

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

**Band:** 43 (1952)

**Heft:** 23

**Artikel:** Ionisations-Feuermelder

**Autor:** Meili, E.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1059198>

#### 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:** 23.01.2026

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

## Ionisations-Feuermelder

Von E. Meili, Bad Ragaz

654.924.5

*Obwohl das Prinzip der Verwendung einer Ionisationskammer als Feuermelder bereits seit langem bekannt war, gelang es erst in neuerer Zeit, damit ein praktisch verwendbares Anzeigegerät zu konstruieren. Nach Erläuterung des physikalischen Effektes wird die technische Realisation beschrieben und auf die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten hingewiesen. Speziell hervorgehoben werden die Vorteile, gegenüber den früher üblichen thermischen Meldern.*

### I. Einleitung

Der Grund zu Feuerschäden grossen Ausmasses liegt meistens im zu späten Erkennen des Brandausbruches, vor allem ausserhalb der Arbeitszeit und während der Nacht. Zur Vermeidung von Schäden sind deshalb, neben den vorgesehenen Massnahmen zur Brandverhütung und den bereitgestellten Löschmitteln, automatische Feuermelder wichtig, denn nur die rechtzeitige Feststellung eines Brandes ermöglicht einen wirkungsvollen Einsatz der Löschmittel.

Zur automatischen Anzeige von Brandausbrüchen lassen sich grundsätzlich verschiedene Erscheinungen heranziehen. So liegt es nahe, die bei Feuer entstehende Wärme für die Meldung auszunützen. Die früher gebräuchlichsten Melder arbeiteten auf dieser Grundlage (Maximaltemperatur, rascher Temperaturanstieg, Temperaturdifferenz zwischen zwei verschiedenen Orten usw.). Ferner sind Melder bekannt, die das Auftreten einer offenen Flamme anzeigen. Im weiteren besteht die Möglichkeit, einen Brandausbruch an den auftretenden Rauch- und Verbrennungsgasen festzustellen.

Die Hauptforderung, die an eine automatische Meldeanlage gestellt wird, ist, einen Brandausbruch so früh als nur möglich festzustellen. Daneben müssen noch verschiedene weitere Bedingungen erfüllt sein, so Betriebssicherheit, Unempfindlichkeit gegen normale Temperatur- und Beleuchtungsänderungen, einfache Montage, lange Lebensdauer, un-auffälliges Aussehen usw.

Um die Wirksamkeit der verschiedenen Melde-systeme abzuschätzen, muss man sich vor Augen halten, dass ein Brand in der Regel sehr langsam beginnt. Oft besteht längere Zeit nur ein glimmender Herd oder ein schwelendes Feuer, das sich mangels genügender Luftzufuhr nicht richtig entwickeln kann. Es sind viele Fälle bekannt, in denen es erst nach dem Öffnen von Fenstern oder Türen zu einer starken Flammenbildung und damit zu einer merklichen Temperaturerhöhung gekommen ist. Immer treten aber Rauch- und Verbrennungsgase schon vor einer merklichen Temperaturerhöhung auf. Dieses Vorstadium kann Stunden dauern. Ein temperaturempfindliches System kann einen Brand erst dann anzeigen, wenn das Feuer eine ziemliche Grösse erreicht hat. In diesem Stadium wird sich der Brand meist sehr rasch weiter ausbreiten. Nach erfolgtem Alarm bleibt dann zu seiner Bekämpfung nur wenig Zeit.

Aus diesen Überlegungen geht hervor, dass ein auf Rauch- und Verbrennungsgase empfindlicher

*Bien que le principe d'employer une chambre d'ionisation comme avertisseur d'incendie ait été connu depuis de longues années, c'est seulement ces derniers temps qu'il a été possible de construire un appareil d'avertissement utilisable dans la pratique. Après avoir donné des explications sur les effets de nature physique et sur la réalisation technique, l'auteur attire l'attention sur les multiples possibilités d'emploi de l'avertisseur et sur ses avantages particuliers comparé aux avertisseurs thermiques communément utilisés autrefois.*

Melder andern Systemen überlegen sein muss. Die Verhältnisse sind in Fig. 1 schematisch dargestellt. Als Abszisse ist die Zeit vom Beginn eines Brandes an, als Ordinate einerseits die Temperatur, anderseits der prozentuale Gehalt an Rauch- und Verbrennungsgasen (in willkürliche Maßstab) auf-

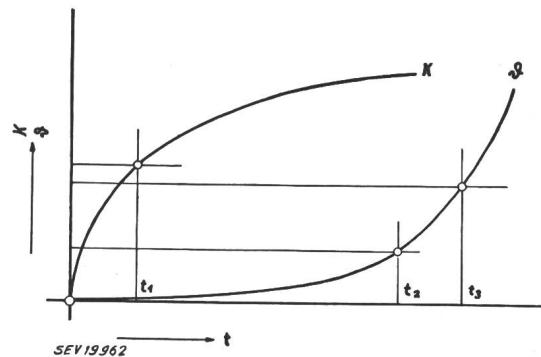


Fig. 1

**Ansprechzeiten für Rauchgasmelder und thermische Melder**  
S Temperaturanstieg; K Rauchkonzentration;  $t_1$  Ansprechzeit für Rauchgasmelder;  $t_2$  Ansprechzeit für thermische Differenzialmelder;  $t_3$  Ansprechzeit für thermische Maximalmelder; t Zeit seit Beginn eines Brandes

getragen. Im weiteren sind die Punkte angegeben, von welchen an Verbrennungsgasmelder und thermische Melder ansprechen.

Da es für die Brandbekämpfung von wesentlicher Bedeutung ist, den Brandherd schon in seinem Vorstadium festzustellen, wurde seit langem nach einem hiefür geeigneten Melder gesucht, welcher zugleich alle Anforderungen bezüglich Betriebssicherheit, Einfachheit und Lebensdauer erfüllt.

