

i) wenn die Welle von **Gusseisen**, die Arme von **Holz** sind:

$$h = \frac{1,89d}{\sqrt[3]{\pi}} \sqrt[3]{\left(1 - \frac{d}{R}\right)}.$$

Es sei z. B. für eine hölzerne Welle von 2 Fufs Durchmesser ein gusseiserner Wellkranz mit 8 hölzernen Armen für ein Rad von 6 Fufs Halbmesser zu konstruiren. Man findet nach dem Obigen die Seite des Armes $= \frac{0,99 \cdot 24}{2} \cdot \sqrt[3]{\left(1 - \frac{1}{18}\right)} = 10,93$ Zoll.

Berechnung der Keile und Federn zur Befestigung von Naben.

§ 117. Um die Keile zu bestimmen, durch welche die Naben auf den Wellen befestigt werden, kann man wieder von zwei Gesichtspunkten ausgehen. Wenn der Keil zwischen die Nabe und die Welle eingetrieben wird, ohne in beide mittelst einer Nuth einzugreifen, so ist er so stark zu machen, daß er dem Drucke p (S. 325), welchen er auszuhalten hat, mit genügender Sicherheit gegen Zerdrücken widerstehen kann. Wenn aber der Keil nach Art einer Feder, sowohl in der Welle als in der Nabe in einer Nuth liegt, so wird der in der Peripherie des Nabensitzes wirksame Druck das Bestreben haben, ihn abzuschneiden, und er wird auf Absplittern (S. 193 und 249) zu berechnen sein. Zwar wird in diesem Falle der Keil auch noch einen radialen Druck gegen die Nabe ausüben, und daher auch auf rückwirkende Festigkeit in Anspruch genommen werden, allein dieser Druck hat nur das Verschieben der Nabe nach der Länge der Welle zu verhüten, ist gewöhnlich viel unbedeutender als jener Druck p , welcher durch die erzeugte Reibung dem Bestreben auf Umdrehung widerstehen muß, und kann in den meisten Fällen vernachlässigt werden, da die Berechnung auf Absplittern solche Dimensionen liefert, welche auch genügende Sicherheit für diesen Druck gewähren. Hat man eine Feder, welche keinen radialen Druck auf die Nabe ausübt, so ist diese allein auf Absplittern zu berechnen.

1) Berechnung des Keils auf Zerdrücken. Der Druck p , welchen der Keil auszuhalten hat, ist nach S. 325:

$$p = \frac{1}{16} \frac{\pi d^3 \cdot k'}{d'' \mu}.$$

Setzen wir $d'' = \gamma d$, die Länge des Keils gleich derjenigen der Nabe, also mindestens nach Tabelle XXI für eiserne Wellen gleich $1\frac{1}{2}d$, seine Breite in der Richtung der Tangente zur Welle

gleich ε , die Belastungsfähigkeit gegen Zerdrücken gleich k'' , so ist:

$$\frac{1}{16} \frac{\pi d^2 k'}{\gamma \mu} = k'' \cdot 1,5 d \cdot \varepsilon,$$

also die Breite des Keils:

$$\varepsilon = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{k'}{k''} \cdot \frac{d}{\gamma} \cdot \frac{1}{0,16};$$

für passend ausgebohrte Wellen ist $\gamma = \frac{7}{6}$ (Tab. XXI. S. 326), daher

$$\varepsilon = 0,70 \frac{k'}{k''} d.$$

Ist der Keil von Schmiedeeisen, so hat man:

für schmiedeeiserne Wellen $\varepsilon = 0,70 d$,

„ gußeiserne Wellen . . $\varepsilon = 0,49 d$.

Macht man den Keil von Stahl, also $k'' = 18000$, so folgt:

für schmiedeeiserne Wellen $\varepsilon = 0,39 d$,

„ gußeiserne Wellen . . $\varepsilon = 0,27 d$;

für Naben mit Zwischenraum, ist $\gamma = 1$, folglich:

$$\varepsilon = 0,82 \frac{k'}{k''} d,$$

und unter denselben Voraussetzungen bei Anwendung schmiedeeiserner Keile:

für schmiedeeiserne Wellen $\varepsilon = 0,82 d$,

„ gußeiserne Wellen . . $\varepsilon = 0,57 d$;

dagegen für Stahlkeile:

für schmiedeeiserne Wellen $\varepsilon = 0,45 d$,

„ gußeiserne Wellen . . $\varepsilon = 0,32 d$.

Hat man q Keile, so folgt leicht aus der Betrachtung auf S. 325, daß sich der Druck $2p$, welcher die Reibung erzeugt, nun auf q Punkte vertheilt, daß also jeder Keil nur einen Druck von $\frac{2p}{q}$

auszuhalten hat, also auch nur eine Breite von $\frac{2\varepsilon}{q}$ zu bekommen braucht. Bei Anwendung von drei Keilen aus Schmiedeeisen hat man z. B. die Breite jedes Keils für passend ausgebohrte Naben:

für schmiedeeiserne Wellen $\varepsilon = \frac{2}{3} \cdot 0,70 d = 0,43 d$,

„ gußeiserne Wellen . . $\varepsilon = \frac{2}{3} \cdot 0,49 d = 0,33 d$.

Die Nabenstärke nimmt man gleich wohl nach den frühern Bestimmungen in der Tabelle XXI.

