

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 31 (1940)
Heft: 9

Artikel: Die Ionisationskammer als Feuermelder
Autor: Jaeger, Walter C.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1061362>

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: 17.01.2026

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

SCHWEIZERISCHER ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

REDAKTION:
Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechn. Vereins und des
Verbandes Schweiz. Elektrizitätswerke, Zürich 8, Seefeldstr. 301

ADMINISTRATION:
Zürich, Stauffacherquai 36 ♦ Telefon 5 17 42
Postcheck-Konto VIII 8481

Nachdruck von Text oder Figuren ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit Quellenangabe gestattet

XXXI. Jahrgang

N° 9

Mittwoch, 1. Mai 1940

Die Ionisationskammer als Feuermelder.

Von Walter C. Jaeger, Maienfeld.

654.924.5

Die experimentelle Grundlage der Verwendung der Ionisationskammer als Feuermelder wird dargestellt und die Entwicklung zu einem praktisch brauchbaren Instrument beschrieben. Die neueste Ausführung löst schon Alarm aus, wenn ein Zeitungsblatt oder 10 Gramm Holzvolle in einem mittelgrossen Raume verbrannt werden; dagegen vermag auch dichtester Staub oder ein unter den Apparat gestellter Strahlrofen keinen Alarm auszulösen.

Besonders eingegangen wird auf folgende Probleme, die zu lösen waren: Konstanz der Radiumpräparate, Unabhängigkeit der Apparatur von Temperatur und Luftdruck, elektrostatische Feststellung einer Spannungsverteilung, Umwandlung der mechanischen Bewegung des elektrischen Systems in den Alarm (Kontaktgabe), Herstellung einer konstanten Isolation von mehr als 10^{14} Ohm.

1922 wurde im Bulletin SEV von Greinacher ein Differenzialionometer, das schon auf ein wenig in die Ionisationskammer gebrachten Rauch reagiert, beschrieben und berechnet¹⁾. Die Fortschritte des modernen Röhrenbaues ermöglichten inzwischen, das erstmals von Greinacher beschriebene Verfahren²⁾ zur praktischen Feuermeldung zu verwenden. Die Ionisationskammer, ein vom Physiker häufig gebrauchtes Hilfsmittel, das technisch bisher nur zur Bestimmung der Röntgenstrahlendosis in der Medizin Verwendung fand, erhält damit eine neue Anwendungsmöglichkeit. Im folgenden wird einiges über die Verwendung der Ionisationskammer als Feuermelder mitgeteilt.

Beobachtungen zeigten, dass die Strom-Spannungs-Charakteristik einer Ionisationskammer sehr stark geändert wird, wenn die Luft in derselben Spuren von Rauch oder auch nur Flammengasen enthält. Fig. 1 zeigt die gemessenen Strom-Spannungs-Charakteristiken $i(u)$ von zwei verschiedenen, zylinderförmigen Ionisationskammern, wenn die Ionisation durch die α -Teilchen eines Radiumpräparates erfolgt. Kurve a zeigt die Strom-Spannungs-Charakteristik $i(u_1)$ der Kammer 1 mit reiner Luft, Kurve b wenn die Luft Spuren von Zigarettenrauch oder von Flammengasen enthält.

Die starke Veränderung der Charakteristik durch Flammengase rührt daher, dass in den Flammen-

L'auteur expose la base expérimentale de l'utilisation de la chambre d'ionisation comme détecteur d'incendie et sa genèse jusqu'à obtention d'un instrument pratiquement utilisable. Le dernier modèle déclenche déjà l'alarme lorsque, dans un local de dimensions moyennes, on allume une feuille de journal ou 10 g de laine de bois; par contre, la poussière la plus dense, ou un radiateur placé sous le détecteur, reste absolument sans effet.

L'auteur traite plus spécialement les problèmes suivants qu'il a fallu résoudre: constance des préparations de radium, indépendance de la température et de la pression atmosphérique, détection électrostatique d'un déséquilibre de tension, utilisation du déplacement du système électrique pour déclencher l'alarme (contact), obtention d'un isolement constant de plus de 10^{14} ohms.

gasen, auch wenn sie keinen sichtbaren Rauch bilden, sehr viel grössere Teilchen vorhanden sind. Dies wurde schon 1899 von Mc Clelland beobachtet³⁾. Es handelt sich bei dieser physikalischen, nicht chemischen, Veränderung um Molekülkomplexe, ähnlich den sogenannten Langevin-Ionen⁴⁾.