Überlegungen dieser Art veranlassten 1941 die Cerberus GmbH, Bad Ragaz, einen Feuermelder zu entwickeln, der das Auftreten von Rauch- und Verbrennungsgasen unabhängig von einer Flammenbildung und unabhängig von einer Temperaturerhöhung feststellt. Als empfindliches Element wurde eine Ionisationskammer gewählt, in welcher die Abhängigkeit der Leitfähigkeit der Luft von ihrer chemischen und physikalischen Zusammensetzung festgestellt wird. Die Idee der Verwendung einer Ionisationskammer zu Überwachungszwecken war an und für sich nicht neu. Bereits 1922 wurde im Bulletin des SEV von Greinacher<sup>1)</sup> ein Differential-Ionometer zur Bestimmung des Staubgehaltes der Luft beschrieben und auf die Möglichkeit der Rauchbestimmung durch diese Anordnung hingewiesen. In Frankreich wurde offenbar unab-

<sup>1)</sup> Greinacher, H.: Über ein Differential-Ionometer und seine Anwendung zur elektrischen Messung des Staubgehaltes der Luft. Bull. SEV Bd. 13(1922), Nr. 8, S. 356...365.

hängig davon in den dreissiger Jahren von *Malsallez*<sup>2)</sup> versucht, einen Feuermelder unter Verwendung einer Ionisationskammer herzustellen, wobei als Verstärkerorgan eine Elektronenröhre vorgesehen war. 1940 erschien im Bulletin des SEV ein Artikel von *W. Jaeger*<sup>3)</sup>, in welchem über seine Bemühungen, die Ionisationskammer in geeigneter Weise mit einem elektrostatischen Kontaktvoltmeter zu kombinieren, berichtet wird. Die vorgeschlagenen Lösungen erwiesen sich aber als unzweckmäßig. Mehr Aussicht auf Erfolg bot ein weiterer Vorschlag von *W. Jaeger*, als Anzeigeorgan ein Glimmrelais (gasgefüllte Kaltkathodentriode) zu verwenden. Anfänglich schien aber auch dieser Versuch zu scheitern. Erst als es gelang, ein neues Glimmrelais höchster Empfindlichkeit herzustellen, war es möglich, das Prinzip der Ionisationskammer für die Konstruktion eines Feuermelders, der allen praktischen Anforderungen genügt, anzuwenden. In der heutigen Ausführung erfüllt er in idealer Weise alle Bedingungen, die an einen hochwertigen, automatischen Melder gestellt werden. Diesem Umstand verdankt er seine rasche Verbreitung sowohl in der Schweiz als auch im Ausland.

Im folgenden wird der Ionisations-Feuermelder eingehend beschrieben.

## II. Physikalische Grundlagen

Das empfindliche Element des Feuermelders ist eine Ionisationskammer, in welcher die Luft durch die Strahlung einer kleinen Menge Radium leitend gemacht wird. Aus Gründen, die im folgenden erklärt werden, hat die Anwesenheit von Verbrennungsgasen (sichtbarer Rauch oder unsichtbare Verbrennungsgase) einen grossen Einfluss auf die Leitfähigkeit einer solchen Ionisationskammer.

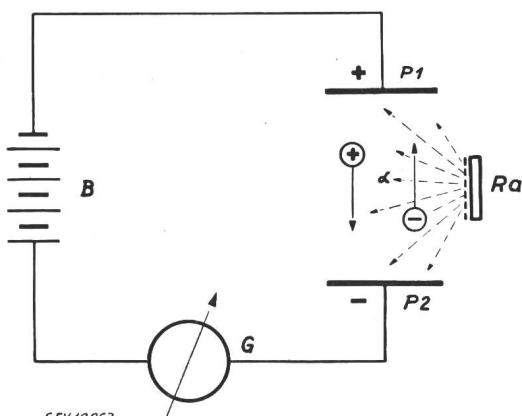


Fig. 2  
Prinzipschema einer Ionisationskammer  
Bezeichnungen siehe im Text

Radium emittiert dreierlei Strahlen, von denen in unserem Falle nur die sog.  $\alpha$ -Strahlen von Bedeutung sind.  $\alpha$ -Strahlen haben die Eigenschaft, die Luft zu ionisieren, d. h. einen Teil der Luftpoleküle in positive Ionen und negative Elektronen aufzuspalten. Befindet sich derart ionisierte

<sup>2)</sup> *Malsallez, P. und L. Breitmann: L'utilisation des phénomènes radioactifs dans la prédetection des incendies et analyses de gaz. Rev. gén. Electr. Bd. 43(1938), n° 9, S. 279.*

<sup>3)</sup> *Jaeger, W.: Die Ionisationskammer als Feuermelder. Bull. SEV Bd. 31(1940), Nr. 9, S. 197.*

Luft in einem elektrischen Felde, so bewegen sich die Ionen und Elektronen infolge ihrer elektrischen Ladung und es entsteht ein elektrischer Strom. Dieses Verhalten ist schematisch in Fig. 2 dargestellt. An den Platten  $P_1$  und  $P_2$  liegt die Spannung der Batterie  $B$ . Der Raum zwischen den Platten wird durch das Radiumpräparat  $Ra$  ionisiert. Die schematisch eingezeichneten, geladenen Teilchen wandern in der angegebenen Richtung. Mit dem hochempfindlichen Galvanometer  $G$  ist ein elektrischer Strom messbar, dessen Grösse von der Stärke der

