

führt. Durch das Einfräsen von Spannuten entstehen Zähne, die zur Ausbildung eines Zuschärfungswinkels und wegen Erhaltung ihrer Form beim Nachschleifen hinterdreht werden. Schließlich wird der Fräser gehärtet und geschliffen. Fehler, die die Genauigkeit der Zahnflanken beeinflussen können, bringt namentlich das Verziehen beim Härten und der Umstand, daß nicht das Gangprofil, sondern die Projektion der Schraubenfläche in Richtung der Tangente an die Schraubenlinie im Teiltrisse für die Gestaltung der Zahnflanken maßgebend ist. Deshalb muß das Profil zur Erzeugung genauer Evolventenverzahnungen abgeändert werden [XXV, 14].

Das Verfahren erzeugt selbsttätig die der Zahnstange entsprechenden Unterscheidungen an Rädern mit niedrigen Zahnzahlen, gestattet aber auch, durch Profilverschiebung die Unterscheidungen zu beseitigen und vermeidet infolge der gleichmäßigen Erwärmung des Radumfangs beim Bearbeiten Teilungsfehler.

Nach dem Wälzverfahren arbeiten auch die neueren Zahnradschleifmaschinen. Meist wird eine schwach kegelige Schleifscheibe oder die Kante einer Topfscheibe dazu benutzt, beim Abwälzen genau evolventische Zahnflanken zu erzeugen. Die Schleiflinie der Scheibe läßt man in der Ebene der Zahnstangenflanke laufen, die mit dem Rade kämmen würde.

Das namentlich bei der Kegelradbearbeitung angewandte Wälzhobelverfahren ist später besprochen.

In bezug auf die Wirkung der bei den verschiedenen Verfahren verwandten Werkzeuge sei noch allgemein bemerkt, daß Kantenwerkzeuge, wie sie beim Hobeln als

Spitzstähle, Abb. 1890 oben, notwendig werden, weniger glatte Flanken liefern als Profilwerkzeuge, Abb. 1890 unten und 1886 mit längeren geraden oder gekrümmten Schneiden, wie sie bei den Wälzverfahren benutzt werden. Aber auch diese können Flanken erzeugen, die sich aus einzelnen Flächen zusammensetzen, wenn das Schalten absatzweise erfolgt. Je stetiger der Wälzvorgang und je häufiger die aufeinander folgenden Schneiden wirken, um so glatter fallen die Flanken aus. Beim Formfräser, Abb. 1884, entspricht die Gestalt der Zahnücke dem Umriß der Fräterschneiden, vorausgesetzt, daß diese unter sich nach Form und Lage zur Fräsebene übereinstimmen und gegenüber dem Radkörper richtig eingestellt sind.

Glatte Oberflächen sind wichtig wegen der Erhaltung des Gegenrades.

Nach Maag haben ungehärtete Räder, wenn sie mit gehärteten, geschliffenen zusammenlaufen, drei- bis vierfache Lebensdauer gegenüber solchen, die mit ungehärteten, nicht geschliffenen kämmen.

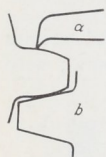


Abb. 1890.
Kanten- und
Profil-
werkzeug.

L. Allgemeines über die Wahl der Zahnform, der Übersetzung und der Werkstoffe.

Für die Entscheidung über die Zahnform seien die Vor- und Nachteile der beiden wichtigsten Verzahnungen nochmals kurz zusammengestellt:

Räder mit Evolventenzähnen haben, so lange Unterscheidungen nicht in Betracht kommen, einfach gekrümmte Zahnflanken und kräftige Zahnfüße. Sie sind aber wegen der ungünstigeren Gleitverhältnisse und der höheren spezifischen Pressungen, die an den Zahnflanken infolge der Berührung zweier erhabener Flächen entstehen, größerer Abnutzung unter stärkerer Veränderung der Zahnform unterworfen. Unterscheidungen schwächen die Zahnwurzeln und verringern die Überdeckung. Evolventenzahnräder lassen, — jedoch lediglich im neuen Zustande —, Änderungen der Achsentfernungen zu und können auf mehrere Arten von Werkzeugmaschinen leicht genau bearbeitet werden. Die beiden zuletzt erwähnten Vorteile begründen die heute fast ausschließliche Verwendung der Evolventenverzahnung.

Die Zykloidenverzahnung weist doppelt gekrümmte Zahnflanken auf, die wegen des besseren Ineinanderschmiegens der erhabenen und hohlen Flächen günstigere