Weil bei jeder praktischen Verbrennung viele derartige Teilchen entstehen, wird die Strom-Span-

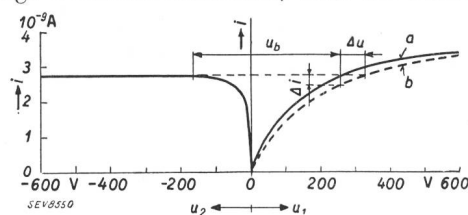


Fig. 1.

Gemessene Strom-Spannungscharakteristiken von zwei verschiedenen Ionisationskammern, mit
 a reiner Luft, b Spuren von Zigarettenrauch

nungs-Charakteristik einer geeigneten Ionisationskammer schon durch Spuren von Flammengasen derart stark verändert, wie es durch chemisch andere Gase oder auch durch Staub nicht vorkommt. Die Ionisationskammer ist deshalb sehr geeignet zur Feuermeldung, denn sie gibt eine spezifische Reaktion auf Verbrennungen mit oder ohne Rauchentwicklung. Die Empfindlichkeit der selbsttätigen Feuermeldung kann damit sehr stark gesteigert

¹⁾ Greinacher H.: Ueber ein Differentialionometer und seine Anwendung zur elektrischen Messung des Staubgehaltes der Luft. Bulletin SEV Bd. 13 (1922), Nr. 8, S. 356.

²⁾ DRP Nr. 387 474.

³⁾ Mc Clelland J. A.: Proc. Cambr. Soc. Bd. 10 (1899), p. 241.

⁴⁾ Langevin P.: C. R. t. 140 (1905), p. 232 et 305.

werden, wenn es gelingt, die Veränderung der Charakteristik $i(u)$ zur Auslösung eines Alarms zu verwenden.

Man sieht aus Fig. 1, dass die prozentuale Stromänderung $100 \frac{\Delta i}{i}$ bei konstanter Spannung relativ gross ist. Es ist infolge des hohen Radiumpreises aber nicht möglich, einen grösseren Strom als ungefähr 10^{-9} A zu verwenden. Die absoluten Stromänderungen Δi sind deshalb sehr klein, d. h. von der Grössenordnung 10^{-11} A. Derartige Ströme können technisch nur durch Verstärkung mit Elektrometerröhren irgendwelche Signale auslösen. Von P. Malsalez und L. Breitmann wurden derartige Feuermelder gebaut⁵⁾. Die Apparatur ist für eine allgemeine Anwendung jedoch zu gross, zu kostspielig und erfordert zu viel Leitungen und Unterhaltskosten.

Da im Bulletin SEV von A. Täuber-Gretler über die Entwicklung kleiner, tragbarer, elektrostatischer Voltmeter hoher Empfindlichkeit berichtet wurde⁶⁾, lag es nahe, deren Verwendung zu prüfen. Aus Fig. 1 sieht man, dass es möglich ist, wenn man bei konstantem Strom arbeiten kann, eine Spannungsänderung Δu von mindestens 10...30 V zu erhalten, wenn die Luft in der Ionisationskammer Spuren von Rauchteilen oder Flammengasen erhält.

Es ist leicht möglich, mit konstantem Strom zu arbeiten, indem man in Serie mit der Ionisationskammer, welche die Luft auf das Vorhandensein von Rauchteilen oder Flammengasen prüft, eine Einrichtung schaltet, die mit Stromsättigung arbeitet, d. h. bei welcher der Strom beinahe unabhängig von der daran liegenden Spannung u ist. Als geeignetste derartige Einrichtung erwies sich bei diesen kleinen Strömen die Verwendung einer zweiten, geeignet dimensionierten Ionisationskammer. Man erhält damit die prinzipielle Schaltung, die von Greinacher vorgeschlagen wurde (Fig. 2). 1 und 2 sind die offene und die abgeschlossene Ionisationskammer, 3 und 4 die Radiumpräparate, 5

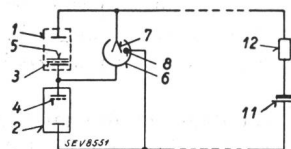


Fig. 2.
Prinzipisches
für Feuermelder.

eine metallene Schutzschicht, 6, 7 und 8 stellen schematisch die feststehende, die bewegliche und die Kontaktelektroden des elektrostatischen Systems dar. 11 ist eine hohe Gleichspannung und 12 ein Relais, das einen Alarmkontakt schaltet, wenn die bewegliche Elektrode 7 die Kontaktelektrode 8 berührt.

