

dern bei den Wasserleitungen zu Paris in Anwendung, woselbst alle 100 Mètres oder 318 Fufs eine derartige Einrichtung angebracht ist. Es ist indessen hervorzuheben, dafs sie nur dann zulässig sind, wenn die Stellen, wo sie liegen, zugänglich bleiben, damit man die Schrauben erforderlichen Falls anziehen kann; wenn also die Röhren entweder frei, oder in einer Gallerie liegen. — Die Figur ist in einem Viertel der natürlichen Gröfse gezeichnet.

Taf. 19. Fig. 16. Taf. 19. Fig. 16 stellt in demselben Maafsstab eine Kompensations-Einrichtung dar, welche von Aussen nicht nachgezogen werden kann. Auch hier ist die Dichtung durch eine Ledermanschette bewirkt, welche mittelst Schraubenbolzen mit versenkten Muttern vor der Stirnfläche des einen Rohrendes befestigt ist. Der Wasserdruck prefst die Manschette an die innere Höhlung der Muffe, mit welcher das andere Rohrende versehen ist, fest an.

Die Kompensations-Vorrichtungen hat man in neuerer Zeit möglichst zu vermeiden gesucht, indem man die Röhrenden entweder mit einem elastischen Kitt, oder doch auf eine Weise gedichtet hat, welche eine gewisse Verschiebbarkeit gestattet (vergl. oben). So hat man z. B. bei Anwendung der auf Taf. 18. Fig. 13 dargestellten und auf S. 369 beschriebenen Zusammensetzung der Röhrenleitung für die Wasserkünste in Sanssouci die Kompensations-Einrichtung ganz fortgelassen, ohne bis jetzt einen daraus entstandenen Nachtheil wahrgenommen zu haben.

B. Befestigung plattenförmiger Körper an andern plattenförmigen Körpern.

a) Holzverbände.

Allgemeines.

§ 134. Die Befestigung plattenförmiger Körper an andern plattenförmigen Körpern läfst sich sehr häufig der Befestigung stangenförmiger Körper nachbilden. Dies gilt besonders von den Winkelbefestigungen hölzerner Platten oder Bretter (fr. *planches, tablettes, ais* — engl. *boards, planks*) und der Bohlen (fr. *madriers* — engl. *planks*). Man braucht in diesem Falle sich nur vorzustellen, dafs eine Platte durch mehre Parallelschnitte in einzelne stangenförmige Körper zerlegt werden, und dafs man für jeden derselben die Befestigungsart der stangenförmigen Körper wiederholen kann. Auf diese Weise lassen sich Bretter durch Zusammenstossen, durch den Stofs mit Versatzung, durch den

Stofs auf Gehrung (S. 169), durch Zusammenschlitzen, sei es stumpf, oder auf Gehrung (S. 178), durch die verschiedenen Arten des Zusammenzinkens (S. 178 und 179), durch Zusammennuthen (S. 180) etc. aneinander fügen. Wir müssen hier, um Wiederholungen zu vermeiden, auf das Kapitel über die Holzverbände und auf die Figuren der Tafeln 9 und 10 zurückweisen.

Die gerade Befestigung in der Art, wie sie bei stangenförmigen Körpern zur Verlängerung in gerader Linie gebraucht wird, kommt bei hölzernen Platten selten vor, dagegen bietet sich hier eine Reihe von Konstruktionen dar, welche man anwendet, um aus hölzernen Platten Reifen, Radkränze etc., sei es mit vollständiger Peripherie, oder nur für einzelne Bogenstücke herzustellen. Die einzelnen plattenförmigen Theile, durch welche man dergleichen Radreifen bildet, nennt man Felgen (fr. *jantes* — engl. *jaunts*, *felloes* *fellies*). Sie werden aus den Brettern oder Bohlen (Pfoften) ausgeschnitten, und durch ein eigenthümliches Verfahren zusammengefügt und aneinander befestigt. Derartige Konstruktionen kommen im Maschinenbau so häufig vor, daß wir hier auf eine nähere Beschreibung dieses Verfahrens eingehen wollen.

Vorrichtungen zum Zusammenlegen der Radreifen.

§ 136. Zur Zusammenfügung eines Radreifens (fr. *rond de roue* — engl. *rim*) aus Felgen bedienen sich die Mühlenbauer (fr. *constructeurs de moulins* — engl. *mill-wrights*) eines eigenthümlichen Gerüsts, welches man den Radstuhl, oder Radestuhl*) nennt. Derselbe wird aus Kreuzhölzern von 4 bis 6 Zoll Stärke (Taf. 20. Fig. 1) zusammengesetzt, indem man dieselben nach dem Sternverband (S. 170. No. 3) überschneidet, und auf diese Weise 6 Arme bildet, die man in der Mitte, und an den Enden durch Füße unterstützt. Für grössere Radreifen muß man zwischen diese Arme noch Querhölzer einfügen, und in diese Zwischenarme einzapfen, so daß überhaupt die Arme da, wo der Radreifen aufgelegt wird, nicht über 4 bis 5 Fufs von einander entfernt sind. Der Radstuhl wird in einem möglichst trockenen, gegen Sonne und Regen geschützten Raume aufgestellt, so daß die obere Fläche der Arme genau horizontal, und etwa $2\frac{1}{4}$ Fufs über dem Fußboden erhöht ist. In der Mitte des Radstuhls wird der sogenannte Mönch oder König (Taf. 20. Fig. 2) befestigt, ein Zapfen aus hartem

Taf. 20.
Fig. 1.

Taf. 20
Fig. 2.

*) Vergl. Gerstners Handbuch der Mechanik. Wien 1834. III. Theil S. 16 etc.

Holz gedreht, in der Mitte etwa drei Zoll stark, am untern Ende mit einem Zapfen versehen, welcher zur Befestigung dient, am obern Ende dagegen in einem frei hervorragenden Zapfen von etwa 1 Zoll Durchmesser auslaufend, welcher zur Aufnahme des Radzirkels dient. Die Höhe des mittlen Theils des Mönchs ist durch die Dicke der Felgen bestimmt.

Taf. 20. Der Radzirkel (Taf. 20. Fig. 3) ist ein Instrument aus Holz
Fig. 3. mit einem stählernen Zahn versehen, mit welchem man Risse auf die Felgen verzeichnen kann. Der Arm des Radzirkels ist etwas länger als der Halbmesser des Rades, am hintern Ende sind verschiedene Löcher gebohrt, welche genau auf den Zapfen des Mönchs passen, zuletzt ist ein halbkreisförmiger Einschnitt, den man gegen den Mönch anstemmen kann; die Mittelpunkte dieser Löcher liegen in einer geraden Linie, deren Verlängerung mit der Vorderkante des Radzirkels zusammenfällt. Hierdurch ist es möglich, auf den Felgen radiale Linien zu ziehen, ohne durch den Reifszahn gehindert zu werden, wenn nur der halbkreisförmige Ausschnitt so weit von dem Reifszahn entfernt ist, daß dieser, beim Anstemmen des Ausschnitts, über die äußere Begrenzung der Felgen hinausreicht. Die drei Löcher sind so gebohrt, daß bei gegebener Stellung des Reifszahns das mittlere dem mittlen Halbmesser des Radreifens, die beiden andern dem äußern und innern Halbmesser entsprechen. Um noch andre Kreise, wenn es nöthig ist, verzeichnen zu können, ist auf dem Radzirkel noch eine Zolltheilung angebracht, deren Anfangspunkt in dem Centrum des mittlen Lochs liegt.