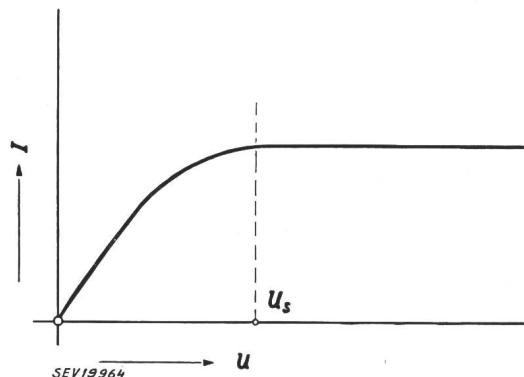


Fig. 3  
Strom-Spannungscharakteristik einer Ionisationskammer  
U Spannung;  $U_s$  Sättigungsspannung; I Strom

Radiumquelle und in gewissen Grenzen von der Spannung der Batterie  $B$  abhängt. Diese Spannungsabhängigkeit des Stromes hat ihre Ursache darin, dass bei mässigen Spannungen nicht alle erzeugten Ionen die Elektroden erreichen, sondern vorher mit einem Elektron zusammenstoßen, wobei eine Neutralisation der Ladung stattfindet (Rekombination). Erst wenn die Spannung einen gewissen Wert überschreitet (die Sättigungsspannung), wandern praktisch alle erzeugten Ionen an die Elektroden. Bei weiterer Steigerung der Spannung bleibt der Strom nahezu konstant. Fig. 3 zeigt schematisch den Verlauf des Stromes  $I$  in Funktion der Spannung  $U$ . Der in einer solchen Ionisationskammer fliessende Strom hängt ausser von den erwähnten Faktoren vom Gas zwischen den Platten ab. Je nach Art, Zahl und Grösse der Gasmoleküle werden mehr oder weniger Ionen erzeugt. Zudem ist die Wanderungsgeschwindigkeit der Ionen von deren Grösse und Gewicht abhängig. Im allgemeinen ist aber der Unterschied zwischen verschiedenen Gasen relativ klein.

Anders liegen die Verhältnisse, wenn Verbrennungsgase in die Kammer einströmen. Solche Gase bewirken eine sehr starke Abnahme des Ionisationsstromes. Dieser auf den ersten Blick überraschende Effekt erklärt sich folgendermassen:

Durch Verbrennung entsteht eine grosse Zahl von Teilchen, welche viel grösser und schwerer sind als normale Gasmoleküle. Die meisten dieser grossen Teilchen sind allerdings noch zu klein, um als Rauch sichtbar in Erscheinung zu treten. Nur die grösseren davon bilden den sichtbaren Rauch. Diese grossen Partikel, welche in Verbrennungsgasen in relativ hoher Konzentration auftreten, üben einen störenden Einfluss sowohl auf die Bildung, als auch

auf die Bewegung der Ionen in der Ionisationskammer aus. Die Wirkung besteht zum Teil in einer erhöhten Absorption der  $\alpha$ -Strahlen, so dass nicht mehr gleich viele Ionen-Paare gebildet werden, wie in reiner Luft. Der Haupteinfluss beruht jedoch auf der Tatsache, dass die schweren Teilchen, wenn sie selbst ionisiert werden, weniger beweglich sind als normale Luftionen. Die schweren Ionen benötigen eine viel längere Zeit, um eine der Elektroden der Ionisationskammer zu erreichen. Die Wahrscheinlichkeit, dass sie unterwegs mit einem entgegengesetzt geladenen Teilchen zusammenstossen und sich mit diesem zu einem neutralen Partikel rekombinieren, ist daher für die schweren Ionen viel grösser als für gewöhnliche Luft-Ionen. Diese erhöhte Rekombination wirkt sich in einer Abnahme des Ionisationsstromes aus. Da die Ionisationskammer von aussen gesehen wie ein hochohmiger Widerstand wirkt, lässt sich die Erscheinung auch so ausdrücken, dass der scheinbare Widerstand der Kammer beim Eintreten von Rauchgasen zunimmt. Dieses Verhalten ist schematisch in Fig. 4 dargestellt. Kurve 1 zeigt die Strom-Spannungscharakteristik in reiner Luft, Kurve 2 diejenige für eine bestimmte Rauchgasbeimischung.

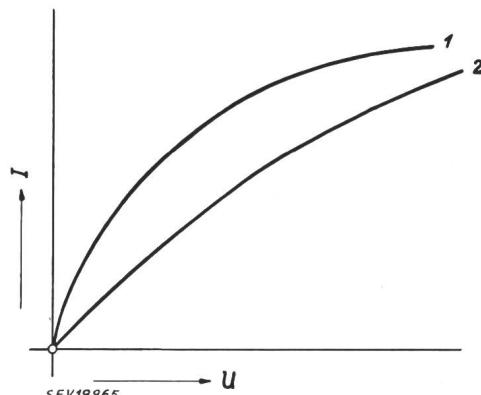


Fig. 4  
Veränderung der Strom-Spannungscharakteristik einer Ionisationskammer durch Rauch  
1 Charakteristik ohne Rauch; 2 Charakteristik mit Rauch  
Bezeichnungen siehe Fig. 3

Die Grösse der in unserem Falle wirksamen «schweren» Teilchen kann in weiten Grenzen variieren. Die Stromänderung tritt, wie erwähnt, sowohl bei nicht sichtbaren wie bei sichtbaren Verbrennungsgasen ein. Der Effekt ist nicht an eine eigentliche Flammenbildung gebunden. So bewirken auch die Rauchgase glimmender Materie oder die aus überhitztem Gummi austretenden Gase eine merkliche Stromabnahme.

