

Außerer Durchmesser der Nabe	$D = 16$	Zoll,
Länge der Nabe	$l = 12$	"
Breite der drei eisernen Keile (S. 332)	$\varepsilon = 2\frac{2}{3}$	"
Dicke derselben	$\frac{1}{2}\varepsilon = 1\frac{1}{3}$	"
Höhe der quadratischen Arme		

$$(S. 330 i) h = \frac{1,89 \cdot 8}{\sqrt[3]{24}} \sqrt[3]{\left(1 - \frac{8}{60}\right)} = 5 \text{ "}$$

Die 24 Arme (bei *a*) sind dicht nebeneinander auf den Wellkranz gelegt, zusammengepalst und jeder ist mit zwei Schrauben angebolzt. Anstatt der Unterlagsplatten für die Schraubenköpfe hat man zwei schmiedeeiserne Ringe genommen, welche in sämtliche Arme eingelassen sind, und so einen Verband zwischen den Armen herstellen. Wenn die Arme den Wellkranz nicht vollständig bedecken, welcher Fall z. B. eintreten würde, wenn man nur 12 Arme angenommen hätte, so wählt man die Konstruktion bei *b*. Bei

12 Armen bekommt jeder eine Stärke von $h = \frac{1,89 \cdot 8}{\sqrt[3]{12}} \sqrt[3]{\left(1 - \frac{8}{60}\right)} = 6,3$

Zoll; die Zwischenräume zwischen je zwei Armen werden durch hölzerne Keile ausgefüllt, in welche die schmiedeeisernen Ringe ebenfalls eingelassen sind; hierdurch ist das Herausfallen der Keile gehindert.

Taf. 17. Fig. 20. Taf. 17. Fig. 20 zeigt eine etwas abweichende Konstruktion eines Wellkranzes. Derselbe ist bei einem rückenschlächtigen Wasserrade zum Betriebe einer Mahlmühle mit zwei Gängen ausgeführt*).

c) Befestigung von Röhren aneinander.

1) Berechnung der Röhren-Dimensionen.

Allgemeine Bemerkungen über die Berechnung der Röhren.

§ 120. Röhren (fr. *tuyaux* — engl. *pipes, tubes*) sind stangenförmige Körper mit ringförmigem Querschnitt, welche also in der Mitte eine Höhlung (Bohrung) haben. Diese Bohrung sowohl, als die äußere Form der Röhren ist gewöhnlich cylindrisch, und der Querschnitt in der Regel kreisförmig, doch hat man auch prismatische Röhren, und Röhren mit elliptischem Querschnitt. Die Röhren macht man aus Metall, Holz, Stein, Thon, Glas

*) Vergl. Archiv für den praktischen Mühlenbau von demselben Verfasser I. Abth. Blatt 12, und Le Blanc Recueil des machines etc. I. pl. 49.

etc., auch wohl aus Leder, Hanfgeweben, Gutta-Percha, Kautschuk. Die letztgenannten Materialien wählt man, wenn die Röhren sehr biegsam sein sollen, z. B. zu Schläuchen für Feuerspritzen etc.

Der Zweck der Röhren ist gewöhnlich die Leitung von Flüssigkeiten, sowohl tropfbarer als luftförmiger, z. B. von Wasser, Säuren, Auflösungen, Luft, Wasserdampf etc. Man nennt sie dann Leitungsröhren (fr. *conduits* — engl. *conduits*).

Die Wandstärke der Röhren ist von zwei Bedingungen abhängig, welche von einander wesentlich verschieden sind; nämlich:

1) die Wandstärke ist so zu bestimmen, daß der auf die Röhrenwandungen wirkende Druck keine bleibende Formveränderung, geschweige denn eine Zerstörung der Röhre herbeizuführen vermag; und

2) die Wandstärke ist durch die Möglichkeit der praktischen Ausführbarkeit bedingt. Man kann nicht aus jedem Material Röhren von beliebig dünnen Wandstärken ausführen.

