Über das Auflösungsvermögen selbstlöschender Zählrohre bei hohen Stosszahlen

Autor(en): **Baldinger, E. / Huber, P.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Helvetica Physica Acta**

Band (Jahr): **20 (1947)**

Heft VI

PDF erstellt am: **25.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-111813

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Über das Auflösungsvermögen selbstlöschender Zählrohre bei hohen Stosszahlen

von **E. Baldinger** und **P. Huber**, Basel.

(3. I. 1948.)

Zusammenfassung. Bei konstanter Zählrohrspannung ist die „dead-time" von der Impulshöhe abhängig. Die Abhängigkeit wurde mit einer modifizierten STEVERschen Anordnung gemessen. Mit zunehmender Stosszahl werden die Zählrohrimpulse und damit die „dead-time" im Mittel kleiner. Aus diesen Messungen lassen sich die Zählverluste bei hohen Stosszahlen berechnen. Abschliessend wird die „dead-time" für verschiedene Füllgase gemessen.

Der Ionenschlauch, der sich längs des Drahtes eines selbstlöschenden Zählrohres ausbildet, bewirkt nach STEVER[1]) eine so

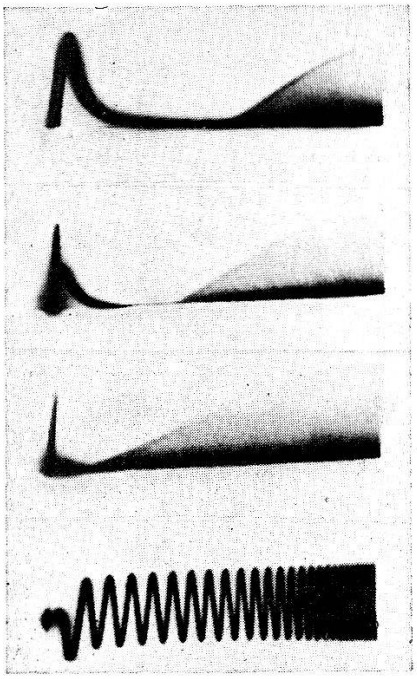


Fig. 1.
Abhängigkeit der „dead-time" von der Höhe der Zählrohrimpulse.

starke Abschirmung, dass das Zählrohr nach jedem Stoss für eine bestimmte Zeit (dead-time) unempfindlich ist. In der anschliessenden „recovery-time" ist die Feldstärke am Draht soweit angestiegen, dass bereits wieder Impulse registriert werden können. Die volle

[1]) H. G. STEVER, Phys. Rev. **61**, 38 (1942).

Impulshöhe wird indessen erst erreicht, wenn die Ionenwolke auf der Zählrohrwand eintrifft.

Es ist bekannt, dass ein Zählrohr bedeutend mehr Ereignisse registrieren kann als der „dead-time" entspricht, die für kleine Stosszahlen auftritt[2]). Die Ursache ist darin zu suchen, dass bei grossen Stosszahlen praktisch alle Impulse in die „recovery-time" fallen. Durch die noch zur Kathode laufenden Ionen, erzeugt durch frühere Impulse, ist die Feldstärke am Draht reduziert, und der neu gebildete Ionenschlauch enthält eine geringere Ladung. Wie unsere Messungen zeigen (Fig. 1), besitzen die kleineren Impulse eine kürzere „dead-time". Es existiert zu jeder Ladungsmenge bzw. Impulshöhe eine definierte „dead-time", die unabhängig ist von der sich noch unterwegs befindlichen Ladung.

