

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 1:10<sup>6</sup> 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 1:2·10<sup>6</sup> 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 ließen 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 stellt 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 Lichthofschutzschichten, 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 Einzeltelchen 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.

Die Schwierigkeiten der Untersuchung von Reaktionen in Gemengen bestehen darin, daß die Größe der Teilchen der miteinander reagierenden Stoffe und die dadurch bedingte engere oder lockerere Berührung eine große Rolle spielt; da auch zufällige Verunreinigungen bei der Kleinheit der untersuchten Ausschnitte sehr leicht zu Täuschungen führen, können weitergehende Schlüsse nur auf Grund eines umfangreichen statistischen Materials gezogen werden.

Dir. Dr. **Albers-Schönberg**, Steatit-Magnesia A.-G.: *Die Entwicklung der Kondensatorbaustoffe des Systems  $TiO_2-ZrO_2$* .

Massen des Systems  $TiO_2-ZrO_2$  werden vor allem zu Hochleistungskondensatoren für Großsender verwendet. Die physikalischen Eigenschaften wechseln je nach dem Gehalt an  $TiO_2$ ,  $ZrO_2$  und sonstigen Zusatzstoffen. Ist viel  $TiO_2$  zugegen, aber wenig  $ZrO_2$ , so erhält man ein Dielektrikum mit hoher Dielektrizitätskonstante (60—70) und einem dielektrischen Verlustwinkel von  $tg \delta = 3-5 \cdot 10^{-6}$ . Der Temperaturkoeffizient der Dielektrizitätskonstante beträgt  $-700 \cdot 10^{-4}$ . Ferner ist  $tg \delta$  frequenzunabhängig und bis etwa  $150^\circ$  auch temperaturunabhängig. Sind mehr  $ZrO_2$  und Zuschlagstoffe zugegen, so sind die Werte ähnlich den  $TiO_2$ -reichen Massen, doch ist die Dielektrizitätskonstante kleiner, desgl. auch ihr Temperaturkoeffizient. Schließlich gibt es noch eine dritte Gruppe von Massen dieses Systems, bei der der Temperaturkoeffizient der Dielektrizitätskonstante noch kleiner ist, nämlich etwa  $-50$  bis  $100 \cdot 10^{-6}$ . Diese drei Gruppen von Werkstoffen werden bezeichnet als *Brafar* U, W und X.

## Außeninstitut der T. H. Braunschweig.

Colloquium am 12. Januar 1943.

Prof. Dr. A. **Bentz**, Berlin: *Die Erdölvorkommen im großdeutschen Raum*.

Im großdeutschen Reich sind 6 in ihrem geologischen Aufbau völlig verschiedene ölhöfliche Gebiete zu unterscheiden: 1. Nordwestdeutschland, 2. Thüringen, 3. Rheintal, 4. Molassetrog des Alpenvorlandes, 5. Wiener Becken, 6. Karpaten.

In Nordwestdeutschland waren trotz aller Bemühungen zahlreicher Erdölfirmer, die zum Teil allerdings auf rein spekulativer Grundlage arbeiteten, bis 1933 nur 4 Erdölfelder gefunden worden. Erst nachdem durch die Änderung der Rechtsverhältnisse und durch eine großzügige Unterstützung durch das Reich in Form von Darlehen die Aufsuchung des Erdöls auf neue, rein wissenschaftliche Grundlagen gestellt wurde, haben sich hier große neue Erfolge erzielen lassen.

Während vorher nur Öllagerstätten an den Flanken von sogenannten Salzstöcken bekannt waren, sind durch die Reichsbohrungen nicht nur weitere solche Lagerstätten, sondern auch solche eines ganz anderen Typs, nämlich über dem Salzstock und unter dem Salz erschlossen worden.

Es hat sich gezeigt, daß der Bau dieser Salzstöcke im einzelnen außerordentlich kompliziert ist und daß die Salzmasse vielfach randlich das Nebengebirge überkippt, so daß heute oft zuerst durch das Salz gebohrt werden muß, bevor man in die erdölführenden Nebengebirgsschichten kommt. In Nordhannover und Schleswig-Holstein kompliziert sich der geologische Bau weiter dadurch, daß außer im Zechsteinsalz auch im Rotliegenden eine außerordentlich mächtige Salzmasse auftritt, die in der zurzeit tiefsten Bohrung Europas mit 3817 m Tiefe noch nicht durchsunken ist.

