

Notiz über eine Methode zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit

von

G. Jaumann.

(Mit 4 Textfiguren.)

Die Foucault'sche Methode ermöglicht Messungen der Lichtgeschwindigkeit auf kurzen Lichtwegen, dafür aber ist sie für grössere Distanzen unbrauchbar.

Es bedeute in Fig. 1 I das rotirende Spiegelchen, II den feststehenden Sammelspiegel, i den einfallenden Strahl. Die Intensität des Lichtes, welches nach der Reflexion in das Fernrohr zurückkommt, verhält sich zur einfallenden Lichtstärke, wie der Öffnungswinkel α des Hohlspiegels zum vollen Kreis; sie ist weniger als $\frac{1}{100}$ der einfallenden Lichtstärke, wenn der Lichtweg grösser als der sechzehnfache Spiegeldurchmesser ist und sie kann nicht höher als $\frac{1}{20000}$ erhalten werden, wenn der Lichtweg 1 km erreicht.

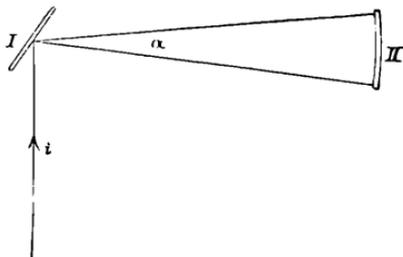


Fig. 1.

Für grössere Distanzen, zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit in Luft, musste man bei der Fizeau'schen Methode bleiben.

Die Vortheile beider Methoden finden sich in der im Folgenden beschriebenen Aufstellung vereinigt. Der Nachtheil der Foucault'schen Methode liegt in der Ablenkung der Richtung

des Lichtes durch den rotirenden Apparat. Ich spiegle und drehe nicht die Richtung, sondern die Polarisationssebene des einfallenden Strahls.

Es gelingt dies in folgender Weise: Ein linear polarisirter Strahl, welcher ein Halbundulationsblättchen passirt, ist nach dem Durchtritt wieder linear, aber in anderer Ebene polarisirt. Die alte und die neue Polarisationssebene liegen zu den Hauptschnitten des Halbundulationsblättchen symmetrisch. Man kann also sagen: die Polarisationssebene des einfallenden Strahles spiegelt sich an den Hauptschnitten, und man kann

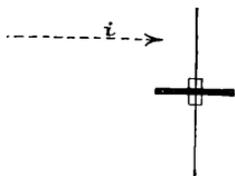


Fig.

daran denken, das rotirende Foucault'sche Spiegelchen durch ein rotirendes Halbundulationsblättchen zu ersetzen.

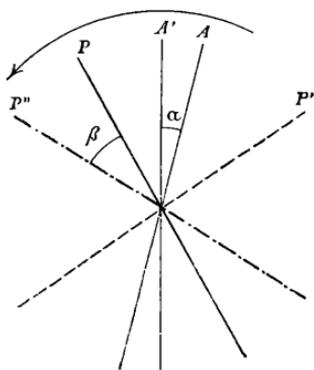


Fig. 3.

Rotirt das Blättchen in seiner Ebene, so wird die Polarisationssebene des austretenden Strahles im selben Sinne mit doppelter Geschwindigkeit rotiren.

Es ist hiemit das seit Langem gewünschte¹ Mittel gefunden, eine solche und genügend rasche Rotation zu erhalten. Ein dünnes Blättchen nach Fig. 2 mit einer Achse versehen und in seiner Ebene rotirt, erlaubt höhere Umlaufgeschwindigkeiten als das Foucault'sche Spiegelchen, welches viel grösseren Luftwiderstand findet. Ein Nicol aber nur annähernd so rasch zu rotiren ist ganz unmöglich.

2. Zur Messung der Lichtgeschwindigkeit lässt sich das rotirende Halbundulationsblättchen in folgender Weise verwenden. Man sendet einen linear-polarisirten Strahl hindurch, welcher den gemessenen Lichtweg durchläuft, dann in sich selbst reflectirt wird, das Blättchen in entgegengesetzter Richtung passirt und dann in den Ocularapparat gelangt.

