

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 65 (1974)

Heft: 4

Artikel: Löscheräte und Löschmittel zur Brandbekämpfung in elektrischen Anlagen = Engins d'extinction et moyens d'extinction pour la lutte contre le feu dans des installations électriques

Autor: Meyer, J.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-915359>

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: 03.04.2026

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

Löschgeräte und Löschmittel zur Brandbekämpfung in elektrischen Anlagen

Von J. Meyer

Engins d'extinction et moyens d'extinction pour la lutte contre le feu dans des installations électriques

Par J. Meyer

1. Einleitung

Um die Geräte der aktiven Brandbekämpfung mit Aussicht auf Erfolg einsetzen zu können, muss man sich mit der Wirkung der verschiedenen Löschmittel vertraut machen. Die Feuererscheinung kann als *Flamme* oder *Glut* auftreten. Das Feuer (Lichtentwicklung) ist ein physikalischer, die Verbrennung ein chemischer Vorgang. Das Auftreten von Flammen oder Glut richtet sich nach der Art des brennenden Stoffes; diese können gleichzeitig oder allein auftreten.

Mit Flammen allein verbrennen: Gase oder Dämpfe = gasförmige Stoffe. Flüssige Stoffe = nach Übergang in Dampfform.

Mit Flammen und Glut verbrennen: Feste Stoffe; diese zersetzen sich durch die Hitze in gasförmige Bestandteile und Kohlenstoff. Holz, Kohlen, Papier usw. = Flammenbildung durch die gasförmigen Stoffe – Glutbildung durch Kohlenstoff.

Mit Glut allein verbrennen: Entgaste Stoffe, wie Holzkohle und Koks. Stoffe, die durch die Hitze in flüssigen Zustand übergehen oder durch Zersetzung brennbare Gase und Dämpfe bilden (Paraffin, Fette, Harze, Wachs). Als grundsätzliche Löschregel gilt:

Gluten abkühlen – Flamme ersticken

Nach ihren Eigenschaften zur Abkühlung oder zum Ersticken können auch die Löschmittel eingeteilt werden. Bevor wir auf die einzelnen Löschmittel eingehen, soll auf die wesentlichen Brandklassen, in die die vorkommenden Brände eingeteilt werden, hingewiesen werden.

2. Brandklassen

Brandklasse A

Brände brennbarer fester Stoffe (glutbildende Brände), z. B. Holz, Papier, Stroh, Textilien, Kohle, Kunststoffe

Brandklasse B

Brände brennbarer Flüssigkeiten (nicht glutbildende Brände), z. B. Benzin, Öle, Fette, Lacke, Wachse, Harze, Teere

Brandklasse C

Brände brennbarer Gase, z. B. Stadtgas, Acetylen, Wasserstoff, Methan, Propan, Butan

Brandklasse D

Brände von Metallen, z. B. Aluminium, Magnesium und ihre Legierungen

Brandklasse E

Brände an spannungsführenden elektrischen Installationen z. B. Motoren, Transformatoren, Schalt- und Verteilanlagen

1. Introduction

Afin de pouvoir engager avec une prévision de succès les engins dans une lutte active contre l'incendie, il faut se familiariser avec l'efficacité des différents moyens d'extinction. L'apparition du feu peut se présenter sous forme de *flammes* ou de *braises*. Le feu (développement de lumière) est un procédé physique, la combustion, elle est un procédé chimique. L'apparition de flammes ou de braises est fonction de la matière combustible; toutes deux peuvent se présenter en même temps ou individuellement.

Avec des flammes seules se consomment: des gaz ou des vapeurs = matières gazeuses. Matières liquides = après transformation sous forme de vapeurs.

Avec des flammes et des braises se consomment: des matières solides; par la chaleur, elles se transforment en particules sous forme gazeuse et en carbone. Bois, charbon, papier, etc. = formation de flammes par les matières sous forme de gaz – formation de braises par le carbone.

Avec des braises seules se consomment: des matières comme le charbon de bois et le coke; des matières qui, sous l'effet de la chaleur se liquéfient ou qui, par leur dissolution forment des gaz ou des vapeurs combustibles (paraffine, graisses, poix, cire). Comme règle d'extinction est en principe valable:

Rafrâchir les braises – étouffer les flammes

Les moyens d'extinction peuvent aussi être classés selon leurs propriétés de rafraîchissement ou d'étouffement. Avant d'entrer en matière sur les moyens d'extinction individuels il y a lieu de parler de la répartition des principales classes d'incendies qui peuvent se présenter.

2. Classification des incendies

Classe d'incendie A

Incendies de matières solides combustibles (formant des braises), p. ex. bois, papier, paille, textile, charbon, matières synthétiques

Classe d'incendie B

Incendies de matières liquides combustibles (ne formant pas de braises), p. ex. benzine, huile, graisse, vernis, cire, résine, goudron

Classe d'incendie C

Incendies de matières gazeuses combustibles, p. ex. gaz d'éclairage, acétylène, hydrogène, méthane, propane, butane

3. Löschmittel

3.1 Wasser

kühlend, teilweise erstickend

Geeignet zur Bekämpfung von Bränden der Brandklasse A, mit gewissen Einschränkungen auch für die Brandklassen B und E.

Praktisch kommt Wasser in Form von Vollstrahlen, Wassernebel oder Sprühstrahl bei der Brandbekämpfung zur Anwendung. Der taktisch richtige Einsatz entscheidet über den Löscherfolg und kann helfen, Wasserschäden zu verhüten. Da 1 Liter Wasser von 10 °C bis zur vollständigen Verdampfung eine Wärmemenge von 629 kcal aufnimmt, kann es als Löschmittel mit der grössten Kühlwirkung bezeichnet werden. Bei der Verdampfung entwickelt 1 Liter Wasser 1700 Liter Dampf; darin liegt die erstickende Wirkung des Wassers.

Durch die Auftreffwucht des Wasserstrahls und die damit verbundene mechanische Wirkung, seine Tiefenwirkung und Netzwirkung wird die kühlende Eigenschaft des Wassers noch erhöht.

