

100 Fuß Länge in einem kleinen Raum verbunden; der Neigungswinkel darf aber nicht über 45 Grad steigen. Die Verbindung dieser Vorrichtung ist aus der Fig. 381. zu sehen, und wird nur noch so viel bemerkt, daß, wenn an den Armen ein Spielraum entstehen sollte, dieser dadurch fortgebracht werden kann, daß man die Schrauben mehr anzieht. Durch eine derartige Vorrichtung erspart man also die bedeutenden Kosten, welche die Erbauung konischer Räder immer in Anspruch nimmt.

### Von den Armen überhaupt.

§. 269. Rücksichtlich der Arme haben wir bereits oben, wo wir vom Bau der Räder sprachen, erwähnt, daß man einem jeden Rade wenigstens 4 Arme geben müsse, welche man Kreuzarme nennt; ebenso ist angeführt worden, daß, wenn ein größeres Rad 6 Arme (Fig. 86 a.) erhalte, diese Sternarme genannt werden. Da sehr große Räder 8 und bisweilen sogar noch mehr Arme erhalten, so muß die zu einem solchen Rade gehörige Welle vielfach durchlocht und hierdurch außerordentlich geschwächt werden. Um dies nun zu vermeiden und um den Rädern mehr Steifheit und Festigkeit zu geben, bedient man sich der Aufstreifarme (Fig. 200.), auch Doppelarme, Schloß-, Streif-, oder holländische Arme genannt, welche, wie der zuerst angegebene gewöhnliche Name andeutet, auf die Welle aufgestreift werden.

§. 270. Bei einem Wasserrade, soll es anders ohne Fehler gebaut werden, darf kein Arm auf einen Stoß oder eine Schaufel treffen; die Wasserräder sind also mit Rücksicht auf die Arme zu construiren, welche letztere nach §. 68. Fig. 371. in den Ring des Rades eingekämmt und hier mit einer Bohle, die man Lasche nennt, überdeckt werden. Durch diese Lasche und die Arme geht ein sogenannter Hängenagel (§. 105. Fig. 371.), so daß der Ring des Rades gleichsam auf dem Arm hängt, weshalb man auch sagt: ein Rad einhängen, und nicht einbringen. Muß nun zwischen jede zwei Schaufeln 2 mal genagelt werden, so läßt man, wie in Fig. 371. angedeutet ist, die Nägel gleich durch den Ring und die Lasche gehen, um die letztere mit

den Armen möglichst genau zu verbinden; sind dagegen die Schaufeln a a (Fig. 382.) weit auseinander entfernt und kommen zwischen je zwei Schaufeln 3 Paar Nägel, so läßt man das dritte Paar Nägel durch die Arme durchgehen, und in diesem Falle kann der Hängenagel ganz wegbleiben.

§. 271. Nach §. 105. müssen die Arme, nachdem sie eingelegt sind, über Kreuz bündig liegen (Fig. 383.), weshalb es erforderlich ist, sie da, wo sie sich kreuzen, zu überblatten oder zusammen zu schneiden, welcher Ausschnitt (a Fig. 384.) dann das Schloß genannt wird. Denkt man sich nun eine Welle A (Fig. 383. u. 385.), durch welche der eine Arm a bereits durchgesteckt ist, so ist es klar, daß, wenn der zweite Arm b eingebracht werden soll, dieser während des Einbringens vortreten wird, und deshalb das für denselben in der Mitte befindliche Loch c um eine halbe Armstärke länger sein muß. Hat der Arm geschlossen, oder ist der Arm in dem Schlosse eingebracht, so wird der übrige Theil des Loches mit einem sogenannten Schloßkeil d zugemacht und man sagt dann: das Rad ist auf's Kreuz gebaut.

Soll ein Rad 6 Arme erhalten, so müssen diese ebenfalls Ausschnitte bekommen, wenn sie bündig über einander schließen sollen. Der eine Arm a wird dann nach Fig. 386. um zwei Drittheile seiner Breite ausgeschnitten, der zweite b um eben so viel, aber auf die in Fig. 386. dargestellte Art, und der dritte c wieder wie der erste. Denkt man sich nun die Welle A wie einen Mantel ausgebreitet (Fig. 387.), so müssen die Löcher, wenn sie die in der Zeichnung angegebene Einrichtung haben, und der mittlere Arm b zuerst eingebracht werden soll, das eine Armloch die Breite des Arms Nr. 1., das zweite  $\frac{1}{3}$  Nr. 2., und das dritte  $\frac{2}{3}$  mehr zur Länge Nr. 3. bekommen. Ist nun der mittlere Arm b eingebracht, so bringt man auch die Seitenarme a und c ein, wobei man nie in Verlegenheit kommen kann, weil, wie man leicht begreift, bei der getroffenen Anordnung der Löcher immer so viel Raum nach dem Einbringen eines Armes bleibt, daß der andere während des Einbringens so viel, als erforderlich ist, vorspringen kann. Schließen die Arme in der Welle A bündig (Fig. 386.) übereinander, so werden die

