Zeitschrift: Helvetica Physica Acta

Band: 9 (1936)

Heft: VII

Artikel: Der Funkenzähler als Netzanschlussgerät zur Zählung von Korpuskeln und Photonen

Autor: Greinacher, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-110649

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 29.12.2025

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

Der Funkenzähler als Netzanschlussgerät zur Zählung von Korpuskeln und Photonen

von **H. Greinacher.**

(15. VII. 36.)

Beschreibung.

Vor kurzem habe ich einen neuen Zähler für Korpuskeln und Photonen beschrieben[1]), dessen Prinzipschaltung hier nochmals wiedergegeben sei (Fig. 1). Eine Stromquelle (z. B. eine Batterie B) ist über einen Hochohmwiderstand W mit einer kurzen Funkenstrecke, deren eine Elektrode E_1 etwa eine Spitze sei, verbunden. In den Stromkreis ist ein Indikator I, z. B. ein Lautsprecher oder ein ballistisches Galvanometer eingeschaltet. Verwendet man eine

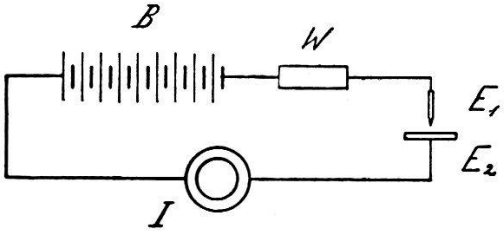

Fig. 1.
Prinzipschaltung.

Spannung, die zur Zündung einer selbständigen Entladung gerade noch nicht ausreicht (etwa 2000 Volt), so löst jedes ionisierende Strahlenteilchen (α-, β-, γ-Strahlen), das in die Funkenbahn gelangt, einen Funken aus. In gleicher Weise erhält man eine Funkenentladung auch für jedes Elektron, das man etwa an der Metallplatte E_2 lichtelektrisch auslöst.

In Fig. 2 ist nun das Schaltschema für ein gebrauchsfertiges Funkenzähleraggregat wiedergegeben. Als Spannungsquelle dient hier ein Kondensator C', der in bekannter Weise durch eine Elektronenröhre in Verbindung mit einem Transformer aufgeladen wird. Die Spannung wird dem Zählkreis CWE_1E_2I über einen Hochohmwiderstand (etwa 10^5 Ohm) W' zugeführt. Dieser dient als Sicherheitswiderstand und zugleich als Entladungswiderstand, um den Kondensator C' nach Gebrauch aperiodisch über den

---

[1]) H. Greinacher, H.P.A. **7**, 360 und 514, 1934, **8**, 89 und 265, 1935. Die Naturwissenschaften **22**, 761, 1934, und **23**, 755, 1935. Zeitschr. f. techn. Physik **16**, 165, 1935.

Schlüssel S entladen zu können. Dem Hochohmwiderstand W (10^8 Ohm) ist ein Kondensator C von 100 cm parallel geschaltet, um die Funkenintensität zu erhöhen. Der Funkenzähler selbst besteht hier aus einem kleinen Pt-Kügelchen E_1, dem in einem Abstand von ca. ½ mm eine hochglanzpolierte Eisenplatte E_2 gegenübersteht. I ist ein Lautsprecher.

Fig. 3 zeigt den fertigen Apparat, von dem man, um einen Einblick ins Innere zu gewähren, die Vorderwand abgenommen hat. Sichtbar sind der Transformer, die Gleichrichterlampe und links

