogen und nach Erfordern später mit hölzernen Hämmern nachgerichtet, darauf zusammengestellt und genietet.

Befestigung von Blechen in parallelen Abständen. Berechnung der Stehbolzen und der Blechdicken für flache Kesselwände.

§ 143. Häufig kommt es vor, daß man zwei Blechtafeln in parallelem Abstände von einander zu befestigen hat. Man kann sich in diesem Fall der Konstruktion auf Taf. 21. Fig. 9 bedienen, indem man die beiden Tafeln an verschiedenen Stellen durchlocht, und beim Zusammenstellen derselben Bolzen mit Ansätzen (Bunden) zwischen die Tafeln stellt; die Bolzen sind an beiden Enden mit Schraubengewinden versehen, welche durch die Oeffnungen in den Blechtafeln reichen, und von Außen durch Muttern angezogen werden. Dergleichen Bolzen lassen sich aber nicht einbringen, wenn die Tafeln bereits zusammengestellt sind, und eben so wenig läßt sich ein Bolzen herausnehmen, ohne das ganze System aufzulösen. Dieser Uebelstand wird durch die auf Taf. 21 in Fig. 10 gezeichnete Konstruktion vermieden. Man stellt zwischen die Tafeln hohle Cylinder, und steckt durch diese einfache Bolzen, welche an dem einen Ende einen Kopf, am andern ein Gewinde mit Mutter haben. Diese Befestigung ist einfach und solid, allein das Einsetzen der Cylinder, nachdem die Tafeln bereits durch anderweitige Mittel in ihrem Abstände befestigt sind, hat Schwierigkeiten, besonders dann, wenn die Tafeln eine große Ausdehnung haben, und die Entfernung derselben von einander gering ist; zudem verengen die cylindrischen Zwischenstücke den Raum zwischen den Tafeln nicht unbeträchtlich. Zur Vermeidung dieser Nachteile wendet man, namentlich zur Befestigung der parallelen Wände der Dampfkessel, besonders der Lokomotivkessel, sogenannte Stehbolzen an.

Bei Anwendung der Stehbolzen versieht man die Löcher in den Platten mit Muttergewinden (Taf. 21. Fig. 11). Der Stehbolzen ist der ganzen Länge nach als Schraube geschnitten, an

Taf. 21.  
Fig. 9.

Taf. 21.  
Fig. 10.

Taf. 21.  
Fig. 11.

einem Ende mit einem viereckigen Kopf versehen, und wird nun durch die beiden korrespondirenden Oeffnungen so weit durchgeschraubt, daß er über beide Aufsenkanten der Platten vorsteht (Fig. 11 a); sodann nietet man die beiden vorstehenden Enden um, (b) und bildet daraus Nietköpfe. Man muß daher zu den Stehbolzen ein leicht streckbares Material wählen, und macht sie gewöhnlich aus Kupfer.

Wenn zwischen den beiden Platten eine Flüssigkeit oder Dampf sich befindet, welche unter einem gewissen Druck stehen, so wird sich das Bestreben äußern, die Stehbolzen abzureißen, und die Bleche zwischen den Stehbolzen zuerst auszubauchen, demnächst aber abzubrechen. Sowohl die Stehbolzen, als die Bleche müssen, diesem Bestreben entsprechend, auf ihre Festigkeit berechnet werden.

Es sei:

$a$  und  $b$  die Entfernung zweier benachbarter Stehbolzenreihen in Zollen,

$p$  der Druck in Pfunden auf jeden Quadratzoll der Blechwandung,

$d$  der Durchmesser der Stehbolzen,

so hat jeder Bolzen einen Druck von  $abp$  Pfunden auf Abreißen auszuhalten. Wären die Stehbolzen Schrauben aus Schmiedeeisen, so könnte man nach S. 97 den Durchmesser nach der Formel:

$$d = 0,018 \sqrt{P}$$

bestimmen; nun sind dieselben aber aus Kupfer, und man kann die Belastung, welche gut gewalztes oder gehämmertes Kupfer pro □Zoll Querschnitt mit Sicherheit tragen kann, nur 4000 Pfund annehmen, während die des Schmiedeeisens 10000 Pfund beträgt. Man

hat also obigen Werth von  $d$  noch mit  $\sqrt{\frac{10}{4}} = \frac{1}{2} \sqrt{10} = 1,58$  zu multiplizieren, und findet daher den Durchmesser des Stehbolzens aus Kupfer, wenn man nach Seite 345 anstatt  $p$  die Atmosphärenzahl  $n$  über den äußern Luftdruck einführt:

$$d = 0,028 \sqrt{abp} = 0,109 \sqrt{abn},$$

wenn  $d$  in englischen Zollen,  $a$  und  $b$  in preussischen Zollen genommen werden, oder:

$$d = 0,026 \sqrt{abp} = 0,105 \sqrt{abn},$$

wenn  $d$ ,  $a$  und  $b$  in preufs. Zollen genommen werden.

(Die Formel  $d = 0,105 \sqrt{abn}$  gilt auch für französisches Maafs,



und überhaupt allgemein, wenn  $d$ ,  $a$  und  $b$  in denselben Maafseinheiten genommen werden).

