

Drehen des Rades scharf beobachtet, ob sich die Wälzungen der Radzähne genau in die Kurven der Fräsenlücken legen, ohne an den scharfen Ecken der Fräsenzähne Schaden nehmen zu können; oder aber durch Abmessung einer bestimmten Anzahl Zähne auf dem zu wälzenden Rade. Letztere Methode bestimmt zwar die Fräsengrösse nicht mathematisch genau, sie ist jedoch wegen ihrer Einfachheit und Kürze in den meisten Fällen die empfehlenswertheste. Nur für Räder mit wenig Zähnen, etwa unter 50, werden die Resultate zu ungenau und ist dann eines der anderen Verfahren vorzuziehen.

Für letztere Methode dienen folgende Angaben:

Der Durchmesser einer Fräse von der Zahnzahl	
21 ist gleich d. Entfern. v. 7 Radzähnen und $\frac{1}{3}$ d. folg. Lücke	
25 " " 8 " u. d. ganzen " "	
27 " " 9 " und $\frac{1}{3}$ d. " "	
30 " " 10 " " $\frac{1}{3}$ " " "	
33 " " 11 " " $\frac{1}{3}$ " " "	
35 " " 12 " weniger $\frac{1}{3}$ d. 12. Zahnes.	

Ohne sich nun weiter um die Zähnezah! des zu wälzenden Rades zu bekümmern, misst man an demselben mit einem gewöhnlichen Triebmaasse die angezeigte Entfernung für diejenige Fräsengruppe ab, unter welcher man eine passende Fräse zu finden vermuthet, und sucht nun diese Grösse aus dem Spiele aus. Findet man jedoch z. B. das so bestimmte Maass grösser als die grösste Fräse dieser Gruppe, so ist die gewünschte Fräse in der folgenden Gruppe mit weniger Zähnen und ebenso umgekehrt. Man hat in diesem Falle das Maass nach der Zähnezah! dieser neuen Gruppe zu ändern und die Fräse dortselbst aufzusuchen.

Nach Auffindung der richtigen Grösse muss beachtet werden, ob auch die Lückenweite der Fräse mit der Zahnbreite des Rades übereinstimmt. Der Radzahn soll in die Fräsenlücke eintreten können, ohne sich im geringsten zu klemmen. Sollte nun aber das Maass für ein Rad mit breiten Zähnen auf eine volle Fräse fallen, so müsste eine der nebenstehenden schlanken Fräsen gewählt werden, wobei diejenige den Vorzug erhält, welche in Grösse und Lückenweite dem Radzahne besser entspricht. Im umgekehrten Falle, also für ein Rad mit schmalen Zähnen, wird auf gleiche Weise eine volle Fräse gesucht. Der Fräsendurchmesser entspricht in diesen Fällen nicht genau dem Maasse, es kann aber eine so geringe Abweichung geduldet werden, besonders, wenn man trachtet, eine volle Fräse etwas grösser und eine schlanke etwas kleiner, als obige Angaben zu nehmen.

Nachdem auf diese Weise die Wahl der Fräse sorgfältig erfolgt ist, wird sie auf einem guten Drehstift befestigt und auf die eine Seite des Eingriffzirkels gebracht. Zwischen die beiden Spitzen der anderen Seite bringt man das zu wälzende Rad und schliesst den Zirkel vorsichtig, bis die Radzähne in die Fräsenlücken eingreifen und deren Wände berühren. Hierauf wird entweder bei grösseren Rädern, Federhäusern etc. der Drehbogen auf der Rolle des Drehstiftes angewendet und somit beide Theile in Umdrehung versetzt, indem man zugleich das Rad mit einem Holzstifte etwas anhält, oder bei kleiner Arbeit einfach das Rad mit dem Finger vor- und rückwärts dreht, indem man mit dem Daumen der anderen Hand etwas auf die Fräse drückt. Während der Wälzung soll nämlich immer derjenige Theil, der von dem anderen geführt wird, sich nicht willig drehen, um ein Einprägen der feinen Rippchen der Fräsenlücke in den Radzahn zu verhüten.

Ist auf solche Weise das Rad nach Bedarf korrigirt, so kann dasselbe noch zwischen den Spitzen umgekehrt werden, ohne jedoch die Zirkelweite zu verändern, um durch nochmaliges Durchgehen sich der vollkommenen Gleichseitigkeit zu versichern. Ebenso thut man gut, ehe das Rad abgenommen wird, den Zirkel ein klein wenig zu öffnen und so das Rad noch einige Male durchgehen zu lassen, indem die dadurch entstandene leichte Streifung dem Radzahne hohe Feinheit, fast Politur verleiht.

Bei grösseren Rädern und besonders bei solchen von Nickel, ist Oel zur Wälzung nöthig, was jedoch kleinere Räder nicht bedürfen. Die Praxis hat ferner gezeigt, dass die Zähne feiner werden, wenn man die Räder mit dem Finger dreht, als wenn der Drehbogen verwendet wurde; es ist deshalb rathsam, nach

Benutzung des Drehbogens bei grösseren Rädern noch ein paar Züge mit dem Finger zu geben.

