

griffe sind und dass die gemeinsame Normallinie der Zahnprofile, welche sich beim Beginn und beim Ende der Führung berühren, mit der Mittellinie einen Winkel von wenigstens 80 Grad macht. Es geht daraus hervor, dass es leicht ist, die Höhe der Zähne und folglich auch den vollen Durchmesser des Rades zu bestimmen. Man findet auch, dass ein Rad nicht weniger als 36 Zähne haben soll, damit die beiden obigen Bedingungen erfüllt seien.

In der Uhrmacherei verhält sich dies nicht so. In dem Räderwerke, welches vom Federhaus bis zum Gangrad sich erstreckt, werden die Triebe von den Rädern geführt und haben 6, 7, 8, 10 oder 12 Zähne höchstens. Damit die Führung soweit als möglich jenseits der Mittelpunktslinie geschehen kann, behält man die ganze Wälzung bei, bis zur Spitze des Zahnes. Ungeachtet dessen ist, mit Ausnahme der Triebe von 10 und 12 Zähnen, die Führung jenseits der Mittelpunktslinie nicht ausreichend und sie muss mehr oder weniger vor dieser Linie anfangen, und so eine eingehende Reibung bilden, welche schädlicher ist, als die, welche auf der anderen Seite stattfindet.

Wenn man den Eingriff eines Rades und eines Triebes zeichnen will, setzt man gewöhnlich voraus, dass die theoretische Kurve oder Epicykloide angewendet wird, um die Profile der Radzähne oder die Wälzung, welche über den wirksamen Kreis hinausgeht, zu bilden. Sind die Mittelpunkte von Rad und Trieb angegeben, so theilt man ihre Entfernung in zwei Theile, welche im Verhältniss der Zahlen der Rad- und Triebzähne stehen und mit diesen Theilen beschreibt man die wirksamen Kreise des Triebes und des Rades. Aber um den vollen Halbmesser des Rades zu haben, muss man dem wirksamen Halbmesser desselben die Höhe der Wälzung zusetzen. Das Verhältniss der beiden vollständigen Halbmesser von Rad und Trieb ist alsdann nicht mehr dasselbe, wie es zwischen den wirksamen Halbmessern stattfand. Der Unterschied beider wird geringer und man muss, um dies Verhältniss genauer auszudrücken, die Höhe der Wälzung des Zahnes suchen.

Es ist nun eben der Zweck der gegenwärtigen Arbeit, das Verhältniss der vollen Halbmesser von Rad und Trieb aufzufinden, nachdem wir berechnet haben, wieviel die Wälzungen der Rad- und Triebzähne betragen. Gleichzeitig habe ich den Führungswinkel jenseits der Mittelpunktslinie für jede Art von Trieb, für die hauptsächlichsten Verhältnisse, welche gewöhnlich in der Uhrmacherei angewendet werden, eins zu  $7\frac{1}{2}$ , eins zu 8, eins zu 10, gefunden. Es hat mir geschienen, dass es nützlich sei, diese Rechnungen auszuführen, sowohl für die Benutzung in der Uhrmacherei, als auch, um die Zeichnung eines Räderwerkes zu erleichtern.

Was die Berechnungen dieser Art betrifft, so kenne ich nichts, als eine Broschüre, welche 1857 in Chaux-de-fonds von Charles Eduard Jacot mit dem Titel „Etude pratique des engrenages“, veröffentlicht\*) wurde. Eine kleine Tabelle giebt die Verhältnisse der vollen Durchmesser der Triebe und die der Räder für die

Triebe von verschiedenen Zahlen, welche mit einem Rade eingreifen, das 6 mal so viele Zähne hat; aber die Broschüre sagt uns nicht, wie diese Ergebnisse erlangt worden sind — wahrscheinlich durch eine graphische Methode. Auch sind die Abmessungen der Triebe mit einem Werthe von  $\pi = 3$  berechnet. Man kann sich also nicht von der Richtigkeit der gefundenen Ergebnisse versichern, weil keine Berechnungsmethode angegeben ist. Auch ist das Verhältniss wie 6 : 1 zwischen Rad und Trieb in der Uhrmacherei sehr wenig gebräuchlich. Der Verfasser sagt auch, dass er die Epicykloide ersetzt habe durch den Erzeugungskreis, dessen Krümmung ihm, von dem Augenblicke an, wo man genöthigt ist, die theoretische Kurve durch einen Kreis zu ersetzen, am passendsten erschienen ist. Jedoch, welches auch die Genauigkeit der in der Broschüre angedeuteten Ergebnisse sei, Jacot hat die Aufmerksamkeit auf die auf das Räderwerk bezüglichen Fragen zurückgeführt und der Uhrmacherei einen wirklichen Dienst geleistet, indem er diesen Theil zu verbessern suchte; es ist ihm auch gelungen, eine zweckmässigere Zahnform als die früheren zu erzeugen.

Obwohl die praktischen Versuche lehren, dass es sehr schwierig sei, die Zähne in der Epicykloidenform zu schneiden, so habe ich dennoch diese theoretischen Profile allen meinen Berechnungen zu Grunde gelegt. Auf diese Weise habe ich Ergebnisse erzielt, nach denen eine scharfsinnige und einsichtsvolle Praxis, welche sich soviel als möglich an die Theorie hält, sich richten kann. Hätte ich im Gegentheile Kreisbogenformen angenommen, so hätte ich keine sichere Basis gehabt, um meine Formeln darauf zu begründen.

