

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

angenommen (Fig. 187.); wenn daher der Halbmesser des Theilrisses bekannt ist, so läßt sich die Felgenbreite leicht bestimmen.

Die Kämme bestehen aus dem Kopfe a (Fig. 188.) und dem Stiele b c, der wieder aus dem viereckigen Theile b und dem achteckigen Theile c besteht. Der Kammkopf a erhält in der Regel $\frac{3}{7}$ der Theilung zur Stärke, und auf jeder Seite Backen von $\frac{3}{8}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll. Der viereckige Theil b behält im Quadrat die Stärke des Kammes und man macht ihn von hier ab achteckig.

§. 140. Wie wir oben gezeigt haben liegen bei den Wasserrädern die Stöße jedesmal zwischen zwei Schaufeln, bei den Kammrädern jedoch ist dies nicht der Fall, indem hier die Stöße jedesmal auf einen Kamm treffen müssen a b (Fig. 189.). Diese Einrichtung ist darum nothwendig, weil sich immer zwischen zwei Kämmen zwei Nägel c c befinden, welche auf die Stöße treffen würden, wenn sie nicht, wie eben angegeben worden, auf die Kämme träfen. Die Kämme werden noch von der hintern Seite verkeilt, damit sie sich nicht ausziehen können.

§. 141. Bei großen Rädern werden die Reifen aus mehreren Theilen zusammengesetzt, die hintere Felgenlage muß jedoch immer geradseitig sein (Fig. 190.). Auch pflegt man die hinteren Felgen zu verzieren (Fig. 191.), um ihnen ein gefälliges Ansehen zu geben. Damit das Rad größere Festigkeit erhalte und namentlich das Auseinandergehen der Felgen verhindert werde, legt man über den Stoß ein Paar Klammern (Fig. 192.), die mit ihren Spitzen in die Felgen geschlagen werden. Es ist jedoch zweckmäßiger, an Stelle der Klammern eiserne Schienen a a (Fig. 193.) anzuwenden, welche über drei Kämme reichen und mittelst eiserner Bolzen befestigt werden, die gleich durch die Schienen und Felgen gehen.

§. 142. Bei der Anfertigung eines Kammrades wird in der Regel nur die Anzahl der Kämme und ihre Entfernung von einander gegeben; hiernach muß der Durchmesser des Rades bestimmt werden. Das Verfahren ist bereits im §. 92. gezeigt worden.

Will man z. B. ein Kammrad von 60 Kämmen fertigen, die 4 Zoll von Mitte zu Mitte auseinander stehen sollen, so ist die Peripherie auf dem Theilriß $4 \text{ Mal } 60 = 4 \cdot 60 = 240$

Zoll. Nimmt man jetzt nach §. 92. $22 : 7 = 240 : x$, so erhält man für $x = 76\frac{4}{11}$ Zoll Durchmesser des Rades bis zum Theilriß, und der Radius oder Halbmesser $= 38\frac{2}{11}$ Zoll, oder 3 Fuß $2\frac{2}{11}$ Zoll. Man kann den Halbmesser aber auch dadurch finden, daß man den vierten Theil der Peripherie nimmt und also den Ansatz erhält: $11 : 7 = 60 : x$, wo man ebenfalls für $x = \frac{60 \cdot 7}{11} = 38\frac{2}{11}$ Zoll für den Halbmesser findet. Sollte aber das Rad 88 Kämme und 3 Zoll Theilung erhalten, so hat man $3 \cdot 88 = 264$ Zoll Umfang der Peripherie. Nimmt man jetzt wieder nach §. 92. $22 : 7 = 264 : x$, so ist $x = \frac{264 \cdot 7}{22} = 84 = 7$ Fuß 4 Zoll Durchmesser des ganzen Rades und der Halbmesser beträgt daher 3 Fuß 10 Zoll.

§. 143. Der praktische Mühlenbauer findet den Halbmesser ohne Rechnung auf folgende Weise: Man nehme den vierten Theil der Kämme, die das ganze Rad bekommen soll, und trage von der Oeffnung a des Radezirkels (Fig. 194.) die für den Theilriß bestimmt ist, die Kammtheilung so viel Mal auf diesen, als das Viertel Kämme bekommen soll. Die auf diese Weise gefundene Länge theile man dann in 11 gleiche Theile, so geben 7 dieser Theile jedesmal den Halbmesser des Rades bis zum Theilriß. — Sollte z. B. das zu bauende Rad 60 Kämme und 4 Zoll Theilung erhalten, so erhält jedes Viertel 15 Kämme; man trage also von a (Fig. 194.) die 4 Zoll 15 Mal auf den Radezirkel und theile diese 60 Zoll in 11 gleiche Theile, so geben 7 dieser Theile jedesmal den Halbmesser für den Theilriß $= 38\frac{2}{11}$ Zoll.

§. 144. Die Kämme werden, wie früher erwähnt, durch die Felgen gesetzt (Fig. 76.) und erhalten dann an der untersten Felge ein Loch mit einem hölzernen Nagel a (Fig. 195. u. 189.). Die Stärke der Kämme richtet sich nach der Entfernung, in welcher sie von einander stehen, und man bestimmt ihre Stärke (die Kammkopfsstärke) dadurch, daß man die Entfernung zweier Kämme ef (Fig. 187.) in 7 gleiche Theile theilt und 4 davon für die Stärke der Getriebe-Stöcke stehen läßt, in welche die Kämme eingreifen. — Es hat keinen Einfluß auf den Gang einer Maschine, wenn man auch den Stab des Getriebes oder

des Drehlingstockes stärker macht als die Kämme. Da aber ein Getriebe sich viel öfter als das Kammrad herumdrehen muß, so nutzen sich auch die Stöcke weit früher als die Kämme ab, und nur aus diesem Grunde giebt man diesen 3 Theile, während die Stöcke 4 erhalten.