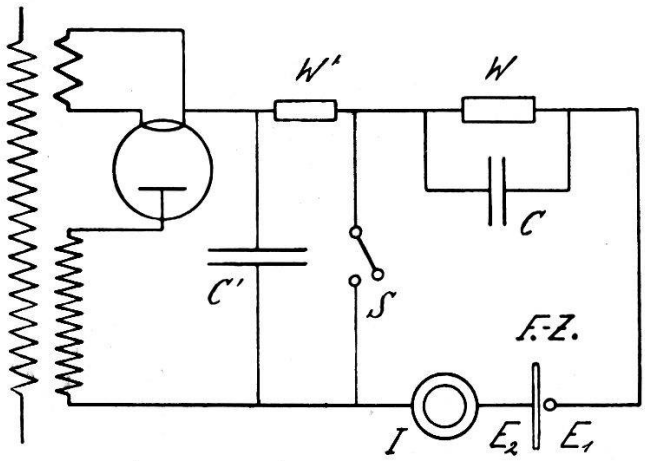

Fig. 2.
Schaltung des Netzanschlussgeräts.

das Lautsprechersystem, während die weiteren Schaltelemente auf der Unterseite des Chassis angebracht sind. Vorne angeschlossen ist ein Metallschlauch, an dessen Ende sich der kleine Zählkopf befindet (an Stativklammer befestigt). Dieser ist durch eine Metallkappe verschlossen, die sich mittels Gewinde mehr oder weniger weit herunterschrauben lässt. Dadurch kann der Funkenabstand fein reguliert werden. Man wählt diesen so, dass gerade noch keine Funken übergehen. Die Bestrahlung der Funkenstrecke durch Korpuskeln oder Photonen erfolgt durch die kleine Öffnung, die man vorn am Zählkopf bemerkt.

Wirkungsweise.

Nähert man der Zählkammer ein α-Strahlenpräparat (z. B. Polonium), so setzt die Registrierung exakt nach Unterschreitung des Reichweiteabstandes ein. Die ionisierenden Strahlen müssen also sozusagen in die Funkenbahn hinein gelangen. Das heisst, der Raum, in dem Strahlen angezeigt werden, oder das Zählvolumen ist sehr klein. Die Funkenzähler erlauben demnach eine ausserordentlich genaue Strahlenlokalisierung. Sie können z. B. ohne weiteres als Ionisationsspalt für spektroskopische Unter-

suchungen dienen. Dem kleinen Zählvolumen entsprechend sind auch die Störungen (natural disturbances) sehr gering. Zählwirkung tritt innerhalb eines gewissen Spannungsbereiches ein, der mehrere hundert Volt betragen kann. Je näher die Betriebsspannung an der Funkenspannung gewählt wird, um so mehr Teilchen werden (bei gleicher Bestrahlungsintensität) gezählt. Man wird am besten auf einen mittleren Bereich einstellen, schon da man dort auch bei Schwankungen der Netzspannung immer im Zählbereich bleibt. Dann aber hätte eine zu kleine Spannung

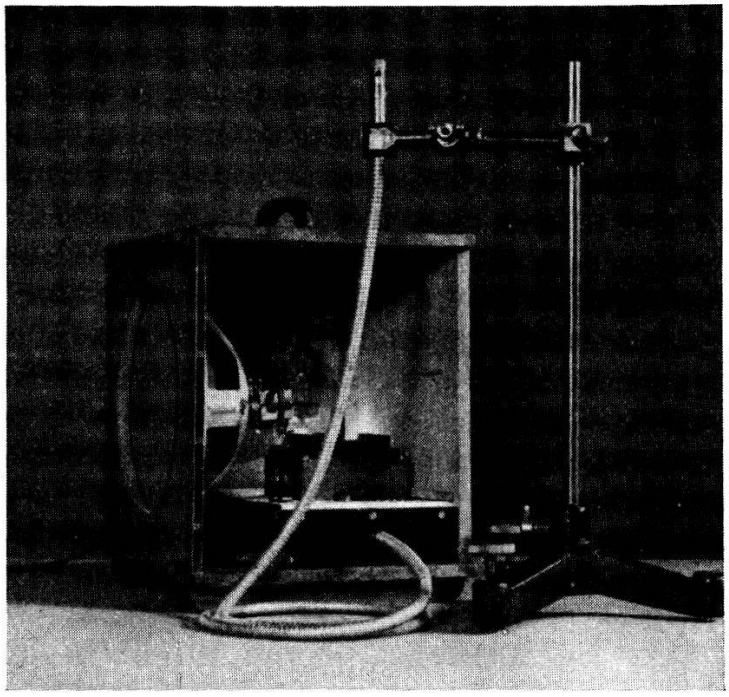

Fig. 3.
Gebrauchsfertiger Funkenzähler.