In Fig. 1 ist der experimentell ermittelte Wert des Ionisationsstromes $i(u)$, der durch die beiden Ionisationskammern 1 und 2 fliesst, aufgetragen.

⁵⁾ Malsalez P. u. L. Breitmann: L'utilisation des phénomènes radioactifs dans la prédetection des incendies et l'analyse des gaz. Rev. gén. électr. t. 43 (1938), No. 9, p. 279.

⁶⁾ Täuber-Gretler A.: Ueber ein tragbares elektrostatisches Voltmeter. Bull. SEV Bd. 25 (1934), Nr. 21, S. 556.

Da die beiden Ionisationskammern in Serie geschaltet sind, fliesst derselbe Strom durch beide Kammern. Wenn die Charakteristik $i(u_1)$ der einen Ionisationskammer durch Rauchteilchen oder Flammengase geändert wird, so ändert sich die Spannungsverteilung u_1/u_2 der Batteriespannung u_B an den Kammern. Man sieht sofort, dass man durch Arbeiten in einem geeigneten Bereich der Charakteristik $i(u_1)$ grosse Spannungsänderungen Δu erreichen kann. Nur dadurch und durch die Verwendung einer zweiten, geeignet dimensionierten Ionisationskammer ist es möglich, so grosse Spannungsänderungen Δu zu erhalten und ein auf der elektrostatischen Anziehung beruhendes, mechanisch arbeitendes Meßsystem zum Anzeigen der Veränderungen der Spannungsverteilung zu verwenden, das direkt einen Kontakt betätigt.

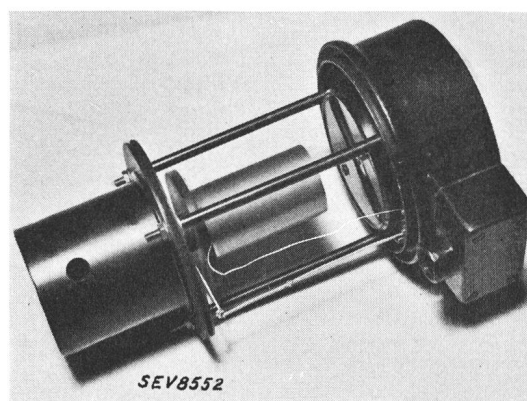


Fig. 3.
Feuermelder Modell 1937.

Fig. 3 zeigt einen Feuermelder mit abgenommener Schutzhaube, bei dem ein normales, handelsübliches elektrostatisches Voltmetersystem verwendet wurde, wobei an Stelle des Zeigers ein spezieller Kontakt angebracht wurde. Man erkennt die beiden Ionisationskammern und das im Sockel montierte Voltmeter. Die grössere Ionisationskammer ist nach unten durch ein Sieb abgeschlossen, so dass die Luft durch Diffusion eintreten kann.

Im Laufe einiger Jahre gelang es, dieses ursprüngliche Modell stark zu verkleinern und folgende Punkte zu verbessern:

1. Die Konstanz der Radiumpräparate.
2. Die Unabhängigkeit der Empfindlichkeit von Luftdruck und Temperatur.
3. Der Bau des elektrostatisch arbeitenden Systems.
4. Die Umwandlung der mechanischen Bewegung des elektrostatischen Systems in den elektrischen Alarm, d. h. den Kontakt.
5. Die Isolation.

Die Schwierigkeit bei der Herstellung der Radiumpräparate⁷⁾ liegt darin, dass das Radium nur durch eine einige $1/1000$ mm dicke Schutzschicht überdeckt werden darf, wenn die Ionisationsfähigkeit nicht verdorben werden soll. Durch die, an sich schon von Greinacher¹⁾ angegebene Verwendung eines metallischen Schutzfilmes gelang es, die Präparate von der Aussenluft hermetisch abzuschliessen und genügend zu schützen.

⁷⁾ Meyer St. u. E. v. Schweidler: Radioaktivität 2. A. 1927.

Die Unabhängigkeit von Luftdruck und Temperatur kann durch zwei gleich gebaute Ionisationskammern, von denen die eine offen und die andere beinahe ganz, aber nicht hermetisch abgeschlossen ist, erreicht werden. Diese vor allem von *Malsallez* vorgeschlagene Methode⁸⁾ hat den Nachteil, dass mehrere hoch zu isolierende Durchführungen vorhanden sind und dass beide Kammern gleich gebaut sein müssen. Eine Berechnung zeigt auch, dass es günstiger ist, 2 verschiedene Ionisationskammern zu verwenden. Dann müssen die Charakteristiken beider Kammern aber einzeln unabhängig von Luftdruck und Temperatur sein.

