

Gruppierung der Versuchsergebnisse (Abb. 2, 3 und 4) nach der Krümmung	Vergleich der Versuchsergebnisse mit den berechneten (Abb. 8) nach dem Dampfdruck	Gruppierung der Ergebnisse nach der Mischungswärme
Absorption		
3. konkav	$p < \text{theoretisch}$	positiv. Wärmetönung
Kresol-Äthylformiat	Kresol-Äthylformiat	Kresol-Äthylformiat
Kresol-Äthylacetat	Kresol-Äthylacetat	Kresol-Äthylacetat
Kresol-Alkohol	Kresol-Alkohol	Kresol-Alkohol
Kresol-Aceton	Kresol-Aceton	Kresol-Aceton
Kresol-Äther	Kresol-Äther	Kresol-Äther
H ₂ SO ₄ -Äther	H ₂ SO ₄ -Äther	H ₂ SO ₄ -Äther
	Kresol-Tetrachlor- äthan	Kresol-Tetrachlor- äthan
	Kresol-Pentachlor- äthan	Kresol-Pentachlor- äthan
		Kresol-Chloroform
		Anisol-Aceton
		Anisol-Äther

In der ersten Spalte sind nach diesem Gesichtspunkt die experimentell ermittelten Kurven der Abb. 1, 2 und 3 ohne Zuhilfenahme der Planck'schen Gleichung ausgewertet. Die Art der Lösung wurde aus der Krümmung der Kurve durch folgende Überlegung zu ermitteln versucht. Ist die Beladungs-Dampfdruck-Kurve eine Gerade, so folgt das System dem Henry'schen Gesetz; solche Flüssigkeitssysteme sind in dem ersten Teil der Tabelle aufgenommen. Wächst dagegen die Steigung der Kurve mit zunehmender Beladung, das heißt ist bei hoher Beladung die Druckzunahme relativ größer als bei niedriger Beladung, so muß angenommen werden, daß außer der durch den Lösungsvorgang bedingten Ursache für die Zunahme des Druckes eine weitere Ursache wirksam ist, die in einem zusätzlichen Freiwerden von Molekülen erblickt werden kann. Daher sind solche Flüssigkeitssysteme, deren Kurven konvex zur Beladungsachse verlaufen, im zweiten Teil der Tabelle aufgenommen. Umgekehrt läßt sich bei Kurven

mit abnehmender Steigung, also bei zur Abszissenachse konkaven Kurven, annehmen, daß weniger Moleküle die Druckzunahme verursachen, als dem Henry'schen Gesetz entspricht. Es muß also Absorption stattgefunden haben. Flüssigkeitssysteme, die hierdurch gekennzeichnet sind, fanden daher im dritten Teil der Tabelle ihren Platz.

Wesentlich anders sehen die Verhältnisse aus, wenn man die experimentell ermittelten Kurven, statt sie für sich auszuwerten, mit den berechneten Kurven (Abb. 4) vergleicht (Spalte 2), also zusieht, ob der Partialdruck der einen Komponente größer oder kleiner ist als der aus dem Planck'schen Gesetz errechnete. Nur das Gemisch von Anisol-Äther bleibt als reine Lösung in dem ersten Teil der Tabelle stehen; die beiden Systeme Kresol-Tetrachloräthan und Kresol-Pentachloräthan wandern in die dritte Abteilung der Tabelle, während sämtliche anderen Kurven dem zweiten Teil zugeordnet werden müssen.

Die Mischungswärme ist nur dazu geeignet, auszusagen, ob eine Absorption oder Lösung stattfindet. Darüber, ob die Art der Lösung dem Fall 1 oder 2 zugehört, vermag sie keine Aufklärung zu geben, da — wie bereits oben erwähnt — sowohl Lösung wie Depolymerisierung von einer Temperaturerniedrigung begleitet sind und lediglich die Absorption mit einer Temperaturerhöhung verbunden ist. Demzufolge sind auch in die dritte Spalte nur diejenigen Systeme eingetragen, welche eine positive Wärmetönung aufweisen und demnach mit Sicherheit eine Absorption bilden.

Die in den Flüssigkeiten obwaltenden Verhältnisse treten nicht immer so klar zutage; sie sind sehr oft komplizierter. Häufig besteht nämlich eine Überlagerung beider Vorgänge, des Zerfalls assoziierter Komplexe und der Bildung exothermer Verbindungen. Wahrscheinlich ist auch in der folgenden Tabelle die mangelnde Übereinstimmung der einzelnen Befunde auf solche Überlagerungen zurückzuführen, die die tatsächlichen Zustände verschleiern. [A. 42.]

Übersicht über Chemie und Apparate des neuzeitlichen Feuerlöschwesens.

Von Prof. Dr. ERNST BIESALSKI, Berlin.

Anorganisches Laboratorium der Technischen Hochschule.

(Eingeg. 17. April 1930.)

Innerhalb des Feuerlöschwesens und seiner Industrie ist unter dem Einfluß chemischer Forschungen in den letzten 10–20 Jahren ein ständig wachsender Zweig, das chemische Feuerlöschwesen, entstanden. Die anfangs überwiegenden empirischen Methoden wurden bald verlassen, und man hat sich auf die Ergebnisse der chemischen und physikalischen, leider noch nicht genügend auf die pharmakologisch-medizinischen Wissenschaft gestützt.

Dieser verhältnismäßig junge Aufstieg bedingt freilich, daß an eigentlicher Literatur nur Spärliches, an brauchbaren Sammelwerken kaum etwas vorhanden ist. Wenn der alte G a u t s c h hier erwähnt sei, so geschieht das weniger seines völlig veralteten Buches wegen — „Das chemische Feuerlöschwesen“, 1891 bzw. 1905 —, sondern weil er bemerkenswerterweise bereits in den 80er Jahren das Feuerlöschwesen mit ausschließlich chemischen Mitteln voraussagte¹⁾.

