

Die Lückenbreite ebenfalls 3,14 mm. Für das Vaurad mit acht Zähnen errechnet sich der Außendurchmesser:

$$d_{a2} = (Z + 2 + 2Ac) \cdot m \\ = (8 + 2 + 1,034) \cdot 2 = 22,07 \text{ mm.}$$

Der Fußkreisradius des 8zähligen Triebes ist gleich:

$$r_{f2} \cdot \left(\frac{Z_2}{2} - 1 - 0,167 + 0,517 \right) \cdot m \\ = 3,35 \cdot 2 = 6,7 \text{ mm.}$$

Für die 15° Evolventenverzahnung errechnet sich die Zahnverstärkungsziffer v zu 53,6% von Ac , so daß hier bei einer Achsenabrückung von 0,517 m die Zahnverstärkung $v = 0,276$ m beträgt.

Setzt man einen spielfreien Eingriff voraus, so ergibt sich eine Zahnstärke

$$b = \left(\frac{\pi}{2} + v \right) \cdot m \\ = (1,57 + 0,28) \cdot 2 = 3,7 \text{ mm.}$$

Nun soll aber der Eingriff außerdem an Zahnflankenspiel 4% der Teilung erhalten und danach errechnet sich die Zahnstärke

$$b_2 = 3,70 - (z \cdot m \cdot 0,04) \\ = 3,7 - 0,25 = 3,45 \text{ mm.}$$

Der Eingriffswinkel beträgt nach Abb. 18 etwa 64°, wovon bei einem 8zähligen Triebe nur 45° unbedingt benötigt werden, so daß der Überdeckungsgrad 1,42 beträgt, was vollauf unseren Anforderungen entspricht.

Die Herstellung von Evolventenrädern

Bevor ich auf die Betrachtung von Kraft- und Bewegungsübertragung eingehe, muß vorher einiges über die Herstellung der Evolventenräder gesagt werden.

Evolventenverzahnungen lassen sich ähnlich wie Zykloidenverzahnungen mit Scheibenfräsern herstellen. Ihre Zahnformen werden aber durch die Art des Fräasers wie jene der Zykloidenverzahnung mehr oder weniger von der theoretischen Zahnform abweichen. Außerdem

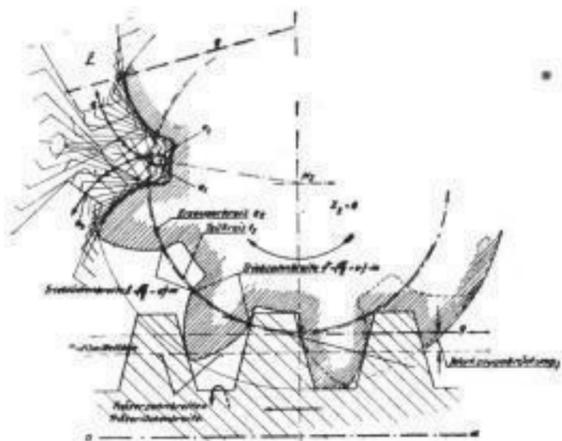


Abb. 19

müßte man für jeden Teilkreisdurchmesser und für jede Teilung einen besonderen Fräser haben. Die Evolventenkurve hängt bekanntlich erstens vom Durchmesser des Erzeugerkreises und zweitens von der Teilung selbst, oder was das gleiche besagt, vom Modul ab. Dies würde für größere Fabriken ein unermeßliches Werkzeuglager erforderlich machen. Man hilft sich meistens dadurch, daß man Fräser für 4–5 Zahnzahlen einer Teilung

Kleine Anzeigen, Gehilfengesuche, Reparaturanzeigen, Gelegenheitskäufe usw. gehören **in die UHRMACHERKUNST**

benutzt. Es ist ohne weiteres klar, daß man damit oft von der theoretischen Verzahnung abweicht. Dabei würde man ähnliche Bildarstellungen wie die der Zykloidenverzahnungen bekommen. Ich will nicht näher darauf eingehen.

