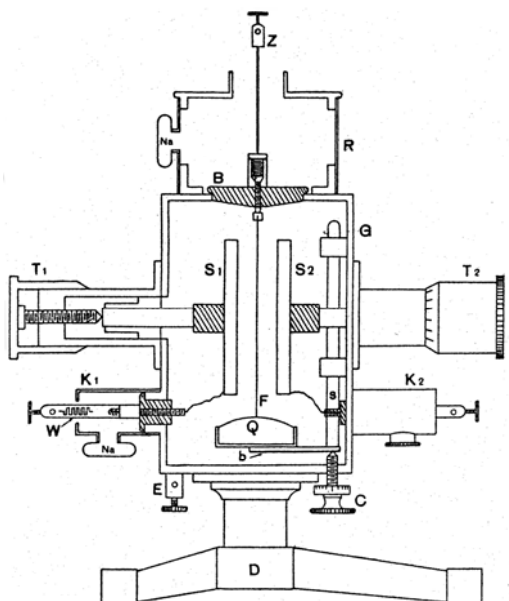


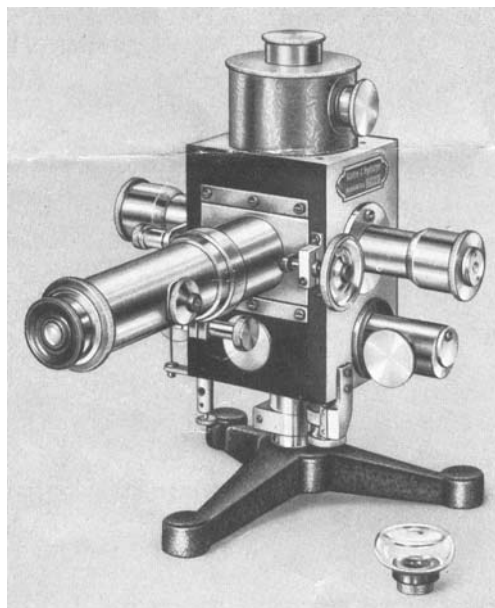
Einfadenelektrometer

nach Theodor Wulf

Herstellung und Vertrieb: Günther & Tegetmeyer



Schnitzzeichnung Wulf-Einfadenelektrometer Mod. I
Abb.: G&T Gerätebeschreibung Liste 200/01



Wulf-Einfadenelektrometer (ca 1938)
Foto: Archiv Fricke

Das Elektrometer besteht aus einem Gehäuse [G], in dem ein feiner ($2\ \mu\text{m}$) Wollastonfaden¹ [F] vertikal ausgerichtet ist. Er ist oben an einem Bernsteinisolator [B] und unten an einer Quarzschlinge [Q] befestigt und dadurch elastisch gespannt. Die Fadenspannung wird durch die an der Unterseite des Gehäuses befindlichen Schraube [C] und die Stange [S] reguliert; Anschläge begrenzen eine zu weitgehende Spannung oder Entspannung. Der Faden befindet sich in einem elektrischen Feld, das von zwei durch Bernstein isolierten Schneiden [S₁, S₂] gebildet wird. Der Abstand der Schneiden zum Faden lässt sich durch Drehung der Mikrometerschrauben [T₁, T₂] von fast völliger Berührung bis zu 2 cm regulieren. Die Schneiden sind mit den Zuleitungen [K₁, K₂] verbunden, an die eine Hilfsspannung angelegt werden kann. Eingebaute Hochohmwiderstände [W] schützen den Faden bei einer Berührung mit den Schneiden vor dem Durchbrennen.

Für die Einstellung des Instruments auf den größtmöglichen Messbereich mussten die Schneide S₁ und der Elektrometerfaden leitend miteinander verbunden sein. Spätestens ab 1927² ging man bei Günther & Tegetmeyer dazu über, standardmäßig auf der Unterseite des Elektrometers einen Umschalthebel anzubringen, der die Verbindung S₁K₁ trennt und den Faden geräteintern an die Schneide S₁ legt. Steht der Schalthebel auf „AN“, so sind Schneide und Faden miteinander verbunden.