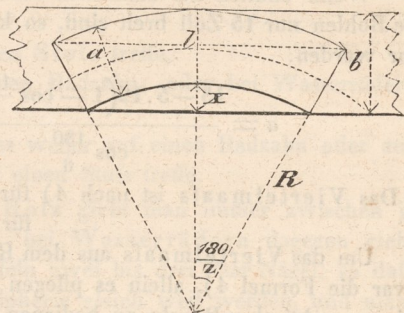
Taf. 20. Der Stangenzirkel oder der Viertelzirkel (Taf. 20. Fig. 4)
Fig. 4. hat eine den gewöhnlichen Stangenzirkeln ähnliche Einrichtung; er dient hier nur zum Abtragen von Sehnen, namentlich der Sehnenlänge der einzelnen Felgen. Diese Sehnenlänge heißt das Viertelmaafs, selbst wenn sie einem kleinern Theile als dem Quadranten des Kreises entspricht.

Bestimmung der Felgenzahl, der Kranzbreite, des Viertelmaafses und der Anzahl der Nägel.

§ 137. Größere Radreifen werden gewöhnlich aus zwei bis drei übereinander gelegten Felgenlagen gebildet. Die Fugen, in welchen die einzelnen Felgen einer Lage zusammenkommen (die Stöße), sind in der Regel radial. Die Anordnung muß so getroffen werden, daß die Stöße in zwei Felgenlagen nicht zusammenfallen, sondern möglichst weit von einander entfernt sind. Man legt daher bei zwei Felgenlagen die Stöße der einen Lage

auf die Mitte der Felgen der andern Lage; bei drei Felgenlagen versetzt man sie um $\frac{1}{3}$ und $\frac{2}{3}$ der Felgenlänge.

Die Anzahl der einzelnen Felgen in jeder Lage nimmt man möglichst gering, da der Radreifen im Allgemeinen um so fester ist, aus je weniger Theilen er besteht. Es ist außerdem zu empfehlen, die Felgen alle gleich lang zu machen, und eine gerade Anzahl von Felgen zu wählen. Man ist jedoch in der Bestimmung der Felgenzahl bei gegebenem Durchmesser des Radreifens durch die Breite desselben und durch die Breite der Bohlen, aus welchen die Felgen geschnitten werden sollen, beschränkt.



Ist nämlich

R der äußere Halbmesser des Reifens,

a die Breite des Radreifens,

b die Breite der zu verwendenden Bohlen,

l die größte Sehne einer Felge (das Viertelmaafs),

z die Anzahl der Felgen in einer Lage,

so hat man für gleich lange Felgen:

$$b = a + x = a + (R - a) - (R - a) \cos \frac{180}{z},$$

$$1) \quad b = a + (R - a) \left(1 - \cos \frac{180}{z}\right),$$

$$2) \quad a = \frac{b - R \left(1 - \cos \frac{180}{z}\right)}{\cos \frac{180}{z}}$$

$$3) \quad \cos \frac{180}{z} = \frac{R - b}{R - a},$$

$$4) \quad l = 2R \cdot \sin \frac{180}{z}.$$

Man sieht leicht, daß die Anzahl der Felgen z um so größer sein muß, je größer R und a , und je kleiner b ist. Hat man z. B. einen Radreifen von 10 Fuß Durchmesser und 9 Zoll Kranzbreite aus 15 Zoll breiten Bohlen zu konstruiren, so ergibt sich die Anzahl der Felgen, indem man zuerst nach 3) findet:

$$\cos \frac{180}{z} = \frac{5 \cdot 12 - 15}{5 \cdot 12 - 9} = \frac{45}{51} = 0,88235$$

$$\frac{180}{z} = 28^\circ 4'; \quad z = \frac{180}{28,07} = 6,4,$$

wofür man 7 oder 8 Felgen nehmen muß. Will man aber diesen Radreifen aus 6 Felgen machen, so müssen die zu verwendenden Bohlen wenigstens eine Breite haben nach 1) von

$$b = 9 + (5 \cdot 12 - 9) \left(1 - \cos \frac{180}{6}\right) = 15,834 \text{ Zoll.}$$

Wenn endlich der Radreifen aus 6 Felgen gemacht wird, und die Bohlen nur 15 Zoll breit sind, so kann die Kranzbreite nach 2) nur werden:

$$a = \frac{15 - 5 \cdot 12 \left(1 - \cos \frac{180}{6}\right)}{\cos \frac{180}{6}} = 8 \text{ Zoll.}$$

Das Viertelmaafs ist nach 4) für 6 Felgen = $R = 5$ Fufs,
für 8 Felgen = 3,827 Fufs.

Um das Viertelmaafs aus dem Radius zu bestimmen, genügt zwar die Formel 4), allein es pflegen sich die Mühlenbauer oft gewisser praktischer Regeln zu bedienen, welche den Werth des Viertelmaafses hinreichend genau wiedergeben. Es sind dies folgende:

für 4 Felgen ist das Viertelmaafs gleich $\frac{17}{12}$ des Halbmessers,

5	"	"	"	"	"	$\frac{27}{23}$	"	"
6	"	"	"	"	"	$\frac{1}{1}$	"	"
7	"	"	"	"	"	$\frac{13}{15}$	"	"
8	"	"	"	"	"	$\frac{13}{17}$	"	"
9	"	"	"	"	"	$\frac{13}{19}$	"	"
10	"	"	"	"	"	$\frac{8}{13}$	"	"
11	"	"	"	"	"	$\frac{13}{23}$	"	"
12	"	"	"	"	"	$\frac{15}{29}$	"	"
13	"	"	"	"	"	$\frac{16}{34}$	"	"
14	"	"	"	"	"	$\frac{4}{9}$	"	"
15	"	"	"	"	"	$\frac{5}{12}$	"	"
16	"	"	"	"	"	$\frac{9}{23}$	"	"

Nach diesen Regeln würde also z. B. für den obigen Fall bei einem Rade von 5 Fufs Halbmesser mit 8 Felgen das Viertelmaafs $\frac{5 \cdot 13}{17} = \frac{65}{17} = 3,823$ Fufs betragen, welcher Werth sich von dem obigen nur um $\frac{4}{1000}$ Fufs oder etwa $\frac{1}{2}$ Linie unterscheidet.

Die Befestigung der einzelnen Felgen aneinander geschieht durch Nägel von Holz, in der auf S. 42 und § 25 beschriebenen

Weise. Wenn die Radkränze später im Trocknen liegen sollen, so kann man die Nägel vor dem Einschlagen, und auch die Versatzkeile in Leim tauchen; für Wasserräder, oder überhaupt für solche Räder, die der Nässe ausgesetzt sind, ist dies überflüssig. Die Anzahl der Nägel bestimmt man gewöhnlich nach dem Platz, welcher für die Anbringung derselben disponibel ist. Bei den gewöhnlichen Breiten von 8 bis 10 Zoll der Radkränze giebt man zwei Reihen von Nägeln, und stellt sie so, daß die Nägel jeder Reihe zu denen der andern Reihe radial stehen. Bei der Eintheilung der Nägel in der Peripherie des Kreises, welchen sie einnehmen, befolgt man die Regeln:

- 1) daß kein Nagel auf einen Stofs treffe,
- 2) daß kein Nagel auf einen Radzahn, oder bei Wasserrädern auf eine Schaufel treffe,
- 3) daß kein Arm des Rades weder auf einen Radzahn oder auf eine Schaufel, noch auf einen Stofs treffe.

Bei Zahnrädern von Holz giebt man immer zwischen je zwei Zähnen ein Paar Nägel; bei Wasserrädern dagegen giebt man zwischen je zwei Schaufeln zwei bis drei Paar Nägel, so daß ihre Entfernungen auf der Peripherie gleich weit werden, und nicht über 4 bis 5 Zoll betragen.

