

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 49 (1971)

Heft: 6

Artikel: Zum Brandschutz in Telephonzentralen = Protection contre l'incendie dans les centraux téléphoniques

Autor: Plüss, Ernst / Purt, Gustav A.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874284>

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: 30.04.2026

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

Zusammenfassung. Bau und Betriebsweise von Telephonzentralen haben sich in den letzten Jahren wesentlich verändert. Diese Gegebenheit und der Wunsch nach Abklärung über die Eignung anderer Brandmeldertypen drängten eine Überprüfung des bisherigen bewährten Brandschutzkonzeptes auf. Ausführliche Brandversuche in einer modernen Telephonzentrale bestätigten die universelle Einsatzmöglichkeit von Brandgas-Feuermeldern nach dem Ionisationskammer-Prinzip. Die erzielten Ergebnisse zeigen zudem die Möglichkeit einer weiteren Optimierung des Brandschutzes durch Einbezug von optischen Rauchmeldern.

Résumé. La construction et l'exploitation des centraux téléphoniques se sont sensiblement modifiées durant ces dernières années. Cette situation et le désir de déterminer la propriété d'autres types de détecteurs d'incendie, ont conduit à la révision du concept de la protection contre l'incendie, qui avait donné toute satisfaction jusqu'ici. Des essais détaillés d'incendie dans un central téléphonique moderne ont confirmé la possibilité d'emploi universel de détecteurs de gaz de combustion selon le principe de la chambre d'ionisation. Les résultats obtenus montrent, en outre, que l'adjonction de détecteurs optiques de fumée permet de rendre encore plus efficace la protection contre l'incendie.

La protezione antincendio nelle centrali telefoniche

Riassunto. Negli ultimi anni la costruzione ed il modo d'esercizio delle centrali telefoniche hanno subito sostanziali mutamenti. Detta fattispecie ed il desiderio di appurare l'affidabilità di altri tipi d'avvisatori d'incendio impose un riesame dell'attuale concezione sulla protezione antincendio. Minuziose prove d'incendio in una centrale telefonica moderna confermarono che gli avvisatori d'incendio a gas sul principio della camera di ionizzazione sono impiegabili universalmente. I singoli risultati dimostrano inoltre che l'uso di avvisatori ottici di fumo permette di migliorare ulteriormente la protezione antincendio.

1. Allgemeines

Telephonzentralen zeichnen sich durch eine hohe Wertdichte und leichte Zerstorbarkeit bei verhältnismässig geringer Brandbelastung aus. Man rechnet gewöhnlich mit weniger als 10 kg/m² Holzgleichwert.

Die elektrischen und elektronischen Einrichtungen werden in der Regel als Einschübe in Schaltschränken untergebracht, die oft sogar allseitig geschlossen sind. Die Räume – meist vollklimatisiert – sind selten ständig beaufsichtigt. Allfällige Brandausbrüche werden deshalb nur rein zufällig entdeckt, sofern nicht automatische Meldeanlagen eingerichtet sind.

Im Brandfall sind Art und Ort der Zündquelle von besonderer Bedeutung für den Brandverlauf. Erfolgt die Zündung innerhalb der Schaltschränke, so kann dort der Brand zwar verhältnismässig rasch um sich greifen, bleibt aber in der Regel längere Zeit auf eine einzige Einheit begrenzt. Nur selten wird er auf benachbarte Schaltschränke überspringen.

Entsteht der Brand aber aus äusseren Ursachen – man spricht dann von betriebsfremden Zündquellen – liegen die Verhältnisse ganz anders: Es ist vergleichsweise eine eher raschere Brandausbreitung zu erwarten. Ohne Gegenmassnahmen kann nach einiger Zeit sogar die ganze Telephonzentrale in Flammen stehen. Die Brandstiftung in der Telephonzentrale Hottingen – als extremes Beispiel – zeigte dies sehr eindrücklich [1].

Eine Statistik über tatsächlich beobachtete Brandausbrüche in Telephonzentralen der schweizerischen PTT-Betriebe, die mit Brandmeldeanlagen ausgerüstet waren, liefert Informationen über das Verhältnis der beiden Grenzfälle [2]. Bei 38 registrierten Bränden waren nur rund zwei Drittel auf Fehler in den Übermittlungseinrichtungen zurückzuführen. Der Rest – ein sehr beachtlicher Anteil also – fand seine Ursache eindeutig in betriebsfremden Zündquellen, wie Papierkörben, Zigarettenstummeln, vergesse-

1. Généralités

Les centraux téléphoniques qui représentent une valeur considérable concentrée dans un espace très restreint peuvent être aisément détruits sous l'effet d'une charge thermique relativement faible équivalant à une valeur de bois inférieure à 10 kg/m².

En règle générale, les équipements électriques et électroniques sont logés sous forme d'unités enfichables dans des armoires de commutation qui sont même fréquemment complètement fermées. Les locaux – la plupart du temps entièrement climatisés – sont rarement surveillés en permanence. C'est pourquoi les débuts d'incendie éventuels ne sont découverts que par un pur hasard, lorsqu'il n'existe pas d'installations d'avertissement automatiques.

La nature et l'endroit de la source d'ignition sont d'une importance particulière pour le développement de l'incendie. Si le feu prend à l'intérieur des armoires de commutation, l'incendie peut s'y développer assez rapidement mais se limitera en général pendant un certain temps à une seule unité. Il ne se propagera que rarement aux armoires de commutation voisines.

Mais si des causes extérieures – on parle alors de sources d'ignition extérieures à l'exploitation – provoquent l'incendie, les conditions sont tout autres: il y a tout lieu de s'attendre que, comparativement, l'incendie se propage plus rapidement. Si des mesures ne sont pas prises, tout le central téléphonique peut même être en flammes au bout de quelque temps. L'incendie criminel du central téléphonique d'Hottingen – pris comme exemple extrême – en a fourni la preuve d'une façon on ne peut plus catégorique [1].

Une statistique des débuts d'incendie observés effectivement dans les centraux téléphoniques de l'entreprise des PTT suisses dotés d'installations de détecteurs d'incendie fournit des informations sur les circonstances des

nen LötKolben oder sogar dem Übergreifen von Feuer aus benachbarten Räumen.

Die Untersuchung zeigt auch die gute Bewährung der automatischen Brandmeldung durch Brandgas-Feuermelder nach dem Ionisationskammer-Prinzip: Sie ermöglichte es, das mittlere Schadenausmass aller 38 Fälle auf weniger als 200 Franken zu begrenzen.

Als Zündquelle innerhalb der Schaltschränke ist die Überlastung elektrischer oder elektronischer Bauteile am wahrscheinlichsten. Die elektrischen Isolierstoffe werden dabei überhitzt und thermisch zersetzt. Es entstehen nicht nur teilweise brennbare und oft sogar korrosive Dämpfe, sondern auch beträchtliche Mengen Rauch oder Qualm. Auch die modernsten Isolierstoffe sind in der Regel starke Qualmer.

Interessanterweise führt eine solche elektrische Überlastung eher selten zur direkten Entzündung [3], [4]. Der Vorgang bleibt meistens im Stadium des Verschmorens und Verglimmens stehen. Trotzdem können erhebliche Schäden hervorgerufen werden.

Noch schlimmer sind die Verhältnisse im Fall betriebsfremder Zündquellen, die ohne Gegenmassnahmen in der Regel zu offenen Bränden führen. Die Zersetzung der Isolierstoffe ist hier derart umfassend, dass dabei in Telephonzentralen Rauchdichten beobachtet wurden, die die Sichtweite bis auf etwa einen halben Meter begrenzten [5].

