

in sonst ganz gleicher Ausführung wie die drei eben besprochenen einzeigerigen Subskriptionsuhren. Das Zifferblatt wiegt 17 g in Gold und ist bezeichnet: Breguet et fils. Das Werk ist in Abb. 5 dargestellt. Man sieht auf der Werkplatte die Angabe: Breguet, Nr. 1443. Auch die ganze Anordnung der Räder, das Federhausrad in der Mitte, die elastische Feder für das Lager des oberen Zylinderzapfens und die Kompensation am Räder sind ersichtlich und entsprechen der Erfindung des Seniors Abraham Louis Breguet. Die Spiralfeder ist flach.

7. Mittelgroße goldene Herren-Repetieruhr, Goldblatt, Repetition der Stunden und Viertel durch Eindrücken eines am Gehäuseende angebrachten Stiftes. Die Schläge

erfolgen durch einen einzigen Hammer, welcher die Stunden durch einfache Schläge, die Viertel durch Doppelschläge angibt. Der Hammer fällt nicht auf eine tongebende Feder oder auf eine Glocke, sondern auf ein Metallklößchen. Die Uhr hat Steinzylinder, goldene Unruh und Steinlager für die Zapfen aller Räder des Gehwerkes mit Ausnahme des Federhausrades. Das Blatt ist bezeichnet: Breguet et fils. Der Gehäusedeckel trägt die Nummer 1466, und der goldene Staubdeckel ist bezeichnet: Breguet, Nr. 1466. Angeblich wurde diese Uhr von Breguet an einen Prinzen für 2000 Fr. verkauft. (I/290)

(Fortsetzung folgt)

## Was der Uhrmacher von der Elektrizität wissen sollte

(16. Fortsetzung)

Wie wir gesehen haben, verleiht die Selbstinduktion der Leitung dem elektrischen Strom eine gewisse Trägheit, so daß er sich jetzt nur ungern eine Änderung seiner Stärke gefallen läßt, genau wie es bei einem Eisenbahnzuge energischen Zupackens der Maschine oder Bremse bedarf, wenn die Fahrgeschwindigkeit geändert werden soll. Die Erinnerung hieran wird es uns leicht ermöglichen, für die Selbstinduktion einen passenden Maßstab zu finden. Z. B. möge durch eine eisenerfüllte Spule ein Strom von 10 Ampere fließen, der im Verlaufe einer Sekunde auf 4 Ampere erniedrigt werden soll; um diese Änderung zu erzwingen, ist eine Gegenspannung als „Bremse“ erforderlich, die auf irgendeine passende Weise gemessen sein möge. Nehmen wir an, es hätten sich dabei 3 Volt ergeben. Dann gilt das hier nicht weiter zu behandelnde

Gesetz:  $3 = L \cdot \frac{10-4}{1}$ . Links stehen die erforderlich gewesenen Volt, rechts über dem Bruchstrich die Stromänderung und unter ihm die Zeit in Sekunden, in der sie

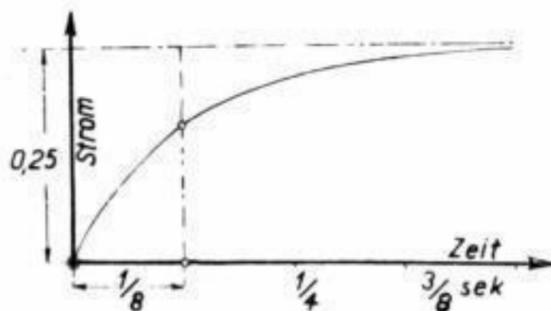


Abb. 62

durch die Spannung erzwungen wurde. Die Zahl L aber heißt die Selbstinduktion oder Induktivität der Spule, die also in unserem Falle  $\frac{3}{6}$  oder  $\frac{1}{2}$  H („Henri“) beträgt. In diesem Maße nämlich mißt man die Selbstinduktion. Allgemein ist also:

Selbstinduzierte Spannung = Induktivität  $\cdot$   $\frac{\text{Stromänderung}}{\text{Zeit}}$

Diese einfache Gleichung gestattet uns sofort, den Grund zu begreifen, der das berüchtigte Öffnungsfeuer an den Kontakten und andere auffallende Erscheinungen zustande bringt.

