

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 5 (1914)  
**Heft:** 6

**Artikel:** Das Ionometer und seine Verwendung zur Messung von Radium- und Röntgenstrahlen  
**Autor:** Greinacher, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1056629>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 25.12.2024

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

# BULLETIN

## ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Erscheint monatlich mit den Jahres-Beilagen „Statistik der Starkstromanlagen der Schweiz“ sowie „Jahresheft“ und wird unter Mitwirkung einer vom Vorstand des S. E. V. ernannten Redaktionskommission herausgegeben.

Alle den Inhalt des „Bulletin“ betreffenden Zuschriften sind zu richten an das

Generalsekretariat

des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins,  
Neumühlequai 12, Zürich 1 - Telephon 9571

Alle Zuschriften betreffend Abonnement, Expedition und Inserate sind zu richten an den

Verlag: Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei  
A.-G., Zürich

Bahnhofstrasse 61, Zürich I (Telephon 6741)

Publié sous la direction d'une Commission de Rédaction nommée par le Comité de l'A. S. E.

Ce bulletin paraît mensuellement et comporte comme annexes annuelles la „Statistique des installations électriques à fort courant de la Suisse“, ainsi que l'„Annuaire“.

Prière d'adresser toutes les communications concernant la matière du „Bulletin“ au

Secrétariat général

de l'Association Suisse des Electriciens  
Neumühlequai 12, Zurich 1 - Téléphone 9571

Toutes les correspondances concernant les abonnements, l'expédition et les annonces, doivent être adressées à l'éditeur:

Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei S. A.  
Zurich

Bahnhofstrasse 61, Zurich I (Téléphone 6741)

Abonnementspreis

für Nichtmitglieder inklusive Jahresheft und Statistik:  
Schweiz Fr. 15.—, Ausland Fr. 25.—.

Einzelne Nummern vom Verlage Fr. 1.50 plus Porto.

Prix de l'abonnement annuel (gratuit pour les membres de l'A. S. E.), y compris l'Annuaire et la Statistique, Fr. 15.— pour la Suisse, Fr. 25.— pour l'étranger.

L'éditeur fournit des numéros isolés à Fr. 1.50, port en plus.

V. Jahrgang  
V<sup>e</sup> Année

Bulletin No. 6

Juni 1914  
juin 1914

## Das Ionometer und seine Verwendung zur Messung von Radium- und Röntgenstrahlen.

Von Privatdozent Dr. H. Greinacher.

### § 1. Prinzip des Apparates.

Im folgenden sei ein Apparat beschrieben, der die Ionisierung in Gasen direkt abzulesen erlaubt und daher unmittelbar zur Messung von Radium- und Röntgenstrahlen verwendet werden kann. Ueber den Apparat, der seit Anfang 1912 bekannt gegeben ist, habe ich seiner Zeit schon in Kürze berichtet.<sup>1)</sup> Der Konstruktion liegt das Prinzip der Bronsonschen Messanordnung zu Grunde. Während letztere aber infolge der nötigen Apparateaufstellung nur in der Laboratoriumspraxis Verbreitung finden konnte, ist die Anordnung an dem neuen Apparat so modifiziert, dass man ein überall verwendbares, kompensiöses Ganzes bekommt.

