

4. „Wer Gott vertraut, hat wohl gebaut.“ 3,1 Punkte. Lehrling: Otto Hennicke, in der Lehre bei Herrn Wilhelm Klören, Apolda. Arbeiten: Dreh- und Feilarbeiten vom 1. bis 4. Lehrjahre. Eine Taschenuhrrepassage als Prüfungs-

arbeit. In einer Taschenuhr ersetzt: Minutenradkloben aus Messing, Minutenrad und Trieb, Zeigerwelle, Zylinder (Furnitur), Unruh (aus einem Fünfpfennigstück), Spirale aufgesetzt, Spiralrolle und Spiralklötzchen.

Die Ingoldfräsen.

Mit einer neuen Tabelle zur raschen und

In unserer Abhandlung „Ueber Eingriffsfehler und ihre praktische Abhilfe“¹⁾ wurden auch die Ingoldfräsen erwähnt und darauf hingewiesen, dass sie eine viel allgemeinere Anwendung (nicht allein bei der Reparatur feiner Uhren) verdienen würden, als dies bis heute geschieht.

Dass letzteres der Fall ist, d. h. dass sich die Ingoldfräsen in der Zeit seit ihrer Erfindung, die um 1850 geschah, nicht längst sowohl in der Uhrenerzeugung als auch in der Reparaturpraxis des Uhrmachers so eingebürgert haben, dass sie in keiner Werkstatt fehlen würden, wie etwa der Drehstuhl oder die Wälzmaschine, das hat seinen Grund keineswegs darin, dass sie sich vielleicht doch praktisch nicht recht bewährt hätten oder dass ihre Anwendung etwa mit verhältnismässig umständlichen Manipulationen verbunden wäre. Keins von beiden trifft zu. Die Vorzüglichkeit der Ingoldfräsen als eines Hilfsmittels zur Verbesserung der Eingriffe steht ausser Frage, und ihre Anwendung und Handhabung ist die denkbar einfachste, weit einfacher als beispielsweise der Gebrauch der Wälzmaschine.

Wer freilich mit dem (übrigens sehr naheliegenden) Grundgedanken, auf dem die Ingoldfräse beruht, nicht vertraut ist oder sich nicht die wenigen Minuten Zeit nimmt, die erforderlich sind, um über die Anwendung der manchen Fräsensortimenten beigegebenen Tabellen klar zu werden, oder wer sich, falls solche Tabellen fehlen sollten, scheut, zur Ermittlung der richtigen Fräse eine kleine, kinderleichte Rechnung auszuführen (wie sie später gezeigt wird), der wird allerdings nicht gut zurechtkommen mit den Ingoldfräsen, und wenn er sich aufs Probieren verlegt oder die Auswahl der Fräse nach dem Augenmass trifft, dem Rade in der Regel mehr schaden als nützen, wenn ihm nicht gerade einmal ein seltener Zufall günstig ist.

Und darin liegt auch unzweifelhaft die Ursache der geringen Verbreitung der so vortrefflichen Ingoldfräsen. Das Herausfinden der für den jeweiligen Fall passenden Fräse ist es, das vielen eine Schwierigkeit bedeutet. Und doch ist die richtige Ingoldfräse leichter zu ermitteln als beispielsweise zu einem Rade das richtige Trieb.

Eine Ingoldfräse ist im Grunde nichts anderes als ein Trieb, das an den Zahnflanken mit feinen, scharfen Stufen, also gewissermassen mit einem feinen Hieb versehen ist. Dieser Hieb bearbeitet die Zahnwälzung des Rades, wenn dieses mit der Fräse in Eingriff gestellt und in Umdrehung versetzt wird, und zwar, wie mit Hilfe der Eingriffstheorie nachgewiesen werden kann, genau epizykloidal. Es wird dabei also genau diejenige Wälzungsform gewonnen, die das Rad der Theorie entsprechend haben soll.

Die Ingoldfräsen sind zugleich Triebe ohne Wälzung, teils weil eine solche keinen Zweck haben würde, teils weil bei fehlender Wälzung die genaue Ermittlung der richtigen Fräse einfacher ist.

Würden wir übrigens an irgendeinem Triebe die Wälzung wegdrehen (d. h. das Trieb bis genau auf seinen wirksamen Durchmesser kleiner drehen), so hätten wir in diesem Triebe sozusagen die primitivste Form einer Ingoldfräse vor uns, wie sie Fig. 1 zeigt. Brächten wir dieses abgedrehte Trieb mit dem zugehörigen Rade in richtigen Eingriff, so geschähe hier innerhalb gewisser Grenzen die epizykloide Bearbeitung der Radzahnwälzung durch die scharfen Kanten *k* (Fig. 1), die infolge des Abdrehens an den Triebzähnen entstanden sind. Voraussetzung für die beabsichtigte Wirkung dieser Fräse ist jedoch, dass das Trieb im richtigen Grössenverhältnis zum Rade stand, d. h. dass

genauen Ermittlung der richtigen Fräse. [Nachdr. verboten.] es im abgedrehten Zustande den richtigen wirksamen Durchmesser hat.

