

c eingesezt und mittelst Keilen d d befestigt wird. Der Spund c erhält ebenfalls ein rundes Loch e, welches genau in die länglichen Schlize a passen muß, damit der Zirkel bei'm Gebrauch mit dem Loch e auf den Mönch gesetzt werden kann.

§. 88. Der Reißzahn (Fig. 111.) besteht aus Eisen oder Metall und wird mittelst der beiden Schrauben a a (Fig. 112.) auf dem Arme des Zirkels befestigt. Die Backen b b und die Platte c sind ungefähr $\frac{1}{4}$ Zoll stark und $\frac{3}{4}$ bis 1 Zoll breit. Der eigentliche Reißzahn d ist unten wie eine Säge gestaltet, damit er desto leichter in die Bohle einreißt und auf derselben die Felgen markiren kann.

§. 89. Der Stangenzirkel besteht ebenfalls aus einer Latte A (Fig. 113.), die $\frac{3}{4}$ bis 1 Zoll stark und $1\frac{1}{2}$ Zoll hoch ist. Hinten bei A erhält dieser Zirkel die doppelte Breite der Latte, und an den Enden a und b sind Cylinder dergestalt angebracht, daß der Cylinder a fester sitzt, während b nach Belieben auf dem Arme des Zirkels verschoben und mittelst eines Keils c oder einer Schraube d (Fig. 114.) befestigt werden kann.

Oft fertigt man auch die Stangenzirkel so an, daß man das eine Ende B (Fig. 115.) in einen Kasten schieben kann, um nicht bei kurzen Linien einen langen Arm mit herum führen zu müssen. Bei dieser Einrichtung sind beide Cylinder a und b fest. Will man die Cylinder auseinander stellen, so hat man nur den Arm B zu verschieben und ihn mit der Schraube c zu befestigen.

Vom Bau der Räder überhaupt.

§. 90. Da im Vorhergehenden Alles gezeigt wurde, was zum Bau eines Rades nöthig ist, so können wir jetzt zur Anfertigung der Räder selbst schreiten; bevor aber dies geschieht, ist es nothwendig zu wissen:

- 1) was für ein Rad gebaut werden soll, damit man das dazu erforderliche Holz und die Menge desselben bestimmen kann;
 - 2) wie viel Fuß Durchmesser das zu erbauende Rad bekommen soll;
 - 3) ob das Rad ein oder zwei Kränze, und endlich
 - 4) wie viel Schaufeln, Rämme oder Stöcke es erhalten soll.
- Sind diese vier Fragen entschieden, so kann es keine Schwierigkeit haben, die Gattung und die Menge des Holzes, so wie die

Länge der Felgen zu bestimmen. Wir wollen den Versuch machen, dies mit Hülfe einiger Beispiele zu erläutern.

§. 91. Ist die Zahl der Schaufeln oder Zähne und die Größe einer Theilung des Rades bekannt, so hat man, ehe man zur Construction des letzteren schreiten kann, die Theilkreise und deren Durchmesser zu bestimmen. Es muß nämlich die Größe der Peripherie des Theilkreises eines Rades bestimmt werden, um daraus die Größe des Durchmessers feststellen zu können. Dies geschieht auf folgende Weise: Man multiplicirt die Anzahl der Schaufeln, Kämme oder Zähne eines Rades mit der Größe der Theilung; das erhaltene Product ist dann die Größe der Peripherie. Multiplicirt man nun dieses Product mit der Zahl 7 und dividirt das hierdurch erhaltene Product mit 22, so bezeichnet der Quotient die Größe des Durchmessers des Theilkreises. Soll z. B. der Durchmesser des Theilkreises für ein Wasserrad von 24 Schaufeln und 18 Zoll Theilung bestimmt werden, so ist $24 \cdot 18 = 432$ Zoll die Größe der Peripherie. Der Durchmesser des Wasserrades im Theilrisse dagegen: $432 \cdot 7 = 3024$ und $\frac{3024}{22} = 137\frac{4}{11}$, d. h. = 15 Fuß $2\frac{4}{11}$ Zoll.

§. 92. Soll das zu erbauende Rad ein Kamm- oder Stirnrad von 64 Kämmen und 3 Zoll Theilung werden, so ist $64 \cdot 3 = 192$ Zoll die Größe der Peripherie und $192 \cdot 7 = 1344$, und $\frac{1344}{22} = 61\frac{1}{11}$ Zoll, oder 5 Fuß $1\frac{1}{11}$ Zoll gleich dem Durchmesser des Rades von 192 Zoll im Theilkreise. Da aber der obige Bruch $\frac{1}{11}$ Zoll für die Ausführung sehr unbequem ist, indem man einen Zoll in 11 gleiche Theile theilen und davon einen solchen Theil zu 61 Zoll addiren müßte, so kann man ihn, als unwesentlich, füglich ganz und gar weglassen.