Dies wurde bei der mit Sättigung arbeitenden Ionisationskammer erreicht, indem sie vollständig hermetisch abgeschlossen wurde. Da Radium, das eine Halbwertszeit von 1760 Jahren besitzt, als ionisierende Substanz verwendet wird, scheint die Konstanz gewährleistet. Es konnte deshalb auch bei mehreren Monaten dauernden Versuchen keine Veränderung, weder mit der Temperatur, noch mit der Zeit festgestellt werden.

Da sich die offene Ionisationskammer, die die Luft auf das Vorhandensein der Rauchteilchen oder Flammengase kontrollieren muss, natürlich nicht hermetisch abschliessen lässt, variiert in dieser Kammer die Anzahl der Luftmoleküle im cm^3 und damit proportional die pro cm^3 gebildete Ionenanzahl mit dem Barometerstand und der Temperatur. Man sieht, dass bei den üblichen Temperatur- und Druckänderungen Stromänderungen bis einige Prozent vorkommen. Dies ist nicht zulässig, denn die Stromänderungen durch die Flammengasteilchen sind von derselben Grössenordnung. Man kann sich von diesen Änderungen befreien, wenn man beachtet, dass ein Radiumpräparat vor allem durch die α -Teilchen ionisiert, da die Ionisation durch die β -Teilchen ungefähr 1000mal und die durch die γ -Strahlen ungefähr eine Million mal kleiner ist. Ein α -Teilchen bildet längs seiner Bahn immer dieselbe Anzahl Ionen, bis es zum Stillstand kommt. Es ändert nur die Länge dieser beinahe geradlinigen Bahn, wenn die Anzahl Luftmoleküle pro cm^3 ändert. Deshalb wird die Länge der ganzen Bahn der α -Teilchen ausgenutzt, damit der Strom praktisch unabhängig von der Zahl der Luftmoleküle im cm^3 , d. h. auch unabhängig von Druck und Temperatur wird.

Das elektrostatisch arbeitende System wurde vollständig neu berechnet und gebaut. Es gelang, dank den Angaben von *Espe* und *Knoll*⁹⁾, trotz grossen Schwierigkeiten, dasselbe nach Art einer Radiolampe vollständig in einen Glasballon einzuschmelzen und es so von allen äusseren Einflüssen zu schützen. Da es keine reibenden Teile besitzt und da der bewegliche Flügel nur ein Gewicht von einigen mg besitzt, das Band, an dem er befestigt ist, dagegen eine Zugfestigkeit von einigen 100 000 mg hat, ist dasselbe mechanisch äusserst solid.

⁸⁾ *Malsallez P.*: 1^{re} Addition No. 44 245 au Brevet d'invention No. 761 438.

⁹⁾ *Espe W.* u. *M. Knoll*: Werkstoffkunde der Hochvakuumtechnik. Springer 1936.

Durch den vollständig hermetischen Abschluss dieses Systems wurde es möglich, eine Gasentladung als «Kontakt» zu verwenden, indem zwischen dem beweglichen Flügel und dem Kontaktstift eine Gasentladung entsteht, sowie sich der Flügel dem Kontaktstift genügend nähert. Ein derartiger Kontakt arbeitete noch nach 100 000 Schaltungen einwandfrei.

Indem die abgeschlossene Ionisationskammer, die mit Sättigung arbeitet, unmittelbar mit dem elektrostatischen System zusammengebaut wurde,

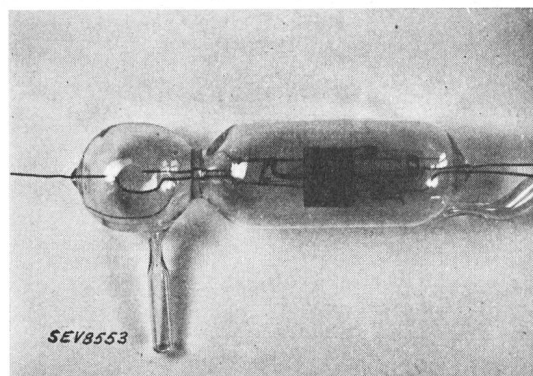


Fig. 4.

