Eine Studie über den Ankergang.

Von M. L. A. Grosclaude,
Professor an der Uhrmacherschule in Genf.

(Ins Deutsche übertragen aus dem „Journal Suisse d'Horlogerie").

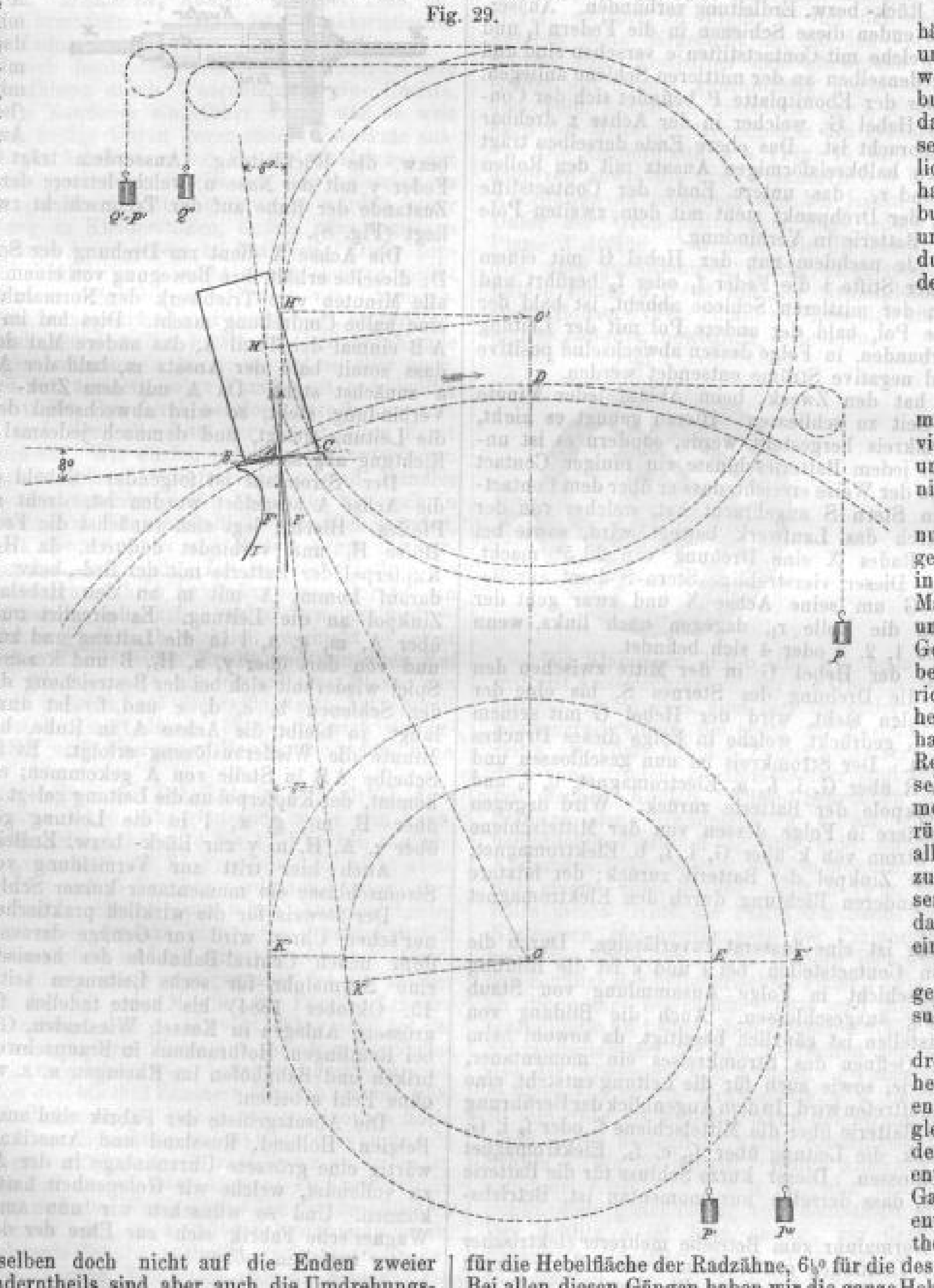
(Fortsetzung aus No. 17)

Von der Reibung und ihrer Bedeutung beim Ankergang.

Nachdem wir uns in dem Vorhergegangenen in eingehender Weise mit der Reibung und ihrem Einfluss beschäftigt haben, wollen wir jetzt das darüber Gesagte auf den Gegenstand, welcher uns hier insbesondere interessirt, und zwar auf den Verlust der bewegenden Kraft infolge der Reibung des Radzahnes auf die Hebeflächen des Ankers, in Anwendung bringen.