Will man sich nach dem Vorhergehenden eine Formel bilden, so hat man im ersten Falle:

$$22 : 7 = 432 : x = 22 \cdot x = 432 \cdot 7 =, \text{ und } x = \frac{432 \cdot 7}{22}$$

und im zweiten Falle:

$$22 : 7 = 192 : x = 22 \cdot x = 192 \cdot 7 = x = \frac{192 \cdot 7}{22}$$

Nach diesen Formeln werden alle Durchmesser berechnet, sobald die Anzahl der Schaufeln oder Kämme, Stöcke und die Theilung gegeben ist.

§. 93. Wäre hingegen der Durchmesser des zu erbauenden Rades und die Schaufel- oder Kammtheilung gegeben, und man wollte die Anzahl der Schaufeln oder Kämme wissen, so muß man aus dem Durchmesser des Rades die Peripherie desselben suchen. Diese findet man, wenn man den obigen Satz: $22 : 7$ umkehrt. Z. B. das zu erbauende Rad sei wieder ein Wasserrad von 14 Fuß Durchmesser mit 18 Zoll Schaufelung, so hat man hier: $7 : 22 = 14 : x = 7 \cdot x = 14 \cdot 22$ und $x = \frac{14 \cdot 22}{7}$

$= 44$ Fuß oder $= 528$ Zoll die Peripherie. Dividirt man nun mit der Schaufeltheilung von 18 Zoll in die 528 Zoll, so erhält man die Anzahl der Schaufeln oder Kämme, also: $\frac{528}{18} = 29\frac{1}{3}$

Schaukeln; hier kann man aber statt der obigen Zahl $29\frac{1}{3}$ lieber 28 oder 30 Schaufeln nehmen, weil man die Zahl der Schaufeln oder Kämme eines Rades gern so nimmt, daß sich diese durch 2 oder 4 theilen läßt, indem man sonst bei der Ausführung derselben mit den Felgen und Stößen in Collision kommt. Uebrigens kommt bei der Ausführung auf die Weglassung einer oder zwei Schaufeln oder Kämme nicht so viel an, indem das Rad dabei oft an Festigkeit gewinnt, wie wir dies weiterhin sehen werden.

§. 94. Ist hingegen der Durchmesser eines Rades und die Zahl der Schaufeln oder Kämme bekannt, und man wollte die Theilung desselben wissen, so sucht man sich zunächst die Peripherie des Theilkreises des Rades und theilt diese durch die Zahl der Schaufeln oder Kämme; der Quotient zeigt dann die gewöhnliche Theilung an. Man will z. B. ein Kammrad von 7 Fuß Durchmesser und 88 Kammern bauen; wie viel Zoll Theilung wird man in diesem Falle den Kammern geben müssen? Hier haben wir also wieder $7 : 22 = 7 : x$, und da 7 Fuß $= 84$ Zoll sind, so ist auch $7 : 22 = 84 : x$ und $x = \frac{84 \cdot 22}{7} = 264$ Zoll

die Peripherie des Theilkreises. Dividirt man nun mit der Anzahl Kämme von 88 in die 264, so erhält man 3 Zoll Theilung,

z. B. $\frac{264}{88} = 3$. Diese 3 Zoll lassen sich 88 Mal auf

die Peripherie des Theilkreises herumtragen, und auf diese Weise verfährt man bei allen Rädern, sie mögen klein oder groß, Kamm-, Stirn- oder Wasserräder sein.

§. 95. Hölzerne Räder, von welchen hier zunächst die Rede ist, setzt man, wie §. 54. bereits angegeben wurde, aus einzelnen Stücken oder Felgen zusammen, welche auf dem oben beschriebenen Radestuhle künstlich mit einander verbunden werden. Will man daher den Ring oder Kranz eines Rades zusammenstellen, so hat man hierzu doppelte Felgen nöthig, indem immer zu zwei unteren Felgenstücken ein oberes gehört. Der Kranz ist also aus einer oberen und einer unteren Felgenlage (§. 101.) zusammengesetzt. Wenn man von einem aus 4, 6, 8, 10 u. Stücken bestehenden Kranze spricht, so hat man sich hierunter einen Kranz zu denken, welcher eigentlich aus doppelt so vielen Felgen zusammengesetzt ist. Diese Felgen kann man entweder alle von gleicher, oder auch von verschiedener Länge machen, je nachdem es die Umstände mit sich bringen.