Die Brandmeldung im frühesten Stadium des Brandausbruchs, oder beginnender Zersetzung der Isolierstoffe ist deshalb der einzige Garant für ein geringes Schadenausmass. Nur dann ist nämlich die erfolgreiche Löschung ohne grössere Brand- und Löschschiäden möglich. Sie muss unbedingt schon in den ersten Minuten nach dem Brandausbruch eingeleitet werden. Die Verhältnisse liegen im Prinzip übrigens sehr ähnlich, wie für den Brandschutz von Datenverarbeitungsanlagen (vergl. [6], [7], [8]).

2. Brandschutzkonzept

Das heutige Konzept für den Brandschutz in Telephonzentralen der schweizerischen PTT-Betriebe sieht, neben baulichen Schutzmassnahmen, die Bereitstellung von Löscheräten und die Einrichtung von Brandalarmanlagen vor. Diese in der Praxis seit vielen Jahren bewährten Massnahmen sollen im folgenden kurz beschrieben werden.

2.1 Bauliche Brandschutzmassnahmen

Sie umfassen im wesentlichen alle bauseits zu treffenden Vorkehren, um die Gefahr eines Brandausbruchs und einer Brandausbreitung im Gebäude möglichst zu verhindern. Ihre wichtigste Aufgabe besteht jedoch darin, dem Personal bei Ausbruch eines Brandes genügend Schutz und Fluchtmöglichkeiten zu bieten.

deux cas extrêmes [2]. Des 38 incendies enregistrés, seuls les deux tiers environ devaient être attribués à des déficiences des équipements de transmission; le reste – ce qui représente tout de même un taux considérable – a eu pour origine des sources d'ignition extérieures à l'exploitation, telles que corbeilles à papier, bouts de cigarettes, fers à souder oubliés, voire la propagation du feu à partir de locaux voisins.

L'analyse montre aussi que l'annonce automatique des incendies par des détecteurs de gaz de combustion selon le principe de la chambre d'ionisation donne de bons résultats: elle a permis de maintenir à moins de 200 francs le montant moyen des dégâts. Selon toute vraisemblance, la surcharge des éléments de construction électriques et électroniques est la source d'ignition à l'intérieur des armoires de commutation, où les matières isolantes électriques sont surchauffées et décomposées par la chaleur. Il ne se dégage pas seulement des vapeurs partiellement inflammables et souvent même corrosives, mais aussi des quantités considérables de fumée plus ou moins épaisse. En général, les matières isolantes les plus modernes produisent aussi beaucoup de fumée épaisse. Il peut être intéressant de relever que pareille surcharge électrique aboutit assez rarement à une ignition directe [3], [4]. La plupart du temps, le processus en reste au stade de la carbonisation et de l'extinction progressive, mais il n'en reste pas moins que cela peut occasionner des dégâts considérables.

Les conditions sont encore pires lorsqu'il s'agit de sources d'ignition extérieures à l'exploitation, qui, en l'absence de mesures de protection efficaces, provoquent ordinairement des incendies. La décomposition des matières isolantes est alors si importante que l'épaisseur de la fumée dans les centraux téléphoniques limite la visibilité à un demi-mètre environ [5].

C'est pourquoi les dégâts sont d'autant moins importants que l'incendie est détecté dès le moment où il se déclare ou lorsque les matières isolantes commencent à se décomposer. C'est là la seule façon possible d'éteindre un incendie avec succès sans qu'il en résulte de graves dommages dus au feu ou aux opérations d'extinction. Il faut absolument intervenir dans les premières minutes qui suivent le début de l'incendie. Au reste, les conditions sont en principe les mêmes que celles qui concernent la protection contre l'incendie des installations de traitement de l'information (cf. [6], [7], [8]).

2. Conception de la protection contre l'incendie

Outre les mesures de protection architectoniques, la conception actuelle de la protection contre l'incendie dans les centraux téléphoniques de l'entreprise des PTT prévoit la préparation d'extincteurs et l'établissement d'installations

2.2 Löscheinrichtungen

Für die Bekämpfung von Entstehungsbränden durch das anwesende Personal werden in Telephonzentralen Kohlen-säure-Handfeuerlöscher bereitgestellt. Auf den Einsatz stationärer Löschanlagen wurde bis heute verzichtet, da Nasslöschanlagen (Sprinkler) zur Brandbekämpfung in Fernmeldeanlagen ungeeignet sind und Kohlen-säurelöschanlagen eine Gefahr für das Personal darstellen.

2.3 Brandmeldeanlagen

Die Tatsache, dass Brände einerseits eine exponentielle Entwicklung aufweisen und andererseits eine grosse Zahl Telephonzentralen nicht ständig beaufsichtigt sind, bewog die schweizerischen PTT-Betriebe schon vor Jahren zur Einführung von automatischen Brandmeldeanlagen. Aus den damals recht bescheidenen Anfängen entwickelten sie sich seither zu einem wesentlichen Bestandteil der heutigen Schutzmassnahmen für Telephonzentralen.

Nach den heute geltenden Projektierungsvorschriften werden in der Regel nur Telephonzentralen mit 6000 und mehr Teilnehmeranschlüssen mit Brandmeldern ausgerüstet. Dafür wird aber das ganze Gebäude, einschliesslich Hilfs- und Nebenräume, in den Schutzbereich einbezogen. Auf einen eigentlichen Objektschutz wurde bisher aus wirtschaftlichen Gründen verzichtet, die Schutzfläche der verwendeten Ionisationsfeuermelder jedoch den unterschiedlichen Raumbelagungsverhältnissen angepasst.

Die Fernmeldeanlagen werden aber immer vielseitiger und komplizierter, moderne Werkstoffe finden als Isolations- und Baumaterial Eingang. Durch die kompakte Bauweise der teil- oder vollelektronischen Vermittlungseinrichtungen steigt die Betriebstemperatur der Ausrüstungen, so dass die Aufstellungsräume vollklimatisiert werden müssen.

Auch die Bauweise von Hilfseinrichtungen in Fernmeldeanlagen ist geändert worden. Anstelle der bis heute üblichen Kabelrechen über den Gestellreihen werden neuerdings Kabelroste verwendet. Diese überspannen den ganzen Raum als eine Art Hohldecke und gestatten ein rasches und einfaches Verlegen von Kabeln.

Diese geänderten Verhältnisse veranlassten die verantwortlichen Stellen zu prüfen, ob das bewährte Schutzkonzept für das normale Brandrisiko nicht noch verbessert und vielleicht wirksam erweitert werden könnte. Zur Abklärung dieser Frage wurden im Verstärkeramt der neuen Telephonzentrale Sargans Brandversuche durchgeführt.

3. Brandversuche

3.1 Einleitung

Der Schwerpunkt der Versuche wurde hauptsächlich der Kernfrage gewidmet, ob das heute verfügbare System ver-

d'alarme-incendie. Ces mesures qui donnent toute satisfaction depuis de nombreuses années dans la pratique sont succinctement décrites ci-après.

2.1 Mesures de protection architectoniques contre l'incendie

Elles portent essentiellement sur toutes les dispositions architectoniques à prendre pour que le danger d'un incendie et de sa propagation à l'ensemble du bâtiment soit réduit dans la mesure du possible. Mais il importe avant tout que, si un incendie se déclare, le personnel soit suffisamment protégé et qu'il ait des possibilités suffisantes de fuite.

