

auf diese Weise nicht plötzlich geschehen würde, so müsste man am besten hierfür eine Zeit wählen, wo keine Kontrolle aufgezeichnet zu werden braucht, also zu einer Stunde, wenn der Wächter nicht seine Runde geht.

Hat jedoch ein Beamter sich jeden Morgen zu überzeugen, ob der Wächter seine Schuldigkeit getan hat, so ist es für ihn ein leichtes, das Fortschieben der Scheibe *B* von Hand zu besorgen, wodurch die Konstruktion so einfach bleibt, wie in der Zeichnung dargestellt worden ist.

## Die Resonanz und ihre Wirkungen.

Arthur Boeddecker, Ingenieur, Köln-Ehrenfeld.

[Nachdruck verboten.]

Vor einigen Tagen fiel mir ein Exemplar des „Allgemeinen Journals der Uhrmacherkunst“, und zwar Nr. 16 vom 15. August 1907, in die Hände, und ich fand dort auf Seite 255 eine Notiz, die mein Interesse erweckte. Es handelte sich darum, dass eine 600 Jahre alte Glocke durch drei Salven eines Marinepelotons von 24 Mann, das diese am Grabe eines Seemanns abfeuerte, zersprang. Die Entfernung zwischen Grab und Glockenturm betrug 10 m. In der Notiz beruft man sich darauf, dass Fensterscheiben ja schon oft durch Explosionen eingedrückt wurden, und es wird sodann die Frage aufgeworfen, ob bereits Fälle bekannt seien, wo Glocken durch gleiche Ursachen schon gesprungen wären. Im folgenden will ich zu erklären versuchen und dies an Hand von Beispielen auch beweisen, auf welche Ursachen diese Erschütterungen, die, wie im vorliegenden Falle, schliesslich zum Bruch massiver, homogener Körper führen können, beruhen.

Vorausschicken möchte ich noch folgendes: Der erste Grundsatz der Physik heisst: „Jeder Körper hat das Bestreben, in seinem Zustand zu beharren.“ Ist ein Körper in Ruhe, so hat er das Bestreben, in seiner Ruhe zu beharren, und es gehört eine gewisse Kraft dazu, ihn diesem Zustande zu entreissen, ihn in Bewegung zu setzen. Ist der Körper in Bewegung, so hat er wiederum das Bestreben, in diesem Zustande zu beharren. Ein Pendel würde z. B. unendlich lange in Bewegung bleiben, wenn es in seiner Bewegung nicht Arbeit verrichten müsste, die diese Bewegung allmählich aufzehrt; es hat sowohl den Luftwiderstand, als auch die Reibung in den Lagern zu überwinden, wenn diese auch noch so minimal ist. Diese Arbeitsabgabe vernichtet schliesslich die Bewegung, zehrt sie auf, das Pendel tritt in Ruhe.

Die heutige Physik sieht die Körper nicht als ganze, kompakte Masse an, wie sie unser Auge erblickt, sondern jeder Körper besteht, physikalisch betrachtet, aus einer Unzahl von kleinen Körperteilchen, den Atomen, und diese wiederum setzen sich zusammen aus noch kleineren Partikelchen, den Molekülen. Nach den Anschauungen der modernen Physik befinden sich diese Moleküle in ständiger Bewegung, und nennt man dieselbe die Molekularbewegung; jedoch haben die Moleküle verschiedener Körper auch verschiedene Molekularbewegung, eine langsame oder schnellere, höhere Eigenbewegung. Die Höhe dieser Molekularbewegungen eines Körpers nennt man seine Schwingungszahl oder Resonanz. Die Resonanz beruht also auf der Eigenschaft der Körper, in mehr oder weniger lebhaftes Schwingungen zu geraten, und zwar nur dann, wenn sie von aussen Anstösse erhalten, deren Zahl in einer gewissen Zeiteinheit, in einer Periode, mit der dem erregten Körper eigenen Schwingungszahl, bzw. der Schwingungszahl seiner Moleküle, zusammenfällt. Die äusseren Anstösse, die die Körper erhalten, um darauf reagieren zu können, treten immer in Form von Wellenbewegungen an diese heran, und zwar als optische, akustische, elektrische und mechanische Wellen. Diese Wellen als Gesamtbegriff nennt man Rhythmus, während man die Anzahl der Schwingungen bzw. Wellen in der Zeiteinheit, wie bereits oben erwähnt, mit Resonanz bezeichnet. Erst durch die Resonanz nehmen wir mittels unserer Sinne die Wellen wahr. Zur Beweisführung, und um sich von der Tatsache dieser Resonanzbewegung zu überzeugen, befestige man zwei Stimmgabeln von gleicher Tonhöhe auf je einem leeren Zigarrenkästchen, stelle letztere in einiger Entfernung voneinander auf und schlage

