

2. Böblinger Brandbekämpfungsseminar 2007

10. November 2007

Brandbekämpfung mit CAFS

Dr.-Ing. Holger de Vries
Hamburg



0 Einführung

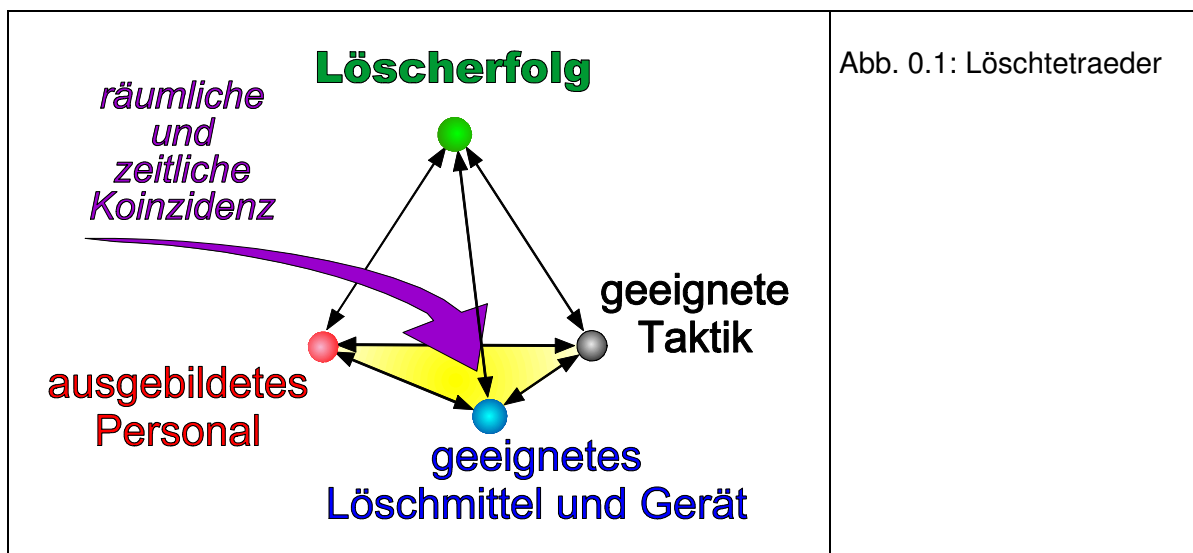
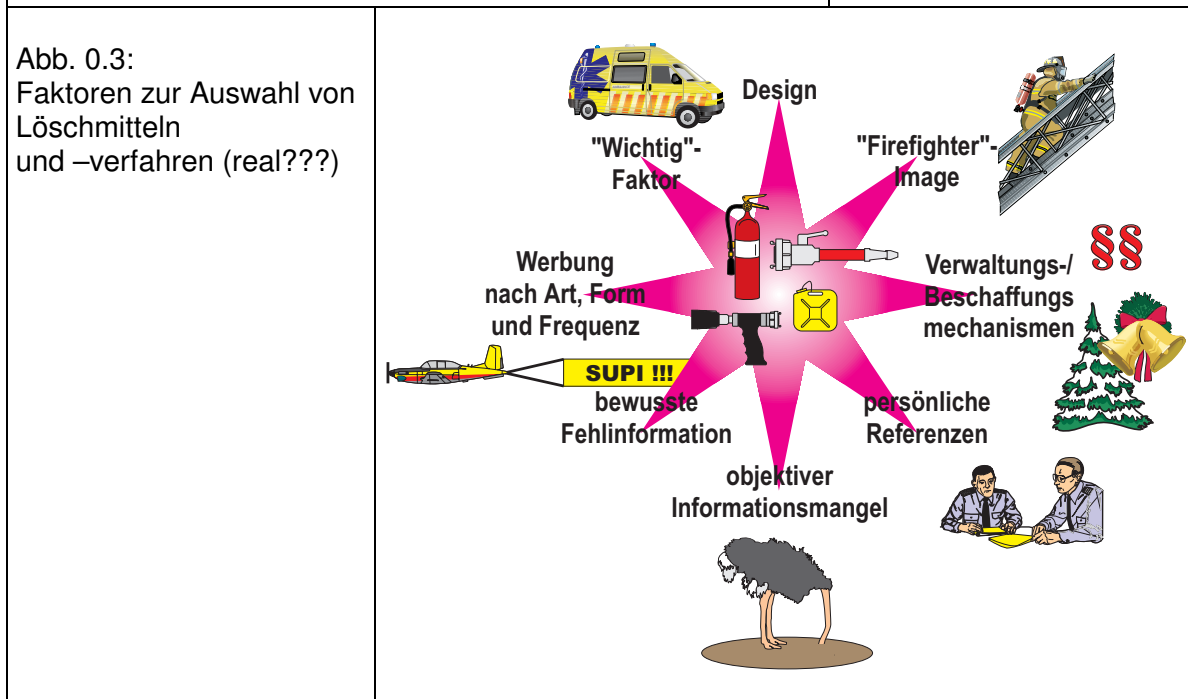
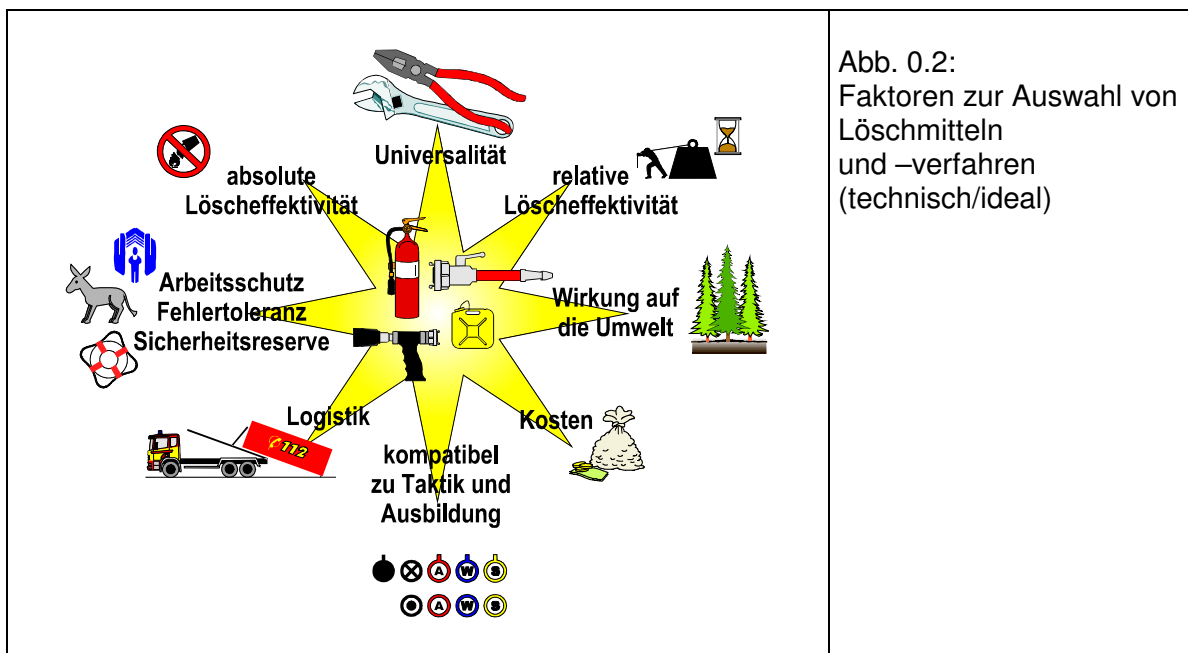


