Produkten ist besonders die sogenannte Reiseuhr zu erwähnen, welche in eleganten Gehäusen mit allerhand Verzierungen in ansehnlicher Menge und zu guten Preisen, nicht nur nach der Schweiz, sondern auch nach Grossbritannien, Amerika etc. verkauft wird. Es müsste dies ein vortrefflicher Artikel für die Schwarzwälder-Fabrikation sein, die im Verein mit dem vorgeschrittenen Kunstgewerbe in Baden, Württemberg, Bayern und Preussen Vortreffliches leisten könnte. Geschmack und Eleganz der Gehäuse, welche in Paris in sehr reichen und mannigfachen Formen hergestellt werden, und gute, sauber vollendete Werke sind indess unerlässliche Bedingungen, ohne deren Erfüllung Erfolg unmöglich ist.

Im Anschluss an die Statistik der Uhrenindustrie ist von Interesse, dass im Jahre 1889 nicht weniger als 2502619 Stück goldene und silberne Uhren von den eidgenössischen Büreaus kontrollirt worden sind. Das schweizerische wie auch das deutsche Gesetz über die Kontrolle der Edelmetalle hat sich nach allgemeiner Ansicht der Betheiligten als sehr erfolgreich bewiesen, indem es die unlautere Konkurrenz erschwert, wenn nicht unmöglich macht und die Käufer vor Benachtheiligung schützt.

Eine alte Streitfrage über den Grahamgang.

Mitgetheilt von **L. Strasser.**

(Fortsetzung und Schluss.)

Bei der Entwickelung der Hauptformel des vorigen Abschnittes ist nur die Wirkung des Antriebes auf der Mitte der Hebefläche ermittelt worden. Um jedoch die Frage bezüglich der vollkommensten Uebertragung der Kraft erschöpfend zu lösen, müsste die durch die Reibung während der ganzen Bewegung des Ankers auf der Hebefläche und dem sogenannten Ruhebogen verbrauchte mechanische Arbeit berücksichtigt und hieraus derjenige Werth von u ermittelt werden, bei welchem der geringste Verlust an mechanischer Arbeit stattfindet. Ich habe auch diese Entwickelung durchgeführt und gefunden, dass dann der Werth u, je nach der Anordnung der Hemmung, zwischen 36^0 und 40^0 schwankt, wenn der Ruhewinkel möglichst klein, nicht über $^1/_2{}^0$, gewählt wird, wie es in der Praxis auch stets der Fall ist. Der Werth von u stimmt also mit dem früher ermittelten nahezu überein, weshalb ich mit der Darstellung der etwas umständlichen mathematischen Entwickelung dem Leser nicht beschwerlich fallen will.

Wie lässt sich nun die gewonnene Kenntniss praktisch verwerthen? Würde es sich zum Beispiel empfehlen, für eine Sekundenpendeluhr, die zur genauen Zeitmessung dient, einen Anker zu wählen, durch welchen die Kraft am vollkommensten übertragen wird?

Wenn man die Zweckmässigkeit der Anordnung einer Hemmung nur vom Standpunkt der vollkommensten Uebertragung der Kraft beurtheilen wollte, wie vielfach geschieht, so müsste man die vorstehende Frage unbedingt bejahend beantworten. Bei Pendeluhren für genaue Zeitmessung machen sich jedoch andere Gesichtspunkte geltend. Um dies zu beurtheilen, stellen wir uns zwei Pendeluhrwerke vor, wovon das eine einen über $11^1/_2$, das andere einen über $6^1/_2$ Zähne greifenden Anker hat, die aber im übrigen einander vollständig gleich sind. Wenn nun die Anker 1^0 Hebung haben, so würde das Werk, dessen Anker über $11^1/_2$ Zähne greift, ein wesentlich geringeres Betriebsgewicht nothwendig haben, als das andere, und zwar würden sich die zur Unterhaltung des Ganges nothwendigen Gewichte wie 2 : 3 verhalten.

Nehmen wir nun des bequemeren Vergleiches wegen an, die Kraft am Umfange des Gangrades für den über $11^1/_2$ Zähne greifenden Anker sei 1,0 g, für den anderen Anker 1,5 g. Durch eine Veränderung des Oeles finde nun eine Kraftverminderung statt, die für beide Uhren am Umfange des Gangrades 0,1 g betrüge. Die Kraftschwankung würde dann im ersten Fall $^1/_{10}$, im anderen Fall aber nur $^1/_{15}$ betragen. Dasselbe wäre für den Reibungswiderstand auf den Ruhebogen der Fall, wobei jedoch auch noch zu beachten ist, dass der über $11^1/_2$ Zähne greifende Anker nahezu $2^1/_5$ mal so lange Arme hat, als der andere, infolgedessen auch der Einfluss ein so viel mal grösserer ist.

