

sitz, etwa zum Auftreiben eines einteiligen Zahnrades versehen sein, so muß die Welle abgesetzt werden. Denn der Sitz *a* würde bei einer durchweg gleich starken Welle beim Aufbringen des Rades leicht verdorben werden, abgesehen davon, daß man dessen Nabe über eine sehr lange Strecke hinweg auftreiben müßte. Reicht für die Stelle *a* ein Durchmesser von 60 mm aus, so muß der Sitz *b* mindestens den nächsten Normaldurchmesser, also 62 mm, bekommen.

Im Falle, daß nach dem System der Einheitsbohrung gearbeitet wird, bekommt *b* zwar denselben Nenn Durchmesser, tatsächlich aber infolge der Toleranzunterschiede der beiden Sitzarten einen größeren. Nach Abb. 273 betragen nämlich die Abmaße am Laufsitz — 0,03 bis — 0,06 mm, am Festsitz dagegen + 0,02 bis + 0,04 mm, so daß die Stelle *a* im Mittel 59,955, die Stelle *b* 60,03 mm stark wird. Hier genügen also schon die geringen Passungsunterschiede, die noch insofern vorteilhaft sind, als sie das Auftreiben des Zahnrades durch die bessere Führung erleichtern, die die Nabe längs der Welle findet.

Ist aber nach den Abb. 1272 und 1274 das Zahnrad außen, das Lager innen angeordnet, so ist eine völlig glatte Einheitswelle, Abb. 1272, möglich, dagegen ein Absatz im Falle der Einheitsbohrung, Abb. 1274, nötig.

Hohle Wellen mit dünner Wandstärke — Rohrwellen — eignen sich wegen ihres geringen Gewichtes und verhältnismäßig großen Widerstandsmomentes besonders zu Übertragungen bei großen Entfernungen zwischen den einzelnen Unterstützungen. Gelegentlich benutzt man Hohlwellen, wenn es sich darum handelt, Kraft von einer durch sie hindurchgehenden vollen Welle abzunehmen oder an dieselbe abzugeben. Durch eine Kupplung

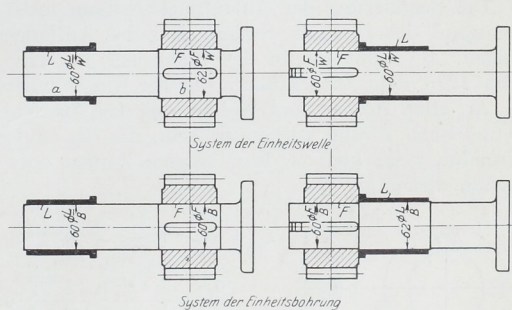


Abb. 1271 bis 1274. Ausbildung von Wellenenden nach den beiden Passungssystemen.

können beide miteinander verbunden, durch Ausschalten der Kupplung eine derselben, z. B. die Hohlwelle, still gesetzt werden. An Wasserturbinen finden sich Hohlwellen aus Gußeisen oder Stahlguß als Träger der Laufräder, während die zugehörigen Stützzapfen durch ruhende, darin liegende Stangen gehalten werden, vgl. Abb. 1587. Hohlwellen ungewöhnlicher Abmessung besitzen die stehenden Turbinen von Escher, Wyss & Co. am Niagarafall, die bei 250 Umdrehungen in der Minute 5500 PS übertragen. Die 35 m lange Welle besteht aus drei Blechrohren von 1 m Durchmesser und 10 mm Wandstärke, zwischen die zur Führung durch Halslager kurze, volle Wellenstücke von 280 mm Durchmesser geschaltet sind.

Gegen Verschiebungen in der Längsrichtung werden die Achsen und Wellen durch Anläufe und Bunde oder durch aufgesetzte Stellringe gesichert. Dabei dürfen sie, um ihre Ausdehnungsmöglichkeit bei Wärmeschwankungen zu wahren, nur an einer Stelle festgehalten werden, etwa an dem Antriebsende oder unmittelbar neben Teilen, die gegen Verschiebungen besonders empfindlich sind, wie Kegelräder oder manche Reibkupplungen. In den übrigen Lagern müssen sie dagegen gleiten können. Wird die Ausdehnungsmöglichkeit nicht beachtet, so entstehen sehr bedeutende Längskräfte. Nimmt man an, daß eine Stahlwelle, Abb. 1275, bei einem bestimmten Wärmegrad an den beiden Schalen bei *a* und *b* zum Anliegen kommt, so sucht sie sich bei einer weiteren

Erwärmung um nur  $10^0$  um  $\varepsilon \approx \frac{1}{8000}$  ihrer Länge auszudehnen, würde, wenn sie nicht

ausknickt oder die Lager nicht nachgeben, nach Formel (13) unter Druckspannungen

bis zu  $\sigma_d = \frac{\varepsilon}{\alpha} = \frac{2100000}{8000} = 262 \text{ kg/cm}^2$  kommen und z. B. bei 100 mm Durchmesser