Die Länge des Kammkopfes hängt zwar von der Willkühr des Mühlenbauers ab, doch muß derselbe so groß gemacht werden, als der Stab des Drehlings dick ist; eben so muß zwischen diesem und der Felge des Rades ein Spielraum von $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ Zoll verbleiben. Gewöhnlich theilt man die Theilung in drei gleiche Theile und nimmt zwei dieser Theile zu der Länge des Kammkopfes. Giebt man ihm eine größere Länge, so geschieht dies aus dem Grunde, um den Kopf, wenn er abgenutzt ist, verschneiden zu können. Man kann diesem auch dadurch abhelfen, daß man die Kämme, wenn sie abgenutzt sind, umkehrt und die unbeschädigte Seite des Kopfes dem Stabe des Getriebes entgegenstellt. Man vermeidet aber gern, den Kämmen eine zu große Länge zu geben, weil sie dadurch sehr leicht abbrechen.

Die Breite des Kopfes e d (Fig. 188.) richtet sich nach der Stärke des Stengels, und man muß sie deshalb stärker machen, um breite Köpfe zu erhalten. Da die Backen der Kammköpfe leicht abbrechen würden, wenn sie zu groß gemacht werden, so falzt man auch einen Theil des Kopfes ungefähr $\frac{1}{2}$ bis 1 Zoll in die Felgen ein, wo man dann die Backen um 1 bis $1\frac{1}{4}$ Zoll breit machen kann, und die alsdann Pfalzämme genannt werden (Fig. 195.).

In neuerer Zeit macht man die Stengel der Kämme vieredig (Fig. 196.), weshalb die Löcher zu denselben ebenfalls vierseitig durchgestemmt werden müssen. Die Felgen werden zwar dadurch geschwächt, der Kamm sitzt aber desto fester. Oft macht man die Kämme auch nach Fig. 197. nach den Enden des Stieles verjüngt zulaufend, was aber sowohl bei der Anfertigung der Löcher, als auch der Kämme eine größere Sorgfalt bedingt.

Um recht breite Köpfe zu erhalten, bedient man sich auch des Mittels, zwei Kämme mit zwei verschiedenen Stengeln neben einander in die Felge zu setzen (Fig. 198.), wo man die beiden inneren Backen a a etwas breiter machen kann, weil diese nicht so leicht abbrechen können. Ein solches Rad heißt dann ein

doppelt verschirrtes Rad, während die vorhergehenden einfach verschirrte Räder genannt werden. — Bei doppelt verschirrten Rädern nennt man den äußern Kamm A den Oberkamm, den innern B dagegen den Unterkamm.

§. 145. Die Arme werden bei einem Kammrade von der Seite angebracht und in die hintere Felge etwas eingelassen; sie gehen wie Fig. 197. zeigt, über die ganze Felge, so daß das Loch für den Stengel des Kammes auch durch den Arm geht. An die Stelle des hölzernen Hängenagels tritt hier, wie bei allen im Trocknen gehenden Rädern, ein eiserner Bolzen a. Der hintere Theil des Armes wird entweder wie bei Fig. 189. abgerundet, oder man macht ihn wie bei Fig. 198. schräg zulauflaufend, weil er seine ganze Stärke nur in der Gegend der Welle braucht. Erhält ein Rad vier Arme, so werden sie bei sechs Felgen nach Fig. 190. angebracht, indem sie nicht auf die Winkel der hinteren Felge treffen dürfen. Bleibt nun noch Holz genug übrig, so läßt man die Bolzen oder Hängenägel durch die hintere Spiegelfelge gehen; ist dies aber nicht der Fall, so zieht man sie durch die vorderen Felgen. Wäre das Holz zu 4 Stücken nicht breit genug, zu 6 aber überflüssig breit, so thut man wohl, diese überflüssige Breite an den Spiegelfelgen zu lassen, indem man dann sicher sein kann, Raum genug für die Bolzen zu erhalten. Statt der eingelegten Arme bedient man sich auch der aufgestreiften (Fig. 199.), die dann, wie diese Figur zeigt, zu liegen kommen. Hat ein Kammrad 6 Felgen, so muß man 2 Arme auf eine der hinteren Spiegelfelgen lothrecht stellen, damit bei den andern, die jene rechtwinklig durchschneiden, der Stoß a b wie in Fig. 200. in die Mitte komme.

Construction der Kammräder.

§. 146. Sind sämtliche zu einem Kammrade gehörige Felgen nach einer geraden Bohle abgerichtet, auf den Radestuhl gebracht, gebohrt und genagelt (Fig. 187.), so zieht man mit dem Halbmesser, der nach §. 142. gefunden wird, auf der Mitte der inneren Felge den Theilriß a b c (Fig. 187.), und theilt auf diesem die Kämme ein. Soll das Rad 64 Kämme erhalten, so bestimmt man zuvörderst, wie viel Kämme ein Viertel erhält. Da sich nun die Zahl 64 sehr leicht in vier gleiche