Abb. 0.1: Löschtetraeder

Die Auswahl von Löschmitteln erfordert immer eine gründliche Informationsgewinnung und Meinungsbildung sowie einen ganzheitlichen Entscheidungsprozeß anhand unterschiedlicher Faktoren, die teilweise keinen direkten Bezug zur Brandbekämpfung zu haben scheinen, wie in Abb. 0.2 dargestellt. Die Wahl eines Löschmittels ist eng verknüpft mit der Wahl des Löschgeräts und der Taktik/des Löschverfahrens. Spätestens hier wird deutlich, daß Wirksamkeit in der Brandbekämpfung nicht durch die Löschtechnik, sondern durch die Menschen, die sie bedienen, erreicht werden kann (Abb. 0.1). In diesem Vortrag geht es dementsprechend nicht um die einsatztaktische Löschmittelauswahl, sondern um die strategische Löschmittelauswahl einer Feuerwehr. Ich gehe davon aus, daß meine grundsätzliche Präferenz für die Verwendung von Netzwasser/Class-A-Foam im Normaldruckbereich mit Flachschräuchen und Hohlstrahlrohren bekannt ist und möchte hier meinen Standpunkt sowie aktuelle Entwicklungen erläutern.



1 Class-A-Foam

Die Diskussion um Löschmittel, Löschgeräte und Löschtaktiken ist wieder in Gang gekommen – und zwar insbesondere in den Newsgroups im Internet und unter dem Eindruck der auf der Interschutz vorgestellten neuen Geräte: Hochdruck, Hochdruck mit Schaummittel-Zumischung, Class-A-Foam, Druckluftschaum, Löschgel, Fognails, Löschlanzen, Hohlstrahlrohre, Sicher, vieles kann in bestimmten Situationen nützlich sein. Allein, es stellt sich die Frage, welches Gerät oder welche Taktik ist möglichst sicher für die anwendende Einsatzkraft, wirksam, universell verwendbar und – nicht zuletzt – bezahlbar? Und „bezahlbar“ sollte für eine Feuerwehr immer heißen: Nicht irgendeine „Insellösung“, gebucht unter verschiedenen Haushaltstiteln und mit Beigaben vom Förderverein, sondern bezahlbar „in der Fläche“, d. h. in Abstimmung mit den Nachbarfeuerwehren oder dem Landkreis, so daß mehrere Feuerwehren, wenn nicht mit einheitlicher, doch vielleicht mit kompatibler, ähnlicher Ausrüstung an der gleichen Einsatzstelle arbeiten können.

Class-A-Foam ist – genau betrachtet - wahrscheinlich einer der ältesten Hüten der Brandbekämpfung. Die effizienzsteigernde Wirkung der Zumischung von Tensiden zum Löschwasser ist seit den 1930er Jahre bekannt und durch viele Quellen belegt [z. B. 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11]. Herterich stellte 1960 fest [12]:

„Bei der Bekämpfung von Bränden an Faserstoffen in Ballen und Haufen sowie von Braunkohlenstaub ist die Zumischung von Netzmitteln zum Löschwasser zwecks Steigerung der Löschwirkung des Sprühstrahls empfehlenswert.“

Schreiber und Porst zitieren 1964 von Kasakow veröffentlichte Ergebnisse von vergleichenden Löschversuchen an Holzbränden, die mit reinem Wasser und 0,2 % Sulfonatlösung gelöscht wurden. Die Zumischung des Sulfonats als Netzmittel reduzierte die Löschdauer auf die Hälfte, den Gesamtverbrauch an Löschmittel auf ein Viertel und verhinderte Wasserschaden. Weiter stellen Schreiber und Porst von Kasarow und Demidow durchgeführte, vergleichende Löschversuche mit reinem Wasser und 0,3 % Netzmittellösung „NP-1“ an für Waldbrände typischen Feststoffen (Streubelag, Torfmoos, grünes Moos, Holz, Torf) dar. Es wurden Einsparungen an Löschmittel von 38 % bis 50 % gegenüber reinem Wasser ermittelt. Schreiber und Porst faßten 1972 ihre Erkenntnisse folgendermaßen zusammen [13]:

„Die Zahl der durchgeführten Löschversuche im Kleinmaßstab ließe sich noch erweitern. Das wesentliche bezüglich der Anwendung von Netzmitteln der Brände der Klasse A ist aber bereits den angeführten Beispielen entnehmbar. So wird die Löszeit kürzer und der Wasserverbrauch (damit auch die Gefahr des Wasserschadens) geringer. Diese wesentlichen Vorteile dürften in der Zukunft eine breitere Anwendung der Netzmittellösungen erwarten lassen.“

Auf Westdeutschland bezogen irrten die Verfasser: Die Anwendung von Mehrbereichschaum bei Feststoffbränden ist zwar dokumentiert, beschränkt sich aber in der Praxis auf das Fluten von Kellern oder Schiffsladeräumen mit Mittel- oder Leichtschaum [14; 15; 16; 17; 18]. Schaum bzw. Netzwasser werden bei Klein- und Mittelbränden in der Regel nicht, bei Großbränden oft erst dann eingesetzt, wenn nach stundenlangem Einsatz reinen Wassers abzusehen ist, daß kein Löscherfolg zu erzielen ist [z. B. 19; 20; 21]. In der Regel wird das Versäumnis, nicht rechtzeitig Schaum oder Netzwasser eingesetzt zu haben entweder mit Erfordernissen des Gewässerschutzes oder mit den in DIN VDI 0132 genannten Restriktionen für den Schaumeinsatz bei elektrischen Anlagen gerechtfertigt.

Letztlich waren die Feuerwehren der DDR – so sie mit IFA W 50 ab Baujahren 1969/70 ausgerüstet waren – technologisch weiter als die Feuerwehren der westlichen Bundesländer, verfügten sie doch bereits über festeingebaute Zumischer zur Erzeugung von "Netzwasser", dessen Verwendung auch in den entsprechenden Dienst- und Ausbildungsvorschriften geregelt wurde [vgl. 22].. Nachdem nun der Großteil dieser Fahrzeuge verschrottet wurde, und die westliche Schaumphobie übernommen wurde, folgt also die Neuerfindung des Rades.