Die Ablesung der Fadenstellung geschieht über ein Mikroskop, das sich durch ein großes Gesichtsfeld und scharfe Randbildung auszeichnet.³ Das mit 160 Skalenteilen (in frühen Geräteausführungen 120) versehene Okularmikrometer hat den Nullpunkt in der Mitte. Das Mikroskop hat einen konstanten Abstand vom Faden, dadurch treten bei der Scharfeinstellung keine Kapazitätsänderungen ein. Die Scharfeinstellung erfolgt durch Innenfokussierung. Um den Faden auf den Nullpunkt einstellen zu können, ist der Mikroskopschlitten seitlich verstellbar. Die zur Ablesung erforderliche Beleuchtung des Fadens erfolgt über einen an der Gehäuserückseite angebrachten, allseitig schwenkbaren Spiegel, der Licht durch ein kleines Fenster an der Gehäuserückwand wirft.

Die inneren und äußeren Oberflächen sämtlicher Isolatoren können durch anschraubbare Trockengefäße [Na] mit einem Trockenmittel nachgetrocknet werden.

¹ Man verwendete zunächst Platinfäden von $6\ \mu\text{m}$ Dicke. Bei den sonst üblichen Quarz- oder Spinnfäden trat das Problem auf, dass die metallische Beschichtung durch schnelle Schwingungsbewegungen der Fäden, wie sie beispielsweise beim Messen technischer Wechselströme auftraten, abblätterten. Nachdem es der Firma Heraeus in Hanau im April 1914 gelungen war, dünne Fäden aus Aluminium zu ziehen, stieg man auf die Verwendung derartiger Fäden um. Mit der dadurch erzielten Gewichtsreduzierung ergab sich zudem eine Steigerung der Empfindlichkeit.

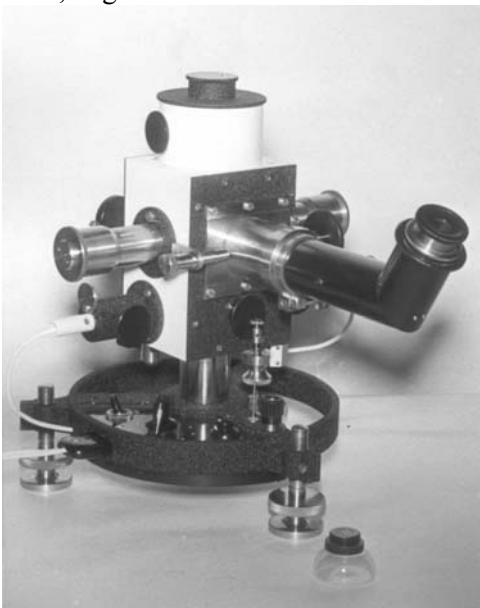
² In einer dem Physikalisch Meteorologischen Observatorium Davos am 23. April 1927 zusätzlich zur Gerätebeschreibung mitgegebenen „Bemerkung zum Einfaden-Elektrometer nach Wulf Nr. 4433“ heißt es: „In der Abhandlung ist noch nicht der Hebel erwähnt, der sich auf der Unterseite des Gehäuses an dessen linker hinterer Ecke befindet. Er dient zur Herstellung einer Verbindung zwischen dem Faden und der linken Influenzschneide. Die Verbindung besteht, wenn der Hebel auf „An“ gerückt ist.“

³ Günther & Tegetmeyer verwendete für die Optikeinrichtung Linsen der Firma Zeiss.

Das Elektrometer wird in Betrieb genommen, indem man zunächst die beiden Mikrometerschrauben möglichst weit herausgedreht und eine maximale Fadenspannung einstellt. Diese Vorkehrung sollte getroffen werden, um bei einer eventuellen Überspannung ein Anschlagen des Fadens an die Schneiden zu verhindern. Nun wird der obere Deckel [R] abgenommen, die Zuleitungsklemme [Z] in die darunter befindliche Bernsteindurchführung einschraubt und die zu messende Spannungsquelle angeschlossen. Durch die Erdklemme [E] wird das Gehäuse gut geerdet. Je nach Bedarf der Messung hat man die Wahl zwischen drei verschiedenen Grundschaltungen:

1. Mit geerdeten Schneiden: Der aufgeladene Elektrometerfaden wird von der am nächsten liegenden Schneide angezogen. Diese Schaltung ergibt die geringste Kapazität und kann auch für die Messung von Wechselspannungen ($f > 100 \text{ Hz}$) verwendet werden.
2. Mit Verbindung der linken Schneide mit dem Elektrometerfaden (bei den Instrumenten ab Baujahr 1927 über die Schalterstellung „An“ herstellbar): Diese Schaltung liefert den größten Spannungsbereich des Instruments.
3. Mit dem Einsatz einer Hilfsspannung: Über die Klemmen K_1 und K_2 wird an die Schneiden eine Hilfsspannung gelegt, die zu messende Spannung an die Zuleitung Z. Die Empfindlichkeit des Instruments lässt sich über das Verändern der Hilfsspannung in weiten Grenzen variieren.