2.2 Dispositifs d'extinction

Pour que le personnel présent puisse combattre les débuts d'incendie, des extincteurs à main à acide carbonique sont préparés dans les centraux téléphoniques. Jusqu'à présent, on a renoncé à utiliser des installations d'extinction stationnaires, du fait que celles à aspersion d'eau (Sprinkler) ne sont pas appropriées à la lutte contre le feu dans les installations de télécommunication et que les extincteurs fixes à acide carbonique constituent un danger pour le personnel.

2.3 Installations d'avertisseurs d'incendie

Le fait que, d'une part, les incendies se développent avec une rapidité foudroyante et que, d'autre part, un grand nombre de centraux téléphoniques ne sont pas surveillés en permanence a incité l'entreprise des PTT suisses, il y a déjà plusieurs années, à utiliser des installations d'avertisseurs d'incendie automatiques qui, de bien modestes qu'elles étaient au début, sont devenues une partie essentielle des mesures de protection actuelles des centraux téléphoniques.

Selon les prescriptions faisant règle aujourd'hui pour l'établissement des projets, seuls les centraux téléphoniques abritant 6000 raccordements d'abonnés et plus sont généralement dotés d'installations d'avertisseurs d'incendie. Mais, par contre, tout le bâtiment, y compris les locaux auxiliaires et les dépendances, est englobé dans la zone de protection. Jusqu'ici, on a renoncé à une protection d'ouvrage proprement dite pour des motifs économiques, la superficie de protection des avertisseurs d'incendie par ionisation employés étant toutefois adaptée aux différentes conditions d'occupation des locaux.

Des matériaux modernes de plus en plus variés et compliqués sont utilisés comme éléments d'isolation et de construction dans les installations de télécommunication. La construction compacte des installations de commutation partiellement ou entièrement électroniques augmente la température de service des équipements, si bien que les locaux d'installations doivent être climatisés.

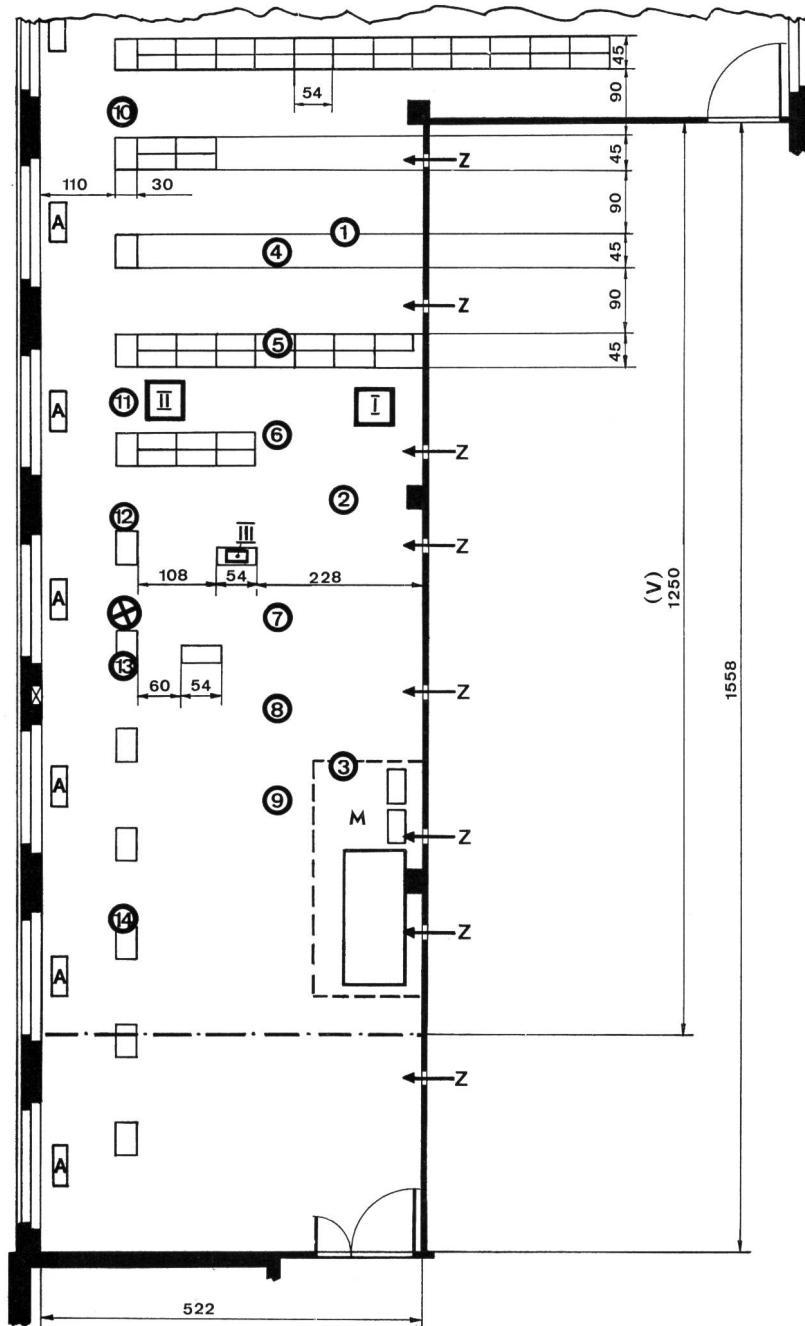


Fig. 1
 Versuchsanordnung im Verstärkeramt Sargans – Disposition de l'essai dans la station amplificatrice de Sargans

- | | | | |
|-------|--|-------|---|
| ①...⑭ | Melderstandorte – Emplacement des détecteurs | I-III | Standort der Testbrände – Emplacement des incendies de test |
| x | Mess-Sonden – Sondes de mesure | M | Messplatz – Place de mesure |
| Z → | Zuluft – Arrivée d'air | V | Versuchsbereiche – Zone d'essai |
| A | Abluft – Evacuation d'air | | |

schiedener kompatibler Brandmeldertypen eine weitere Optimierung auf universellen Schutz gegen alle Arten von Risiken ermöglichen liesse. Bis heute sind ausschliesslich Brandgas-Feuermelder mit ihrem weiten Ansprechspektrum für alle – vor allem auch für unsichtbare – Schwebeteilchen verwendet worden. Als Ergänzung dieser Grundbestückung bieten sich bevorzugt die optischen Rauchmelder nach dem Prinzip des Tyndall-Effekts an. Diese zeigen nämlich eine ausgeprägtere selektive Empfindlichkeit gegen verhältnismässig grosse Schwebeteilchen, wie sie gerne bei der Zersetzung von elektrischen Isolierstoffen entstehen.

Die in letzter Zeit starken Änderungen unterworfenen Bau- und Betriebsverhältnisse von Telephonzentralen erforderten zudem eine Überprüfung der Platzierung und Montage der Melder.

3.2 Versuchsanordnung

Das Verstärkeramt Sargans wurde Anfang 1970 in Betrieb genommen. Seine Ausführung entspricht der modernen Bauweise heutiger Norm. Die elektrischen Funktionsorgane sind jeweils in geschlossenen Schaltschränken zusammengefasst, die fast bis an die Raumdecke reichen. Eine sechsfache Luftumwälzung in der Stunde sorgt für eine gute Ventilation.

Die gesamte Bodenfläche des Verstärkeramtes beträgt 132 m². Für die Versuche wurde nur der vordere, noch nicht voll ausgebaute Teil des Raumes (*Fig. 1*) benützt. Seine Bodenfläche mass nur etwa 70 m². Der Raum ist 3,40 m hoch, wobei etwa 65 cm unterhalb der Decke, als optischer Abschluss der Schaltschränke nach oben, ein Kunststoffraster angebracht ist (siehe *Fig. 5*).