Dieser Vergleich zeigt deutlich, dass der Gang der Uhr mit dem über $11^1/_2$ Zähne greifenden Anker in bedeutend höherem Maasse von einer Veränderung der Kraft beeinflusst wird, als der Gang der anderen Uhr, deren Anker über $6^1/_2$ Zähne greift. Wir sehen zugleich auch, dass bei Pendeluhren für genaue Zeitmessung ein Anker zu wählen ist, der möglichst unempfindlich gegen die Schwankungen der Kraft sich verhält, also einen Anker, der über möglichst wenig Zähne greift. Wenn nun ein Anker nur 1^0 Hebung hat, so kann man bei einem Rade mit 30 Zähnen nicht weniger als $6^1/_2$ Zähne wählen, weil sonst die Zapfenluft die genaue Wirkung der Hemmung beeinträchtigen und sich ein grösserer Ruhebogen nothwendig machen würde.

Der berühmte Uhrmacher Kessels in Altona war meines Wissens der Erste, welcher Anker über $6^1/_2$ Zähne anwandte, und er verdankt wohl dieser Anordnung, in Verbindung mit der vorzüglichen Ausführung, die er seinen Uhren angedeihen liess, seine grossen Erfolge. Es ist nun interessant zu wissen, auf welchem Wege Kessels zu dieser Anordnung des Grahamganges gekommen ist. Er beobachtete die Zeitdauer der Schwingungen eines freien Pendels und verglich diese mit der Zeitdauer der Schwingungen desselben Pendels, nachdem es mit dem Uhrwerk verbunden war. Diese Versuche wiederholte Kessels mit verschiedenen Ankern. Hierbei ergab sich nun für langarmige Anker eine wesentliche Differenz zwischen den Schwingungen des freien und des mit dem Werke verbundenen Pendels, und zwar zeigte sich eine Verspätung der Schwingungszeit des mit dem Werke verbundenen Pendels. Je kürzer nun Kessels die Ankerarme machte, desto geringer wurde die Differenz, bis endlich bei einem über $6^1/_2$ Zähne greifenden Anker keine wesentliche Differenz mehr zu bemerken war. Es zeigte sich in diesem Falle sogar eine Neigung zum Vorgehen, nachdem das Pendel mit dem Werk verbunden war.

Kessels begnügte sich damit, auf Grund dieser Versuche die günstigsten Verhältnisse für den Grahamgang gefunden zu haben, während Andere aus diesen Versuchen weitergehende Schlüsse zogen. Man nahm an, dass die Verhältnisse dieses Ankers so gewählt seien, dass die Beschleunigung, welche das Pendel durch den Antrieb erhält, durch die Verzögerung, welche es durch den Ruhewiderstand erfährt, ausgeglichen würde, dass also diesem Anker isochronische Eigenschaften innewohnen.

Diese Erklärung hat etwas sehr Bestechendes und ich gestehe, dass auch ich längere Zeit derselben Ansicht war. Nachdem ich jedoch gegen Schlüsse, die aus praktischen Versuchen, ohne eigentliche wissenschaftliche Grundlage, gezogen waren, etwas misstrauisch geworden war, habe ich auch die Kessels'schen Versuche einer mathematischen Behandlung unterzogen, deren Ergebnisse ich in Kürze mittheilen will.

Es handelt sich zunächst darum, den Einfluss zu untersuchen, den der Reibungswiderstand auf den Ruhebogen und der Antrieb auf die Zeitdauer der Pendelschwingungen ausüben. Zerlegen wir zu diesem Zwecke die Pendelbewegung in eine aufsteigende Schwingung, wenn sich das Pendel von der senkrechten Lage entfernt und in eine herabsteigende Schwingung, wenn sich dasselbe der senkrechten Lage nähert. Bei der aufsteigenden Schwingung wird nun die Zeitdauer der Schwingung durch den Reibungswiderstand auf der Ruhe verkürzt; dagegen die Zeitdauer der herabsteigenden Schwingung verlängert. Da nun das Rad während der herabsteigenden Schwingung längere Zeit auf Ruhe liegt, als bei der aufsteigenden, wie sich aus dem Spiel des Ganges ohne Weiteres ergiebt, so ist der letztere Einfluss überwiegend und das Pendel wird durch den Widerstand der Reibung während der Ruhe eine Verspätung seiner Schwingungszeit erfahren. Durch die Wirkung des Antriebes wird dagegen die Zeitdauer der aufsteigenden Schwingung verlängert, die der herabsteigenden Schwingung verkürzt. Nun findet aber bei der aufsteigenden Schwingung die Hauptwirkung des Antriebes statt; denn wenn beispielsweise der Anker 1^0 Hebung, $^1/_2{}^0$ Ruhe, also $1^1/_2{}^0$ Gesammtbewegung hat, so kommt auf die $^3/_4{}^0$ betragende herabsteigende Schwingung $^1/_2{}^0$ Ruhe und nur $^1/_4{}^0$ Hebung, dagegen auf die aufsteigende Schwingung $^3/_4{}^0$ Hebung. Der An-