

1. Physikalisches Institut der Universität Berlin.

Physikalisches Colloquium am 17. Februar 1943.

Mierdel: Präzisionsmessungen der Lichtgeschwindigkeit.

Berichtet wird über Präzisionsmessungen der Lichtgeschwindigkeit, die W. C. Anderson in den Jahren 1937—1941 durchgeführt hat. Auf die Bedeutung der Lichtgeschwindigkeit als Grenzggeschwindigkeit in der Physik braucht hier nicht näher eingegangen zu werden. Nahezu 100 Jahre sind seit dem ersten klassischen Versuch *Fizeaus*, die Lichtgeschwindigkeit experimentell zu bestimmen, vergangen, und immer wieder versucht man mit noch genaueren Methoden den Wert zu verfeinern. Der Grund liegt einmal darin, die Fehlerquellen herabzusetzen, zum anderen darin, die aufgestellten Theorien einer zeitlichen Änderung der Lichtgeschwindigkeit experimentell zu entscheiden. Nach A. R. Frey soll die Lichtgeschwindigkeit zeitlich abnehmen, jährlich um etwa 4 km/s. Wenn die bisher seit 1849 durchgeführten Messungen der Lichtgeschwindigkeit graphisch dargestellt werden, so findet sich in der Tat eine Abnahme, u. zw. um jährlich etwa 3 km/s. Andere Theorien vermuten darüber hinaus periodische Schwankungen der Lichtgeschwindigkeit mit einer Periodendauer von etwa 40 Jahren.

Die Lichtgeschwindigkeitsmessung von Anderson entspricht im Prinzip dem *Michelsonschen* Spiegelversuch. An Stelle der in älteren Versuchen mit Zahnrädern oder Drehsiegeln durchgeführten Lichtmodulation verwendet Anderson, wie erstmalig von *Karolus* vorgeschlagen, die *Kerr-Zelle*, d. h. dem Lichtstrom wird eine Frequenz aufgeprägt, die mit den heute gebräuchlichen quartzesteuerten Röhrengeneratoren mit einer Genauigkeit von 1:10⁸ konstant gehalten werden kann. Die Lichtmodulation mittels *Kerr-Zelle* ist eine Intensitätssteuerung und wirkt wie ein doppelbrechender Kristall, nur mit dem Unterschied, daß die Phasendifferenz durch Änderung der Spannung verändert wird. Die Lichtintensität *J* ist eine Funktion der Zellenspannung *U* u. zw. ist:

$$J = J_0 \sin^2 (k \cdot U^2).$$

Wird die *Kerr-Zelle* mit einer konstanten Gleichspannung betrieben, so wird im Empfänger einer zeitlich konstanten Lichtintensität die modulierte Intensität *J* überlagert. Um Gleich- und Wechsellichtanteil der im Empfänger auftretenden Strahlung zu trennen, wird zur Messung ein kapazitiv an den Empfänger angekoppelter Verstärker verwendet. Beträgt der Gangunterschied der beiden Lichtwege ein Vielfaches von $\lambda/2$, so überlagern sich zwei sinusförmige, um 180° phasenverschobene Lichtintensitäten und ergeben eine resultierende Wechsellichtintensität *J* = 0.