Aus *Figur 1* geht ebenfalls die Versuchsanordnung hervor. Sie zeigt die räumliche Anordnung der Schaltschränke, der Rauch- und Brandgasmelder, der Zu- und Abluft-Kanalöffnungen sowie die Anlage der Testbrände. Die Zuluft wird oberhalb des Kunststoff-Deckenrasters horizontal eingeblasen, wohingegen sich die Abluftöffnungen etwa auf dessen Höhe befinden und senkrecht nach unten gerichtet sind. Die Brandherde – Schaumstoff beziehungsweise Testspule – wurden an den Stellen I, II und III gelegt.

An allen in der *Figur 1* eingezeichneten Melderpositionen befanden sich jeweils ein Brandgas-Feuermelder des Cerberus-Typs FES 5B und ein optischer Rauchmelder des Cerberus-Typs RES 5.2, beide in Aufputzmontage.

Alle Melder waren an ein Mehrfachregistriergerät angeschlossen, das den Zeitpunkt des Ansprechens jedes einzelnen Melders genau festhielt. *Figur 2* zeigt die Messeinrichtung. An zwei Stellen des Raumes befanden sich ferner Messsonden, die den zeitlichen Verlauf des jeweiligen elektrischen Signals auf Schreibern aufzeichneten.

La construction des dispositifs auxiliaires dans les installations de télécommunication a aussi été modifiée. Des caïes pour câbles commencent à remplacer les supports utilisés couramment jusqu'ici au-dessus des rangées de bâtis; elles recouvrent le local entier comme d'une sorte de plafond suspendu et permettent ainsi de poser rapidement et simplement les câbles.

Ces conditions modifiées ont obligé les organes responsables à examiner si la conception de la protection qui a donné jusqu'ici satisfaction ne pouvait pas encore être améliorée et peut-être étendue efficacement. Pour tirer au clair cette question, il a été procédé à des essais d'incendie dans la station d'amplificateurs du nouveau central téléphonique de Sargans.

3. Essais d'incendie

3.1 Introduction

En procédant à ces essais, on voulait avant tout déterminer si le système actuellement disponible de différents types d'avertisseurs d'incendie compatibles permettait d'améliorer encore la protection universelle contre toutes les sortes de risques. Jusqu'à présent, les détecteurs de gaz de combustion, avec leur vaste spectre de fonctionnement, ont été exclusivement employés pour toutes les particules en suspension, mais surtout pour celles qui sont invisibles. Pour compléter cet équipement de base, il est tout indiqué de recourir aux détecteurs optiques de fumée selon le principe de l'effet Tyndall, qui offrent une sensibilité sélective plus marquée aux particules en suspension relativement grandes, telles qu'elles se forment volontiers lors de la décomposition des matières isolantes électriques.

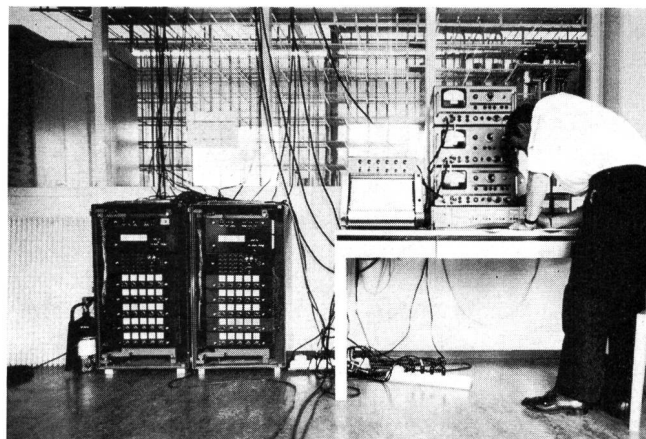


Fig. 2
Mess- und Registriereinrichtungen
Dispositifs de mesure et d'enregistrement

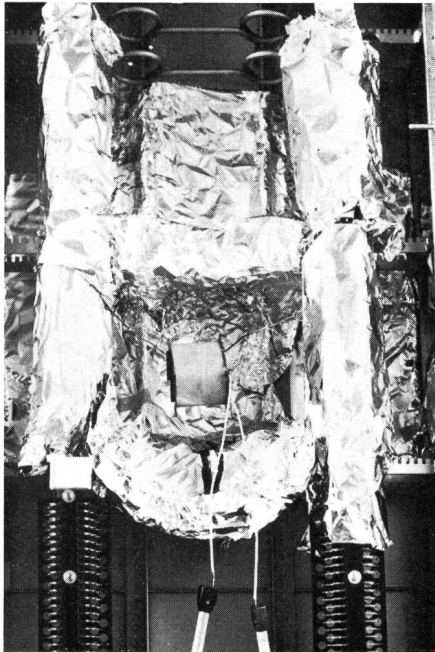


Fig. 3
Testspule in einem Gestell
Bobine de test dans un bâti

3.3 Versuchsdurchführung

Vor jedem Test war der Raum genügend belüftet worden, um das Signal der Messsonden auf Null zu bringen. In den Versuchen mit abgestellter Ventilation wurde auch dafür Sorge getragen, dass eine Luftberuhigung eingetreten war.

Die zur Simulation von Schwelbränden dienende Testspule ist aus *Figur 3* ersichtlich. Auf dem Spulenkörper befanden sich 50 g (124 m) isolierter Kupferlackdraht, Durchmesser 0,24 mm, in 1500 Windungen. Die etwa 80 Windungen/Lage waren durch Ölleinen isoliert. Die Spule wurde jeweils im Gestell – ungefähr 1 m über dem Boden – angeordnet. Bei Betrieb an 110 V Wechselstrom erreichte sie innerhalb von 10 min eine Oberflächentemperatur von etwa 300 °C. Die Stromaufnahme stabilisierte sich nach etwa 5 min auf rund 1 A. Im Augenblick des Stromeinschaltens wurde auch die Registriereinrichtung zum Anlauf gebracht. Der ungefähre Verlauf des zeitlichen Gewichtsverlustes ist in *Figur 4* dargestellt. In praktisch keinem Fall kam die Spule zur Entzündung.

Als Brandmaterial für die Versuche mit offenen Bränden wurde eine Schaumstoffmatte aus Polyurethan – Dimension 500 × 500 × 20 mm – mit einem Gewicht von 90 g gewählt. Die Matte befand sich auf einer Aluminiumfolie etwa 5 cm über dem Boden. Bei Versuchsbeginn wurden die Registriereinrichtungen eingeschaltet.

Les conditions de construction et d'exploitation de centraux téléphoniques ayant considérablement changé ces derniers temps, il était en outre indispensable de contrôler l'emplacement et le montage des avertisseurs.

3.2 Disposition des essais

La station des amplificateurs de Sargans a été mise en service au début de l'année 1970. Sa réalisation correspond aux normes actuelles de la construction moderne et les organes électriques sont groupés dans des armoires de commutation fermées qui atteignent presque le plafond du local. L'air se change six fois par heure, ce qui assure une bonne ventilation.

La surface totale du sol de la station des amplificateurs est de 132 m²; mais, pour les essais, on n'a utilisé que la partie antérieure non encore complètement occupée du local (*fig. 1*), dont la surface était d'environ 70 m². La hauteur du local est de 3,40 m, un écran en matière synthétique étant appliqué à environ 65 cm au-dessous du plafond pour fermer vers le haut les armoires de commutation.

