

Messung des Verlaufs elektrostatischer Potentiale in flüssigem Benzol

FRANK WOLLERS und GERHARD KLEINHEINS

IV. Physikalisches Institut der Universität Göttingen

(Z. Naturforsch. 23 a, 1865 [1968]; eingegangen am 20. September 1968)

Die Potentialverteilung zwischen zwei in einer Flüssigkeit eingetauchten Elektroden, an denen eine Gleichspannung angelegt ist, wird meist in der Weise ausgemessen, daß man eine Potentialsonde schrittweise im Feldbereich herumführt und an jedem Haltepunkt die Sondenspannung stromlos, nämlich durch Abgleich einer Brücke, bestimmt. Dieses Verfahren lässt sich auch bei hochisolierenden Flüssigkeiten anwenden, wie Messungen von FORSTER an Benzol¹ und von EICKE an Cyclohexan² zeigen.

Der Brückenabgleich an jedem Meßpunkt ist dann freilich sehr mühsam und zeitraubend. Hier soll deshalb von einer Methode berichtet werden, die Potentialverteilungen sehr viel schneller aufzunehmen gestattet. Die eigentliche Messung erfordert nicht mehr als ca. 0,5 sec.

Bringt man in das auszumessende Feld ein geladenes Metallkügelchen, so wirkt darauf eine elektrische Kraft, die es zu einer der beiden Elektroden zu ziehen sucht. Sobald das Kügelchen dort berührt, wird es umgeladen und vom Feld zurückgezogen. Nun gehorcht es in der Flüssigkeit dem Stokesschen Gesetz, sinkt also infolge der Schwerkraft mit konstanter Geschwindigkeit. Dabei driftet es aber zur Seite, und zwar mit einer Zusatzgeschwindigkeit v , die sich aus

$$\mathbf{F} = \mathbf{E} q = 6 \pi r \eta \mathbf{v}$$

ergibt (F = elektrische Kraft, E = lokales elektrisches Feld, q = Kugelladung, r = Kugelradius, η = Zähigkeit der Flüssigkeit).

Bleiben Kugelladung und Zähigkeit konstant, so ist v an jedem Ort der dort herrschenden Feldstärke proportional. Ist das Feld zudem homogen, so läuft das Kügelchen mit konstanter Geschwindigkeit auf gerader, schräger Bahn. Solange allerdings die Kugelladung nicht bekannt ist, kann der Absolutwert der Feldstärke nicht ohne Zusatzannahmen bestimmt werden.

Experimentell zu lösende Aufgabe ist demnach, die Geschwindigkeit der sinkenden Kugel nach Größe und Richtung zu registrieren. Dazu wird die Kugelbahn im Licht einer Stroboskoplampe photographiert. Abb. 1 zeigt schematisch die Anordnung; das elektrische Feld hat keine Komponente in Blickrichtung der Kamera, die Kugel sinkt also in einer hierzu senkrechten Ebene und bleibt damit in dem schmalen Bereich der Tiefenschärfe. Eine typische Aufnahme zeigt Abb. 2 *. Die experimentellen Daten hierzu sind: pA-Benzol, mit Wasser gesättigt (offene Küvette); Elektrodenabstand 5 mm; Gleichspannung 1000 Volt; Blitzfrequenz 70 Hz (Stroboskop Typ 1531-AB); Indiumkügelchen von ca. 70 μ

¹ E. O. FORSTER, J. Chem. Phys. 37, 1021 [1962].

² H. F. EICKE, Ber. Bunsenges. 69, 206 [1965].

* Abb. 2 auf S. 1866.

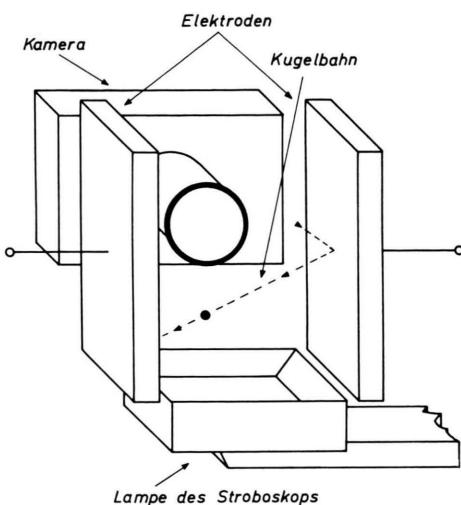


Abb. 1. Schematischer Versuchsaufbau. Hinter den Elektroden befindet sich die Kamera. Der Raum zwischen den Elektroden wird von unten mit dem Lichtblitzstroboskop beleuchtet.

Durchmesser, wie sie in der Transistorfertigung verwendet werden.

Aus Blitzfrequenz und Abstand zweier Bildpunkte berechnet sich eine mittlere Horizontalgeschwindigkeit in dem entsprechenden Intervall und damit auch eine mittlere (relative) elektrische Feldstärke. Wie die gerade Bahn schon erwarten lässt, erweist sich das Feld in dem ebenen Plattenkondensator der Meßanordnung als gut homogen (Abb. 3 – Absolutwert des Feldes unter der Annahme fehlender Raumladungsrandsschichten vor den Elektroden). Die Brauchbarkeit des Verfahrens wurde aber auch an Feldern bekannter Inhomogenität (schräggestellte Elektroden) geprüft.