¹⁾ Einen dem Stand der Gegenwart entsprechenden Beitrag bringt der Artikel „Feuerlöschmittel“ des Verfassers im 1930 erscheinenden Band der neuen Enzyklopädie der technischen Chemie von U l l m a n n.

Trotz allem bleibt es verwunderlich, wenn selbst in chemischen Fachblättern ein so moderner und gerade für die chemische Praxis nicht unwichtiger Zweig der Chemie so selten zu Worte kommt.

Der immer mehr anwachsende Verbrauch an leicht entzündlichen Kraftstoffen, wie z. B. Benzin²⁾, Benzol und Ölen aller Art bedingt auch eine entsprechende Steigerung von Brandfällen, die in ähnlicher Häufigkeit übrigens auch der elektrische Strom entstehen lassen kann. Sie alle sind gewöhnlich nicht durch Wasser zu bekämpfen, wohl aber durch chemische Feuerlöschmittel, die außerdem den Vorteil haben, daß sie eigentlichen Wasserschaden, der ja bekanntlich oft größer als der Brandschaden sein kann, nicht bewirken. Übrigens ist der Kreis dieser durch Wasser nicht löslichen Objekte sehr viel größer, es seien nur z. B. noch Fette, Lacke, Firnis, Schwefelkohlenstoff, Carbid und Leichtmetalle erwähnt. So ist denn auch die organisierte Feuerwehr, die lange abseits stand, dazu über-

²⁾ Siehe u. a. auch N a p h t a l i, Ztschr. angew. Chem. 43, 57 [1930]; Einfuhr von Benzin in Deutschland 1913 = 249 000 t, 1928 = 828 000 t.

gegangen, neben dem Wasser Großapparate, die mit chemischen Feuerlöschmitteln arbeiten, zu benutzen. In erster Linie können mit chemischen Feuerlöschmitteln Entstehungsbrände, die den größten Teil aller Brände ausmachen — in manchen Industrien bis zu 80% —, bewältigt werden. Doch können seit der Entwicklung von Großapparaturen in steigendem Maße auch größere Brände bekämpft werden.

Wie muß ein chemisches Feuerlöschmittel beschaffen sein? Es muß eine einwandfreie, möglichst allgemeine Löschfähigkeit und Unbrennbarkeit besitzen. Es muß aus einer einfach zu bedienenden Apparatur, in der es auch im allgemeinen unverändert und stets verwendungsfähig aufbewahrt wird, möglichst wirkungsvoll ausgebracht werden können; es soll selbst keine Nebenschäden bewirken oder unerwünschte Reaktionen am Brandherd auslösen; es muß ohne Schaden für die Gesundheit bleiben, im übrigen aber preiswert sein. Frostsicherheit und Nichtleitfähigkeit gegenüber dem hochgespannten elektrischen Strom sind für allgemeine Verwendung unentbehrlich; für sogenannte Materialbrände ist eine bestimmte Tiefenwirkung vorteilhaft, ebenso wie gegebenenfalls eine starke mechanische Wirkung, beispielsweise in Gestalt eines die Flamme abreißenden Strahles. Das hängt alles aufs engste mit einer entsprechenden Apparatur zusammen.

Notwendig ist ferner die Betrachtung der Natur des Brandvorganges, der freilich in der Praxis keine zwei Fälle von absoluter Gleichheit aufweisen wird. Dafür ist Art, Menge und Oberflächenaufteilung der brennenden Materie, die Brandentstehung, Luftzug und Sauerstoffvorrat, wie solches der freie oder geschlossene Raum verschieden bedingt, die Verbrennungsprodukte u. a. m. so stetig wechselnd, daß nur ganz allgemein einiges wenige feststeht.

Der eigentliche Brandvorgang wird meist erst durch entzündliche Gase oder Dämpfe hervorgerufen, wie sie erhöhte Temperatur auch aus festen oder flüssigen Stoffen entstehen läßt. Ähnliches gilt für die Vergasung oder Verdampfung der Löschmittel, daher ist das Gebiet der Gasreaktionen und das der Wärmetönungen hier wichtig. Flammpunkt und Entzündungstemperatur, Verbrennungs- und Entzündungswärme, dazu die Molekulärwärme der entstandenen Gase, und ihre Wärmeleitfähigkeit sind hier neben dem rein Chemischen von besonderer Bedeutung; so z. B. für die Arbeitsleistung der Flammen, die dabei an die aufgeworfenen Löschmittel so viel eigene Wärme abgeben sollen, daß schnell die für alle Löschvorgänge bedeutsamen Grenzen der Entzündungsmöglichkeit erreicht werden. Einschlägige Literatur liegt wenig vor, vieles findet sich zerstreut und unübersichtlich auf verwandten Gebieten. Es seien hierzu kurz erwähnt u. a. die Arbeiten von W. P. Jorissen und Mitarbeitern³⁾, Burgess und Wheeler⁴⁾, H. F. Coward und Mitarbeitern⁵⁾, die Arbeiten über Verbrennungserscheinungen von Berl und Mit-

arbeitern⁶⁾, sowie z. B. noch P. Beyersdorfer und L. Braun⁷⁾.

