

liefern Eingriff mit dem Rade stellen wollte. In jedem Falle bildet sich an den Radzähnen die genaue Epizykloidenform.

Wenn man nun mit diesen vortrefflichen Fräsen richtig arbeiten will, so ist es vor allen Dingen notwendig, stets die genau passende Fräse auszuwählen. Um dies mit größerer Leichtigkeit ausführen zu können, sind die Ingold-Fräsen zu Sägen oder Spielen (gewöhnlich von 30 bis 36 Stück) zusammengestellt. Darunter befinden sich Fräsen der verschiedensten Zahnzahlen (z. B. mit 21, 25, 27, 30, 33 und 35 Zähnen) der Größe nach ge-

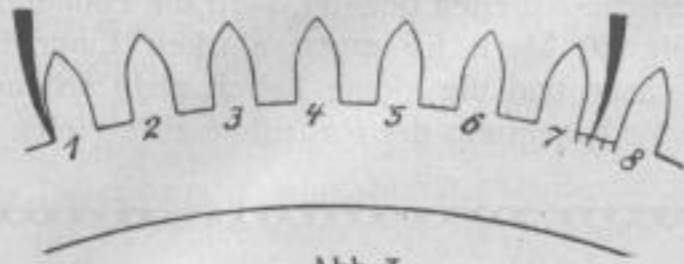


Abb. 3

ordnet, und zwar so, daß die kleinste von 21 Zähnen die gleiche Zahnentfernung hat wie die größte von 25; dann die kleinste von 25 gleich der größten von 27 Zähnen und so fort. Durch eine einfache Vergleichung des Rades mit den Fräsen wird es nun leicht, zu bestimmen, unter welcher Zahnzahl eine Fräse mit der gleichen Zahnentfernung wie beim Rade zu finden ist. Zur genauen Bestimmung der Größe hat der erste Fabrikant dieser Fräsen, F. B a c h s c h m i d in Biel, in einer Gebrauchsanweisung folgenden Schlüssel gegeben.

Der Durchmesser einer Fräse von

- 21 Zähnen muß sein gleich der Entfernung von 7 Radzähnen und  $\frac{1}{4}$  der Lücke (Abbildung 3).
- 25 Zähnen muß sein gleich der Entfernung von 8 Radzähnen und die Lücke (Abbildung 4).
- 27 Zähnen muß sein gleich der Entfernung von 9 Radzähnen und  $\frac{1}{4}$  der Lücke.
- 30 Zähnen muß sein gleich der Entfernung von 10 Radzähnen und  $\frac{1}{4}$  der Lücke.
- 33 Zähnen muß sein gleich der Entfernung von 11 Radzähnen und  $\frac{1}{4}$  der Lücke.
- 35 Zähnen muß sein gleich der Entfernung von 12 Radzähnen weniger  $\frac{1}{4}$  des Zahnes (Abbildung 5).

Die Entfernung der betreffenden Anzahl Radzähne wird mit einem Triebmaße oder noch besser mit einem Schiebemaße bestimmt, und die Fräse danach aus dem Vorrat gewählt. Hierbei ist zu beachten, daß die Weite der Fräsenlücke auch mit der Stärke des Radzahnes übereinstimme; denn in einem vollständigen Spiele sind die Fräsen nicht nur der Größe, sondern auch der Lückenweite nach geordnet, um der großen Verschiedenheit der vorkommenden Zahnungen Rechnung zu tragen

Bei außergewöhnlichen Fällen, z. B. wenn das Rad in ein zu großes Trieb eingreift, wählt man eine Fräse mit engerer Lücke (volle Fräse). Umgekehrt, wenn das Rad in ein zu

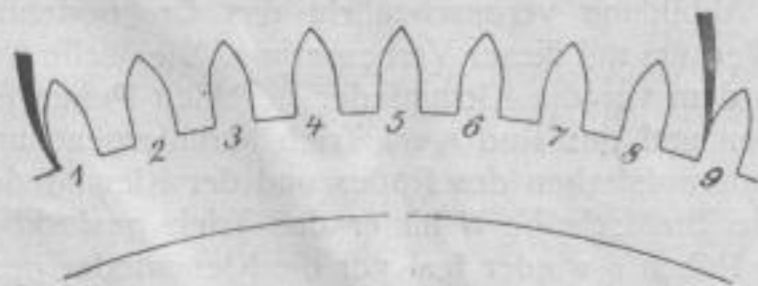


Abb. 4

kleines Trieb eingreift, wählt man eine Fräse mit weilerer Lücke (schlanke Fräse). Dadurch erlangt man zwar keine genaue Epizykloide, aber eine Zahnform, die sich für den betreffenden Fall noch besser eignet. Dabei ist dann der Durchmesser einer vollen Fräse etwa um  $\frac{1}{4}$  Radzahnstärke größer und derjenige einer schlanken Fräse ebenso um  $\frac{1}{4}$  Zahn kleiner, als oben angegeben, zu nehmen. Eine schlanke Fräse greift mehr an

den Spitzen, eine volle mehr an den Seitenwänden der Radzähne an. Deshalb sind auch vorzugsweise schlanke Fräsen zu benützen, wenn man ein Rad bei der Bearbeitung gleichzeitig verkleinern will. Umgekehrt stets volle Fräsen, wenn man das Rad nur ausgleichen will, ohne es zu verkleinern.