Elektrostatisches Relais mit aufgebaute Ionisationskammer.

konnte ein kompaktes Aggregat geschaffen werden, das von allen äusseren Einflüssen geschützt ist. Fig. 4 zeigt die Ansicht der geschlossenen Ionisationskammer und des elektrostatischen Systems, wie es vom Glasbläser kommt. Es ist damit möglich, einen kleinen, handlichen und billigen Feuermelder bisher unbekannter Empfindlichkeit zu bauen — wenn die Isolation genügend gut gemacht werden kann. Dies ist mit den bisher üblichen Mitteln nicht möglich, und es soll deshalb noch kurz die Frage einer Gleichstromisolation von bisher technisch wohl nie verlangter Güte besprochen werden.

Durch den vollständig hermetischen Abschluss des elektrostatischen Systems und der einen Ionisationskammer ist es für die im abgeschlossenen System befindlichen Isolationsstellen möglich, eine genügende Isolation zu erreichen und aufrecht zu halten.

Schwierigkeiten bereitet dagegen die eine, nicht zu umgehende Isolationsstelle, die der freien Atmosphäre ausgesetzt ist. Damit die Spannungsverhältnisse, die die Kurven in Fig. 1 darstellen, durch einen zusätzlichen Isolationskriechstrom nur unbedeutend verändert werden, darf dieser 10^{-12} A nicht überschreiten. Da ca. 100 V an der Isolationsstelle liegen, muss der Oberflächenwiderstand grösser als $10^{14} \Omega$ sein.

Aus den Kurven der Fig. 5, die einer Arbeit von *G. Bublitz* entnommen sind¹⁰⁾, sieht man die überraschend starke Abhängigkeit des Oberflächenwiderstandes beinahe aller Isoliermaterialien von der Luftfeuchtigkeit.

Dass Hartgummi in trockener Atmosphäre und in frischem Zustande genügt, ist weniger verwun-

¹⁰⁾ *Bublitz G.*: Elektrische Isolierstoffe. ATM Bd. 7 (1938), S. 87. Z 947—2.

derlich, als der ungeheure Abfall vor allem bei sonnenbeschienenem Hartgummi und bei grösserem Feuchtigkeitsgehalt. Ein Isolationsunterschied von zehn Zehnerpotenzen mit dem Feuchtigkeitsgehalt ist sicher unerwartet. Aber auch reiner geschmolzener Quarz und polierter Bernstein genügen den gestellten Anforderungen bei grösserem Feuchtigkeitsgehalt noch nicht. Dagegen ist es überraschend,

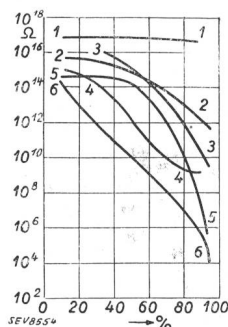


Fig. 5.

Abhängigkeit des spezifischen Oberflächenwiderstandes in Ω von der relativen Feuchtigkeit in % nach Bullitz ³⁰⁾.

- 1 Ceresin.
- 2 Quarzglas.
- 3 Bernstein.
- 4 Glas.
- 5 Hartgummi.
- 6 Hartgummi (sonnenbestrahlt).

dass wachsartige Substanzen wie das beispielsweise eingezeichnete Ceresin innerhalb der Messgenauigkeit auch mit hohem Feuchtigkeitsgehalt keinen Abfall zeigten.

Deshalb wurde versucht, einen gewöhnlichen Glasballon, der nach peinlicher Trocknung mit einer derartigen Schutzschicht überzogen wurde, zu verwenden. Ein derartiger Probekolben zeigte noch nach 2 Monaten Lagerung bei 100 % relativer Feuchtigkeit einen Isolationswiderstand von mehr als 10^{15} Ohm, so dass er mit den vorhandenen Elektrometern nicht genau bestimmt werden konnte.

Nur bei unmittelbarem Anhauchen eines derartigen präparierten Kolbens bricht die Isolation plötzlich, allerdings nur vorübergehend, zusammen, da dann eine zusammenhängende Schicht von verunreinigtem kondensiertem Wasser entsteht. Damit dies durch einen feuchten und warmen Luftzug nicht vorkommen kann, wird unmittelbar in die Isolationsschicht eine Wärmespirale eingelegt. Dadurch kann die Oberfläche mit ganz kleiner Energie, d. h. weniger als 0,1 Watt, dauernd merklich wärmer als ihre Umgebung gehalten werden. Eine Kondenswasserbildung ist dann nicht mehr möglich, und die geforderte Isolation kann dauernd und unter allen Umständen aufrecht erhalten werden. Auch die Erwärmung von Isolationsstellen wurde schon von Greinacher angewandt.