Die Abweichungen können durch ein Herstellungsverfahren, das im Großmaschinenbau schon seit Jahren und neuerdings durch den gewaltigen Fortschritt im Werkzeugmaschinenbau schon abwärts ungefähr bis zu den Rädern mit dem Modul 0,25 zur Anwendung kommt, vermieden werden.

Für die Betrachtung der Herstellung wird das 8zählige Trieb zugrunde gelegt. Bereits bei der Besprechung des Eingriffs nach Abb. 17 ergab sich, daß man eine Zahnstange mit jedem Evolventenrade gleicher Zahnteilung und demselben Grundwinkel theoretisch einwandfrei in Eingriff bringen kann. Dies bildet die Grundlage für das Herstellungsverfahren. Das Zahnstangenbezugsprofil des Triebes pt ist in Abb. 18 gestrichelt und in Abb. 19 schraffiert gezeichnet. Läßt man dieses Bezugsprofil schraubenförmig um eine Achse a rotieren, so entsteht ein Wurm, der etwa das Aussehen einer Spindel mit Trapezgewinde hat. Soll dieser Wurm zum Werkzeug, zum Abwälzfräser, werden, so muß sein Profil in gleichmäßigen Abständen unterbrochen und als Fräser mit Hinterdrehung und Brustwinkel ausgeführt werden. Da ein solcher Fräser vollständig gerade Flanken hat, läßt er sich einwandfrei unter Berücksichtigung der Herstellungsverzerrungen herstellen. Das Arbeiten eines solchen Fräasers wird in Abb. 20 gezeigt. T ist ein in der Werkstoffspindel eingespannter Triebrohling für einen 8zähligen Trieb nach Abb. 18 u. 19. F ist der eingängige Fräserwurm, der bei Erzeugung eines 8zähligen Triebes acht Umdrehungen machen muß, während sich die mit der Fräerspindel zwangsläufig gekuppelte Werkstoffspindel einmal dreht.

Um eine Anzahl auf einen Dorn gesetzter Radscheiben oder Triebe schneiden zu können, muß entweder der Werkzeugschliffen eine gleichmäßige, langsame, dem Durchmesser des zu schneidenden Teiles entsprechende Parallelverschiebung $a \dots a$ nach $a_1 \dots a_1$ in Pfeilrichtung ausführen, oder die Werkstoffspindel muß sich bei feststehender Fräerspindel in entgegengesetzter Richtung vorwärts bewegen. Denken wir uns durch Abb. 20 einen Schnitt A–B ausgeführt, so erhalten wir in der Draufsicht ein Bild, welches etwa der Abb. 19 entspricht. Aus dieser Abbildung ist zu ersehen, wie sich der Fräserzahn durch die schraubenförmige Verschiebung des Fräserprofils in das volle Material hineinarbeitet und so durch Abwälzen der Geraden g auf dem Teilkreis t eine Evolventenkurve, die die Zahnflanke bildet, beschreibt. Die Abb. 19 zeigt außerdem eine Darstellung, bei der das zu schneidende Trieb als feststehend betrachtet wird, während sich die Gerade g mit dem Fräserzahn z auf dem Teilkreis t abwälzt. Dabei beschreibt die Mitte der Fräserzahnspitze die Bahn e, e_1, e_2, e_3 . An Hand dieser Skizze wird das Übereinstimmen von Konstruktion und Herstellung am verständlichsten. Die Werkzeugabrückung bei der Herstellung von Vaurädern und die Bemessung von Zahnkopf- und Zahnfußhöhen sollen nicht näher behandelt werden. (Schluß folgt.)

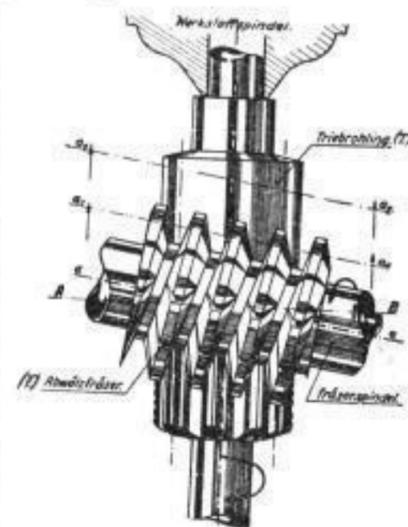


Abb. 20