Es ist zwar richtig, daß, je weniger Stücke verwendet werden, desto dauerhafter auch das Rad werden muß; man muß sich jedoch in den meisten Fällen nach der Breite der Bohlen richten, aus denen sie geschnitten werden; aus diesem Grunde wird man zuweilen genöthigt sein, den Kranz aus drei Felgenlagen zusammenzusetzen, wo dann die Stücke correspondirend zu stehen kommen, aber so, daß kein Stoß auf den andern trifft.

§. 96. Eine andere Frage ist die, ob der Kranz eines Rades aus lauter gleich langen Felgen angefertigt werden kann. Soll z. B. das zu erbauende Rad ein Wasser- und zwar ein Staberrad (Fig. 371.) von 16 Fuß Durchmesser werden, so wissen wir nach §. 94., daß hier die Schaufeln 16 bis 24 Zoll weit auseinander gesetzt werden können, und man hätte gefunden, daß das Rad aus 8 Felgen und 24 Schaufeln bestehen könne. Dividirt man nun mit der Anzahl Felgen in die Zahl der Schaufeln und es bleibt kein Rest, so können die Felgen alle gleich lang sein, z. B. $24 : 8 = \frac{24}{8} = 3$; es kommen also auf jede Felge 3 Schaufeln zu stehen und können mithin alle gleiche Länge haben.

Sollte aber das Rad 8 Felgen und 28 Schaufeln bekommen so hat man wieder $28 : 8 = 3\frac{4}{8}$. Die Kränze des Rades müßten also aus langen und kurzen Felgen bestehen, und zwar:

$$\begin{array}{r} 4 \text{ Felgen à } 4 \text{ Schaufeln} = 16 \text{ Schaufeln,} \\ 4 \quad \quad \quad \text{à } 3 \quad \quad \quad = 12 \quad \quad \quad = \end{array}$$

Summa 8 Felgen gleich 28 Schaufeln.

Läßt sich also die Zahl der Felgen eines Rades in die Zahl der Schaufeln oder Rämme ohne Rest dividiren, so können alle Felgen gleich lang werden; ist ersteres aber nicht der Fall, so muß man lange und kurze Felgen nehmen.

§. 97. Nach dem Vorhergehenden wird es sehr leicht zu bestimmen sein, wie viel Schaufeln ein Rad bekommen soll, wie weit dieselben und auf welche Stellen die Schaufeln, Nägel und Stöße zu liegen kommen. Angenommen, das obige Rad sollte 8 Felgen und 24 Schaufeln erhalten, so wird hier jede Felge gleich lang gemacht werden können, weil auf jeder derselben 3 Schaufeln zu stehen kommen.

Um nun alle Felgen auf den hierzu bestimmten Pfosten verreißen zu können, macht man sich zuvörderst einen Riß oder eine Schablonenfelge (Fig. 116.); diese theilt man in drei gleiche Theile 1, 2, 3, und halbirt diese Theile in a, so sind dies die Stellen für die Schaufeln. Werden sie nochmals in b getheilt, so erhält man die Stellen für die Nägel. Die Stöße kommen hier auf die Stellen 1 oder 2 zu liegen, weil gerade diese frei von den Schaufeln und Nägeln sind.

Um also die Stellen für die Schaufeln, Nägel und Stöße zu erhalten, braucht man die Felge nur in 12 gleiche Theile zu theilen, d. h. wenn das Rad 24 Schaufeln haben und zwischen je 2 Schaufeln 2 Paar Nägel stehen sollen. Ein Rad erhält aber nur durch die Nagelung seine gehörige Festigkeit, und jene bestimmt sich, je nachdem die Schaufeln weit oder eng von einander gestellt werden, auf 2 oder 3 Paar Nägel. Als Grundsatz gilt, daß man die Nagelung nicht unter 8 und nicht über 9 Zoll weit auseinander setzt, wonach es sich also bestimmt, ob 2 oder 3 Paar Nägel genommen werden müssen.

§. 98. Sollten aber die Kränze des Rades aus langen und kurzen Felgen bestehen, z. B. aus 8 Felgen und 28 Schaufeln, so haben wir nach §. 96. 4 Felgen à 8 Schaufeln und 4 Felgen à 3 Schaufeln nöthig. Es fragt sich nun, auf welche Weise man auf dem praktischen Wege die langen und die kurzen Felgen bestimmen kann. — Es sei AB (Fig. 117.) die bestimmte

Länge einer Felge, wenn der Kranz des Rades aus 8 gleichen Felgen bestehen und die Schaufelweite 24 Zoll betragen soll. Bei der Annahme von 28 Schaufeln beträgt aber die Schaufelweite nur 22 Zoll (§. 94.). Nun theile man die Schaufelweite $a b$ (Fig. 118.) in 8 gleiche Theile, nämlich in so viel, als der Kranz des Rades Felgen erhalten soll, und trage 4 dieser Theile von A nach C , so ist BC das Maaß der langen Felge zu 4 Schaufeln. Ferner trage man 4 dieser Theile von A nach D , so ist BD das Maaß für die kurze Felge zu 3 Schaufeln. Die lange Felge wird nun weiter ausgearbeitet, während die kurze Felge nur darauf verzeichnet bleibt (Fig. 117.).