Wasser ist wirtschaftlich gesehen das billigste Löschmittel. Für die weitaus am meisten vorkommenden Brände von Stoffen der Brandklasse A (Holz, Kohlen, Papier usw.) ist Wasser das wirksamste Löschmittel. Hervorzuheben ist sein chemisch neutrales Verhalten.

Die elektrische Leitfähigkeit variiert durch die im Wasser enthaltenen Zusätze, wie Mineralsalze usw. Flusswasser hat eine rund zehnmal grössere Leitfähigkeit als Trinkwasser. Der Stromdurchgang durch einen Löschrhahl ist von der Art und Ausweitung des Strahls, von der Leitfähigkeit des Wassers und von der Spannung im angespritzten, stromführenden Teil abhängig. Die Form und Wurfweite des Wasserstrahls hängt neben Druck und Wassermenge von der konstruktiven Gestaltung des Strahlrohrs, vom Mundstückdurchmesser und von den Windeinflüssen ab. Wasser in Form von Wassernebel setzt die elektrische Leitfähigkeit stark herab. Die in bezug auf Vollstrahl und Wassernebel durch verschiedene Laborversuche ermittelten Sicherheitsabstände müssen in der Praxis je nach Situation mit grosser Vorsicht behandelt werden. Grundsätzlich besteht bei der Anwendung von Wasser als Löschmittel bei Bränden in spannungsführenden elektrischen Installationen (Brandklasse E) Lebensgefahr. Gegen die altbekannte Faustregel, dass der Mindestabstand des Rohrführers gleichviele Meter betragen soll, wie das Mundstück Durchmesser in Millimetern aufweist (z. B. Mundstückdurchmesser = 12 mm, Abstand = 12 m), müssen starke Vorbehalte angebracht werden.

3.2 Luftschaum

erstickend und kühlend

Wirksam gegen die Brandklassen A und B.

Heute werden drei Luftschaumgruppen unterschieden:

– *Schwerschaum*: Verschäumungszahlen, Verhältnis zwischen dem Volumen der Schaummenge und dem Volumen der zu seiner Erzeugung benötigten Flüssigkeitsmenge (Wasser und Schaummittel), bis 20.

– *Mittelschaum*: Verschäumungszahlen 20 bis 200.

– *Leichtschaum*: Verschäumungszahlen über 200.

Neben den bis heute verwendeten organischen Schaumextrakten (Proteinbasis) zur Erzeugung von Schwerschaum

Classe d'incendie D

Incendies de métaux, p. ex. aluminium, magnésium et ses alliages

Classe d'incendie E

Incendies d'installations électriques transportant de l'énergie, p. ex. moteur, transformateur, tableau de commande et de distribution

3. Moyens d'extinction

3.1 Eau

rafraîchissante, en partie étouffante

Se prête à la lutte contre les incendies de la Classe A, avec certaines réserves, aussi pour les classes B et E.

Pratiquement l'eau est utilisée dans les sinistres sous forme de jet plein, brouillard d'eau ou pulvérisation. Le juste engagement tactique engendre le succès de l'extinction et peut aider à éviter les dégâts d'eau. Comme 1 litre d'eau à 10 °C absorbe jusqu'à complète évaporation une quantité de chaleur de 629 kcal, l'eau peut donc être considérée comme moyen d'extinction possédant la plus grande efficacité de refroidissement. Dans son évaporation, 1 litre d'eau développe 1700 litres de vapeur: c'est là que se trouve l'efficacité d'étouffement de l'eau.

Par la force de frappe du jet d'eau liée à son efficacité mécanique, par son efficacité en profondeur et son pouvoir d'humidification, sa propriété rafraîchissante est encore accrue.

Considérée sur le plan économique, l'eau est le moyen d'extinction le meilleur marché. Pour les cas d'incendies de loin les plus nombreux de matières (bois, charbon, papier, etc.), l'eau est le moyen d'extinction le plus efficace. Il faut aussi tenir compte avant tout de son comportement chimique neutre.

La conductibilité électrique varie par les adjonctions se trouvant dans l'eau, telles que sels minéraux, etc.; l'eau de rivière a par exemple dix fois plus en chiffres ronds de conductibilité que l'eau potable. Le passage de courant à travers un jet d'eau dépend du genre et de la distance du jet, de la capacité conductrice de l'eau et de la tension de la partie conductrice de courant touchée par le jet. La forme et la distance de projection du jet d'eau dépend, en dehors de la pression et du débit de la lance, de sa conformation, du diamètre de son orifice et de l'effet du vent. De l'eau, sous forme de brouillard diminue considérablement la capacité de conductibilité du courant électrique. Les essais en laboratoire ont démontré que, dans la pratique, les distances de sécurité doivent être traitées avec la plus grande prudence compte tenu du jet plein ou du brouillard d'eau. En principe, le danger de mort existe lors de l'emploi de l'eau comme moyen d'extinction dans les incendies d'installations conductrices de courant (classe d'incendie E). Il y a lieu de faire de grandes réserves en ce qui concerne la règle empirique disant que la distance minimale du porte-lance doit comporter autant de mètres que l'orifice mesure en millimètres de diamètre.

3.2 Mousse

étouffante et rafraîchissante

Efficace contre les classes d'incendie A et B.

Aujourd'hui on distingue trois groupes de mousse:

– *Mousse lourde*: foisonnement, coefficient de foisonne-

finden synthetische Mehrbereichsextrakte (Schwer-, Mittel-, Leichtschäum) bei der Brandbekämpfung immer mehr Eingang bei den Feuerwehren.

Die Hauptanwendungsgebiete sind:

- Schwerschäum: für mobilen oder stationären Einsatz.
- Mittelschäum: für mobilen und stationären Einsatz.
- Leichtschäum: nur stationärer oder halbmobiler Einsatz und nur für ganz bestimmte Einzelfälle.