Die Theorie, dass der Effekt auf grosse Teilchen, die in der Luft schweben, zurückzuführen ist, wird deutlich unterstützt durch die Tatsache, dass sehr dichter Staub oder chemisch erzeugter Nebel eine analoge Wirkung zeigen, allerdings in viel geringerem Ausmaasse. Offenbar ist die Konzentration von nicht sichtbaren, schweren Teilchen in Verbrennungsgasen sehr gross. Tatsache ist, dass der Einfluss der praktisch vorkommenden Staub-Konzentrationen vernachlässigbar ist, verglichen mit den

Stromänderungen, hervorgerufen durch Rauch- oder Verbrennungsgase.

Interessant ist, dass die Verbrennungsgase einer blau leuchtenden Spiritus- oder Leuchtgasflamme nur eine sehr schwache Stromänderung bewirken. Diese Erscheinung findet ihre Erklärung darin, dass es sich bei solchen Verbrennungen um eine fast vollständige Oxydation handelt und als Verbrennungsprodukte nur Gase mit Molekülen, entsprechend dem normalen gasförmigen Zustand, entstehen.

Der hier beschriebene Effekt ist nicht zu verwechseln mit der Bildung von Ionen in einer Flamme. Die Flamme selbst sowie die Luft in deren unmittelbarsten Nähe sind leitend. Die Ionen verschwinden aber infolge Rekombination ziemlich rasch. Schon wenige Zentimeter über einer Zündholz- oder Kerzenflamme ist die Leitfähigkeit praktisch wieder verschwunden.

Die Wirkung der Verbrennungsgase auf den Ionisationsstrom ist zeitlich begrenzt. Wird z. B. die Ionisationskammer in einen abgeschlossenen Behälter gebracht, in welchen Verbrennungsgase eingeblasen werden, so nimmt der Strom sofort stark ab, steigt aber im Verlauf einiger Minuten wieder annähernd auf den ursprünglichen Wert. Dieses Verhalten ist einerseits auf ein Zerfallen der «grossen» Teilchen zurückzuführen, anderseits auf das Abwandern der «grossen» Teilchen an die Wände bzw. die Elektroden. Dieses Verhalten ist für die Wirkungsweise des Feuermelders von erheblicher Bedeutung. Die Stromänderung hängt nicht nur von der Gesamtmenge der verbrannten Materie ab. Vielmehr ist es erforderlich, dass die momentane Konzentration an frischen Verbrennungsprodukten einen gewissen Wert erreicht.

Obwohl frischer Tabakrauch recht wirksam ist, kommt ein Melder an der Decke eines mittleren Raumes nicht zum Ansprechen, auch wenn darin sehr lange geraucht wird, wogegen der Melder ansprechen würde, wenn die gleiche Menge Rauch in einem Zeitraum von wenigen Minuten erzeugt würde.

Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft oder andere Verunreinigungen bewirken nur eine unwesentliche Veränderung des Ionisationsstromes. Luftdruck- und Temperaturänderungen haben je nach Konstruktion der Ionisationskammer eine grössere oder kleinere Stromänderung zur Folge. Bei der nachstehend beschriebenen Anordnung des Cerberus-Feuermelders sind diese Einflüsse durch geeignete Wahl der Abmessungen weitgehend kompensiert.

### III. Konstruktion der Ionisationskammer

Die im Kapitel II beschriebene Stromabnahme in einer Ionisationskammer muss in geeigneter Weise zur Auslösung eines Alarmsignals ausgenützt werden. Die fliessenden elektrischen Ströme müssen, bedingt durch den hohen Preis des Radiums, ausserordentlich klein gewählt werden (rund  $3 \cdot 10^{-9}$  A). Man kann die Stromänderung zwar mit einem empfindlichen Galvanometer noch messen, doch ist es zweckmässiger, sie durch Vorschalten

eines Widerstandes in eine Spannungsänderung überzuführen. Man erhält eine um so grössere Spannungsänderung, je grösser der Vorschaltwiderstand ist.

Im Feuermelder der Cerberus wird an Stelle eines Ohmschen Vorschaltwiderstandes eine zweite Ionisationskammer verwendet, die im Sättigungsgebiet arbeitet und gegen den Zutritt der Verbrennungsgase fast völlig abgeschlossen ist. Eine solche Anordnung hat den Vorteil, dass der nach aussen wirksame Widerstand infolge der Sättigung beinahe unendlich gross ist und bei geeigneter Ausbildung der beiden Kammer die Schwankungen des Luftdrucks und der Lufttemperatur kompensiert werden. Fig. 5 zeigt schematisch diese beiden Kam-

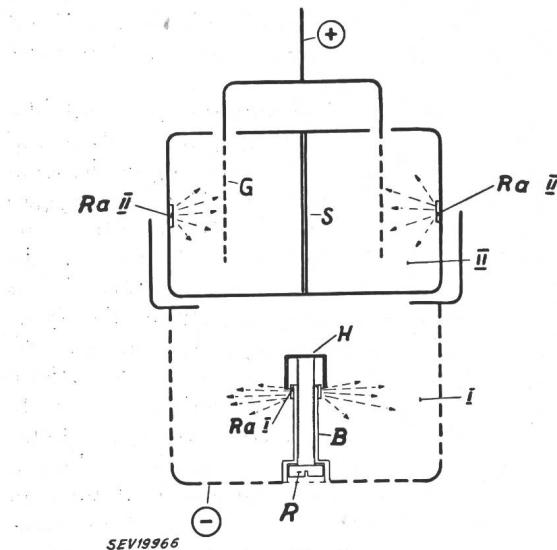


Fig. 5  
Schematische Darstellung der beiden Ionisationskammern  
Bezeichnungen siehe im Text

mern. Die Prüfkammer I ist von der Aussenluft nur durch ein Drahtgitter getrennt und somit für Verbrennungsgase leicht zugänglich. Das Drahtgitter bildet gleichzeitig die eine Elektrode der Kammer. Das Radium-Präparat für die Kammer I ist auf einem zentralen Bolzen B angebracht. Zur Einstellung seiner Strahlungsintensität und damit der Empfindlichkeit des Feuermelders ist die hütchenförmige Blende H, welche einen Teil der Strahlungsfläche abdecken kann, vorgesehen. Die Verschiebung dieser Blende erfolgt durch Drehen der Regulierschraube R.