Zuvörderst einige allgemeine Betrachtungen über die Uebertragung der Kraft. Gegeben sei ein Stück A I (Fig. 29) welches, um den Mittelpunkt O beweglich, den Zahn eines Ankerrades darstellt. Dasselbe wirkt mit seiner Spitze A auf die Fläche B C eines anderen um den Mittelpunkt O' beweglichen Stückes, welches hier den Ankerhebel veranschaulicht. Nehmen wir nun an, dass das Ankerrad vermittels eines Gewichtes P, das auf seinen Umfang wirkt, in der Richtung des Pfeiles gedreht würde, so wird das Gewicht eine grössere oder geringere Wirkung hervorbringen, je nachdem es auf einen Punkt D, welcher mehr oder weniger entfernt vom Mittelpunkte O' sich befindet, einwirkt. Oder mit anderen Worten, wie man sich in der Mechanik ausdrückt: das Moment der Kraft, welches das Rad in Umdrehung versetzt, ist gleich dem Gewicht P, multiplicirt mit dem Hebelarm O D.

Fig. 29.



Um nun unsere Reibung zu ermitteln, ist es wichtig, den von der Spitze A gegen die Fläche B C ausgeübten Druck kennen zu lernen.

Eine Fläche kann aber nur dann gegen einen Druck reagiren, wenn letzterer lothrecht auf dieselbe wirkt, also in der Richtung von A F.

Dieser Druck, welchen wir durch das Gewicht P' veranschaulichen, wirkt auf einen Hebel O K = O E, und da er die gleiche Wirkung wie das Gewicht P, welches auf den Hebelarm O D wirkt, hervorbringen soll, so stellen wir folgende Gleichung auf:

$$P' \times O E = P \times O D$$

woraus hervorgeht, dass der wirkliche Druck P', welcher von dem Punkte A auf die Fläche B C ausgeübt wird, um so viel grösser sein muss, als der Halbmesser O K im Verhältniss zu demjenigen des Rades kleiner ist. Dieser Druck P' nun, welcher in der Richtung F A auf den Hebelarm O' H des Ankers wirkt, wird daher auch fähig sein, ein Gewicht gleich Q' zu heben, das auf den Hebelarm des Ankers O' H gleich O E wirkt. Das Moment der Kraft, welches den Anker bewegt, ist daher gleich $Q' \times O' H$ oder $P' \times O K$.

Wir bemerken hierbei, dass, wenn die beiden Kräfte P' und Q' gleich sind, dieselben doch nicht auf die Enden zweier gleicher Hebelarme wirken; anderntheils sind aber auch die Umdrehungsgeschwindigkeiten der beiden beweglichen Theile verschieden, und stehen im umgekehrten Verhältniss zu den beiden Hebelarmen.

Wenn wir jetzt den vom Anker ausgeübten Druck ermitteln, den derselbe in einer Entfernung vom Mittelpunkte, die gleich dem Halbmesser O D des Rades ist, ausübt, so finden wir, dass derselbe mit dem Gewicht P' in demselben Verhältniss, aber direct zu diesen beiden Hebelarmen steht, womit wir stets zu dem schon besprochenen Resultat gelangen, dass das, was man an Kraft gewinnt, an Geschwindigkeit verloren geht, oder, dass der Druck multiplizirt mit dem durchlaufenen Weg, gleich dem überwundenen Widerstand, multiplizirt mit dem von dem letzteren durchlaufenen Weg ist, wobei man allerdings von der Reibung absehen muss. Hieraus schliessen wir nun, dass die beiden Halbmesser O K und O' H uns nacheinander das Verhältniss der Geschwindigkeit der beiden beweglichen Körper geben, ebenso wie auch den Druck, welcher in gleichen Entfernungen an den Mittelpunkten ausgeübt wird.

Beispiel: Nehmen wir an, dass ein Rad mit seiner Zahnspitze 4 mm vom Mittelpunkt entfernt, einen Druck gleich einem Gramm ausübt.

Ziehen wir nun die Linie F A senkrecht auf die Fläche B C und messen hierauf die beiden Halbmesser O K und O' H, so finden wir dieselben 26 mm und 38 mm gross. Die Geschwindigkeit der Umdrehung des Ankers wird sich zu der des Rades wie 26 zu 38 verhalten und der vom Anker ausgeübte Druck, in einem Abstand vom 4 mm vom Mittelpunkte entfernt, wird $^{38}/_{26} = {}^{19}/_{13}$ betragen; der vom Rade ausgeübte Druck aber $^{19}/_{13}$ eines Grammes.

