

Hiernach hat man für preuss. Maafs und Gewicht:

	bis 64 Umdrehungen,	bis 125 Umdr.,	bis 216 Umdr.,
f. Bronze	$d=0,028\sqrt{P}$,	$d=0,031\sqrt{P}$,	$d=0,034\sqrt{P}$,
etc.	$P=1276d^2$,	$P=1041d^2$,	$P=866d^2$,
f. Stahl	$d=0,018\sqrt{P}$,	$d=0,020\sqrt{P}$,	$d=0,022\sqrt{P}$,
	$P=3086d^2$,	$P=2500d^2$,	$P=2066d^2$.

Nimmt man dagegen d in Centimètres, P in Kilogrammes, so hat man:

	bis 64 Umdrehungen,	bis 125 Umdr.,	bis 216 Umdr.
für Bronze etc.	$d=0,105\sqrt{P}$,	$d=0,118\sqrt{P}$,	$d=0,129\sqrt{P}$,
	$P=90d^2$,	$P=71d^2$,	$P=60d^2$,
„ Stahl	$d=0,070\sqrt{P}$,	$d=0,079\sqrt{P}$,	$d=0,086\sqrt{P}$,
	$P=204d^2$,	$P=1601d^2$,	$P=1351d^2$,

Eine stehende Welle (Mühleisen) sei durch einen Mühlstein, 4000 Pfund schwer, belastet; das Gewicht der Welle und des Rades betrage ausserdem 500 Pfund; die Welle macht 120 Umdrehungen, und die Spurplatte ist von Stahl, wie groß ist der Durchmesser des Spurzapfens? Die Formel giebt $d=0,020\sqrt{4500}=1,34$ Zoll, wofür man $1\frac{1}{4}$ oder $1\frac{1}{2}$ Zoll nehmen kann. Mit Benutzung der Tabelle XV und der obigen Regel findet man für eine Belastung von 4500 Pfund bei 120 Umdrehungen den Durchmesser des schmiedeeisernen Zapfens $2\frac{3}{4}$ Zoll, also den Spurzapfen von Stahl halb so groß, das ist $1\frac{3}{8}$ Zoll. Da die Dimension $1\frac{3}{8}$ Zoll nicht in der Reihe der zulässigen Zapfendurchmesser enthalten ist, so nimmt man entweder $1\frac{1}{4}$ oder $1\frac{1}{2}$ Zoll.

Konstruktion und Befestigung der Zapfen für eiserne Wellen.

§ 106. Die Zapfen massiver Wellen von Eisen, welche mit denselben aus einem Stück bestehen, haben entweder denselben oder einen etwas geringern Durchmesser als die Wellen. Selbst wenn die berechnete Zapfenstärke bedeutend geringer ist als die Wellenstärke, pflegt man doch den Zapfendurchmesser für massive Wellen nur um $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ kleiner zu nehmen als den Wellen-Durchmesser. Giebt man dem Zapfen denselben Durchmesser wie der Welle, so pflegt man den Zapfen durch einen sogenannten Bund (fr. *arrasement* — engl. *shoulder*) von der Welle abzuschließen (Taf. 13. Fig. 1); die Breite dieses Bundes kann etwa $\frac{1}{2}d$, der Durchmesser etwa $\frac{4}{3}d$ betragen. Der Bund verhindert das Verschieben der Welle in der Richtung ihrer Axe. Ist die Welle im Querschnitt quadratisch, oder überhaupt polygonal, so genügt es,

Taf. 13.
Fig. 1.

wenn man den Zapfen gleich dem Durchmesser des eingeschriebenen Kreises macht (Taf. 13. Fig. 2); die vorspringenden Ecken des Polygons machen den Bund entbehrlich. Wenn dagegen die Welle gegen Verschieben nach beiden Richtungen hin gesichert werden soll, so giebt man dem Zapfen an beiden Enden einen Bund (Taf. 13. Fig. 3). Von dieser Konstruktion sind gewöhnlich die Zapfen der Radaxen für Eisenbahnwagen. Wegen der großen Zahl von Umdrehungen, welche diese Axen machen, giebt man dem Zapfen den 2- bis 3fachen Durchmesser zur Länge (vergl. S. 264). Als Beispiel ist auf Taf. 13. Fig. 4 ein Axschenkel den Eisenbahnwagen auf der Friedr.-Wilhelms-Nordbahn in $\frac{1}{5}$ natürlicher Größe gezeichnet. Man sieht in der Figur zugleich die Nabe des Rades, welche auf die A_xe aufgetrieben und darauf befestigt ist.