Schloßkeile eingetrieben und unter einander befestigt. Sollte man hingegen den Seitenarm a zuerst, dann den Mittelarm b und zuletzt den andern Seitenarm c einbringen, so ist immer (die Welle wie einen Mantel ausgebreitet gedacht) das Verhältniß der Löcher, in Rücksicht der Größe und Lage, das in Fig. 387. angegebene. Das Loch Nr. 1. nämlich für den Seitenarm a erhält dann nicht mehr als die erforderliche Weite, um mit dem Arm durchzukommen; das Loch Nr. 2. aber wird  $\frac{1}{3}$  und das Nr. 3.  $\frac{2}{3}$  der Armbreite größer.

§. 272. Ganz anders verhält es sich dagegen mit dem Schlosse der Aufstreifarme (Fig. 388.). Diese werden auf die Welle aufgestreift und mittelst Keilen darauf befestigt, und da sie wie die einfachen Arme bündig werden müssen, so muß man sie auch wie jene mit Einschnitten a versehen (Fig. 389.), die bis auf die halbe Stärke reichen. Da aber bei solchen Einschnitten a ein Auspringen des dazwischen stehenden Holzes zu befürchten ist, so wird das Schloß mit Versatzungen a a (Fig. 390.) angefertigt, wodurch der ausgeschnittene Theil in den folgenden Arm eingreift und man kann auf diese Weise die Arme ganz fest auf die Welle feilen, ohne das Beschädigen der Arme zu befürchten. Die Zusammensetzung des Schlosses mit dem auf die Welle befestigten Keile b in Rücksicht seiner Construction ist aus der Fig. 388. sehr leicht und deutlich zu verstehen, und es ist nur noch zu bemerken, daß die Arme etwas weiter auseinander liegen müssen, als die Stärke der Welle beträgt, theils um der besseren Befestigung wegen, Keile dazwischen zu bringen, theils auch um nöthigenfalls das Rad auf die Welle ziehen zu können.

Daß die Wellen durch die Durchsteckarme und besonders durch die Sternarme sehr geschwächt werden, ist bereits mehrfach erwähnt worden; sie werden aber dagegen selten in der Welle lose, und zwar letztere noch seltener als erstere. Durch die Aufsteckarme hingegen werden die Wellen mehr gebunden als geschwächt, jene halten aber weniger fest auf der Welle. Da jedoch die Räder auf die Wellen leichter zu befestigen, als starke Wellen zu bekommen sind, so verdienen die Aufsteckarme den Vorzug.

§. 273. Es ist klar und einleuchtend, daß, wenn man nach §. 230. (Fig. 304.) aus einem runden Stücke Holz eine vierkantige Welle bilden will, diese dadurch bedeutend geschwächt würde. Aus diesem Grunde begnügt man sich häufig nur damit, die Welle achtkantig zu bearbeiten, um durch Prismen a, die man auf diese auffattelt, eine vierkantige Welle herzustellen (Fig. 391.). Diese Prismen a darf man nur schwach aufnageln, indem sie nach dem Aufsteilen der Arme so fest sitzen, daß sie durchaus nicht lose werden können. Die Befestigung mit Nägeln ist gewissermaßen nur als eine vorläufige zu betrachten (siehe §. 234.).

§. 274. Wenn Fig. 171. ein Rad ist, welches acht Arme erhalten soll, so kann man, um die Welle zu schonen, nur vier durchgehen lassen und die andern vier in die Welle einzapfen. Man bedient sich hierzu des schwalbenschwanzförmigen Zapfens, neben welchen man einen Schloßkeil a eintreibt (Fig. 177.), so daß ein solcher Arm nicht im geringsten bewegt werden kann. Die Länge des Zapfens ist größtentheils zu 4 Zoll anzunehmen (s. §. 133.).

Um die Welle noch mehr zu schonen, kann man auch zwischen den vier Hauptarmen a (Fig. 94.) Bänder b anbringen und in diese die Hülfsarme c einzapfen. Eben solcher Bänder bedient man sich auch, wenn doppelarmige Räder Hülfsarme erhalten sollen (Fig. 96.). Sollten hier die Hülfsarme gerade auf einen Stoß treffen, so macht man statt eines, zwei solcher Hülfsarme d d (Fig. 94.).

