

## Über Elektrometer von hoher Empfindlichkeit.

Von

A. KLEINER.

---

Seitdem von Heraeus Platinfäden hergestellt werden, deren Dicke bis zu 0,001 mm heruntergeht, konnte man daran denken, durch Verwendung derselben als Aufhängefäden in Elektrometern die Empfindlichkeit dieser Messinstrumente erheblich zu erhöhen und dabei zugleich den Vorteil metallischer Zuleitung sich zu Nutze zu machen. Der hygroskopische Quarzfaden, wie er als Aufhängefaden im Dolezalekschen Instrument verwendet wird, hat den Nachteil, einen sehr grossen Widerstand aufzuweisen, sodass die Ladezeit ganz erheblich werden kann. Folge davon ist, dass die Elektrometernadel zeitlich rasch ablaufende Potentialänderungen, wie sie z. B. bei elektrischen Schwingungen vorkommen, nicht als solche aufnehmen kann; legt man aber das zu messende Potential an die Quadranten, so bleibt das Potential der geladenen Nadel nicht konstant, sondern ihre Ladung. Diese Umstände können die Deutung gemachter Ablesungen erheblich erschweren, sie machen die Verwendung metallischer Aufhängung wünschbar, um so mehr, als die neuesten Wollastondrähte bezüglich Feinheit und in ihren elastischen Eigenschaften dem Quarzfaden nicht nachstehen.

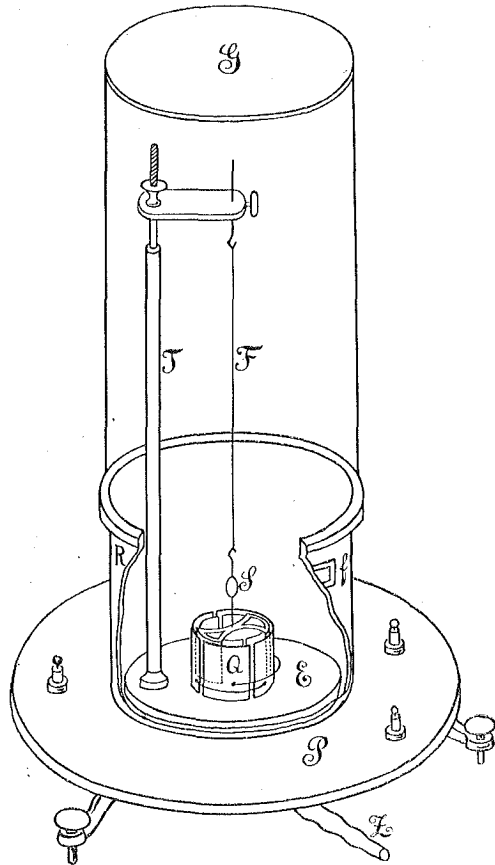
Fäden von 0,01 und auch noch von 0,007 mm Dicke kann man in dem gebräuchlichen empfindlichen Elektrometer Dolezalekscher Form statt des Quarzfadens ohne weiteres verwenden; aber schon mit dem 0,007 mm Faden wird, bei einer Länge von beiläufig 10 cm, die Schwingungsdauer und namentlich auch die Dämpfung so erheblich, dass ballistische Beobachtungen nicht mehr ausführbar sind. Will man also die Empfindlichkeit des Elektrometers durch Reduktion der Dicke oder Vergrösserung der Länge des Aufhängefadens steigern, so müssen, um das Instrument brauchbar zu machen, gleichzeitig Schwingungsdauer und Dämpfung herabgesetzt werden; beides kann erreicht werden durch solche Reduktion der Dimensionen der Papiernadel, dass dadurch das Trägheitsmoment vermindert wird; um aber die Dämpfung noch weiter zu reduzieren, empfiehlt es sich,

das Elektrometer evacuirbar oder zur Füllung mit Wasserstoff geeignet zu machen. Unter Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte gelingt es, Elektrometer zu konstruieren, welche  $10^{-6}$  Volt indizieren.

Das Requisite der Evacuierbarkeit des Instruments hat mich veranlasst, die Gestalt der Quadranten und der Nadel von der bisher gebräuchlichen abweichend zu wählen, und zwar so, dass die Notwendigkeit, die Quadranten aufklappbar zu machen, in Wegfall kommt; dies wird erreicht, indem man die Quadranten und die wirksamen Teile der Nadel vertikal stellt, was zugleich die Übersicht über die gegenseitige Orientierung von Quadranten und Nadel in wünschbarer Weise erleichtert.