eine Verringerung der Registrierzahlen zur Folge und eine zu hohe bewirkte, dass der Zähler Nachwirkung zeigt. Das heisst, nach Entfernung der Strahlenquelle treten noch vereinzelte Funken auf (namentlich nach starker Bestrahlung).

Die Stromstösse, die man bei Bestrahlung mit α-, β- und γ-Teilchen erhält, sind alle gleich gross, desgleichen bei Photo-Elektronen, die aus der Metallplatte der Funkenstrecke ausgelöst werden. Eine Erklärung hierfür habe ich bereits seinerzeit[1]) zu geben versucht. Die Stromstösse, die sich bei den verschiedenen Bestrahlungsarten ergaben, wurden mit Hilfe eines passend geshunteten Galvanometers (Schwingungsdauer 1—2 Sek.) ge-

[1]) H.P.A. **7**, 641, 1934.

messen. Einige Registrieraufnahmen sind in Fig. 4 wiedergegeben[1]). Dass es sich hier nicht um Spitzen- sondern um Funkenentladungen handelte, war schon aus der bedeutenden Intensität der Stromstösse zu ersehen. Diese lässt sich aus den Kapazitätsverhältnissen und dem Potentialsturz an den Elektroden, der nach früheren Versuchen (H. P. A. **8**, 89, 1934) einige hundert Volt beträgt, zu 10^{-8}—10^{-7} Coulomb schätzen. Sie ist hinreichend, um in einem Lautsprecher ohne irgendwelche Verstärkereinrichtung weithin vernehmbare Knalle auszulösen. Auch sind die weisslich leuchtenden Funken ohne Verdunkelung gut sichtbar. Ihre Intensität ist so gross, dass das Funkenlicht unmittelbar zur photographischen Registrierung benützt werden kann. Bringt man vor dem Zähl-

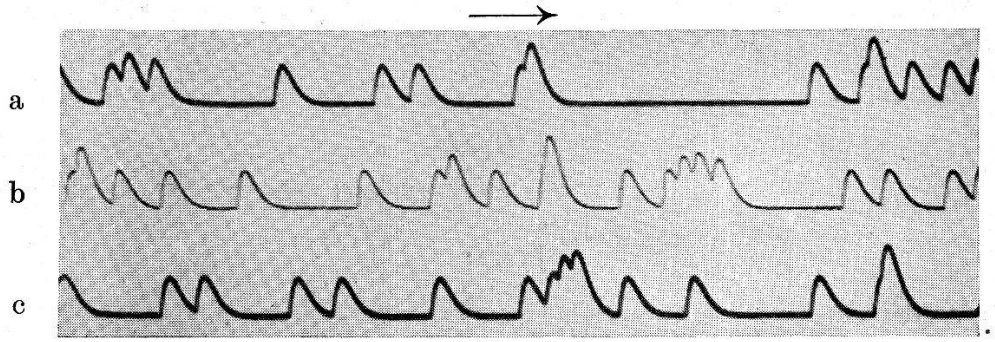

Fig. 4.
Registrierung der Stromstösse mit ballistischem Galvanometer. Dauer einer Aufnahme ca. $^1/_3$ Minute. a) α-Teilchen, b) β-Teilchen, c) Photo-Elektronen.

kopf eine Spaltblende an und bewegt daran vorbei einen Film, so zeichnet sich jede Entladung durch einen schwarzen Strich ab. Eine solche mit γ-Strahlen ausgeführte Registrieraufnahme ist in Fig. 5a zu sehen. Man kann die Funken auch projizieren und erhält so Punktreihen, wie sie Fig. 5b zeigt. Eine Vergrösserung der Funkenbilder, wie sie in Fig. 5c wiedergegeben ist, lässt deutlich die Gestalt der Funken mit ihrem Spiegelbild in der Plattenelektrode erkennen. Man bemerkt Kalotten von etwas wechselnder Intensität und Gestalt.