Taf. 13. Fig. 5 zeigt die Konstruktion der Zapfen und Axschenkel auf der Kgl. preufs. Ostbahn, wie solche unter andern in der Fabrik von F. Wöhlert in Berlin ausgeführt worden sind.

Die Spurzapfen stehender Wellen von Eisen werden zwar häufig ebenfalls mit den Wellen aus einem Stück konstruirt, doch pflegt man selten dazu ohne Weiteres weiches Schmiedeeisen zu verwenden. Entweder wird nämlich das Schmiedeeisen, soweit es den Zapfen bildet, durch Einsetzen gehärtet (fr. *trempe à paquet* — engl. *case-trempered*), (indem man es in einer Umhüllung von Eisenblech mit Pulver von thierischer Kohle glüht, dadurch an der Oberfläche in Stahl verwandelt, und dann plötzlich abkühlt*), oder man bildet den Zapfen durch Vorstählen der Welle (Verstählen fr. *armer, aciérer, acérer* — engl. *steeling*), indem man ein Stück Stahl an das Ende der Welle**) anschweifst, daraus den Zapfen formt und denselben härtet. Taf. 13. Fig. 6 und 7 stellen verschiedene Formen für den Spurzapfen, welche mit den stehenden Wellen aus einem Stücke gebildet sind, dar.

Sehr zu empfehlen ist es, den Spurzapfen aus Gufsstahl zu machen. Da aber der Gufsstahl mit Schmiedeeisen schwer schweißbar ist, so pflegt man einen solchen Zapfen als besonderen Theil darzustellen, und ihn in dem untern Ende der Welle zu befestigen. Taf. 13. Fig. 8, 9, 10, 11 zeigen dergleichen Stahlspitzen. Man berechnet den untern Durchmesser des Spurzapfens d nach den auf S. 273 gegebenen Formeln, und macht den eigentlichen Zapfen, der

*) Vergl. »Karmarsch Handbuch der mechan. Technologie«, II. Aufl. I. Theil. S. 29.

**) Vergl. ebendasselbst S. 190.

Taf. 13.
Fig. 6
und 7.

Taf. 13.
Fig. 8
bis 11.

entweder glashart oder bis zur strohgelben Farbe gehärtet wird, etwas konisch. Die Befestigung in dem Wellenende geschieht ganz einfach dadurch, daß man den Zapfen mit einem Stiel versieht (welcher entweder konisch (Fig. 8, 9 und 10) oder pyramidal (Fig. 11) ist), in die Welle eine entsprechende Höhlung einarbeitet, und den Stiel des Zapfens in diese Höhlung hineintreibt. Die Höhlung muß etwas tiefer sein, als der Stiel lang ist, damit dieser in keinem Falle auf den Boden der Höhlung aufsetze. Das Gewicht der Welle drückt den Zapfen dann immer fester in die Höhlung hinein. Daß der Stiel sich in der Höhlung drehe, ist selbst bei der konischen Form nicht zu befürchten, da die Reibung in der Höhlung immer größer sein wird, als in der Spur. Es ist daher nicht nöthig durch besondere Einrichtung diese Drehung aufzuheben. Um jedoch durch das keilförmige Eindringen des Zapfens in die Welle, diese nicht der Gefahr des Aufspaltens auszusetzen, bindet man zuweilen das Ende der Welle mit einem warm aufgetriebenen schmiedeeisernen Ringe (Fig. 8). Um den Zapfen wieder aus der Welle herauszuziehen, genügt es, die Welle aufzuheben, und durch einige Schläge seitwärts auf den Zapfen den Stiel in der Höhlung loszudröhnen. Dies ist nicht mehr möglich, wenn der Zapfen kurz von der Welle abgebrochen ist. Damit man auch in diesem Falle den Zapfenstiel herausbekommen könne, ist es rathsam, gleich von vorne herein quer durch die Welle in der Nähe des Endes des Zapfenstiels eine Höhlung zu arbeiten, in welche die äußerste Spitze des Stiels ein wenig hineinreicht. Treibt man durch diese Höhlung einen Dorn, so wird der Zapfenstiel hinausgedrückt. Die punktirten Linien in Fig. 8 deuten diese Konstruktion an.

