

grössere Kraft zur Ueberwindung der Reibung an den Ringzapfen veranlasst ein vollkommeneres Horizontalhängen während der Schiffsschwankungen und seitliche Stösse können auch nicht so direkt auf das Chronometer übertragen werden, als wie beim alten Aufhängungssysteme, wo die Ringzapfen sich in einer Ebene mit dem oberen Theile des Chronometers befinden. Vertikale Stösse werden bei dieser Kullberg'schen Aufhängung durch die federmassigen, elastischen Tragearme unschädlich gemacht. Auch der Transport zu Lande gestaltet sich bedeutend einfacher, da es nicht nöthig ist, die Aufhängungsvorrichtung besonders zu verpacken, wie es das alte System unbedingt erfordert. Für Kriegsschiffe und Dampfer ist die verbesserte Aufhängung deshalb von hohem Werthe, weil das Chronometer beim Abfeuern schwerer Geschütze nicht mehr so stark erschüttert werden kann, wie es früher geschah.

Als wichtigste unter den Kullberg'schen Erfindungen kann man seine Unruhen für Temperaturextreme bezeichnen. Seine Abhandlung über „Die Herbeiführung des Isochronismus der Spiralfeder mittelst ihrer Verschiebung in Verbindung mit der Centrifugalkraft der Unruh, im Gegensatze zu der alten Theorie von den der Spiralfeder selbst innewohnenden isochronen Eigenschaften“ betrachtete er selbst für einen seiner besten Beiträge zur Wissenschaft der Zeitmessung; es wurde auch von Niemandem versucht, sie zu widerlegen. Von Kullberg's sonstigen Erfindungen nennen wir noch einen sinnreichen Bügelaufzug-Mechanismus und einen Hitze-Regulator für Chronometer-Oefen; dagegen möchten wir die ihm von „Jeweller“ zugeschriebene, mit der Entfernung der Chronometerunruh automatisch in Wirksamkeit tretende Versicherung gegen das Durchlaufen des Räderwerks unserem Moritz Grossmann nicht nehmen lassen. —

Victor Kullberg starb, einmüthig von Allen betrauert, die ihn kennen gelernt und seine Fähigkeiten und persönlichen Eigenschaften zu schätzen wussten.

Möge ihm die Erde leicht sein!

L.

## Neuere Fortschritte der wissenschaftlichen Elektrizitätslehre.

Von Professor Dieterici in Breslau.

(Schluss.)

Dieser elektrische Resonator ist unser Werkzeug; mit ihm führen wir dieselben Versuche, wie Hertz, aus.

Wir bringen ihn zunächst in verschiedene Entfernungen vom ersten Draht und bemerken, dass er auch in Entfernungen von 5—10 ja 20 m resonirt, und dabei erweist es sich als gleichgültig, ob wir nach vorn oder hinten, nach oben oder unten vom ersten Draht uns entfernen. Also die Ausbreitung der Wirkungen erfolgt nach allen Seiten hin, sie bevorzugt nicht eine bestimmte Richtung.

Wir bringen zwischen den ersten und den zweiten Leiter eine Wand, schliessen etwa eine Thür, die Wirkung ist unvermindert da; wir schieben ein dünnes Metallblech vor, die Wirkung ist aufgehoben; wird der Versuch mit Wänden aus verschiedenen Materialien wiederholt, so zeigt sich, dass alle diejenigen Stoffe, welche Nicht-Leiter für die Elektrizität sind, die Wirkung hindurchlassen, während alle Leiter die Wirkung vernichten.

Aber, fragen wir weiter, heben die Metalle die Wirkung auf, weil sie dieselbe absorbiren, wie etwa eine undurchsichtige Substanz das Licht absorbirt, oder lassen sie die Wirkung nicht hinter sich gelangen, weil sie, wie ein Spiegel, dieselbe reflektiren? Wir machen den entsprechenden Versuch und sehen, dass die Metalle wie ein Spiegel wirken, der die elektrische Wirkung in andere Bahnen lenkt, und zwar reflektiren sie die Wirkung unter dem gleichen Winkel, unter dem sie einfällt. Wir beobachten dasselbe Gesetz der Reflexion, wie beim Licht.

Diese Beobachtung führt uns sofort einen grossen Schritt weiter: wir stellen unsere elektrische Tonquelle, unseren ersten Draht an das eine Ende des Zimmers, überziehen die gegenüberliegende mit Metallblech und beobachten im Raum zwischen beiden. An bestimmten Orten bemerken wir jetzt sehr starke Wirkung, an anderen keine. Es kann nicht zweifelhaft sein,

dass die todten Stellen dadurch hervorgebracht sind, dass die von der Wand reflektirte Wirkung aufgehoben wird durch eine andere später abgegangene, welche auf einem kürzeren Wege zum gleichen Ziele gelangt ist. Wenn ein kürzerer Weg weniger Zeit erfordert als ein längerer, so ist die Ausbreitung eine zeitliche. Die Frage ist gelöst: die Ausbreitung der Wirkung geht mit einer gewissen Geschwindigkeit vor sich; die beschriebene Erscheinung ist das Analoge zu dem Interferenzphänomen des Schalls und des Lichts.