§. 275. Bei Roßmühlen werden oft Stirn- und Kammräder von 20, 30 bis 40 Fuß Durchmesser erfordert. Befindet sich ein derartiges Rad von der angegebenen Größe an einer stehenden Welle und zwar an dem obern Theil derselben, so hat die in einem solchen Falle nöthige Unterstützung, das Rad mag mit aufgestreiften oder durchlochtem Armen versehen sein, weiter keine Schwierigkeiten. Einige angebrachte Stützbänder a a (Fig. 392.) reichen in der Regel hin, das Rad in der richtigen Lage zu erhalten. Befindet sich dagegen das Rad an dem untersten Theile einer stehenden Welle, wie Fig. 393. zeigt, und hat es nur eine mäßige Größe, so kann es durch eiserne Schienen a a

an die Welle befestigt werden; jene können dann angebolzt oder angenagelt werden.

Bei einer bedeutenden Größe muß man jedoch zu den sogenannten Hängebändern c c (Fig. 394.) seine Zuflucht nehmen. Diese Bänder sind oben bei a mit einem Kamm oder Zapfen zu versehen, mit dem sie, wenn sie einmal eingesetzt oder unter einander zusammengebolzt sind, nicht wieder loslassen.

Man kann auch, nach Fig. 395., oben an der Welle ganz kurze, in der Mitte bei b aufgeschlitzte Arme a anbringen, in welche die Hängebänder mit Zapfen befestigt werden. Die Hauptbänder c, welche von diesen Armen nach dem Rade herunter gehen und dieses halten, bekommen einen Kopf b und werden mit dem darunter befindlichen schwachen Theil in den Schliß der Arme geschoben und mit diesen zusammengenagelt.

Ist ein Rad sehr groß, so daß es mehr als 4 Arme, etwa 6 bis 8 hat, so sind auch mehr als 4 Hängebänder nöthig. In einem solchen Falle kann man 4 Hängebänder als Haupt-Hängebänder ansehen und dieselben durch schräg liegende Riegel verbinden, in welche die übrigen Hülfsbänder mit einem schwalbenschwanzförmigen Zapfen eingesetzt werden. Auf solche Weise lassen sich eine Menge Hülfsbänder anbringen.

§. 276. Bei Roßmühlen werden nicht selten außer den angeführten Kamm- und Stirnrädern auch Tretscheiben (Fig. 396.) von 32—36 Fuß erfordert. Gehen z. B. am Ende einer solchen Scheibe a mehrere Thiere nebeneinander, so würden bloße Hängebänder c schwerlich (Fig. 394.) hinreichen, die Scheibe gegen das Versenken oder Einbiegen zu sichern. Hier kann man an den obern Theil der Welle, nach Fig. 396., Arme b anbringen, diese durch Stützbänder c unterstützen und mit Hängebändern e versehen, welche die Scheibe halten. Auf solche Weise läßt sich den Tretscheiben eine hinreichende Festigkeit geben.

§. 277. Ist ein Rad mit Joch- oder Doppelarmen versehen, so werden, wie schon früher bemerkt, nur auf den vier Ecken b b (Fig. 388.) Keile angebracht, welche, wenn sie zweckmäßig angeordnet sind, das Räderwerk zur Genüge auf der Welle befestigen. Sie müssen zu diesem Behufe auf der vordern und hintern Seite eingetrieben werden; am besten ist es,

wenn man die Keile, nach Fig. 397. auf einander geschoben, ein Parallelogramm bilden läßt und sie in dieser Form eintreibt.

Die Mühlenbauer pflegen es mit den Keilen nicht so genau zu nehmen, und eben hierin ist der Grund zu suchen, warum die Räder so leicht lose werden. Außerdem haben sie die üble Gewohnheit, alle Räume mit Keilen auszufüllen, obschon dies augenscheinlich mit Nachtheil verbunden ist.

§. 278. Aus dem Vorhergehenden ersieht man, daß Doppelarme vor einfachen den Vorzug verdienen. Befindet sich ein Rad an einer stehenden Welle, so wird bei durchlochtem Armen die Welle jeder Zeit geschwächt; die Doppelarme (Fig. 391.) umschließen sie dagegen und erhalten sie deswegen ungeschwächt. Da aber diese Doppelarme auch doppelt so viel Holz erfordern, so muß man sie auch nur da anwenden, wo eine große Festigkeit erforderlich ist und wo es auf einige Mehrkosten nicht ankommt.

