

# Über ein neues statisches Voltmeter

Autor(en): **Greinacher, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Helvetica Physica Acta**

Band (Jahr): **21 (1948)**

Heft III-IV

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-111909>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Über ein neues statisches Voltmeter

von H. Greinacher, Bern.

(25. VI. 1948.)

Vor kurzem habe ich eine Methode zur Bestimmung der Dielektrizitätskonstante von Flüssigkeiten beschrieben<sup>1)</sup>. Sie basiert auf einem Steighöheneffekt. Lässt man zwei vertikal gestellte Kondensatorplatten in eine isolierende Flüssigkeit eintauchen, so steigt diese bei Anlegen einer Spannung zwischen den Elektroden empor. Es lässt sich zeigen, dass die Druckerhöhung  $\Delta p$ , die im Feld  $\mathfrak{E}$  entsteht, sich berechnet aus

$$\Delta p = \frac{\varepsilon - 1}{8\pi} \mathfrak{E}^2.$$

Bei der hier getroffenen Anordnung gilt die Beziehung exakt und zwar für beliebige Werte der Dielektrizitätskonstanten  $\varepsilon$ . Die Verhältnisse liegen also wesentlich anders als bei der QUINCKE'schen Steighöhenmethode zur Messung von Suszeptibilitäten (bzw. Permeabilitäten), bei welcher der Ausdruck  $\Delta p = \frac{\mu - 1}{8\pi} \mathfrak{H}^2$  nur eine für para- und diamagnetische Substanzen, bei denen  $\mu$  nahe an 1 liegt, gültige Näherungsformel darstellt. Ich habe in der obgenannten Arbeit eine Reihe von Messungen nach der Kondensator-Steighöhenmethode sowohl unter Anwendung von Gleich- als Wechselspannung ausgeführt und gezeigt, dass man mit sehr kleinen Substanzproben auskommt und auch Messungen an Flüssigkeiten mit Leitfähigkeit ausführen kann.

Es liegt nahe, den Steighöheneffekt statt zur Bestimmung von D. K. zur Messung elektrischer Spannungen zu verwenden, und auf dieser Basis ein statisches Voltmeter herzustellen. Figur 1 zeigt eine solche äusserst einfache Voltmeteranordnung im Schnitt in natürlicher Grösse. Sie besteht im wesentlichen aus den zwei 4 mm breiten Kondensatorplättchen (Abstand: 1,04 mm), die unten in die gut isolierende Flüssigkeit (Nähmaschinenöl) eintauchen. Diese befindet sich in einem würfelförmigen keramischen Glasgefäss, auf das ein Deckel aus Cibanit aufge kittet ist. Die oben in breiten Metallköpfen endigenden Kondensatorelektroden sind mittels der unten mit

<sup>1)</sup> Helv. Phys. Acta **21**, 261 (1948).

Schraubengewinde versehenen Anschlussbuchsen an den Deckel angeschraubt. Um eine Verdrehung der Kondensatorplättchen zu vermeiden und einen festen Abstand zu gewährleisten, sind die Metallköpfe schlittenartig in eine im Deckel eingefräste Nut eingepasst. Ein Mikroskop mit Okularskala dient zur Beobachtung des Flüssigkeitsmeniskus. Die Beleuchtung des letzteren geschieht von der Rückseite des Gefäßes her in horizontaler Richtung mittels einer

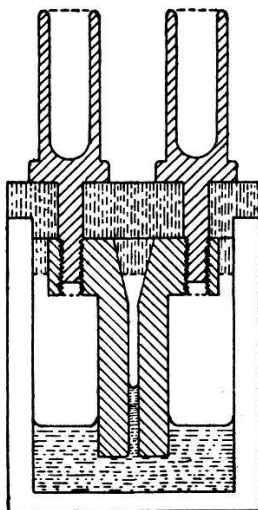


Fig. 1.

Voltmeteranordnung.

kleinen Mattglaslampe. Der Kapillarität ist es zu verdanken, dass man, ungestört vom äusseren Flüssigkeitsniveau, scharf auf den Meniskus einstellen kann.

Fig. 2 gibt nun eine Ansicht des neuen statischen Voltmeters wieder, das durch seine kleinen Dimensionen auffällt, zumal, wenn man bedenkt, dass es zur Messung von Spannungen bis gegen 3000 Volt dient. Die seitliche Feineinstellung geschieht mittels der Schraube links, die vertikale, d. h. die Einstellung des Meniskus (eventuell seine Nachregulierung) auf den Nullpunkt der Okularskala, mittels eines durch den Cibanitdeckel hindurch führenden Metallstiftes (hinten zwischen den Anschlussbuchsen sichtbar). Dieser kann mehr oder weniger weit heruntergeschraubt werden zwecks Hebung oder Senkung des Flüssigkeitsniveaus und damit des Meniskus.