La figure 1 fait ressortir la disposition des essais; elle montre comment sont placés dans le local les armoires de commutation, les détecteurs de fumée et de gaz de combustion, les ouvertures des canaux d'amenée et d'évacuation de l'air. Tandis que l'amenée d'air passe horizontalement au-dessus de l'écran de fermeture en matière synthétique, les ouvertures d'évacuation d'air se trouvent à peu

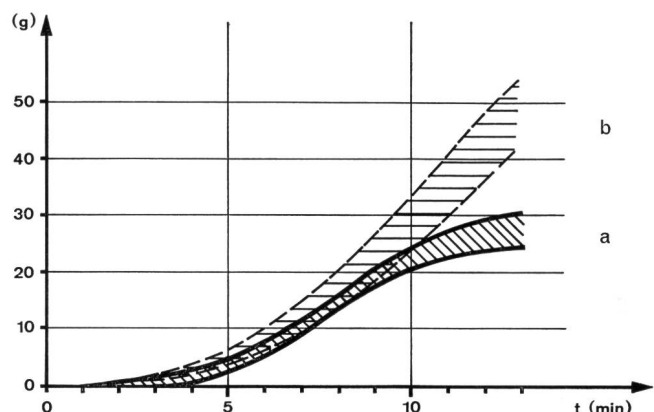


Fig. 4
Gewichtsverlust einer Testspule (zeitlicher Verlauf bei Anschluss an 110 V)

- a) Spule in ruhender Luft
- b) Spule in bewegter Luft (ca. 1...2 m/s)

Perte de poids d'une bobine de test (courbe en fonction du temps dans le cas de raccordement à 110 V)

- a) bobine dans l'air tranquille
- b) bobine dans l'air agité (environ 1-2 m/s)

Tabelle I Zusammenstellung der wichtigsten Messungen

Tableau I Résumé des résultats des mesures les plus importants

Versuchs- gruppe Groupe d'essai	Brandart Genre de feu	Brandmaterial Combustible	Anordnung des Brandmaterials Disposition du combustible	Versuchs- dauer (min) Durée de l'essai (min)	Lüftung Aération	Cerberusmelder Typ Décteur Cerberus type	Alarm des 1. Melders mit 15 m ² Überwachungsfläche (Raum- schutz) Alarme du 1 ^{er} détecteur surveillant une superficie de 15 m ² (protection de local)		Objektschutz Protection d'objet		
							Melder Décteur Nr./No	Zeit (min) Temps (min)	Ansprech- schwelle in Gramm Seuil de fonctionnement en grammes	Zeit (min) Temps (min)	Ansprech- schwelle in Gramm Seuil de fonctionnement en grammes
A	schwelen couvant	Testspule Bobine de test	im oben offenen Gestell Dans bâti ouvert en haut	16	aus arrêtée	RES 5.2	9	9,1	15,0	3,3	ca./env. 1,0
						FES 5.4	13	14,8	28,0	4,0	ca./env. 1,5
B	schwelen couvant	Testspule Bobine de test	im oben offenen Gestell Dans bâti ouvert en haut	13	ein enclenchée	RES 5.2	13	7,6	8,5	3,0	ca./env. 1,0
						FES 5.4	13	9,0	15,0	3,4	ca./env. 1,0
C	schwelen couvant	Testspule Bobine de test	im oben geschlossenen Gestell Dans bâti fermé en haut	16	aus arrêtée	RES 5.2	9	8,5	12,5	4,7	ca./env. 1,5
						FES 5.4	9	10,0	20,0	5,0	ca./env. 2,0
D	offen ouvert	Schaum- stoff Mousse synthétique	am Boden au sol	6	aus arrêtée	RES 5.2	3	2,4	75,0	kein Objektschutz pas de protection d'objet	
						FES 5.4	3	1,8	23,0		
E	offen ouvert	Schaum- stoff Mousse synthétique	am Boden au sol	6	ein enclenchée	RES 5.2	—	—	—	kein Objektschutz pas de protection d'objet	
						FES 5.4	5	1,3	10,0		

RES 5.2 = optischer Rauchmelder / Détecteur optique de fumée

FES 5.4 = Brandgas-Feuermelder / Détecteur de gaz de combustion

3.4 Versuchsergebnisse

Es wurden 25 Versuche durchgeführt. Naturgemäß weisen die Ergebnisse von Brandversuchen eine gewisse Streuung auf. Eine mehrfache Wiederholung einzelner Tests führt aber doch zu verlässlichen und eindeutigen Resultaten. Im Prinzip lassen sich alle Versuche nach fünf typischen Gruppen einordnen.

près à la même hauteur mais sont dirigées verticalement vers le bas. Les foyers d'incendie – mousse synthétique et bobine de test – étaient placés aux endroits I, II et III.

A toutes les positions d'avertisseurs dessinées sur la figure 1 se trouvaient un détecteur de gaz de combustion du type Cerberus FES 5 B ordinaire et un détecteur optique de fumée du type Cerberus RES 5.2; ils étaient installés tous deux en montage apparent.

- A «Schwelbrand» ohne Ventilation in einem oben offenen Schaltschrank.
- B «Schwelbrand» bei eingeschalteter Ventilation in einem oben offenen Schaltschrank. Diese Versuchsbedingung entspricht den normalen Verhältnissen im Verstärkeramt.
- C «Schwelbrand» ohne Ventilation in einem oben geschlossenen Schaltschrank. Solche Bedingungen entsprechen den normalen Verhältnissen im Wählersaal.
- D Offener Brand zwischen den Schrankreihen bei stillgelegter Ventilation.
- E Offener Brand zwischen den Schrankreihen bei laufender Ventilationsanlage.

Die Versuchsergebnisse, als Mittelwerte mehrerer Tests, sind in *Tabelle 1* zusammengestellt. Es wurden jeweils die Ansprechzeiten der Melder angegeben, die zuerst alarmierten, jedoch der bisher üblichen Überwachungsfläche von 15 m² entsprechen. Dies gibt ein gutes Bild über die Nachweisempfindlichkeit der Anlage unter den besonderen Verhältnissen.

Die minimale (günstigste) Alarmierungszeit erreichten die als Objektschutz am oberen Gestellende montierten Melder. Ihre Ansprechzeiten liegen, wie aus *Tabelle 1* ersichtlich ist, durchwegs um den Faktor 2...4 günstiger als bei anderer Anordnung. Die letzten Spalten enthalten die sogenannte Ansprechschwelle. Unter diesem Begriff ist die im Augenblick des Alarmierungszeitpunktes gerade abgebrannte Menge Brandmaterial zu verstehen. Die beobachteten Ansprechschwellen sind in der Regel nur wenig grösser als 10 g, was die ausserordentlich grosse Ansprechempfindlichkeit beider Meldertypen zeigt.

Aus den einzelnen Versuchen lassen sich aber noch eine Reihe weiterer Aussagen herleiten, so auch die universelle Ansprechempfindlichkeit der Brandgas-Feuermelder. Im folgenden werden die Versuchsergebnisse für die zwei typischen Testbrände einer eingehenden kritischen Betrachtung unterzogen.

3.4.1 Schwelbrände

Bei der elektrischen Überlastung der Testspule tritt ein Verschmoren ein, und es entsteht ein dichter weisslicher, verhältnismässig schwerer Qualm, der eigentlich nur das Produkt einer beginnenden pyrolytischen Zersetzung darstellt. Die *Figur 5* gibt einen Eindruck von seiner Natur. Besonders deutlich zeigte sich seine Schwere beim oben geschlossenen Schaltschrank (Versuchsreihe C): Er quoll gleichsam aus dessen Fugen, fiel auf den Boden, um dann von dort langsam an die Decke emporzusteigen.