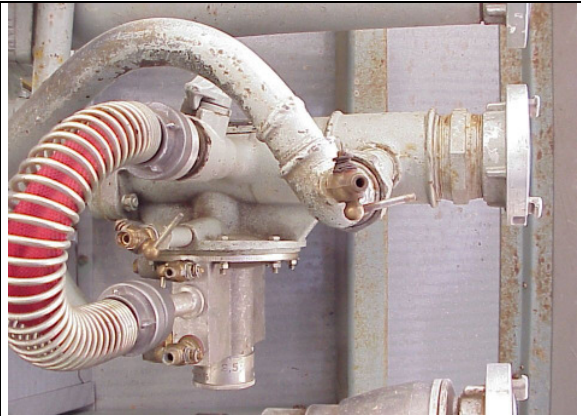
" ... Class-A-Foam, Netzwasser "
" ... festeingebaute Zumischer ... "
" ... alles schonmal dagewesen ... !"

STIMMT!

**Automatische Zumischeinrichtung AZ
2/8 (Zahnradpumpe)**

**eingebaut in (T)LF 16 IFA W 50 L(A) ab
Baureihe 1969/1970**

**Zumischung 1 ... 5 %
bis 800 l/min Volumenstrom**



1.1 Class-A-Foam und CAFS/DLS - Brand- und Löschversuche

Nach ersten Untersuchungen und Veröffentlichungen [23; 24; 25; 26; 27; 28; 29; 30] kommt es mittlerweile vermehrt zum Einsatz von Class-A-Foam und Druckluftschaum. Die Verwendung von Class-A-Foam ist heute in den USA, Kanada und teilweise auch in Australien unumstrittener Stand der Technik [z. B.: 31; 32; 33; 34; 35; 36; 37; 38; 39; 40; 41; 42; 43; 44; 45; 46].

Das Fachgebiet Brand- und Explosionsschutz der Bergischen Universität – GH Wuppertal war seit Anfang der 1990er Jahre bemüht, die Eigenschaften von Class-A-Foam und Druckluftschaum zu erforschen und zu quantifizieren. Aufgrund der zunehmenden Verwendung von Class-A-Foam und Druckluftschaum ist es erforderlich, die gewonnen Erkenntnisse in der Breite zugänglich zu machen. Insbesondere während der INTERSCHUTZ 2000 in Augsburg schien es, als wenn verschiedene Hersteller versuchen, mit Teil- oder Desinformationen die Feuerwehren weniger zu beraten, als vielmehr zu versuchen, ihnen mehr Technik zu verkaufen, als nach Lage der öffentlichen Haushalte sinnvoll oder einsatztaktisch notwendig ist. Im Ausland und in Deutschland sind bisher folgende Versuchsreihen unter verschiedenen Gesichtspunkten durchgeführt bzw. veröffentlicht worden:

- Versuche des National Institute of Standards and Technology (NIST), Maryland/USA 1988
- Versuche der Underwriters Laboratories (UL), 1993
- Die „Salem“-Versuche, Connecticut/USA 1992
- Die „Fairfax County“-Versuche, Virginia/USA 1993
- Die „Rissington“-Versuche, Fire Research and Development Group, GB, 1995-1996
- Die „Canterbury“-Versuche, Universität Canterbury, NZ, 1997
- Versuche mit Krippenfeuern und Handfeuerlöschern, Universität Wuppertal 1994
- Versuche mit Palettenfeuern und CMM-Strahlrohr im Freien, Universität Wuppertal 1994
- Die „Trauen“-Versuche, Universität Wuppertal 1995
- Die „Tremonia“-Versuche, Universität Wuppertal 1997

- Die „Ingolstadt“-Versuche mit Druckluftschaum, Universität Wuppertal 1997
- Die „Wattenscheid“-Versuche, Universität Wuppertal 1999

Außer in den „Rissington“-Versuchen zeigte Class-A-Foam in den Versuchsreihen bei Zumischraten von 0,3 oder 0,5 % gegenüber reinem Wasser eine deutlich höhere Effizienz beim Bekämpfen der Versuchsbrände, dennoch muß festgestellt werden, daß insbesondere die Versuche, die im Ausland durchgeführt wurden aus wissenschaftlicher wie auch aus einsatztaktischer Sicht einen oder mehrere folgender „K.-O.- Faktoren“ haben: Es handelte sich um Kleinversuche, die Brandräume waren nicht identisch, die Brandlast war nicht identisch, die Belüftung war unkontrolliert, die meßtechnische Begleitung war unzureichend, das Verhältnis von Brandlast zu Brandraum war nicht realistisch, oder die Anzahl der durchgeführten Versuche war schlichtweg zu klein, um irgendeine statistisch abgesicherte Aussage machen zu können.