Hinsichtlich der elektrischen Leitfähigkeit von Luftschäum muss speziell die erhöhte Leitfähigkeit der aus dem Schäum austretenden wässrigen Lösung hervorgehoben werden. Nach einer gewissen Zeit zerfällt der Schäum. Die wässrige Lösung des Schäum besitzt immer eine höhere elektrische Leitfähigkeit als der Schäum selbst. Es gelten also auch bei der Anwendung von Luftschäum die analogen Vorsichtsmaßnahmen wie beim Wasser, unter Ziff. 3.1 aufgeführt. Der *chemische Schäum* weist eine etwa hundertmal grössere elektrische Leitfähigkeit auf im Vergleich zum Luftschäum. Der chemische Schäum findet heute ausser bei noch vorhandenen älteren chemischen Löschern praktisch keine Anwendung mehr.

In diesem Zusammenhang muss das in den letzten Jahren in Amerika entwickelte *Light Water* genannt werden. Es handelt sich dabei um ein synthetisches Schäummittel, das auf der brennenden Flüssigkeitsoberfläche einen Film bildet und dabei die Dampfbildung weitgehend verhindert. Dadurch entsteht eine rasche Löschung, und Rückzündungen werden erschwert oder verhindert. Besonders mit dem Kombinationslöschverfahren (B-Staub und *Light Water*) wurden bei Versuchen und Ernstfällen rasche und nachhaltige Löscherefolge erzielt.

3.3 Netzmittel kühlend

Nur für Fälle, bei denen mit Wasser keine oder nur ungenügende Benetzung fester Brennstoffe möglich ist (Brandklasse A), lassen sich oft mit gutem Erfolg Netzmittel dem Wasser zusetzen. Diese bewirken durch die Herabsetzung der Oberflächenspannung des Wassers eine bessere Benetzungsmöglichkeit und Eindringtiefe. Es stehen verschiedene Netzmittel zur Verfügung, ohne dass sich eine Regel für deren Wahl aufstellen lässt, weil ihre Eignung wesentlich vom zu benetzenden Stoff abhängt.

3.4 Löschestaub erststickend

BCE-Staub ist sehr gut geeignet zur Löschung von flüssigen Bränden (Brandklasse B) und von Gasbränden (Brandklasse C).

Wird bis zu 300 000 V als elektrisch nichtleitend bezeichnet (Brandklasse E). Die Löschwirkung kann mit dem Inhibitionseffekt, der die Reaktionskette der Verbrennung abbricht (antikatalytische Wirkung), erklärt werden. Gute Staubtypen besitzen keine Schmirgelwirkung. Sie greifen also Motoren, Lager oder polierte Flächen nicht an. Die Überschlagsfestigkeit in Hochspannungsanlagen ist nur in trockener Atmosphäre gewährleistet. Bei Einwirkung von Feuchtigkeit sinkt die Überschlagsfestigkeit.

Es werden – vor allem in der Anfangsphase eines Brandes – schlagartige Löschwirkungen erzielt. Das Pulver ist ungiftig und frostbeständig.

ment. Rapport entre le volume de mousse et le volume de liquide (eau et produit émulsif) nécessaire à sa production jusqu'à 20.

- *Mousse moyenne*: coefficient de foisonnement 20 à 200.
- *Mousse légère*: coefficient de foisonnement plus de 200.

Par l'adjonction de moyen-mousse à l'eau, celle-ci est transformée en une solution mousseuse. Des additifs déterminés à la mousse en augmentent le pouvoir d'extinction et la résistance contre certaines influences sur les matières combustibles. A côté des extraits de mousse organique (à base de protéine) employées jusqu'à ce jour pour la production de mousse lourde, les extraits synthétiques à buts multiples (mousse lourde – moyenne – légère) trouvent toujours plus accès dans la lutte contre le feu chez les sapeurs-pompiers.

Les domaines principaux d'application sont:

- Mousse lourde: pour un engagement lourd, mobile ou stationnaire.
- Mousse moyenne: pour un engagement mobile ou stationnaire.
- Mousse légère: seulement pour engagement stationnaire ou semi-mobile, et seulement aussi pour des cas isolés bien déterminés.

Au vu de la haute conductibilité du courant électrique par la mousse il y a lieu de faire ressortir la conductibilité accrue de la solution aqueuse. Après un certain temps, la mousse se désagrège. La solution aqueuse de la mousse conserve toujours une haute possibilité de conductibilité électrique plus grande encore que la mousse elle-même. Sont donc aussi valables dans l'emploi de la mousse les mesures de sécurité analogues à celles de l'eau mentionnées sous chiffre 3.1. La *mousse chimique* accuse une conductibilité d'électricité environ cent fois plus élevée en comparaison de la mousse mécanique. La mousse chimique ne trouve pratiquement aujourd'hui plus d'autre emploi que dans de vieux extincteurs à mousse chimique encore à disposition.

En rapport avec ce qui précède il faut citer l'eau légère *Light Water* qui s'est développée ces dernières années en Amérique. Il s'agit d'un moyen de mousse synthétique formant un film sur la surface de liquide en combustion et qui empêche pratiquement ainsi la formation de vapeurs. Il en résulte une extinction rapide et les retours de flammes sont diminués ou même supprimés. Lors d'essais et de sinistres, des succès d'extinction rapides et durables furent obtenus surtout par la combinaison avec la poudre B et *Light Water*.

3.3 Moyen avec agent mouillant rafraîchissant

Dans des cas où les matières combustibles ne peuvent pas du tout ou insuffisamment être imbibées par l'eau (classe d'incendie A), des moyens avec agent mouillant sont souvent ajoutés à l'eau avec succès. Ceux-ci agissent par la réduction de la tension en surface de l'eau, permettant une meilleure possibilité d'humidité et de pénétration. Plusieurs moyens tension-actifs sont à disposition sans qu'une règle ne s'impose dans leur choix, car leur efficacité dépend en somme de la matière à mouiller.

3.4 Poudre d'extinction étouffante

La poudre BCE se prête très bien à l'extinction de feux liquides (classe d'incendie B) et de feux de gaz (classe d'incendie C).