I. Trockenlöscher.

Sie enthalten heutzutage ausschließlich 98—99%iges feinpulveriges Natriumbicarbonat und z. B. eine geringe Beimischung von Kieselgur, das zur Auflockerung und Trockenhaltung dient. Der Chemismus der Löschwirkung ist einfach; man macht sich die Zersetzlichkeit des Bicarbonats zunutze, das bekanntlich aus 2 mol. 1 mol Soda, Kohlensäure und Wasser entwickelt. Da hierbei der Dissoziationsdruck der Kohlensäure bei 60° bereits 25 mm Quecksilberdruck beträgt, tritt die Wirkung verhältnismäßig leicht bei niedrigeren Temperaturen ein. Aber erst aus durchkonstruierten Apparaten, bei denen ein Druckgas durch ein im Innern sinnreich angebrachtes Röhrensystem das Pulver in starkem, bis zu 8 m langem Strahl mit entsprechender Energie und Verteilung herausbringt, erreicht diese viel benutzte Methode ihre besondere Bedeutung. Dazu dienen zylindrische Stahlblechbehälter mit Sicherheitsventil und einer seitlich angebrachten Ventildruckflasche, die flüssige Kohlensäure zweckmäßig enthält und abstellbar ist. Die Löschwirkung besteht in der abdeckenden Wirkung durch die festen Pulvermassen im Verein mit der Kohlensäure und dem starken Druck des Strahls, dessen Wirkung besonders bei Oberflächenbränden zum Ausdruck kommt.

Solche Trockenfeuerlöscher stellt die Total G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg, her, die als Handfeuerlöscher in verschiedenen Typen mit 4—7 kg Pulverinhalt (Abb. 1) in den Handel kommen, als

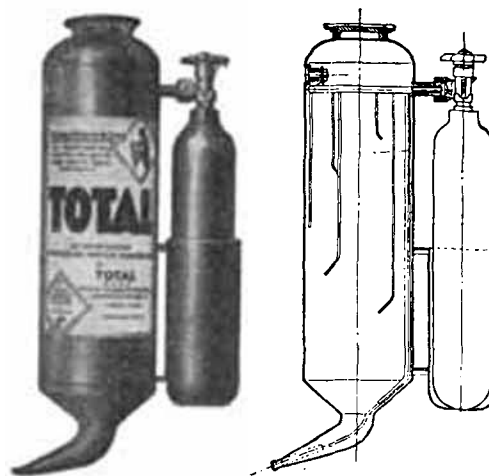


Abb. 1.

Auto-Total mit 1½ kg für Vergaser- und Motorenbrände. Für größere Brandobjekte bestehen fahrbare Typen mit Schlauch, die 80 kg, neuerdings sogar 500—600 kg Löschpulver bergen. Total-Handfeuerlöscher führen seit langem beispielsweise die Zeppelin-Luftschiffe bei ihren großen Fahrten an Bord.

Bei der trockenen Löschmethode fallen Wasserschäden, Frost- und Verdunstungsgefahr sowie elektrische Leitfähigkeit fort, die Löschwirkung ist groß, die Verwendung mannigfaltig, so u. a. bei sogen. Material-, besser noch bei Oberflächenbränden; dagegen wird die Tiefenwirkung von flüssigen Löschmitteln nicht erreicht, und in selteneren Fällen kann auch der Pulverrückstand nicht erwünscht sein.

Von den gewöhnlichen Löschgasen ist bekanntlich die Kohlensäure von bester Wirkung, zumal sie praktischerweise chemisch und gesundheitlich ohne Schaden ist. Dazu muß man sie aber möglichst konzentriert als

³⁾ Zahlreiche Arbeiten; s. Referate im Chem. Zentralblatt; u. a. W. P. Jorissen u. B. L. Ongkiehong, Chem. Weekblad 26, 434 [1929], „Über das Auslösen von Flammen“, enthält zahlreiche weitere Literaturangaben.

⁴⁾ Chem. Ztrbl. 1915, I, 245.

⁵⁾ U. a.: Journ. chem. Soc. London 105, 1859; 106, 1522; Ind. Engin. Chem. 18, 970; Journ. Franklin Inst. 203, 161; Fuel 8, 470.

⁶⁾ U. a.: Berl u. Hartmann, Ztschr. physikal. Chem. A. 146, 281; hier auch weitere Literaturangaben.

⁷⁾ Ztschr. techn. Physik 1928, 9, 17.

Kohlensäureschnee in fester Form verwenden. Dieser Idee gab zum ersten Male in Deutschland der Verfasser unabhängig von später bekanntgewordenen amerikanischen Gedankengängen in einer Patentanmeldung Ausdruck. Das Löschen mit Kohlensäureschnee aus Hand- und Großapparaten, das übrigens bezüglich der Ausbeute an Schnee sowie der Reichweite noch zu verbessern ist, hat in den letzten Jahren in Deutschland und Amerika festen Fuß gefaßt; man bekämpft damit insbes. die Brände leicht entzündlicher Flüssigkeiten sowie solche in der Elektroindustrie mit Erfolg. Es gibt Handfeuerlöscher, die in einem zylindrischen Stahlblechmantel eine Druckflasche mit 4 kg flüssiger Kohlensäure enthalten. Sie werden betätigt durch Einschlagen eines Schlagstiftes am Ventil. Die austretende flüssige Kohlensäure wird nun durch Düsen stark gedrosselt, expandiert darauf in einer langen Röhre, um schließlich aus einem kurzen Ansatzrohr als Schnee auf den Brandherd geworfen zu werden.



Abb. 2. Fahrbarer Polartota beim Ablöschen eines brennenden Benzoltanks.