Dementsprechend sind die „Ladenburg“- sowie „Trauen“-Versuche der Universität Wuppertal, deren Ergebnisse 1995 [23] veröffentlicht wurden, als Vorversuche zu werten. Seinerzeit wurden als Ergebnisse festgestellt, daß Class-A-Foam grundsätzlich zu deutscher Feuerwehrtechnik kompatibel ist und daß – unter den damaligen Versuchsbedingungen – die Verwendung von Class-A-Foam gegenüber reinem Wasser weniger Löschmittel und weniger Löschdauer erfordert.

Ausgehend von diesen Ergebnissen wurden ab 1997 weitere Versuchsserien durchgeführt: Die „Tremonia“-Versuche mit Class-A-Foam und Hohlstrahlrohren [47;vgl. 48], die „Ingolstadt“-Versuche mit Class-A-Foam als Druckluftschaum sowie die „Wattenscheid“-Versuche, deren Versuchsergebnisse hier nur stichwortartig wiedergegeben werden:

1.1.1 „Tremonia“-Versuche

- Brandraum 3 x 5 x 3 m³
- durchschnittlich möbliertes Zimmer: 308 kg feste Brandlast (Matratzen, Holzpaletten als Regal und Bettrahmen, Autositze, Holzstühle, Zeitungen (geshreddert) und Deko-Stoff) als Einrichtungsgegenstände verwendet.
- 21 Versuche (14 W, 5 S, 2 G), davon 17 vergleichbare Versuche (11 W, 5 S, 1 G)
- Löschdauer, Löschmittelmenge und Löschaufwand geringer durch Zumischung von Class-A-Foam
- besseres "Brandraumhandling" durch indirekten Angriff
- keine signifikanten Unterschiede in der Abkühlung des Brandraumes

Aus den gemessenen Werten ergeben sich folgende Mittelwerte und Streuungen für die verschiedenen Löschmittel (Tab. 1.1):

Tab. 1.1: Mittelwerte für Löschmittelmenge, -dauer und -aufwand von 17 „Tremonia“-Versuchen			
	Löschmittelmenge (DMT-Messung) [l]	Löschdauer [min]	Löschaufwand [l x min]
17 Versuche	219 ± 78 = 140 ... 297	10 ± 3 = 6 ... 13	2.125 ± 1.209 = 915 ... 3.334
Wasser	251 ± 78 = 173 ... 329	10 ± 3 = 6 ... 13	2.472 ± 1.349 = 1.123 ... 3.820
Class-A-Foam	150 ± 26 = 124 ... 176	9 ± 3 = 7 ... 12	1.397 ± 414 = 984 ... 1.811
Gel	206	9	1.945

1.1.2 „Wattenscheid“-Versuche

- Altpapiercontainer aus Stahlblech (Fassungsvermögen von 3,2 m³ und die Maße 150 x 150 x 167,5 cm³), Brandlast wie vom Entsorger angeliefert.
- N = 8 (3 W, 1 Inertisierung, 4 S)
- effektivere und nachhaltigere Löschung bei Verwendung von 0,3 % Class-A-Foam oder 3 % MBS, einsatztaktische Vorteile durch Verwendung von Class-A-Foam sowie einer Löschlanze D

1.1.3 „Ingolstadt“-Versuche mit Druckluftschaum

- Versuche im 20-ft-Container
- Brandlast ähnlich "Tremonia" (15 Holzpaletten, davon 10 als Regal aufgebaut, eine liegend auf einer Metall-Gitterbox, zwei als Bettgestell, und jeweils eine unter 2 Autositzen, zwei Autositze, zwei Strohballen, deren Stroh im „Regal“, in der Gitterbox sowie auf dem Bett verteilt wurden, eine Federkernmatratze)
- N = 4 (2 W, 2 CAFS)
- geringere Löschdauer und Löschaufwand, weniger Löschmittel bei Verwendung von CAFS
- keine Unterschiede im Abkühlen des Brandraums zwischen Wasser und CAFS

1.2 Zusammenfassung

In den meisten ausländischen sowie in den „Tremonia“- , „Wattenscheid“- und Ingolstadt“-Versuchen haben sich die Vorteile von Class-A-Foam bei der Bekämpfung von Feststoffbränden gegenüber reinem Wasser hinsichtlich Löschmittelmenge, Löschdauer und Löschaufwand gezeigt. Sicherlich sind die Ergebnisse aus Brand- und Löschversuchen mit handgeführten Löschgeräten auch der Subjektivität des Strahlrohrführers unterworfen. Es aber auffällig, daß Class-A-Foam in unterschiedlichen Szenarien und unabhängig vom Strahlrohrführer reinem Wasser überlegen ist, so daß sich die unterschiedlichen Versuchsergebnisse gegenseitig bestätigen. Relativierend muß auch gesagt werden, daß die von einigen Herstellern von Druckluftschäumen propagierte „fünf- bis siebenfache Steigerung der Löscheffizienz“ absolut unbewiesen ist [49; 50].

