

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.

gesetzt sind, als eiserne. Um das Aufspalten der Wellen zu verhüten, und um die Holzfasern fest an den in der Welle steckenden Theil des Zapfens anzuschließen, bindet man das Ende der Welle nach dem Einsetzen des Zapfens mit schmiedeeisernen Ringen, welche warm aufgetrieben werden, damit sie durch das Zusammenziehen beim Erkalten die Holzfasern fest umschließen. Gewöhnlich werden drei, bei kleineren Wellen auch nur zwei, bei sehr großen auch wohl vier Ringe aufgetrieben. Der dem Wellenende zunächst sitzende Ring heist der Stirnring, er ist etwa  $\frac{1}{4}$  Zoll stärker und  $\frac{1}{2}$  Zoll breiter als die übrigen Ringe, und liegt etwa  $\frac{1}{2}$  bis 1 Zoll vom Wellenende entfernt. Die übrigen Ringe bekommen  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{3}{4}$  Zoll Stärke, und  $1\frac{1}{2}$  bis 3 Zoll Breite; im Allgemeinen läßt sich die Stärke dieser Ringe gleich ( $\frac{1}{4}$  Zoll +  $\frac{1}{24}d$ ) annehmen, d. h. man macht die Ringe wenigstens  $\frac{1}{4}$  Zoll stark, und fügt für jeden Zoll des Zapfen-Durchmessers noch eine halbe Linie der Stärke hinzu. Die Breite macht man gleich der drei bis sechsfachen Stärke. Um die Ringe fest aufzutreiben zu können, wird das Wellenende konisch zugespitzt. Man nennt diesen Theil den Hals der Welle (Taf. 13.

Taf. 13.  
Fig. 17.

Fig. 17) und giebt demselben folgende Verhältnisse:

- Durchmesser der hölzernen Welle . . . . . =  $D$ ,
- größter Durchmesser des Halses . . . . .  $\frac{11}{12}$  bis  $\frac{17}{18}D$ ,
- kleinster " " " . . . . .  $\frac{5}{6}$  "  $\frac{8}{9}D$ ,
- Länge des Halses . . . . . =  $D$ ,
- Verjüngung des Halses auf jeder Seite . =  $\frac{1}{4}D$  bis  $\frac{1}{6}D$ ,
- Durchmesser der Walze des Zapfens . . . . .  $d = \frac{1}{6}D^*$ .

Die üblichsten Konstruktionen zur Befestigung des Zapfens in den hölzernen Wellen sind folgende:

Der Spitzzapfen (Taf. 13. Fig. 18). Der Stiel des Zapfens bildet eine abgestumpfte, vierkantige Pyramide, deren Länge gleich dem 6 bis 8fachen Zapfen-Durchmesser ist, und deren Kanten nach Art der Widerhaken aufgehauen sind. Mittelst eines Nabenbohrers wird eine Höhlung in das Ende der Welle gebohrt, der Stiel des Zapfens hineingeschlagen, und der Hals durch Ringe fest anschließend gebunden. Diese Konstruktion ist nur für ganz leichte Wellen anwendbar; ebenso die vier folgenden:

Taf. 13.  
Fig. 18.

Der einfache Hakenzapfen (Taf. 13. Fig. 19). Der Stiel ist ähnlich wie bei dem Spitzzapfen geformt, nur ohne Widerhaken, und am Ende mit einem rechtwinklig umgebogenen Haken

Taf. 13.  
Fig. 19  
und 20.

\*) Vorausgesetzt, daß die Rechnung nicht größere Dimensionen liefert.



versehen. Man arbeitet eine Vertiefung in die Welle, in welche man den Zapfen von oben her einlegt, nachdem für den Haken ein Loch durchgestämmt ist. Diese Vertiefung wird mittelst eines eingelegten Spundes von Holz ausgefüllt, worauf man den Hals mit eisernen Ringen bindet. Der doppelte Hakenzapfen (Taf. 13. Fig. 20) ist in seiner Konstruktion und in der Art des Einlegens in die Welle dem einfachen ähnlich.

Taf. 13.  
Fig. 21. Der künstliche Hakenzapfen (Taf. 13. Fig. 21). Anstatt den Haken des doppelten Hakenzapfens mit dem Zapfenstiel aus einem Stück zu schmieden, versieht man auch wohl das Ende des Zapfenstieles mit einer Oese, und steckt, nachdem der Zapfen wie ein Spitzzapfen eingelegt ist, durch diese Oese und durch eine vorher durch den Hals gebohrte passende Oeffnung einen Bolzen, den man mittelst einer eingelassenen Schraubenmutter anzieht.