Es müssen also bei Zahnrädern die Zähne oder Kämme immer auf einen Stofs treffen, bei Wasserrädern dagegen stellt man die Schaufeln stets zwischen solche Nägel, zwischen denen nicht der Stofs liegt. Hieraus ist ersichtlich, weshalb man die Anzahl der Felgen immer so wählt, daß sie in der Anzahl der Zähne oder Schaufeln aufgehe. Ist dies aus irgend welchen Gründen nicht möglich, so macht man die Felgen von zwei verschiedenen Längen, indem man die eine genau um die Entfernung eines Zahns oder einer Schaufel größer macht, als die andere. — Das Viertelmaafs bestimmt man für diesen Fall leicht, wenn man in dem Ausdruck 4)

$$l = 2R \cdot \sin \frac{180}{z},$$

anstatt $\sin \frac{180}{z}$ den Werth $\sin \left(180 \cdot \frac{k}{k'} \right)$ setzt, worin k die Anzahl der Schaufeln oder der Zähne, welche auf eine Felge kommen sollen, und k' die Anzahl sämmtlicher Schaufeln oder Radzähne bezeichnet. Hat man z. B. wie oben ein Rad von 10 Fufs Durchmesser, mit 6 Felgen, und es soll dasselbe z. B. 124 Zähne bekommen, so würden bei gleich langen Felgen auf jede $20\frac{2}{3}$ Zähne

kommen. Man macht dafür vier Felgen mit 21 Zähnen, und zwei Felgen mit 20 Zähnen, und bekommt das Viertelmaafs:

$$\text{für die langen Felgen } 10 \cdot \sin \frac{180 \cdot 21}{124} = 5,072 \text{ Fufs,}$$

$$\text{„ „ kurzen Felgen } 10 \cdot \sin \frac{180 \cdot 20}{144} = 4,853 \text{ Fufs.}$$

Bau der einfachen Radreifen, und solcher mit eingeschobener Theilung.

§ 138. Nachdem man die Anzahl der Felgen, das Viertelmaafs, die Kranzbreite und die Nagelung bestimmt hat, kann man zum Bau des Rades schreiten. Man macht zunächst eine Schablone von einer Felge, indem man ein glatt gehobeltes Brettchen von etwa $\frac{1}{2}$ Zoll Stärke auf den Radstuhl legt (wie bei *A* in Fig. 1 auf Taf. 20), nachdem man die Docken in den Armen des Radstuhls entfernt hat. Das Brettchen wird durch hölzerne Klammern (Fig. 1 *B*) mittelst hölzerner Keile festgehalten; man reißt mit dem Radzirkel die äussere und innere Begrenzung auf, trägt mit dem Stangenzirkel das Viertelmaafs ab und vollendet durch die radialen Linien die Form der Felge. Die Schablone wird ausgeschnitten, und nach derselben reißt man auf den Bohlen, aus denen die Felgen gemacht werden sollen, die Form derselben ein, und schneidet die Felgen mit einer Schweifsäge (fr. *scie à échancrer*, *scie à chantourner*, *fewillet* — engl. *bow-saw*, *rib-saw*, *sweep-saw*, *turning-saw*) aus.

Die Felgen werden vorläufig nur auf der Oberfläche, mit welcher sie aufeinander liegen sollen, genau eben gehobelt. Man legt sodann eine Felge auf den Radstuhl, paßt sie genau in den Radzirkel ein, und befestigt sie zwischen den Docken durch Keile (Fig. 1 *C*). Hierneben legt man die zweite Felge, paßt sie genau ein, und befestigt sie in derselben Weise; sodann wird die dritte Felge auf die beiden ersten gelegt; man beobachtet genau die Lage, in welche der Stofs der untern Felgen auf die obere treffen muß, klammert die obere Felge mit den untern Felgen durch eiserne Keilzwingen (Fig. 1 *D*.) zusammen, bohrt zunächst die Nagellöcher, welche unmittelbar neben dem Stosse liegen, und nagelt die Felgen hier zusammen, ohne jedoch vorläufig die Nägel durch Versatzkeile zu verzwicken. Hierauf wird wieder eine untere Felge, dann über den Stofs eine obere Felge gelegt, vorläufig genagelt, und so fortgeföhren, bis man rings herum ist und der Radreifen geschlossen wird.

Um die Stöße gehörig dicht schließend zu bekommen, werden die Felgen ein klein wenig länger gemacht, als die Schablone ergibt; nachdem man nun zwei benachbarte Felgen zusammengestossen hat, schneidet man mit einer dünnen Säge vertikal durch die Fuge, treibt hierauf die um den Sägeschnitt nun auseinanderstehenden Felgen dicht zusammen, und wiederholt diese Operation erforderlichen Falls so lange, bis die Felgen in den Stößen vollkommen schliessen, und der Stofs nur wie ein feiner Rifs erscheint. Man muß bei dem Zusammenschneiden der Felgen sehr genau darauf achten, daß man stets gehörig vertikal schneide, weil, wenn die Säge von dieser Richtung abweicht, ein keilförmiger Zwickel aus dem Stofs ausgeschnitten wird, und der Stofs wohl auf der Oberfläche dicht wird, aber nicht auf der ganzen Fuge.

Ist der ganze Radreifen nun zusammengelegt, und vorläufig genagelt, so zeichnet man alle übrigen Nagellöcher vor, und vollendet die Nagelung, verkeilt die Nägel von oben, schneidet sie mit der Oberfläche der Felgen bündig ab und hobelt den Radreifen auf der obern Fläche eben. Hierauf wird der Radreifen umgekehrt, so daß die auf dem Radstuhl liegende Fläche nach oben kommt, das untere Ende der Nägel wird verkeilt, abgeschnitten und endlich die untere Fläche durch Hobeln abgerichtet. Die Nägel sind am besten von Eichenholz zu machen, $\frac{3}{4}$ bis 1 Zoll stark, und beim Verkeilen derselben sind die Angaben auf S. 42 zu beachten.

Die Felgen pflegt man auf den Stößen häufig noch durch eiserne Klammern zusammen zu halten. Taf. 20. Fig. 5 zeigt einen gehörig verbundenen und genagelten Radreifen. Die Klammern an den Stößen *a* sind schwalbenschwanzförmig und werden in die Oberfläche der Felgen eingelassen, so daß sie schon durch ihre keilförmige Gestalt die Felgen zusammenhalten. Man befestigt sie noch durch zwei bis vier Schraubenbolzen. Zuweilen macht man die Felgen in der einen Lage nur an der äußern Peripherie kreisförmig, während man sie an der, dem Centrum zugekehrten Seite durch die Sehne begrenzt. Solche Felgen (Fig. 5 bei C) nennt man dann Spiegelfelgen, im Gegensatz zu denjenigen Felgen, welche von Außen und von Innen durch Kreisbögen begrenzt sind, und welche ihrer Form wegen Mondfelgen genannt werden. Die Spiegelfelgen erleichtern oft die Befestigung der hölzernen Arme an dem Radreifen, und kommen namentlich bei Kammrädern und konischen Rädern aus Holz vor.

Taf. 20.
Fig. 5.

Man konstruirt auch Radreifen, bei welchen die beiden Felgenlagen nicht unmittelbar aufeinander liegen, bei denen vielmehr

Taf. 20.
Fig. 6
und 7.

zwischen beiden Felgenlagen Zwischenräume zum Einsetzen von Radzähnen oder andern Maschinentheilen ausgespart werden. Der gleichen Konstruktionen sind auf Taf. 20. Fig. 6 und 7 dargestellt. Die Zwischenräume werden oben und unten durch die Felgen, zu beiden Seiten aber durch Klötze begrenzt, welche zwischen den Felgen in Nuthen eingeschoben sind. Man nennt diese Anordnung einen Radreifen mit eingeschobener Theilung, die Klötze aber Theilungen, oder Theilungsklötze.

