

Sound & Science: Digital Histories

Koenig, Rudolph. "Apparat zur Messung der Geschwindigkeit des Schalls."
Annalen der Physik und Chemie 28, (1863): 610-614.

<https://acoustics.mpiwg-berlin.mpg.de/text/1419>



Scan licensed under: [CC BY-SA 3.0 DE](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/de/) | Max Planck Institute for the History of Science

ANNALEN
DER
P H Y S I K
UND
C H E M I E.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

HUNDERT UND ACHTZEHNTER BAND.
DER GANZEN FOLGE HUNDERT UND VIER UND NEUNZIGSTER.

NEBST ACHT FIGURENTAFELN.

LEIPZIG, 1863.
VERLAG VON JOHANN AMBROSIOUS BARTH.

Bei demselben Versuch blieben 1,6 Proc. Cellulose übrig, so daß der Trockengehalt, wenn man die in der verdünnten Säure gelösten nicht ermittelten anorganischen und organischen Stoffe = 0 setzt, mindestens 27 Proc. betragen müß. Der directe Versuch bei No. III ergab aber nur 25 Proc. Es scheint also, daß 2 Proc. der Kartoffel oder 7,4 Proc. der Trockensubstanz beim Trocknen verloren gegangen sind. An der weiteren Fortführung der Arbeit vorläufig verhindert, übergebe ich hiermit die gewonnenen Resultate der Oeffentlichkeit, um dadurch vielleicht Anlaß zu weiteren Versuchen zu geben, indem ich darauf hinweise, daß dieselbe nicht nur für die Pflanzenphysiologie, sondern auch in practischer Beziehung für den Heubereitungsprozeß einige Bedeutung erlangen können.

Berlin im März 1863.

IX. *Apparat zur Messung der Geschwindigkeit des Schalls; von R. König.*

(*Compt. rend. T. LV, p. 609.*)

Ich habe einen Apparat construirt, mittelst dessen man die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalls in Luft, in Gasen oder Flüssigkeiten messen kann, ohne einer bedeutenden Standlinie zu bedürfen, so daß sich künftig die Versuche in einem Hörsaal, einem Garten usw. anstellen lassen werden.

Das Princip des Apparats beruht auf Anwendung der Methode der Coïncidenzen. Die trocknen Schläge zweier elektrischen Zähler, welche Zehntel-Sekunden angeben, hört man zunächst als einfache Schläge, wenn die beiden Zähler dicht bei einander stehen, dann allemal, wenn einer (*chacun*) der beiden sich von dem Beobachter in einem Abstände befin-

det, welcher ungefähr ein Multiplum von 33 Metern ist, von der Strecke, welche der Schall in einer Zehntel-Sekunde durchläuft. Dagegen vermischen sich die Geräusche und fallen nicht mehr zusammen, wenn die beiden Zähler in intermediären Abständen befindlich sind.

Folgendes sind die Stücke, aus welchen dieser Apparat besteht. Eine Stimmgabel, welche genau 10 doppelte (20 einfache) Schwingungen in der Sekunde macht, ist horizontal auf einem Gestell befestigt, zwischen zwei Elektromagneten, die über und unter den Enden der beiden Schenkel angebracht sind. Der obere Schenkel trägt einen Stahlstift, dessen Spitze bei jeder Schwingung in ein Quecksilberbad taucht. Zehn Mal in der Sekunde stellt der Contact dieser Spitze mit dem Quecksilber einen Strom her, welcher die Stimmgabel und die Drahtrollen durchläuft, und zehn Mal bewirkt die Anziehung dieser Elektromagnete durch Auseinander-Biegung der Schenkel der Stimmgabel eine Unterbrechung des Stromes. In dieselbe Kette schaltet man die beiden Zähler ein, welche dem zufolge gleichzeitig mit den Schwingungen der unterbrechenden Stimmgabel zehn Schläge geben. Jeder dieser Zähler besteht aus einem horizontalen Elektromagnet und einer Resonanz-Büchse, auf welcher eine verticale Springfeder befestigt ist, die eine transversale Lamelle trägt, versehen in der Mitte mit einem Knöpfchen, das im Zustande der Ruhe sich gegen eine in die Wand der Büchse eingelassene Metallplatte stützt. So lange der Strom den Elektromagnet durchläuft, zieht dieser die Lamelle der Feder an, und allemal, wenn der Strom unterbrochen wird, läßt diese Lamelle vom Magnete ab und schlägt gegen die Platte. Auf diese Weise bekommt man eine Reihe trockner Schläge, deren Intensität sich durch die Wahl der Feder und der angewandten Säule leicht verändern läßt. Die unterbrechende Stimmgabel wird regulirt mittelst zweier auf ihren Schenkeln verschiebbaren Laufgewichte, und eines Spiegels, der am oberen Schenkel befestigt ist, unter und gegenüber dem Spiegel einer anderen, 80 einfache Schwingungen machenden Stimm-