¹ Vergl. z. B. Sam. Sheldon, Am. Journ. of Sc., VL., Wied. Beibl. 1890, 1161.

Bedeute in Fig. 3: P die Polarisationssebene des einfallenden Strahls, A den Hauptschnitt des Halbundulationsblättchens in einem gegebenen Augenblicke, so wird P' die Polarisationssebene des Strahls nach seinem Austritte sein und während seines ganzen Weges hin und zurück bleiben. Während dieser Zeit dreht sich der Hauptschnitt des Blättchens um den Winkel α aus der Stellung A in die Stellung A' . In dieser Stellung wird er von dem zurückkommenden Strahle getroffen. Die Polarisationssebene desselben spiegelt sich nun an A' und es wird die Polarisationssebene P'' des durchtretenden Strahls, welcher zum Beobachter gelangt, gegen die des einfallenden Strahls P um den Winkel $\beta = 2\alpha$ im Sinne der Rotation des Blättchens gedreht sein.

Aus dieser Drehung schliesst man auf die Lichtgeschwindigkeit v

$$v = \frac{8\pi}{\beta} Dn,$$

worin D den gemessenen Lichtweg, n die Umdrehungszahl des Blättchens andeuten.

Die Polarimeter erlauben nahezu dieselbe Genauigkeit der Winkelmessung,¹ wie die Scalenfernrohrablesungen, welche Foucault verwendet.

Für grosse Distanzen dürfte die neue Methode weitaus genauere Werthe geben als die Fizeau'sche.

¹ Ich habe mich hierüber orientiren können durch die Freundlichkeit von Prof. F. Lippich, welcher mir sein Halbschattenpolarimeter (Diese Sitzungsber., Bd. XCI, S. 1059) zur Verfügung stellte. Das Instrument liefert eine grössere Genauigkeit als 0.0001 Bogenmaass (20'').

Zwei Viertelundulationsblättchen aus Glimmer wurden in möglichst richtiger Orientirung übereinander gelegt. Dieselben gaben auch bei grossen Spiegelungswinkeln noch sehr gut linear polarisirtes Licht. Ein Halbundulationsblättchen aus Glimmer dürfte sich ganz vortrefflich eignen.

Ein $\frac{2n+1}{2}$ Undulationsblättchen hingegen, welches den Anforderungen dieser Messungen gewachsen wäre, zu schleifen, dürfte sehr schwer sein. Ein solches Blättchen, welches aus einem Laurent'schen Polarimeter entnommen wurde und dort bei sehr kleinen Spiegelungswinkeln zu fungiren hat und auch gut fungirt, hat sich bei grossen Spiegelungswinkeln als ganz unbrauchbar erwiesen.

3. Es ist jedoch noch hervorzuheben, dass die beschriebene Aufstellung eine Multiplication der Wirkung erlaubt.

Es ist wieder die mit der Foucault'schen Anordnung verbundene starke Lichtschwächung, welche es unmöglich macht, den Strahl ein zweites Mal auf das rotirende Spiegelchen zurückzusenden, ehe er das Ocularfernrohr erreicht. Die Lichtstärke ist nach der ersten Reflexion $\frac{1}{100}$, nach der zweiten $\frac{1}{10000}$ der einfallenden Lichtstärke. Bei meiner Methode wäre es leicht, den Strahl mehrmals in den Lichtweg zurückzureflectiren.

Wichtiger ist jedoch die Multiplication durch Vermehrung der Halbundulationsblättchen. Bilden die Hauptschnitte $A_1 A_2 \dots A_n$ mehrerer hinter einander angeordneter solcher Blättchen die Winkel $A_1 A_2 \dots A_n$ mit der Polarisationssebene des einfallenden Strahles, so wird dieselbe beim Durchtritt durch alle Blättchen um den Winkel B

$$B = 2A_n - 2A_{n-1} + \dots \pm 2A_2 \mp 2A_1$$

abgelenkt. Rotiren nun alle ungeradzahligten Blättchen im positiven, alle geradzahligten Blättchen im negativen Sinne, alle mit sonst beliebigen Geschwindigkeiten $\frac{dA_1}{dt}, \frac{dA_2}{dt} \dots$ so rotirt die Polarisationssebene des austretenden Strahles mit der doppelten Summe der numerischen Werthe der Rotationsgeschwindigkeiten im Sinne der Rotation des letzten Blättchens:

$$\frac{dB}{dt} = 2 \frac{dA_n}{dt} - 2 \frac{dA_{n-1}}{dt} + \dots$$

In Fig. 4 ist ein Satz von 6 solchen Blättchen, welche an zwei in gleiche entgegengesetzte Rotation zu versetzenden Axen angebracht sind, dargestellt.¹

