

Nimmt man daher den Reibungscoefficienten für die Berührungsflächen zu 0,10, meist wird derselbe viel größer sein, da die Berührungsflächen trocken sind, so erhält man

$$P = \frac{P}{f\left(\sin \frac{\alpha}{2} + \varphi \cos \frac{\alpha}{2}\right)} = \frac{1500}{4320 (0,052 + 0,1 \cdot 0,999)} = 2,29 \text{ Kilogr.}$$

Der Druck auf die Verticalprojection der Zapfenhöhlung, welcher ein Aufspalten anstrebt, beträgt daher

$$R = \frac{30 + 25}{2} \cdot 50 \cdot 2,29 = 3148 \text{ Kilogramm.}$$

Einem Aufreißen widersteht das untere Ende der 80 Millimeter starken Axe mit zwei Querschnitten von etwa 45 Millimeter Höhe vom Ende bis an das Keilloch und einer mittleren Breite von je

$$\frac{80 - 27,5}{2} = 26,25 \text{ Millimeter,}$$

so daß also die dem Aufreißen widerstehende Querschnittsfläche sich berechnet zu:
 $45 \cdot 2 \cdot 26,25 = 2363 \text{ Quadratmillimeter.}$

Es wird daher durch den Keildruck des Zapfens das Material der Welle nur mit $\frac{3148}{2363} = 1,33 \text{ Kilogramm}$ auf Zerreißen beansprucht, vorausgesetzt, daß der Reibungscoefficient wirklich nur den Werth 0,1 habe.

Hölzerne Axen werden jetzt nur noch vergleichsweise selten aus §. 12. geführt. Man verwendet sie wohl noch in holzreichen Gegenden, wo der Materialpreis gering ist und die Transportkosten wegfallen, insbesondere zu Wasserradwellen. Gerechtfertigt ist ihre Anwendung ferner in solchen Fällen, wo sie beträchtliche Stößwirkungen aufzunehmen haben, wie dies bei den Axen der Daumenhämmer der Fall ist. In Band I. §. 375 ist der Vorzüglichkeit des Holzes hinsichtlich seines großen Arbeitswiderstandes gegen lebendige Kräfte gedacht worden, und man findet, da die Aufnahme der Stöße hauptsächlich durch Massenwirkung stattzufinden hat, daher bei solchen Hammerwerken als Daumenwellen oft Eichbäume von beträchtlicher Länge (6 bis 8 Meter) angewendet, deren Querdimensionen viel größer sind, als nach den Regeln der Biegungsfestigkeit den einwirkenden Drucken zufolge erforderlich wäre. In solchen Fällen hat man oft das Holz durch ein vortheilhafteres Material gar nicht ersetzen können. Häufig empfiehlt sich auch die Anwendung von Holz für Axen von bedeutender Länge, deren Anstrengung nicht zu groß ist, wie z. B. für die drehbaren Säulen von Gießereitrahnen zc., wo eine Eisenconstruction bei der oft bedeutenden Gebäudehöhe meist sehr kostspielig werden würde. Jedenfalls setzt jedoch die Verwendung des Holzes zu derartigen Zwecken immer niedere Holzpreise und geringe Transporte voraus, da die Kosten längerer Transporte in der Regel sehr schnell die Vortheile des geringeren Preises aufheben.

Daß die schnelle Vergänglichkeit des Holzes als ein besonderer Nachtheil der größeren Verwendbarkeit für solide und dauernde Einrichtungen in Wege steht, ist von selbst klar.

Die hölzernen Axen werden fast immer cylindrisch oder prismatisch, also in ihrer ganzen Länge gleich stark gemacht und giebt man denselben meist als Querschnitt einen Kreis oder ein Polygon von 8 und mehr Seiten (vierkantige Axen kommen fast nur als Krahnssäulen vor). Man kann daher bei der Berechnung der Festigkeit den Querschnitt als Kreis voraussetzen und hat daher

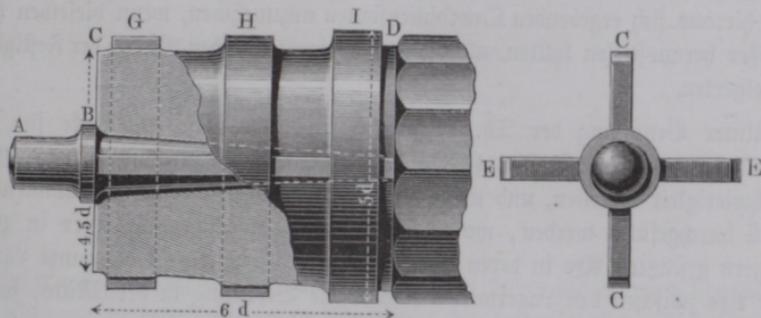
$$M = k \frac{W}{e} = k \frac{\pi d^3}{32},$$