Tabelle I

CO ₂ -Gehalt in der Luft in Vol.-%	Einatmungszeit in Stunden	Wirkung
bis 5		ungefährlich
5-7	0,5	schädlich bis gefährlich
8	0,5-1	können bereits tödlich sein
10	wenige Minuten	starke Atemnot
15	sehr kurze Zeit	z. T. Bewusstlosigkeit
20-25	sofort	narkotisch und tödlich

ABCE-Staub ist wirksam für die Brandklassen A, B, C und E. Für die Brandklasse E sind diese Staubtypen auf 1000 V begrenzt.

D-Staub: Diese speziellen Staubtypen sind zur Löschung von Metallbränden entwickelt worden.

3.5 Kohlensäure – (Kohlendioxid CO₂) hauptsächlich erstickende Wirkung

Wirksam gegen die Brandklassen B, C und E.

Das Kohlendioxid wird im Sprachgebrauch auch häufig als Kohlensäure bezeichnet. Kohlendioxid ist ein farb- und geruchloses Gas und etwa anderthalbmal so schwer wie Luft. Kohlendioxid ist ein *elektrischer Nichtleiter*, so dass es bei Bränden in elektrischen Anlagen gefahrlos zum Löschen angewendet werden darf. CO₂ ist ein Löschmittel, das keine Rückstände hinterlässt. Die Löschwirkung des Kohlendioxids erfolgt im wesentlichen durch die Veränderung des Luftsauerstoffs, mit einem geringen Kühleffekt. Bei Anlagen im Freien ist seine Anwendung begrenzt, weil sich Kohlendioxid in der Brandhitze und durch Windeinflüsse schnell verflüchtigt. Bei gemischten Bränden der Brandklassen A und B sind wegen der nicht gelöschten Gluten Rückzündungen zu erwarten. Bei der Anwendung in engen, schlecht gelüfteten Räumen muss der Feuerwehrmann achtgeben, weil Erstickungsgefahr besteht! Über die Wirkungen des Kohlendioxids auf den Menschen geben die Zahlen gemäss Tabelle 1 Aufschluss.

Da Kohlendioxid schwerer als Luft ist, wird die Konzentration zum Boden hin grösser! Nach der Löschaktion muss der Brandraum vor dem Betreten gut gelüftet werden.

3.6 Halone (Halogenkohlenwasserstoffe)

Löschwirkung fast ausschliesslich antikatalytisch, erstickend

Geeignet zur Bekämpfung von Bränden der Brandklassen B, C und E, je nach Halonen-Typ auch für die Brandklasse A.

Diese Gruppe der Löschmittel war seinerzeit bekannt durch das Tetra (Tetrachlorkohlenstoff) CB, Methylbromid usw. Diese genannten Stoffe sind nach wie vor als Löschmittel unzulässig, weil sie sehr giftig und thermisch leicht zersetzlich sind. Seit es chemisch gelungen ist, mit Fluor behandelte Halogenkohlenwasserstoffe noch vertretbar günstig zu produzieren, bekommen diese fluorierten Halogenwasserstoffe erhöhte Bedeutung.

Die Halone werden trotz dem höheren Preis bei Bränden in hochempfindlichen Schwachstrom- und elektronischen Anlagen (Radargeräten, Sendestationen, Rechenzentren usw.), wo bei der Brandbekämpfung mit Kohlensäure wegen

Tableau I

Contenu CO ₂ de l'air en vol.-%	Respiration limite en heures	Effet
jusqu'à 5		sans danger
5-7	0,5	nuisible jusqu'à dangereux
8	0,5-1	peut être déjà morte
10	peu de minutes	forte nécessité de uspiration
15	temps très court	en partie évanouissement
20-25	immédiatement	narcotique et mortel

Elle n'est pas considérée comme conductrice d'électricité jusqu'à 300 000 V (classe d'incendie E). L'efficacité d'extinction peut s'expliquer par l'effet d'inhibition qui rompt la chaîne de réaction de la combustion (effet anticatalytique). On obtient – avant tout dans la phase de début d'un incendie – des effets d'extinction surprenants. La poudre est inoffensive et résistante au gel.

De bons types à poudre n'ont aucun effet d'encrassage. Ils n'attaquent donc pas les moteurs, les paliers ou les surfaces polies. La garantie de non-conductibilité dans des installations à haute tension n'est garantie que dans une atmosphère sèche. Sous l'effet de l'humidité cette garantie diminue.

La poudre *ABCE* est efficace pour les classes d'incendie A, B, C et E (limité à 1000 V).

La vue est un peu masquée lors de l'emploi, mais comme elle l'est déjà en partie par le feu de gaz, la suie, etc. ce n'est donc pas un raison déterminante contre ce moyen d'extinction.

Poudre D: Ces types spéciaux à poudre ont été créés et développés pour l'extinction de feux de métaux.

3.5 Acide carbonique – (dioxyde de carbone CO₂) principalement effet d'étouffement

Efficace contre les classes d'incendie B, C et E.

Le dioxyde de carbone est appelé acide carbonique dans le langage courant. Le dioxyde de carbone est un gaz incolore et inodore, environ une fois et demie aussi lourd que l'air; donc, il descend. Le dioxyde de carbone n'est pas conducteur d'électricité; il peut donc être utilisé sans danger dans l'extinction d'incendies d'installations électriques. Il ne laisse aucun résidu. L'efficacité d'extinction du dioxyde de carbone réside en principe dans l'élimination de l'oxygène de l'air avec un léger effet de rafraîchissement. Dans des installations à l'air libre son utilisation est limitée, car le dioxyde de carbone se volatilise rapidement à la chaleur et sous l'effet du vent. Dans des incendies mixtes des classes A et B, il faut s'attendre à un retour d'allumage en raison des braises non éteintes. Lors de l'utilisation dans des locaux étroits et mal aérés, le sapeur-pompier doit veiller au danger d'étouffement. Les chiffres selon Tableau 1 donnent des éclaircissements sur les effets du dioxyde de carbone chez l'homme.

Comme le dioxyde de carbone est plus lourd que l'air, la concentration au plancher est beaucoup plus grande. Après l'action d'extinction, le local sinistré doit être bien aéré avant d'y pénétrer.

der – wenn auch geringen – Feuchtigkeit bisher noch Schäden in den empfindlichen Anlageteilen in Kauf genommen werden mussten, eingesetzt.

