

gelten, oder bei ungewöhnlichen Abmessungen der Welle nach Bach:

$$\delta = \frac{1}{5} \left(d' + \frac{d}{2} \right) + 1 \text{ cm} \quad \text{bis} \quad \frac{1}{4} \left(d' + \frac{d}{2} \right) + 1 \text{ cm}, \quad (576)$$

wobei d die Nabenbohrung, d' den zur Übertragung des Momentes $U \cdot R$ rechnermäßig nötigen Wellendurchmesser bedeutet, der sich aus:

$$\frac{1}{5} k_d \cdot d'^3 = U \cdot R$$

ergibt. Bei Stahlguß finden sich Nabenstärken bis herab zu:

$$\delta = 0,3d.$$

Fällt die Wandstärke bei kleinen Rädern zu gering aus, so kann nach Abb. 1899 durch Angießen von Endscheiben eine Verstärkung erzielt werden, freilich unter Erschwerung der Bearbeitung der Zähne; auch muß die Zahnbreite solcher Räder wegen der unvermeidlichen Ungenauigkeiten der Zähne in der Nähe der Scheiben größer als am Gegenrade gehalten werden.

Die Nabelänge soll zugunsten guten Sitzes und Laufes des Rades möglichst groß, bei normalen Wellen mindestens $L = 1,2$ bis $1,5d$ sein. Lange Naben können, um an Bearbeitung zu sparen, im mittleren Teil hohl ausgeführt werden, Abb. 1998.

Wichtig ist die sorgfältige Befestigung der Räder auf den Wellen, und zwar um so mehr, je rascher die Räder arbeiten sollen. Eine selbstverständliche Voraussetzung ist, daß die Nabenbohrung genau zentrisch und senkrecht zur Radebene liegt, weil sonst die Zähne ecken, unruhig laufen und ungleichmäßige Abnutzung erfahren. Ungeteilte Räder werden mit Fest-sitz aufgepaßt, wenn sie dauernd an derselben Stelle sitzen sollen oder, wie bei Straßenbahnmotoren, doch nur selten nach eingetretener Abnutzung ersetzt werden müssen. Haftsitz genügt für die Zahnräder der Arbeitsspindeln der Drehbänke und für Steuerräder, die öfter ein- und ausgebaut werden. Engen Laufsitz erhalten die verschiebbaren Räder in den Getriebe- und Schaltkästen der Werkzeugmaschinen und Kraftwagen. Zur Übertragung der Kräfte zwischen den Wellen und den Rädern dienen Federn und Keile; an Kraftwagen findet man Vierkantwellen, Abb. 1912, mehrfach genutete Sitze und ähnliches. Federn geben keine Spannungsverbindungen und bieten keine Sicherheit gegen seitliche Verschiebungen, sind aber notwendig bei aus- oder umschaltbaren Rädern, wie sie sich bei Wechsel- und Wendegetrieben, an Winden usw. häufig finden. Lange Federn müssen durch besondere Schrauben oder durch Einstemmen in ihren Nuten gesichert werden. Keile ermöglichen Spannungsverbindungen, können aber die Räder durch unrichtiges Eintreiben leicht in unzulässiger Weise schief ziehen. Zum Eintreiben, soweit es nicht vom Wellenende her erfolgt, müssen genügend lange Nuten, zum Lösen Nasen oder durchlaufende Nuten vorgesehen werden. Für große, namentlich wechselnde Kräfte empfiehlt sich die Anwendung von Tangentkeilen, Abb. 1998, auf einem Wellenabsatz. Gut zentrische Zahnradverbindungen zeigen die Abb. 1900 und 1901, bei denen Kegel die Zentrierung, Federn die Kraftübertragung übernehmen. In Abb. 1900 ist die Welle selbst kegelig abgedreht, in Abb. 1901 eine geschlitzte kegelige Spannbüchse zwischen Welle und Rad eingeschaltet, die sich gegen einen niedrigen Absatz stützt und auf welcher das Rad durch eine Kopfschraube werverspannt wird. Alle Schrauben sind gut zu sichern.

Die Stärke des Radkranzes kann mit $0,5$ bis $0,6t$ angenommen werden. Nur bei großem Abstand zwischen den Armen werden je nach der Art der Armquerschnitte mittlere oder seitliche Versteifungsrippen, Abb. 1902, vorgesehen, weil die Kränze durch die radiale Seitenkraft des Zahndruckes auf Biegung in Anspruch genommen werden,

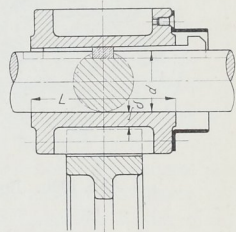


Abb. 1899. Verstärkung eines Kleinrades durch Endscheiben. Einhüllung des Nasenkeils.