Die Verwendung geeigneter Blasentank- und Wassermotorzumischer hat deutliche technische und einsatztaktische Vorteile gegenüber Z-Zumischern. Hinsichtlich der Verwendung von Druckluftschaum (CAFS) ist jedoch – angesichts des Platz- und Gewichtsbedarfs sowie des zusätzlichen Gewichts der Aggregate im Fahrzeug (insbesondere Kompressor, Separatortank und Ölkühler) und der Kosten für diese Systeme – der Grenznutzen kritisch zu hinterfragen. Da für die gleichen Kosten einer Druckluftschäumenanlage zwischen 5 und 10 Fahrzeuge mit Class-A-Foam mit Blasentank-

oder Wassermotorzumischer ausgerüstet oder rund 200 Hohlstrahlrohre beschafft werden können, scheint es sinnvoller, die Feuerwehren in der Fläche einheitlich und effektiver auszustatten, statt einige wenige „CAFS-Exoten“ zu beschaffen.

Letztlich handelt es sich bei den heute angebotenen Druckluftschaumanlagen um relativ komplexe meßtechnische und hydraulische Systeme, die in ihrer Verfügbarkeit (MTTF, MTTR) und in ihrer Instandsetzbarkeit durch Feuerwehrpersonal hinter mechanischen System zurückstehen müssen. Somit sollte der Einbau mechanischer Systeme bei der Überarbeitung der Feuerwehr-Fahrzeugnormen zunächst als Option ermöglicht, langfristig die Ausstattung der Feuerwehren mit Class-A-Foam – sowie eine adäquate Ausbildung – gefördert werden.

Der Verfasser teilt außerdem die Auffassung seiner amerikanischen Kollegen aus vielen persönlichen Gesprächen, daß die Einführung von Class-A-Foam nicht zur Reduzierung der Besatzungsstärken der Löschfahrzeuge bzw. -züge führen darf: Durch die bereits erfolgten Einsparungen bei deutschen (Berufs-) Feuerwehren während der letzten 10 Jahre könnte Class-A-Foam bestenfalls einen Teil der verlorenen Schlagkraft kompensieren. Gleiches gilt sinngemäß für tagesalarmschwache Freiwillige Feuerwehren. Des weiteren wird ein Trupp im Innenangriff - egal mit welchem Gerät und Löschmittel er vorgeht - mindestens aus zwei, besser aus drei Mann bestehen müssen, und für jeden im Innenangriff arbeitenden Trupp muß ein Reservetrupp mit zwei oder drei Mann außerhalb des Gefahrenbereichs vorgehalten werden. Den Feuerwehren stehen mit Class-A-Foam und Hohlstrahlrohren technische Hilfsmittel zur Erhöhung ihrer Leistungsfähigkeit im abwehrenden Brandschutz zur Verfügung. Das Nutzen dieser Hilfsmittel - eingebettet in ein tragfähiges strategisches und taktisches Konzept [51; 52; 53; 54; 55; 56] - zu ihrem eigenen Vorteil obliegt jeder Feuerwehr selbst.

2 Neues aus der Welt des Hochdrucks – mit und ohne Schaummittelzumischung

2.1.1 "Rosenbauer-Wels"-Versuche

Die Versuche wurden im Herbst 2000 durch die Fa. Rosenbauer in Zusammenarbeit mit der Feuerwehr Wels/Österreich durchgeführt [57]. Insgesamt wurden 30 Versuche durchgeführt, von denen in der Veröffentlichung nur eine Auswahl wiedergegeben wird.

2.1.1.1 Simulierter Löschangriff / Angriffszeiten

Unter der Annahme eines Zimmerbrandes im zweiten OG wurden verschiedene Löschgeräte von einer österreichischen Tanklöschgruppe (1:6) von einem 15 Meter vor dem Haus abgestellten Fahrzeug entlang der 1,20 m breiten Treppe bzw. durch das Treppenauge vorgenommen und die Zeiten gemessen.

Dauer bis ... [Sekunden]	IFEX Trolley	UHPS Treppenauge	UHPS Treppe	HD Treppenaug	HD Treppe	C-Tragekorb Treppe	C-Flachschlauch Treppenaug
.. Hauseingang	25	22	26	24	39	19	48
... 1. OG	40	30	35	41	50	28	57
... Brandraum 2. OG	58	38	50	58	80	37	60
... "Wasser Marsch"	70	48	58	68	90	70	82
... Wasser am Strahlrohr	70	48	58	68	90	78	110

Anmerkung: Zahlenwerte geschätzt aufgrund einer 7 x 5 cm² großen, mit einem Matrixdrucker erstellten Grafik

2.1.1.2 Containerversuche

In einem 20-ft-Container mit 4 Öffnungen à 780 x 450 mm² wurden Brand- und Löschversuche an Brandlasten bestehend aus jeweils neun überkreuz gestapelten Europaletten durchgeführt. Meßtechnisch war der Container mit vier Thermoelementen ausgestattet. Die Vorbrenndauer betrug 8:30 bis 11:00 Minuten. Es wurden vier Versuche mit vier unterschiedlichen Löschsystemen durchgeführt.