worin d den Durchmesser des eingeschriebenen Kreises bedeutet. Die zulässige Spannung k pro Quadratmillimeter nehme man je nach den Umständen und der beabsichtigten Dauer der Construction etwa zwischen 0,75 und 1 Kilogramm bei Voraussetzung gefunden Eichenholzes an. Reuleaux giebt an, man solle den Durchmesser 1,55mal so groß annehmen, als eine gußeiserne Welle unter gleichen Verhältnissen erhalten würde, welcher Angabe eine $1,55^3 = 3,724$ mal geringere Spannung k entspricht, also eine solche von $k = 0,8$ Kilogramm, wenn für Gußeisen $k = 3$ Kilogramm zu Grunde gelegt wird. Wenn die Ase zur Befestigung der auf ihr befindlichen Theile, wie z. B. für die Arme von Wasserrädern häufig der Fall ist, mit eingestemmt Löchern versehen wird, so muß man natürlich mit Rücksicht auf diese Verschwächungen den Durchmesser entsprechend größer wählen.

Die Zapfen der hölzernen Wellen werden immer aus Eisen gemacht, und zwar sowohl der Dauerhaftigkeit wie der geringeren Reibung wegen. Nur für geringe Kräfte wendet man dabei schmiedeeiserne Spitz- und Hafenzapfen an (vgl. Th. II. §. 194). Die verbreitetste Anwendung finden wegen der sehr soliden Verbindung, die sie mit der hölzernen Welle gestatten, die sogenannten Kreuzzapfen, Fig. 55, welche aus Gußeisen gemacht werden, da die Herstellung aus Schmiedeeisen sehr schwierig sein würde. Der eigentliche Zapfen A oder die Walze AB schließt sich mittelst eines Brustringes B , welcher einen gut abgerundeten Anlauf bildet, an die beiden zu einander rechtwinkligen Blätter CC und EE an, welche in zwei passenden Einschnitten des conischen Wellhalses CD Platz finden. Durch drei schmiedeeiserne Ringe G , H und I werden die durch gedachte Einschnitte gebildeten vier Zinken des Wellhalses fest gegen die Kreuzblätter gepreßt, indem nämlich die eisernen Ringe G , H , I etwas kleiner gemacht sind, als ihre Sitze auf dem Wellenhalse, auf welchen sie im rothwarmem Zustande aufgezogen werden. Durch die Zusammenziehung

der Ringe bei nachherigem Erkalten, wird das Holz mit großer Kraft gegen das Zapfenkreuz gepreßt.

Fig. 55.



Für die Abmessungen dieses Zapfens giebt Wiebe*) folgende Verhältnisse an, worin d den Durchmesser der Walze bedeutet:

$$\text{Länge der Walze } l = \frac{4}{3}d;$$

$$\text{Durchmesser des Brusttringes } d_1 = \frac{4}{3}d;$$

$$\text{Länge der Blätter } 6d;$$

$$\text{Größter Durchmesser derselben } 5d;$$

$$\text{Kleinster Durchmesser } 4,5d;$$

$$\text{Stärke der Blätter } \frac{1}{8}d + 6,5 \text{ Millim.}$$

Man hat auch noch verschiedene andere Zapfenconstructions für hölzerne Wellen erfunden, dieselben sind aber wenig in Anwendung gekommen, da sie sämmtlich sowohl in Beziehung auf Einfachheit wie Solidität dem Kreuzzapfen nachstehen (s. darüber Wiebe an unten angegebener Stelle).

Biegung der Tragaxen. In dem Vorstehenden sind die Dimensionen §. 13. der Tragaxen mit Rücksicht auf ihre Festigkeit bestimmt worden, so zwar, daß die größte auftretende Spannung der Fasern einen bestimmten höchstens zulässigen Werth k an keiner Stelle übersteigt.

Die Durchbiegung, welche die Tragaxen bei einer solchen Anstrengung annehmen, konnte dabei unberücksichtigt bleiben, da bei der Reducirung der Länge auf den möglich kleinsten Werth und bei dem geringen Betrage der zugelassenen Spannung die Durchbiegungen im Allgemeinen hinreichend kleine Werthe annehmen werden, um sie vernachlässigen zu können. Sollte indeß doch in einzelnen Fällen eine besondere Rücksicht, etwa diejenige auf eine

*) Die Lehre von den einfachen Maschinenteilen I, §. 107.