In Fig. 3 ist noch eine photographische Aufnahme des im Mikroskop erscheinenden Gesichtsfeldes wiedergegeben. Es sind nacheinander 2 Aufnahmen auf derselben Platte gemacht (mit je gleicher Belichtungsdauer), die eine bei geerdeten Kondensatorplatten, die zweite nach Anlegen von 1830 Volt Gleichspannung. Da ein umgekehrtes Bild entsteht, entspricht die obere Stellung des Me-

niskus dem Nullpunkt des Instrumentes. Während die seitlichen Ränder des Gesichtsfeldes charakteristische Beugungsstreifen aufweisen, sind die glockenartigen Menisken eindeutig scharf begrenzt. Zehntelteile lassen sich leicht noch schätzen. Aus den Ablesungen 42,8 und 0,4 ergibt sich eine Verschiebung von 42,4 Skalenteilen für 1830 Volt. Diese einzige Messung genügt zur Eichung des Voltmeters, da dieses den Charakter eines absoluten Messinstrumentes hat. Gemäss der Beziehung  $V = k \cdot \sqrt{h}$  folgt  $k = 281$ . Mit dieser Konstanten berechnet sich die Spannung, die einen Ausschlag über die

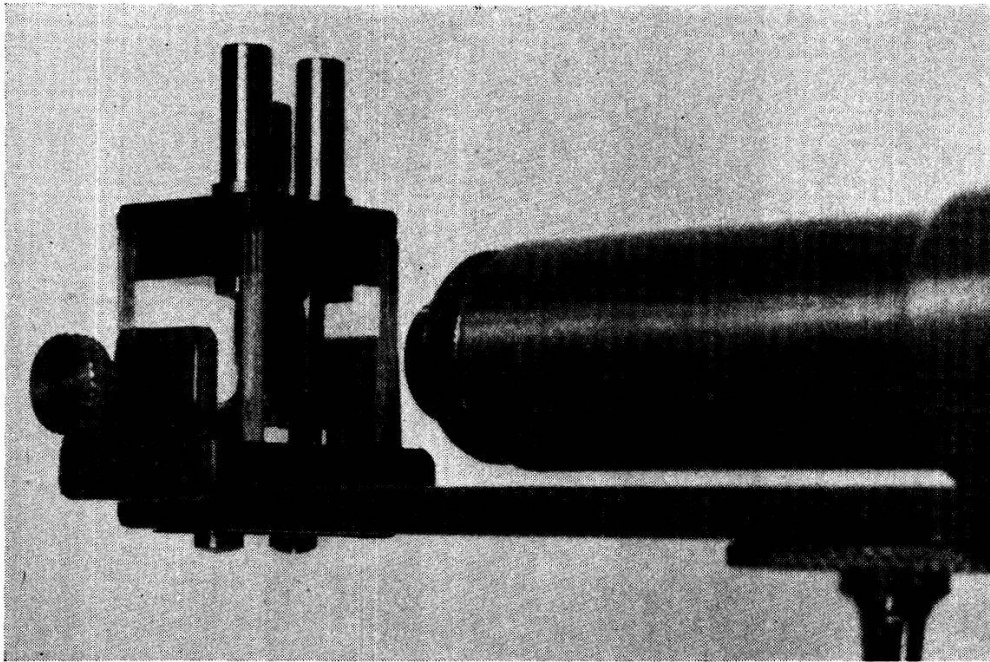


Fig. 2.

Das Flüssigkeitsvoltmeter.

ganze Skala von 100 Teilen hervorbringt, zu 2810 Volt. Dieser Wert wurde mittels eines Braunschen Elektrometers verifiziert.

Das Voltmeter unterscheidet sich von den übrigen Konstruktionen durch das Fehlen von beweglichen festen Teilen. Die Verwendung von subtil gelagerten Zeigern und Nadeln oder von feinen Fäden fällt hier weg. Das Instrument ist daher trotz seiner Kleinheit robust. Sowohl die Nullstellung als die Eichung sind stabil. Es besitzt eine sehr kleine Kapazität und damit hohe Ladungsempfindlichkeit. Es kann dementsprechend auch für hochfrequente Wechselspannung benützt werden. Die Einstellung erfolgt rasch, so dass auch Spannungsänderungen leicht verfolgt werden können.