Halogenkohlenwasserstoffe bilden keine Rückstände und sind *elektrisch nichtleitend*.

Die Halone sind mehr oder weniger giftig. Die durch Flammeneinwirkung entstehenden Spaltprodukte können stark korrodierend wirken. Vorsicht bei Verwendung in engen, schlecht gelüfteten Räumen!

4. Löschgeräte

4.1 Handfeuerlöscher

Als Grundlage zur Beurteilung, Prüfung und Zulassung von Handfeuerlöschern in der Schweiz dienen die von der Vereinigung kantonaler Feuerversicherungsanstalten herausgegebenen Handfeuerlöscher-Richtlinien sowie die Ausführungsbestimmungen für die löschtechnische Prüfung.

4.1.1 Definition

Die Handfeuerlöscher sind tragbare, betriebsfertige Löschapparate, die das Löschmittel durch gespeicherten oder bei der Inbetriebsetzung erzeugten Druck selbsttätig ausstossen. Die Wiederherstellung der Einsatzbereitschaft (Nachfüllbarkeit und Kontrolle) nach Gebrauch des Apparates muss rasch, sicher und einfach durchführbar sein. Wegverpackungen (sog. Aerosoldosen usw.) gelten nicht als Handfeuerlöscher im Sinne der erwähnten Richtlinien.

Eignungstabelle der Löschmittel

(Aus den Handfeuerlöscher-Richtlinien der Vereinigung kant. Feuerversicherungsanstalten)

Tabelle II

Löschmittel	Brandklasse				
	A Glut- bildende Brände	B Flüssig- keits- brände	C Gas- brände	D Metall- brände	E Brände an span- nungf. elektri- schen In- stallati- onen
Wasser- vollstrahl	++	—	—	—	—
Wassernebel	++	±	—	—	±
Schaum	+	+	—	—	±
B Staub	—	++	++	—	++
AB Staub	+	+	+	—	±
D Staub	—	—	—	++	—
CO ₂ (Kohlensäure)	—	+	+	—	++
Halogenierte Kohlenwasser- stoffe	±	+	±	—	++

++ besonders geeignet
+ geeignet
± beschränkt geeignet
— nicht geeignet

3.6 Halogènes (hydrocarbures halogénés)

effet d'extinction presque exclusivement anticatalytique, étouffant

Appropriés pour la lutte contre des sinistres des classes d'incendie B, C et E, selon le type d'halogène aussi pour la classe d'incendie A.

Ce groupe de moyens d'extinction était autrefois connu sous le nom de Tetra (tétrachlorure de carbone) CB, chlorobromure de méthane, etc. Ces matières susnommées sont aujourd'hui comme avant, inadmissibles, car elles sont très vénéneuses et thermiquement facilement décomposables. Depuis que, chimiquement, on a réussi grâce à un traitement au fluor à rendre ces hydrocarbures halogénés employables ils ont obtenu une signification meilleure.

Malgré leur prix plus élevé, ces halogènes trouvent leur application dans des incendies d'installations à courant faible, très sensibles, et des installations électroniques (appareils de radar, stations émettrices, ordinateurs, etc.) du fait que la lutte avec du bioxyde de carbone laisse parfois une légère humidité, nuisible à certaines parties sensibles des installations.

Les hydrocarbures halogénés ne laissent pas de résidus, *non conductibles d'électricité*.

Les halogènes sont plus ou moins vénéneux. Certains, sous l'influence de la flamme peuvent être très corrosifs. Attention lors de l'utilisation dans des locaux étroits et difficilement aérables!

Tableau des convenances des moyens d'extinction

(Tiré des directives sur les extincteurs portatifs publiées par l'Association des établissements cantonaux d'assurance contre l'incendie)

Tableau II

Agent extincteur	Catégorie d'incendie				
	A Incendies formant des braises	B Incendies de liquides	C Incendies de gaz	D Incendies de métaux	E Incendies d'inst. el. transp. de l'énergie
Eau à plein jet	++	—	—	—	—
Brouillard d'eau	++	±	—	—	±
Mousse	+	+	—	—	±
Poudre B	—	++	++	—	++
Poudre AB	+	+	+	—	±
Poudre D	—	—	—	++	—
CO ₂ (acide carb.)	—	+	+	—	++
Hydrocarbures halogénés	±	+	±	—	+

++ convient très bien
+ convient
± convient partiellement, ou d'une manière restreinte
— ne convient pas

Die Löscher werden nach ihrem Löschvermögen in die Löschergrössen I, II, III und IV eingestuft. Jeder der vier Löschergrössen sind bestimmte Testfeuer für die verschiedenen Brandklassen zugeordnet. Das Gesamtgewicht des betriebsbereiten Löschers darf 25 kg nicht übersteigen. Die Einteilung in vier Löschergrössen ist neu, da in den vorhergehenden Richtlinien nur zwei Grössen: Standard- und Kleinlöscher, unterschieden wurden.

4.1.2 Platzierung der Handfeuerlöscher

Die Richtlinien halten fest: Handfeuerlöscher sind gut sichtbar und dauernd frei zugänglich zu plazieren. Sie sind so aufzuhängen, dass sie leicht ergriffen und aus der zugehörigen Haltevorrichtung ohne Zeitverlust abgenommen werden können. Der Standort des Löschers ist erforderlichenfalls durch Markierungen oder Hinweistafeln zu bezeichnen.

Als Grundprinzip sollen die Löschergeräte-Standorte sich an den Fluchtwegen befinden. Die vom Einzelnen zurückzulegende Distanz bis zum nächsten Löscher sollte in der Regel etwa 30 m nicht überschreiten. Um das Auffinden eines Löschers noch zu erleichtern, empfiehlt es sich, den Standort recht deutlich zu bezeichnen, was mit einfachen Mitteln möglich ist, z. B. geeignete Hinweistafeln.