Das Elektrometer ist ein Spannungsmesser mit sehr kleiner Kapazität (1,8 – 10 pF) und zeichnet sich durch eine große Empfindlichkeit und schnelle Fadenreaktion aus. Es gestattet die Spannung sämtlicher Gleichstromquellen zu messen, vor allem auch solcher mit sehr hohem inneren Widerstand. Es eignet sich in gewissen Grenzen auch zur Messung von Wechselspannungen. Die Empfindlichkeit kann in weiten Grenzen durch die Fadenspannung, dem Schneidenabstand, der Größe des an die Schneiden gelegten Hilfspotenzials und der beliebig zu wählenden Kombination dieser Größen eingestellt werden. Nach oben hin liegt die Grenze des Messbereichs bei etwa 600 V (in frühen Ausführungen lag sie bei 300 V). Nach unten hin erreicht man bei Anlegen eines Hilfspotenzials an den Schneiden, bequem einen Messbereich von 0,02 V; das bedeutet eine Empfindlichkeit von $0,001 \frac{\text{V}}{\text{skt}}$. Das Gewicht des Instruments liegt, je nach Ausführung, bei 2 kg bis 2,5 kg.



Wulf-Einfadenelektrometer (Spitzenmodell)

Typisch für das Spitzenmodell ist das abgewinkelte Ablesemikroskop und die im Stativfuß integrierte Einrichtung für die Hilfsspannung.

Foto: Archiv Fricke

Günther & Tegetmeyer bot das Wulf-Einfadenelektrometer in der zuvor beschriebenen Ausführung als Standardmodell an. Der Preis dafür lag vor 1918 bei 340,- bis 380,- Mark. Anfang der Dreißigerjahre lag der Preis für das Standardmodell bei 650,- RMark. Man konnte das Standardmodell auch in einer kostengünstigeren Version erhalten (um 1920 für 311,- bis 350,- Mark). Die Schneiden waren hier nicht verstellbar, die Umschaltung war nicht enthalten und das Gerät verfügte nur über ein starres Ablesemikroskop. Es gab aber auch ein so genanntes Spitzenmodell. Es war gegenüber der Standardausführung mit einem abgewinkelten Mikroskopokular ausgestattet und in dem Stativfuß war eine Hilfsspannungseinrichtung integriert. Nach einer aus den 1920er Jahren stammenden Preisangabe kostete das Spitzenmodell 490,- bis 524,- RMark.

Zur Geschichte des Instruments

Bei der Entwicklung des Einfadenelektrometers hat Wulf das Prinzip des elastisch gespannten Elektrometerfadens von seinem Zweifadensystem übernommen. Er übertrug damit einige Vorteile des Zweifadenprinzips auf das Einfadenprinzip. Beispielsweise wurde das Instrument durch den am Quarzbügel elastisch gespannten Elektrometerfaden ohne weiteres transportfähig, unempfindlich gegen harte Stöße und im Allgemeinen auch gegen Neigung. Die elastische Befestigung verhindert ferner ein Reißen des Fadens, falls dieser bei sehr lockerer Spannung an die Schneiden anspringen sollte. Die Ausarbeitung des Elektrometers hatte Wulf 1912 Günther & Tegetmeyer übertragen.⁴

⁴ In einer Beschreibung des Instruments in der ZS für Instrumentenkunde heißt es, das Elektrometer sei bereits 1909 bei G&T gebaut worden. In der Literatur finden sich jedoch erst ab 1914 Beschreibungen.

Wulf selbst schreibt in einer Abhandlung von 1914, er habe „bereits“ vor zwei Jahren mit einem derartigen Instrument Messungen durchgeführt.