Man sucht heute neue Lagerstätten meist mittels geophysikalischer Methoden auf, insbes. der Drehwaage, des Gravimeters und seismischer Verfahren. Zur laufenden Überwachung der Bohrungen wurde die mikropalaontologische Methode weitgehend

ausgebaut; sie hat sich in der Praxis sehr bewährt. Außerdem stehen heute der Erdölindustrie weit vervollkommnete Methoden zur Messung im Bohrloch selbst zur Verfügung, wodurch die Gewähr gegeben ist, daß die in einer Bohrung erzielten Ergebnisse nach jeder Hinsicht ausgewertet und der Allgemeinheit nutzbar gemacht werden.

Vor einigen Jahren ist in der Öffentlichkeit lebhaft dafür Propaganda gemacht worden, Erdölbohrungen in die paläozoischen Schichten Westfalens niederzubringen. Es wird darauf hingewiesen, daß die bisherigen Ergebnisse zur Fortführung dieses spekulativen Experimentes nicht berechtigen.

Das im Osten an Nordwestdeutschland anschließende Gebiet der norddeutschen Tiefebene besitzt zwar ebenfalls eine gewisse Erdölhöflichkeit, doch sind im geologischen Bau grundsätzliche Unterschiede gegenüber dem Gebiet von Hannover vorhanden, so daß hier noch grundlegende geophysikalische und geologische Vorarbeiten notwendig sind. In Thüringen ist die Lagerstätte von Volkenroda, die um das Jahr 1930 lebhaftes Aufsehen erregte, inzwischen völlig erschöpft. Die grundsätzlichen Erkenntnisse, die dort gewonnen wurden, führten zwar nicht zu neuen Entdeckungen in Thüringen, wohl aber zu solchen in Nordwestdeutschland.

Im Rheintalgraben befinden sich bei Pechelbronn und bei Bruchsal kleinere Vorkommen, die im Gegensatz zu denen Nordwestdeutschlands hauptsächlich in tertiären Schichten auftreten.

In seltenen Fällen setzt sich die Ölführung bis in den Jura und in die obere Trias fort, doch dürfte es sich hierbei höchstwahrscheinlich um nachträgliche Imprägnationen aus dem Tertiär handeln.

Das mit Molasseschichten erfüllte Vorland der Alpen von Bodensee bis in die Gegend von Brünn zeigt mehrfach Öl- und Gasspuren, ohne daß es jedoch bisher gelungen ist, eine wirtschaftlich ausbeutefähige Lagerstätte größerer Bedeutung zu erschließen. Das kleine Erdölvorkommen von Tegernsee, das außerordentlich komplizierten geologischen Bau besitzt, gehört bereits der Flyschzone der Alpen an, die erst in Galizien größere erdölogische Bedeutung erringt.

Das Wiener Becken stellt einen jungen Einbruch zwischen Alpen und Karpaten dar, der mit tertiären Schichten erfüllt ist. Hier haben sich im Verlauf der letzten Jahre recht bedeutende Öllagerstätten gefunden, die verhältnismäßig einfach gebaut sind. Zur Aufsuchung dieser Lagerstätten werden außer geophysikalischen Verfahren in großem Umfange kleine Schurfbohrungen mit verkehrter Spülung angewandt, die sich zur Klärung der Lagerungsverhältnisse außerordentlich bewährt haben.

In Galizien befinden sich die altbekannten Öllagerstätten in der Flyschzone der Karpaten, die tektonisch sehr gestört ist. Neben Horizonten des tieferen Tertiärs ist auch die obere Kreide ölführend. Geophysikalische Aufsuchungsmethoden können hier nur im Vorland angewandt werden, wo sie zur Feststellung von heute ebenfalls sehr wichtigen Gaslagerstätten dienen.