Hat man einen Radreifen mit eingeschobener Theilung zu bauen, so legt man die Felgen ganz in der Weise zusammen, wie es vorhin beschrieben worden. Nachdem die Felgen nur an den Stößen (verloren) genagelt sind, arbeitet man die äußere Peripherie gehörig rund ab, macht auf derselben die Eintheilung für die Nuthen der Theilungsklötze, welche man auf der cylindrischen Mantelfläche beider Felgenlagen zugleich vorzeichnet, nimmt sodann die Felgen wieder auseinander, arbeitet die Nuthen in denjenigen Oberflächen aus, mit welchen die Felgen sich berührten, und setzt dann den Reifen wieder zusammen, indem man die Theilungsklötze zwischen die Felgen hineinschiebt. Sodann klammert man die obern und untern Felgen mittelst eiserner Keilzwingen zusammen, bohrt die Nagellöcher durch die Felgen und die Theilungsklötze, und vollendet durch Zusammennageln, Verkeilen der Nägel und Abrichten der Oberflächen die Konstruktion.

Die Nuthen für die Theilungsklötze macht man häufig stumpf (S. 180. § 84. No. 1—Taf. 10. Fig. 54), wie es in Fig. 6 dargestellt ist, oder man schiebt auch wohl die Klötze mittelst einer Grathnuth (S. 180. § 84. No. 6. Taf. 10. Fig. 59) ein. Das Einschieben der Theilungsklötze auf den Grath hat den Vorzug, daß die Felgenlagen schon durch die Form des Nuthzapfens aneinander befestigt werden, und daß der Radreifen ein zusammenhängendes Ganze bildet, bevor er noch genagelt ist. Es ist jedoch nicht zu empfehlen, den doppelten Grath anzuwenden, wie derselbe auf Taf. 20 in Fig. 7 bei *a* gezeichnet ist; weil derselbe wegen der keilförmigen Gestalt der Theilungsklötze, welche radial begrenzt sind, Schwierigkeit in der Konstruktion hat, und weil dadurch leicht der gleichmäßige Abstand der einzelnen Theilungsklötze verloren geht. Der einfache Grath (Fig. 7 bei *b*) ist für diese Konstruktion vorzuziehen. Die gerade Kante der Nuth bleibt immer richtig, und es ist darauf zu achten, daß man sie an diejenige Seite lege, nach welcher der Druck gerichtet ist.

Bau von Radreifen mit bedeutender Kranzbreite. Konstruktion hölzerner Scheiben.

§ 139. Die in dem vorigen Paragraphen beschriebenen Konstruktionen sind für Radreifen von etwas beträchtlichem Durchmesser, und einer Kranzbreite von 8 bis 10, höchstens 12 Zoll die allgemein üblichen. Hat man es aber mit bedeutend größern Kranzbreiten zu thun, so müßte man entweder sehr breite Bohlen zu den Felgen verwenden, oder man müßte eine große Anzahl von Felgen wählen (S. 387); der Radreifen würde dann durch die große Anzahl radialer Stöße wesentlich an Festigkeit verlieren. Um diese Uebelstände zu vermeiden, haben wir mit Vortheil die auf Taf. 20. Fig. 8 dargestellte Konstruktion ausgeführt. Dieselbe eignet sich namentlich für sehr breite Radkränze und unterscheidet sich von den frühern Anordnungen dadurch, daß die einzelnen Felgen nicht Ringstücke, sondern Dreiecke bilden, und daß ihre Stöße nicht radial, sondern nach der Richtung der Sehne fallen, und in beiden Felgenlagen kreuzweise übereinander liegen.

Taf. 20.
Fig. 8.

Um den Radreifen zu zeichnen, und die Felgenlagen zu bestimmen, beschreibt man zuerst die äußere und die innere kreisförmige Begrenzung, konstruirt um den innern Kreis ein regelmäßiges Polygon, dessen Seitenzahl man gleich der Anzahl von Felgen macht, die in einer Lage angeordnet werden sollen; verlängert die Seiten des Polygons, z. B. ab , bc etc., bis sie die äußere Begrenzung b' und c' schneiden, und zwar geschieht diese Verlängerung für die obere und untere Felgenlage im entgegengesetzten Sinne, so daß z. B. die obere Felgenlage durch Verlängerung der Seiten ab und bc über b und c hinaus, die untere Felgenlage durch Verlängerung derselben Seiten über a und b hinaus erhalten wird. Es ist also $bb'c'$ eine Felge der obern Lage, während die durch die punktirten Linien begrenzte Figur $bb''a''$ die Form und Richtung einer Felge der untern Lage andeutet. Wir wollen diese Konstruktion Radreifen mit gekreuzten Stößen nennen.

Um Radreifen von bedeutender Kranzbreite und von großem Durchmesser herzustellen, pflegt man auch wohl sich dadurch zu helfen, daß man zwei konzentrische Radreifen von geringer Kranzbreite konstruirt, und diese durch übergenagelte Bohlen oder Bretter mit centralen Fugen zu einem festen System vereinigt. Auch für die Anwendung dieser konzentrischen Radreifen bleibt es empfehlenswerth, die übergelegten Bohlen mit gekreuzten Stößen nach der eben beschriebenen Konstruktion anzuordnen.

Häufig ist man in der Lage, hölzerne Räder von geringem

Durchmesser herzustellen. Man konstruirt dieselben dann nicht in der Form von Radreifen, sondern giebt ihnen die Gestalt einer Scheibe (fr. *rouet*, *plateau* — engl. *sheave*, *plate*). Dergleichen Scheiben kommen namentlich als Riemscheiben, Drehlingscheiben etc. vor; man macht sie entweder aus zwei und mehreren Lagen, oder auch wohl aus nur einer Lage.

Taf. 20.
Fig. 9.

Taf. 20. Fig. 9 zeigt eine Scheibe, welche aus zwei Brettlagen besteht. Diese Lagen sind so angeordnet, daß die Holzfasern in beiden Lagen nach Richtungen laufen, welche sich rechtwinklig schneiden. Eine solche Konstruktion hat den Vortheil, daß durch das Zusammentrocknen (Schwinden) des Holzes die Scheibe nicht so leicht unrund wird; denn, da das Schwinden in der Längenrichtung des Holzes viel geringer ist, als in der Richtung normal zu den Fasern, so wird hier, vermöge der gekreuzten Lage, gewissermaassen eine Kompensation eintreten. Ebenso wird das Werfen oder Windschiefwerden der Scheibe durch diese Anordnung wesentlich vermindert. Man pflegt daher überall, wo es darauf ankommt, daß ein Maschinentheil aus Holz möglichst wenig seine Form ändere, denselben immer aus mehreren Holzlagen, deren Faserrichtungen von einander so viel als möglich abweichen, zusammen zu setzen. Nimmt man drei Lagen, so läßt man die Richtungen der Holzfasern unter Winkeln von 60 Grad, bei vier Lagen unter Winkeln von 45 Grad etc. sich schneiden. Die Befestigung geschieht entweder durch Zusammenleimen, oder durch Nageln mit hölzernen Nägeln, auch wohl durch Holzschrauben, durch Schraubenbolzen, übergelegte oder eingelassene und verbolzte Schienen und Klammern etc.

Bei der Herstellung von Riemscheiben kommt es wesentlich darauf an, daß auf dem äußern Umfange möglichst viel Hirnholz sich befinde. Hiernach ist also die Richtung der Holzfasern zu bestimmen, wenn man die Scheiben aus einer Lage zusammensetzt.

Taf. 20.
Fig. 10.

Taf. 20. Fig. 10 zeigt eine Riemscheibe, welche aus einer einfachen Lage von hölzernen Bohlen besteht. Es sind im Ganzen vier Holzstücke, welche die Oeffnung für die Welle frei lassen. Die beiden mittlern Stücke *a* und *a'* sind mit Federn oder Nuthzapfen *bb'* versehen, welche in entsprechende Nuthen der beiden andern Stücke eingreifen. Durch zwei Keilbolzen werden die vier Stücke zusammengezogen, und die eingestemmtten Oeffnungen für den Bolzenkopf sodann durch eingeleimte Zwickel zugeeckt.