Ist  $a = b$ , so geht die Formel über in

$$d = 0,026 a \sqrt{p} = 0,105 a \sqrt{n^*}.$$

Was nun die Bestimmung der Blechstärke anbetrifft, so ist die genaue Berechnung derselben mit wesentlichen Schwierigkeiten verbunden. Der zwischen je vier Stehbolzen befindliche Theil der Blechwand wird, wenn er der Einwirkung des Dampfdrucks folgen kann, sich in einer eigenthümlichen doppelt gekrümmten Fläche ausbauchen, und es werden die verschiedenen Elemente dieser Fläche in sehr verschiedener Weise in Anspruch genommen werden. Nehmen wir näherungsweise an, daß dasjenige Element der zwischen vier Stehbolzen eingeschlossenen Fläche, welches die größte Länge hat, also dasjenige, welches mit der Diagonale zusammenfällt, am meisten in Anspruch genommen werde, nennen wir ferner:

$\delta$  die Blechstärke,

$w$  die unendlich kleine Breite eines solchen Elements,

so wird dasselbe als ein, an beiden Enden unwandelbar befestigter Balken von der Länge  $L = \sqrt{(a^2 + b^2)}$  anzusehen sein, welcher über seine ganze Länge den Druck  $P$  gleichförmig vertheilt zu tragen hat. Es ergibt sich sodann nach S. 218 Formel 12 und nach der Bemerkung auf S. 247:

$$\frac{1}{2} PL = 8k \cdot W,$$

$$\frac{1}{2} pwL^2 = 8k \cdot \frac{1}{6} w \delta^2,$$

$$\delta = \sqrt{(a^2 + b^2)} \sqrt{\left(\frac{3}{8} \frac{p}{k}\right)},$$

für  $a = b$  geht die Formel über in

$$\delta = a \sqrt{\left(\frac{3}{4} \frac{p}{k}\right)^{**}}.$$

Nimmt man für Dampfkessel nach S. 351:

für Eisenblech  $k$  nur gleich 5000,

für Kupfer  $k = 3500$ ,

\*) In den Verhandlungen des Vereins für Gewerbefleiß in Preußen 1849 S. 145 befindet sich ein Aufsatz: »Ueber die Bestimmung der Stärke ebener Dampfkesselbleche, die durch Stehbolzen gehalten werden«, von Herrn Brix. Der Durchmesser der Stehbolzen ist daselbst berechnet:

$$d = 0,069 a \sqrt{n} + 0,125 \text{ Zoll.}$$

\*\*) In dem in der vorigen Anmerkung erwähnten Aufsatz von Brix ist die Wandstärke der Kesselbleche auf einem ganz andern Wege berechnet, und gefunden:

$$\delta = a \sqrt{\left(\frac{1}{2} \frac{p}{k}\right)}.$$

so ergibt sich:

für Eisenblech:

$$\delta = 0,0086 \sqrt{(a^2 + b^2)} \sqrt{p} = 0,0334 \sqrt{(a^2 + b^2)} \sqrt{n},$$

für Kupferblech:

$$\delta = 0,0103 \sqrt{(a^2 + b^2)} \sqrt{p} = 0,0400 \sqrt{(a^2 + b^2)} \sqrt{n},$$

oder wenn  $a = b$ :

$$\text{für Eisenblech: } \delta = 0,0122 a \sqrt{p} = 0,0473 a \sqrt{n},$$

$$\text{für Kupferblech: } \delta = 0,0146 a \sqrt{p} = 0,0567 a \sqrt{n}.$$

(Die Formeln, in welchen  $\sqrt{n}$  vorkommt, gelten allgemein; also auch für französisches Maafs, wenn man  $\delta$ ,  $a$  und  $b$  in denselben Maafseinheiten nimmt).

Sind die Platten der direkten Einwirkung des Feuers ausgesetzt, so pflegt man noch einen konstanten Werth, etwa  $\frac{1}{16}$  Zoll, zu der berechneten Stärke hinzuzufügen.

Es sei z. B. der Feuerkasten eines Lokomotivkessels innen aus Kupferplatten, ausen aus Eisenplatten konstruirt; der Dampfdruck betrage 90 Pfund auf den Quadratzoll über den äufsern Luftdruck, und die kupfernen Stehbolzen haben in beiden Richtungen einen Abstand von  $4\frac{1}{2}$  Zoll von einander. Wie stark sind die Stehbolzen, und wie stark die Bleche zu machen?

Man findet die Stehbolzen:  $d = 0,026 \cdot 4,5 \sqrt{90} = 1,11$  Zoll,

die Eisenplatten:  $\delta = 0,0122 \cdot 4,5 \sqrt{90} = 0,52$  Zoll,

die Kupferplatten:  $\delta = 0,0146 \cdot 4,5 \sqrt{90} + 0,1 = 0,72$  Zoll.

Ist übrigens der Abstand der Stehbolzen nach beiden Richtungen gleich grofs, so findet man durch Vergleichung der Formeln für die Stehbolzen und für die Bleche:

für kupferne Stehbolzen und Eisenbleche  $d = 2,13 \delta$ ,

„ „ „ „ Kupferbleche  $d = 1,78 \delta$ .

#### Winkelbefestigung von Blechen.

§ 144. Die Befestigung zweier Bleche aneinander unter einem Winkel geschieht entweder dadurch, daß man den Rand des einen umbiegt, und das andere Blech daran nietet, oder man bedient sich eines Hilfsstückes, welches unter dem entsprechenden Winkel gebogen ist, und an welches man die beiden Bleche annietet.

Taf. 21.  
Fig. 12  
und 13.

Taf. 21. Fig. 12 und 13 zeigen Winkelvernietungen von Blechen nach der einfachen Befestigungsmethode. Man kann das anzunietende Blech entweder von der innern Seite des Winkels an den umgebogenen Blechrand anlegen (Fig. 12), oder von der