Um beide Bedingungen in einer Formel für die Wandstärke zu vereinigen, pflegt man den Ausdruck für die Wandstärke der Röhren aus zwei Summanden zu bilden, von denen einer von dem Druck, welcher auf die Röhre einwirkt, und von der Widerstandsfähigkeit der Röhre abhängig ist, der andre aber durch die praktische Möglichkeit, die Röhre herzustellen, gegeben ist. Dieser Summand ist daher für ein und dasselbe Material konstant, und giebt, wenn der erste Summand gleich Null wird, wenn also kein Druck auf die Röhre einwirkt, die geringste mögliche Wandstärke. Diese geringste Wandstärke soll erfahrungsmäßig betragen, für Röhren:

aus Eisenblech . . .	$\frac{1}{9}$ Zoll oder	0,29 Centim.	
„ Gufseisen . . .	$\frac{1}{3}$ „ „	0,87 „	
„ Kupfer . . .	$\frac{1}{6}$ „ „	0,44 „	
„ Blei . . .	$\frac{1}{5}$ „ „	0,52 „	
„ Zink (gegossen) .	$\frac{1}{6}$ „ „	0,44 „	
„ Holz . . .	1 „ „	2,62 „	
„ Sandstein . .	$1\frac{1}{6}$ „ „	3,06 „	
„ gebranntem Thon	$1\frac{1}{2}$ „ „	3,92 „	*)

*) Vergleiche Redtenbacher Resultate für den Maschinenbau II. Aufl. S. 81. No. 102, woselbst statt der genannten, folgende, wenig verschiedene, aus Morin »Aide mémoire etc.« entnommene Werthe der Reihe nach angegeben sind: 0,30; 0,85; 0,40; 0,50; 0,40; 2,70; 3,00; 4,00.

Man vergrößert diese konstanten Werthe, wenn die Röhren starken Abnutzungen unterworfen sind, noch um ein Gewisses. So nimmt man für gußeiserne Röhren, die der Wärme oder gar der Flamme ausgesetzt sind, anstatt $\frac{1}{3}$ Zoll auch $\frac{1}{2}$ Zoll, und bei Dampfmaschinen-Cylindern auch wohl $\frac{3}{4}$ Zoll als geringste Wandstärke. Andererseits findet man auch geringere Röhrenstärken als die oben angegebenen ausgeführt, wenn die Röhren sehr kleine Bohrungen haben, und keinen beträchtlichen Drucken ausgesetzt sind. Man kann dann bei gußeisernen Röhren auf $\frac{1}{4}$ Zoll herabgehen; ebenso haben die sogenannten Drain-Röhren von gebranntem Thon oft nur $\frac{1}{2}$ Zoll Wandstärke bei 2 Zoll Bohrung.

Die Berechnung der Röhrenstärken nach dem Druck, welchen sie auszuhalten haben, geschieht in zwei Beziehungen:

1) Die Röhren haben einen Druck von Innen nach Aussen zu erleiden; die Flüssigkeit, welche die Höhlung der Röhre ausfüllt, drückt auf alle Punkte der Röhre gleich stark, und äußert das Bestreben, die Röhre entweder in einer Ebene, normal zur Axe abzureißen (Querbruch, Transversalbruch), oder die Röhre in der Richtung der Axe, also der Länge nach, aufzureißen (Längenbruch, Longitudinalbruch) — Röhren mit innerem Druck.

2) Die Röhren haben einen Druck von Aussen nach Innen auszuhalten; eine Flüssigkeit, oder auch die Erde, welche die Röhren von Aussen umgibt, äußert einen größern Druck, als die Flüssigkeit im Innern der Röhre, und hat das Bestreben, die Röhre flach zu drücken, einzudrücken — Röhren mit äußerem Druck.

Bestimmung des Drucks einer Flüssigkeit auf die Röhrenwände.

§ 121. Der Druck einer Flüssigkeit auf die Wandungen der Gefäße, oder der Röhren, welche dieselbe einschließen (der hydrostatische Druck) pflegt in verschiedener Weise gemessen zu werden.

1) Man giebt den Druck in Gewichts-Einheiten (Pfund, Kilogramme) an, welchen jede Flächen-Einheit (Quadratzoll, Quadratfuß — Quadrat-Centimètre etc.) der Gefäßwandung auszuhalten hat. Ist der Druck auf die Flächen-Einheit p , und der Flächeninhalt der Projektion der gedrückten Fläche auf irgend eine Ebene f , so ist der hydrostatische Druck P , den die Fläche in der Richtung normal zu jener Ebene auszuhalten hat, $P = pf$.

2) Da dieser Druck nach bekannten Gesetzen der Hydrostatik in einfachem Verhältniß mit der Höhe der Flüssigkeitssäule,