Das Prinzip ist aus Fig. 1 ersichtlich. In einem Metallgehäuse  $G$  befindet sich ein Luftkondensator  $L$ , bestehend aus den beiden Platten  $P_1 P_2$ . Letztere sind auf der einander zugewandten Seite mit einer konstant radioaktiven Substanz überzogen. Um die Luftionisierung auf den Zwischenraum zu beschränken, ist die Platte  $P_2$  mit einem ringförmigen Aufsatz  $R$  versehen. Die Platte  $P_2$  ist in Verbindung mit einer Gleichstromquelle, deren anderer Pol mit dem Gehäuse verbunden ist. Die Platte  $P_1$  bildet in Gemeinschaft mit dem Elektroskop  $E$  und dem Zerstreungsstift  $Z$  ein für sich isoliertes System. Zieht man die Schutzbacken  $S$  auseinander, so lädt sich dieses System ohne weiteres durch den Luftwiderstand  $L$  auf das Potential der Platte  $P_2$  auf. Wird jetzt die Luft um  $Z$  herum ionisiert, so fliesst ein Strom von  $Z$  nach der Umgebung bzw. dem Gehäuse. Das Potential des Systems sinkt. Zugleich aber entsteht zwischen  $P_1$  und  $P_2$  eine Potentialdifferenz, die zu einem Strom von  $P_2$  nach  $P_1$  Anlass gibt. Ein Gleichgewichtszustand wird erreicht, wenn der zu mes-

<sup>1)</sup> Radium in Biologie und Heilkunde, 2. 137. 1913.

sende, von  $Z$  ausgehende Strom gleich ist dem Strom im Luftwiderstand  $L$ . Man erhält daher eine Dauereinstellung am Elektrometer  $E$ ; und zwar gehen die Blättchen um so näher zusammen, je stärker der Ionisierungsstrom. Dem Strom 0 entspricht der grösste am Instrument beobachtbare Ausschlag.

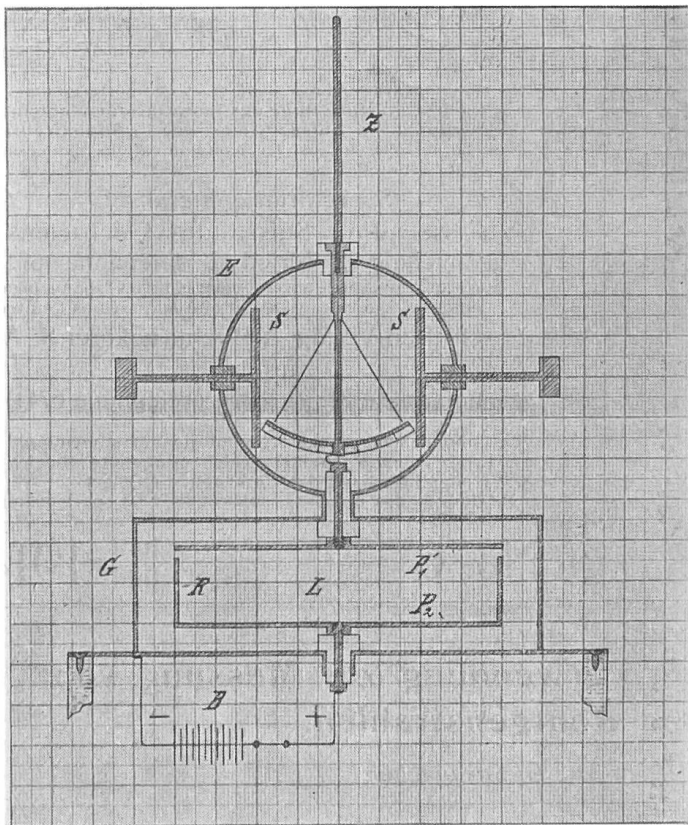


Fig. 1.

Ein weiterer Unterschied betrifft die Verwendung des Luftwiderstandes. Bei der Bronsonschen Messanordnung wird darauf Wert gelegt, dass der Luftwiderstand dem Ohmschen Gesetz folgt, was nur dann erfüllt ist, wenn am Luftwiderstand kleine Potentialdifferenzen vorhanden sind. Zur Messung musste man demgemäss ein empfindliches Quadrantelektrometer verwenden. Dadurch wurde allerdings erreicht, dass die Ausschläge direkt proportional den zu messenden Strömen waren.

Bei Verwendung von Elektroskopen bzw. Elektrometern ohne Hilfsladung ist keine Proportionalität mit der Spannung und damit auch nicht mit den zu messenden Strömen vorhanden. Da diese Instrumente an und für sich schon geeicht werden müssen, ist es daher ohne Belang, ob der Luftwiderstand dem Ohmschen Gesetz folgt. Bei der Messung mit dem Ionometer wird der Luftwiderstand tatsächlich auch bis zu Spannungen von 100 und mehr Volt beansprucht.