Wir gehen hiernach zur Reibung über. Angenommen, die Oberfläche sei rauh, d. h. aus lauter kleinen schiefen Ebenen gebildet. Da wir nun die Linie F H senkrecht auf die Oberfläche, auf welche die Zahnspitze wirkt, gezogen haben, so müssen wir nunmehr eine Linie F' H' senkrecht auf die Flächen der kleinen Unebenheiten ziehen, d. h. so, dass sie mit der Linie F H einen Winkel bildet, welcher gleich demjenigen ist, der mit den Reibungs-Coëfficienten übereinstimmt, die wir in der Tabelle in Nummer 17 Seite 131 aufgestellt haben.

In diesem Falle nehmen wir dann als Verhältniss unseres Druckes dasjenige der beiden Halbmesser O' H' und O K' an; wir dürfen dabei jedoch nicht vergessen, dass diese Halbmesser uns hier nicht mehr das Verhältniss der Geschwindigkeiten geben, welche durch die Reibung nicht verändert werden können.

Da uns aber das Verhältniss der Halbmesser O' H und O K den Druck angiebt, welchen der Anker ohne Reibung ausübt, und uns ferner das Verhältniss der Halbmesser O' H' und O K' den wirklichen Druck angiebt, so erhalten wir, indem wir die Reibung in Rechnung bringen, und die letzteren Halbmesser durch die ersteren dividiren, den Nutzeffekt, das ist:

$$\frac{O' H'}{O K'} : \frac{O' H}{O K} = \frac{O' H' \times O K}{O K' \times O' H}$$
$$= \text{Nutzeffect.}$$

Es wird daher leicht sein, mit Hülfe einer Zeichnung die vier Halbmesser zu messen, und das bezeichnete Verhältniss zu berechnen.

Wir haben eine solche Zeichnung des Ankerganges hergestellt, aber, obgleich wir sie in einem ziemlich grossen Massstabe ausführten, so hat uns dieselbe in Betreff der Genauigkeit doch nicht soweit befriedigt, um eine unfehlbar richtige Vergleichung daraus herleiten zu können. Wir haben daher, um ein besseres Resultat zu erreichen, auf sehr ausgedehnte trigonometrische Berechnungen zurückgreifen müssen, die auf alle Fälle zu lang und auch zu wenig interessant für unsere Leser sein würden, so dass wir nicht näher darauf eingehen.

Es wird, wie wir glauben, genügen, das erhaltene Resultat hier mitzutheilen.

Die Berechnungen sind für drei Gattungen von Ankerhemmungen ausgeführt: den englischen Ankergang mit gleich entfernten Hebungen, — denselben Gang mit gleich entfernten Ruhen, — und den Gang mit ebenfalls gleich entfernten Ruhen aber mit vertheilter Hebung, das heisst 4° für die Hebelfläche der Radzähne, 6½° für die des Ankers und 1½° für den Fall. Bei allen diesen Gängen haben wir die ganze Hebung auf 10° und die Ruhe auf 1½° festgesetzt. Ausserdem haben wir den Nutzeffect festgestellt, indem wir dabei die Reibung für vier Positionen des Mittelpunktes des Ankers in Rechnung zogen: die eine, in O' auf der Tangente des äussersten Rad-Umfanges (2. Colonne der nachfolgenden Tabelle); eine zweite, in D auf dem Umfange des Rades selbst (4. Colonne); eine andere zwischen der Richtung O' D (3. Colonne), und endlich eine vierte, ausserhalb der Tangente und in derselben Richtung als die vorhergehende (1. Colonne). Die zweite und dritte Position sind praktisch unmöglich, denn sie gestatten nicht, dass das Rad vor der Ankerwelle vorbeigeht, aber sie bieten in Betreff der Berechnung keine Schwierigkeiten dar. Wir haben die Stellungen ein wenig excentrisch nehmen müssen, um die Unterschiede hinreichend schätzen zu können und sie gestatten ferner auch die Resultate der Mittelstellung leichter zu erlangen.

Es ist selbstverständlich, dass jedesmal, wenn wir die Stellung des Ankermittelpunktes verändert haben, auch die Dimensionen und Formen der Paletten berichtigt werden mussten, um immer dieselbe Hebung zu erhalten.

(Fortsetzung folgt.)