

man daher größere Teilungen, Breiten und Zahnzahlen, andererseits geringere Übersetzungen.

Rechnerisch berücksichtigt man den Einfluß der Geschwindigkeit auf k durch den Beiwert ξ_2 nach Abb. 1895a. Die obere ausgezogene Kurve gilt für gut bearbeitete, die untere, gestrichelte für unbearbeitete Zähne. Sie geben Mittelwerte aus zahlreichen Angaben verschiedener Firmen und Quellen wieder und folgen annähernd den Gleichungen:

$$\xi_2 = \frac{10}{v + 10} \quad (571a)$$

für bearbeitete und

$$\xi'_2 = \frac{9}{v + 10} \quad (571b)$$

für unbearbeitete Zähne, von denen sich (571a) aus der später angeführten Formel (573) durch Division mit $k_0 = 30$ herleiten läßt.

Beispielweise wäre für gewöhnliches Gußeisen bei gleichmäßigem ruhigen Betriebe, 5 m/sek Umfangsgeschwindigkeit und bearbeiteten Zähnen:

$$k = k_0 \cdot \xi_1 \cdot \xi_2 = 30 \cdot 0,8 \cdot 0,67 = 16,$$

für unbearbeiteten Stahlguß bei ruhigem Betriebe und 1,5 m/sek Laufgeschwindigkeit je nach Güte:

$$k = 30 \cdot (1,8 \dots 2,5 \dots (3)) \cdot 0,78 = 42 \dots 58 \dots (70)$$

zulässig.

Zu c). Einfluß der Art und Dauer des Betriebes. Es ist selbstverständlich, daß die größten vorkommenden Kräfte für die Berechnung auf Festigkeit maßgebend sind. So dürfen an rasch anlaufenden Trieben die Beschleunigungskräfte nicht vernachlässigt werden. Ist ihre genaue Ermittlung unsicher oder beim Auftreten von Stößen, etwa an Walzen oder bei plötzlichen Richtungswechseln infolge des Flankenspiels, nicht möglich, so wird man durch Herabsetzen

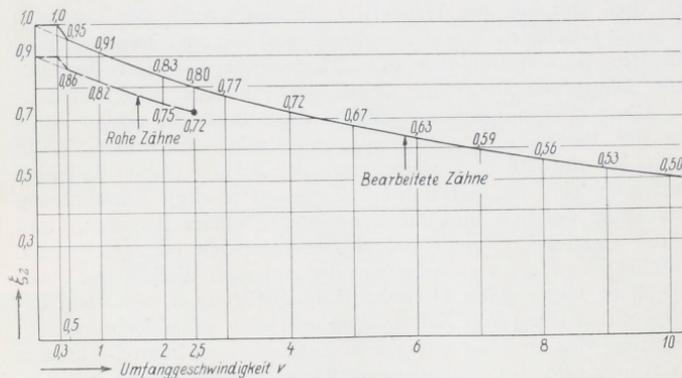


Abb. 1895a. Beiwert ξ_2 .

Werte für k genügende Sicherheit schaffen. Von großem Einfluß ist die Dauer des Betriebes. Sie macht sich vor allem in Abnutzung und Erwärmung geltend.

Bei seltenem oder oft durch Stillstände unterbrochenem Betriebe können höhere Belastungen zugelassen werden als bei ununterbrochenem Lauf, bei dem die Erhaltung des richtigen Eingriffs und der Zahnform besonders wichtig ist. Betrieblich von großer Bedeutung ist die Wartung, insbesondere gute Schmierung der Räder, welche die Reibung, Abnutzung und Erwärmung erheblich vermindern kann. In Öl laufende Getriebe dürfen höher belastet werden, als schlecht geschmierte oder gar der Einwirkung von Schutz und Staub oder dem Rosten ausgesetzte.

Beispielweise sind für Zahnräder an Handwinden lediglich die Kräfte maßgebend, da die Umfangsgeschwindigkeiten sehr gering sind und Handwinden für Dauerbetrieb nicht in Frage kommen. Allerdings pflegt man mit der Teilung der gelegentlich auftretenden Stöße durch plötzliches Anhängen der Last und anderer Zufälligkeiten wegen nicht unter 8π zu gehen. Es genügen unbearbeitete Zähne. Dagegen sind bei elek-

trisch angetriebenen Hebezeugen die Betriebsverhältnisse sorgfältig zu berücksichtigen. Hüttenwerkkrane, die dauernd mit voller Last, oft unter ungünstigen Bedingungen in bezug auf Instandhaltung und Wartung arbeiten, müssen erheblich geringere Beanspruchungen an den Zahnradern aufweisen als die Hubwerke gewöhnlicher Werkstattkrane, die selten die volle Last zu heben haben und deren Betrieb häufige Ruhepausen aufweist. Bei beiden Arten ist an den Vorgelegen in der Nähe des Antriebmotors auf die größere Umlaufgeschwindigkeit Rücksicht zu nehmen. Sorgfältige Bearbeitung, mindestens der rascher laufenden Vorgelege, ist geboten.