## § 2. Praktische Durchführung.

Der definitive Apparat, der von der *Siemens & Halske A.-G.* gebaut wird, enthält in einem Holzkasten vereinigt (Fig. 2) ein Exnersches Elektroskop (Beobachtung mit Lupe oder objektiv) und einen Luftwiderstand. Letzterer besteht aus Platten die mit  $U_3 O_8$  gleichmässig bedeckt sind. Von der Grösse dieses Luftwiderstandes hängt sowohl die Empfindlichkeit des Instrumentes als auch — im Verein mit der Kapazität des Systems — die Einstellungsgeschwindigkeit des Elektroskops ab. Letzere beträgt Bruchteile einer Minute.

Als eigentliches Messgerät kann ein gewöhnliches Blattelektroskop oder sonst ein entsprechendes Zeigerinstrument verwendet werden. Statt des Zerstreusstiftes  $Z$  kann ferner eine besondere Ionisierungskammer aufgesetzt werden (siehe § 4.) Die Gleichstromquelle wird geliefert entweder durch eine Trockenbatterie von mindestens 200 Volt, oder durch ein Gleichstromnetz.

Die Einrichtung des Apparates unterscheidet sich wie ersichtlich, von der Bronsonschen Messanordnung prinzipiell dadurch, dass man das Elektrometer nicht dem Luftwiderstand, sondern der Ionisierungskammer bzw.  $Z$  und Gehäuse parallel legt.

Infolgedessen misst man hier Spannungen, die ohne weiteres mit einem Blättchenelektroskop gemessen werden können. Auf diese Weise wird die Verwendung eines empfindlichen Quadrantelektrometers mit zugehöriger Hilfsbatterie entbehrlich, und es wird so möglich, die ganze Messanordnung zu einem einfachen handlichen Apparat zu vereinigen.

Eine spezielle Ausführungsform des Apparates ist vorgesehen zur Messung stärkerer Ionisierungsströme, wie man sie bei Röntgenstrahlen erhält. Hier kann der Widerstand kleiner gemacht werden (Radiumbelegung, Flüssigkeitswiderstand), wodurch eine sofortige Einstellung des Apparates erzielt wird. Die vorliegende Ausführungsform ist ihrerseits geeignet zur Beobachtung schwacher Ionisierungen z. B. kleiner Emanationsmengen.

Vom eigentlichen Apparat getrennt ist die Stromquelle. Als solche dient eine Trockenbatterie oder ein Gleichstromnetz von 220 Volt; auch die gleichzeitige Verwendung eines Gleichstromnetzes von 110 Volt und einer Batterie von 110 Volt ist vorgesehen. Durch eine besondere Gleichrichteranordnung ist es ferner möglich, den Apparat an ein Wechselstromnetz von 100—200 Volt anzuschliessen.

### § 3. Eichung des Ionometers.

Die Eichung ist etwas verschieden, je nachdem man den Apparat mit aufgestecktem Zerstreungsstift oder zusammen mit einer Ionisierungskammer verwendet. In ersterem Fall ist das Luftvolumen, das Ionen zur Stromleitung liefert, nicht eigentlich begrenzt. Auch sind die Stromverhältnisse in verschiedenen Entfernungen vom Stift ganz verschieden. Man wird also aus dem gemessenen Ionisierungsstrom nicht direkt auf die Ionisierung der Luft (etwa Sättigungsstrom in Mache-Einheiten pro Liter Luft) schliessen können. Wohl aber kann man den gemessenen Ionisierungsstrom vergleichen mit dem Strom, den man bekommt, wenn man bei derselben Ionisierung statt des Zerstreungsstiftes eine Ionisierungskammer aufsetzt. In dieser ist dann einerseits das Luftvolumen bekannt und andererseits praktisch Sättigungsstrom vorhanden. Als Ionisierungskammer kann etwa ein Apparat wie der in § 4 beschriebene verwendet werden. Man kann auch in einfacher Weise eine Ionisierungskammer herstellen, indem man über den Zerstreungsstift einen Zylinder aus massivem Metall oder aus Drahtnetz setzt. Der Ionisierungsstrom fliesst dann vom Stift nach der Zylinderwandung.