In der geschlossenen Ionisationskammer II, die mit der Aussenluft nur durch kleine Öffnungen verbunden ist, wird eine Elektrode durch die Außenwand und einen zentralen Stift S gebildet, während die andere aus einem gitterförmigen Aufbau G im Innern besteht. Als Strahlungsquelle für die Kammer II dienen zwei kleine Radium-Präparate Ra II, die an der inneren Kammerwand befestigt sind. Die Elektrodenabstände in Kammer II sind kleiner als in Kammer I. Kammer II arbeitet daher schon bei einer Spannung in Sättigung, bei der die Stromspannungs-Charakteristik der offenen Kammer noch ansteigt.

Fig. 6 zeigt das Arbeitsdiagramm dieser Anordnung. Die Strom-Spannungscharakteristik der

Kammer II ist nach links, diejenige der Kammer I nach rechts aufgetragen. Die Gesamtspannung U ist so gewählt, dass bei einer Verschiebung der Charakteristik I durch Rauchwirkung der Strom nahezu konstant bleibt. Im rauchlosen Zustand verteilt sich die Melderspannung U auf beide Kammer, entsprechend den Strecken  $U_{II}$  und  $U_I$ . Beim Vorhandensein von Rauch verschiebt sich diese

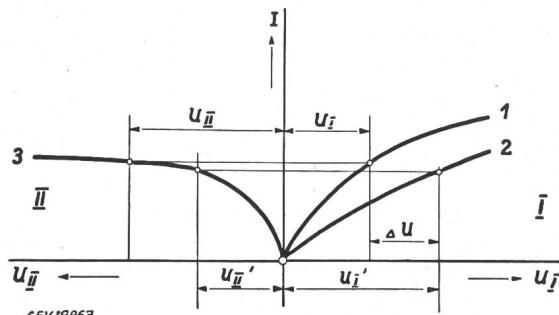


Fig. 6  
Arbeitsdiagramm der beiden Ionisationskammern  
1 Charakteristik der offenen Kammer ohne Rauch  
2 Charakteristik der offenen Kammer mit Rauch  
3 Charakteristik der geschlossenen Kammer

Verteilung und entspricht den Strecken  $U_{II}'$  und  $U_I'$ . Wegen der Konstanz der angelegten Spannung ist  $U = U_I + U_{II} = U_I' + U_{II}'$ . Die Spannungsänderung entspricht der Differenz  $\Delta U = U_I' - U_I$ . Bei einer angelegten Gesamtspannung von 220 V und mässiger Rauchintensität beträgt diese Spannung 20...50 V.

#### IV. Das Relaisorgan

Wie im Kapitel III ausgeführt wurde, kann durch geeignete Anordnung eine beträchtliche Spannungsänderung erzeugt werden. Der zur Ver-

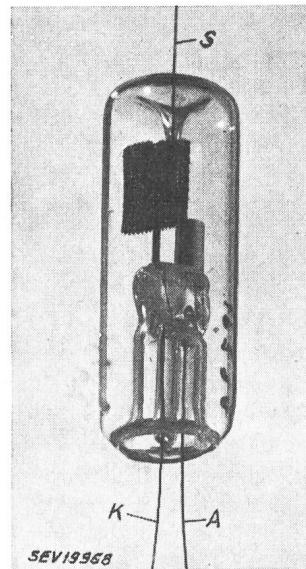


Fig. 7  
Glimmrelais des Feuermelders  
Bezeichnungen siehe im Text

fügung stehende Strom ist aber ausserordentlich klein und reicht nicht einmal zur Steuerung einer gewöhnlichen Radioröhre. Es ist ein spannungsgesteuertes Anzeigeorgan erforderlich, welches auf der Steuerseite mit einer Stromaufnahme von höch-

stens  $3 \cdot 10^{-11} \text{ A}$  auskommt. Hiefür wurde eine spezielle Relaisröhre in Form einer gasgefüllten Kaltkathode-Triode (Glimmrelais) entwickelt. Ein solches Glimmrelais ist in Fig. 7 abgebildet. Es besitzt drei Elektroden, eine Anode  $A$ , eine Kathode  $K$  und eine oben herausgeföhrte Steuerelektrode  $S$ . Die Zündspannung zwischen Anode und Kathode ist grösser als 270 V, so dass beim Anlegen einer Spannung von 220 V normalerweise noch keine Entladung eintritt. Die Zündspannung zwischen Steuerelektrode und Kathode liegt bei rund 110 V (100...130 V). Wird daher eine Spannung von etwa 90 V zwischen  $S$  und  $K$  angelegt (entsprechend der Ruhespannung der offenen Ionisationskammer), so zündet diese Strecke ebenfalls nicht. Wenn dagegen die Spannung an  $S$  auf etwa 110 V erhöht wird, zündet die Strecke. Die Entladung springt augenblicklich auf die Anode über, d. h. die Hauptstrecke  $A-K$  wird leitend. Es fliesst damit ein Strom, der gut zur Betätigung eines gewöhnlichen elektromagnetischen Relais ausreicht. Die Stromstärke ist bestimmt durch die angelegte Betriebsspannung, die äussern Vorwiderstände und die Brennspannung der Röhre, welche rund 90 V beträgt. Das Glimmrelais arbeitet demnach beinahe als statisches Spannungsrelais. Die Entladung schlägt aber nur dann auf die Anode über, wenn die Anodenspannung einen gewissen Mindestwert, die Ablangspannung, aufweist. Diese Mindestspannung hängt von der Stärke der primären Steuerentladung ab. Zur Erzielung eines kräftigen Steuerfunkens wird zwischen Steuerelektrode  $S$  und Kathode  $K$  ein kleiner Kondensator geschaltet, der sich im Moment der Zündung stossartig über die Steuerstrecke entlädt. Bei den verwendeten Glimmrelais ist die minimale Anodenspannung für sicheres Arbeiten kleiner als 200 V.