## II.

Die Theorie lehrt uns, dass, um ein Trieb so zu führen, als ob die wirksamen Umfänge die Bewegung durch einfache Berührung auf einander übertragen, das Profil der Zähne des Rades nach einer Epicykloide geformt sein muss, die durch einen Erzeugungskreis entsteht, dessen Durchmesser dem Halbmesser des Triebes gleich ist.

Die Höhe der Wälzung des Triebes über dem wirksamen Kreise wird also bestimmt durch die Durchschneidung der Epicykloide mit dem verlängerten Halbmesser, welcher durch die Mitte der Dicke eines Zahnes geht.

Es sei  $i$  (Fig. 1) der Mittelpunkt des Erzeugungskreises, dessen Durchmesser  $ac$  dem Halbmesser des Triebes gleich ist. Indem man ohne Gleitung diesen Kreis auf dem wirksamen Kreise des Rades rollen lässt, so beschreibt der Berührungspunkt  $a$  die Epicykloide  $aa_1e$ , welche bei  $a_1$  den Halbmesser  $oba_1$  schneidet, der durch die Mitte  $b$  des Zahnes geht.

Wenn die Stärke des Zahnes gleich der Lücke ist, so ist  $ab$  das Viertel der Theilung\*). Wenn der Punkt  $a$  bei  $a_1$  angekommen ist, so ist der Kreis  $i$  bei  $i_1$  angekommen und er ist auf dem wirksamen Kreise des Rades um den Winkel  $aom_1$  hingewandert, so dass der Bogen  $am_1$  gleich dem Bogen  $a_1m_1$  ist.

Wenn  $n$  das Verhältniss der Halbmesser des Rades und des Erzeugungskreises vorstellt, so wird man leicht ersehen, dass der Winkel  $m_1i_1a_1$   $n$  mal so gross als der Winkel  $aom_1$  ist. Zum Beispiel mit einem Triebe 6 und einem Rade 60 ist der wirksame Halbmesser des Rades 20 mal der des Erzeugungskreises der Epicykloide, so dass dieser 20 Grad um seinen Mittelpunkt sich in der Zeit dreht, als er um 1 Grad auf dem Umfange des Rades rollt.

(Fortsetzung folgt.)

\*) Unter Theilung ist hier Zahn und Lücke zu verstehen.

## Briefwechsel.

Erfreuliche Nachricht erhalten wir aus Mecklenburg. In Güstrow hat am 2. Oktober eine Versammlung von Delegirten stattgefunden zu dem Zweck der Bildung eines Landes-Verbandes. Dem Bericht des Coll. Bahl entnehmen wir die Kenntniss der Thatsache, dass die Vereine Rostock, Teterow, Malchin und Güstrow gegenwärtig den Unterverband bilden und den Anschluss von Schwerin, Neustrelitz, Neubrandenburg etc. noch erhoffen. Coll. Völling-Rostock behandelt dasselbe Thema; er schreibt:

\*) Siehe auch dieses Journal, Jahrg. 1892 in den Nrn. 48 u. 49.

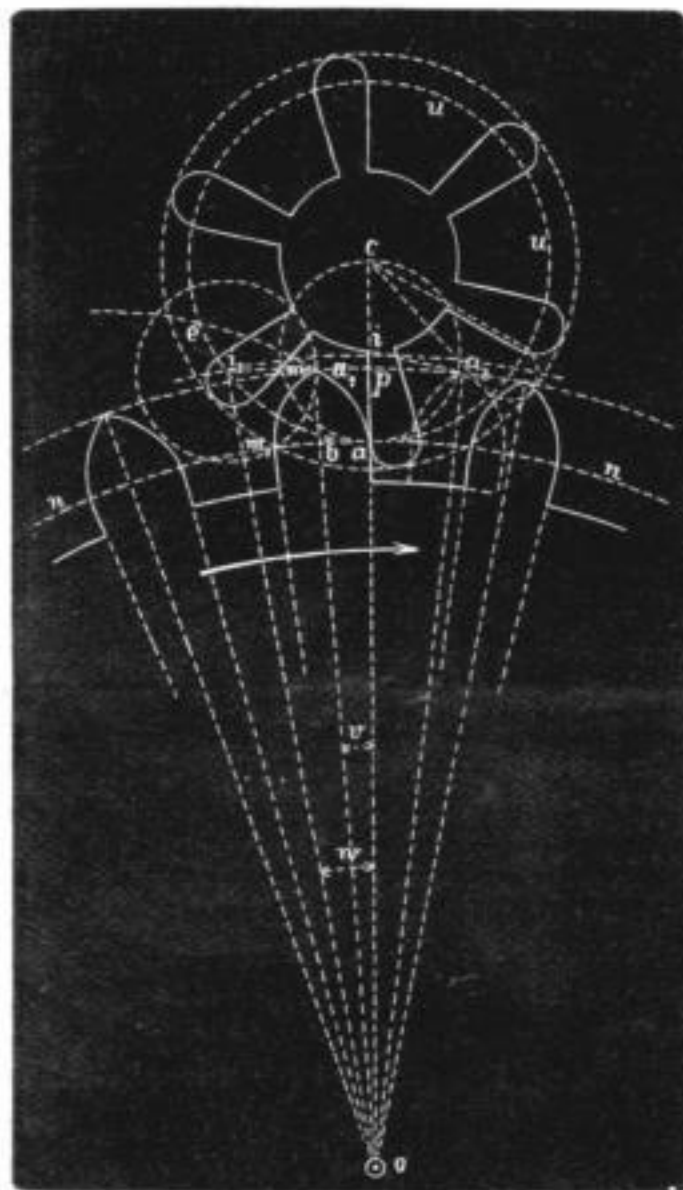


Fig. 1.