Bei Hebemaschinen lassen sich die Betriebsverhältnisse durch den Wert ξ_3 , Abb. 1895 b, berücksichtigen. Beispielweise darf ein Zahnrad aus Stahlguß hoher Festigkeit für einen Hüttenwerkkran, der fast ständig unter Vollast und in schwerem Betrieb arbeitet, bei 2 m/sek Umfangsgeschwindigkeit mit:

$$k = k_0 \cdot \xi_1 \cdot \xi_2 \cdot \xi_3 = 30 \cdot 3 \cdot 0,83 \cdot 0,5 = 37$$

berechnet werden.

Kennlinien, ähnlich denjenigen der Abb. 1895 b, gelten aber auch auf anderen Gebieten des Maschinenbaues, z. B. für Werkzeugmaschinen, wo Pressen, Scheren und Stanzen leichter und schwerer Bauart entsprechende Beispiele liefern. Auf Schätzungen ist man dagegen im Falle stoßweiser Wirkung und periodischer Schwankungen der Kräfte angewiesen, wobei es wichtig ist, Vorsorge gegen zu rasche Abnutzung einzelner Zähne zu treffen.

Wie schon erwähnt, gilt der Ausgangswert k_0 für Gußeisen hoher Festigkeit bei schwellernder Belastung der Zähne. Diese liegt z. B. im Hebemaschinenbau bei den meisten Hubwerken vor. Die gleichen Zahlen werden aber in der Regel auch bei der Berechnung der Fahr- und Schwenkwerke benutzt, trotzdem dort durchweg wechselnde Belastung vorliegt. Das ist darin begründet, daß die bei Zahnbrüchen entstehende Gefahr geringer als beim Hubwerk ist. Wo diese oder ähnliche Voraussetzungen nicht zutreffen, wird man die Belastungszahl niedriger wählen. Das kann rechnerisch durch einen weiteren Beiwert ξ_4 geschehen. In den meisten Fällen wird $\xi_4 = 0,85$ ausreichen, unter besonders ungünstigen Umständen wird man auf die Wöhlersche Zahl 0,5 gehen.

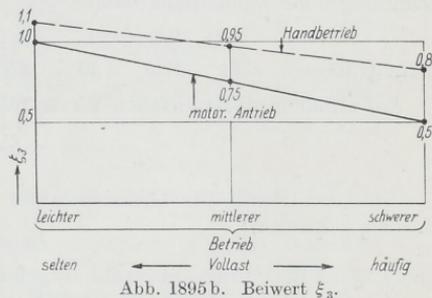


Abb. 1895 b. Beiwert ξ_3 .

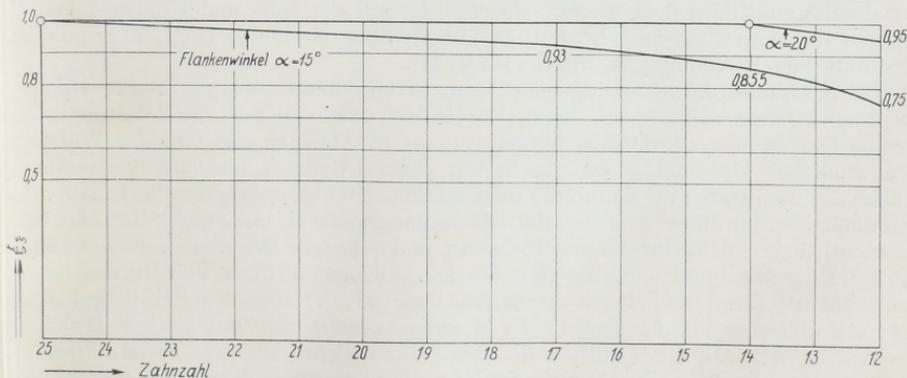


Abb. 1895 c. Beiwert ξ_5 .

Häufig kommt der Fall vor, daß die Zähne beim Betriebe wiederholt in der einen Richtung belastet werden, ehe der Wechsel eintritt, so daß die Inanspruchnahme zwischen dem auf S. 12 näher erläuterten Fällen schwellernder und wechselnder Belastung liegt.