Die Wahl der Arme hängt jedoch von andern Umständen ab. Wenn sich z. B. oben an einer stehenden Welle (Fig. 67.) ein Stirnrad, welches wieder in einen Drehling greift, unten aber ein Göpel oder (Fig. 154. Thl. I.) ein anderes Rad befindet, so sieht man, daß die Kraft bis oben zur Welle geführt wird, an derselben also gleichsam in die Höhe steigt und sich dann nach außen fortpflanzt. Die Welle muß hier begreiflich alles leiden, d. h. die Kraft empfangen und sie wieder fortpflanzen, und deshalb erfordert sie eine bedeutende Stärke, oder aufgestreifte Arme.

Befindet sich dagegen ein Rad, wie Fig. 393. zeigt, an dem untern Theil einer stehenden Welle, und steht dieses Rad mit einem Göpel in unmittelbarer Verbindung, so wird die Kraft nicht nach der Welle geführt, indem die letztere nur als Umkehrpunkt in Betracht kommt. Sie darf daher auch nur eine geringe Stärke haben und durchlochete Arme erhalten. Eben dieses gilt auch von liegenden Wellen, obgleich hier selten die eben angegebenen Einrichtungen stattfinden. Wenn nämlich bei einem Wasserrade die Kraft durch die Welle weiter geführt wird, so müssen die Arme nebst der Welle stark, erstere also aufgestreift sein; wo aber ein solcher Fall nicht stattfindet, sind schwache und durchlochete Arme ausreichend.

Kammräder mit aufgestreiften Armen, welche sich, wie Fig. 398. zeigt, auf einer liegenden Welle befinden und in einen Drehling oder in ein Getriebe eingreifen, haben den Nachtheil, daß sie sich gern nach hinten drängen, was aus dem Klemmen der Zähne zwischen den Stöcken entsteht. Um nun dieses zu verhüten, muß man die Arme entweder recht festfeilen, oder nach hinten zu Steifen aa (Fig. 398.) anbringen. Ist zu solchen Steifen kein Platz da, wie dies bei Windmühlen der Fall ist, so wendet man neben den aufgestreiften Armen noch durchlochte an, und umgiebt die Welle, damit sie nicht springe, mit Schloßringen.

§. 279. Die Arme der gußeisernen Räder ordnet man möglichst schwach an, und giebt ihnen die nöthige Stärke durch Anbringung stärkerer Eisenstreifen oder Rippen a (Fig. 292.), die nach den Umständen entweder in der Mitte oder auf beiden Seiten befindlich sein können. Man sucht nämlich die Stärke, deren der Arm bedarf, durch bloße Ansätze deshalb zu erreichen, um die Räder nicht zu kostbar und schwer zu machen. Uebrigens muß man bei diesen Rippen alle rechtwinklige Ecken vermeiden und sie, so viel es sich thun läßt, abrunden. Bei konischen Rädern kann man die Arme nach Fig. 300. anordnen, so daß sie nach der Mitte zu an Stärke zunehmen.

§. 280. Werden die Räder auf die Welle aufgefellt, so ist eine Muffe erforderlich, an welcher die Arme entweder fest gegossen sind, oder in welche die Arme hineingehen (Fig. 295.). Die Muffe selbst richtet sich in Betreff ihrer Größe und Stärke nach der Beschaffenheit und Größe der Welle und des Rades.

Fig. 294. stellt eine Muffe A einfacher Art vor; Fig. 292. dagegen ist die Ansicht und B (Fig. 292.) der Durchschnitt einer zusammengesetzten, bei welcher die Arme auf den Ecken angebracht sind; eine Anordnung, die da sehr zweckmäßig ist, wo das Rad große Lasten zu bewältigen hat.

Soll das Rad auf eine hölzerne Welle kommen (Fig. 296.), so ist es gut, ersteres so aufzutreiben, daß die Ecken der Muffe und der Welle auf einander treffen und dieselbe in solcher Lage festzufeilen.

Hätte man ein eisernes Rad auf einer eisernen vierkantigen

Welle zu befestigen, so ist es sehr leicht, wenn man dabei nicht vorsichtig zu Werke geht, daß man die Muffe aufsprengt. Deshalb läßt man 4 bis 8 Vertiefungen *c* eingießen (Fig. 292.), welche dann mittelst eiserner Keile befestigt werden. Zu bemerken ist übrigens noch, daß man die Vertiefungen und Keile gehörig glatt feilen muß, damit sie glatte Flächen bekommen; raube Keile, in raube Vertiefungen eingetrieben, werden sehr leicht lose; wogegen die glatt gefeilten sich eng verbinden und so dem Rade auf der Welle einen festen Stand geben.