Von besonderem Werthe ist die Benutzung zweier Fräsen von ungleicher Lückenweite, aber wenig verschiedenem Durchmesser auf einem und demselben Rade. Eine volle Fräse greift mehr an den Seiten, eine schlanke mehr an den Spitzen an. Vermittels dieser beiden Eigenschaften kann der Wälzung innerhalb gewisser Grenzen jede beliebige Höhe gegeben werden. Soll z. B. ein Rad verkleinert werden, so wählt man vorerst eine schlanke Fräse, wengleich auch die Radzähne schmal sein sollten. Erzeugt diese Fräse die Wölbung zu stumpf, so wendet man noch eine zweite, vollere Fräse an und verlängert die Wälzung mit derselben nun nach Bedarf, indem man das Rad mehr oder weniger lange mit dieser zweiten Fräse behandelt. Es kann auf diese Weise jedem Bedürfnisse des Eingriffes Rechnung getragen, die richtige Wölbungshöhe für 6, 7, 8, 10 und 12er Triebe erzielt und ebenso die möglichst günstige Form für zu grosse oder zu kleine Triebe oder solche mit zu dicken Stäben erzeugt werden.

Soll ein Rad durchaus nicht verkleinert, sondern nur ausgeglichen werden, so wendet man eine möglichst volle Fräse an. Bei unrunder Rädern thut man gut, sie vorerst auf dem Drehstuhl rund ablaufen zu lassen.

Wenn sich nach der Wälzung an den Zähnen kleine Ansätze zeigen, so ist dies die Folge einer unrichtig gewählten Fräse und zwar kann sie in diesem Falle sowohl zu klein als zu gross, als auch zu voll sein. Um nicht durch ein Versehen in der Wahl der Fräse das Rad unbrauchbar zu machen, ist es hauptsächlich Anfängern zu empfehlen, schon nach den ersten paar Zügen das Rad zu untersuchen, um etwaige Ansätze schon im Entstehen zu entdecken und dem Schaden noch rechtzeitig mit einer passenden Fräse abhelfen zu können.

Sollten sich in einem Rade bedeutend breitere Zähne finden, so wählt man zuerst eine schlanke Fräse, durch welche auch diese breiteren Zähne passiren können, und korrigirt damit die ärgsten Ungleichheiten. In den meisten Fällen kann nachher noch eine vollere Fräse benutzt werden, die das Rad noch mehr ausgleicht und die Zähne besser formt.

Nach jedesmaligem Gebrauche sollten die Fräsen mit einer steifen Bürste (am besten mit einer Kratzbürste) gereinigt werden.

Zur Erklärung der für die Ingold-Fräsen üblichen Zahnzahlen und Zahnformen diene das Folgende:

Die ersten Fräsen dieser Art hatten die Grösse und Stäbezah! der zu dem betreffenden Eingriffe gehörenden Triebe. Die Stabseiten (Flanken) waren, genau wie die des gewöhnlichen Triebes, geradlinig und zeigten nach dem Mittelpunkte; sie hatten eine feilenartige Verzahnung. Die Lücken hatten nur die, für das Eintreten der Zähne erforderliche Weite, und es leuchtet ein, dass ein solches Fräsentrieb dem Radzahne die für sein Trieb erforderliche Form durch die gegenseitige Einwirkung beim Eingriffe beibringen muss. Denn die Fräse hat die Grösse und die Zahl und Form der Stäbe, wie das Trieb. Da die Lücke der Fräse den Radzahn ohne Luft umfasst, sind beide Theile genöthigt, sich mit gleicher Umfangsgeschwindigkeit zu bewegen; es muss also der Zahn genau die theoretisch richtige Form erhalten, welche diesen gegebenen Verhältnissen entspricht.

Praktische Rücksichten und namentlich das Bestreben, die sehr oft ganz ungenauen Zahnungen gleichzeitig nach Möglichkeit zu berichtigen, führten zu einer Vergrösserung des Durchmessers und der Zähnezah! der Fräsen. Die gewöhnliche Zahnzahl der Ingold-Fräse ist 25, und diese vermehrte Zahnzahl verlangt eine andere Form für die Flanke der Fräsenzähne.

Beim Triebe ist die Flanke des Zahnes bekanntlich eine Hypocykloide, welche entsteht, indem ein Kreis von der halben Grösse des Grundkreises des Triebes sich innerlich auf diesem Grundkreise hinrollt. Es ist bekannt, dass unter diesen Voraussetzungen die Hypocykloide vollständig mit einer geraden Linie zusammenfällt. Nachdem aber der grössere Kreis der Fräse von 25 Zähnen für den des Triebes von durchschnittlich 10 Zähnen eingesetzt worden ist, wird auch der oben bezeichnete Erzeugungskreis nicht mehr bei seinem Rollen innerhalb desselben eine mit der geraden Linie gleichbedeutende Hypocykloide beschreiben,