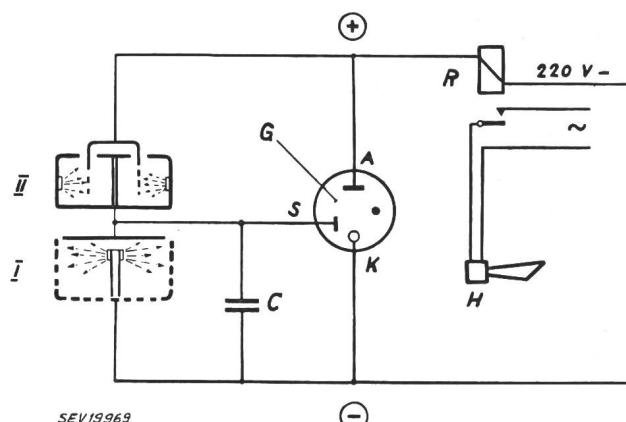


Fig. 8  
Prinzipschema des Ionisationsfeuermelders  
Bezeichnungen siehe im Text

Fig. 8 zeigt das Prinzipschema des Feuermelders. Parallel zu den beiden Ionisationskammern liegt das Glimmrelais  $G$ , wobei die Steuerelektrode  $S$  mit dem Mittelpunkt der beiden Kammern verbunden ist. Zwischen Steuerelektrode und Kathode liegt die Kapazität  $C$ . Spannungsanstieg in der Kammer  $I$  bewirkt Zündung zwischen  $S$  und  $K$  und damit auch zwischen  $A$  und  $K$ . Der Entladungsstrom zwischen  $A$  und  $K$  bewirkt Anzug des Relais  $R$ , dessen Kontakte die Alarmhupe  $H$  in Tätigkeit setzen.

## V. Die konstruktive Ausbildung des Ionisations-Feuermelders

Fig. 9 zeigt einen vereinfachten schematischen Querschnitt durch den Feuermelder. Die beiden Ionisationskammern  $I$  und  $II$  und das Glimmrelais  $G$  sind zu einer Einheit zusammengebaut. Die geschlossene Kammer  $II$  ist so im äusseren Becher angeordnet, dass die Verbrennungsgase keinen di-

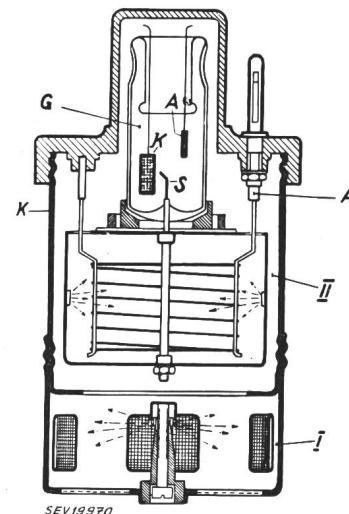


Fig. 9  
Vereinfachter Querschnitt durch den Ionisationsfeuermelder  
Bezeichnungen siehe im Text

rekten Zutritt zum Innern dieser Kammer haben. Gleichzeitig ergibt sich durch die verwendete Konstruktion eine natürliche Kapazität von etwa 30 pF zwischen der Steuerelektrode  $S$  und der Kathode  $K$ , was zur Erzielung eines hinreichend starken Zündfunkens genügt. Wesentlich für das Funktionieren des Melders ist eine hohe Isolation der Steuerelektrode  $S$ . Der Isolationswiderstand muss im Betrieb grösser als  $10^{12} \Omega$  sein.

Da die Oberfläche des gewöhnlichen unbehandelten Glases den gestellten Anforderungen nicht genügt, ist das Glimmrelais mit einem speziellen, unsichtbaren Überzug versehen, welcher den höchsten Anforderungen genügt. Selbst bei tagelangem 100prozentigem Feuchtigkeitsgehalt der Luft, sowie bei raschen Temperaturwechseln, die zur Taubildung führen, bleibt die notwendige Isolation erhalten. Die Feuermelder weisen keine sich abnutzenden Teile und insbesondere keine geheizten Verstärkerrohren auf. Da das Glimmrelais nur bei Alarm brennt, treten keine Alterungserscheinungen auf. Die sich bei Alarm oder bei periodischen Kontrollen ergebenden Brenndauern sind auf die Lebensdauer des Glimmrelais ohne jeden Einfluss. Hat ein Melder angesprochen, so ist er nach Unterbruch des Stromkreises von neuem betriebsbereit.

Zur Herstellung der radioaktiven Präparate wird reines Radium verwendet, und es dauert mehrere hundert Jahre, bis die Strahlung um 50 % nachgelassen hat. Die Intensität der radioaktiven Strahlung ist so gering, dass sie für den menschlichen Organismus, auch bei dauernder Einwirkung, absolut unschädlich ist. Durch besondere Massnahmen

bei der Herstellung der Radium-Präparate wird ein Entweichen der Emanation verhindert.

Der Meldereinsatz ist mit vier Steckstiften in einem Sockel befestigt, so dass er leicht und rasch, ohne Lösen der Anschlussdrähte, ausgewechselt werden kann. Fig. 10 zeigt die verschiedenen Bestandteile eines Melders, Fig. 11 den fertigen Melder.

