

Praktische Winke

Einige praktische Winke zur Lichtgeschwindigkeitsbestimmung

a) Der Versuch der Lichtgeschwindigkeitsmessung mit dem historischen Aufbau nach *Foucault-Michelson* stellt trotz der relativ bescheidenen Genauigkeit ein zentrales Experiment im Rahmen der Sekundarstufe II dar [1].

Der Kollegiat ist in der Lage, eine fundamentale Naturkonstante mit — im Gegensatz zu den neuerdings beschriebenen mit großem Aufwand an Elektronik durchgeführten c -Meßmethoden — relativ leicht überschaubarem und einsichtigem Aufbau durchzuführen.

Der Kollegiat wird dabei nicht nur mit den geschichtlichen Aspekten der Lichtgeschwindigkeitsmessung vertraut gemacht, sondern erlebt gleichzeitig die Schwierigkeiten, die sich beim Aufbau und der Justierung eines Versuchs ergeben können. Neben diesem „gesunden“ Negativerlebnis, das ja durch viele andere „narrensichere“ größtenteils industriell vorgefertigte Versuche sonst kaum mehr im Erfahrungsbereich der Schulphysik liegt, eignet sich dieses Experiment hervorragend zum Einstieg in die Relativitätstheorie.

b) Die Schwierigkeiten des *Foucault-Michelson-Experiments* [2] zeigen sich nicht nur in dem langen Lichtweg, weshalb sich ein Aufbau in einem Kellergang anbietet, sondern in der genauen Bestimmung der Frequenz des Drehspiegels und dessen Steuerung.

Die Firma LEYBOLD gibt nun in ihrer Beschreibung [3] das Schwebungsverfahren, d.h. einen Vergleich der Frequenz einer Stimmgabel mit der Motorfrequenz an. Eine mehrmalige Durchführung dieses Verfahrens mit verschiedenen Versuchspersonen ergab jedoch, daß der Drehspiegelmotor den Stimmgabelton so stark übertönt, daß die Schwebungen kaum mehr hörbar sind und beinahe jede Versuchsperson eine andere Motoreinstellung fordert. Allerdings zeigt es sich, daß mehrmalige Durchführung des Versuchs mit der gleichen Gruppe zu einer Vereinheitlichung der Meinung führte, was sicher auf einen Gehörlernprozeß zurückzuführen ist; allerdings ist diese Situation natürlich nicht unterrichtsrealistisch, da man für dieses eine Experiment in der Regel nicht mehrere Nachmittage opfern kann.

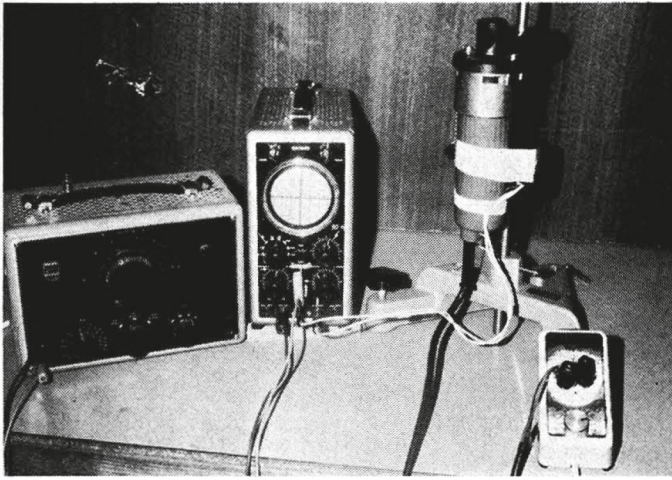


Abb. 1. Kompletter Meßaufbau

Da sich auch herausstellte, daß die Frequenzbestimmung mit Bestrahlung des rotierenden Spiegels durch einen Gaslaser und anschließender Aufzeichnung über eine Photozelle und Oszillographen erheblich von der Justierung beeinflusst ist, wurde ein neues Verfahren entwickelt.

c) Wie die Abbildung zeigt, wurde am Gehäuse des Drehspiegelmotors mit Klebeband eine Induktionskopfhörermuschelseitlich angebracht. Zur Vermeidung der Aufzeichnung von störenden Luftwirbeln, also zur Herabsetzung des Rauschens, wurde der verbleibende Spalt zwischen Motorgehäuse und Kopfhörermuschel locker mit Watte ausgelegt. Die durch die Hörmuschel aufgezeichneten Motorgeräusche lassen sich nun leicht bei mittlerer Verstärkung auf dem Oszillographen darstellen.

Die Frequenzbestimmung erfolgt nun so, daß die Amplitude des Kopfhörersignals bei abgeschalteter Zeitablenkung auf einen bestimmten Wert mittels Eingangsverstärker begrenzt wird. Danach wird der Motor abgeschaltet und auf den anderen Eingang das Sinussignal eines Tongenerators mit der gewünschten Frequenz aufgegeben. Wiederum wird die Amplitude auf den vorher festgelegten Wert begrenzt.

Schaltet man nun den Motor ein und regelt langsam die Drehzahl hoch, so ergeben sich je nach Frequenzverhältnis die bekannten *Lissajous*-Figuren.

In der Praxis wird nun wie folgt vorgegangen. Nach vollständiger Justierung des gesamten Versuchsaufbaues kniet ein Beobachter zur Überwachung des Spaltbildes nieder, ein weiterer Kollegiat regelt die Umdrehungszahl des Motors langsam hoch. Erreicht der Motor die auf dem Sinusgenerator vorgegebene Frequenz, so ergibt sich als Superposition der beiden Eingangssignale als Schirmbild ein „ausgefranstes“, erstaunlich stabiler Kreis. In diesem Moment muß der Beobachter nun auf Kommando die Ablesung des Spaltbildes vornehmen.

Bei mehreren Versuchsreihen stellte sich heraus, daß die geschilderte Methode in der Genauigkeit des Endresultats der Anwendung der Stimmgabel überlegen ist.

Auch die etwas umständliche Motorregulierung, die durch direktes Hantieren mit der Netzspannung immer Gefahren birgt, kann durch eine relativ billige Phasenanschnittsteuerung (Bohrmaschinenregler*) umgangen werden, die darüber hinaus so universell im naturwissenschaftlichen Unterricht einsetzbar ist, daß sie in keiner Sammlung fehlen sollte.

Robert Schwankner, Traunstein

Literatur

- [1] *Bergmann-Schäfer*: Lehrbuch der Experimentalphysik III/1, 1962, S. 153–158. Walter de Gruyter
- [2] Handbuch der experimentellen Schulphysik, Bd. 5 Optik, S. 136–139
- [3] *Leybold*: Physikalische Handblätter: 535.222 b

*) Netzspannungsregler NS 22 BS ca. DM 55,—. Technikversand Straubing, Inhoffstr. 10 (max. 3000 W).