

schränken! Die Abnutzungstiefen sind an dem einen Rade unmittelbar verhältnisgleich dem spezifischen Gleiten, weil bei der Evolventenverzahnung  $\cos \alpha$  unveränderlich ist. Für das andere Rad erhält man sie durch Multiplikation mit dem Drehzahlverhältnis. Senkrecht zu den Flanken aufgetragen, geben sie in den Abnutzungskennlinien, Abb. 1880 unten, einen guten Anhalt über die zu erwartenden Veränderungen der Zahnflanken [XXV, 12].

Um möglichst gleichmäßige Abnutzungen an Rädern mit Evolventenverzahnung zu erhalten, ist der Vorschlag von Büchner beachtenswert, das Verhältnis der Eingriffstrecken vor und hinter der Mittellinie  $OA$  und  $OB$ , Abb. 1880, gleich der Übersetzung zu wählen, wodurch die größten Abnutzungstiefen einander gleich werden.

An Zykloidenzähnen läßt sich nachweisen, daß die Werte für das spezifische Gleiten an den Kopf- und Fußstrecken der Zähne unveränderlich sind. Da sich  $\cos \alpha$  nur in geringem Maße ändert, gilt das gleiche annähernd von der Abnutzungstiefe.

Starke Abnutzungen und damit verbundene Änderungen der Flankenformen können zur Folge haben, daß das Grundgesetz der Verzahnung nicht mehr erfüllt ist, daß sich also das Verhältnis der Winkelgeschwindigkeiten ändert und unruhiger und lärmender Gang eintritt, der zu schlechterem Wirkungsgrad und immer rascher fortschreitender Zerstörung führt.

Auf die Abnutzung haben noch zwei weitere Umstände einfluß. Die gleitende Bewegung ist am treibenden Zahn vom Wälzpunkt  $O$  weg, am getriebenen zum Wälzpunkte hin gerichtet, Abb. 1881; dadurch entsteht am Fuß des treibenden und am Kopf des getriebenen Zahnes, also während des Eingriffs vor der Mittellinie eine im

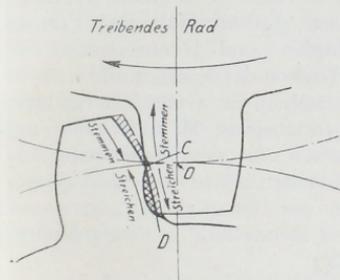


Abb. 1881. Gegenseitige Bewegung der Kopf- und Fußflanken.

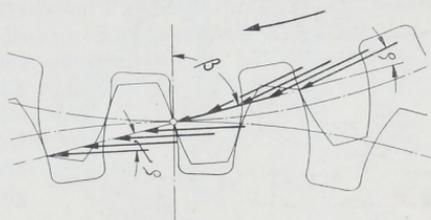


Abb. 1882. Größe und Richtung des Zahndrucks unter Berücksichtigung der Reibung.

allgemeinen ungünstige stemmende Wirkung der Flanken, während die Köpfe der treibenden und die Füße der getriebenen Zähne gegeneinander eine streichende Bewegung ausführen.

Mit dem Wechsel der Gleitrichtung ist auch ein solcher der Reibungskraft und dadurch des resultierenden Zahndruckes, der sich aus dem Normaldruck und der Reibung zusammensetzt, verbunden. Nach Abb. 1882 hat der gesamte Zahndruck während des Eingriffes vor der Mittellinie eine um den Reibungswinkel  $\rho$  geringere Neigung zu derselben als die Eingriffslinie, wirkt also unter dem Winkel  $\beta - \rho$ . Dagegen ist der Winkel hinter der Mittellinie um  $\rho$  größer, beträgt also  $\beta + \rho$ . Der Übergang aus der einen in die andere Richtung tritt plötzlich beim Durchlaufen des Wälzpunktes ein. Hat das Getriebe ein unveränderliches Drehmoment zu übertragen, so muß der Zahndruck entsprechend den Hebelarmen, an denen er gegenüber der Radachse angreift, vor der Mittellinie größer als dahinter sein. Nimmt man an, daß der Druck nur von einem einzigen Zahne auf das Gegenrad übertragen wird, so tritt auch noch eine Veränderung des Radialdruckes auf die Achsen ein, wie er durch die Seitenkraft in Richtung der Mittellinie gegeben ist. Vor der Mittellinie ist derselbe bedeutend; in dem Augenblick, wo der Eingriff durch den Wälzpunkt läuft, sinkt er auf einen niedrigeren Betrag, der während des Eingriffes hinter der Mittellinie erhalten bleibt. Hierdurch ist der Anlaß zur Entstehung von Schwingungen gegeben, die das Singen und Tönen mancher Zahnräder erklären