Die Thermik der Spulenüberlastung ist gering, betrug die Leistungsaufnahme doch nur 110 W. So tritt denn auch erst nach etwa 6 min Versuchsdauer eine starke Beschleunigung des Gewichtsverlustes ein (wie dies *Figur 4* zeigt). Der mittlere Gewichtsverlust von etwa 5 g/min ist weiterhin

Tous les avertisseurs étaient raccordés à un enregistreur multiple qui notait exactement le moment où chaque appareil fonctionnait. La *figure 2* montre le dispositif de mesure. En outre, des sondes de mesure étaient installées à deux endroits du local et reproduisaient sur des enregistreurs la courbe en fonction du temps de chaque signal électrique.

3.3 Exécution des essais

Le local avait été suffisamment aéré avant chaque test, pour que le signal des sondes de mesure fût ramené à zéro. Dans les essais effectués avec la ventilation arrêtée, on veilla également à ce que l'air fût tranquille.

La bobine de test servant à simuler les feux couvants, que montre la *figure 3*, supportait 50 g (124 m) de fil de cuivre émaillé isolé de 0,24 mm de diamètre, réparti en 1500 spires. Les quelque 80 spires par couche étaient isolées par de la toile huilée. Lors de chaque essai, la bobine était placée dans le bâti à environ 1 mètre au-dessus du sol. Alimentée sous une tension de 110 volts, elle atteignait une température superficielle de 300° C environ en l'espace de 10 minutes et la consommation de courant se stabilisait à 1 A au bout de 5 minutes environ. Au moment où le courant était enclenché, le dispositif d'enregistrement se mettait aussi en marche. La courbe approximative de la perte de poids en fonction du temps est représentée à la *figure 4*. La bobine ne s'est pratiquement jamais enflammée.

Le combustible choisi pour les essais réalisés avec des feux ouverts était une natte en mousse synthétique de polyuréthane, aux dimensions de 500×500×20 mm et d'un poids de 90 g. La natte se trouvait sur une feuille d'aluminium à environ 5 cm au-dessus du sol. Au début de l'essai, les dispositifs d'enregistrement étaient enclenchés.

3.4 Résultats des essais

Il est naturel que les résultats des 25 essais d'incendie réalisés présentent une certaine dispersion. Mais il convient néanmoins de relever que différents tests répétés plusieurs fois donnent des résultats clairs et nets. En principe, tous les essais se répartissent en cinq groupes caractéristiques.

- A «Feu couvant» sans ventilation dans une armoire de commutation ouverte en haut.
- B «Feu couvant» avec ventilation enclenchée dans une armoire de commutation ouverte en haut. Cet essai correspond aux conditions rencontrées ordinairement dans la station des amplificateurs.
- C «Feu couvant» sans ventilation dans une armoire de commutation fermée en haut. Ces conditions correspondent à la situation normale dans la salle des sélecteurs.

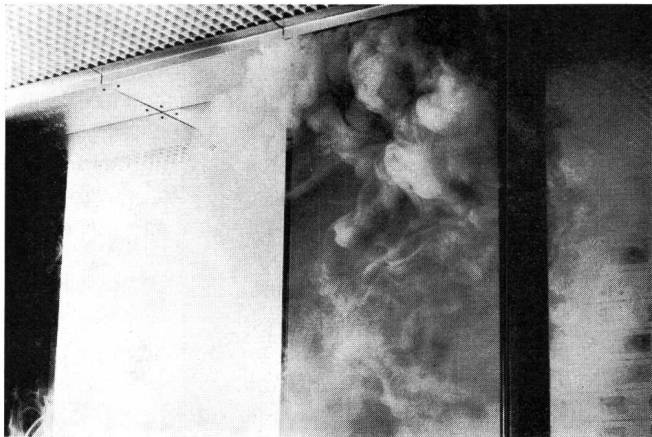


Fig. 5
Versuchsgestell, oben geschlossen, mit austretendem Qualm (8 min nach Versuchsbeginn)
Bâti d'essai, fermé en haut, avec fumée s'échappant (8 min après le début de l'essai)

wesentlich geringer als der des offenen Brandes, wo etwa zwanzigfach höhere Werte auftreten. Der verhältnismässig schwere Qualm kann infolge der geringen Thermik nur sehr langsam zur Decke gelangen.

Grundsätzlich zeigen die optischen Rauchmelder für dichten, schweren Qualm des Tröpfchendestillates eine sehr ausgeprägte selektive Empfindlichkeit. Die Alarmauslösung erfolgte auch unmittelbar nachdem der Qualm die Melder erreicht hatte.

Tabelle I zeigt aber auch, dass die Brandgas-Feuermelder Alarm auslösen konnten, sie also gleichfalls in der Lage sind, solche Isolierstoff-Zersetzungen anzuzeigen. Die Ansprechschwelle sind dabei höchstens zweimal grösser als bei optischen Rauchmeldern, das heisst immer noch sehr gering.

Bei nicht laufender Ventilation kann der schwere und relativ kalte Qualm meist nicht ganz an die Decke gelangen, und es bildet sich zu dieser eine rauchfreie Zone von einigen Zentimetern Höhe aus. Die Ursache hierfür ist die starke Abkühlung infolge des Wärmeentzuges durch die Raumdecke selbst. Es empfiehlt sich deshalb eine Aufputzmontage der Melder, weil auf diese Weise die Prüfkammer des Melders etwas tiefer zu liegen kommt. Wegen des Kunststoffrasters stört diese Anordnung auch optisch in keiner Weise. Bei eingeschalteter Ventilation entsteht hingegen eine genügende Luft-Turbulenz, um eine rauchfreie Zone in Deckennähe zu verhindern.

Beim Vergleich der beiden Versuchsreihen A und B fällt auf, dass sich im Ansprechverhalten der Melder keine sehr ausgeprägten Unterschiede ergeben. Die eingeschalt-

D Feu ouvert entre les rangées d'armoires avec ventilation arrêtée.

E Feu ouvert entre les rangées d'armoires avec installation de ventilation en marche.

Les résultats des essais, qui sont les moyennes de plusieurs tests, sont résumés au *tableau I*. On a indiqué chaque fois les temps de fonctionnement des détecteurs qui ont donné l'alarme les premiers et correspondent à la surface de surveillance de 15 m² usuelle jusqu'ici. Cela donne une image exacte de la sensibilité d'indication de l'installation dans ces conditions particulières.

Les détecteurs montés à la partie supérieure des bâtis comme protection de l'objet ont obtenu le temps d'alarme minimal (le plus favorable). Ainsi que le fait ressortir le *tableau I*, leurs temps de fonctionnement sont de 2 à 4 fois plus courts que dans toute autre disposition. Les dernières colonnes contiennent le seuil dit de fonctionnement. Il convient d'entendre par là la quantité de combustible brûlée au moment précis du déclenchement de l'alarme. En règle générale, les seuils de fonctionnement observés ne sont que de peu supérieurs à 10 g, ce qui prouve la très grande sensibilité de fonctionnement des deux types de détecteurs.

Les différents essais permettent encore de tirer toute une série d'autres conclusions. Ils démontrent la sensibilité de fonctionnement universelle des détecteurs de gaz de combustion. Les résultats des deux essais d'incendie typiques font ci-après l'objet d'une analyse approfondie.