Taf. 13.  
Fig. 22. Der Schuhzapfen (Taf. 13. Fig. 22). Wenn man das Ende der Welle durch das Einbohren nicht schwächen will, oder wenn die Welle durch einen frühern Zapfen oder durch andere Einflüsse so beschaffen ist, daß der Stiel in dem Holze nicht mehr fest genug haftet, so kann man die Brüstung des Zapfens mit drei, vier oder mehr Armen versehen, die an ihren Enden umgebogen sind, sich an den Hals der Welle genau anschließen, und mittelst Holzschrauben oder Nägel befestigt werden. Vereinigt man diese Arme zu einer zusammenhängenden Hülse, so entsteht:

Taf. 13.  
Fig. 23  
und 24. Der Ringzapfen (Taf. 13. Fig. 23). Die Hülse (der Ring) bekommt eine Länge, die etwa  $\frac{3}{4}$  vom Durchmesser der hölzernen Welle beträgt; die Wandstärke derselben kann etwas größer als die Stärke der schmiedeeisernen Ringe (S. 277) genommen werden, so daß es passend ist, sie etwa gleich  $\frac{3}{8}$  Zoll  $+ \frac{1}{4}d$  zu nehmen. Die konische Höhlung der Hülse wird auf den konischen Hals der Welle scharf aufgetrieben, doch so, daß der Boden derselben nicht auf die Stirn der Welle aufstößt. Auch kann man die Hülse etwas weiter machen, als der Wellenhals stark ist, und sie durch hölzerne Keile, nach Art der Naben, aufkeilen. Damit die Hülse sich nicht auf der Welle drehe, befestigt man sie durch Holzschrauben. Bei größeren Wellen-Durchmessern ist es nicht nöthig, den Boden der Hülse als volle Scheibe zu machen, man kann ihn durchbrechen, so daß er die Form von Armen annimmt, welche den Ring mit dem Zapfen verbinden (Taf. 13. Fig. 24).

Zuweilen, namentlich bei sehr großen Wellen, oder, wenn der Zapfen einer besonders starken Abnutzung unterworfen ist, ist es zweckmäßig, den Zapfen von der Hülse getrennt zu konstruiren,

und ihn dann an der Hülse zu befestigen. Diese Anordnung nennt man einen Scheibenzapfen.

Taf. 13. Fig. 25 zeigt in  $\frac{1}{3\frac{1}{2}}$  natürlicher Gröfse einen Scheibenzapfen von  $10\frac{2}{3}$  Zoll Durchmesser und 12 Zoll Länge. Die Hülse ist durch Aufkeilen auf dem Wellenende befestigt; sie hat einen vorspringenden Flansch, an welchem die Scheibe mit dem Zapfen durch acht Schraubenbolzen befestigt ist. Damit diese Schraubenbolzen weniger stark in Anspruch genommen werden, greift die Scheibe noch ein wenig in die Hülse ein, auch sind vier flache, schmiedeeiserne Dübel zwischen die Scheibe und den Flansch eingeschoben (vergl. S. 93). Auch bei dieser Anordnung kann man, wie in Fig. 24 angedeutet worden, die Scheibe durch Arme ersetzen. Taf. 13. Fig. 26 zeigt eine solche Anordnung. Der Zapfen hat vier Arme, der Rand der Hülse entsprechende Einsenkungen, in welche die Arme eingelegt und an denen sie mit Schrauben befestigt werden. Diese Konstruktion rührt von dem englischen Ingenieur Hughes her.

Taf. 13.  
Fig. 25.

Taf. 13.  
Fig. 26.