Taf. 20. Fig. 11 stellt eine ähnliche Konstruktion für eine Riemscheibe dar. Die Scheibe besteht hier nur aus zwei Holzstücken, welche beide in der Fuge mit Nuthen versehen sind. In diese Nuthen wird eine Feder aus hartem Holz eingeschoben und verleimt; endlich befestigt man noch die beiden Holzstücke durch eingelegte Schienen, die quer über die Fuge reichen und durch Schraubenbolzen angezogen werden. Taf. 20.
Fig. 11.

Taf. 20. Fig. 12 zeigt die Konstruktion einer Scheibe aus vier einfachen Felgen, welche an den Enden überblattet sind. Das Blatt hat, mit Rücksicht darauf, daß die Scheibe durch Keile auf der Welle befestigt werden soll, und daß diese das Bestreben äußern, die Fuge auseinander zu treiben, eine eigenthümliche Versatzung. Die Blätter werden durch Holznägel und durch übergelegte Schienen gehörig befestigt. Taf. 20.
Fig. 12.

Die Figuren 9, 10, 11 und 12 sind sämmtlich in einem Achtel der natürlichen Gröfse gezeichnet.

b) Befestigung metallener Platten aneinander.

1) Blechvernietungen.

Allgemeines.

§ 140. Von den zahlreichen Formen, in welchen die Befestigung metallener Platten aneinander vorkommen kann, interessiren uns hier zunächst zwei Gruppen. Dies sind:

- 1) die Befestigung metallener Bleche, namentlich der gewalzten Eisenbleche, und
- 2) die Befestigung gufseiserner Platten aneinander.

Es liegt in der Natur des Materials, daß man die Verwendung der Bleche vorzugsweise überall da eintreten läßt, wo die Konstruktion auf Zerreißen in Anspruch genommen wird, wogegen man Gußeisen fast für jede andere Weise, in welcher die Körper auf ihre Festigkeit in Anspruch genommen werden, anwendet. Wenn aber die Bleche auf Zerreißen in Anspruch genommen werden, wie z. B. bei den Dampfkesseln mit innerem Druck, bei den Brückenträgern, Brückenbalken etc., so findet in der Fuge, mit welcher die einzelnen Bleche zusammenhängen, ein Bestreben auf Verschieben statt. Nach der in § 44 auf S. 93 aus der Berechnung der Schrauben gezogenen Folgerung eignet sich für diese Art der In-Anspruch-Nahme nicht füglich die Anwendung der Schraubenbolzen zur Befestigung; man findet aus diesem Grunde, und oft auch aus Rücksicht der Kostenerspar-

nifs bei der Befestigung von Blechen aneinander selten die Verschraubung, sondern in der Regel ein anderes Befestigungsmittel in Anwendung.

Bleche von geringerer Dicke werden zusammengelöthet (S. 2), auch wohl durch Zusammenfalzen (S. 156) aneinander befestigt; die wichtigste Rolle spielt jedoch bei der Befestigung der Bleche, namentlich für gröfsere Dicken, das Zusammennieten (S. 29).


Bei der Befestigung gufseiserner Platten kommt jedoch das Zusammennieten viel seltner vor; man wendet vielmehr hier vorzugsweise die Befestigung durch Schrauben oder durch Keile an.

Die gewalzten Bleche sind häufig bei dem Walzen nach einer Richtung stärker ausgereckt, als nach der andern; es bilden sich dadurch in der Blechtafel gewissermaafsen Faserschichten, welche, wenn auch dem Auge nicht bemerkbar, doch in ähnlicher Ablagerung nebeneinander liegen, wie die Fasern des Holzes. Die Festigkeit des Blechs ist in der Richtung dieser Fasern in der Regel gröfser, als in der andern Richtung, und es ist daher bei der Verwendung der Bleche darauf zu achten, dafs die Richtung der Fasern so zu liegen komme, dafs sie mit derjenigen zusammenfällt, in welcher das Blech auf Zerreißen in Anspruch genommen wird. Bei der Bildung von Dampfkesseln hat man daher die Richtung der Blechfasern immer in die Peripherie, und nicht parallel zur Längensaxe des Kessels zu legen.


Die im Handel vorkommenden gewalzten englischen Kesselbleche haben die Dimensionen, welche folgende Tabelle enthält.

XXVIII. Tabelle

über die Dimensionen der im Handel vorkommenden englischen (*Staffordshire*) gewalzten eisernen Kesselplatten (preufs. Maafse *).

Dicke in Zollen	Bezeichnung der Qualität	Länge und Breite in Zollen
$\frac{5}{8}$	 Best. Best.	30 u. 60. 36 u. 72. 48 u. 48.
$\frac{1}{2}$	„ Best. Best.	24 u. 48. 30 u. 60. 36 u. 72. 48 u. 48.
$\frac{7}{16}$	„ Best. Best.	24 u. 48. 30 u. 60. 30 u. 72. 36 u. 72. 48 u. 48.

*) Aus der Niederlage von Jacob Ravené Söhne et Comp. in Berlin.

Dicke in Zollen	Bezeichnung der Qualität	Länge und Breite in Zollen
$\frac{3}{8}$	 Best.	24 u. 48. 30 u. 60. 30 u. 66. 30 u. 72. 36 u. 60. 36 u. 72.
$\frac{5}{16}$	„ Best.	24 u. 48. 30 u. 60. 30 u. 66. 30 u. 72. 30 u. 96. 36 u. 60. 36 u. 72. 36 u. 96. 48 u. 48.
$\frac{1}{4}$	„ Best.	24 u. 48. 30 u. 60. 30 u. 72. 36 u. 60. 36 u. 72. 36 u. 96. 48 u. 48.
$\frac{3}{16}$	„ Best.	24 u. 48. 24 u. 60. 30 u. 60. 30 u. 72. 36 u. 72. 36 u. 96.
$\frac{1}{8}$	„ Best.	24 u. 48. 24 u. 60. 30 u. 60. 30 u. 72. 36 u. 60. 36 u. 72. 36 u. 96.
$\frac{1}{16}$	„ Best.	24 u. 48. 24 u. 60. 30 u. 60. 30 u. 72. 36 u. 72. 36 u. 96.
$\frac{1}{12}$	„ Best.	24 u. 48. 30 u. 60. 30 u. 72. 36 u. 72. 36 u. 96.
Nr. 15. $\frac{3}{32}$	„ Best.	24 u. 48. 36 u. 72. 36 u. 96.
No. 16	„ Best.	24 u. 48. 36 u. 72. 36 u. 96.
No. 17. $\frac{1}{16}$	„ Best.	24 u. 48. 36 u. 72.
No. 18	„ Best.	24 u. 48. 36 u. 72.
No. 19. $\frac{1}{20}$	„ Best.	24 u. 28. 36 u. 72.

Gerade Befestigung der Kesselbleche durch Zusammennieten.

§ 141. Das Zusammenfügen von Blechtafeln zur Herstellung irgend eines Maschinentheils, oder einer Baukonstruktion, findet sowohl als gerade, wie auch als Winkelbefestigung (§70. S. 160) statt.