4.1.3 Periodische Kontrolle

Alle Handfeuerlöscher sind periodisch und längstens alle drei Jahre auf ihre Einsatzbereitschaft zu kontrollieren. Die meisten Hersteller- oder Fachfirmen unterhalten einen eigenen Kontrolldienst. Die Kontrolle kann aber auch durch die Apparateigentümer, im Einvernehmen mit der Herstellerfirma, selbst vorgenommen werden. Dies wird sich speziell dann aufdrängen, wenn ein Betrieb eine grosse Zahl Löscher besitzt. Die Übersicht über die Handfeuerlöscher kann durch eine Kartothek wesentlich erleichtert werden, wenn auf den Karten die Daten der Lieferung, Benutzung, Nachfüllung sowie der durchgeführten Kontrollen eingetragen werden.

5. Fahrbare Löschergeräte

Das Gewicht des Handfeuerlöschers wurde aus praktischen Gründen auf 25 kg begrenzt, dadurch wird aber auch die Löschmittelmenge (Nutzvolumen) festgelegt. In verschiedenen Fabrikationsbetrieben, z. B. in der chemischen Industrie, oder bei Abfüllstellen für feuergefährliche Flüssigkeiten weiss man schon im voraus, dass die Kapazität von Handfeuerlöschern auch bei einem Entstehungsbrand wahrscheinlich nicht zur erfolgreichen Brandbekämpfung ausreichen kann. Aus dem Bedürfnis nach grösseren, im Prinzip dem Handfeuerlöscher entsprechenden Löschergeräten ergab sich das fahrbare Gerät. Die fahrbaren Löschergeräte sind nach ihrem Aufbau und ihrer Funktionsweise im wesentlichen nichts anderes als vergrösserte Handfeuerlöscher, wobei die Löschmittelkapazität in den meisten Fällen zwischen 50 und 100 kg liegt. Das Gesamtgewicht der betriebsbereiten Geräte liegt etwa zwischen 130 und 220 kg; sie lassen sich in der Regel von Hand bewegen. Fahrbare Geräte werden am häufigsten für die Löschmittel Staub oder Luftschaum verwendet, sie sind aber auch für Kohlensäure anzutreffen. Die heute gebräuchlichen Staublöschergeräte können in bezug auf ihre Ausstossmenge wie folgt eingeteilt werden:

4. Engins d'extinction

4.1 Extincteurs portatifs

Toutes les données pour l'appréciation, l'expertise et l'admission d'extincteurs à main en Suisse sont contenues dans les directives sur les extincteurs portatifs publiées par l'Association des établissements cantonaux d'assurance contre l'incendie ainsi que dans les prescriptions pour les expertises techniques d'extinction.

4.1.1 Définition

Par extincteur portatif, on entend les extincteurs portables (à main) prêts à fonctionner, projetant l'agent extincteur par pression accumulée ou produite lors de l'utilisation de l'appareil. Après emploi de ce dernier, il doit pouvoir être remis en état de fonctionner (remplissage et contrôle) d'une manière sûre et simple. Les préparations à jeter (dites «boîtes aérosol») ne sont pas des extincteurs portatifs au sens des présentes «directives».

Les extincteurs sont, selon leur capacité d'extinction, classés dans les grandeurs d'extincteurs I, II, III ou IV. Chacune des quatre grandeurs d'extincteurs appartient selon test déterminé à une des différentes classes d'incendie. Le poids total de l'extincteur prêt à l'emploi n'ose pas dépasser 25 kg. La répartition en quatre grandeurs d'extincteurs est nouvelle, car dans les directives précédentes, seules deux grandeurs: standard et petit extincteur étaient différenciées.

4.1.2 Placement des extincteurs portatifs

Les directives précisent: Les extincteurs portatifs seront placés bien en vue et constamment accessibles. Ils sont à suspendre de manière à pouvoir être décrochés de leur support facilement et sans perte de temps. L'emplacement de l'extincteur est à indiquer par un marquage ou une indication indispensables.

Comme principe de base, l'emplacement des engins d'extinction doit se trouver sur le chemin de fuite. La distance à parcourir pour se rendre d'un extincteur individuel à un autre ne devrait pas excéder dans la règle, 30 m. Pour faciliter encore le repérage d'un extincteur il est recommandé de marquer clairement son emplacement, ce qui est possible avec des moyens appropriés, par exemple des panneaux indicateurs.

4.1.3 Contrôle périodique

Tous les extincteurs portatifs doivent être périodiquement et dans les trois ans au plus tard, contrôlés quant à leur état d'engagement. La plupart des fabricants ou des firmes spécialisées s'occupent eux-mêmes de ces contrôles. Mais le contrôle peut aussi être effectué par le propriétaire des appareils d'entente avec la firme fournisseuse. Ceci n'est pas vraiment un service astreignant quand la firme possède un grand nombre d'appareils. La supervision sur l'ensemble des extincteurs portatifs peut être considérablement simplifiée au moyen d'une cartothèque sur laquelle sont portés la livraison, l'utilisation, le remplissage ainsi que les contrôles effectués.

5. Engins d'extinction sur chariots

Le poids des extincteurs portatifs a été, pour des raisons d'ordre pratique, limité à 25 kg; par ce moyen, la quantité de moyens d'extinction (volume) est aussi déterminée. Dans différentes entreprises d'exploitation, par exemple dans l'indus-

Tabelle III

	Inhalt	Staubausstoss kg/s
Handfeuerlöscher	10–12 kg	0,2 kg
Staublöschgeräte (fahrbar)	50 kg	1,2 kg
Staublöschgeräte (fahrbar, 2-Rad-Anhänger)	250 kg	1,6–2,5 kg
Staublöschgeräte (auf Motorfahrzeug montiert)	750 kg	5–6 kg

Tableau III

	Contenu	Ejection de poudre kg/s
Extincteurs portatifs	10–12 kg	0,2 kg
Extincteurs à poudre (sur chariot)	50 kg	1,2 kg
Extincteurs à poudre (remorque à deux roues)	250 kg	1,6–2,5 kg
Engins à poudre (montées sur véhicules à moteur)	750 kg	5–6 kg