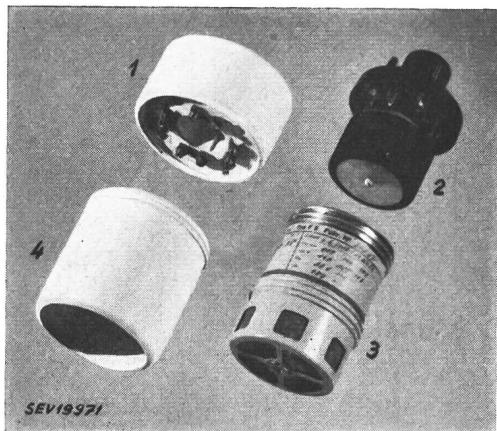


Fig. 10

**Einzelteile des Ionisationsfeuermelders**

- 1 Sockel; 2 Stecker mit Glimmrelais und innerer Ionisationskammer; 3 Gitterhaube (äußere Ionisationskammer);  
4 Schutzhülle

Starke Zugluft kann einen Teil der Ionen aus der offenen Kammer blasen, so dass das natürliche Gleichgewicht in der Spannungsverteilung über den Ionisationskammern etwas gestört wird. Zur Herab-

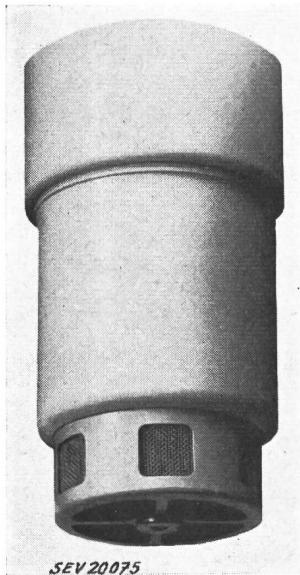


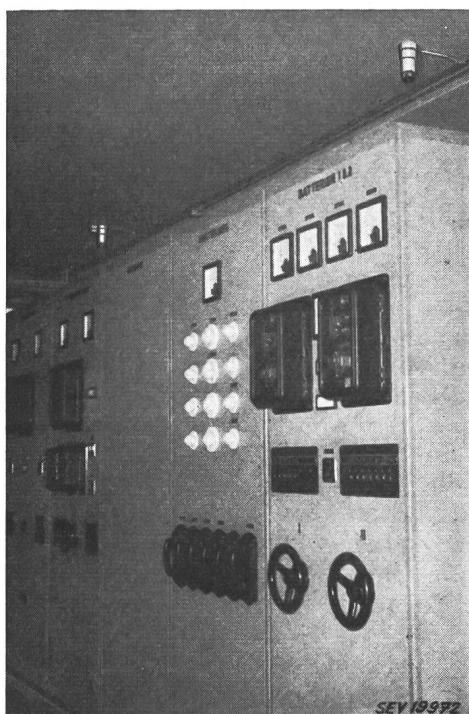
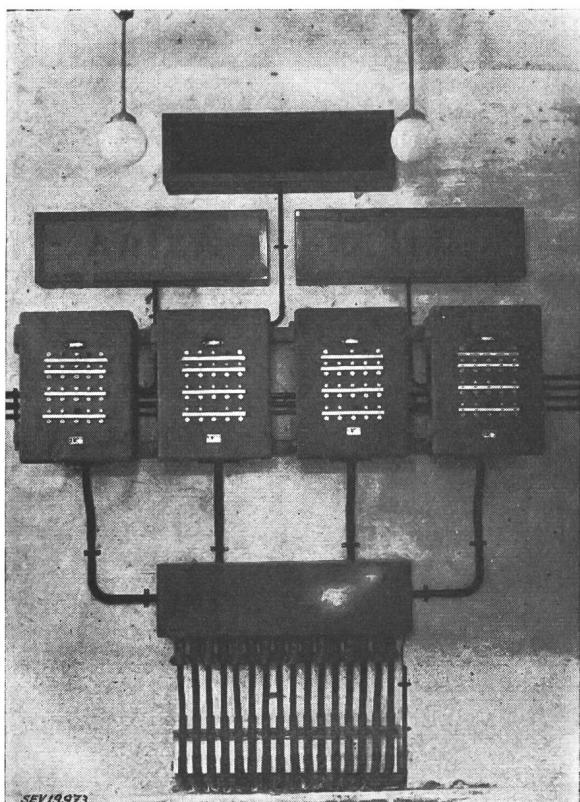
Fig. 11

**Ionisationsfeuermelder  
Ansicht**

setzung dieses unerwünschten Effektes ist eine eingebaute, drehbare Blendenanordnung vorgesehen, mit welcher — je nach den örtlichen Zugluft-Verhältnissen — die seitlichen Löcher abgedeckt werden können.

**VI. Praktische Anwendungen****a) Aufbau einer Feuermeldeanlage**

Die **Melder** sind die Fühler der Anlage. Sie werden im zu schützenden Objekt montiert und durch elektrische Leitungen mit dem Signalkasten ver-

Fig. 12  
Geschützte StromverteilungsanlageFig. 13  
Zentrale Signalkästen,  
bestehend aus 4 genormten Einheitskästen  
im Serail in Istanbul

bunden. In grösseren Anlagen werden sie gruppenweise zusammengefasst, um sofort feststellen zu können, aus welchem Teil der Anlage ein allfälliger Alarm stammt. Theoretisch können beliebig viele Melder in einer Gruppe liegen; aus praktischen Erwägungen ist es jedoch angezeigt, die Zahl auf etwa 15 Melder zu beschränken. Pro Gruppe sind zwei Drähte nötig, an die die Melder parallel angeschlossen werden. Durch einen ständigen Kontrollstrom werden die Leitungen auf Unterbruch überwacht.

