

Die Breite der schmiedeeisernen Keile (S. 331)  $\varepsilon = 0,57d$ .  $0,8 = 0,46d$ , und wenn, wie hier, 8 Keile sind, so bekommt jeder Keil eine Breite von  $\frac{2 \cdot 0,46d}{8} = 0,11d = \frac{1}{9}d$ .

Um den Keilen eine ebene Lagerfläche zu gewähren, ist an der Stelle, wo die Nabe befestigt werden soll, die cylindrische Welle mit Vorsprüngen versehen, deren Oberfläche eben bearbeitet wird.

### Naben auf hölzernen Wellen.

Wenn man gufseiserne Nabensitze auf Wellen von Holz zu befestigen hat, so macht man den Querschnitt der Welle an dem Nabensitze gewöhnlich sechs- oder achteckig. Ist die Welle im Querschnitt kreisförmig, oder, wie es üblicher ist, in Form eines Sechzehneckes beschlagen, so stellt man die achteckige Form durch Auffuttern von Holzstücken, nicht aber durch Abschneiden der Kanten her. Die Befestigung der Nabe geschieht durch Keile von hartem Holz, welche aus Kloben gespalten (nicht mit der Säge geschnitten) sind, und welche man vor dem Eintreiben in Mehlkleister tränkt, theils um dadurch für das Eintreiben eine Schmiere zu haben, theils auch um nach dem Trocknen des Kleisters eine Art Bindemittel für die Keile zu gewinnen.

Taf. 17. Fig. 14, 15, 16 zeigen gufseiserne Nabensitze für hölzerne Wellen. Fig. 14 ist eine achteckige Nabe; die Keile sind dicht neben einander eingetrieben, und füllen den Zwischenraum zwischen Welle und Nabe ganz aus. Fig. 15 ist eine sechseckige Nabe, welche auf jeder Seite des Sechsecks mit drei Keilen befestigt ist. Fig. 16 ist eine Nabe, deren Höhlung kreisförmig ist, während die Welle einen achteckigen Querschnitt hat; es ist in diesem Falle zu empfehlen, der Nabe nach Innen hin einzelne Vorsprünge zu geben, welche zwischen die Keile eingreifen, und dadurch verhindern, daß die Nabe über die Aufsensfläche der Keile fortgleitend sich drehe.

Nachdem die Keile gehörig fest eingetrieben sind, stämmt man die aus der Nabe vorstehenden Enden gleichmäßig ab, und nagelt Leisten rings herum, welche das Herausziehen der Keile verhüten. Ist zu befürchten, daß nach dem Aufkeilen der Nabe die Welle oder die Keile noch weiter zusammentrocknen, wodurch die Nabe lose werden würde, so wartet man mit dem Abstämmen der Keile, bis man kein ferneres Schwinden mehr zu befürchten hat.

### Wellkränze oder Rosetten.

§ 119. Wellkränze oder Rosetten sind Nabensitze, welche so

eingerrichtet sind, daß man Arme von Holz oder von Eisen daran befestigen kann; sie unterscheiden sich also von den eigentlichen Naben dadurch, daß an diesen entweder gar keine Arme befindlich sind, oder daß die Arme mit den Naben in einem Stück geschmiedet oder gegossen sind. Gewöhnlich macht man dergleichen Wellkränze von Gußeisen, und gießt einen Rand in Scheibenform an. An diesen Rand schraubt man entweder die Arme ohne Weiteres an, oder man versieht denselben mit Rippen, so daß sich Schuhe bilden, zwischen welche man die Arme einlegt. Die Breite dieses Randes (radial gemessen) ist passend gleich  $\frac{1}{6}$  von der Länge der Arme zu machen, also nach den Bezeichnungen des § 116 gleich  $\frac{1}{6}(R - \frac{1}{2}D)$ . Bei sehr langen Armen macht man die Breite des Randes, also auch das Stück, um welches die Arme an der Rosette anliegen,  $\frac{1}{10}$  von der Länge der Arme, bei sehr kurzen Armen auch wohl  $\frac{1}{4}$  derselben. In allen Fällen findet man die Höhe der Arme mit hinreichender Sicherheit durch die Formel (S. 327):

$$h = \frac{d}{\sqrt[3]{z}} \sqrt[3]{\left[ \frac{1}{x} \cdot \frac{k'}{k} \left( 1 - \frac{1}{2} \frac{D}{R} \right) \right]},$$

worin  $h$  die Höhe der Arme in der Richtung der Tangente zur Peripherie der Anhaftungsfläche,