Die gerade Befestigung zweier Bleche durch Zusammennieten geschieht in der einfachen Form, welche schon auf Taf. 1. Fig. 1 dargestellt ist, und die wir hier des Zusammenhanges wegen auf Taf. 21. Fig. 1 mit einer geringen Abänderung wiederholen. Es hat sich nämlich durch Versuche über den Druck, durch welchen Niete der Länge nach abgerissen werden, ergeben, daß, wenn man den Kopf sehr niedrig macht, derselbe früher durchgedrückt wird, als das Niet abreißt, und zwar ungefähr in der Weise, wie wir dies bei dem Abreißen der Schraubenbolzen beschrieben haben (S. 94), indem nämlich ein cylindrisches Stück von dem Durch-

Taf. 21.
Fig. 1.

messer des Rumpfes sich aus dem Kopf herausstreift. Macht man nun den Kopf allmählich höher, so tritt endlich ein Punkt ein, wo das Niet gegen das Abreißen, und der Kopf gegen das Abstreifen gleiche Widerstandsfähigkeit besitzen. Dieser Punkt wird schon bei einer geringern Höhe des Nietkopfes erreicht, wenn man den Rumpf gegen den Kopf nicht scharf absetzen läßt, wie in der Fig. 1 auf Taf. 1, sondern den Uebergang zwischen Rumpf und Kopf in der Weise verstärkt, wie dies auf Taf. 21. Fig. 1 dargestellt ist. Diese Anordnung erfordert aber bei der Herstellung der Nietlöcher grössere Arbeit, indem jedes Nietloch, nachdem es gebohrt, oder ausgestossen ist, noch mit einer konischen Versenkung versehen werden muß. Wenn daher auch die Form der Niete in Bezug auf ihre Widerstandsfähigkeit eine vortheilhaftere ist, so dürfte die Material-Ersparnis in den meisten Fällen durch den grössern Aufwand an Arbeit nicht nur ausgeglichen, sondern noch übertraffen werden.

Zuweilen ordnet man auch wohl zwei Reihen von Niete
Taf. 21. an, namentlich bei dünnern Blechen (Taf. 21. Fig. 2). In diesem
Fig. 2. Falle versetzt man die Niete der einen Reihe gegen die der andern Reihe so, daß ihre Mittelpunkte nicht in dieselbe Normale zum Blechrande fallen. Die Verhältnisse der Niete sind nach den Angaben auf S. 30 genommen.

Eine sehr zweckmäßige Zusammenfügung zweier Bleche besteht darin, daß man die Blechtafeln stumpf aneinander stößt, und einen Blechstreifen über die Fuge legt, welchen man dann an
Taf. 21. beiden Platten durch Niete befestigt (Taf. 21. Fig. 3). Auch hier
Fig. 3. hat man die Niete in den beiden Reihen gegeneinander zu versetzen. Die Anwendung eines solchen Blechstreifens hat den Vortheil, daß man bei der Bildung von Röhren oder Kesseln durch Zusammenfügung einzelner genieteteter Ringe, diese cylindrisch und alle von gleichem Durchmesser machen kann, während man sonst, wenn man die Blechringe übereinander nieten will, dieselben behufs des Zusammensteckens an den Stößen von verschiedenem Durchmesser machen muß. Man setzt dann dergleichen Ringe entweder so zusammen, daß man abwechselnd einen größern und einen kleinern Cylinder (Schufs oder Stofs) zusammenschiebt
Taf. 21. (Taf. 21. Fig. 4), oder so, daß man die Ringe alle konisch macht,
Fig. 4 und 5. und das dünnere Ende des einen Konus in die Erweiterung des andern steckt (Taf. 21. Fig. 5). Eine Röhre aus cylindrischen Ringen von gleichem Durchmesser mit übergenieteteten Blechstreifen, zeigt Fig. 22 auf Taf. 18.

Hat man dünne Bleche zusammen zu nieten, so legt man wohl zwei Blechstreifen über die Fuge (Taf. 21. Fig. 6); einen unten und einen oben. Taf. 21.
Fig. 6.

Sehr häufig kommt es bei der Darstellung größerer Kessel oder Röhren vor, daß ein Querstofs mit einem Längenstofs zusammenrifft. Werden die einzelnen Theile nach Anleitung der Fig. 4 oder 5 auf Taf. 21 zusammengesügt, so muß jedesmal der in der Peripherie liegende Stofs mit demjenigen zusammentreffen, welcher in der Richtung der Länge des Kessels liegt. Es kommen also an einer Nietstelle drei Blechdicken zusammen. Taf. 21. Fig. 7 zeigt eine solche Zusammenfügung. xy ist der Längenstofs, pz der Querstofs; in dem Punkte a kommen alle drei Bleche zusammen. Das Blech 1 wird in seiner Form nicht geändert, dagegen streckt man das Blech 2 an der Nietstelle etwas dünner aus, und biegt das Blech 3, welches in dem Längenstofs über dem Blech 2 liegt, aber hier mit dem Blech 1 eine Vernietung erhalten muß, bis auf das Blech 1 nieder. Die beiden Durchschnitte sind genau durch die Nietstelle genommen. Taf. 21.
Fig. 7.

Setzt man einen Kessel aus engern und weitem Schüssen zusammen, so kann man die Längensstöfse in der auf Taf. 21. Fig. 8 angedeuteten Weise versetzen, und zieht dann die Ecke des obern Bleches (3) im innern Schufs beispielsweise nach rechts, die Ecke des untern Bleches (2) im äußern Schufs entgegengesetzt, also nach links aus. Die Blechtafeln 1 und 2 gehören dem weitem, die Tafeln 3 und 4 dem engern Schusse an; der eine Durchschnitt ist nach cd durch den Querstofs, der andre nach ab durch den Längenstofs des engern Schusses genommen. Zuweilen unterläßt man bei dieser Anordnung das Ausziehen der Bleche ganz, und fügt die Tafeln 2 und 3 im Stofs stumpf zusammen*), allein in diesem Falle ist die Dichtung des stumpfen Stofses sehr schwierig. Taf. 21.
Fig. 8.

Zurichtung der Bleche für die Zusammensetzung von Kesseln oder von Röhren.

§ 142. Will man einen Kessel oder eine Röhre aus einzelnen Blechtafeln zusammenfügen, so hat man darauf zu achten, daß man möglichst wenig Abfall von den Blechen bekomme, und daß sie alle möglichst gleiche Form erhalten. Man setzt daher einen Schufs

*) Vergl. Redtenbacher's Resultate für den Maschinenbau. II. Aufl. Tafel VIII. Fig. 5.

am liebsten aus einer, oder aus zwei bis drei ganzen Blechlängen zusammen, und wählt die Länge des Kessels so, daß die Länge jedes Schusses aus einer ganzen Blechbreite besteht. Die einzelnen Bleche werden nach einer Lehre oder Schablone verzeichnet und ausgehauen. Sind die Schüsse cylindrisch, so ist die Form jeder Tafel rechteckig, bei konischen Schüssen dagegen müßte eigentlich die obere Tafel nach der Form eines abgewickelten Mantelstückes des Kegels, also nach einem Kreisabschnitt gestaltet sein; man nimmt dafür in den meisten Fällen ohne sonderlichen Fehler eine trapezförmige Begrenzung. Ist der äußere Durchmesser des engeren Schusses d , die Blechstärke aber δ , so ist die Länge der Peripherie für die Blechtafel, wenn jeder Schuss aus n gleich langen Tafeln besteht, für die engeren Schüsse $\frac{\pi d}{n}$ und für die weitem Schüsse $\frac{\pi(d+2\delta)}{n}$; es ist also die Lehre für die Bleche

der weitem Schüsse um $\frac{2\delta\pi}{n}$ länger zu machen, als für die Tafeln der engeren Schüsse. Die hier bestimmte Länge ist von den Mitten der Nietlöcher auf den Ecken genommen, man muß also für die Schablone zum Aushauen der Bleche noch den übergreifenden Blechrand zugeben.

