

welchen man mit Stelzen *b* versteht, worauf die Schaufeln festgenagelt werden. Man kann sich hierzu auch einer schwächeren Welle bedienen und, um diese nicht zu sehr zu schwächen, die Arme aufstreifen, so daß man hier eigentlich nichts anderes als ein gewöhnliches Strauberrad erhält.

Allgemeine Bemerkungen über den Bau der Wasserräder.

§. 134. Im Allgemeinen wollen wir noch Folgendes über den Bau der Wasserräder anführen:

Hoffmann verwirft das Zusammennageln der Felgen gänzlich, da dieses, wie er glaubt, die Reifen zu sehr schwächt; nach seinem Dafürhalten ist es zweckmäßiger, die Reifen der Wasserräder mit Ziehbändern zu binden, welche, aus schwachem Eisen bestehend, auf die in Fig. 179. dargestellte Weise umgelegt werden. Die vorstehenden Seiten dieser Ziehbänder sind oben mit Löchern versehen, durch welche man einen schwachen, aber zähen eisernen Stift *A* steckt, dessen Spitze sich krumm biegen läßt. Es hält nämlich ein Arbeiter ein schweres Eisen gegen die Spitze, während ein anderer mit dem Hammer auf den Kopf schlägt; hierdurch krümmt sich die Spitze und zieht das Ziehbänder, welches zuletzt die Form von Fig. *B* annimmt, zusammen. Man sieht hier zugleich, daß man durch solche Ziehbänder, deren sich jeder Müller bei einem ganz neuen Rade bedienen sollte, auch alte schadhafte Räder wieder brauchbar machen kann. Hoffmann aber will das ganze Rad mit solchen Ziehbändern binden und deren zwei zwischen jedem Paar Schaufeln anwenden, obschon dies gar nicht anzurathen ist. Ferner sagt er, daß es fehlerhaft sei, die Reifen durch Zapfenlöcher zu schwächen, weshalb er die Schaufeln anders als gewöhnlich angefertigt wissen will. Er will nämlich den Schaufeln nach Fig. 180. zwei schwache Zapfen geben und sie mit diesen in die Reifen des Rades schwach einlarven, damit, wenn irgend ein Körper durch das Rad gehen sollte, die Schaufeln eher wegbrechen, als Widerstand leisten und hierdurch die Reifen beschädigen. Da nun aber auf diese Weise das Rad keinen Zusammenhang und daher auch keine Festigkeit bekommt, so sollen nach dem Vorschlage Hoffmanns, im Verhältniß zu der Größe des Rades, 4, 6

und 8 eiserne Stangen h durch die Reifen gehen, um auf diese Weise den erforderlichen Verband zu bewirken. Hierbei ist aber gänzlich übersehen worden, daß die vorerwähnten eisernen Stangen den Reifen weit mehr beschädigen müssen, als dies bei Schaufeln der Fall sein würde, welche auf gewöhnliche Weise verbunden sind. — Ferner ist hier noch der Vorschlag des oben genannten Verfassers zu erwähnen, nach welchem die Schaufeln, wie Fig. 180. zeigt, aus zwei Brettern zusammengesetzt und über letztere Leisten genagelt werden sollen. Durch diese Leisten gehen dann die Niegel c, mittelst welcher die Schaufeln in der Mitte mit einander zu verbinden sind, wenn das Rad 5 Fuß breit ist; bei einer Radbreite von 10 Fuß ist eine doppelte Verriegelung nöthig.

§. 135. Hat man bei einem unterschlächtigen Rade die Schaufel in den Kranz desselben eingezogen, so schlägt man einen sogenannten Schaufelkeil a (Fig. 181.) in das Zapfenloch, welches aus diesem Grunde immer etwas größer als der Zapfen sein muß. Durch diese Schaufelkeile erhält das ganze Rad eine solche Festigkeit, daß es völlig unmöglich ist, die beiden Reifen durch durchgehende Bolzen zu verbinden. Die Keile dürfen aber vorn nicht scharf zugehauen werden, damit man sie bei einer Reparatur mittelst eines Aufsezers leicht wieder her austreiben kann. Den Zapfen zu spalten (Fig. 133.), wie Neumann vorschlägt, ist daher durchaus unzweckmäßig, denn auf welche Weise wollte man die Schaufeln herausnehmen, ohne sie zu beschädigen? Was hier von der Unzweckmäßigkeit der gespaltenen Zapfen gesagt ist, gilt auch von den runden; nur viereckige sind daher bei den Schaufeln in Anwendung zu bringen. An dieser Stelle muß noch angeführt werden, daß man die Schaufelkeile gern nach derjenigen Seite zu einschlägt, von welcher der Stoß des Wassers erfolgt, weil sonst leicht Beschädigungen veranlaßt werden können.

§. 136. Was die Stärke der einzelnen Theile der Wasserräder betrifft, so soll dieselbe hier, so weit es für unsern Zweck nothwendig erscheinen dürfte, angegeben werden.