§. 99. Nach dieser Reiß- oder Schablonenfelge werden alle anderen Felgen ausgearbeitet, indem man sie auf ein hierzu bestimmtes Stück Bohle so legt, daß die Neste so viel als möglich vermieden werden. Um aber die Schablonenfelge zu verreißen, schraubt man den Reißzahn (§. 88.) auf den Radestuhl (was jedoch genau nach dem Halbmesser des zu erbauenden Rades geschehen muß) und legt ihn auf den Mönch (Fig. 118.), worauf man eine der breitesten und reinsten Pfosten AB nimmt und sie so auf den Radestuhl legt, daß man die möglichst vollkommene Felge darauf verreißen kann. Nachdem dies geschehen, beschreibt man mit Hülfe des Radestuhls K die äußere Peripherie CAB und die innere EFG , indem man hierzu den Radestuhl K jedesmal mittelst des dazu gehörigen Loches auf den Mönch setzt, und dann so legt, daß die Seite, welche verlängert durch den Mittelpunkt, durch den Mönch geht, an die Punkte B , und reißt die Linie BG und AH , wodurch die Länge der Felge bestimmt ist, d. h. wenn alle Felgen gleich lang werden sollen. Sind aber zu einem Rade kurze und lange Felgen nöthig, so werden diese wie vorhin aufgezeichnet und die Linien CE und DF gezogen.

§. 100. Der praktische, im Rechnen nicht geübte Arbeiter kann die Länge der Felge, so wie auch die Schaufelweite mit Hülfe gewisser praktischer Regeln leicht ermitteln. Soll z. B. der Kranz des Rades, so wie wir es im §. 97. angenommen haben, aus 8 Felgen und 24 Schaufeln bestehen, so theilt man den Halbmesser ab (Fig. 119.), der hier 8 Fuß beträgt, in 17 gleiche Theile; 13 von diesen Theilen ac geben die Länge einer

Felge oder das sogenannte Achtelmaaß. Nach dieser Länge stellt man nun den Stangenzirkel A, um sie auf die äußere Peripherie der aufgerissenen Felge aufzutragen AB (Fig. 118.), worauf man letztere nach diesen Rissen ausarbeitet, indem man die Bohle in eine Fugbank (Fig. 120.), oder zwischen Klöße a a (Fig. 121.) festkeilt. Dann schneidet man Einschnitte durch die Jahre der Bohle bis auf die aufgerissene Felge und arbeitet das überflüssige Holz bis auf die Ritze fort, zuerst mit der Art oder Säge, hernach mit dem Rundhobel (Fig. 122.). Die Theile c c werden in der Regel noch zu Nägeln benutzt, worauf man bei der Fortarbeitung derselben Rücksicht nehmen muß. — Die auf solche Weise ausgearbeitete Felge nennt man dann die Reiß- oder Schablonenfelge (Fig. 116. u. 117.). Das Ausarbeiten der übrigen Felgen geschieht ganz so wie oben gezeigt wurde.

§. 101. Nachdem die erforderliche Anzahl Felgen ausgearbeitet ist, schreitet man zur Zusammensetzung des Reifens, indem man zunächst die erste Felge A (Fig. 123.) zwischen die Docken a a auf den Radestuhl legt und dieselbe hier mit den Keilen b b dergestalt befestigt, daß sie genau in den Radezirkel paßt. Ist dies geschehen, so legt man die Felge B daneben und treibt sie so fest als nur irgend möglich gegen die Felge A. Da aber in der Regel die Stöße der Felgen nicht gleich so dicht zusammen passen als erforderlich ist, so schneidet man mit einer Spansäge durch den Stoß und treibt die Felge B von Neuem gegen die Felge A. Dieses Verfahren wird so lange wiederholt, bis die Stöße so dicht werden, daß die Felgen durchaus fest aneinander stoßen. Dieses Zusammenstoßen der Felgen nennt man das Zusammenschneiden der Felgen.

Hat man auf diese Weise die zwei ersten Felgen A und B (Fig. 123.) zusammengeschnitten, so wird die dritte Felge C (Fig. 124.) dagegen gestoßen, nachdem sie vorher, wie bereits oben angegeben wurde, in den Radezirkel gebracht und auf den Radestuhl befestigt worden ist. Auch das sonstige Verfahren wiederholt sich, indem man den Stoß ebenfalls zusammenschneidet und gegen die Felge B festkeilt.