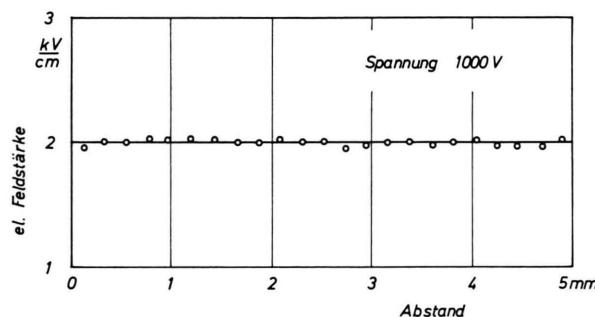


Abb. 3. Auswertung eines (geometrisch) homogenen Feldes.

Aus der Fehlerbreite bei der Feldstärkenbestimmung ergibt sich für Raumladungen, die mit der verwendeten Apparatur noch erkennbar sind, als untere Grenze eine Ladungsdichte von $5 \cdot 10^8$ Elementarladungen/cm³.

Herrn Dr. F. SPITZER (VALVO, Hamburg) haben wir für die Überlassung der Indiumkügelchen sehr zu danken.

Herrn Professor Dr. H.-U. HARTEN sind wir für die stete Unterstützung der Arbeit sehr verbunden.



Dieses Werk wurde im Jahr 2013 vom Verlag Zeitschrift für Naturforschung in Zusammenarbeit mit der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. digitalisiert und unter folgender Lizenz veröffentlicht: Creative Commons Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Deutschland Lizenz.

Zum 01.01.2015 ist eine Anpassung der Lizenzbedingungen (Entfall der Creative Commons Lizenzbedingung „Keine Bearbeitung“) beabsichtigt, um eine Nachnutzung auch im Rahmen zukünftiger wissenschaftlicher Nutzungsformen zu ermöglichen.

This work has been digitized and published in 2013 by Verlag Zeitschrift für Naturforschung in cooperation with the Max Planck Society for the Advancement of Science under a Creative Commons Attribution-NoDerivs 3.0 Germany License.

On 01.01.2015 it is planned to change the License Conditions (the removal of the Creative Commons License condition "no derivative works"). This is to allow reuse in the area of future scientific usage.

F. WOLLERS und G. KLEINHEINS, *Messung des Verlaufs elektrostatischer Potentiale in flüssigem Benzol* (S. 1865).

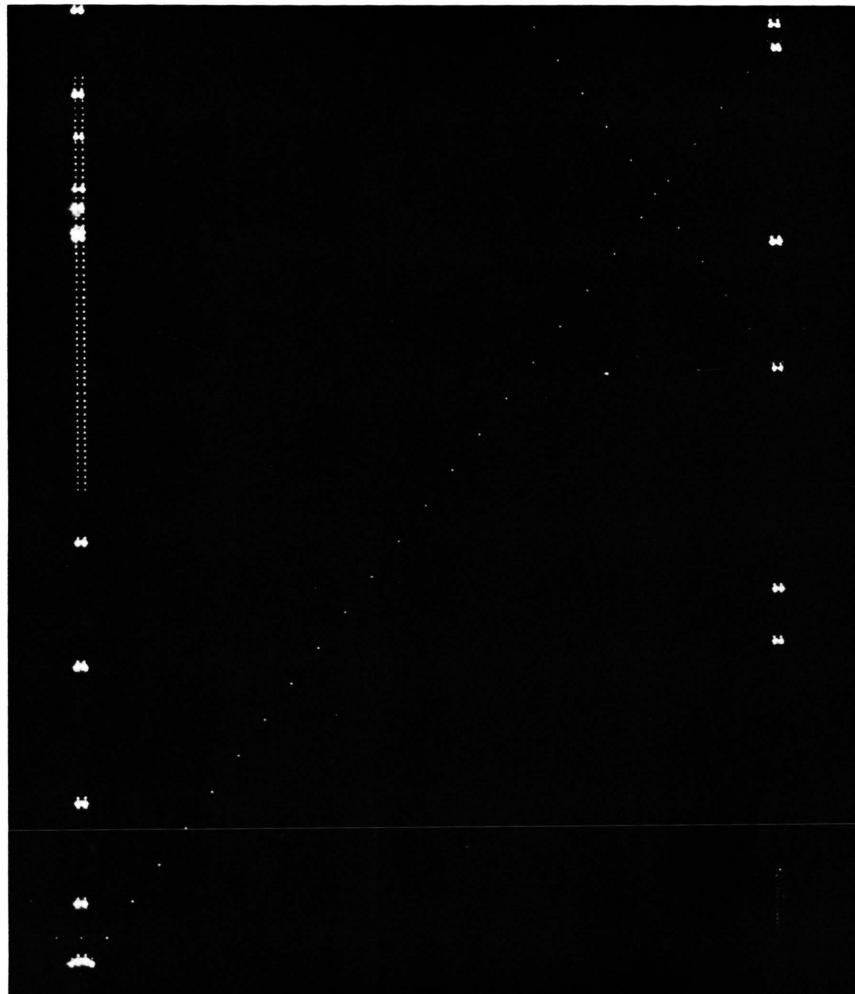


Abb. 2. Kugelbahnen. Links und rechts sind jeweils langsam an den Elektroden hinunterrutschende Kugeln (und ihr Spiegelbild) als „Perlenschnüre“ zu erkennen.