$x$  das Verhältniß zwischen der Dicke ( $c$ ) und der Höhe ( $h$ ) der Arme, gleich  $\frac{c}{h}$ ,

$z$  die Anzahl der Arme, auf welche sich der Druck theilt,

$d$  der Wellen-Durchmesser,

$k'$  die Belastung, welche das Material der Welle,

$k$  diejenige, welche das Material der Nabe mit Sicherheit tragen kann,

$D$  der äußere Durchmesser der Nabe,

$R$  die Länge der Arme vom Mittelpunkt der Welle bis zum Angriffspunkt des Drucks gemessen

ist, und sämtliche Dimensionen auf dieselbe Einheit (Zoll, Centimètre) bezogen sind.

Die Scheibe, an welche die Arme angeschraubt werden, unterliegt dem Bestreben, an ihrer Anhaftungsfläche an der äußern Peripherie der Nabe durch den auf Umdrehung wirkenden Druck abgesplittert zu werden. Der Druck, welcher auf Absplittern in dieser Fläche wirkt, ist (S. 299):

$$\frac{1}{8}\pi \frac{d^3}{D} \cdot k',$$

und, da die Länge der Anhaftungsfläche gleich der äußern Peripherie der Nabe ist, so hat man, wenn man die Stärke der Nabe, parallel zur Welle gemessen mit  $c'$  bezeichnet, nach der Bemerkung auf S. 249:

$$\frac{1}{8}\pi \frac{d^3}{D} k' = \pi D \cdot c' \cdot \frac{1}{2} k,$$

$$c' = \frac{1}{4} \cdot \frac{k'}{k} \cdot \frac{d^3}{D^2}.$$

Nehmen wir für eiserne Wellen nach der Tabelle XXI. S. 326) durchschnittlich  $D = 2d$ , und für hölzerne Wellen  $D = \frac{4}{3}d$ , so folgt:

für gußeiserne Wellkränze, die Stärke  $c'$  der Scheibe:

- a) auf schmiedeeisernen Wellen  $c' = 0,09d$ ,
- b) auf gußeisernen Wellen . .  $c' = 0,063d$ ,
- c) auf hölzernen Wellen . . .  $c' = 0,02d$ .

Da diese Dimension in den meisten Fällen so gering ausfällt, daß ihre Herstellung praktische Schwierigkeiten hat, so ist es rathsam sie etwas größer zu nehmen, und dem berechneten Werthe konstant etwa  $\frac{1}{2}$  Zoll hinzuzufügen. Vergleicht man diese Stärke mit der in § 115 (Tab. XXI.) gefundenen Nabestärke  $\delta$ , so folgt für die Stärke  $c'$  der Scheibe eines Wellkranzes, ganz allgemein, sowohl für eiserne, wie für hölzerne Wellen:

$$c' = \frac{1}{6}\delta + \frac{1}{2} \text{ Zoll}$$

$$(c' = \frac{1}{6}\delta + 1,3 \text{ Centimètres}).$$

Als Beispiele für derartige Konstruktionen mögen die Figuren auf Taf. 17 von Fig. 17 bis zu Fig. 20) dienen.

Taf. 17. Fig. 17. Gußeiserner Wellkranz auf einer schmiedeeisernen Welle; Arme von Gußeisen. Die Welle überträgt 30 Pferdekräfte mit 6facher Sicherheit bei 15 Umdrehungen in der Minute. Die Arme sind 5 Fufs lang ( $R = 5'$ ). Man hat

$$\frac{N}{n} = \frac{30}{15} = 2, \text{ folglich:}$$

Wellen-Durchmesser (Tab. XVII. S. 270) . . . . .	$d = 7$ Zoll,
Nabensitz (Tab. XXI. S. 326) . . . . .	$d' = \frac{7}{6}d = 8\frac{1}{6}$ "
Wandstärke der Nabe . . . . .	$\delta = \frac{1}{2}d = 3\frac{1}{2}$ "
Aeußerer Durchmesser der Nabe . . . . .	$D = 2\frac{1}{6}d = 15\frac{1}{6}$ "
Länge der Nabe . . . . .	$l = 1\frac{5}{8}d = 11\frac{3}{8}$ "
Breite des Federkeils (S. 322) . . . . .	$\varepsilon = \frac{4}{9}d = 3\frac{1}{9}$ "
dafür nach Tab. X. . . . .	<b>3</b> "