Nachdem die Wahl der Fräse sorgfältig erfolgt ist, wird sie fest auf einen guten, rundlaufenden Drehstift gesteckt und auf die eine Seite des Eingriffzirkels gebracht. Zwischen die beiden Broschen der anderen Seite, die mit Zapfenschonern versehen sein müssen, bringt man das zu bearbeitende Rad (vergl. Abbildung 2) und schließt nun den Zirkel vorsichtig, bis die Radzähne in die Fräsenlücken eingreifen und deren Wände berühren. Hierauf schlingt man bei größeren Rädern, Federhäusern usw. die Saile eines Drehbogens um die Rolle des Drehstifts und verseht damit beide Teile in Umdrehung, indem man gleichzeitig das Rad mit einem Pugholz etwas bremst. Bei kleineren Rädern kann man einfach das Rad mit dem Finger in Umdrehung verseßen und die Fräse mit dem Daumen der anderen Hand etwas anhalten. Dieses Bremsen des einen Teiles geschieht, um ein etwaiges Einprägen der feinen Riefen der Fräsenlücken in den Radzahn zu verhüten.

Ist auf diese Weise das Rad nach Bedarf bearbeitet, so kann es noch in den Broschen umgekehrt werden, ohne daß man jedoch die Zirkelweite verändert, um durch nochmaliges Durchgehen mit der Fräse sich der vollkommenen Gleichseitigkeit der Zahnwölbung zu versichern. Ebenso tut man gut, ehe das Rad abgenommen wird, den Zirkel ein klein wenig zu

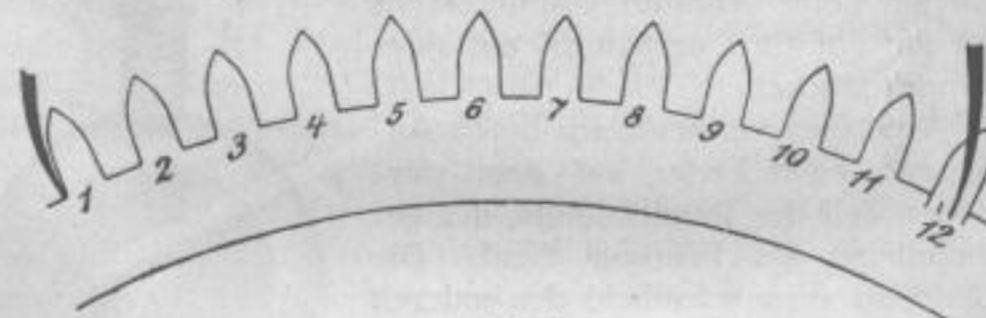


Abb. 5

öffnen und so das Rad noch einige Male durchzuführen, indem die dadurch entstehende leichte Streifung dem Radzähne eine hohe Feinheit, fast Politur verleiht.

Sollten sich in einem Rade einzelne Zähne finden, die bedeutend stärker als die übrigen sind, so werden sie nach erfolgter Bearbeitung einen kleinen Ansaß am Anfange der Wölbung zeigen. Diese kann man beseitigen, indem man eine andere Fräse mit etwas lieferer Lücke wählt und damit das Rad nochmals leicht behandelt.

Die Ingold-Fräse verleiht aber nicht nur den mit ihr behandelten Radzähnen die genaue Epizykloidenform, sondern bietet noch folgende weitere Vorteile:

1. Sie gleicht in der Zahnung etwa vorhandene Ungleichheiten selbsttätig aus. Befindet sich z. B. in einem Rade ein zu dünner neben einem zu dicken Zahne, und nimmt man dieses Rad auf die Wälzmaschine, so verschlimmert sich der Fehler immer mehr, so oft man das Rad durchwältzt, weil eben der dicke Radzahn der Fräse mehr Widerstand entgegensetzt als der dünne, wodurch dessen Flanke von der Wälzfräse stärker angegriffen wird. Bei der Ingold-Fräse aber verhält sich das ganz anders. Hier stehen erstens mehrere Zähne gleichzeitig mit der Fräse im Eingriff, was schon von selbst einen gewissen Ausgleich bedingt. Zweitens aber werden die Flanken der Radzähne überhaupt nicht von der Ingold-Fräse erfaßt, sondern nur die Zahnspitzen. Infolge dessen wird ein dünner Radzahn weniger, ein zu dicker Radzahn dagegen stärker angegriffen; beide werden gleich hoch und erhalten die gleiche epizykloide Wälzung.

2. Infolge der zylindrischen Form der Ingold-Fräse werden die Seiten der Radzähne genau parallel zur Achse des Rades. Die Wälzfräse schneidet den Radzahn immer hohl in einem