Der *Signalkasten* bildet das Zentrum der Anlage. Er dient einerseits als Spannungsquelle für die Melder und wirkt anderseits als Signalempfänger und Alarmgeber. Er erzeugt die für die Melder erforderliche Gleichspannung und enthält die für die Signalgebung notwendigen Schaltelemente, ferner alle Überwachungs- und Sicherungsorgane. Signalkasten für mehrere Gruppen enthalten pro Gruppe eine Signallampe, die bei Alarm aufleuchtet. Störungen im Signalkasten sowie Unterbrüche und Kurzschlüsse der Melderleitungen werden automatisch signalisiert.

Wo es wünschbar ist, die Anlage von mehreren Stellen aus zu überwachen, lassen sich ein oder mehrere *Fernsignalkästen* anschliessen.

Die *Alarmvorrichtungen* (Sirenen, Hörner, Glocken, Lichtsignale usw.) werden am Signalkasten oder Fernsignalkästen angeschlossen.

Als *Stromquelle* wird normalerweise das Licht- oder Kraftnetz verwendet. Zur Sicherstellung des

Betriebes bei Netzausfall dient gegebenenfalls eine Notstromgruppe.

### b) Anordnung der Melder

Die Fläche, die wirkungsvoll durch einen Melder geschützt werden kann, hängt stark von den baulichen Verhältnissen und der Brandgefährlichkeit des zu überwachenden Raumes ab. Sie liegt zwischen 20...100 m<sup>2</sup>, unter Umständen noch mehr. Bei genereller Überwachung von Räumen werden die Melder in der Regel gleichmässig verteilt und an der Decke befestigt. In hohen Räumen ist es zweckmässig, die Melder 1...2 m tiefer zu hängen.

Der Melder alarmiert, wenn in seiner Umgebung die der eingestellten Empfindlichkeit entsprechende Rauch- und Verbrennungsgaskonzentration erreicht wird. Die Empfindlichkeit kann an Ort und Stelle den Verhältnissen angepasst werden. Sie lässt sich theoretisch beliebig steigern. Für den praktischen Gebrauch sind ihr einerseits durch die chemischen und physikalischen Veränderungen der Atmosphäre und anderseits durch die jeweiligen örtlichen Verhältnisse Grenzen gesetzt.

Feuermeldeanlagen dieser Art kommen hauptsächlich zur Anwendung in Fabriken, Warenlagern, Warenhäusern, Museen, Theatern, Bibliotheken, elektrischen Anlagen, Telephonzentralen usw.

Fig. 12 und Fig. 13 zeigen zwei Aufnahmen aus geschützten Objekten.

#### Adresse des Autors:

Dr. E. Meili, Cerberus GmbH., Bad Ragaz (SG).

621.3.015.12 : 621.315.1.025

## Über die Berechnung des Spannungsabfalls auf Wechselstrom-Freileitungen

Von W. Keller, Biel

Es wird eine möglichst einfache Methode zur Berechnung des Spannungsabfalls auf Wechselstromfreileitungen entwickelt und zwar unter Berücksichtigung des durch die Induktivität der Leitung entstehenden Spannungsverlustes.

L'auteur développe une méthode très simple pour le calcul de la chute de tension sur les lignes aériennes à courant alternatif en tenant compte de la chute de tension due à la self-induction de la conduite.

Der Spannungsabfall auf Wechselstromleitungen wird oft mit Näherungsformeln berechnet, weil die genaue Berechnung einige Zeit in Anspruch nimmt. Durch die ungefähre Bestimmung des Spannungsverlustes können aber beträchtliche Fehler entstehen<sup>1)</sup>, weshalb eine Methode gesucht wurde, die trotz ihrer Einfachheit genaue Werte ergibt. Insbesondere gestattet diese Rechnungsart, für induktive und kapazitive Belastung mit denselben Formeln den Spannungsabfall zu bestimmen.

Es bedeuten:

$U_a$	Spannung am Anfang der Leitung in V
$U_e$	Spannung am Ende der Leitung in V
$R$	Ohmscher Widerstand der Hin- und Rückleitung in $\Omega$
$X$	induktiver Widerstand der Hin- und Rückleitung in $\Omega$
$r, x$	entsprechende Werte pro km Leitungsdraht in $\Omega/km$
$l$	Länge der Hin- und Rückleitung in km
$l \cdot r = R; l \cdot x = X$	

$\cos \varphi_a, \cos \varphi_e$  = Leistungsfaktor am Anfang, bzw. am Ende der Leitung

$P_a, P_e$  Leistung am Anfang, bzw. am Ende der Leitung in W

$\varepsilon$  prozentualer Spannungsabfall.

Es wird vorerst die einpolige Leitung behandelt. Sind  $U_a, P_a, \cos \varphi_a, R$  und  $X$  bekannt, so beträgt der Strom

$$I = \frac{P_a}{U_a \cos \varphi_a}$$

Nach Fig. 1 gilt für induktive Belastung:

$$U_e^2 = (U_a \cos \varphi_a - I R)^2 + (U_a \sin \varphi_a - IX)^2$$

$$= U_a^2 \cos^2 \varphi_a + I^2 R^2 - 2 U_a I R \cos \varphi_a \\ + U_a^2 \sin^2 \varphi_a + I^2 X^2 - 2 U_a I X \sin \varphi_a$$

$$\frac{U_e^2}{U_a^2} = 1 + \frac{l^2 P_a^2}{U_a^4 \cos^2 \varphi_a} (r^2 + x^2) \\ - \frac{2 l P_a}{U_a^2 \cos \varphi_a} (r \cos \varphi_a + x \sin \varphi_a)$$

<sup>1)</sup> siehe Bull. SEV Bd. 22(1931), Nr. 14, S. 337...339.