Hat man nun das Ionometer mit einer Ionisierungskammer auf Mache-Einheiten pro Liter Luft geeicht, so kann man die Eichung auch ohne weiteres für den Zerstreungsstift ausführen. Man macht nur eine zusammengehörige Serie von Beobachtungen, indem man immer den Ausschlag bei einer bestimmten Ionisierung (Radiumbestrahlung) einmal mit Zerstreungsstift und einmal mit Ionisierungskammer beobachtet.

Zu bemerken bleibt immerhin, dass man gute Resultate mit dem Zerstreungsstift nur in Luft von geringem Staubgehalt erhält. Die infolge des Staubes vermehrte Wiedervereinigung der Ionen wird sonst eine zu geringe Stromstärke ergeben.

Die Eichung des Ionometers auf absolute Strom- bzw. auf Mache-Einheiten kann verschieden ausgeführt werden. Da der zu messende Ionisierungsstrom gleich ist dem im Luftwiderstand fließenden Strom, so genügt es, den Luftwiderstand zu eichen. Man legt zu diesem Zweck verschiedene Spannungen an den Luftwiderstand an und misst die zugehörigen Ströme. Wir erhalten so eine Eichkurve für den Luftwiderstand  $i = f(V_2 - V_1)$ , wobei  $V_2 - V_1$  die Potentialdifferenz zwischen den Kondensatorplatten  $P_2 P_1$  bedeutet. Ueberdies wird noch die Spannungseichkurve des Elektroskops aufgenommen. Damit kennt man auch  $\alpha = g(V_1)$ . Unter Berücksichtigung, dass  $V_2$  konstant gleich 220 Volt ist, kann man aus den beiden Kurven die zusammengehörigen Werte von  $i$  und  $\alpha$  entnehmen, bzw. eine neue Kurve zeichnen:  $i = \psi(\alpha)$ .

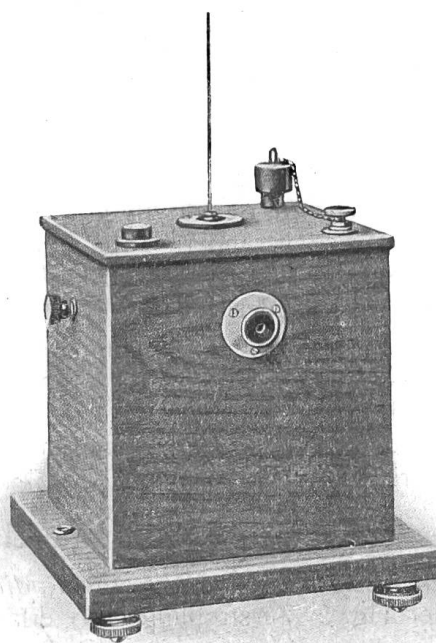


Fig. 2.

Diese Kurve kann man auch ohne Eichung des Luftwiderstandes erhalten. Zu diesem Zweck setzt man auf das Ionometer eine Ionisierungskammer auf und bestrahlt diese (am besten aus grösserer Entfernung) mit Radium oder Röntgenstrahlen. Nach irgend einer anderen geeichten Messanordnung sei nun der im Ionisierungsgefäss fließende Ionisierungsstrom bekannt. Am Ionometer beobachtet man ferner die entsprechende Einstellung. Diese zwei zusammengehörigen Werte von  $i_0$  und  $\alpha_0$  genügen nun, um die ganze Eichkurve  $i = \psi(\alpha)$  abzuleiten. Hierzu ist nur nötig, dass man die Bestrahlung in der Ionisierungskammer in messbarer Weise verändern kann. Da sich dann die Ionisierungsströme in derselben messbaren Weise ändern und damit bekannt sind, so hat man nur die zugehörigen Einstellungen  $\alpha$  am Ionometer abzulesen.