gabel, die in ein isolirtes Gestell eingefügt ist. Eine kleine polirte Stahlkugel reflectirt sich anfangs in dem oberen Spiegel, darauf in dem unteren Spiegel, und die untere Stimmgabel befindet sich auf 20 einfache Schwingungen abgestimmt, sobald der reflectirte Strahl beständig die optische Figur der Curve beschreibt, welche nach Hrn. Lissajous dem Verhältniß 4:1 entspricht. Die Stimmgabel von 80 Schwingungen ist ihrerseits vom Scheibler'schen Tonometer abgeleitet.

Die Schenkel der unterbrechenden Stimmgabel müssen nothwendig sehr dünn seyn, und es hält schwer sie streng in Einklang zu bringen; es ist daher besser, einfach den unteren Schenkel zu fixiren. Nichts hindert übrigens statt der Stimmgabel von 10 Doppel-Schwingungen eine andere, noch langsamer schwingende zu nehmen. Der gegenwärtige Apparat ist noch bei weitem nicht vollkommen, aber er vereinigt schon alle wesentliche Elemente in sich.

Hr. Faye macht zu dieser, von ihm der Akademie am 6. Oct. v. J. vorgelegten Beschreibung die Bemerkung, daß die Notiz, welche er in der Sitzung vom 29. Sept. über denselben Gegenstand vorlas¹⁾, das Verdienst und selbst die

1) In dieser Notiz spricht sich Hr. F. über den Gegenstand folgendermaßen aus: »Die Methode der hörbaren Coincidenzen, deren man sich seit langer Zeit in Deutschland und Rußland bedient, um in demselben Saale Pendeluhren und Chronometer zu vergleichen, und welche ich in die Pariser Sternwarte einführte, wo man sich zu demselben Zweck der einfachen *Topps* (*tops*) bediente, ist nicht allein, wie ich d. J. 1854 Hrn. Airy und Hrn. Le Verrier mittheilte, zur elektrischen Bestimmung geographischer Längen anwendbar, sondern kann auch zu anderen interessanten Untersuchungen benützt werden, z. B. zur Messung der Schallgeschwindigkeit. Gesetzt, ein elektrischer oder mechanischer *) Zähler gebe von Sekunde zu Sekunde Sternzeit trockne Schläge an dem einen Ende einer Standlinie, deren Länge der Inten-

*) Bei einem mechanischen Zähler wäre man genöthigt den Chronometer zu transportiren, um ihn direct mit dem Zähler zu vergleichen; während ein elektrischer Apparat seine Schläge abwechselnd an beiden Enden der Standlinie vollziehen könnte und somit gestattete, die nöthigen Vergleiche ohne Transport zu machen.

Prioritätsrechte des Hrn. K. in nichts beeinträchtigen könne. Der Apparat desselben sey schon vor langer Zeit construirt und für die Londoner Ausstellung bestimmt gewesen, ehe er (Hr. Faye) etwas über den Gegenstand veröffentlichte, mit dem er sich i. J. 1854, bei Gelegenheit der telegraphischen Verknüpfung der Sternwarten von Greenwich und Paris blofs speculativ beschäftigte.