Auf zwei dieser Felgen wird nun eine dritte (auf A u. B z. B. die Felge I) herübergelegt und auf die angegebene Art in den Zirkel gebracht (Fig. 125.). Zum Befestigen der Felge I bedient

man sich der Zwingen oder Klammern A B C (Fig. 126.), und da nach §. 55. jeder Stoß der oberen Felge auf ein Drittheil der unteren Felgenlage zu liegen kommt (Fig. 125.), so theilt man letztere in 3 gleiche Theile, bringt die Felge auf einen derselben und befestigt sie auf der unteren mit den nöthigen Zwingen. — Da nun nach §. 97. bekannt ist, wie viel Paar Nägel zwischen je zwei Schaufeln zu stecken kommen, so läßt sich hier die Entfernung der Nägel von einander leicht finden, und man kann, indem man diese Entfernung halbirt und von den Stößen abträgt, die Punkte c bestimmen, wo die Nägel, welche den Stößen am nächsten kommen, hintreffen. Auf diese Stellen werden die Felgen gebohrt und genagelt, so daß die drei Felgen A B C ein Ganzes ausmachen. Dann werden die Klammern oder Zwingen a a wieder abgenommen und eine zweite Felge II oben dagegen gelegt und mit den Zwingen in dem Zirkel gehörig befestigt. Dies Zusammenschneiden des Stoßes muß mit der nöthigen Vorsicht geschehen, damit die untere Felge nicht beschädigt werde. Wenn der Stoß wieder zusammengeschnitten ist, wird die Felge ebenfalls genagelt, die Zwingen abgenommen und eine dritte Felge III angelegt. Auf diese Weise wird der ganze Kranz des Rades angefertigt, gleichviel ob er Ober- oder Unterring ist, ob er aus gleichen oder ungleichen Stücken besteht. — Besteht der Kranz aus langen und kurzen Felgen, so muß man so viel als möglich in der ersten Lage derselben gleichförmig damit abzuwechseln suchen. Wären z. B. 6 lange und 2 kurze Felgen nöthig, so legt man 3 lange und eine kurze. Wäre aber die Anzahl ungleich und bedürfte man z. B. 5 lange und 2 kurze, so müßten 3 lange und eine kurze und dann 2 lange und eine kurze gelegt werden. Hat man mit der ersten Felgenlage richtig angefangen, so kann die Wahl zwischen den jedesmal erforderlichen langen oder kurzen Felgen keine Schwierigkeit darbieten, wenn man nur die obige Regel beobachtet. Man hat aber auch bei den langen und kurzen Felgen darauf Rücksicht zu nehmen, daß die Arme so eingelegt werden können, daß keiner auf einen Stoß trifft.

§. 102. Viele haben die üble Gewohnheit, wenn zwei Felgen gelegt sind, die obere gleich auf diese zu befestigen (Fig. 99.), diesen Theil des Reifens umzukehren, wieder zwei Felgen unten

gegen zu schieben und mit den anderen zu verbinden u. s. w. Dies geschieht besonders, wenn man den einfachen vierarmigen Radestuhl benutzt, oder wenn eine Felge nur auf einen Arm des Radestuhls aufliegen kann. Man kann sich jedoch durch Unterlegen des sogenannten Knechts helfen und auf die vorhin beschriebene Weise den Kranz anfertigen.

§. 103. Rücksichtlich der Klammern oder Zwingen (Fig. 126.), deren man sich beim Zusammensetzen der Kränze bedient, ist zu bemerken, daß sie von Eisen A oder von Holz B angefertigt werden. Wenn aber die eisernen in den Ecken nicht gut gestaucht sind, bediene man sich lieber der von gesundem und ästigem harten Holze gefertigten. Nicht selten wendet man auch hierzu die sogenannten Tischlerschrauben C von Holz an, deren sich bekanntlich die Tischler bei ihrer Arbeit mit besonderem Vortheil bedienen. Hierbei erspart man an Zeit und an Arbeit. Eine jede Felge wird mit vier Zwingen auf die untere Felge befestigt. In Fig. 126. A und B sieht man, wie die Keile zwischen die Felgen und Klammern gesteckt und befestigt werden müssen. Auch muß dabei unten ein Stückchen Holz a zwischen die Zangen und Felgen gelegt werden.

§. 104. Ist der Ring oder Kranz des Rades auf die eben näher angegebene Weise zusammengesetzt, so wird er vollends gebohrt und genagelt, nachdem man zuvor alle Nägel aufgezeichnet hat (Fig. 127.). Zu diesem Behufe zieht man die Linien a b c d und e f g h, auf welche die Nägel kommen sollen, und theilt dieselben auf erstere ein w w, deren Anzahl nach §. 97. mit der Zahl der Schaufeln auf jeder Felge bekannt sein muß. Dann zieht man an der Seite des Radezirkels die Linie, die verlängert durch den Mittelpunkt geht, i k und m l, auf die innere Kreislinie e f g h, auf welche die Nägel treffen müssen, zu welchem Behufe man die Löcher bohren kann.