2) Berechnung des Keils auf Absplittern. Der in der Peripherie des Nabensitzes auf Absplittern wirksame Druck findet sich (S. 299) gleich dem Torsions-Moment dividirt durch

den Halbmesser des Nabensitzes; mit Rücksicht auf die Bemerkung auf S. 249 hat man also:

$$\frac{1}{8} \frac{\pi d^3}{d''} k' = \frac{1}{2} k'' \cdot 1,5 d \cdot \varepsilon,$$

$$\varepsilon = \frac{11}{21} \frac{k'}{k''} \frac{d}{\gamma}.$$

Dieser Fall kommt nur bei passend ausgebohrten Naben vor; hier ist

$$\gamma = \frac{7}{6} d, \text{ und } \varepsilon = 0,45 \frac{k'}{k''} d;$$

für Keile oder Federn von Schmiedeeisen ergibt sich dann:

$$\text{für schmiedeeiserne Wellen } \varepsilon = 0,45 d,$$

$$\text{„ gusseiserne Wellen } \quad \quad \varepsilon = 0,32 d;$$

für Keile oder Federn von Stahl:

$$\text{für schmiedeeiserne Wellen } \varepsilon = 0,25 d,$$

$$\text{„ gusseiserne Wellen } \quad \quad \varepsilon = 0,18 d.$$

Aus diesen Entwicklungen kann man für die Praxis folgende Regeln herleiten:

1) für passend ausgebohrte Naben mache man Federn oder Keile, welche in Nuthen eingreifen, wenn sie von **Schmiedeeisen** sind, $\frac{4}{9}$ des Durchmessers einer schmiedeeisernen, oder $\frac{3}{9}$ desjenigen einer gusseisernen Welle breit. Federn oder Keile von **Stahl** mache man unter denselben Verhältnissen $\frac{4}{16}$ und $\frac{3}{16}$ des Wellen-Durchmessers breit. — Keile, welche ohne in Nuthen einzugreifen nur zwischen Nabe und Welle geklemmt sind, mache man, wenn sie aus **Schmiedeeisen** sind, eben so breit, wie im ersten Falle ($\frac{4}{9}$ und $\frac{3}{9}$ des Wellen-Durchmessers), doch wende man dann drei*) Keile an; nimmt man **Stahl**, so kann man mit einem Keil auskommen, wenn derselbe bei schmiedeeisernen Wellen $\frac{3}{9}$, bei gusseisernen Wellen $\frac{3}{9}$ des Wellen-Durchmessers breit wird.

2) Ein Keil, welcher nicht in Nuthen eingreift, muß unter denselben Verhältnissen $1\frac{1}{2}$ mal so breit sein, als eine Feder, oder als ein Keil, welcher in Nuthen eingreift. Man macht jedoch einen Keil nicht gern breiter, als höchstens $\frac{1}{2} d$ und wendet lieber mehre Keile an, wenn sich gröfsere Breiten ergeben sollten.

*) Man kann anstatt dreier Keile, welche um 120 Grad von einander abstehen, auch nur zwei anwenden, welche denselben Abstand haben, da in dem dritten Punkte die Nabe sich beim Anziehen der Keile von selbst mit dem entsprechenden Drucke an die Welle anschliesst.

3) Die Höhe des Keils (radial zur Nabe) macht man etwa $\frac{1}{2}$ von seiner Breite, also $\frac{1}{2} \varepsilon$.

4) Für quadratische oder polygonale Wellen läßt man dieselben Verhältnisse gelten, wie für kreisförmige. Man substituirt immer für d den Durchmesser des eingeschriebenen Kreises.

Konstruktion und Befestigung der Naben.

§ 118. Die in den vorigen Paragraphen festgestellten Verhältnisse für die Naben wollen wir hier in einigen Beispielen zur Anwendung bringen.

Passend ausgebohrte Naben.

Wenn die Naben passend ausgebohrt sind, so befestigt man sie gewöhnlich durch Keile, welche in Nuthen eingreifen, oder durch Federn. Wenn die Nabe auf dem Ende einer Welle sitzt, so stellt man den Keil zuweilen als einen konischen Stift dar, wie die Fig. 1 auf Taf. 17 nachweist, welche eine schmiedeeiserne Nabe mit Stahlkeil auf einer schmiedeeisernen Welle zeigt. Taf. 17.
Fig. 1.

Taf. 17. Fig. 2 ist eine gusseiserne Nabe auf einer schmiedeeisernen Welle, der Keil ist von Schmiedeeisen, flach und nach den Verhältnissen auf S. 112 (Taf. 6. Fig. 18) konstruirt; um ihn bequem herausschlagen zu können, ist er mit einer Nase oder einem Kopf versehen. Taf. 17.
Fig. 2.

Wendet man anstatt des Keiles Federn an, so muß man die Verschiebung der Nabe nach der Länge der Welle noch durch besondere Vorrichtungen beseitigen. Man bedient sich zu diesem Zwecke häufig noch eines besondern Keiles, den man den Schliefskeil oder den Schlüssel nennt, und der nur zum Festklemmen der Nabe an einer bestimmten Stelle dient. Taf. 17. Fig. 3 zeigt bei einer gusseisernen Nabe mit schmiedeeiserner Feder auf einer gusseisernen Welle diese Einrichtung. Der Schlüssel ist von halbkreisförmigem Querschnitt, liegt flach auf dem Nabensitz auf, und steht von der Feder um 120 Grad auf der Peripherie entfernt. Diese Anordnung ist derjenigen vorzuziehen, wo der Schlüssel der Feder diametral gegenüber sitzt, weil durch die hier gezeichnete Anordnung die Nabe gezwungen wird, in drei Punkten der Welle sich anzuschließen, während bei der diametralen Lage immer nur zwei Punkte des Querschnitts angepreßt werden, und daher, wenn das Aufpassen nicht vollkommen exakt ist, ein Schwanken der Nabe möglich bleibt. Anstatt des Schlüssels wendet man auch eine Klemmschraube an. Taf. 17.
Fig. 3.