Die Strahlenintensität kann in messbarer Weise verändert werden durch Abstandsänderung des Radiumpräparats, wobei die Intensität innert weiter Grenzen umgekehrt dem Quadrat des Abstandes proportional gesetzt werden darf, oder man verwendet auswechselbare Blenden vor der Ionisierungskammer. Am bequemsten ist die Verwendung einer geeichten Irisblende (siehe § 4).

#### § 4. Anwendung des Ionometers.

*Messung von Radium und Radiumemanation.* Das Instrument in der Ausführungsform der Fig. 2 (Zerstreuungsstift) erlaubt direkt irgendwelche Ionisierungseffekte zu beobachten und zu demonstrieren (Radiumstrahlen, lichtelektrischer Strom, Ionisierung durch chemische Reaktionseffekte etc.). Um radioaktive Gase zu untersuchen, kann man auf den Apparat eine zylindrische Metallkanne luftdicht aufschrauben. Zwei Hähne dienen zur Einführung des emanationshaltigen Gases.

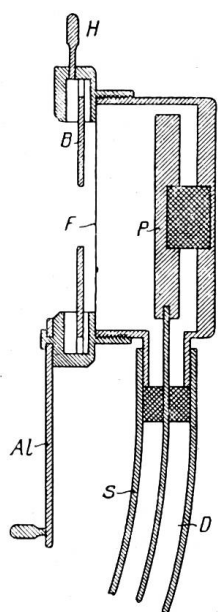


Fig. 3.

Hat man den Emanationsgehalt in freier Luft zu bestimmen, z. B. in Radiumemanatorien, so stellt man den Apparat einfach mit aufgestecktem Zerstreuungsstift in die betreffende Atmosphäre hinein. Der Ausschlag am Ionometer gibt dann ein direktes Mass für den Emanationsgehalt pro Liter Luft. Um den Emanationsgehalt innert weiter Grenzen messen zu können, werden dem Apparat zwei Zerstreuungsstifte von 15 cm und 30 cm Länge beigegeben. Da das Exnersche Elektroskop 2 Blättchen besitzt, kann die Skale so geteilt werden, dass die Ablesungen am einen Blättchen für den kürzeren, am andern für den längeren Zerstreuungsstift gelten. Die Eichung des Apparates als Emanationsmesser kann in der gleichen Weise wie § 3 beschrieben, ausgeführt werden, da man die Emanationsmengen in Stromeinheiten pro Liter Luft angibt. Man kann aber auch so vorgehen, dass man den Apparat in eine Atmosphäre von variablem Emanationsgehalt stellt, welchen letzteren man auf irgend eine andere Art, z. B. mit einem Fontaktometer nach *Mache* und *Meyer* bestimmt.

Um eine Ablagerung von aktivem Beschlag auf dem Zerstreuungsstift möglichst zu vermeiden, ist das System mit dem positiven Pol der Gleichstromquelle verbunden.

Der Apparat kann auch zur Messung von Radiummengen nach der  $\gamma$ -Strahlenmethode verwendet werden, in ähnlicher Weise wie dies bereits bisher unter Benützung der Bronsonschen Messanordnung geschehen ist.<sup>3)</sup> Man wird zu diesem Zweck ein passendes Ionisierungsgefäss mit Blei- oder Zinkfenster verwenden und im übrigen durch eine dicke Bleiwand dafür sorgen, dass keine störenden Strahlen in das Ionometer selbst eindringen.