Die große Entwicklung, die die deutsche Erdölindustrie in den Jahren vor dem Kriege und jetzt während des Krieges genommen hat, beruht einzig und allein auf der Anwendung modernster wissenschaftlicher Methoden, die Hand in Hand gehen mit einer stetigen Verbesserung der Bohr- und Gewinnungstechnik. Da das Öl heute für unseren Freiheitskampf von ganz besonderer Bedeutung ist, lassen alle staatlichen und militärischen Behörden der Aufsuchung und Gewinnung von Erdöl ihre besonders sorgfältige Pflege angedeihen, die zusammen mit der unermüdelichen Tatkraft der deutschen Erdölindustrie zu den heutigen Erfolgen geführt haben.

## RUNDSCHAU

**Daß die Basizität von optisch Isomeren konfigurationsabhängig sein kann**, zeigt *P. Rabe* durch Untersuchungen an folgenden Basen und den Npibasen: Hydrocinchonin, Hydrocinchonidin, Chinin, Chinidin, 6'-Methoxy-rubanol, Rubanol. Das Ergebnis ist: Die enantiostereomeren Formen (z. B. Chinidin;  $p_B$  7,7) sind schwächer basisch als die diastereomeren (z. B. Epichinidin;  $p_B$  8,5). Inwieweit dem eine physiologische Bedeutung zukommt, ist noch unbekannt. Die Unterschiede in der Basizität werden sich vielleicht deuten lassen mit Hilfe von Vorstellungen über die Elektronen, über die Raumerfüllung und freie Drehbarkeit. Die Untersuchungen sollen auf einfacher gebaute Verbindungen, z. B. auf die Ephedrine und auf die Weinsäuren, ausgedehnt werden. — (Ber. Dtsch. Chem. Ges. 76, 251 [1943].) (59)

**Vom Furan und  $\alpha$ -Methyl-furan (Sylvan) zu Di-, Tri- und Tetraketonen der Fettreihe** gelangen *Alder* u. *C.-H. Schmidt* durch Kondensation mit  $\alpha, \beta$ -ungesättigten Ketonen und Aldehyden und reduktive Spaltung des Furan-Ringes. Die verschiedenen Typen der pentacyclischen Verbindungen verhalten sich bei der Dien-Synthese auffallend verschieden; als Regel galt bisher: bei N-haltigen Heterocyclen, wie Pyrrol, findet Anlagerung unter Verschiebung von H statt, bei Cyclopentadien und bei Furanen dagegen Dien-Synthese (Bildung von 6-Ringen mit Brücken). Doch

waren bisher Furan-Derivate nur mit stark aktiven Philodienen (z. B. Maleinsäureanhydrid) kondensiert worden. Nunmehr wird die Kondensation von Furan und Sylvan mit schwach aktiven Philodienen untersucht, u. zw. mit Methylvinylketon und mit Crotonaldehyd. Die Komponenten reagieren erst bei Zusatz von Katalysatoren, z. B.  $SO_2$ , und es findet keine Dien-Synthese, sondern substituierende Addition statt, bei der das  $\alpha$ -H-Atom des Furan-Ringes verlagert wird. Methylvinylketon und Sylvan bzw. Furan bilden [5-Methyl-furfuryl]-aceton bzw. 2,5-Bis-[ $\gamma$ -keto-butyl]-furan, deren Furan-Ringe sich unter überraschend milden Bedingungen aufspalten lassen: Bei katalytischer Reduktion ohne Druck und ohne erhöhte Temperatur entstehen Nonan-dion-(2,8) und das bisher unbekannt Nonan-dion-(2,5) bzw. Dodekan-trion-(2,5,11); Hydrolyse mit HCl führt zu dem bisher ebenfalls unbekannt Nonan-trion-(2,5,8) bzw. zu Dodekan-tetraon-(2,5,8,11). Das Addukt von Sylvan an Phenylvinylketon ist unter gleichen Reduktionsbedingungen nicht spaltbar. — (Ber. Dtsch. Chem. Ges. 76, 183 [1943].) (61)

**Die Tabakwurzel als Bildungsstätte des Nicotins**. Nach Pflanz- und Blutungsversuchen von *K. Mothes* und *K. Hieke* wird nachgewiesen, daß die Wurzel Nicotin an den Sproß abgibt. Heteroplastische Pflanzung von Tomatenreißern auf Tabak-