Dicke desselben gleich der halben Breite . . . . . =  $1\frac{1}{2}$  Zoll,

Breite der Scheibe . . . . . =  $\frac{1}{6}(R - \frac{1}{2}D) = 8\frac{3}{4}$  „

Stärke derselben . . . . .  $c' = \frac{1}{6}\delta + \frac{1}{2}$  Zoll =  $1\frac{1}{2}$  „

Höhe der Arme (S. 328 e) . .  $h = \frac{2 \cdot 7}{\sqrt[3]{6}} \sqrt[3]{(1 - \frac{7}{60})} = 7\frac{2}{5}$  „

Dicke der Arme . . . . .  $c = \frac{1}{5}h = 1\frac{1}{2}$  „

Die Scheibe ist mit vorspringenden Rippen versehen, zwischen welchen die Arme liegen.

Taf. 17. Fig. 18. Gußeiserner Wellkranz auf einer hölzernen Welle mit 6 hölzernen Armen für denselben Fall, wie Fig. 17: Taf. 17.  
Fig. 18.

Wellen-Durchmesser: Nach S. 239 . .  $d = 0,72 \sqrt[3]{PR}$ ,

nach S. 268 ist  $\sqrt[3]{(PR)} = 17 \sqrt[3]{\frac{N}{n}}$ , folglich  $d = 0,72 \cdot 17 \sqrt[3]{2} = 15,42$ ,

wofür zu nehmen ist . . . . .  $d = 16$  Zoll.

Innere Höhlung der Nabe (Tab. XXI. S. 326)  $d' = 17\frac{1}{3}$  Zoll,

Wandstärke in den Ecken . . . . .  $\delta = \frac{1}{8}d = 2$  „

Breite der Scheibe . . . . . =  $\frac{1}{6}(R - \frac{1}{2}D) = 8\frac{1}{6}$  „

Stärke derselben . . . . .  $c' = \frac{1}{6}\delta + \frac{1}{2}$  Zoll =  $\frac{7}{6}$  „

Höhe der quadratischen Arme (S. 329 g)

$$h = \frac{0,99 \cdot 16}{\sqrt[3]{6}} \sqrt[3]{(1 - \frac{2 \cdot 16}{3 \cdot 60})} = 8 \text{ „}$$

Auch hier ist die Scheibe mit Rippen versehen, deren Stärke etwa  $\frac{3}{4}$  von der Stärke der Scheibe ist. Diese Rippen bilden Schuhe, welche die Arme einschließen. Man kann die Wandungen der Schuhe entweder parallel zur Richtung des Arms begrenzen (wie bei *a*), oder man gibt den Schuhen die Form eines Schwalbenschwanzes (*b*), oder man läßt die Rippen in der bei *c* oder bei *d* angedeuteten Weise in die hölzernen Arme eingreifen. Die Scheibe oder der Kranz ist entweder kreisförmig begrenzt (*e*), oder man zieht die Begrenzung zwischen den Schuhen etwas ein (*f*), oder endlich man gibt der Scheibe zwischen den Schuhen Durchbrechungen (*g*).

Taf. 17. Fig. 19. Gußeiserner Wellkranz auf einer gußeisernen Welle mit 24 hölzernen Armen für denselben Fall wie in Fig. 17 und 18: Taf. 17.  
Fig. 19.

Wellen-Durchmesser (Tab. XVIII. S. 271) . .  $d = 8$  Zoll,

Nabensitz mit Spielraum und Keilen . . .  $d' = 10$  „

Wandstärke der Nabe . . . . .  $\delta = \frac{3}{8}d$   $\delta = 3$  „

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.