Die Einrichtung des compendiösen Instruments ist aus nebenstehender schematischer Figur, deren Dimensionen halber natürlicher Grösse entsprechen, ersichtlich.

Auf der Grundplatte *P* ist die Ebonitscheibe *E* befestigt, auf dieser die Quadranten *Q*, zwei konzentrische, durch zwei Schnitte getrennte Rohrstücke, ferner ein Träger *T* für das Gehänge; dasselbe trägt am Platinfaden *F* den Spiegel *S* und die symmetrisch zu den Quadrantenschnitten schwebende Nadel aus papierdünnem Aluminiumblech, deren vertikale zylindrische Flügel (punktiert angedeutet) in den Hohlraum der Quadranten hineingreifen; das ganze Gehänge wiegt 0,08 gr.



Die Glocke, welche diese wesentlichen Elektrometerteile überdeckt, besteht aus zwei Teilen: Einem luftdicht auf der Grundplatte aufsitzenden Metallring *R*, welcher äussere elektrische Einflüsse abschirmt und das Fenster *f* enthält; auf diesen Ring ist die kleine Glasglocke *G* dicht aufgesetzt, welche die Einsicht über Quadranten und Nadel ermöglicht und ohne Schwierigkeit am Deckel mit einer Vorrichtung versehen werden kann, um die Nadel von aussen, bei

geschlossenem Instrument, richtig einzustellen. Ins Innere dieser Glocke münden von unten her die Zuleitung  $Z$  zu den Evacuationsvorrichtungen, ebenso die isoliert eingeführten Verbindungen der Klemmen mit Quadranten und Nadel.

Die Kapazität des Instrumentes ist entsprechend den Dimensionen klein; betreffend Empfindlichkeit haben die ersten Beobachtungen gezeigt, dass unter Verwendung eines 10 cm langen, 0,003 mm dicken Fadens bei idiostatischer Ladung mit 1 Volt bei einem Skalenabstand von ca. 2 m ein Ausschlag von annähernd 1000 Skalenteilen erfolgt (ganze Skale); bei heterostatischer Schaltung, unter Verwendung einer Ladebatterie von 100 Volt, und wenn man Bruchteile von Skalenteilen als schätzbar erachtet, müssten also annähernd  $10^{-6}$  Volt messbar sein.

#### Nachweis elektrischer Kraft im magnetischen Strom.

Das vorstehend beschriebene Instrument fand eine erste Anwendung zum Nachweis elektrischer Kraft, hervorgerufen durch magnetischen Strom im ungeschlossenen Leiter.

So bekannt die Wirkung dieser elektrischen Kraft im geschlossenen Leiter als Induktionsstrom ist, so schwierig ist die Untersuchung derselben mit elektrostatischen Mitteln<sup>1)</sup>. Es wurden folgende Beobachtungen ausgeführt.

Die Enden einer zwischen zwei Elektromagnetpolen aufgestellten Drahtspule wurden mit den Quadranten (das eine Paar an Erde) verbunden, die Nadel geladen mit vier Akkumulatoren. Während des Entstehens oder Verschwindens des magnetischen Feldes werden in der Spule die entgegengesetzten Elektrizitäten in entgegengesetzten Richtungen gegen die Enden der Spule angetrieben, vereinigen sich aber sofort wieder, wenn der variable Zustand des magnetischen Feldes abgelaufen ist; die elektrische Kraft bewirkt also im Spulendraht nur eine kurze Zuckung der elektrischen Verteilung; diese bewirkt aber einen beobachtbaren Ausschlag am Elektrometer (20 bis 30 Skalenteile) und zwar von entgegengesetztem Zeichen beim Schliessen oder Öffnen des den Elektromagneten erregenden Stromes. Ausschläge von gleichem Betrag treten auf beim Einführen der Spule ins magnetische Feld oder beim Entfernen aus demselben. Durch Beobachtungen dieser und ähnlicher Art scheint die Möglichkeit geboten, elektrische Kräfte direkter nachzuweisen als es bisher geschehen ist durch Beobachtung ihrer Wirkungen im geschlossenen Leiter mit Hilfe des Galvanometers.

Zürich, 19. April 1906.

<sup>1)</sup> Vgl. Grotrian, *Drudes Annalen* 6; p. 794.