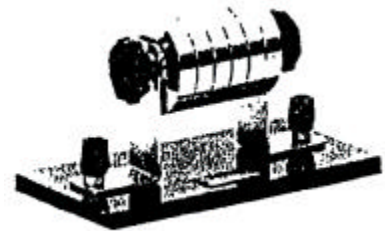


Protokoll der Physikstunde am 22.10.2002

Protokollant: Alexander Rudyk

Wir begannen die Stunde mit einem kurzen Überblick über das Leben und Wirken von Heinrich Rudolf Hertz. Obwohl er bereits mit 37 Jahren gestorben ist, sind viele Erkenntnisse über die elektromagnetischen Wellen seinen Versuchen zu verdanken. Er besuchte ein humanistisches Gymnasium und seine ersten Karrierepläne führten ihn in das praktische Handwerk, er bildete sich kurz als Drechsler fort. Erst begann er ein Studium der Ingenieurwissenschaften, wechselte dann jedoch schon recht bald zur "reinen" Physik. Trotz seiner praktischen Fertigkeiten überwog sein Interesse an den theoretischen Zusammenhängen. Seine wohl bedeutendsten Ergebnisse finden sich in der Untersuchung des elektromagnetischen Fernfeldes, das sich um einen durch einen Schwingkreis angeregten Dipol bildet. Zu dieser Zeit hatte bereits Maxwell seine Gleichungssysteme für das Zusammenspiel elektrischer und magnetischer Felder aufgestellt, die die sich im Raum ausbreitende elektromagnetische Welle theoretisch beschrieben. Hertz war nun bemüht, dies auch praktisch nachzuweisen.

Wir wiesen darauf hin, dass sich die Erscheinung eines elektromagnetischen Fernfeldes auch in der Natur findet, etwa bei den Blitzen während eines Gewitters. Wir erwähnten auch das Beispiel der Zündspulen im Automobil, die ebenfalls bei unzureichender Abschirmung den Funkempfang störende Wellen aussenden können. Bei beiden Beispielen spielen Funken eine entscheidende Rolle und auch Hertz nutzte Funken für seine Versuche: In Ermangelung einer Röhre oder gar eines Transistors musste er die ersten Ansätze einer Dreipunktschaltung mit Funkenstrecken entwickeln. In diesen Funkenstrecken springen durch die sich ansammelnde Ladung immer wieder kurze Funken über, die dann einen kurzen Stromstoß zur Folge haben.



Die ersten Ansätze von Ideen über eine wellenähnliche Ausbreitung der elektromagnetischen Felder entwickelte Faraday bei seinen Untersuchungen. Er nahm an, dass sich die Felder nicht sofort, sondern zeitlich verzögert im Raum ausbreiten. Das Wellenmodell war zur damaligen Zeit bereits intensiv im Zusammenhang mit der Ausbreitung des Lichts angewandt und dementsprechend auch analysiert worden. Die Wellennatur des Lichtes ließ sich am einfachsten durch die Beobachtung von Interferenzen beim Auftreffen zweier gleichartiger Lichtwellen mit einem bestimmten Gangunterschied nachweisen. Auch wurden Versuche zur Streuung des Lichts an sehr engen Schlitzen durchgeführt, bei zwei nebeneinander angeordneten Lichtschlitzen erhält man eine Ausbreitung des Lichts, die unseren Beobachtungen über Wasserwellen an der Wellenmaschine entspricht. Sehr viel später kam es dann auch zur Untersuchung stehender Lichtwellen.

Diese Interferenzuntersuchungen stellte Hertz nun auch bei den elektromagnetischen Wellen an: Er stellte fest, dass die Wellen von Metallplatten aufgehoben und reflektiert werden. Der auch im Physikbuch beschriebene Versuch beinhaltete, die elektromagnetische Welle eines Sendedipols gleichzeitig auf direktem Wege und über den Umweg einer Reflexion zum Empfänger gelangen zu lassen. Die sich dabei einstellenden Interferenzen waren ein starkes Indiz für die Anwendbarkeit des Wellenmodells auf die Ausbreitung der elektromagnetischen Felder. Hertz ermittelte dabei auch, wie sich die Geschwindigkeit bestimmen lässt, mit der sich die Felder ausbreiten. Die ebenfalls auch im Buch skizzierte Rechnung geht von der Annahme aus, dass die Energiedichten der sich ausbreitenden elektrischen Felder immer gleich den

Energiedichten der magnetischen sein müssen – es wird angenommen, dass nur dann ein Gleichgewicht der Felder existieren kann und kein Feld dem anderen nach und nach Energie entzieht. Es gelten folgende Zusammenhänge:

$$\varrho_{el} = \frac{1}{2} \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot E^2$$

$$\varrho_{mag} = \frac{1}{2 \cdot \mu_r \cdot \mu_0} \cdot B^2$$

$$E = B \cdot v$$

Mit obiger Annahme ergibt sich folgende Gleichung:

$$\varrho_{el} = \varrho_{mag}$$

$$\frac{1}{2} \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot B^2 \cdot v^2 = \frac{1}{2 \cdot \mu_r \cdot \mu_0} \cdot B^2$$

$$v = \sqrt{\frac{1}{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r}}$$

$$v \approx 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

Abschließend besprochen wir, welche Themen für die am Montag zu schreibende Kursarbeit bedeutsam sind: Zum einen wird es um mechanische Wellen und Schallwellen gehen. Einen großen Teil der Arbeit wird aber auch der Umgang mit dem Schwingkreis und elektromagnetischen Schwingungen bilden – elektromagnetische Wellen bleiben jedoch noch außen vor.

Bildquelle

Betriebsanleitung Leybold Didactic Funkenstrecke (Art. Nr. 58746)