Die rein optische Registrierung ist naturgemäss trägheitsfrei. Doch treten trotzdem keine Doppel- und Mehrfachstösse auf. Dies ist im elektrischen Mechanismus begründet. Nach jedem Funken und dem damit verbundenen Spannungssturz an den Elektroden muss vor jeder neuen Entladung die Spannung erst wieder auf die ursprüngliche Höhe gestiegen sein. Das kleinste Zeitintervall zwischen zwei Funkenstössen wird daher durch die

[1]) Den Herren R. Wyss und R. Stuber, die auf meine Veranlassung diese und die folgenden Aufnahmen ausgeführt haben, möchte ich auch an dieser Stelle meinen besten Dank aussprechen.

elektrischen Daten des Kreises bestimmt. Bringt man ein starkes radioaktives Präparat an die Zählkammer, so beobachtet man in der Tat eine regelmässige Funkenfolge und die Stärke des Präparates, sowie die statistischen Schwankungen seiner Strahlung treten gar nicht mehr in Erscheinung. Daher kann eine korrekte Registrierung von einzelnen Teilchen nur bei schwacher Strahlung erhalten werden. Immerhin lässt sich die Auflösung dadurch wesentlich steigern, dass man den Hochohmwiderstand soweit als möglich herabsetzt und den Kondensator so klein als möglich

a

b

c

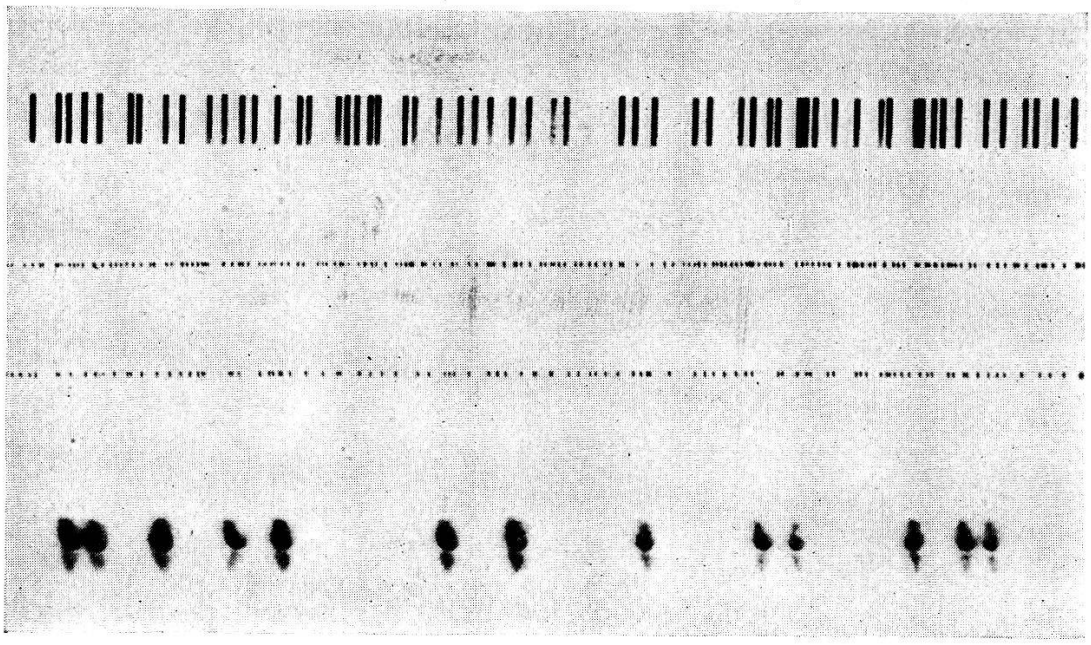

Fig. 5.
Unmittelbare photographische Registrierung mittels des Funkenlichts. γ-Strahlen. Filmgeschwindigkeit: 0,7 cm/sec.