*Verwendung als Röntgendosimeter.* Das Ionometer kann in der Ausführungsform mit Zeigerablesung und rascher Einstellungsdauer ohne weiteres als Röntgendosimeter ver-

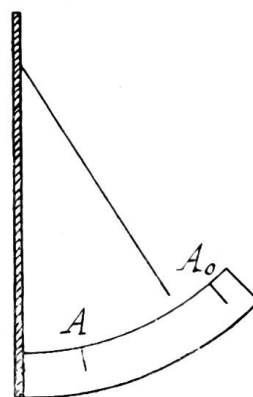


Fig. 4.

<sup>3)</sup> E. Rutherford und Chadwick, Proc. Roy. Soc. Lond. 14. 141. 1912. J. V. Hess, Verhdlg. der Deutsch. Physik. Ges. 15. 1014. 1913.



wendet werden. Sowohl Intensität als mittlere Härte der Röntgenstrahlen können am Apparat abgelesen werden. Um diese beiden Grössen, die im Verein mit der Bestrahlungszeit die Dosis bestimmen, an irgend einer Stelle zu messen, wird auf das Ionometer ein Zusatzapparat aufgeschraubt. Dieser besteht eines Teils aus einer kleinen Ionisierungskammer (Fig. 3), andernteils aus einer isolierten Zuleitung  $D$ , die sich in einem biegsamen Metallschlauch  $S$  befindet. Die zu messenden Strahlen werden durch die verstellbare Blende  $B$  (Irisblende oder Schiebeblende) in die Ionisierungskammer eingelassen. Eine dünne Aluminiumfolie  $F$  (0,01 mm) einerseits und die Auffängerplatte  $P$  andererseits begrenzen den Ionisierungsraum. Vermittels des Hebels  $H$  kann die Oeffnung der Blende und damit das einfallende Strahlenbündel in messbarer Weise verändert werden. Ein Al-Plättchen  $Al$  von 1 mm Dicke wird bei der Härtebestimmung vor die Blende  $B$  geschoben.

Die Messung von Intensität und Härte zugleich kann nun in folgender einfacher Weise ausgeführt werden. Am Zeigerinstrument (Fig. 4) bedeute  $A_0$  die Einstellung, wenn kein Strom fliesst (ohne Röntgenstrahlen).  $A$  sei eine zweite beliebige Marke, die einem gewissen Ionisierungsstrom entspricht. Man reguliert nun die Blendenöffnung  $B$  bei allen Messungen stets derart, dass immer derselbe Ionisierungsstrom entsteht, dass das Ionometer also auf die Marke  $A$  einsteht. Es verhalten sich dann die Strahlenintensitäten direkt umgekehrt proportional der Blendenöffnung. Eine Teilung an der Hebelführung  $H$  wird also ohne weiteres die Intensitäten angeben. Die zugehörige Strahlenhärte erhält man einfach dadurch, dass man das Al-Plättchen  $Al$  vor die Blende schiebt. Je stärker die Strahlen im  $Al$  absorbiert werden, umso kleiner wird der Ionisierungsstrom, umso mehr nähert sich dann also die Zeigerstellung des Ionometers der Nullstellung  $A_0$ . Das Intervall zwischen  $A$  und  $A_0$  kann somit direkt in Härtegrade eingeteilt werden.

Es ist leicht ersichtlich, dass das Messverfahren auch so modifiziert werden kann, dass man etwa die Intensitäten am Zeiger abliest und die Härte durch die Blendengrösse bestimmt. Erwünscht bleibt eine rationelle Wahl der Einheiten für Intensität und Härte, nachdem es nun auf Grund eines einfachen Messapparats auch für den Röntgenologen möglich ist, diese Grössen genau zu messen. Betreffs der Härteangaben wird man sich vielleicht der zweckmässigen, bereits in die Praxis eingeführten Angabe der Halberungsdicken (für  $Al$ ) anschliessen. Die Intensität könnte man direkt in absoluten Strom- oder Mache-Einheiten pro Liter Luft ausdrücken. Dabei ist allerdings nicht zu vergessen, dass solche Intensitätswerte nur im Verein mit der Härteangabe eine Bedeutung haben können.