3.4.1 Feux couvants

Lorsque la bobine de test est soumise à une charge électrique, une carbonisation survient, accompagnée d'une fumée dense, blanchâtre et assez lourde qui n'est à vrai dire que le produit d'un début de pyrolyse. La *figure 5* donne une idée de sa nature. Sa pesanteur s'est révélée de façon particulièrement nette dans le cas de l'armoire de commutation fermée en haut (série d'essais C): elle jaillissait en quelque sorte de ses joints, tombait sur le sol et s'élevait ensuite lentement vers le plafond.

L'effet thermique de la surcharge des bobines est faible et la puissance absorbée n'est que de 110 W. Ce n'est qu'après une durée d'essai d'environ 6 minutes que la perte de poids s'accélère fortement (ainsi que le montre la *figure 4*). La perte de poids moyenne d'environ 5 g par minute est toujours nettement inférieure à celle de l'incendie à feu ouvert, où des valeurs quelque vingt fois plus élevées se présentent. La fumée assez lourde ne peut parvenir que très lentement au plafond par suite de la chaleur minime dégagée.

En principe, les détecteurs optiques de fumée offrent une sensibilité sélective très prononcée pour la fumée

tete Ventilation verteilt zwar den Qualm viel rascher, andererseits werden aber örtlich nicht so hohe Konzentrationen aufgebaut.

Sehr interessant waren die Ergebnisse der Versuchsreihe C, bei denen ebenfalls nicht belüftet wurde. In den allseitig geschlossenen Schaltschränken bauen sich wahrscheinlich sehr hohe Rauchkonzentrationen auf, die in Schwaden aus den Fugen austreten (vergl. Fig. 5). Sie erreichen dann schnell und ein wenig verdünnt die Melder, und beide Typen sprachen eher rascher und sicherer an, als in den beiden vorgängig beschriebenen Versuchsreihen. Im Rahmen der Versuchsbedingungen zeigten beide Meldertypen keine sehr ausgeprägten Unterschiede. Trotzdem kann gefolgert werden, dass sich zersetzende Isolierstoffe von optischen Rauchmeldern etwas früher nachgewiesen werden.

3.4.2 Offene Brände

Der verwendete Polyurethan-Schaumstoff eignet sich in hervorragender Weise als Testmaterial für offene Brände, da er immer in gleichmässiger Qualität verfügbar ist. Er ist im Gegensatz zu Holz nicht lagerempfindlich und nicht hygroskopisch sowie sehr einfach und gut dosierbar, was für das Studium der Alarmschwellen wichtig ist. Weiterhin zeigten Untersuchungen, dass sich die Rauchentwicklung in erster Linie nicht wesentlich von der des normalerweise verwendeten, nicht vorgetrockneten Holzes, unterscheidet [9]. Die Fig. 6 zeigt einen offenen Testbrand nach etwa 45 s.

Die mittlere Abbrandgeschwindigkeit der Testbrände betrug ungefähr 95 g/min (Fig. 7). Dies genügte, um den Rauch rasch an die Raumdecke zu befördern. Als Abbrandmenge waren absichtlich nur 90 g Material gewählt worden, damit die Alarmschwellen genau ermittelt werden konnten. Auch wurde dadurch die Verschmutzung der Räume sehr gering gehalten.

Die auf unsichtbare Brandaerosole ansprechenden Brandgas-Feuermelder gaben in sehr kurzer Zeit Alarm. Die Alarmschwellen lagen auch hier nur wenig über 10 g.

Wie weiter zu erwarten war, erwiesen sich die optischen Rauchmelder für die offenen Brände als spezifisch weniger empfindlich. Durch die begrenzte Abbrandmenge erfolgte bei der Versuchsreihe D (ohne Ventilation), der Alarm erst bei einer Abbrandschwelle von 75 g, was zeigt, dass diese erst gegen Ende des Abbrandes ansprachen. Bei der Versuchsreihe E genügte die Abbrandmenge infolge der verteilenden Wirkung der Ventilation überhaupt nicht mehr. Wahrscheinlich hätte man dafür mehr als das Doppelte an Brandmaterial benötigt.

4. Folgerungen

Aus der Gesamtheit der Versuchsergebnisse lassen sich einige wichtige Folgerungen ableiten:

dense et lourde du distillat en gouttelettes. L'alarme a aussi été donnée immédiatement après que la fumée eut atteint les détecteurs.

Mais le tableau I montre aussi que les détecteurs de gaz de combustion pouvaient déclencher l'alarme, qu'ils sont donc également en mesure d'indiquer ces décompositions de matières isolantes. Les seuils de fonctionnement sont tout au plus deux fois plus grands, il doit s'agir des détecteurs optiques de fumée, c'est-à-dire toujours très faibles.

Lorsque la ventilation ne fonctionne pas, la fumée lourde et relativement froide ne parvient généralement pas tout à fait jusqu'au plafond et il se forme une zone libre de fumée de quelques centimètres de hauteur. La cause de ce phénomène réside dans le refroidissement intense dû à la déperdition de chaleur à travers le plafond du local même. C'est pourquoi il est recommandé de procéder à un montage apparent des détecteurs, étant donné que, de cette manière, la chambre de mesure du détecteur se trouve un peu plus bas. Du fait de la présence de l'écran en matière synthétique, cette disposition ne nuit en rien à l'optique. Lorsque la ventilation est enclenchée, il se produit par contre une turbulence suffisante de l'air, à même de supprimer toute zone libre de fumée au voisinage du plafond.

En comparant les deux séries d'essais A et B, on constate d'emblée que les détecteurs fonctionnent sans différences très prononcées. La ventilation enclenchée répartit la fumée dense beaucoup plus rapidement; d'autre part, les concentrations locales ne sont pas aussi élevées.

Les résultats de la série d'essais C étaient très intéressants; il convient de relever que la ventilation ne fonctionnait pas non plus. Dans les armoires de commutation

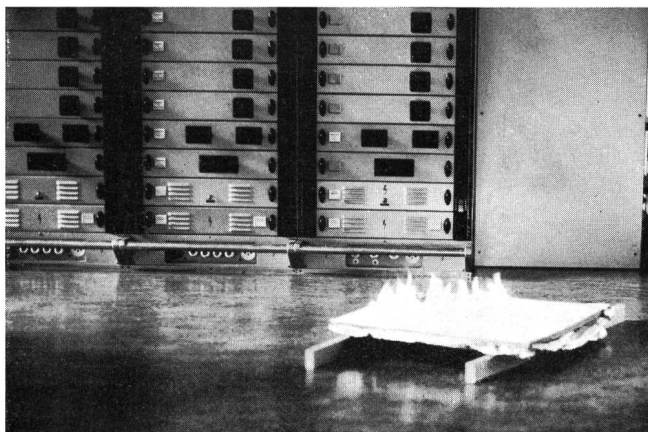


Fig. 6

Schaumstoff-Testbrand nach etwa 45 s

Test d'incendie de mousse synthétique après 45 secondes environ

- Für die Brandmeldung in Telephonzentralen und ähnlichen Einrichtungen dürfen die Brandgas-Feuermelder nach dem Ionisationskammer-Prinzip nach wie vor als Universalmelder gelten. Sie vermögen alle zu erwartenden Brandausbrüche frühzeitig genug zu melden. Für das normale Brandrisiko vorwiegend betriebsfremder Zündquellen, sind sie sogar die beste Lösung.
- Will man mehr als das «normale» Brandrisiko ausschalten, ist in einem kompatiblen System mehrerer Meldertypen der optische Rauchmelder eine sehr gute Ergänzung zum Ionisationsmelder. Diese Kombination stellt auch für das Aufdecken von Fehlern, die zu thermischen Überlastungen in den überwachten Anlagen führen können, einen nahezu optimalen Schutz dar.
- Gut luftdurchlässige Zwischendecken, geschlossene Schaltschränke sowie Ventilationen oder Klimaanlage mit mässigem Luftumsatz stören die Brandmeldung nur unwesentlich.
- Eine vernünftig projektierte Brandmeldeanlage spricht bereits an, wenn sehr geringe Materialmengen verbrannt oder verschmort sind. Gezielte Massnahmen können somit unverzüglich eingeleitet und grössere Schäden mit Sicherheit vermieden werden.