die eine der Gabeln kräftig an. Die Tonwellen derselben, der Rhythmus, verbreiten sich konzentrisch im Zimmer, treffen auf die zweite Stimmgabel und bringen auch diese zum Tönen. Ist diese zweite Stimmgabel jedoch auf einen anderen Ton gestimmt, so kann man die erste noch so kräftig anschlagen, man wird vergebens auf einen Ton der zweiten lauschen. Ein anderer Beweis ist der: Streicht man auf einer Geige in der Nähe eines anderen Musikinstruments, z. B. eines Klaviers oder einer Zither, die Tonleiter an, so tönen die gleichgestimmten Saiten des betreffenden Instrumentes mit; ferner, bringt man eine Glocke oder ein Glas in die Nähe der Geige, so kann man mit Hilfe der Tonleiter leicht feststellen, auf welchen Ton die Glocke bzw. das Glas abgestimmt ist. In ganz ähnlicher Weise vermittelt uns unser Ohr jeden Laut. Im Gehörgang des Ohres befinden sich viele Tausend abgestimmter Nervenfäden, die sog. Cortischen Fasern. Diese werden von den auftretenden Schallwellen erregt, und zwar reagieren nur die Fasern, die auf den gleichen Ton gestimmt sind bzw. die gleiche Schwingungszahl besitzen, wie die auftreffenden Wellen, und nur diese Fasern übermitteln den Ton unserem Gehirn, und dieses kommt uns erst dadurch zum Bewusstsein. Auf diese Weise vermögen wir die einzelnen Töne zu unterscheiden.

Bei einiger Aufmerksamkeit wird man die Beobachtung machen, dass beim Klavier- oder Geigespielen Fensterscheiben und Nippsachen leise erklingen, ja, es ist schon vorgekommen, dass bei einem heftig angeschlagenen Ton ein Glas im verschlossenen Schrank infolge der Erregung durch eine mit seiner eigenen Schwingungszahl übereinstimmenden Tonwelle zersprang. Nun ist es uns wohl leicht erklärlich, weshalb auch die Glocke, wie eingangs erwähnt, zersprang. Eine von den drei abgegebenen Salven hatte eben die gleiche Schwingungszahl, wie die Glocke, und infolge der Erregung durch diese Tonwellen gerieten die Moleküle der Glocke derart in Schwingungen, dass ihr Zusammenhalt sich löste, die Glocke erhielt einen Sprung.

Der Verfasser der Notiz in Nr. 16, Jahrg. 1907, hat also ganz recht, wenn er sagt, dass die Glocke unmöglich durch den Luftdruck der abgegebenen Salven gesprungen sei; denn die durch solche Detonation in Bewegung gesetzten Luftmassen können wohl Scheiben eindrücken, aber um Körper aus so festem Stoffe wie eine Kirchenglocke zum Bersten zu bringen, dazu reicht ihre Kraft doch längst nicht aus. Diese akustischen Schwingungen sind sogar imstande, dynamische Kräfte auszulösen. So wurde beobachtet, dass eine Normalsekundenuhr eine gleiche, aber in einem ganz anderen Raume befindliche stillstehende Uhr durch den Rhythmus ihrer Pendelschläge in Gang setzte (nach Professor Quincke). Ebenso wie diese bisher erwähnten akustischen Resonanzerscheinungen gibt es auch deren auf optischem Gebiete, dieses sind die Fraunhoferschen Linien. Die Lichtwellen, die von einem hellglühenden Körper ausgehen, erregen die Teilchen des gleichen, aber in Dampfform vorhandenen Körpers derart, dass diese nunmehr eine neue Lichtquelle bzw. einen neuen Ausgangspunkt einer nach allen Richtungen hin erfolgenden Strahlung bilden.

Die Entdeckung der elektrischen Wellen fand erst in den letzten 20 Jahren statt. Dieselben bilden eine besonders günstige Grundlage für Resonanzerscheinungen, und ist die Forschung auf diesem Gebiete noch lange nicht abgeschlossen. Die elektrischen Resonanzerscheinungen bilden die Grundlage unserer heutigen Funkentelegraphie, denn durch diese elektrischen Wellen wird im Wechselstromnetze die Stromspannung, das ist die Voltzahl, ganz erheblich gesteigert, und erst durch diese Erscheinung wird der praktische Erfolg der Funkentelegraphie bedingt. Je grösser diese elektrischen Resonanzerscheinungen sind, desto höher wird auch die Voltzahl, desto weiter werden auch die elektrischen Wellen entsendet und desto grösser ist also auch der Aktionsradius der elektrischen Stationen und Apparate. Voraussetzung ist natürlich, ebenso wie bei den akustischen Resonanzerscheinungen, dass Sender und Empfänger (Kohärer) in der Sende- bzw. Empfangsstation genau aufeinander abgestimmt sind.

Unser grösstes Interesse nehmen jedoch die Wirkungen der dynamischen und mechanischen Wellen in Anspruch, und sind diese imstande, ganz gewaltige Leistungen zu vollbringen.