Die Isolationsprüfung ergab, dass das Voltmeter eine Ladung in etwa 1 Minute zur Hälfte verliert. Die Entladung erfolgt zunächst

bei hohen Spannungen etwas rascher, als dem Ohmschen Gesetz entspricht, folgt dann aber der Beziehung  $V_t = V_0 e^{-\frac{t}{CW}}$ . Für  $CW$  wurden Werte von der Größenordnung von  $100''$  erhalten. Daraus ergibt sich unter der Annahme von  $C = 2 \text{ pF}$  für  $W : 0,5 \cdot 10^{14}$  Ohm.

Der Messbereich des Voltmeters kann innert weiter Grenzen variiert werden, 1. durch Verwendung verschiedener Mikroskopver-

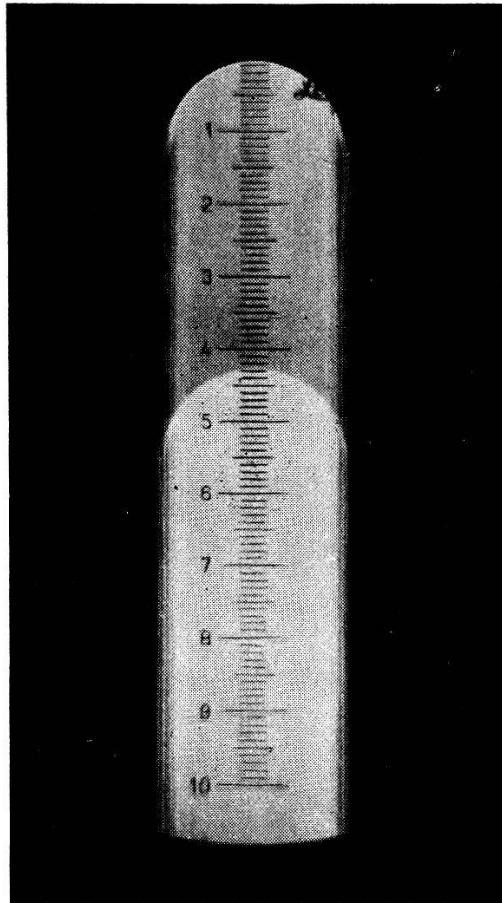


Fig. 3.

Gesichtsfeld des Voltmeters bei den Spannungen 0 und 1830 Volt.

größerungen, 2. durch Veränderung des Plattenabstandes, 3. durch Verwendung von Flüssigkeiten verschiedener D.K. So wurde ein zweites gleiches Voltmeter, aber mit dem kleineren Plattenabstand von 0,84 mm hergestellt und mit Nitrobenzol, das die hohe D.K. von 36,4 besitzt, gefüllt. Da hier der Messbereich von 0 bis 460 Volt reichte, konnten jetzt wesentlich kleinere Spannungen gemessen werden. Nebenbei bemerkt, wurde aus dem Vergleich der Messempfindlichkeit beider Instrumente die D.K. des verwendeten Öles zu 2,0 bestimmt. Das Nitrobenzol erwies sich jedoch nicht als geeignete

Voltmeterflüssigkeit, da infolge einer gewissen Leitfähigkeit Veränderungen eintraten, so dass zur Erzielung zuverlässiger Steighöhen der Flüssigkeitsmeniskus gelegentlich durch Neigen des Gefäßes erneuert werden musste. Zweifellos lässt sich im Bestreben, das flüssige Voltmeter für möglichst kleine Spannungen (für einige hundert Volt) brauchbar zu machen, noch einiges erreichen durch Verkleinerung des Plattenabstandes und Anwendung stärkerer Mikroskopvergrößerung. Besonders günstig würde sich aber die Verwendung einer Flüssigkeit hoher D.K. mit gleichzeitig hoher Isolation auswirken. Bezeichnet man mit  $\epsilon$  die D.K. derselben, und mit  $\epsilon_0$  diejenige des oben benützten Öles, so erhält man einen  $\sqrt{\frac{\epsilon-1}{\epsilon_0-1}}$  mal kleineren Messbereich, was, da  $\epsilon_0 = 2$ , gleichbedeutend ist mit dem Faktor  $\sqrt{\epsilon-1}$ .

Zum Schluss sei noch auf die Möglichkeit hingewiesen, die quadratische Abhängigkeit der Steighöhe von der Spannung abzuändern. Man hat nur den Elektrodenabstand durch Schrägstellen der Kondensatorplatten oder durch Verwendung entsprechend gekrümmter Elektrodenflächen mit der Höhe variabel zu machen. Von Interesse wäre zum Beispiel die Herstellung eines Elektrodenprofils mit linearer Abhängigkeit der Spannung von der Steighöhe.

Physikalisches Institut der Universität Bern.

---