fest und dicht ein und dreht schließlich in der Kurbelscheibe *3* die Nut N sowie die Ölrinne N_1 aus, wobei ein Teil des Stopfens S weggeschnitten wird.

2. Baustoffe gekröpfter Wellen.

Bei der Wahl der Baustoffe für Kurbeln und gekröpfte Wellen ist namentlich auf große Gleichmäßigkeit und Zähigkeit, weniger auf sehr hohe Festigkeit Wert zu legen, weil mit der letzteren die Sprödigkeit und Empfindlichkeit gegen Stöße, die sich im Betriebe nicht immer vermeiden lassen, steigt. Beispielweise verlangt der Germanische Lloyd [VI, 5] für Schiffskurbel-, Druck-, Zwischen- und Schraubenwellen Festigkeiten von 4000 bis 4700 kg/cm² bei mindestens 20% Dehnung, an 200 mm langen Meßstrecken ermittelt. Bei der Härtungsbiegeprobe muß ein Stück von 30 mm Durchmesser oder Seitenlänge bei quadratischem Querschnitt und einem Biegungshalbmesser von 1,5 facher Probendicke eine Biegung um 90° aushalten, ohne Risse zu zeigen. Die Festigkeit darf bis 5000 kg/cm² betragen, wenn die Härtungsbiegeprobe sich bis zu einem Winkel von 180° ausführen läßt.

Für Wellen von Schnelldampfern, Panzerschiffen usw. wird Nickelstahl von 5500 bis 6500 kg/cm² Festigkeit und mindestens 20% Dehnung verwandt. Vgl. hierzu auch Zusammenstellung 26, S. 86.

In Rücksicht auf die Folgen, die ein Wellenbruch hat, — zumeist Zerstörung weiterer Teile und schwieriger, oft lange Zeit verlangender Ersatz der Welle oder des Wellenstücks, — werden bei der Berechnung trotz guten Werkstoffs mäßige Spannungen eingesetzt, die in der Nähe der unteren Werte der Zusammenstellung 2, Seite 12 liegen. Sorgfältig ist festzustellen, ob wechselnde oder schwellende Beanspruchungen in Betracht kommen. Die Wellen doppeltwirkender Pumpen sind beispielweise wechselnd beansprucht und dazu durch die plötzlichen Druckwechsel und Stöße in den Totpunkten noch in besonders ungünstiger Weise. Dagegen ist die Belastung an doppeltwirkenden Kraftmaschinen mit kleinen Füllungen eine vorwiegend schwellende, weil die Kräfte in den beiden Totlagen zwar entgegengesetzt gerichtet sind, die Welle sich aber um 180° gedreht hat, so daß die Zug- bzw. Druckspannungen wieder in den gleichen Fasern auftreten.

3. Berechnung gekröpfter Wellen.

Bei der Berechnung einfach gekröpfter Wellen in zwei Lagern pflegt man die Formeln des geraden Balkens auf zwei Stützen zugrunde zu legen, die Kröpfung also zu vernachlässigen, ein weiterer Grund für das erwähnte Einsetzen mäßiger Beanspruchungen. Die nähere Untersuchung einer solchen Welle bringt das Berechnungsbeispiel 8. Beim Entwurf mehrfach gelagerter, gekröpfter Wellen ist man zunächst auf die Schätzung des Durchmessers oder auf rohe Näherungsrechnungen angewiesen. Man denkt sich die Welle nach Abb. 1314 in einzelne statisch bestimmte Stücke zwischen je zwei Lagern zerlegt, greift das dem Augenschein nach am ungünstigsten beanspruchte Stück heraus und berechnet es auf Biegung durch die äußeren Kräfte und auf das gleichzeitig hindurchzuleitende, von den übrigen Kurbeln stammende Drehmoment. Manchmal kann die Berechnung auf die höchste zu übertragende Leistung N in Pferdestärken bei mäßigen Drehspannungen, etwa nach der Formel (409) $d = 12\sqrt[3]{\frac{N}{n}}$, die $k_d = 200$ kg/cm² voraussetzt, einen Anhalt für die Zapfendurchmesser geben. An Kurbelwellen für Postdampfer läßt man $k_d = 250$ bis 280, an solchen für Frachtdampfer 260 bis 320 kg/cm² zu. Die genauere,

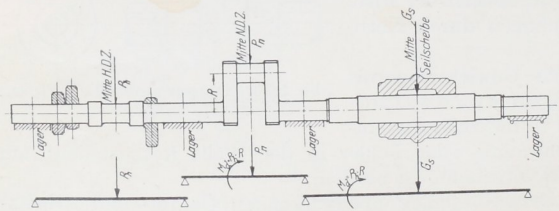

Abb. 1314. Zur näherungsweisen Berechnung mehrfach gelagerter Kurbelwellen.