Enthält beispielsweise eine Anlage 30 hintereinander geschaltete Nebenuhren, deren jede  $\frac{1}{5}$  H Selbstinduktion besitzt, so sind das zusammen  $30 \cdot \frac{1}{5} = 6$  H. Außerdem mögen die Uhrenspulen zusammen samt der Leitung einen Widerstand von 48  $\Omega$  (Ohm) haben. (Die Zahlenwerte sind beliebig gewählt.) Wird nun dieser Stromkreis plötzlich an eine Spannung von 12 Volt gelegt, so müßte

man erwarten, daß sich dem Ohmschen Gesetz entsprechend sofort ein Strom von der Stärke  $\frac{12}{48} = 0,25$  Ampere einstellte. So wäre es auch in der Tat, wenn keine Selbstinduktion, keine Stromträgheit vorhanden wäre; aber ebensowenig, wie man von einer Lokomotive verlangen kann, daß sie den Zug mit einem Ruck auf die Höchstgeschwindigkeit von 90 km je Stunde bringt, ebensowenig darf man der Batterie eine solche Leistung zumuten; vielmehr wird sich der von ihr in die Leitung gedrückte Strom erst allmählich seinem 0,25 Ampere betragenden Sollwert nähern. Abbildung 62 zeigt den Verlauf, den der Strom bei der „Anfahrt“ nimmt. Die Skizze ist maßstäblich gezeichnet, so daß man die Werte direkt ablesen kann. Wie man sieht, hat der Strom nach  $\frac{1}{8}$  Sekunde erst die Größe von 0,157 Ampere erreicht, d. h. 63 % von seinem Sollwert. Man beachte, daß  $\frac{1}{8}$  gleich dem Verhältnis  $\frac{\text{Induktivität}}{\text{Widerstand}}$  ist; in dieser Zeit erreicht der Strom

jedesmal 63 % seines Ohmschen Wertes. Wenn nun von der Praxis verlangt wird, daß die Uhr ansprechen soll, wenn der Strom auf die Hälfte seines Sollwertes angestiegen ist, so vergehen nach dem Stromschluß in unserem Falle immerhin 0,09 Sekunden, bis die Nebenuhren in Tätigkeit treten; das läßt sich an der Kurve abmessen. Die mechanische Trägheit der Nebenuhrteile tut ein übriges, um die Sache zu verzögern. Hier liegt also eine Erscheinung vor, die der Beachtung wert ist. Natürlich liegen die Verhältnisse in Wirklichkeit meist nicht so ungünstig, wie in unserem Beispiel; vor allem sind die Nebenuhren meistens nicht hintereinander, sondern parallel geschaltet. Ehe wir aber auf die hierdurch entstehenden Änderungen eingehen, wollen wir den Fall in Auge fassen, der bei unserer Anordnung eintreten würde, wenn man den Stromkreis statt durch den Mechanismus der Abbildung 61 der vorigen Fortsetzung durch einen einfachen Schalter öffnen wollte. Gesetzt den Fall, dieser Schalter wäre so eingerichtet, daß die Stromunterbrechung  $\frac{1}{100}$  Sekunde dauerte, so betrüge die dabei entstehende selbstinduzierte Spannung nach der oben angegebenen

Gleichung  $6 \cdot \frac{0,25-0}{0,01} = 150$  Volt, weil die Stromabnahme von 0,25 auf 0 Ampere 0,01 Sekunden dauern soll und die Induktivität der angeschlossenen Uhren laut Annahme 6 H beträgt. Mit dieser Spannung von 150 Volt widersetzen sich also die Nebenuhrspulen der Unterbrechung des Stromes trotz seiner Kleinheit. Bei stärkerem Strom wäre die Sache natürlich noch weit schlimmer. Es leuchtet ein, daß das nicht ohne Funkenbildung am Schalter abgeht, denn die Luft wird von dem nachdrängenden Strom