Solche Apparate bringt die schon erwähnte Total G. m. b. H. als Polartotal in den Handel; für größere Brandobjekte, wie Ölschalter, Tanks und Lagerbehälter brennbarer Flüssigkeiten sind besonders wirksam fahrbare zweirädrige größere Apparate mit zwei, vier und acht Kohlensäurebehältern zu je 25 kg Inhalt (für Feuerwehrzwecke Geräte bis zu 500 kg), die Hochdruckschläuche von 12 m Länge besitzen und die den Schnee aus flachen Metallzylindern, sogen. Schneerohren, herausstoßen.

Der wirksame Feuerschutz einzelner feuergefährlicher Objekte in besonders großen Ausmaßen sowie von ganzen Fabrikgebäuden, Elektrizitätszentralen und Lagern wird häufig durch chemische Löschmittel bewirkt, die in größeren ortsfesten Anlagen benutzt werden. Die Auslösung geschieht selbsttätig durch Brandwärme mittels Schmelzlot, elektrisch oder von Hand. Das Löschmittel ist dabei meist zentral und geschützt in größeren, für den Bedarf reichlich berechneten Mengen gelagert und gelangt durch ein Röhrensystem an den Brandherd. Als Beispiel für die Wirkung einer solchen Standanlage, die mit fester Kohlensäure löscht, sei erwähnt, daß ein brennender Benzoltank von 12 m Durchmesser, bei dem z. B. die Zuführungsrohre der Kohlensäure über dem Flüssigkeitsspiegel enden und mit Schmelzloten versehen sind, in 20 Sekunden ohne weiteres gelöscht wird.

Ähnlich dem Sprinkler- oder Beregnungsverfahren ist dann noch eine andere Art des Groß-

feuerschutzes zu erwähnen, die zwar auch in Anlage und Löschmittel, nämlich Kohlensäure, gleich ist, die aber die Kohlensäure nur als Gas zum Schutze von Kraftwerken, Fabriken und Schiffen benutzt. Aus riesigen Hochdruckbehältern mit Kohlensäure läßt ein Verteilersystem von Röhren das Löschmittel ausschließlich gasförmig unter geringem Druck ausströmen, und zwar in Mengen, die etwa das Mehrfache der zum Löschen benötigten Volumprocente in den schutzbedürftigen Räumen im Ernstfalle ausmachen. Solche Anlagen baut in erster Linie die Firma Walther & Co. in Köln-Dellbrück (u. a. für die „Bremen“ des Lloyd 1929).

II. Flüssigkeitslöscher.

Wasser ist nicht nur infolge seiner Billigkeit und natürlichen Allgegenwärtigkeit das älteste Löschmittel der Menschheit, sondern auch auf Grund seiner besonderen löschenden Eigenschaften; es durchtränkt und durchsetzt teste brennbare Massen wie keine andere Flüssigkeit und zeigt somit die größte Tiefenwirkung, während es andererseits durch seine latente Wärme — 539 Cal. pro 1 kg — der Flamme die größte Arbeitsleistung aufzwingt, um schließlich auch als Dampf noch in den meisten Fällen erstickend zu wirken. Daher enthalten die Spezialtypen einiger Firmen neuerdings statt des üblichen Bicarbonatzusatzes nur noch reines Wasser.

Die flüssigen Löschmittel kommen zumeist in zylindrisch oder konisch geformten Stahlblechbehältern zur Verwendung, die im Innern gut verbleit sind oder im Fall der stark angreifenden Öllöscherlösungen eine geeignete andere Schutzschicht aufweisen. Sie besitzen fernerhin normalerweise Windkessel und Steigrohr, das zur Ausspritzdüse führt, doch gibt es auch schon Handfeuerlöscher, insbesondere beim Tetrachlorkohlenstoff, die die schädliche Berührung des Löschstoffes mit der Außenluft im Ruhezustand des Apparates verhindern. In einfacher Weise erzeugt man bei den gewöhnlichen Naßlöschern den nötigen Druck und das Herausschleudern der Löschflüssigkeit durch Einwirken von Säure auf den Bicarbonatgehalt des Löschwassers. Dazu dient ein im Innern angebrachtes Glasgefäß mit Säure, das im Bedarfsfalle durch Einschlagen eines Stiftes zertrümmert wird; es entsteht ein Druck von 4–5 at und ein Flüssigkeitsstrahl bis zu etwa 12 m Weite und 8 m Höhe. Da der Druck gegen Ende sinkt und ein Abstellen nicht möglich ist, benutzen viele Firmen zum Herausschleudern Druckgas in Form von Kohlensäure oder Stickstoff aus einer kleinen Druckflasche; seltener wird der nötige Überdruck mittels einer Handpumpe beim Füllen des Apparates hergestellt und dann durch eine entsprechende Vorrichtung ausgelöst. Die Naßlöscher enthalten 6–12 l Löschflüssigkeit, ihre Nachfüllung erfolgt verhältnismäßig einfach, z. B. durch Auflösen einer Bicarbonatpatrone in Wasser und Einsetzen eines neuen Säuregefäßes oder einer Druckflasche.

Die Grenzen der Anwendung von Wasserlöschern machen sie zu Sonderlöschern. Ihre Stärke liegt in der Bewältigung von sogen. Materialbränden, d. h. von brennendem Holz, Stroh, Papier, Stoff und ähnlicher Materie, wo also Tiefenwirkung in Frage kommt und die Durchglühung verhindert werden muß.

Um das Einfrieren zu vermeiden, gibt man dem Wasser bis zu 30–35% frostverhütende Zusätze hinzu, wie z. B. Calcium- oder Magnesiumchlorid, Glycerin

u. ä. Solche Lösungen, die zwar eine erhöhte Löschwirkung besitzen, aber nicht immer anwendbar sind, werden besonders bei Wald- und Heidebränden mit Erfolg benutzt.