Sind die Bleche in der richtigen Form dargestellt, so zieht man die Ecken aus, wo es nöthig ist, indem man sie rothwarm macht. Hierbei ist darauf zu achten, daß man bei rechteckigen Tafeln die Ecken nach der Richtung der Seite auszieht, welche die Peripherie bilden soll. Beide Ecken derselben Tafel werden zwar nach derselben Richtung ausgezogen; bei Anwendung weiter und enger cylindrischer Schüsse werden jedoch die Ecken in den Tafeln der engeren Schüsse nach entgegengesetzter Richtung als diejenigen in den weitem Schüssen ausgereckt. Bei Anwendung trapezförmiger Tafeln zieht man die Ecke nach der Diagonale aus.

Man macht nunmehr eine Lehre für die Nietlöcher, indem man einen Rahmen aus Flacheisen zusammennietet, denselben durch diagonale Eisenschienen in der richtigen Gestalt erhält, und nun, nachdem die Anzahl der Nieten bestimmt worden, sowohl auf der Lehre für die weitem Schüsse, als auf derjenigen für die engeren Schüsse die Seite in die entsprechende Anzahl gleich großer Theile eintheilt. Nur so kann man erreichen, daß die Nietlöcher der weitem und engeren Schüsse später zusam-

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:

δ 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 Maass, wenn man δ , a und b in denselben Maassseinheiten 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, aussen aus Eisenplatten konstruirt; der Dampfdruck betrage 90 Pfund auf den Quadratzoll über den äussern 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 gross, 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

äufsern Seite (Fig. 13). Es ist aber darauf zu achten, daß die Längensfasern des Bleches (S. 396) um die Kante herumlaufen, daß also die Blechtafel nicht etwa so gebogen werde, daß die Richtung, nach welcher das Blech ausgewalzt ist, mit der gebildeten Kante zusammenfalle. Fig. 12 zeigt zugleich, wie die angenietete Blechtafel zu biegen sei, wenn der umgebogene Rand nicht über die Flucht derselben hervorstehen soll.

Hat man Bleche von geringer Biegsamkeit unter einem Winkel aneinander zu nieten, so kann man die auf Taf. 21. Fig. 14 dargestellte Konstruktion wählen. Taf. 21.
Fig. 14.

Für die Befestigung mittelst eines Hilfsstückes bedient man sich entweder der Blechstreifen, welche aus ganzen Tafeln ausgeschnitten und demnächst umgebogen werden, oder der Winkel-eisen (Eckeisen, Eckschienen oder wegen Aehnlichkeit ihres Querschnitts mit einem L auch L-Eisen genannt).

Die Blechstreifen müssen so aus den Platten geschnitten werden, daß die Längensfasern des Bleches quer über die Streifen laufen, daß die Längensfasern also beim Umbiegen des Streifens in die Biegung zu liegen kommen und mitgebogen werden.

Taf. 21. Fig. 15 und 16 zeigen Winkelbefestigungen durch Blechstreifen. Die Blechtafeln können entweder von innen (Fig. 15) oder von außen (Fig. 16) an die Schenkel des Winkels angenietet werden. Taf. 21.
Fig. 15
und 16.

Die Anwendung von Winkeleisen (fr. *cornières* — engl. *angle-irons*) zieht man bei Konstruktionen, welche eine größere Festigkeit bekommen sollen, der Anwendung von Blechstreifen vor. Die Winkeleisen findet man in bestimmten Verhältnissen im Handel; sie werden in Eisenwerken durch Walzen fabrizirt; die äußere Kante ist meistens scharf, die innere abgerundet, und die Schenkel des Winkels sind in der Nähe der Biegung etwa $1\frac{1}{3}$ mal so stark, als an den Enden.

Taf. 21. Fig. 17 zeigt ein Winkeleisen, dessen Schenkel in der Mitte $\frac{3}{8}$ Zoll stark und außen $2\frac{1}{2}$ Zoll lang sind. Diese Dimensionen sind die üblichsten; der laufende Fuß wiegt dann etwa 7 Pfund. Fig. 17 ist in einem Viertel der natürlichen Gröfse gezeichnet. Die mittlere Dicke des Winkeleisens macht man passend gleich der Dicke des Bleches, gegen welches das Eisen genietet wird; bezeichnet man dieselbe mit δ , so ist: Taf. 21.
Fig. 17.

die kleinste Dicke des Winkeleisens = $\frac{6}{7}\delta$,

die größte Dicke an der Biegung = $\frac{3}{7}\delta$,
 die äußere Länge eines Schenkels = $4\delta + 1$ Zoll
 (= $4\delta + 2,615$ Centimètres)*).

Sowohl die Blechstreifen als die Winkeleisen finden auch Anwendung, wenn man eine körperliche Ecke aus Blechtafeln herstellen will. Taf. 21. Fig. 18 und 19 geben hierzu Beispiele. In Fig. 18 ist auf die Grundplatte ein Winkeleisen genietet, welches in der Ecke umgebogen ist. Die beiden Seitenwände sind an diese Eckschiene genietet, und werden unter sich durch einen winkelförmig gebogenen Blechstreifen zusammengehalten. Fig. 19 unterscheidet sich von der Konstruktion in Fig. 18 dadurch, daß anstatt des Blechstreifens ein Eckeisen angewandt ist, welches da, wo es mit dem Eckeisen auf der Grundplatte zusammentrifft, gekröpft und über jenes herüber gebogen ist. Wegen des Zusammentreffens von drei Nietten in der Ecke der Konstruktion muß das eine Niet, welches zuerst eingesetzt wird, mit einem versenkten Setzkopfe versehen sein.

Noch andere Beispiele für die Vernietung der eisernen Bleche, sowohl in der geraden Befestigung, als namentlich in Winkelbefestigungen sind auf Taf. 21 in den Fig. 20 und 21 gegeben. Beide Figuren sind in einem Maassstabe von einem Zwanzigstel der natürlichen Gröfse gezeichnet.

Fig. 20 zeigt eine Vernietung, welche bei Dampfkesseln sehr häufig vorkommt, nämlich die Zusammensetzung eines cylindrischen Kessels mit innerem Feuerrohr. Der Boden des Kessels ist sowohl an dem cylindrischen Mantel, als auch an dem Feuerrohr durch Eckeisen befestigt.

Fig. 21 stellt die Blechvernietung an der Britannia-Röhren-Brücke dar. Die Brücke bildet einen hohlen, aus Eisenblech zusammengenieteten Balken, welcher an beiden Enden, und außerdem dreimal in seiner Gesamtlänge (1524 Fufs) unterstützt ist; die größte freiliegende Länge desselben beträgt 460 Fufs englisch, seine größte Höhe 30 Fufs, und die äußere Breite 14 Fufs 8 Zoll. Die obere Decke besteht aus 8 Zellen von quadratischem Querschnitt, der Boden des röhrenförmigen Balkens aus 6 dergleichen; die Seitenwände sind aus einfachen Blechtafeln gebildet, welche an den Stößen durch übergelegte T-förmige Schienen zusam-

*) Redtenbacher in seinen Resultaten für den Maschinenbau 2. Aufl. 1852. No. 65 giebt für die Dicken der Schenkel dieselben Werthe, für die äußere Länge aber $4,5\delta + 2,4$ Centimètres, oder $4,5\delta + 0,92$ Zoll.

mengehalten werden (Fig. 21 a). Die Zeichnung stellt die Vernietung der äufsern Zellen der Decke mit der vertikalen Seitenwand dar. Die Zellen bestehen aus einfachen 6 Fufs langen, $1\frac{3}{4}$ Fufs breiten Blechplatten, deren Dicke in der Mitte der Röhre $\frac{3}{4}$ Zoll, in der Nähe der Stützpunkte aber nur $\frac{5}{8}$ Zoll beträgt. Der Flächeninhalt des Querschnitts sämtlicher 8 Zellen der Decke ist in der Mitte 670 Quadrat Zoll, der Gesamt-Querschnitt der Zellen des Bodens 517 Quadrat Zoll; der Durchmesser der Niete ist in der Decke 1 Zoll, im Boden $1\frac{1}{8}$ Zoll, und die Entfernung derselben von Mitte zu Mitte beträgt 3 Zoll. (Im Ganzen sind bei der Brücke über $1\frac{3}{4}$ Millionen Stück Nieten verwendet)*).