Löschsystem	Löschdauer [sec]	Löschwasser- menge [l]	SM-Menge [l]
Poly 300 – 3 % AFFF – 115 l/min	38	60	2
UHPS mit Schaumrohr, CIAF 1 %, 38 l/min	41	30	16
Fogtec 23 l/min	nicht gelöscht	38	-
Ifex Trolley V = 35 l	nicht gelöscht	35	-

Anmerkung: Zahlenwerte geschätzt aufgrund einer 8 x 5 cm² großen, mit einem Matrixdrucker erstellten Grafik

2.1.1.3 Großversuche im Freien

102 Euro- und Einwegpaletten angeordnet in 3 x 2 Stapeln zu je 17 Paletten, mithin ca. 2.000 kg Holz sowie Stroh im Bodenbereich und fünf Liter Diesel zur Zündung. Über Meßtechnik wird nicht berichtet. Vorbrenndauer 5:30 bis 9 Minuten.

Löschsystem Löschmittel Volumenstrom	FuK [sec]	FA [sec]	Löschmittel- verbrauch FuK [l]	Löschmittel- verbrauch FA [l]
HD mit NePiRo 170 l/min	80	100	-	-
HD mit NePiRo und Schaumaufsatz CIAF 1 %, 170 l/min	70	80	280	330
CAFS (RBI) CIAF 0,7 %, Hohlstrahlrohr 120 l/min	78	110	180	350
ND, Hohlstrahlrohr 170 l/min	130	150	250	450
ND, Hohlstrahlrohr, CIAF 0,7 % 170 l/min	100	255	310	440

Anmerkung: Zahlenwerte geschätzt aufgrund zweier 8 x 5 cm² großer, mit einem Matrixdrucker erstellten Grafiken

FuK = Feuer unter Kontrolle

FA = Feuer Aus

2.1.1.4 Bewertung der Versuchsergebnisse durch den Verfasser

Die Versuchsergebnisse sind nicht wirklich erfaßbar, da in der Veröffentlichung keinerlei Zahlenwerte angegeben sind. Dies ist um so verwunderlicher, als im Vorwort der entsprechenden Zeitschrift und wohl mit Bezug auf die Veröffentlichung "ein ausführlicher Bericht" angekündigt wird [58].

Hinsichtlich der Rüstzeiten in ein zweites Obergeschoß ist bereits bekannt, daß Schnellangriffeinrichtungen hier einen Zeitvorteil haben, gleichzeitig ist allerdings auch damit ihre maximale Eindringtiefe erreicht und des weiteren entstehen durch die Verwendung von Schnellangriffeinrichtungen Zeitnachteile bei der ggfs. erforderlichen Vornahme eines zweiten Rohres [vgl. 59; 60; 61; 62; 63].

Nach Angaben der Autoren wird in dieser Veröffentlichung nur ein Teil (7 Zeitmessungen, 9 Brandversuche) von insgesamt 30 durchgeführten Versuchen dargestellt. Die von Auftraggeber der Versuche hergestellten bzw. vertriebenen Geräte bzw. Systeme erzielen bei allen drei Szenarien die besten Ergebnisse.

Bei den Brandversuchen fallen die stark unterschiedlichen Vorbrenndauern (Containerversuche 8:30 bis 11:00 Minuten, Versuche im Freien 5:30 bis 9 Minuten) auf. Des weiteren ist pro Versuchsszenario und Löschgerät jeweils nur ein Versuch durchgeführt worden. Es ist nicht ganz nachvollziehbar, wie die Vergleichbarkeit der Versuche untereinander sowie eine statistische Absicherung der Versuchsergebnisse gewährleistet ist.

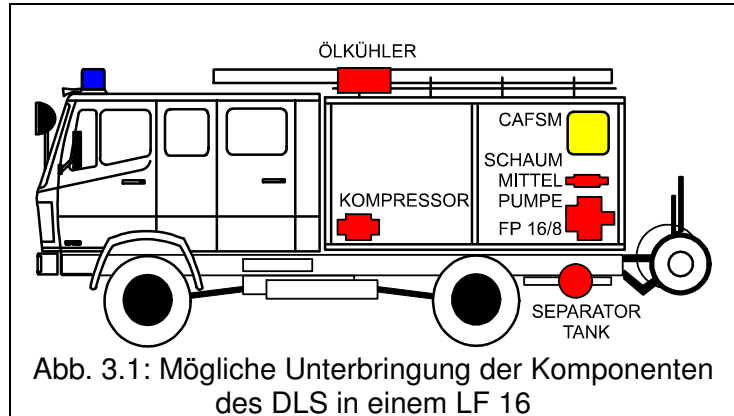
Unklar bleibt auch, wie bei den Großversuchen im Freien der Löscherfolg meßtechnisch erfaßt wurde.