Fig. 6 zeigt einen etwas schematisierten Schnitt durch einen Feuermelder, der nach diesen Gesichtspunkten gebaut wurde. Man erkennt die geschlossene und offene Ionisationskammer 1 und 2 mit den radioaktiven Schichten 3 und 4 und der Schutzschicht 5. 6, 7 und 8 stellen schematisch die feststehende, die bewegliche und die Kontaktelektrode des elektrostatischen Relais dar. 9 ist die Schutzschicht mit hoher Oberflächenisolation und 10 die darin eingebettete Wärmespirale.

Es soll schon von Röntgen, dem Entdecker der Röntgenstrahlen, versucht worden sein, die Ionisationskammer als Feuermelder zu verwenden. Ein halbes Jahrhundert intensivster Forscherarbeit in der ganzen Welt, vor allem in bezug auf die Rohstoffe, hat ermöglicht, diese Idee praktisch zu verwirklichen und den Feuermelder zu bauen, den Fig. 7 in seinem Schutzgehäuse, an einer Decke montiert, zeigt. Dieser Feuermelder ist so empfind-

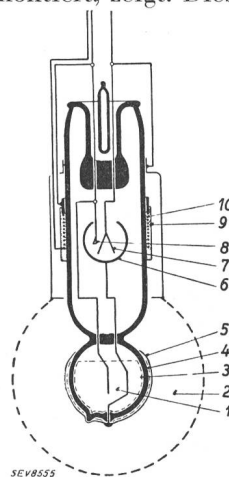


Fig. 6.

Schnitt durch einen schematisierten Feuermelder. (Legende siehe Text.)

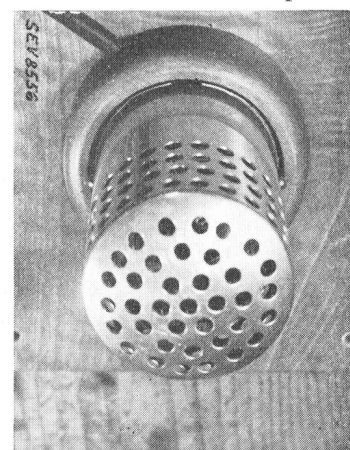


Fig. 7.

Feuermelder Modell 1940.

lich, dass schon ein brennendes Zeitungsblatt oder 10 g brennende Holzwolle in einem mittleren Raume nach einer halben Minute Alarm auslösen. Ebenso lösen einige mottende Putzfäden Alarm aus, sobald die «brenzlige» Luft den Apparat erreicht. Eine Brandbombe wird praktisch im Moment ihrer Zündung signalisiert. Selbst dichtester Staub, der das ganze Zimmer füllt, oder ein unmittelbar unter den Apparat gestellter Strahlerofen löst dagegen keinen Fehlalarm aus.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Forschungen über Fluoreszenz und Phosphoreszenz.

(Berichtigung.)

Im Bull. 1940, Nr. 8, S. 190, sind in der Legende zu Fig. 1 die Positionsnummern 1 und 3 miteinander zu vertauschen.

Uebersicht über die magnetischen Werkstoffe.

Einleitung und Inhaltsübersicht.

621.318.22

Die Faktoren, welche die magnetischen Eigenschaften beeinflussen, sind so komplex, dass ein grosser Teil der in den letzten Jahren erzielten Fortschritte, insbesondere auf dem

Gebiete der Zwei-, Drei- und Vierstofflegierungen, vorwiegend durch systematische Empirie erzielt wurde. Aus den von der metallurgischen Forschung gelieferten Gleichgewichtsdiagrammen konnte für gewisse Legierungen manchmal zwar auch auf das voraussichtliche magnetische Verhalten geschlossen werden, aber die Auffindung von Legierungen mit unerwartet hoher Koerzitivkraft zeigte dann wieder, dass die verwendeten Arbeitshypothesen noch unvollständig waren und dass wir zur Zeit noch über keine geschlossene Theorie verfügen, welche gestatten würde, für jede Legierung das magnetische Verhalten mit Sicherheit vorauszusagen.

Im vorliegenden Bericht wird besonders auf die durch Ausscheidung härtenden Legierungen eingegangen. Ferner werden die Bedeutung grosser Reinheit des Eisens und der