

Zur Reibungsfrage.

In Nr. 24 des vorigen Jahrganges brachten wir aus dem vor kurzer Zeit erschienenen grösseren Werke von Professor E. Gelcich: „Die Uhrmacherkunst“ das Kapitel über die Reibung. Aus diesem Artikel geht deutlich hervor, dass die Forschungen über die Gesetze der Reibung keineswegs abgeschlossen sind, und eine kürzlich in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure (35. Band) erschienene Abhandlung von Professor F. Reuleaux bestätigt dies in vollem Maasse. Die erwähnte Abhandlung von Professor Reuleaux betrifft das Thema: **Neue Betrachtungen und Versuche über Zapfenreibung**; im nachfolgenden ist die Einleitung dieser Schrift wiedergegeben, welche allgemeines Interesse beansprucht. Der Verfasser beginnt:

„Es liegt nicht in meiner Absicht, hier durch völlig neue Theorien, wie in der letzteren Zeit mehrfach versucht worden ist, bestehende wissenschaftliche Anschauungen zu bekämpfen; vielmehr handelt es sich einestheils um Anschauungen, die in Deutschland schon längere Zeit von Theoretikern gepflegt werden, anderentheils darum, dass die praktischen Erfahrungen die ältere Reibungstheorie als unhaltbar erwiesen haben. Demnach scheint es nothwendig, in weiteren technischen Kreisen die Praktiker mit den Theorien, die gleichsam der Praxis nachkommen, vertraut zu machen. In Deutschland hat diese Entwicklung der Zapfenreibungslehre schon längere Zeit stattgefunden; hier sollen noch einige erweiternde Beiträge dazu geliefert werden.

Dem gegenüber ist es höchst auffallend, dass in Frankreich, wo die Reibungstheorien sozusagen geschaffen worden sind, man noch mit wenig Ausnahmen den alten Standpunkt von Coulomb und Morin festhält.

Diesem Standpunkt zufolge wäre die gleitende Reibung

1. dem Druck proportional,
2. unabhängig von der Gleitschnelle,
3. unabhängig von der Ausdehnung der Berührungsflächen,

während es den späteren bis neuesten Versucher nach heissen muss:

1. **nicht** dem Druck proportional,
2. **abhängig** von der Gleitschnelle,
3. **abhängig** vom Flächendruck.

Es mag manchem etwas unwillkommen sein, dass man die Morin'schen sogen. Reibungs-Gesetze, die wie eine bequeme Jacke sassen, aufgeben soll, um sie gegen weit umständlichere Anschauungen einzutauschen. Aber es geht doch nicht anders gegenüber dem Ernst unserer technischen Aufgaben, z. B. der des Zugwiderstandes auf der Eisenbahn, des Lagerstoffverbrauches, der Bremswirkung u. s. w.; die Abweichungen sind zu bedeutend.

So z. B. beträgt der sogen. Reibungskoeffizient für ein gegebenes gut geöltes Flächenpaar, für Schmiedeisen auf Schmiedeisen nicht unveränderlich 0,14 (wie Morin angiebt), sondern 0,14 bis 0,40, wenn der Druck bis auf das 15fache des Morin'schen Versuchswerthes gesteigert wird. Aber dieses 15fache ist gerade ein in der Praxis sehr häufig vorkommender Werth. Die Drucksteigerung auf das 15fache hätte nach Morin den Reibungsbetrag verfünfzehnfachen sollen, steigert ihn aber in Wahrheit auf das nahe 43fache.

Ferner haben die 1879er Versuche von Douglas-Galton, jetzigem Vorsitz der „Institution of Civil Engineers“, ergeben, dass bei einer Steigerung der Gleitschnelle aufs 13fache (der Fahrchnelle des Zuges von 2 m auf 26 m sekundlich) der Reibungskoeffizient von 0,330 allmählich auf 0,074, also den $4\frac{1}{2}$ ten Theil sinkt. Derselbe Untersucher hat obendrein noch einen sehr starken Einfluss der Versuchsdauer auf die Grösse der Reibung beobachtet, der an Bremsen ermittelt wurde und für solche ja ungemein wichtig ist. Darnach fiel die Reibung oder wiederum der Reibungskoeffizient von Anfangs 0,18

nach 5"	10"	15"	20"
auf 1,15	0,13	0,12	0,10

Solche Unterschiede darf man doch nicht vernachlässigen. Es geht also nicht mehr mit der Morin'schen Theorie, oder, um es etwas tröstlicher zu fassen: es geht in jedem Anwendungs-

gebiete mit dieser Theorie nur innerhalb gewisser Grenzen. — Diese Grenzen, zu deren Innehaltung man gedrängt ist, wenn man den sehr verwickelten Formeln, welche allgemeine Geltung haben möchten, ausweichen will, sind eigentlich recht eng und verlangen für das begrenzte Gebiet jedesmal Grundversuche. —

Prof. Reuleaux geht nach dieser Einleitung näher auf die Theorie der Zapfenreibung ein, unter stetiger Bezugnahme auf die Praxis, doch können wir dem hochgeschätzten Verfasser an dieser Stelle nicht folgen, weil seine Beispiele nur das Gebiet des grossen Maschinenwesens berühren und deshalb für die Zwecke der Uhrmacherei nicht direkt verwertbar sind.