Von den gewöhnlichen Naßlöschern sind sehr bekannt die kegelförmigen Handfeuerlöscher der Minimax A.-G., Berlin, die mit Bicarbonatlösung und Säuregefäß in Betrieb gesetzt werden. Naßlöscher ähnlicher Art liefern u. a. ferner die Radikal-Werke, Stuttgart, die Deutsche Feuerlöscher-

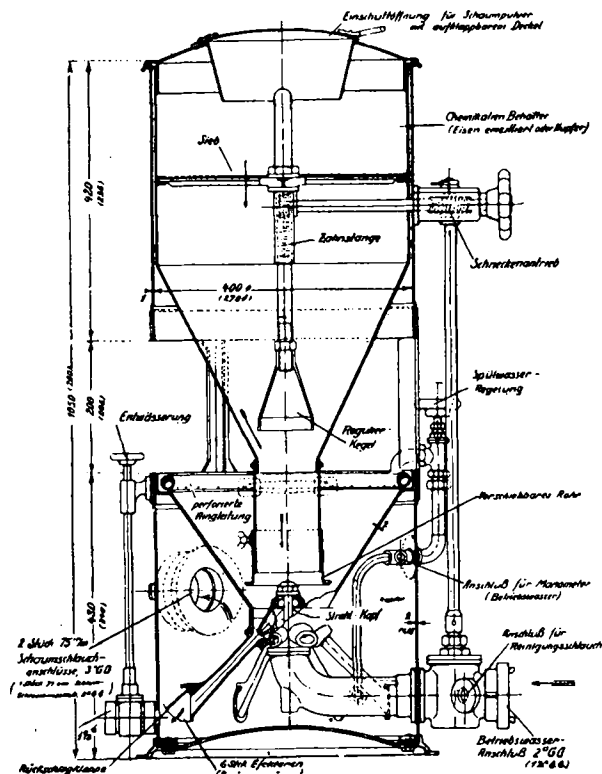


Abb. 3. Schnitt durch den Schaumgenerator der Minimax-A.-G.

Bauanstalt Wintrich & Co., Bensheim i. H., die Pluviusgesellschaft, Berlin, u. a. in verschiedenen Typen. Reines Wasser und Kohlensäuredruckflasche enthält der Hydro-Total der Total G. m. b. H., Berlin, und in ähnlicher Weise ist der Normaltyp der Radikal-Werke ausgebildet. Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft benutzt beispielsweise für ihre D-Zug-Wagen einen Sonderlöscher mit Wasser und einem frostverhindernden Salzzusatz als Feuerschutz, den „Minimax“ und „Radikal“ herstellen.

Hochprozentige Lösungen von anderen Salzen in Wasser, nämlich etwa 25% Natrium- oder Kaliumcarbonat, dazu etwas Glycerin und einige andere Zusätze enthalten auch die schon erwähnten Öllöscher, die aber nur für bestimmte Brände von hochsiedenden Schwerölen mancherlei Art, von fetten Lacken, Speisefetten, von Stearin und Paraffin u. ä. neuerdings in Gebrauch sind. Sie bilden also die einzigen Naßlöscher, die zwar in engeren Grenzen, aber erfolgreich brennende öl- und fetthaltige Massen bewältigen. Ihre Anwendung ist insofern interessant, als ihre Brauchbarkeit rein praktischen Beobachtungen entnommen wurde, die eine Theorie des Feuerlöschens nicht ohne weiteres erwarten konnte. Zweifellos bewirkt dabei die Alkalinität des Löschwassers eine bestimmte Emulsionsfähigkeit, die wiederum eine wirksame Bedeckungsmöglichkeit des brennenden Öles zur Folge haben wird; auch wird bei der hohen Temperatur solcher Brände der entstandene Wasserdampf eine Rolle spielen, die er nach früheren Beobachtungen auch bei brennbaren Flüssigkeiten unter

bestimmten Bedingungen gelegentlich schon ausüben kann und die höchstwahrscheinlich auch maßgeblich ist bei den vor einiger Zeit bekanntgegebenen amerikanischen Versuchen⁶⁾, die durch alle Fachblätter gingen, aber ohne praktische Bedeutung zu bleiben scheinen.

Mit mehreren Handfeuerlöschern dieses Öllöscher-typs von je 10—12 l Löschwasser der oben genannten Zusammensetzung sind schon beispielsweise bis zu 100 kg Lein- oder Maschinenöl, das 10 Minuten bis zum Überkochen in Brand gehalten wurde, sicher gelöscht worden; das bedeutet bei dem sehr unangenehmen und durchaus aus dem Rahmen der sogen. Entstehungsbrände fallenden Charakter solcher Brände sicherlich eine interessante und beachtenswerte Löschmöglichkeit.

Solche Öllöscher als Sondertyp vertreibt das Radikal-Werk, Stuttgart, mit Säurebicarbonatpatrone, sowie als „Öl-Total“ die Total-G.m.b.H., Berlin.

Große Hindernisse bietet auch die Bekämpfung z. B. in Brand geratenen Braunkohlen- und Korkmehlstaubes, also einer Materie, die sich schwer benetzen läßt. Neuerdings sind aber auch hierin Fortschritte erzielt durch die Benutzung eines wasserlöslichen organischen Netzmittels, nämlich des Erkalens, das die I. G. in den Handel gebracht hat. Eine 2—2,5% wässrige Lösung dieses Mittels, wie es z. B. aus Handfeuerlöschern verspritzt werden kann, ermöglicht durch leichtes Benetzen der brennenden Teilchen sehr wirksam ihre Ablösung.