a) Dicht am Zählkopf vorbeibewegter Film (Spaltblende).
b) Abb. der Funken auf bewegtem Film (kleinerer u. grösserer Präparatabstand).
c) Vergrösserte Wiedergabe einiger Funkenbilder.

wählt bzw. ganz weglässt. Allerdings wird dadurch dann die Funkenintensität und damit die Registrierstärke verringert. Die Auflösung bei den oben angegebenen Verhältnissen ($W = 10^8$ Ohm, $C = 100$ cm + Zusatzkapazität der Metallschlauchzuführung zur Funkenstrecke, die zu etwa 50 cm geschätzt werden kann) lässt sich berechnen, wenn die Betriebsspannung (V_0), die Abreissspannung des Funkens (V_a) und die Minimalspannng, bei der Zählung eintritt (V_m), bekannt sind. Man findet für die kleinste Zeitdauer zwischen zwei aufeinanderfolgenden Funken

$$\tau = CW \ln \frac{V_0 - V_a}{V_0 - V_m}.$$

Ein genauer Zahlenwert kann nicht gegeben werden, da die Grössen $V_0 - V_a$ und insbesondere $V_0 - V_m$ nicht bekannt sind. Die Grössenordnung wird durch CW bestimmt sein. Hierfür findet man $CW = \frac{150}{9 \cdot 10^{11}} 10^8 = 0{,}017$ Sek. Experimentell ergab sich andererseits aus den Registrieraufnahmen (Fig. 5b) als kleinster Wert ca. 0,02 Sek. Doch war dieser vereinzelt und betrug das Intervall in der Mehrzahl ca. 0,04 Sek.

Demonstrationsversuche.

Es lassen sich gleicherweise alle Arten von ionisierenden Korpuskeln und Photonen nachweisen. Obschon durch die Funkenstrecke nur wenig Strahlen eingefangen werden, kann doch eine Radioaktivität von der Stärke der Uranpräparate noch gut gezeigt werden, desgleichen etwa die Strahlung einer in grossem Abstand aufgestellten Röntgenröhre. Versuche über Absorption, Reflexion, Sekundärstrahlung, magnetische Ablenkung etc. sind in einfacher Weise auszuführen. Die Reichweite von α-Strahlen und die Luftäquivalente verschiedener Materialien lassen sich exakt bestimmen. Nähert man etwa ein mit einer *Al*-Folie von 0,01 mm abgedecktes Poloniumpräparat dem Zähler soweit, dass die Funkenstrecke gerade noch nicht anspricht, und hält nun die Folie bei gleichem Präparatabstand vor den Zähler, so setzt die Registrierung ein. Der Unterschied der Luftäquivalente am Anfang und am Ende der Reichweite ist also unmittelbar zu zeigen. Zur Auslösung von Elektronen an der negativen Funkenelektrode (Platte) und damit von Funken genügt das Licht eines brennenden Streichholzes, und können daher schon mit sehr schwacher Lichtquelle Versuche über Absorption und Reflexion von Ultraviolett vorgeführt werden.

Die vom Funkenzähler ausgehenden elektrischen Wellen können zur radiotelegraphischen Übermittlung der Registrierung verwendet werden. Es genügt in der Nähe einen Radioapparat aufzustellen, um sehr intensive Registrierknalle zu erhalten. Die Funkenintensität ist andererseits selbst schon so gross, dass man sogar ohne irgendwelchen Lautsprecher bezw. Indikator auskommt. Da nämlich der kleine Zählkopf (Luftvolumen ca. 1½ ccm) als akustischer Resonator wirkt, kann das klatschende Funkengeräusch mühelos in grösserer Entfernung vernommen werden.

Bern, Physikalisches Institut der Universität.

---

*