Die beiden Lichtwege werden durch einen halbdurchlässigen Glasspiegel erzeugt, an dem der eine Lichtstrahl zu einem 4 m entfernten Spiegel reflektiert, der andere zu einem 89 m entfernten 2. Spiegel durchgelassen wird. Durch die große Differenz der Lichtwege von 170 m und 8 m wird gewährleistet, daß keine Interferenzen auftreten. Die Wellenlängenmessung konnte mit Hilfe eines im langen Lichtweg etwa 4 m vom halbdurchlässigen Spiegel angebrachten auslenkbaren Spiegels auf die Messung von 2 Längen die mit der Genauigkeit 1:2·10⁶ gemessen werden konnten, zurückgeführt werden. Als Lichtquelle diente eine mit Wechselspannung betriebene Quecksilber-Hochdrucklampe mit einer Flächenhelligkeit von 65 000 Lumen. Der Lichtstrahl war also von vornherein mit einer Frequenz von 120 Hz moduliert und deshalb frei von Störfrequenzen. Als Empfänger wurde ein Photozellen-Elektronenvervielfacher mit einer Empfindlichkeit von 2 A/Lumen verwendet. Infolge der hohen Empfindlichkeit war im Hochfrequenzteil nur eine kleine Verstärkung notwendig, wodurch eine weitgehende Unabhängigkeit von Störfrequenzen gegeben ist. Die photographische Registrierung der Messung erfolgte vollautomatisch, um Erschütterungen und Temperatureinflüsse durch die Beobachter weitgehend zu unterdrücken.

Die einzige Fehlerquelle war die Laufzeit der Elektronen in der Photozelle, die davon herrührt, daß die Wege der Elektronen die aus der Photokathode emittiert werden, nicht die gleichen sind, wenn der Lichtstrahl 1. auf einer anderen Stelle der Photokathode auftritt als der Lichtstrahl 2. Die Messungen haben z. B. bei einer Treibspannung von 150 V eine mittlere Elektronengeschwindigkeit von 6000 km/s \approx 2% der Lichtgeschwindigkeit ergeben. Allein das durch äußere Temperatureinflüsse hervorgerufene Verbiegen der Spiegel brachte schon merkliche Laufzeitunterschiede der Elektronen. Diese Laufzeitunterschiede wären wohl durch das Vorsetzen einer Milchglasscheibe vor die Photozelle zu vermeiden, doch bringt dies einen hohen Verlust an Lichtintensität. Beim *Andersonschen* Versuch wird zweifellos die

Gruppengeschwindigkeit $C_g = C_p - \lambda \frac{dC_p}{d\lambda}$ gemessen, zumal das 2. Glied auf der rechten Seite zurzeit noch innerhalb der Fehlergrenze von 14 km/s liegt. Die Messungen wurden in freier Luft gemacht. Die Absorptionskorrektur betrug 80 km/s. Die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum wurde von *Anderson* bestimmt zu $c_v = 299776 \pm 14$ km/s.

Die nach 5 Jahren wiederholten Messungen ergeben innerhalb der erreichten Meßgenauigkeit von 14 km/s Konstanz der Lichtgeschwindigkeit. Die Entscheidung, ob eine zeitliche Änderung der Lichtgeschwindigkeit auftritt, muß späteren Messungen vorbehalten bleiben.

Institut für angewandte Photochemie der T. H. Berlin.

16. Februar 1943.

Dr. A. Kalix, Reg.-Rat u. Mitglied des Reichspatentamtes, Berlin: *Fortschritte der photographischen Industrie im Spiegel der Patentliteratur.*

Unter Berücksichtigung des Inhalts von 4900 Patentschriften der letzten 25 Jahre gab Vortr. einen Überblick darüber, mit welchen Aufgaben sich die Erfinder auf dem Gebiete des photographischen Materials und der Verfahren (außer der Farbenphotographie) beschäftigt haben. Diese Grundlage gibt natürlich nicht ein absolut getreues Bild der industriellen Forschungstätigkeit, da manche Verfahren nicht zum Patent angemeldet werden, sondern stets Fabrikgeheimnis bleiben, und andererseits steht in den Patentschriften manches, was nie in die Praxis umgesetzt wird; außerdem muß der Zeitunterschied berücksichtigt werden, der zwischen Anmeldung und Druck der Patentschrift liegt und oft mehrere Jahre beträgt.