Die Vorteile des Tetrachlorkohlenstoffes beruhen auf seiner rückstandslosen Verdampfung, die schon bei + 76,7° erfolgt, dem hohen spezifischen Gewicht seiner praktisch unentzündlichen Dämpfe, dem günstigen Erstarrungspunkt (−23°) und der Nichtleitfähigkeit; seine erfolgreiche praktische Verwendung als Feuerschutz, insbesondere in der Elektroindustrie und auch bei Bränden der feuergefährlichen Flüssigkeiten, wie Benzin, Öl, Petroleum und Benzol sind allgemein bekannt.

Demgegenüber steht, daß er als organische Verbindung in der Hitze Zersetzungsprodukte, wie Salzsäure, weniger häufig Chlor und auch Phosgen bilden kann.

Die Bedeutung dieses Phosgens, dessen verhältnismäßig leichte Bildungsmöglichkeit nicht mehr bestritten wird, beschäftigt seit einigen Jahren Wissenschaftler und Fachleute⁷⁾ und hat u. a. auch zu einer besonderen, noch nicht ganz veröffentlichten Untersuchung der Chemisch-Technischen Reichsanstalt geführt. Strittig ist, ob entstehende Mengen bei der Löschhandlung gefährlich werden können.

In letzter Zeit scheint die naheliegende Frage der Beseitigung des Phosgens nach Ansicht des Verfassers, die sich u. a. auch auf eigene noch nicht veröffentlichte Untersuchungen stützt, aussichtsvoll zu werden. Freilich nicht durch die älteren, meist ausländischen Patente, die oft recht großzügig in der Heranziehung von entsprechenden Zusätzen sind; sie enttäuschen aber, wie sich gezeigt hat, in der Praxis — manche erhöhen sogar noch den Phosgehalt —, weil sie die Reaktionsfähigkeit solcher Zusätze auf das Löschmittel wie vor allem auf die Apparate nicht berücksichtigen.

⁶⁾ Thomas u. Hochwalt, Ind. Engin. Chem. 20, 575; Oil Gas Journ. 27, 14, 142, 147, 148.

⁷⁾ A. C. Fieldner u. Mitarbeiter, Journ. Franklin Inst. 190, 453. Bericht des Tetraausschusses, Feuerschutz 3, 28 [1922]. E. Biesalski, Ztschr. angew. Chem. 37, 314. E. Glaser u. S. Frisch, ebenda 41, 263; 42, 204. J. Voigt, ebenda 41, 501. Jahresbericht der Chem.-Techn. Reichsanstalt 1926, 16; 1927, 57.

Amerika, das 1926 etwas über die Hälfte solcher Feuerlöscher¹⁰⁾ bei insgesamt 604 000 herstellte, und einige europäische Länder wenden den Tetrachlorkohlenstoff ohne Einschränkung beim Feuerlöschen an. In Deutschland kam 1922 ein Ausschuß, den der Reichsverband Deutscher Feuerwehingenieure sowie der Preußische Feuerwehrbeirat zusammenberufen hatte, auf Grund eigener praktischer Versuche zu dem Ergebnis, daß Tetrachlorkohlenstoff ein gutes Löschmittel sei und ohne Gefahr verwendet werden könnte, es sei denn bei ungeeigneten Brandobjekten wie z. B. Spiritus oder Holz- wolle, bei Bränden in Kellern oder in engen ge- schlossenen Räumen; auch riet man, vom Löschmittel im allgemeinen nicht mehr als 2 l anzuwenden.

Minimax, Radikal und Wintrich sind auch hier als die Hersteller dieser viel benutzten Flüssig- keitslöscher in erster Linie zu nennen, deren Bau und Fassungsvermögen im allgemeinen dem der Naßlöscher gleicht, nur daß hier die kleinste Type wieder ein sogen. Autolöscher ist und das Ausspritzen nur noch mit Kohlensäure aus einer Druckflasche oder durch Über- druck von Stickstoff oder Luft vor sich geht.

In neuerer Zeit rühmt man auch dem Methylbromid CH_3Br , das bei niedrigem Siedepunkt nichtbrennbare Dämpfe aufweist, gut und schnell wirkende Löscheigen- schaften nach. Die Pharmakologen jedoch sagen auf Grund häufigerer Beobachtungen dieser Verbindung recht üble Einwirkung auf den Organismus nach und warnen vor einer uneingeschränkten Be- nutzung als Feuerlöschmittel für jedermann. Unter anderem stützen sie sich dabei auf einen Todesfall¹¹⁾, der sich in Wien 1927 beim Füllen von Feuerlöschappa- raten mit diesem Mittel zugetragen hat.

Das Löschen mit Schaum

Ist nach dem heutigen Stande bereits gut ausgebildet, mit Erfolg schon bei recht großen Brandobjekten er- probt und auch der organisierten Feuerwehr in vielen Fällen unentbehrlich geworden.

Der Schaum, wie er zum Löschen verwendet wird, weist die guten Eigenschaften von Wasser auf, ohne daß der Wasserschaden eine Rolle spielt. Mit den modernen Großapparaten läßt sich dieses Löschmittel in beliebigen Mengen herstellen. Zur Herstellung von 1 Vol. Schaum benötigt man nur $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{12}$ des entsprechenden Wasser- volumens. Einfaches Mischen z. B. von Kohlensäuregas mit einem in Wasser gelösten schaumerzeugenden Mittel wie Saponin, dem bekannten Glucosid der Quillajarinde, liefert den erforderlichen zähen und beständigen Schaum; doch sei auch auf die sulfonierten und sul- furisierten Netzmittel der I. G., ferner auf gallensaures Natrium und andere hingewiesen. Dieser Schaum bringt besondere Löschwirkungen überwiegend durch Luftabschluß, d. h. durch Bedecken und Umhüllen der brennenden Stoffe, hervor. Entgegen der bisher herr- schenden Ansicht ist in diesem Falle der Anteil der gasförmigen dispersen Phase und des flüssigen Disper- sionsmittels nicht der, wie wir ihn im getrennten Zu- stand kennengelernt haben, denn praktische Versuche ergeben, daß auch mit dem aus Luft hergestellten Schaum so sicher wie mit dem aus Kohlensäure, der zur Zeit in der Praxis allein angewandt wird, gelöscht wer- den kann. Selbst Schaum aus Sauerstoff oder gar aus Knallgas kann sich, wie das Experiment im kleinen zeigt, in Form von Feinschaum, d. h. bei Innehaltung