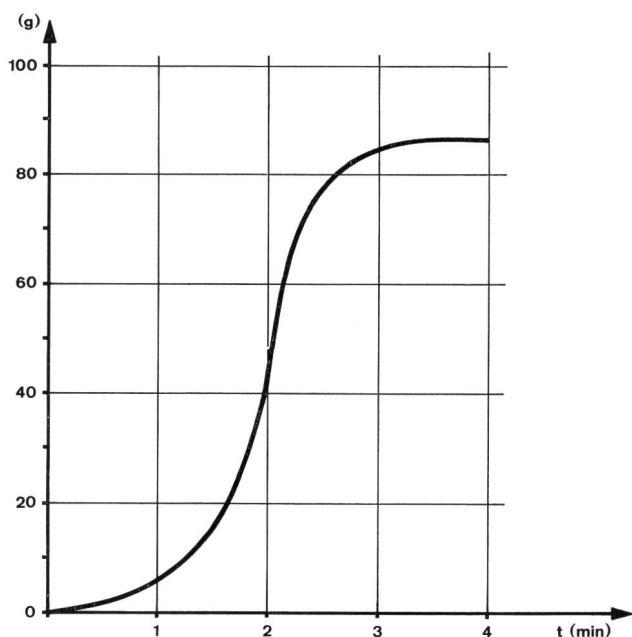


Fig. 7
Zeitlicher Verlauf des Abbrandgewichtes einer Schaumstoffmatte
Courbe en fonction du temps de la perte de poids d'une natte en mousse synthétique

entièrement fermées, des concentrations très élevées de fumée se forment vraisemblablement et s'échappent en volutes des joints (cf. fig. 5). Quelque peu moins denses, elles atteignent alors rapidement les détecteurs, dont les deux types fonctionnaient plus rapidement et plus sûrement que dans les deux séries d'essais décrites précédemment. Dans les limites des conditions d'essai, les deux types de détecteurs n'ont pas révélé de différences très marquées. Il est néanmoins possible d'en conclure que les matières isolantes se décomposent et sont décelées quelque peu plus tôt par les détecteurs optiques de fumée.

3.4.2 Feux ouverts

La mousse synthétique de polyuréthane utilisée convient parfaitement bien comme matériel de test pour des feux ouverts, du fait que sa qualité est toujours la même. Contrairement au bois, elle est insensible à l'entreposage, n'est pas hygroscopique et peut être dosée très facilement et très bien, ce qui est important pour l'étude des seuils d'alarme. De plus, les essais ont démontré que le développement de fumée ne se différencie tout d'abord pas notablement de celui du bois non préséché, employé normalement [9]. La figure 6 montre un test de feu ouvert après 45 secondes environ.

La vitesse moyenne de destruction des incendies d'essai était d'environ 95 g/min (fig. 7), ce qui suffisait pour transporter rapidement la fumée au plafond du local. On n'avait intentionnellement choisi que 90 g de matériel à brûler pour pouvoir déterminer exactement les seuils d'alarme. Cette mesure évitait aussi d'encrasser par trop les locaux.

Les détecteurs de gaz de combustion fonctionnant sous l'effet d'aérosols d'incendie invisibles ont donné l'alarme en très peu de temps. Les seuils d'alarme n'étaient ici aussi que de peu supérieurs à 10 g.

Comme il fallait s'y attendre, les détecteurs optiques de fumée se sont révélés nettement moins sensibles aux feux ouverts. Dans la série d'essais D (sans ventilation), vu la quantité de matériel à brûler limitée, l'alarme n'a été donnée qu'au seuil de destruction de 75 g, ce qui prouve que ces détecteurs n'ont fonctionné que vers la fin de l'incendie. Dans la série d'essais E, la quantité de matériel à brûler n'a plus suffi du tout par suite de la répartition provoquée par la ventilation. Il est probable qu'on aurait eu besoin de plus du double de matériel à brûler pour obtenir le résultat souhaité.

4. Conclusions

De l'ensemble des résultats des essais, il est possible de tirer quelques conclusions importantes:

- Pour annoncer les incendies dans les centraux téléphoniques et installations analogues, les détecteurs de gaz de combustion selon le principe de la chambre d'ionisa-

Literaturübersicht

- [1] *N. N.* Brandstiftung in der Zentrale Hottingen. Neue Zürcher Zeitung, 1969, Nr. 118, 119, 120, 121, 146.
- [2] Statistik des Servicedienstes der Firma *Cerberus* über 10 Jahre.
- [3] *N. N.* Brandsicherheit elektrischer Anlagen (Inhaltsangabe von Lit. 5). ETZ/B 22 (1970), Nr. 9, S. 209...211.
- [4] *Dirk-Hesse*. Gemeinschaftsveröffentlichung des Arbeitskreises Elektronik im ZVEI. ETZ-Report Nr. 1, S. 17...26. VDE-Verlag, Berlin, 1970.
- [5] *N. N.* Fire creates communication emergency. Fire Journal, 59 (1965), Nr. 5, p. 16...20.
- [6] *H. Schläfer*. Brände in Elektronikanlagen. Brandschutz, 24 (1970), Nr. 3, S. 59.
- [7] *G. Purl*. Neue Gefahrenmomente von Elektrobränden. Brandschutz, 24 (1970), Nr. 3, S. 60...62; vergl. auch Bull. SEV 60 (1969), Nr. 6, S. 205...207.
- [8] *Paul H. Pohl*. Brände in Datenverarbeitungsanlagen. Brandschutz 24 (1970), Nr. 3, S. 63...65.
- [9] *Ch. J. Hilado*. Smoke from Cellular Plastics. Fire Technology, 5 (1969), p. 130...139.

Adressen der Autoren: E. Plüss, GD PTT Viktoriastrasse 21, CH-3000 Bern 33, Dr. G. A. Furt, c/o Cerberus AG, CH-8708 Männedorf.

tion servent toujours de détecteurs universels. Ils sont à même d'avertir assez tôt de tous les débuts d'incendie à attendre et sont même la solution la meilleure pour le risque d'incendie normal provenant surtout de foyers étrangers à l'exploitation.

- Si l'on veut exclure plus que le risque d'incendie «normal», le détecteur optique de fumée complète très bien le détecteur à ionisation dans un système compatible de plusieurs types de détecteurs. Cette combinaison représente aussi une protection quasi optimale pour la découverte de défauts pouvant provoquer des surcharges thermiques dans les installations précitées.
- Des plafonds intermédiaires bien aérés, des armoires de commutation fermées ainsi que des ventilations ou installations de climatisation à circulation d'air modérée ne perturbent l'annonce des incendies que d'une manière insignifiante.
- Une installation de détecteurs d'incendie projetée judicieusement fonctionne déjà lorsque de très petites quantités de matériel sont consommées ou carbonisées. Des mesures adéquates peuvent ainsi être prises immédiatement et des dommages plus graves évités avec certitude.