Ueber die elektrische Kraftübertragung von Lauffen am Neckar bei Heilbronn.

In Nachfolgendem erhalten unsere Leser eine kurze Darstellung der epochemachenden Kraftübertragung, welche von Lauffen am Neckar nach dem Ausstellungsgebäude der elektrotechnischen Ausstellung zu Frankfurt a. M. geführt worden ist. Ein Problem, welches von vielen Gelehrten und sogar Fachleuten noch bis in die letzte Stunde als unausführbar bezeichnet wurde, ist glänzend gelöst und verspricht der Elektrizität die grossartigste Verbreitung auf dem Erdenrund.

Es handelte sich darum, eine Wasserkraft von 300 Pferdekraften (einen Theil des Wasserfalles bei Lauffen) in elektrische Energie umzusetzen und letztere weit entfernt, 175 km, im Frankfurter Ausstellungsgebäude zu verwenden. Es kam ferner darauf an, möglichst dünne Leitungen anzuwenden; das hatte zur Folge, dass die Ströme, welche durch die Leitungen geführt werden, sehr hoch gespannt sein müssen. Obgleich hierdurch die längs der Bahn sich hinziehende Luftleitung, etwa wie die Schienengeleise beim Nahen der Züge, gefahrbringend wird, sind Unfälle in den Kräftezeugungs- und Aufnahmestationen, auf die die Thätigkeit des Personals sich allein beschränkt, wegen der dort herrschenden geringen Spannung fast ausgeschlossen, und auch die Leitungen sind mit vortrefflichen Einrichtungen versehen, die eine momentane Unterbrechung des Stromes sichern.

Die Einrichtung ist in kurzem folgende: Eine Turbine in Lauffen treibt eine Dynamomaschine, die grosse Mengen elektrischen Stromes von niederer Spannung erzeugt. Dieser wird in Strom-Umwandlern (Transformatoren), die sich in verschlossenen Räumen befinden oder gegen Berührung geschützt sind, auf die hohe Spannung gebracht. Aus den Transformatoren gelangt der hoch gespannte Strom in drei für das Drehstrom-System erforderliche Kupferleitungen von der Stärke gewöhnlicher Telegraphendrähte, welche ihn seiner Verwendungsstelle Frankfurt zustellen oder zuführen. Als Stützen dienen 3000 Telegraphenstangen, welche besonders konstruirte, zum Theil sehr grosse Porzellan-Isolatoren tragen. Da diese ohne weiteres die hohe Spannung, namentlich bei feuchter Witterung, nicht genügend isoliren, so sind im Innern der Isolatoren Oelrinnen angebracht. Das in diesen Rinnen befindliche Oel erschwert dem Strom, der unter Umständen auf der äusseren Oberfläche der Isolatoren sich verbreitet, den Uebergang zu den Eisenstützen und Holzstangen, die mit der Erde in Berührung stehen.

Das Gewicht der drei, zusammen 530 km langen Kupferdrähte, beträgt nicht weniger als 60000 kg. Ein Kilo Kupferdraht kostet etwa 2 Mk. Die Fortleitung der in Lauffen vorhandenen Energie in Spannungen, wie sie gewöhnliche elektrische Lichtleitungen führen (etwa 100 Volt), würde mehr als das 300fache an Kupfergewicht und Stäben von mehr als 1 qcm Durchmesser erfordern; man ersieht schon hieraus, wie wichtig die Durchführung dieses Versuches ist.

Durch die Leitungen gelangte der Strom nach dem Ausstellungsgebäude und wurde dort, da er in der hohen Spannung nicht Verwendung finden darf, in entsprechenden Transformatoren wieder auf eine geringe Spannung zurückgeführt. Der erhaltene Strom wird verwendet, theils um viele hunderte von Glühlampen, theils um eine Centrifugalpumpe in Thätigkeit zu setzen, deren Wassermengen von mindestens 10 m hohen Felsen kaskadenartig

(Fortsetzung in der 1. Beilage.)

➡ Hierzu 4 Beilagen.