Die Nägel werden gewöhnlich von gutem zähen eichenen, bei den Wasserrädern auch von kiehenem Holze gefertigt und so zugehauen, daß sie oben bei a breiter als unten sind (Fig. 128.). Sie werden nach Beschaffenheit der Breite des Reifens $\frac{3}{4}$ bis 1 Zoll stark gemacht und die Löcher müssen eben so weit gebohrt werden, weil die Felgen sonst leicht zersprengt werden

können, und schwächer dürfen sie schon deshalb nicht sein, weil sie sonst dem Rade keine Festigkeit geben würden. Man bedient sich bei der Ausarbeitung der Nägel einer Schablone (Fig. 129.), die nur sehr wenig weiter sein darf, als man die Löcher für die Nägel im Kranze bohrt; man arbeitet sie dann so, daß sie eben durch diese gesteckt werden können. Das Holz zu den Nägeln muß übrigens sehr trocken sein, und es ist gut, wenn sie gespalten sind, und daß man sie, bevor sie rein ausgearbeitet werden, auf dem Ofen oder sonst an einem warmen Orte trocknet. Wenn der Nagel beim Einschlagen nicht mehr ziehen will (da er nicht stärker sein darf, als die Weite des dazu gehörigen Loches beträgt, und eben so wenig mit Gewalt eingetrieben werden kann), so schneidet man den hervorstehenden Theil des Kopfes ab und verkeilt ihn auf der andern Seite der Felge. Bei dem Einschlagen der Nägel ist jedoch die größte Vorsicht zu beobachten, weil die Felgen größtentheils aus geraden Bohlstücken ausgearbeitet werden und hierdurch die Jahre getrennt sind, die an den Enden der Felgen Dreiecke bilden, welche leicht abgespalten werden können. Man setzt daher die Keile a der Nägel senkrecht gegen die Jahre (Fig. 130.). Bevor aber der Nagel verkeilt wird, muß man ihn erst mit einer Spannsäge abschneiden und mit einem Meißel vorschlagen; sowie man auch beim Einschlagen des Nagels sowohl als auch des Keils entweder einen großen Hammer oder den Nacken einer Art unten an den Reifen halten muß, damit der Nagel besser zieht.

Da man aber die Räder nicht ganz auf die Welle bringen kann, so muß man beim Nageln und Verkeilen der Reifen besonders darauf Rücksicht nehmen. Die Nägel werden daher nicht auf beiden Seiten, sondern, wie Fig. 127. zeigt, von n bis o und von p bis q verkeilt, damit man sie wieder heraus schlagen und den Reifen in zwei Stücke zerlegen kann. Hat man in der eben angegebenen Weise den Reifen vernagelt, so ebnet man ihn sorgfältig mit Hülfe des Hobels und vertheilt demnächst die erforderliche Anzahl der Schaufeln, indem man in der Mitte des Reifens den sogenannten Theilriß r s t (Fig. 127.) zieht und die Schaufelweite u u auf dem Riße bemerkt, jedoch so, daß die Theilpunkte nicht auf die Stöße treffen, weil sonst dadurch die Schaufeln nicht Haltbarkeit bekommen würden. Dann trägt

man die halbe Schaufelstärke an beide Seiten der Theilpunkte und reißt sich diese an dem Radzirkel nach den Linien v v auf. Nach diesen Rissen werden nun die Schaufeln nach Verhältniß der Stärke der Felgen $\frac{3}{8}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll tief eingearbeitet, indem man zugleich die für die Zapfen a a (Fig. 131.) erforderlichen Löcher durchstemmt, was, um das Abspringen des Holzes zu verhindern, auf die Weise geschehen muß, daß man erst die Hälfte der einen und dann die Hälfte der andern Seite durchstemmt.

Die Lärven v v der Schaufeln werden gewöhnlich mit der Spannsäge eingeschnitten, wobei man das Holz mit Hülfe des Stemmeisens herausstößt, um zuletzt den Grundhobel (Fig. 132.) in Anwendung zu bringen. Sind auf diese Art beide Reifen ausgearbeitet, so ist es leicht, aus diesen und den Schaufeln den Kranz zusammen zu setzen, nachdem zuvor die Arme eingesetzt sind.