Unter diesen Gesichtspunkten betrachtet, zeigt das Bild etwa folgende Hauptzüge. Auf dem Gebiete des Filmrohstoffes sind 331 Patente erteilt worden. Sie betreffen das verschiedenartigste Material, was in Anbetracht der vielseitigen Anforderungen der einzelnen Filmarten (Kinofilm, Amateurfilm, Fliegerfilm usw.) durchaus berechtigt ist. Schon hierbei begegnet uns das in neuerer Zeit in der Photographie immer häufiger angewandte Prinzip des Mehrschichtmaterials, das überall dort benutzt wird, wo eine einzige Schicht nicht alle Anforderungen zugleich erfüllen kann. Dasselbe treffen wir auch wieder bei den Haftschriften zwischen Film und Emulsion, die mit 57 Patentschriften vertreten sind, ebenso bei den abziehbaren und Lichthofschuttschichten, von denen 140 bzw. 233 Patentschriften vorliegen. Bei den letzteren betraf der Inhalt früher ausschließlich Farbstoffe, heute mehr Schichtbildner. Als völlig neue Erscheinung tritt hier die Verwendung des reflexfreien Glases als Lichthofschutz auf. Mit verschiedenen Ausführungen des Rohpapiers beschäftigen sich 237 Patentschriften, von denen nur die verschiedenen Versuche zur Herstellung von verzerrungsfreiem Papier einiges Interesse bieten. Den Rekord halten die Patentschriften über die Diazotypie mit 465, ebenso sind die über die übrigen Lichtpauspapiere sehr zahlreich (237), obgleich die Wichtigkeit dieser Gegenstände im Zeichen der in letzter Zeit sehr stark entwickelten Amateurphotographie und Kinematographie meist stark unterschätzt wird. Ihr Inhalt betrifft meist Mittel zur Steigerung der Lichtempfindlichkeit, des Kontrastes, der Haltbarkeit usw. Dahinter bleibt selbst die Tonphotographie mit 327 Patenten etwas zurück. Deren Inhalt zeigt keine einheitliche Linie, man erkennt z. B. auch hieraus, daß die Frage Zacken- oder Sprossenschrift noch nicht geklärt ist. Viel beschäftigt man sich auch mit Versuchen zur Beseitigung des Donnergeräusches; neu ist hier das Problem der Kontraststeigerung von Tonspuren aus Farbstoffen beim Farbfilm. Sehr vielseitig ist schließlich das Gebiet der übrigen lichtempfindlichen Stoffe, dessen Wichtigkeit auch oft unterschätzt wird, weil die praktische Verwertbarkeit häufig nicht sofort erkennbar ist, wie dies z. B. beim Selen und Kupfer-Verbindungen der Fall war. Interessant ist hier die neuartige Verwendung der Phototropie der Fulgide.

Deutsche Keramische Gesellschaft.

Märkische Bezirksgruppe.

Sitzung am 29. Januar 1943 in Berlin.

Prof. Dr. W. Eitel, KWI. f. Silikatforschung, Berlin-Dahlem: *Das Elektronen-Mikroskop und seine Anwendung auf keramische Probleme.*

Vortr. besprach zunächst die Beugungsbilder; sie lassen sich genau so auswerten wie die Röntgen-Diagramme, haben diesen gegenüber aber die Vorteile, daß feinste Einzelteilchen untersucht werden können und daß die Belichtung eines guten Interferenzdiagramms nur 1 s dauert, während bei Röntgenaufnahmen nach *Debye-Scherrer* oft mehrere Stunden erforderlich sind. Vortr. erläuterte dann an Hand ausgezeichneter Aufnahmen die Unterschiede zwischen den Bildern von Kaolinit, Montmorillonit und Glimmer — als diagnostisches Hilfsmittel dient die Anlagerung schwerer Kationen — und behandelte ausführlich die Entwässerung von Talk, die bei 800° einsetzende Bildung von Protoenstatit und dessen Übergang in Klinoenstatit über 1200°, sowie die beim Erhitzen von Kaolinit eintretenden Veränderungen, die Bildung von Metakaolin und Mullit.