$$g_4 g_3 = {}^5/_8\, g_1 g_3 = {}^5/_8 \sqrt{M_1^2 + ({}^1/_4 M_2)^2}$$

wozu man nur $g_2 g_4$ parallel mit $g g_3$ zu ziehen hat. Trägt man nun $g_4 g_3$ in g_2 als $g_2 g_5$ an, so erhält man in $g_1 g_5$ das ideale biegend anzunehmende Moment

$${}^3/_8\, M_1 + {}^5/_8 \sqrt{M_1^2 + ({}^1/_4 M_2)^2},$$

natürlich immer unter der Voraussetzung, daß der Polabstand $B\,O = b$ als Momenteneinheit zu Grunde gelegt werde. Führt man diese Construction für eine genügende Anzahl von Punkten aus, so erhält man das combinirte Seilpolygon $a c c_2 d_2 d_3 e_2 e_3 b_2 f_1 f b a$, von welchem der obere Theil $a c d e f b$ den biegenden Kräften P_1, P_2, P_3 und P_4 entspricht, während der untere Theil $c c_2 d_2 d_3 e_2 e_3 b_2 f_1 f e d c$ den Einfluß des verdrehenden Momentes M_2 erkennen läßt. Daß der letztere Zweig des Seilpolygons bei d und e die plötzlichen Zunahmen $d_2 d_3$ und $e_2 e_3$ zeigt, hängt natürlich mit dem oben erläuterten Uebergang der Kraft in die Welle bei C, D und E zusammen, und es ist dementsprechend erforderlich, die angegebene Construction $g g_1 g_3$ so auszuführen, daß die horizontale Kathete $g g_3$ zwischen c und d gleich ${}^1/_4\, P_t$, zwischen d und e gleich ${}^3/_4\, P_t$ und zwischen e und f gleich P_t gemacht werde. Die Bestimmung der zulässigen Querschnittsdimensionen folgt nun in der mehrfach besprochenen Weise mittelst der höchstens zulässigen Biegungsspannung k durch die Formel:

$$k \frac{W}{e} = {}^3/_8\, M + {}^5/_8 \sqrt{M_1^2 + M_2^2},$$

wo die rechte Seite durch die Ordinaten des gefundenen combinirten Seilpolygons gegeben ist.

Festigkeit der Wellen gegen Stösse. Häufig hat man die Wellen auch hinsichtlich ihrer Festigkeit gegen lebendige Kräfte zu prüfen, wobei es nicht sowohl darauf ankommt, daß die größte Faserspannung oder der Verdrehungswinkel gewisse Werthe nicht übersteige, sondern darauf, daß das in der Welle vorhandene Material in Folge der elastischen Formänderung eine hinreichend große mechanische Arbeit zu leisten vermöge. §. 17.

Dieser Fall der Anstrengung der Welle durch lebendige Kräfte kommt z. B. bei jeder plötzlichen Geschwindigkeitsänderung, also bei jedem Stoße vor. Wenn z. B. die Daumenwelle eines Schwanzhammers in schneller Bewegung ist, und ein Daumen derselben trifft plötzlich auf den Schwanz des freigemachten Hammers, so wird die Welle einem Stoße ausgesetzt, welchem sie nur durch eine genügende Masse widerstehen kann. Bezeichnet in diesem Falle M die auf die Angriffsstelle (Daumen) reducirte Masse der Welle incl. des treibenden Wasserrades, und M_1 die ebendahin reducirte Masse des Hammers mit Helm und Hülse, so ist, wenn c die Geschwindigkeit des

Daumens an der Angriffsstelle im Augenblicke des Aufstoßens bedeutet, nach dem Früheren (Thl. I, §. 359) der Verlust an mechanischer Arbeit

$$L = \frac{M M_1}{M + M_1} \frac{c^2}{2}.$$

Diese Arbeit, welche eine Zerstörung der stoßenden Theile anstrebt, muß in jedem Falle durch die elastischen Wirkungen dieser Organe vernichtet werden. Da die geringe Masse des Hammerhelms eine große Arbeit nicht zu äußern vermag, so muß jene mechanische Arbeit hauptsächlich von der Welle aufgenommen werden, welche dadurch auf Abwürgen beansprucht wird. Es sei daher hier vorausgesetzt, der gesammte Arbeitsverlust durch den Stoß sei von der Welle zu vernichten. Die mechanische Arbeit zur Verdrehung einer prismatischen Welle von der Länge l und dem polaren Trägheitsmomente W ihres Querschnittes drückt sich nun aus durch (s. Thl. I, §. 269 und 271)

$$L = \frac{S^2}{C} \frac{W l}{2 e^2},$$

worin S die größte vorkommende Spannung und C den Elasticitätsmodul der Schubspannung bedeutet. Setzt man daher für S die höchstens zulässige Schubspannung t ein, so erhält man in

$$L = \frac{M M_1}{M + M_1} \frac{c^2}{2} = \frac{t^2}{C} \frac{W l}{2 e^2}$$

die Gleichung zur Ermittelung von W und l oder des Volumens V der Welle. Für den kreisförmigen Querschnitt speciell hat man

$$W = \frac{\pi d^4}{32} \text{ und } e = \frac{d}{2},$$

daher wird hierfür:

$$L = \frac{M M_1}{M + M_1} \frac{c^2}{2} = \frac{t^2}{C} \frac{\pi d^4 l}{32 \cdot 2 \left(\frac{d}{2}\right)^2} = \frac{t^2}{C} \frac{\pi d^2 l}{16} = \frac{t^2}{4 C} V,$$

unter V das Volumen der Welle $\frac{\pi d^2}{4} l$ verstanden.

In derselben Art, wie bei dem Hammerbetriebe tritt ein Stoß auch ein, und hat die Berechnung der Welle nach derselben Regel zu geschehen, wenn eine ruhende Welle plötzlich durch eine starre Kuppelung mit einer schnell rotirenden anderen Welle verkuppelt wird (s. unten Kuppelungen), oder auch, wenn eine rotirende Axe plötzlich durch einen großen Widerstand gehemmt wird. Letzteres ist z. B. bei Prägwerken der Fall, wo der Widerstand, den das Metallstück dem Prägstempel entgegensetzt, einen Theil der lebendigen Kraft des Prägwerkes aufzehrt, während ein anderer Theil auf Verdrehung der Prägspindel wirkt u. s. f.