einer bestimmten kleinen Bläschengröße, wie solcher aus Löschgasen verhalten¹²⁾. Da man bei Anwendung von Luftschaum die Anzahl der nötigen festen Chemi- kalien bis auf das Saponin heruntersetzen kann und sich die chemische Erzeugung eines besonderen Gases er- übrigt, gestaltet sich dieses Verfahren billig und wird sich deshalb in der Zukunft durchsetzen.

Sehr wertvoll ist es, daß sich Schaum auch durch sehr lange Schläuche oder Röhren bequem ausspritzen läßt, doch wird natürlich die Reichweite des Wasser- strahles nicht erreicht. Bei Bränden mit hoher elektri- scher Spannung kann er, der Leitfähigkeit halber, nicht angewandt werden. Selbstverständlich verhindert auch starker Frost seine Anwendung, falls nicht frost- verhütende Zusätze vorhanden sind. Von großer Wir- kung aber ist er bei Oberflächen-, auch Materialbränden, beim Löschen von Tanks und Behältern, die brennbare Flüssigkeiten enthalten. Besonders bei Ölbränden ge- lingt mit ihm die Bewältigung von Objekten allergrößten Umfanges.

Das Verdienst, die Eignung des Schaumes für Feuerlöschzwecke erkannt und ihn der Praxis zugeführt zu haben, gebührt dem Chemiker Laurent in Peters- burg (um 1906). Im wesentlichen stellt sich die Ver- wirklichung seiner Ideen noch heute dar in dem Hand- feuerlöscher, der in Material und Form ähnlich dem Typ der Flüssigkeitslöscher in seinem Innern zwei getrennt gelagerte Lösungen, z. B. von Soda-Saponin bzw. einem sauren Bestandteil enthält, die im Gebrauchs- falle durch einfaches Umkippen gemischt werden und die für die Schaumerzeugung nötige chemische Reaktion er- möglichen.

Der älteste in Gebrauch befindliche Handfeuer- löscher dieser Art mit 8–14 l Wasserinhalt, der nur für kleinere Brandobjekte bestimmt ist, ist der bekannte Perkeo. Das Recht der Herstellung und den ent- sprechenden Patentschutz erwarb aus anderer Her- stellerhand schon vor einigen Jahren die Minimax A.-G., die ihn noch heute vertreibt. Nach Ablauf dieses Patentschutzes bringen aber auch u. a. die Radikal- Werke, Wintrich & Co., sowie die Total- G. m. b. H., auf denselben Grundsätzen beruhende Schaumhandfeuerlöscher oder aber ähnlich dem älteren Perkeo-Kippwagen größere fahrbare Typen auf den Markt.

Aber erst, nachdem man in Anlehnung an die Er- finder Stanzig und König in Wien die zur Schaum- erzeugung erforderlichen Lösungen verlassen hatte und durch Mischung der trockenen Chemikalien mit fließendem Wasser einen Schritt vorwärts tat, gelang die Herstellung ununterbrochen arbeitender Schaumerzeuger. Derartige Großapparate baut und ver- treibt u. W. in Deutschland zur Zeit nur die Minimax A.-G., deren Erzeugnisse wir im folgenden beschreiben.

Der Schaummörser dieser Firma ist ein zylindrisches Gefäß aus verbleitem Kupferblech mit Deckel und Bügelverschluß, der auf der einen Seite mit dem Hydranten der Wasserleitung oder mit einer Druck- spritze verbunden werden kann; sein Inneres wird aus- gefüllt von einer auswechselbaren Schaumpulver-Kar- tusche, die Alkalibicarbonat und ein Schaummittel sowie als saure Bestandteile meist Aluminiumsulfat seltener Oxalsäure in fester Form enthält. Nach Zuleitung des fließenden Wassers tritt auf der anderen Seite des Ap- parates der Schaum in Schläuche, die ihn unter geringem Druck auf den Brandherd leiten, und dort kann er, wie übrigens auch beim Handfeuerlöscher, aus einem so- genannten Gießrohr ausgegossen oder aber versprüht

¹⁰⁾ Voigt, *Ztschr. angew. Chem.* 1928, 502.

¹¹⁾ K. Meixner, *Beitr. z. gerichtl. Medizin* 8, 10. E. Glaser, *Dtsch. Ztschr. ges. gerichtl. Med.* 12, 470. Der- selbe u. S. Frisch, *Arch. Hygiene* 101, 48.

¹²⁾ E. Biesalski, *Ztschr. angew. Chem.* 41, 853 [1928].

und verspritzt werden. Mit einer umstellbaren Doppelleitung läßt sich im Bedarfsfalle auch ein zweiter Apparat betätigen, wobei inzwischen der erste neu gefüllt werden kann. Bei einem Mindestdruck von 3 at soll eine Kartusche mit 35 kg Pulver optimal bis zu 2500 l Schaum in solchem Apparat liefern.

Aber erst der Schaumgenerator, von grö-



Abb. 4. Schaumerzeugung aus dem Generator der Minimax-A.-G.