Der Blattzapfen, Bleuelzapfen. Eine sehr zweckmäßige Art, den Zapfen in der Welle zu befestigen, besteht darin, dafs man den Stiel des Zapfens, welcher hier gewöhnlich konisch ist, mit zwei bis vier Flügeln (Blättern) versieht. Zweiflügelige Zapfen nennt man auch wohl Bleuel, sie sind oft aus Schmiedeeisen, und die Flügel etwa  $\frac{1}{2}d$  stark. (Taf. 13. Fig. 27). Drei- und vierflügelige Zapfen werden, da sie schwierig zu schmieden sind, gewöhnlich aus Gufseisen dargestellt. (Taf. 13. Fig. 28, 29). Die vierflügeligen Zapfen aus Gufseisen sind am häufigsten im Gebrauch; man nennt sie Kreuzzapfen (Taf. 13. Fig. 29). Die Flügel erhalten eine Länge, welche gleich der Länge des Wellenhalses ist. Der Durchmesser der Flügel ist etwas kleiner, als der des Wellenhalses, damit dieselben nicht bis zur äußern Peripherie herausragen, und dadurch die Ringe hindern, die Holzfasern zusammenzuziehen; der zwischen den Flügeln und den Ringen bleibende Zwischenraum wird mit einem Holzstäbchen ausgefüllt. Die Verhältnisse des Kreuzzapfens sind etwa folgende:

Taf. 13.  
Fig. 27  
bis 29.

Durchmesser der Walze . . . . .	$d,$
Länge derselben . . . . .	$\frac{4}{3}d,$
Durchmesser des Bundes . . . . .	$\frac{4}{3}d,$
Stärke desselben . . . . .	$\frac{1}{6}d,$
Länge der Flügel . . . . .	$6d$ oder $D,$
Größter Durchmesser derselben . . . . .	$5d,$
Kleinster " " . . . . .	$4\frac{1}{2}d,$
Stärke der Flügel . . . . .	$\frac{1}{4}$ Zoll + $\frac{1}{8}d.$



Nachdem der Zapfen eingelegt, und die Ringe aufgetrieben sind, pflegt man zuweilen die Befestigung des Zapfens noch dadurch zu sichern, daß man das Hirnholz der Welle durch Keile, die man längst der Flügel in einem Abstände von etwa 2 Zoll von denselben in das Wellenende eintreibt, aufspaltet und an die Flügel heran-drängt. (Verkeilen des Zapfens.) In der Vorderansicht der Fig. 29 sind diese Keile angedeutet.

Wenn man eine stehende Welle von Holz hat, so kann man den Spurzapfen in ganz ähnlicher Weise befestigen, wie die Zapfen liegender Wellen. Man hat nur die Walze des Zapfens nach Art der Spurzapfen zu gestalten. Für schwerere Wellen wendet man einen gußeisernen Kreuzzapfen an, in welchen man eine Stahlspitze nach Art der Fig. 8 bis 11 einbohrt. Die Flügel des Kreuzzapfens können hier kürzer sein, doch muß man dafür sorgen, daß dieselben durch das Gewicht der Welle nicht tiefer hin-ingedrückt werden. Zu diesem Zwecke versieht man sie mit einer Scheibe, welche sich gegen das Hirnholz der Welle anlegt.

Taf. 13. Fig. 30 zeigt eine sehr zweckmäßige Konstruktion eines Kreuzzapfens mit Stahlspitze für stehende Wellen. Die Platte, welche mit Ausschnitten versehen ist, um den Zapfen verkeilen zu können, ist mittelst vier Schraubenbolzen, deren Muttern seitwärts in die Welle eingestemmt sind, befestigt; die Flügel, welche als Rippen der Platte erscheinen, sind in die Welle eingelegt, und diese mit einem schmiedeeisernen Ringe gebunden.

Befestigung von Eisenbahnschienen. Konstruktion und Anordnung der Eisenbahnschienen.

§ 108. Die bei Eisenbahnen zur Anwendung kommenden Schienen (fr. *rails* — engl. *rails*) sind gegenwärtig ausschließ-lich aus gewalztem Eisen fabrizirt. So verschieden auch ihre Form und ihre Dimensionen sein mögen, so lassen sie sich doch wesentlich auf folgende Hauptformen zurückführen:

- 1) Stuhlschienen,
- 2) Breitbasige Schienen (Vignolschienen),
- 3) Sattel- oder Brückenschienen,
- 4) Wege-Uebergangsschienen.

Die zuletzt genannte Art von Schienen (Taf. 14. Fig. 14) findet nur bei manchen Bahnen an den Stellen Anwendung, wo ein Fahrweg, eine Chaussée oder eine Strafse die Eisenbahn in gleichem Niveau schneidet.

Die Sattel- oder Brückenschienen (Taf. 14. Fig. 13) sind