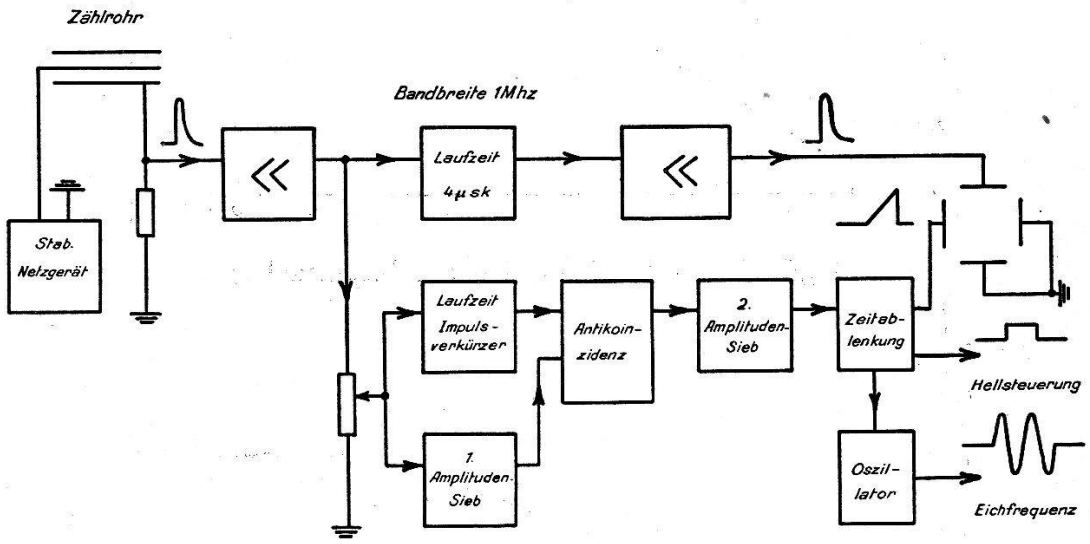


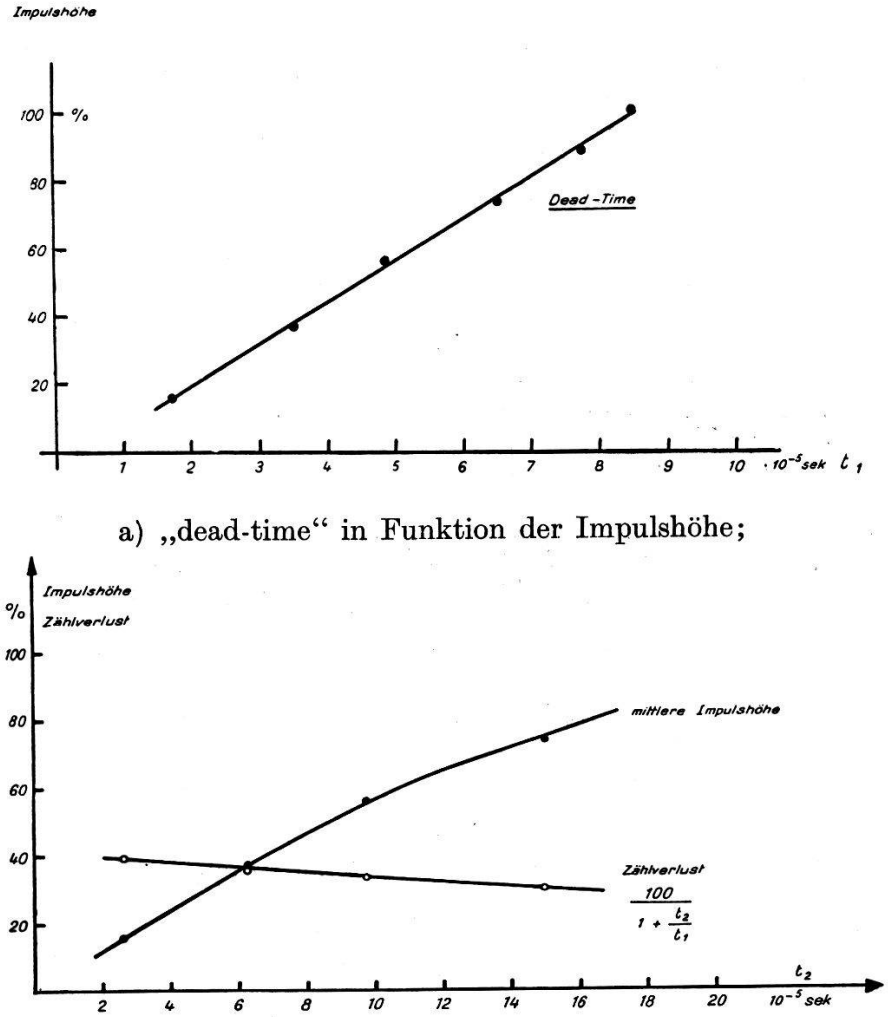
Fig. 2.
Blockdiagramm der Messanordnung.