Schon ist kein Zweifel mehr, wenn überhaupt eine solche Erscheinung auftreten kann, so muss die Bewegung eine Wellenbewegung sein; der von der Felswand reflektirte Wellenberg gleicht das Wellenthal einer später sich heranwäzenden Welle aus und erhöht den Wellenberg, der dem Thale folgt; dadurch entstehen die todten und die kräftig wirkenden Stellen. Wir bestimmen die Entfernungen von der Wand, in denen Aufhebung, und diejenigen, in denen Verstärkung auftritt, die todten Stellen folgen einander in bestimmten und gleichen Abständen, die Entfernung zwischen beiden muss gleich der Länge einer Welle sein. Diese Wellenlänge können wir je nach der Zahl der elektrischen Bewegungen, die wir im ersten Leiter hervorbringen, variiren, wir können sie 5 m lang machen, können sie aber auch verkürzen bis auf 50 cm Länge. Wir multiplizieren die für den ersten Leiter berechnete Zahl der Schwingungen mit der gemessenen Wellenlänge und erhalten für die Ausbreitungsgeschwindigkeit eine Geschwindigkeit, welche der des Lichts von 40000 Meilen in der Sekunde gleich ist.

Man wirft die Frage auf, welcher Art die Wellenbewegung ist: ob sie so erfolgt, wie die Wasser- und Lichtwellen, sodass die Hebungen und Senkungen senkrecht sind zur Fortpflanzungsrichtung der Welle, oder so wie die Schallwellen, bei denen Verdichtung und Verdünnung der Luft erfolgt in Richtung des Fortschreitens. Wir entscheiden die Frage, indem wir unseren Draht in verschiedene Lagen an dieselbe Stelle der Welle bringen; das eine Mal spricht er an, das andere Mal nicht. Mehr bedarf es nicht; die Frage ist entschieden, es sind Transversalwellen, Wellen, in denen die Hebungen und Senkungen senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung erfolgen, und wir können die Lage der Ebene, in der die Oszillationen erfolgen, genau fixiren.

Wir sind am Ziel; unsere Untersuchung hat mit unumstösslicher Sicherheit bewiesen, dass die Fortpflanzung der Induktionswirkung nicht momentan, sondern mit der bestimmten und messbaren Geschwindigkeit von 40000 Meilen in der Sekunde erfolgt, derselben Geschwindigkeit, mit der auch das Licht sich ausbreitet; sie hat weiter gezeigt, dass sie eine Wellenbewegung ist, und zwar eine solche, bei der die Oszillationen senkrecht erfolgen gegen die Fortpflanzungsrichtung, genau wie beim Licht, bei dem auch die Schwingungen senkrecht zum Strahl erfolgen.

Und doch, welcher Unterschied besteht zwischen beiden in ihrer Grösse! Denn während die Lichtwellen eine Länge von 4 bis 8 Zehntausendstel eines Millimeters haben, sind die elektrischen Wellen einhalb bis fünf Meter lang; sie gleichen der majestätischen Ozeanwelle, welche in ihren Thälern die grössten Schiffe aufzunehmen vermag, während die Lichtwellen vergleichbar sind den zarten, kurzen Wellen, welche ein sanfter Windstoss auf der Oberfläche eines Teiches hervorruft. Und dennoch sind beide Arten von Wellenbewegungen in ihrer Qualität dieselben, beide haben dieselbe Geschwindigkeit des Fortschreitens. Müssen wir da nicht beide Arten der Bewegung ein und demselben Medium zuschreiben, dem hypothetischen Lichtäther? Wir wissen ja doch schon, dass dieser fähig ist, ausser den Lichtwellen noch andere zu übertragen, kürzere von 4 bis 2 Zehntausendstel eines Millimeters Länge, deren Existenz zwar nicht unser Auge, wohl aber die photographische Platte kund thut, und längere von 8 Zehntausendstel bis etwa 3 Hundertstel Millimeter Länge, welche die Uebertragung der Wärme durch Strahlung vermitteln. Sollte es nun so schwer sein, noch diejenigen Wellenzüge zu entdecken, deren Grösse die noch fehlende Lücke zwischen 3 Hundertstel eines Millimeters und einem halben Meter ausfüllt? Gesetzt, es sei dies geschehen, so sehen wir im Geist