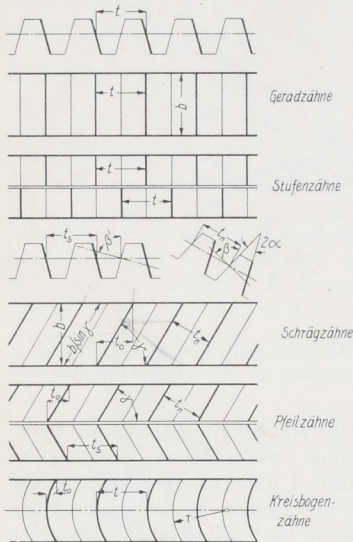


Die Ausführung beliebig untereinander austauschbarer Satzräder ist jedoch ausgeschlossen, da stets ein rechtsgängiges Rad mit einem linksgängigen zusammenarbeiten muß.

Die Entstehung von Schräg-, Pfeil- und Kurvenzähnen läßt sich schließlich an Hand des Wälzvorganges in einem Getriebe oder bei der Herstellung nach dem Wälzverfahren, ähnlich wie es für Geradzähne auf Seite 1045 geschehen ist, auf eine Zahnstangen- oder Planverzahnung zurückführen. Diese Planverzahnung ist in der Draufsicht durch die Form der Flankenlinien, d. s. die Schnittlinien der Flanken mit der Teil- oder Erzeugungswälzebene und im Längsschnitt oder senkrecht zu den Flankenlinien, durch das Zahnprofil, Abb. 1919 bis 1923, gegeben und bestimmt. Bei Schräg- und Pfeilzähnen ist nach Abb. 1921 und 1922 die Stirnteilung t_s von der Normalteilung t_n senkrecht zu den Flankenlinien zu unterscheiden.



Die letztere ist bei der Bearbeitung der Zahn- lücken maßgebend. Werden z. B. der Normalteilung t_n entsprechende Fräser nach Abb. 1924 mit einem Neigungswinkel β der Erzeugungsebene verwandt, so erhält die Eingriffsebene eine Neigung:

$$\operatorname{tg} \beta' = \operatorname{tg} \beta \cdot \sin \gamma = \operatorname{ctg} \alpha \cdot \sin \gamma. \quad (581)$$

α ist hierbei der halbe Flankenwinkel der Planverzahnung Abb. 1921. Die Eingriffsebene liegt steiler als bei einer mit dem gleichen Fräser geschnittenen Verzahnung mit Geradzähnen, gleichen Achsabstand der Räder beim Zusammenbau vorausgesetzt. Damit ist nach S. 1040 und Abb. 1852 eine Einschränkung der Unterschneidungen verbunden, die bei normaler Kopfhöhe, $\beta = 75^\circ$ und $\gamma = 60^\circ$ erst bei 20, $\gamma = 45^\circ$ bei 12 Zähnen auftreten.

Der Berechnung der Zahnteilung ist die senkrecht zur Flanke oder zur Schraubenlinie, Abb. 1918, wirkende Kraft $U/\sin \gamma$ zugrunde zu legen. Ist b die Breite des Rades, t die Stirnteilung, so geht die

Abb. 1919 bis 1923. Stirnrad-Planverzahnungen.

Formel (555) sinngemäß über in:

$$\frac{U}{\sin \gamma} = k \cdot \frac{b}{\sin \gamma} \cdot t \cdot \sin \gamma$$

oder:

$$U = k \cdot b \cdot t \cdot \sin \gamma = k \cdot b \cdot t_n, \quad (582)$$

wenn t_n die Normalteilung bedeutet. k kann um 25 bis 50% größer als bei Geradzähnen genommen werden, wegen der größeren Überdeckung, des ruhigeren Ganges und des Umstandes, daß der durchschnittliche Hebelarm, an dem der Zahndruck wirkt, infolge der schräg verlaufenden Berührungslinien kleiner ist.

Beim Einformen verlangt das Ausziehen der Lückenlarve längs der Flanken eine Schraubenbewegung und eine entsprechende Sondereinrichtung der Formmaschine.

Die Bearbeitung von Schrägzähnen erfolgt durch Scheiben- oder Schneckenfräser, Hobeln oder Stoßen, seltener durch Fingerfräser. Da die Form des Werkzeuges durch den Querschnitt der Zahnücke senkrecht zur Flanken- oder Schraubenlinie im Teilrisse bestimmt ist, geht man bei bearbeiteten Rädern von der Normalteilung t_n aus und wählt ihr entsprechend auch Kopf- und Fußhöhen, muß dabei allerdings gebrochene Zahlen für die Teil- und Kopfkreisdurchmesser in Kauf nehmen.

Führt man nach Abb. 1924 durch ein Rad mit dem Teilkreisdurchmesser D und z Zähnen einen Schnitt AB senkrecht zu einer Zahnücke, so wird der Teilzylinder in einer