Sturm und Neumann machen den Vorschlag, man solle die Zapfen nicht an den Seiten, sondern in der Mitte verkeilen (Fig. 133.). Dies hat aber den Nachtheil, daß bei vorkommenden Reparaturen der Schaufeln die Zapfen sehr schwer aus den Reifen, ohne sie zu beschädigen, herauszuschlagen sind, zumal sie durch das Wasser quillen. Aus diesem Grunde ist es um so mehr verwerflicher, den Schaufeln runde Zapfen zu geben, wie dies Neumann haben will. Uebrigens werden die Reile in jedem Falle auf der äußeren Seite des Reifens eingeschlagen. Da aber der Ring des Rades höchstens 9 bis 10 Zoll breit gemacht werden kann, so läßt man die Schaufeln nach der innern Seite des Rades (Fig. 371. Thl. I.) einige Zoll überstehen, um dem Wasser eine größere Fläche entgegen zu stellen; über 18 Zoll darf unter keiner Bedingung die Breite der Schaufel betragen.

§. 105. Wenn man Alles so weit vorgearbeitet hat, dann schreitet man zur Einlegung der Arme. Wird ein Rad auf vier Arme gehängt (welche eigentlich zwei übereinander geblattete Hölzer bilden, Fig. 134.), so nennt man diese Kreuzarme. Größere Räder werden auf sechs Arme und noch größere auf acht Arme u. s. w. gehängt (man sehe weiter unten über die Einlegung der Arme überhaupt). Ein solcher Arm darf aber auf einen Reifen, weder auf einen Stoß noch auf eine Nagelung treffen, sondern er muß immer auf reines Holz gekämmt werden. Ferner

wird nach §. 68. ein Stück Bohle A, Kasse genannt, welches den Raum zwischen zwei Schaufeln ausfüllt, übergedeckt (Fig. 134. u. 35.). Diese Kasse wird wenigstens mit fünf Nägeln an dem Reifen befestigt, wovon der mittelste d der Hängenagel genannt wird und durch die Mitte der Arme geht. Kommen aber zwischen zwei Schaufeln drei Paar Nägel, so fällt der Hängenagel ganz fort und man läßt das dritte Paar Nägel gleich durch die Arme gehen. Ferner legt man die Arme bei unterschlächtigen Rädern jedesmal innerhalb der Reifen (Fig. 371. Thl. I.), damit zwischen den äußern Flächen des Rades und dem Gerinne nur der nöthige Spielraum bleibt. Auch müssen die Arme in der Welle bündig über's Kreuz gelegt werden (Fig. 134.), weshalb man sie ausschlißt (Fig. 136.) und in der Welle überblattet. Man muß daher bei'm Durchstemmen der Armlöcher darauf Rücksicht nehmen, daß eins derselben die halbe Stärke des Armes größer gemacht werde. Sind die Armlöcher in der Welle überblattet, so verbindet man die übrige Deffnung mit einem Keile.

§. 106. Schon oben ist erwähnt worden, daß der Arm weder auf eine Schaufel, noch auf einen Stoß treffen dürfe, und demgemäß ist die Regel aufgestellt worden, daß sich die Anzahl der Schaufeln immer durch die der Arme müsse theilen lassen. Wenn daher das zu erbauende Rad (Fig. 127.) 24 Schaufeln und 4 Arme erhält, so hat man $24 : 4 = \frac{24}{4} = 6$ Schaufeln zwischen je zwei Armen, und es ist daher sehr leicht, die Punkte für die Arme auf dem Reifen zu finden, indem man zu diesem Behufe den Stangenzirkel A (Fig. 113.) so einzutheilen hat, daß er sich vier Mal auf dem Theilriß herumtragen läßt. Man braucht den Halbmesser des Rades nur in 5 gleiche Theile zu theilen und 7 dergleichen Theile zu nehmen, so läßt sich der Stangenzirkel 4 Mal auf dem Theilriß herumtragen, wo man die Punkte a a (Fig. 137.) erhält, welche die Lage des ersten Armes bestimmen. Halbirt man nun auf jeder Seite den halben Reifen, so findet man die Punkte b b, welche die Lage des zweiten Armes angeben. Dann trägt man aus diesen Punkten a a auf jeder Seite die halbe Armstärke, wo man dann die Punkte c c erhält. Dann wird der vorher glatt gearbeitete Arm auf den Reifen gelegt, und zwar zwischen die Punkte c c, und mit