Mit Hilfe der Messanordnung Fig. 2 wurde die „dead-time" in Abhängigkeit der Impulshöhe bei konstanter Zählrohrspannung aufgenommen. Es handelt sich im wesentlichen um die „STEVER'sche Anordnung"[3]), die indessen derart erweitert wurde, dass die einmalige Zeitablenkung der Kathodenstrahlröhre nur durch eine definierte und einstellbare Impulshöhe ausgelöst wird. Die verstärkten Impulse werden solange von der Antikoinzidenzstufe durchgelassen, als sie eine bestimmte Höhe nicht überschreiten. Bei grösseren Impulsen leitet das Amplitudensieb 1, und die Antikoinzidenzstufe sperrt. Mit Hilfe des 2. Amplitudensiebes werden die kleineren Impulse weggenommen und die Breite des Intervalls eingestellt. Die

[2]) C. O. MUELHAUSE and H. FRIEDMAN, Rev. Sci. Inst. **17**, 506 (1946).
[3]) H. G. STEVER, Phys. Rev. **61**, 38 (1942).

durchgelassenen Impulse bringen die Zeitablenkung zum Ansprechen.

Zur Feststellung, ob ein Impuls das Intervall durchschreitet oder darin umkehrt, ist eine gewisse Zeit notwendig. Die x-Ablenkung des Oszillographen muss deshalb etwas verspätet erfolgen. Diese zeitliche Verzögerung wird durch ein Filter mit einer oberen Grenzfrequenz von 4 MHz und einer Laufzeit von 4 μsec in der Zuleitung



a) „dead-time" in Funktion der Impulshöhe;

b) Mittlere Impulshöhe und Zählverluste in Funktion von t_2.

Fig. 3.
Zählrohrdaten: 0,5 cm Hg C_2H_5OH; 8,3 cm Hg Argon; 0,1 mm Draht-⌀; 18 mm Wand-⌀.

zu den y-Platten der BRAUN'schen Röhre ausgeglichen. Als Zeitmarke dient die Spannung eines durch positive Rückkopplung entdämpften Schwingkreises, der während jeder Ablenkung zu einer ungedämpften Schwingung angeregt wird.

Fig. 3a zeigt die gemessene „dead-time" t_1 als Funktion der Impulshöhe. Mit kleiner werdenden Impulsen nimmt die „dead-

time" beträchtlich ab. Die Messpunkte liegen für die untersuchten Zählrohre auf Geraden.

Für die prozentualen Zählverluste bei hohen Stosszahlen ist das Verhältnis $t_1 : t_2$ in Fig. 4 massgebend, wobei t_2 dem mittleren Zeitintervall der zu registrierenden Ereignisse entspricht, die eine mittlere Impulshöhe h und eine mittlere „dead-time" t_1 zur Folge haben.

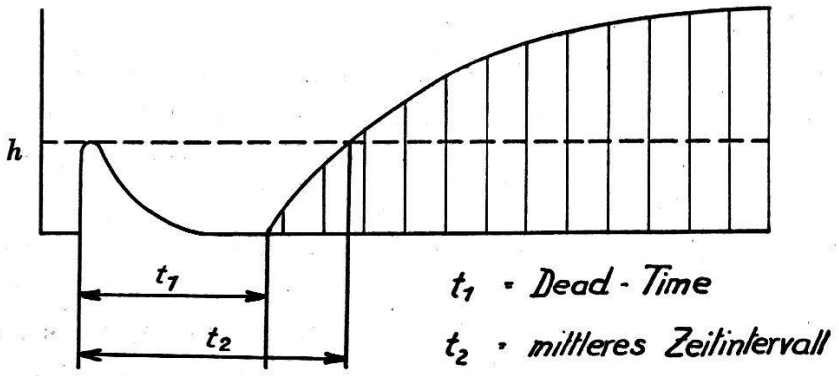


Fig. 4.
Schematische Darstellung zur Berechnung der Zählverluste.

Die experimentell bestimmte mittlere Impulshöhe in Abhängigkeit von t_2 ist in Fig. 3b aufgezeichnet. In erster Näherung berechnen sich die Zählverluste unter der Voraussetzung, dass auch die kleinsten Impulse in der „recovery-time" gezählt werden zu (Fig. 4):

$$\frac{n-n'}{n} = n' \cdot t_1 = \frac{t_1}{t_1+t_2} \tag{1}$$

wobei $n = \frac{1}{t_2}$ ist.

Dabei bedeuten n die mittlere Zahl der Ereignisse pro Sekunde und n' die im Mittel pro Sekunde tatsächlich gezählten Ereignisse. Es zeigt sich experimentell, dass das Verhältnis der Zeiten $t_2 : t_1$ nur wenig von der Impulshöhe h abhängig ist. Somit sind die prozentualen Zählverluste bei hohen Stosszahlen ungefähr konstant und müssen nach dieser Schätzung kleiner als 50% sein (vgl. Fig. 3b), was mit den Messungen von MUELHAUSE und FRIEDMAN[2]) übereinstimmt.