Bei einem gewöhnlichen unterschlächtigen Rade macht man die Reifen 9 bis 11 Zoll breit; die schwächsten Bretter, deren man sich hierzu bedient, sind $1\frac{1}{2}$ Zoll stark, so daß ein aus zwei

Felgen zusammengebauter Reifen 3 Zoll stark wird; wegen des Behobelns bleibt die Stärke in der Regel nur $2\frac{1}{2}$ Zoll. Mit diesem Maße darf man sich aber nur bei einer schwachen Wasserkraft begnügen; bei einer starken müssen die Bretter $1\frac{3}{4}$ bis 2 Zoll stark sein.

Bei überschlächtigen Rädern werden die Reifen, um tiefe Wasserkästen zu haben, 12 Zoll breit gemacht; bei einer schwachen Wasserkraft und einem großen Durchmesser muß man sich mit einer Breite von 10 Zoll begnügen, damit das Rad nicht zu tief im Wasser gehe und die Kraft an einem möglichst langen Hebelarm wirke.

§. 137. Die Arme erhalten sowohl bei ober- wie bei unterschlächtigen Rädern gewöhnlich eine Stärke von 4 Zoll im Quadrat. Bisweilen macht man sie auch 4 Zoll stark und 5 bis 6 Zoll breit, bei größeren Rädern sogar 5 Zoll stark und 6 bis 7 Zoll breit. Was die Wellen der Wasserräder betrifft, so wird deren Stärke durch besondere Umstände bedingt; kurze Wellen können schwächer sein als lange, und außer der Länge ist es auch noch die Maschine, die die Stärke der Welle bestimmt.

§. 138. Man kann aber auch den Ring eines Wasserrades eben so gut aus Eisen (Fig. 182.), als aus Holz fertigen; wählt man indessen das zuerst genannte Material, so brauchen die einzelnen Theile nicht so stark gefertigt zu werden, als dies der Fall sein müßte, wenn sie aus Holz gefertigt würden. Erhält ein Wasserrad eiserne Arme, so werden sie nicht mit jenem zusammen, sondern besonders gegossen und dann erst angelegt. Man sehe hierüber §. 115. und Fig. 182. u. 183.

Die Felgen dürfen nicht stumpf zusammenstoßen, sondern müssen vielmehr abgeschrägt sein, wie Fig. 184. Für den zweiten Fall giebt es verschiedene Arten. Man blattet z. B. die zwei Felgen übereinander und behält so einen Vorsprung, der das Blatt für die andere Felge giebt. Oder man macht die Blattung schräg (Fig. 185.) und befestigt sie mit Niednägeln oder Schraubenbolzen zusammen, wodurch die Felgen auf beiden Seiten bündig bleiben.

Soll das Rad mit Schaufeln versehen werden, so bringt man entweder eiserne Stelzen an (Fig. 182.), oder man giebt

den Stelzen ein Knie *m* (Fig. 186.) und bolzt sie am Radring fest; oder man giebt ihnen auch eine gekrümmte Form (Fig. 182.). Auch kann man solchen Rädern hölzerne Stelzen geben, zumal dann um so mehr, wenn das Rad hölzerne Schaufeln erhalten soll. Man versteht in diesem Falle die Radringe mit kleinen Kästen *a* (Fig. 183.) und steckt in diese die Stelzen mit ihren Zapfen.

Vom Bau des inneren Räderwerkes.

§. 139. Nach §. 61. nennen wir Kammräder alle diejenigen Räder, welche auf der breiten Seite der Felgen mit Zähnen versehen sind, mittelst deren sie die ihnen mitgetheilte Kraft dem Getriebe oder dem Drehlinge mittheilen. Was die Zusammensetzung dieser Räder anbetrifft, so bedient man sich hierzu des Radestuhls und zwar auf eben die Weise, wie wir oben bei den Wasserrädern (§. 101.) angegeben haben. Auch hier besteht der Kranz des Rades aus zwei Felgenlagen, deren hintere jedoch nicht gerundet wird, sondern gerade bleibt. Diese Felgenlager dienen ganz besonders zur Befestigung der Arme und tragen überdies zur Festigkeit des Rades bei. Die vordere Felge *B* (Fig. 187.) wird nach dem Radius rund ausgearbeitet und heißt alsdann Kron- oder Bogensfelge.

Man fertigt die Kammräder vorzugsweise von Eichenholz; gleichwohl verwendet man auch Buchenholz zu diesem Zwecke, nur müssen dergleichen Räder immer trocken gehen, weil die zuletzt gedachte Holzart, der Nässe ausgesetzt, sehr leicht stockt. Die Arme werden entweder von Eichen- oder von Kiehnholz gefertigt. Bei gewöhnlichen Rädern beträgt die Stärke zweier Felgen 8 bis 10 Zoll; bei leichten Maschinen werden sie schwächer, bei schweren dagegen breiter als 10 Zoll gefertigt. Gewöhnlich macht man sie der doppelten Theilung gleich, so daß jede Felge die Stärke der Theilung hat, was aber sehr unzuverlässig ist.

Die Arme gewöhnlicher Maschinen erhalten eine Theilung zur Stärke und drei Theilungen zur Breite. Sind die Räder im Durchmesser sehr groß, so fertigt man die Arme 10 bis 12 Zoll breit und 4 bis 5 Zoll stark.

Da die Kammräder die Kämme in der Mitte der Felge haben, so wird auch der Theilriß für dieselben in der Mitte