Hr. F. will nur auf die Verschiedenheit beider Methoden aufmerksam machen. In der von ihm beschriebenen ist der Unterbrecher ein Sekundenpendel und nicht eine Stimmgabel, die Zehntel-Sekunden schlägt, und die Schall-

sität des Schalles angemessen sey, und an deren anderen Ende man die Coïncidenzen dieser Schläge mit denen eines zuvor mit dem Zähler verglichenen Chronometers mittlerer Zeit beobachte. Leicht wird es seyn nach einigen Minuten, bis auf 0,01 Sekunde zu bestimmen, welche Zeit der Schall zur Durchlaufung dieser Standlinie gebraucht, — ein unvergleichlich bequemes und genaueres Verfahren als dasjenige, welches die Mitglieder der älteren Akademie und später die Mitglieder des Längenbüreaus zu Villejoif anwandten. Man würde solchergestalt die mannigfaltigsten und genauesten Data über den Einfluss der Temperatur, des Drucks, der Feuchtigkeit und Windrichtung mit wenigen Kosten sammeln, die dann von der Analyse weiter benutzt werden könnten. Dagegen wäre es schlecht angethan, die Versuche in dieser Beziehung abzuändern, wenn es sich darum handelte, wie ehemals, eine Batterie von Kanonen mit Artilleristen in Thätigkeit zu setzen. Die zu lange anhaltenden Töne der Explosionen verstatten übrigens keine große Genauigkeit, während die angezeigte Methode sich für alle Combinationen eignet und eine höhere Genauigkeit besitzt, was sie der Anwendung des Vernier-Princips auf die Theilung der Zeitsekunde in eine große Anzahl gleicher Theile*) und der Vollkommenheit, mit welcher das Ohr die Coïncidenzen rhythmischer Töne auffasst, verdankt. So schmeichelte ich mir im J. 1854 vor Hrn. Airy die vier Meter, welche die Sternuhr (zu Greenwich) von dem am Meridiankreis stehenden Beobachter trennen, merklich zu machen, und ich glaube, es würde gelungen seyn, obwohl es sich hier nur um $\frac{1}{360}$ einer Sekunde handelte, wenn die Schläge der Pendeluhr kürzer gewesen wären. (*Compt. rend. LV, p. 521.*)

*) Wenn die Coïncidenzen von 6 zu 6 Minuten erfolgen, wird die Sekunde in 360 gleiche Theile getheilt. Man muß Anfang, Mitte und Ende der Coïncidenzen aufzeichnen, ganz wie bei Beobachtung der Pendeluhr, nicht mehr mit Ohr, sondern mit Auge.

geschwindigkeit wird gemessen mittelst einer Basis von gegebener Länge und mit Hülfe von Coïncidenzen, die periodisch in Momenten erfolgen, die man mit einem Chronometer beobachtet. Bei dem Versuch des Hrn. König dagegen, muß man sich, um die (permanenten) Coïncidenzen zu erhalten, mit einem der Zähler auf 33 Meter oder einem Multiplum dieser Gröfse entfernen; allein in beiden Fällen ist der Grad der Genauigkeit derselbe. Um sich zu überzeugen, dafs die Häufigkeit der Schläge (10 in der Sekunde) nicht der Schärfe der Wahrnehmung schade, hat Hr. F. den Hrn. K. gebeten, den Versuch vor ihm bei einer Entfernung von etwa 3,5 Met. zu wiederholen, der einzigen, welche die Länge des Leitdrahts, mit dem der Apparat damals versehen war, erlaubte. Die Personen, welche diesem Versuch beiwohnten, waren überrascht von dem erhaltenen Effect; die Unterbrechung der Coïncidenz der Schläge erzeugte auf ihre Organe einen Effect, merklich (*sensible*) genug um unangenehm zu seyn, obwohl der permanente Vorsprung der einen vor den anderen nur eine Zehntel-Sekunde betrug.

Schliesslich spricht noch Hr. Faye den Wunsch aus, dafs der Apparat des geschickten und kenntnißreichen Mechanikers von den Physikern benutzt werden möge zu feinen akustischen Versuchen, wozu er sich mit eben so viel Leichtigkeit als Genauigkeit eignen würde.