Bei Pistolen der *Staublöschgeräte* (Handfeuerlöscher, mobile und Grossgeräte) sind etwa 8 bis 10 m vor dem Brandherd in Funktion zu setzen. Den Staubstrahl im Sinne der Windrichtung gegen das Feuer richten und durch gleichmässiges Hin- und Herstreichen der Staubwolke das Feuer auf seinen ganzen Umfang abdecken und ablöschen. Die beste Wirkung der Löschpulverwolke, je nach Grösse des Gerätes (Staubausstoss in Kilogramm pro Sekunde und Druck an der Pistole), liegt bei etwa 6 bis 12 m nach dem Austritt aus der Pistole. Daher soll der Bedienungsmann diesen Abstand beibehalten und überdies nicht durch zu frühes oder zu häufiges Abstellen der Pistole den erneuten Zutritt des Sauerstoffes und damit das Auftreten von Rückzündungen ermöglichen. Der Rohrführer eines Schaumrohres soll daran denken, dass die Dauer der Einsatzvorbereitungen (Wasserbezugsort, Hydrant oder Feuerlöschpumpe-Zumischer-Extraktbidons-Schaumrohr) beachtet werden muss und sein Standort von der *Wurfweite* seines Rohres abhängt. Es ist zu beachten, dass der Schaumstrahl nicht direkt in brennende Flüssigkeiten gerichtet und die Schaumschicht möglichst gleichmässig aufgebracht wird. Für spezielle Fälle sind entsprechend vorbereitete Giessrohre zweckmässig.

Immer mehr setzt sich die Anwendung mobiler Zumischer durch. Solche können in eine gegebene Leitung, den taktischen Erfordernissen entsprechend, an jeder beliebigen Stelle eingekuppelt werden. Die sich aus Leitungslänge und der Höhendifferenz ergebenden Druckverluste müssen berücksichtigt werden, damit am Schaumrohr ein Druck von mindestens 5 atü vorhanden ist, um die gewünschten Schaumleistungen (Wurfweite!) erreichen zu können.

Bei der *kombinierten* Anwendung von Löschstaub und Luftschäum oder Wasserdampf muss der Schaumeinsatz *unmittelbar* mit oder nach dem Löschpulverangriff erfolgen. Diese bewährte Taktik verhindert weitgehend Rückzündungen.

trie chimique, ou près de certains emplacements de transvasage de liquides inflammables, on sait déjà par avance que la capacité d'extincteurs portatifs ne suffira probablement pas à assurer le succès dans la lutte contre un sinistre pouvant se déclarer. En vue de la nécessité de plus grands extincteurs et sur le principe des extincteurs portatifs on a créé les extincteurs sur chariots. Ces derniers, quant à leur fonction, ne sont rien d'autre que de plus grands extincteurs chez lesquels la capacité des moyens d'extinction comporte dans la plupart des cas, entre 50 et 100 kg. Le poids total de l'engin prêt à l'engagement varie entre 130 et 220 kg. En règle générale on peut les manier à la main. Les engins sur chariot sont le plus souvent employés pour la poudre, la mousse. Ils peuvent aussi l'être pour l'acide carbonique. Les engins d'extinction à poudre, courants aujourd'hui peuvent, en tenant compte de leur quantité d'éjection, être répartis selon Tableau III:

Les pistolets des *engins d'extinction à poudre* (extincteurs portatifs, extincteurs mobiles et gros engins) doivent être en fonction à une distance d'environ 8 à 10 m du foyer d'incendie. Diriger le jet de poudre dans le sens du vent contre le feu et par des jets alternatifs de nuages de poudre, couvrir le feu et l'éteindre. La meilleure efficacité du nuage de poudre selon grandeur de l'engin (éjection de poudre en kilos par seconde et pression au pistolet) se situe à environ 6 à 12 m après la sortie du pistolet. C'est pourquoi l'homme de service doit conserver cette distance et ne pas permettre, par des arrêts trop instantanés ou trop nombreux, de nouvelles arrivées d'oxygène provoquant des retours de flammes. Le portelance d'une lance à mousse doit penser qu'il faut tenir compte de la durée de la préparation à l'engagement (prise d'eau, hydrant ou pompe centrifuge-mélangeur-bidon d'extrait-lance à mousse) et que son emplacement dépend de la *distance du jet* de sa lance. Il faut faire en sorte que le jet de mousse ne soit pas directement dirigé sur les liquides en combustion et que la couche de mousse soit répartie régulièrement. Dans des cas spéciaux, des lances d'arrosage spécialement installées sont utiles.

De plus en plus l'usage des mélangeurs mobiles s'impose. Ceux-ci peuvent, dans une conduite donnée et répondant aux exigences tactiques, être accouplés à la place désirée. Les pertes de charge dues à la longueur de la conduite et à la dénivellation doivent être alors prises en considération de manière à ce qu'une pression de 5 atm au minimum à la lance soit à disposition pour permettre d'atteindre le rendement de mousse souhaité (distance de jet).

Lors de l'emploi *combiné* de poudre d'extinction et de mousse ou de brouillard d'eau, l'engagement de la mousse doit *absolument* se faire avec ou après l'attaque avec la poudre d'extinction. Cette tactique éprouvée empêche considérablement le retour de flammes.

6. Prescriptions pour la protection de l'eau en cas d'engagement de moyens d'extinction mousse et poudre dans les exercices

Sur la demande de l'Office fédéral de protection civile (OFPC) et d'entente avec la Fédération suisse des sapeurs-pompier (FSSP), l'Etablissement fédéral pour l'alimentation en eau, l'épuration des eaux et la protection des eaux a examiné à l'EPF à Dübendorf les effets des moyens d'extinc-

6. Vorschriften zum Schutze des Wassers beim Einsatz von Schaumlöschmitteln und Löschpulvern bei Übungen

Im Auftrag des Bundesamtes für Zivilschutz (BZS) und im Einvernehmen mit dem Schweizerischen Feuerwehrverband (SFV) hat die Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG) an der ETH in Dübendorf die Wirkung von Löschmitteln auf offene Gewässer und auf biologische Kläranlagen untersucht.