2) Befestigung gegossener Platten aneinander.

Verschiedene Konstruktionen für die Befestigung gegossener Platten durch Schrauben und Keile.

§ 145. Gegossene metallene Platten pflegt man selten durch Zusammennieten, gewöhnlich durch Schrauben oder durch Keile aneinander zu befestigen. Es kommt dabei wesentlich darauf an, daß die Platten sich in möglichst vielen Punkten berühren. Dies vermittelt man entweder durch weiche Zwischenlagen oder durch genau ebene Bearbeitung. Die letzte Methode ist vorzuziehen.

Bei der Anwendung weicher Zwischenlagen bedient man sich entweder dünner Brettstückchen von Holz, oder man nimmt Scheiben von Leder, Filz, Pappe, vulkanisirtem (geschwefeltem) Kautschuk, auch wohl Bleiplatten, dünne Eisenplatten, welche mit Hanfschnüren umwickelt sind, die man in Oelkitt getränkt hat (vergl. S. 365) etc. Weniger empfehlenswerth ist es, sich eines Kittes zu bedienen, ohne weitere Zwischenlage. Häufig wendet man auch zur Vervollständigung der Berührungspunkte zwischen beiden Platten das Vergiefsen (S. 27) an.

Dergleichen weiche Zwischenlagen wendet man zuweilen selbst dann an, wenn die Flächen gehörig bearbeitet sind, namentlich wenn die Fuge dicht gemacht werden soll. Nicht selten hobelt oder dreht man in diesem Falle, je nach der Gestalt der Platte, flache rinnenförmige Vertiefungen in die Oberfläche ein, da-

*) Vergl. Kohl Beschreibung der Göltisch- und Elsterthal-Ueberbrückung etc. Plauen 1854.

mit die elastische Zwischenlage sich in dieselben hineinziehen könne.

Taf. 22. (Taf. 22. Fig. 1).

Fig. 1.

Die genaue Bearbeitung der sich berührenden Platten auf der Hobelmaschine oder auf der Drehbank ist jedoch für exakte Konstruktionen der Anwendung von weichen Zwischenlagen vorzuziehen, schon weil durch die Elastizität der letzten niemals die Lage beider Platten zu einander eine unveränderliche ist, dieselbe vielmehr, je nach dem stärkeren oder geringeren Anziehen der Schrauben oder der Keile sich ändert.

Bei genauer Bearbeitung der Platten reicht es oft hin, wenn die Platten sich nur an den Rändern, oder überhaupt nur in einzelnen Theilen berühren. Um für diesen Fall nicht die ganzen Oberflächen der Platten bearbeiten zu müssen, giebt man denselben an den Berührungsstellen geringe Verstärkungen, welche über die Ebene der Platte hervorragen, und allein bearbeitet werden, während der übrige Theil der Platte unbearbeitet bleibt (Taf. 22.

Taf. 22.

Fig. 2.

Fig. 2). Dergleichen Vorsprünge bilden entweder nur zwei, oder, wenn die Platte dadurch auf eine zu große Entfernung hohl liegen würde, auch wohl drei oder mehr parallele Bahnen, oder sie stellen einen rings herum laufenden, nach der Form der zu

Taf. 22.

Fig. 3.

befestigenden Platte verschieden gestalteten Rand dar. (Taf. 22.

Fig. 3).

Die Höhe dieser Vorsprünge braucht nur gering zu sein; sie beträgt, je nach Bedürfnis, eine Linie bis einen Zoll; die Breite derselben macht man so, daß ihr Flächeninhalt etwa $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ von dem Flächeninhalt der kleinern zu befestigenden Platte beträgt.

Wenn zwei Platten so aneinander befestigt werden sollen, daß die Oberfläche der einen in die Verlängerung der Ebene fallen soll, welche die Oberfläche der andern bildet, so kann man die auf Taf. 22. Fig. 4 gezeichnete Konstruktion wählen. Der Rand der einen Platte wird gekröpft, und tritt um die Dicke des Randes der andern Platte gegen jene Ebene zurück; die Befestigung selbst geschieht durch Schrauben. Denselben Zweck erreicht man durch die auf Taf. 22. Fig. 5 dargestellte Anordnung. Beide Platten werden mit rechtwinklich aufstehenden Rändern oder Lappen versehen, und diese durch Schrauben aneinander befestigt, indem man entweder Zwischenlagen zwischen beide Berührungsflächen legt, oder indem man die Ränder nach Anleitung der Fig. 2 und 3 bearbeitet. Taf. 22. Fig. 6 zeigt eine ähnliche Konstruktion, welche

Taf. 22.

Fig. 4

bis 6.

der in Fig. 5 vorzuziehen ist, wenn man auf beiden Seiten der Platten genügenden Platz hat.

Anstatt der Befestigung durch Schrauben kann man auch diejenige durch Keile wählen. Die Ränder zur Befestigung der Platten werden dann durch ein besonderes Hilfsstück umklammert. Taf. 22. Fig. 7 und 8 zeigen dergleichen Konstruktionen. In Fig. 7 bedeckt die Klammer die Fuge, und die Schenkel der Klammer bilden die Widerlager für die Keile; in Fig. 8 dagegen bleibt die Fuge unbedeckt, die aufstehenden Ränder sind keilförmig gestaltet, und durch zwei andre Keile wird die Klammer fest angetrieben. Welche von beiden Anordnungen man zu wählen habe, richtet sich vornehmlich nach dem Platz, welchen die Konstruktion für das Antreiben der Keile darbietet. In Fig. 7 werden die Keile in einer Richtung angetrieben, welche mit der Ebene der Platten zusammenfällt, in Fig. 8 dagegen in einer zu jener Ebene normalen Richtung. Unter sonst gleichen Verhältnissen würde die Konstruktion in Fig. 7 vorzuziehen sein.

Taf. 22.
Fig. 7
und 8.

Die auf Taf. 22 in den Fig. 4 bis 8 gezeichneten Konstruktionen kommen namentlich bei der Zusammensetzung von Radreifen aus eisernen Platten oder Felgen vor.

Die Befestigung durch Keile wählt man häufig auch dann, wenn die eine Platte gegen die andre in eine bestimmte Lage genau eingestellt werden soll. Man kann für diesen Fall die auf Taf. 22 in Fig. 9 gezeichnete Konstruktion wählen. Die Platte *a* ist auf der Platte *b* durch vier Keile so befestigt, daß sie durch Anziehen und Lösen gewisser Keile nach allen Richtungen hin um ein Geringes verschoben werden kann. Dies wird erreicht, wenn man sie nach zwei aufeinander normalen Richtungen in der Ebene verschieben kann. Die Platte *a* hat zu dem Zwecke an beiden Enden einen die Platte *b* übergreifenden Rand, der den Keilen *cc'* als Widerlager dient, und mittelst dieser Keile kann die Platte in der Richtung ihrer Länge verschoben werden. Die Platte *b* hat dagegen zwei neben der Platte *a* hinlaufende vorspringende Rippen, gegen welche sich die Keile *dd'* legen, die dazu dienen, die Platte *a* nach der Richtung ihrer Breite zu verschieben.

Taf. 22.
Fig. 9.

Die Winkelbefestigung gegossener Platten läßt sich leicht derjenigen der Bleche nachbilden. Gewöhnlich giebt man der einen Platte einen angegossenen Rand (Taf. 22. Fig. 10) und indem man diesen Rand an der andern Platte befestigt, führt man die Winkelbefestigung auf die einfache Befestigung zurück.

Taf. 22.
Fig. 10.