ßeren Ausmaßen und komplizierterem Bau, ermöglicht den Dauerbetrieb in einer Apparatur. Die Ausführungsform 6 E (Abb. 3), fahrbar als sogenannter Generatorwagen, mit einem oberen und unteren Teil, die durch einen nach außen sichtbaren Trichter verbunden sind, enthält neben anderem Druckmanometer, Entwässerung, die entsprechenden Anschlüsse sowie Wasser- und Schaumpulverregler. Bei einer Höhe von 120 cm, einem Durchmesser von 48 cm und einem Gewicht von 97 kg kann dieser Schaumgenerator nach Angaben der Hersteller in der Minute

bis zu 6000 l Schaum erzeugen. Dazu wird nach Anschluß des Wassers, wie schon geschildert, eine fertige Schaumpulvermischung von oben eingeschüttet, die nun über einen Regulierkegel durch eine Trichtervorrichtung in den unteren Teil fällt, in dem die eigentliche Schaumbildung vor sich geht. Hier tritt das zugeführte Wasser durch einen Strahlkopf, der mit sechs Ejektoren versehen ist, zu dem Pulver, worauf der gebildete Schaum durch besonders gebaute Fangdüsen in einen Raum geleitet wird, aus dem wie früher die eigentliche Weiterleitung erfolgt. Solche Generatoren benutzt z. B. die städtische Feuerwehr in Berlin insbesondere bei Ölbränden.

Von den Schaumakkumulatoren arbeiten solche mit einer Kammer im wesentlichen nach dem Prinzip des Schaummörser, solche mit zwei Kammern erzeugen den Schaum in Mischköpfen am Brandherd selber aus entsprechenden Lösungen, die getrennt herangeführt werden. Diese Apparate dienen für begrenzte Schaumerzeugung, an Ort und Stelle kann eine Auslösung gegebenenfalls selbsttätig erfolgen. Ähnlich den schon beschriebenen Grundsätzen für den allgemeinen Großfeuerschutz läßt sich auch endlich das

Löschen mit Schaum in Form von Großanlagen für ganze Gebäudeteile mit Erfolg anwenden.

Die vorliegende Übersicht über den heutigen Stand der chemischen Feuerlöschmittel und -apparate bezieht sich zwar hauptsächlich auf die entsprechende Industrie Deutschlands, läßt sich aber insofern verallgemeinern, als grundsätzlich die übrigen Kulturstaaten, insbesondere Amerika, dieselben Methoden und Verfahren benutzen, nur daß die Verbreitung der einzelnen Systeme in den verschiedenen Ländern unterschiedlich ist und der Hauptanteil an der Entwicklung und dem Ausbau dieses Zweiges der angewandten Chemie Deutschland und Amerika zufallen dürfte. [A. 56.]

Zur Kenntnis der Gastrennung durch Adsorption an Kohle.

Von Dr. KURT PETERS und cand. chem. KURT WEIL,
Kaiser Wilhelm-Institut für Kohlenforschung, Mülheim-Ruhr.
(Eingeg. 19. März 1930.)

Die Trennung von Gasen und Dämpfen durch fraktionierte Destillation oder Kondensation ist in praktischer Hinsicht ein gelöstes Problem¹⁾, und auch theoretisch sind die Verhältnisse weitgehend geklärt, so daß man z. B. in der Lage ist, für die Trennung von verschiedenen binären und ternären Systemen die günstigsten Bedingungen voraus zu berechnen²⁾. Anders liegen die Verhältnisse bei der Trennung von Gasen und Dämpfen durch Adsorption. Sie wird praktisch zwar schon sehr häufig benutzt³⁾, doch werden die für den jeweiligen Zweck maßgebenden Bedingungen rein empirisch ermittelt, oft ohne Berücksichtigung bekannter theoretischer Erkenntnisse. Gewöhnlich beschränkt man sich darauf, die Menge Adsorptionsmittel so groß zu

wählen, daß beim Überleiten bei einer bestimmten Strömungsgeschwindigkeit das Endgas genügend von dem zu entfernenden Bestandteil befreit ist, wobei in der Regel die Temperatur mehr oder weniger durch den Zufall bestimmt ist. Bei spezielleren Untersuchungen geht man gewöhnlich in der Weise vor, daß bei verschiedenen Temperaturen die Mengen verschiedener Gase und Dämpfe bestimmt werden, die von einem gegebenen Quantum eines Adsorptionsmittels bis zur Sättigung bei 760 mm Druck über dem Adsorbens aufgenommen werden können⁴⁾. Hempel und Vater⁵⁾ kommen sogar auf Grund solcher Messungen zu dem Schluß, daß eine Trennung von mehratomigen Gasen und Verbindungen durch Adsorption nicht möglich sei.

In theoretischer Hinsicht ist das Adsorptionsproblem schon häufig untersucht worden. Es mag hier

¹⁾ S. a. F. Pollitzer, Ztschr. kompr. flüss. Gase 1922, 70.
²⁾ Vgl. z. B. Thormann, Destillieren und Rektifizieren, Spamer 1928. E. Jantzen u. H. Schmalfuß, Chem. Fabrik 1, 373, 390, 701 [1928].

³⁾ Literaturzusammenstellung, bes. über die Patente, s. O. Kausch, Die aktive Kohle. Bräuer, Reitstötter, Ztschr. angew. Chem. 41, 536 [1928].

⁴⁾ Literaturzusammenstellung s. z. B. Landolt-Börnstein. Physikal.-Chem. Tabellen I, 773—784.

⁵⁾ H. Hempel u. G. Vater, Ztschr. Elektrochem. 18, 724 [1912].