Dem Bericht der EAWAG ist zu entnehmen, dass alle Löschmittel auf chemischer Basis (z. B. Luftschaum, Löschstaub) die Gewässer in unzulässiger Weise verschmutzen können. Verbrauchte Löschmittel, löschmittelhaltige Abwässer und Rest von Konzentraten dürfen daher nicht direkt in öffentliche Gewässer, wie Bäche, Flüsse und Seen, gelangen. Sie sind in jedem Falle nach starker Verdünnung biologisch zu reinigen.

Bei *Ernstfalleinsätzen* stehen die Rettung von Menschen, Vieh habe und Sachwerten nach dem Grundsatz *Retten – Halten – Löschen* im Vordergrund.

7. Löschgruppe und Betriebsfeuerwehr

Um Löschgeräte mit Aussicht auf Erfolg einsetzen zu können, sind periodische Übungen (theoretische und praktische Ausbildung) unerlässlich.

Die Organisation von Betriebslöschgruppen und Werkfeuerwehren in grösseren Anlagen ist sehr zu empfehlen.

Die sofortige Alarmierung der nächstgelegenen Orts- und Stützpunktfeuerwehr muss vorgeplant und das Alarmschema dem Personal periodisch zur Kenntnis gebracht werden.

Grundsätzlich müssen folgende Punkte beachtet werden, damit bei Brandfällen in Betrieben, an deren Bekämpfung Orts- und Stützpunktfeuerwehren teilnehmen, ein optimaler Erfolg verzeichnet werden kann:

Die Chargierten der Orts- und Betriebsfeuerwehren planen und beraten mit Vorteil gemeinsam die Alarmorganisation, Beschaffung der Rettungs- und Löschgeräte usw.

Die Wasserbezugsorte (vorbereitete Bachstauungen usw.) müssen für jeden möglichen Fall vorbereitet werden. Die Lage der Hydranten und die Disposition der Wasserversorgung, insbesondere deren Druckverhältnisse, müssen den Chargierten bekannt sein, damit die Motorspritzen oder Löschfahrzeuge taktisch richtig eingesetzt werden können.

Anlässlich gemeinsamer Fabrikbesichtigungen werden Flucht- und Angriffswege, bauliche Verhältnisse, vorhandene betriebseigene Rettungs- und Löschgeräte besichtigt und je nach Brandannahme studiert.

Besprechungsübungen, bestehend aus

- Orts- und Gebäudekenntnissen,
- brandtechnischer Schulung (was und wie brennt es?),
- Brandtaktik,
- angewandten Übungen, sind sehr wertvoll.

Periodische gemeinsame Alarmübungen mit Einsätzen im Rettungs- und Löschdienst in Zusammenarbeit zwischen Betriebs- und Ortsfeuerwehren sind sehr wertvoll und eigentliche Voraussetzung und Grundlage zu erfolgreichen Aktionen.

Adresse des Autors - Adresse de l'auteur:

J. Meyer, Leiter des techn. Büros des Schweiz. Feuerwehrverbandes, Ensingerstrasse 37, 3006 Bern-16.

J. Meyer, Chef du Bureau technique de la FSSP, Ensingerstr., 3006 Berne-16.

tion sur les eaux à ciel ouvert et sur des installations de clarification biologiques.

On peut tirer du rapport de cet Etablissement que tous les moyens d'extinction à base chimique (par exemple mousse, chimique, poudre d'extinction) peuvent polluer l'eau de manière inadmissible. Des moyens d'extinction utilisés, des eaux contenant de ces moyens et des restes de concentrations ne peuvent donc pas être directement déversés dans des eaux à ciel ouvert telles que rivières, fleuves ou lacs. Ils sont dans tous les cas à éclaircir fortement afin de les nettoyer biologiquement.

En cas d'*engagement lors de sinistres* le sauvetage de personnes, d'animaux et de valeurs, selon le principe Sauver – Tenir – Eteindre se place au premier plan.

7. Groupe d'extinction et Corps de sapeurs-pompiers d'entreprises

Afin de pouvoir engager en vue de succès des engins d'extinction, des exercices périodiques (instruction théorique et pratique) sont indispensables.

L'organisation de groupes d'extinction d'entreprises et de sapeurs-pompiers d'usines dans de grands établissements est très recommandable.

L'alarme immédiate du corps de sapeurs-pompiers local et du point d'appui (centre de secours) le plus rapproché doit être préparée à l'avance, et le schéma d'alarme doit être périodiquement porté à la connaissance du personnel.

Les points suivants doivent être respectés en principe afin d'obtenir un succès maximum lors de la lutte contre les incendies d'exploitations industrielles, à laquelle participe aussi le corps communal et les centres de premier secours.

Les cadres du corps local et du corps de pompiers d'usine ont tout intérêt à discuter et organiser en commun le système d'alarme, l'acquisition des engins de sauvetage et d'extinction, etc.

Les lieux d'approvisionnement en eau (barrages de ruisseau préparés, etc.) doivent être préparés pour tous les cas pouvant se présenter. L'emplacement des bouches d'incendies et la disposition de l'alimentation en eau, et surtout les conditions de pression doivent être connues des cadres, afin que les pompes à moteur ou les véhicules d'extinction puissent être engagés dans les meilleures conditions tactiques.

Lors de visites en commun des fabriques, les axes d'attaque et de retraite, les conditions de construction, les engins de sauvetage et d'extinction propres à l'entreprise seront inspectés, reconnus et engagés selon un thème étudié, tenant compte de toutes les hypothèses de sinistre.

Des exercices de discussion concernant

- la connaissance des lieux et bâtiments,
 - l'instruction technique du feu (qu'est-ce qui brûle, et comment?),
 - tactique de lutte contre l'incendie,
 - exercices appliqués,
- sont très précieux.

Des exercices d'alarme périodiques et en commun avec mise en action des services de sauvetage et d'extinction, sont d'une grande valeur et forment la base et la condition primordiale indispensables à toute action couronnée de succès.