Die Zapfen hohler Wellen von Gulseisen kann man ebenfalls mit denselben aus einem Stück gießen (Taf. 13. Fig. 12 und 13), indem man den Zapfen auch hohl macht, oder die Höhlung der Welle vor dem Zapfen aufhören läßt. Haben jedoch die hohlen Wellen einen beträchtlichen Durchmesser, so zieht man es vor, den Zapfen besonders einzusetzen.

Taf. 13. Fig. 14 zeigt eine hohle gulseiserne Welle, in welcher ein schmiedeeiserner Zapfen in ähnlicher Weise wie die Stahlspitzen in den stehenden Wellen befestigt ist. Der konische Stiel des Zapfens ist in eine passend gebohrte Höhlung der Welle eingetrieben. Damit sich der Stiel in der Höhlung nicht drehe, ist ein Bund von quadratischem Querschnitt angeordnet, der sich in eine entsprechende, in dem Wellenende angeordnete Höhlung einsetzt. Um das feste Anziehen des Stieles zu ermöglichen, darf der Bund sich nicht auf

Taf. 13.
Fig. 12
und 13.

Taf. 13.
Fig. 14.

den Boden der Höhlung aufsetzen; endlich ist noch das Wellenende, um das Aufspalten zu verhüten, mit einem warm aufgetriebenen, schmiedeeisernen Ringe gebunden.

Die Befestigung des Zapfens in der Welle kann durch Keile, Schrauben etc. geschehen, indem man die bei den Hülsen gegebenen Konstruktionen nachahmt.

Taf. 13. Fig. 15. Taf. 13. Fig. 15 zeigt die Befestigung eines schmiedeeisernen Zapfens in einer hohlen Welle von Gufseisen, welche aus mehreren einzelnen Theilen zusammengesetzt ist*). Die Welle ist aus drei cylindrischen und zwei konischen Endstücken zusammengesetzt, und dient zum Betriebe einer Wasserhebe-Maschine in Augsburg; sie macht $10\frac{1}{2}$ Umdrehungen in der Minute, überträgt die Kraft eines darauf befestigten eisernen unterschlächtigen Wasserrades (von 14 Fufs Durchmesser, $6\frac{1}{2}$ Fufs Breite mit 24 hölzernen Schaufeln) an einen Krummzapfen, und hat ein Arbeitsmoment von ungefähr 14 Pferdekraften.

Taf. 13. Fig. 16. Wenn ein gufseiserner Zapfen an einer hohlen, gufseisernen Welle befestigt werden soll, so kann man die Konstruktion wählen, welche auf Taf. 13 in Fig. 16 gezeichnet ist. Der Stiel des Zapfens wird durch drei Flügel gebildet, deren Enden in der Peripherie eines Kreises liegen; die hohle Welle hat am äußern Ende nach Innen drei Vorsprünge, welche den Flügeln entsprechen, und in der Peripherie eines eben so großen Kreises liegen; die Flügel und die Vorsprünge werden passend abgedreht, mit Nuthen versehen, zusammengeschoben, und durch Keile, welche die Nuthen ausfüllen, am Drehen gehindert; das Ende der Welle wird mit einem schmiedeeisernen Ringe gebunden.

Endlich kann man für hohle gufseiserne Wellen den gufseisernen Zapfen mit einer Scheibe versehen und an das Wellenende anschrauben. Man wendet dann die in den Fig. 25 und 26 auf Taf. 13 für hölzerne Wellen gezeichneten Konstruktionen (S. 279) an, indem man für die gufseiserne Hülse auf der Holzwellen die hohle gufseiserne Welle substituirt.

Konstruktion und Befestigung der Zapfen für hölzerne Wellen.

§ 107. Die Befestigung eiserner Zapfen in hölzernen Wellen bietet etwas mehr Schwierigkeit dar, als bei eisernen Wellen, da hier die Befestigung immer im Hirnholz der Welle Statt finden muß, und da hölzerne Wellen dem Aufspalten viel mehr aus-

*) W. Salzenberg Vorträge über Maschinenbau S. 13.