einem scharfen Stifte sowohl auf dem Reifen genau die Stärke derselben, als auch am Arme die innere Weite $e e$ des Reifens aufgerissen (Fig. 136.). Nach diesen Rissen arbeitet man nun das nöthige Holz sowohl von dem Reifen $h h$, als auch von dem Arme weg, und letzterer wird dann in den Reifen auf die bemerkte Stelle eingelegt und quer über diesen der zweite Arm, und zwar so, daß er auf den vorhin bezeichneten Punkten $c c$ zu liegen kommt. Da dieser auf den Arm, nicht aber bündig mit dem Reifen zu liegen kommen wird, so bedient man sich hierzu eines Winkelhakens, welcher an einen Punkt gesetzt wird, um zuerst die Stärke des zweiten Armes in der Mitte des ersten abzureißen, worauf man aus diesem das zur Ueberblattung des Armes in der Welle erforderliche Holz oder sogenannte Schloß herauschneidet. Ist dies geschehen, so legt man den zweiten Arm in diesen Einschnitt, fest auf den Reifen und reißt auf diesen die Stärke des Armes, und die lichte Weite des Reifens am Arme, sowie die Stärke des ersten Armes auf den zweiten genau auf, nach welchen Rissen $g g$ das nöthige Holz weggearbeitet wird (Fig. 136.).

Hat man die Arme im Schlosse sowohl, als auch auf dem Reifen eingearbeitet und eingelegt, so wird die Lasche (Fig. 135.) auf diese passend gemacht, und der Kranz ist so weit fertig und kann wieder auseinander genommen und an die Seite gelegt werden.

Der zweite Reifen wird eben so zusammengesetzt, wie wir dies bei dem ersten gesehen und erläutert haben, nur mit dem Unterschiede, daß hier die Felge auf das zweite Drittheil gelegt werden muß, während die Felge I, wie oben gezeigt worden ist, auf das erste Drittheil gelegt wurde.

§. 107. Rücksichtlich der bei dem Baue eines derartigen Wasserrades zu verwendenden Holzstärke muß bemerkt werden, daß man in Preußen in der Regel kiehnenes, auch wohl zuweilen eichenes Holz dazu verwendet. Räder von gesundem kiehnenen Holze gewähren weit mehr Festigkeit als die von eichenem, weil Eichen von solcher Breite und Stärke sehr alt und daher gewöhnlich schon im Absterben begriffen sind.

Die Felgen zu den Staberrädern fertigt man $1\frac{1}{2}$ Zoll stark; soll aber das Rad etwas stärker, vielleicht 2 Zoll stark werden,

so sind die Felgen im Verhältniß zu der Höhe und Stärke des Rades wenigstens 9 bis 10 Zoll breit zu fertigen, so daß die Breite des Kranzes 9 bis 10 Zoll beträgt. Die Stärke des Kranzes beträgt mithin, nachdem Alles rein abgehobelt ist, 3 bis 4 Zoll, was gleich bei der Wahl der Bretter zu berücksichtigen ist.

Bei kleinen oder schwachen Rädern giebt man den Armen eine Stärke von 4 Zoll im Quadrat. Bei stärkerem Zeuge dagegen fertigt man sie 4 Zoll stark und 5 Zoll breit.

Die Schaufeln (Fig. 131.) nimmt man bei Staberrädern je nachdem das Rad schmal oder breit ist, von ein- bis $\frac{5}{4}$ zölligen Brettern, indem sie, stärker genommen, das Rad zu sehr belasten würden.

Was endlich die Armverbindung der unterschlächtigen Räder betrifft, so werden wir weiter unten Gelegenheit haben, darüber ausführlich zu sprechen.

Von den Strauberrädern.

§. 108. Die Strauberräder haben nur einen Kranz a (Fig. 89. u. 90. §. 72.), auf welchen die Schaufeln mittelst Stelzen befestigt werden. Das Rad ist daher nur sehr schmal, und wird aus diesem Grunde nur bei schmalen und sehr wenig gekröpften Gerinnen von 2, $2\frac{1}{2}$ bis 3 Fuß Breite angebracht. Der Ring a (Fig. 89.) bildet hier allein das Rad, und muß daher stärker sein als bei den gewöhnlichen Wasserrädern. Gewöhnlich erhalten die Ringe der Strauberräder eine Breite von 8 Zoll und eine Stärke von 6 bis 8 Zoll, so daß man drei- bis vierzöllige Bohlen dazu verwendet, wenn sie aus doppelten Felgen gefertigt werden sollen. Die Stelzen Fig. 138. A und B macht man 3 bis 4 Zoll breit und 2 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll stark. Der Zapfen a wird 2 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll breit und etwas verjüngt gearbeitet, weil er nach dem Centrum des Rades eingesetzt wird. Da nun aber die Schaufeln auf diese Weise dem Wasser nicht genug Widerstand leisten würden, wenn man sie auf die Stelzen bloß festnagelte, so werden sie außerdem noch nach Fig. 89. verriegelt (§. 72.) und zu diesem Behufe mit Löchern b b (Fig. 139.) versehen. Um den Schaufeln eine noch größere Festigkeit zu geben, werden sie in den Ring a eingelastet. Bei starken Rädern schrägt man die Stelzen vorn ab (Fig. 138. u. 140.), damit