Um die obige Schätzung (Gleichung 1) zu prüfen, haben wir die Zählverluste experimentell bestimmt. Zwei Radiumpräparate werden zunächst so aufgestellt, dass sie im Zählrohr dieselben Stosszahlen erzeugen. Mit kleinen Stosszahlen beginnend, bei denen nur geringe Zählverluste auftreten, werden die Stosszahlen durch neue Stellungen der Präparate verdoppelt. Die Untersuchungen haben wir an einem Zählrohr mit der „dead-time" T von ungefähr 10^{-4} sec durchgeführt und die Verluste bis zu gezählten Stosszahlen von

50000 Impulsen/sec festgestellt. T bedeutet dabei die „dead-time" für kleine Stosszahlen. Ein übersteuerbarer Breitbandverstärker mit einer Bandbreite von 1,5 MHz verstärkt die Zählrohrimpulse. Zu ihrer Registrierung dient ein 2^{15}fach Untersetzer mit einem Auflösungsvermögen von 10^{-6} sec. Die Messungen ergaben bei hohen Stosszahlen etwas grössere Verluste als Gleichung 1 erwarten liess. Die neu hier beschriebene Methode ermöglicht es also, die Zählverluste einfach und rasch abzuschätzen.

Ausser der „dead-time" bewirkt auch die Plateauneigung des Zählrohrs Zählverluste, die durch die vorliegenden Überlegungen (Gleichung 1) nicht erfasst werden. Die Plateauneigung kann folgende Ursachen besitzen:

a) Nachentladungen. In den benützten Zählrohren waren keine Nachentladungen mehr zu beobachten. Dies wurde experimentell bestimmt durch Aufnahme des Plateaus bei geringer Stosszahl. Zur gleichzeitigen Registrierung der Impulse dienten zwei Untersetzer mit 10^{-3} bzw. 10^{-6} sec Auflösungsvermögen, deren Angaben keine Differenzen zeigten.

Tabelle 1.

Z. R.	Alkohol-druck cm Hg	Füllgas	Total-druck cm Hg	dead-time für kleine Stosszahlen 10^{-5} sec	Spannung Volt
I	1	Argon	8,5	9,5	1000
II	1		8,5	5	990
I	1	Rein-Stickstoff	8,2	6	1300
II	1		8,2	3,2	1400
I	1,1	Helium	8,3	6,8	1150
II	1,1		8,3	3,1	1150
I	1	Wasserstoff	8	2,25	1000
II	1		8	1,75	1015

Zählrohr I:	Aluminiumrohr	18 mm Durchmesser
	Platindraht	0,1 mm Durchmesser
Zählrohr II:	Messingrohr	13 mm Durchmesser
	Stahldraht	0,2 mm Durchmesser.

b) Randeffekt. Mit steigender Zählrohrspannung vergrössert sich das Zählvolumen. Der Anteil des Randeffektes am Plateauanstieg wurde durch eine Differenzmessung (lokale und räumlich gleichmässige Bestrahlung des Zählrohrs) experimentell bestimmt. Die relative Zunahme $\frac{\Delta n}{n}$ der Stosszahl eines Zählrohres mit einer ak-

tiven Länge von 8 cm und den in Fig. 3 angegebenen Daten beträgt $2 \cdot 10^{-4}$ pro Volt.

c) Die gemessene Plateauneigung lässt sich mit a) und b) nicht restlos erklären. Nach Abzug des Anteils vom Randeffekt bleibt noch eine Neigung von $1{,}6 \cdot 10^{-4}$ pro Volt übrig, deren Ursache vorläufig nicht aufgeklärt werden konnte.

Zur Registrierung von grossen Stosszahlen ist eine möglichst kleine „dead-time" erwünscht. Die „dead-time" ist von der Art der Füllgase abhängig. Sie ist in Tabelle 1 für kleine Stosszahlen und verschiedene Füllgase angegebenen. Grosse Beweglichkeit der Ionen und kleine Ladung des Ionenschlauches bewirken eine kleine „dead-time".

Von den untersuchten Gasen besitzt ein Zählrohr mit Wasserstoff als Füllgas die kleinste „dead-time". Bei Wasserstoffüllung kann mit geringerem Alkoholzusatz der in Tabelle 1 angegebene Wert noch unterschritten werden. Dabei treten jedoch Nachentladungen auf. Es ist bemerkenswert, dass ein mit Helium gefülltes Zählrohr eine relativ lange „dead-time" aufweist. Sie rührt daher, dass die Impulse eine grosse Ladung besitzen.

Wir danken Herrn E. Würger für die Ausführung verschiedener Messungen.