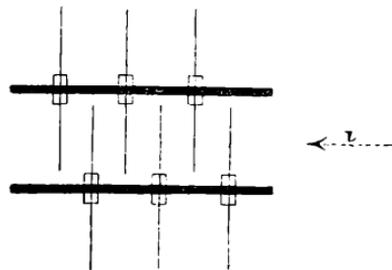


Fig. 4.

Man wird zunächst rationeller Weise die Vermehrung der Blättchen mehr zur Verlangsamung ihres Umlaufs also zur Ver-

¹ Ein System von zwei Halbundulationsblättchen hat die Besonderheit, jeden Strahl unabhängig von seiner Orientierung und Beschaffenheit

feinerung und Erleichterung der Methode, als zur Erhöhung ihrer Empfindlichkeit benützen. Der in Fig 4. dargestellte Satz liefert bei 100 Touren pro Secunde dieselbe Empfindlichkeit als der Foucault'sche Spiegel bei 500 Touren.

Das actuelle theoretische Interesse, welches heute Messungen der Lichtgeschwindigkeit besitzen, reicht an die Wichtigkeit, welche die Experimente von Fizeau und Foucault ihrerzeit gehabt haben, lange nicht heran.

Ich beschränke mich daher darauf, die beschriebene Methode für den Fall, dass wieder genauere Messungen der Lichtgeschwindigkeit nothwendig werden, zur weiteren Ausbildung und Verwendung anzuempfehlen.¹ Sie stellt immerhin eine interessante Fortführung der Aufstellungen von Fizeau und Foucault dar, und das rotirende Halbundulationsblättchen ist an sich ein experimentelles Mittel von solcher Brauchbarkeit, dass ich mir erlauben durfte, es hier zu beschreiben, obwohl ich, durch andere Untersuchungen überhäuft, niemals dazu gelangen werde, es anzuwenden.

um denselben Winkel $B = 2(A_2 - A_1)$ zu drehen. Es verhält sich sonach ganz wie eine senkrecht zur Axe geschnittene Quarzplatte, deren Dicke dem Winkel $(A_2 - A_1)$ proportional, also gleichförmig mit der Zeit veränderlich ist, wenn die zwei Blättchen verschiedene, z. B. gleiche und entgegengesetzte Rotationsgeschwindigkeit haben.

Der Lichtstrahl findet, nach Durchmessung seines Weges zurückkehrend, die Blättchen um $+\alpha$ resp. $-\alpha$ gedreht, also den Winkel $(A_2 - A_1)$ um 2α verändert, und er wird im Ocularapparat um $\beta = 4\alpha$ im Rotationssinn der ersten Platte gedreht ankommen.

Sind mehrere solche Blättchenpaare hintereinander angeordnet, so summirt sich ihre Wirkung. Fügt man dem Satz gegen den Lichtweg hin noch ein ungeradzahliges Blättchen zu, so wirkt es, als wenn es allein vorhanden wäre, und vergrössert die Ablenkung um den Betrag 2α .

Es bestimmt sich sonach allgemein die Lichtgeschwindigkeit v durch die Gleichung

$$v = \frac{8\pi}{\beta} D n . m$$

worin m die Anzahl der Blättchen ist.

¹ Vielleicht, dass die Methode bereits geeignet ist, bei geodätischen Arbeiten zahlreiche Distanzmessungen mit Hilfe der Lichtgeschwindigkeit an die Stelle oder an die Seite der vereinzeltten Basismessungen zu setzen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1891

Band/Volume: [100_2a](#)

Autor(en)/Author(s): Jaumann Gustav

Artikel/Article: [Notiz über eine Methode zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit. 1239-1243](#)