Wenn man aber eiserne Räder auf viereckigen Wellen befestigt, so kann man sie auch eben so gut auf runde Wellen befestigen; dann wird aber die Muffe des Rades mit einem runden Loche (Fig. 293.) versehen und die Welle rund abgedreht, und nachdem das Rad aufgetrieben ist, bei dem Loche der Muffe durchgebohrt, durch welches man einen Bolzen *b* (Fig. 297.) durchsteckt, wodurch die Befestigung hinlänglich gesichert ist. Ist hingegen die Maschine von einer bedeutenden Größe, so kann man sich zwei solcher Bolzen bedienen. Man pflegt auch wohl, wenn die Maschine eine bedeutende Last zu überwäligen hat, Welle und Muffe mit einer Nuthe *b* zu versehen und in diese einen Stab oder Bolzen zu treiben (Fig. 294.). Eben so läßt man auch die Muffe (Fig. 293. u. 375.) nach der Seite vorragen und zieht hier durch dieselbe und die Welle einen Stab *b*. Eine solche Vorrichtung ist besonders da sehr zweckmäßig, wo ein Rad auf der Welle hin und her geschoben werden soll, und wo man eine Gabel nicht anbringen kann.

§. 281. Auch Wasserrädern giebt man öfters Muffen, die Arme können dann von Eisen oder von Holz sein. Wie bereits oben erwähnt worden ist, darf man die eisernen Arme bei einem großen Wasserrade nicht mit diesem zusammengießen, sondern sie müssen für sich gegossen und dann an das Rad angefügt werden. Dies Anfügen kann auf oder zwischen den Armen geschehen. Für den ersten Fall bekommen die Arme nach oben eine Ausbreitung *a* (Fig. 399.), an welche die Felgenstücke angebolzt werden. Soll das Rad nur einfache Arme erhalten und diese auf demselben befestigt werden, so erhalten die Arme Lappen *a* (Fig. 400.), mit denen sie wieder wie auf dem Schemel (§. 129.)

befestigt werden. Bedient man sich hölzerner Arme b, so muß die Muffe a dennoch fastenartige Vorsprünge bekommen (Fig. 295.), zwischen welche die Arme eingesetzt werden, zu welchem Behufe die Muffe eine gewisse Breite erhält, damit man die Arme darin befestigen kann; sie ist also ein Ring auf der Welle. Damit aber die fastenartigen Vorsprünge, worin, wie eben erwähnt, die Arme liegen, nicht zerbrechen, werden sie entweder durch Rippen a (Fig. 401.) oder Kiegel b, oder durch eine Scheibe verstärkt (Fig. 402.). Der Arm wird hier ebenfalls, wie bei dem Stirnrade, verjüngt und mit Rippen gegossen, so daß er die Form von Fig. 399. erhält.

§. 282. Große eiserne Zahnräder können nicht gut aus einem Stück gefertigt werden, weil sie zu schwer zu gießen sind, auch nicht wohl eingebracht und auf die Welle befestigt werden. Man gießt sie daher immer aus mehreren Stücken und befestigt diese einzeln an die Arme (s. §. 218. Fig. 295.).

Ueber die Zusammensetzung der einzelnen Theile der Mühle und über das Hängen der Räder.

§. 283. Im §. 5. Thl. I. haben wir gesehen, daß die einzelnen Theile des Mühlengebiets nicht mit dem Gebäude der Mühle verbunden sein dürfen. Das Mühlengebäude kann mithin völlig fertig gebaut werden, ehe das gehende Werk eingebracht und zusammengesetzt wird, wie man auch aus jedem alten Gebäude sämtliche schadhafte Theile der Mühle herausnehmen und erneuern kann, ohne daß man an dem Gebäude selbst etwas verändern dürfte. Das Gerinne muß ebenfalls unabhängig von dem Gebäude sein, daß auch dieses ohne eine Beschädigung des Gebäudes verändert werden kann.

Die einzelnen Theile der Mühle, als: Räder, Steine, Wellen und sämtliche einzelne Theile des Mühlengebiets müssen nach §. 44. Thl. I. auf dem Bauplatze fertig verbunden werden, damit sie nur in das Gebäude eingebracht und darin zusammengesetzt zu werden brauchen. Dies muß dann um so mehr geschehen, wenn das gehende Werk, wie es häufig der Fall ist, nur erneuert werden soll, damit das Zusammensetzen so wenig als möglich zeitraubend sei und das Werk nicht lange still stehe.