Die Verwendbarkeit einer Ingoldfräse für ein bestimmtes Rad hängt also vor allem davon ab, dass sie nebst der richtigen Zähnezahl auch den richtigen Durchmesser hat. Stimmt dieser nicht genau, so liefert die Bearbeitung durch die Fräse keine schön glatt verlaufende Krümmung der Wälzung. Es treten dabei die gleichen Erscheinungen ein, die wir bei der Besprechung des zu kleinen und des zu grossen Triebes in dem schon eingangs erwähnten Artikel „Ueber Eingriffsfehler“ näher erläutert haben. Die Folge davon sind mehr oder weniger ausgeprägte Rillen, Stufen oder Ansätze in der Radzahnwälzung, und ein solches Rad wäre natürlich nach dem Wälzen schlechter als vorher. Eine selbst sehr geringe Abweichung von der Richtigkeit des Fräsensdurchmessers kann sich in dieser Beziehung schon recht unerwünscht bemerkbar machen.

Ein ähnlicher Misserfolg kann sich übrigens auch ergeben, wenn das Rad während des Wälzens nicht im richtigen Eingriff mit der Fräse steht, d. h. wenn der Frässtuhl (d. i. der dem Fräsensortiment beigegebene „Eingriffszirkel“) nicht genau auf die richtige Eingriffsentfernung eingestellt ist. Denn es kommen dabei die Fehler des zu tiefen oder zu seichten Eingriffes zur Geltung, und sie hinterlassen an der bearbeiteten Radzahnwälzung ähnliche Spuren wie eine zu kleine oder zu grosse Fräse.

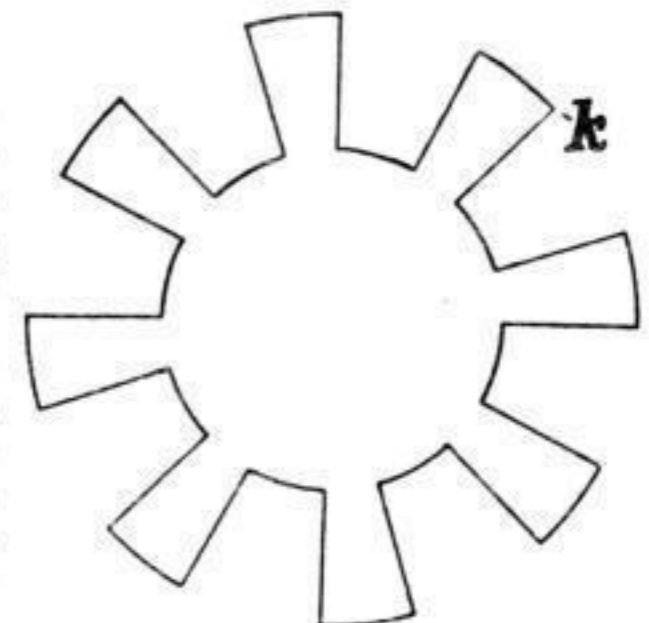


Fig. 1.

Die käuflichen Ingoldfräsen weichen von der besprochenen primitiven Form nicht unwesentlich ab. Würde man nämlich daran festhalten müssen, der Fräse den (wirksamen) Durchmesser des mit dem zu wälzenden Rade zusammenarbeitenden Triebes zu geben, so würden die Fräsen namentlich für die kleineren Taschenuhräder sehr klein ausfallen und infolgedessen nur äusserst schwierig genau herstellbar sein. Dies lässt sich jedoch glücklicherweise umgehen. Die Eingriffstheorie ermöglicht es nämlich sehr wohl, Ingoldfräsen zu konstruieren, die einen erheblich grösseren Durchmesser haben als das zu dem betreffenden Rade gehörige Trieb, und die dennoch richtig, d. h. so arbeiten, als ob sie — wie die eben besprochene primitive Ingoldfräse — den gleichen Durchmesser hätten wie der wirksame Kreis (Teilkreis) des in das Rad eingreifenden Triebes. Solche Ingoldfräsen müssen aber auch entsprechend mehr Zähne erhalten, und von der Wahl dieser Zähnezahl hängt dann eigentlich der Durchmesser der Fräse ab. Die Ingoldfräsen der im Handel erhältlichen Sortimente haben gewöhnlich 20 bis 35 Zähne.

Die Vergrösserung des Durchmessers der Fräsen bedingt jedoch auch eine andere Form der Fräsenszahnflanken, die durch Konstruktion leicht zu ermitteln ist. Fig. 2 zeigt eine solche Zahnflanke im Querschnitt. Die Zahnflanken sind nicht, wie bei einem Triebe, gerade und radial, sondern die Konstruktion ergibt eine nach innen vertiefte, zyklische Krümmung. Diese nun ist mit dem schon erwähnten „Hieb“ versehen (vergl. Fig. 2), das sind feine, stufenartige, scharfkantige Rillen, die dann die Radzahnwälzung bearbeiten.

1) Vergl. Nr. 2, S. 20 des vorigen Jahrgangs.