Da alle Versuch vom gleichen Strahlrohrführer durchgeführt worden sind, ist der Übungseffekt nicht auszuschließen, wird aber in der Auswertung der Versuche weder angesprochen noch überprüft.

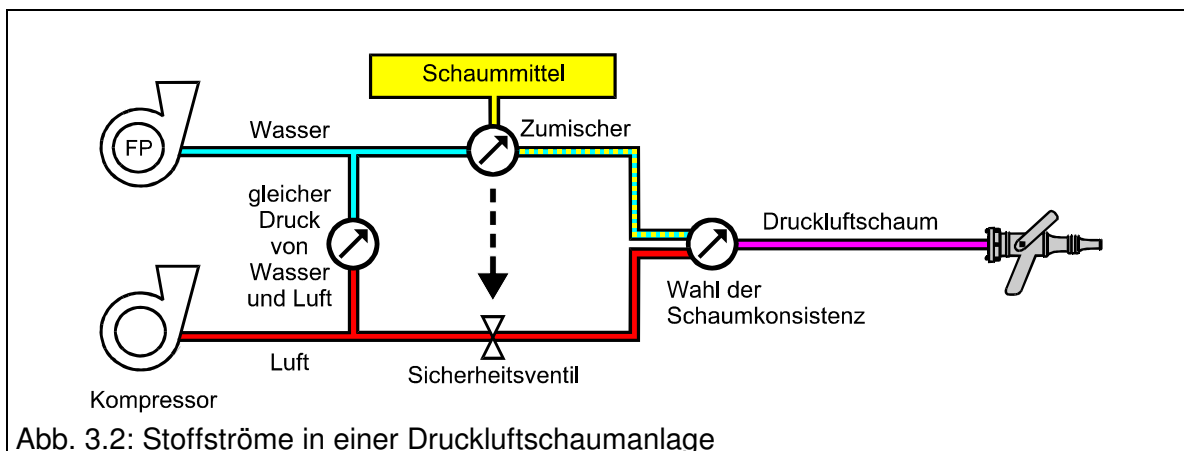
3 Druckluftschaum

Wunderbar, das neue TLF mit der Druckluftschaumanlage steht in der Wache. Es hat ca. 80.000 DM mehr gekostet als ein Fahrzeug ohne CAFS. Dazu kam noch das eine oder andere Raum- und/oder Gewichtsproblem mit der Unterbringung der diversen Aggregate der Druckluftschaumanlage, die da sind:

- Schaummitteltank
- Schaummittelpumpe
- Kompressor
- Ölkühler
- Separatortank
- Elektronische Steuer- und Regeleinheit mit Meßwertaufnehmern und Bedienelementen



Im Pumpenstand erfreut sich der Maschinist nun einer Vielzahl neuer Anzeige- und Bedienelemente, insbesondere für die Zumischrate und für das Verhältnis von Druckluft zu Schaummittel-Wasser-Gemisch, i. d. R. als "Naß/Trocken-Ventil" ausgeführt. Wir erinnern uns: Bei Druckluftschauanlagen oder Kompressorschauanlagen (engl. compressed air foam [systems] = CAF[S]) wird das Wasser-Schaummittel-Gemisch nicht durch ein Strahlrohr, das Umgebungsluft ansaugt, sondern durch Mischung mit Druckluft verschäumt. Abb. 3.2 zeigt den grundsätzlichen Aufbau einer solchen Anlage.



Dem Anwender stehen also 2 Einstellmöglichkeiten zur Verfügung:

1. Wahl der Zumischrate
2. Wahl des Verhältnisses von Luft zu Wasser

Beide Variablen können heute i. d. R. vom Maschinisten an der Druckluftschauanlage eingestellt werden. Über „optimale“ oder „richtige“ Einstellungen gibt es bisher weder systematische Untersuchungen noch Veröffentlichungen. Der Benutzer dieser Anlagen ist also einzig und allein auf die Angaben der Hersteller und die (oft nicht überprüfbaren) Nachrichten und Mitteilungen aus dem Internet angewiesen. In einer kritischen Situation kann dies zum Scheitern der Brandbekämpfung führen, insbesondere weil die Brandbekämpfung von Flüssigkeitsbränden mit Druckluftschaum bisher überhaupt nicht erforscht ist!

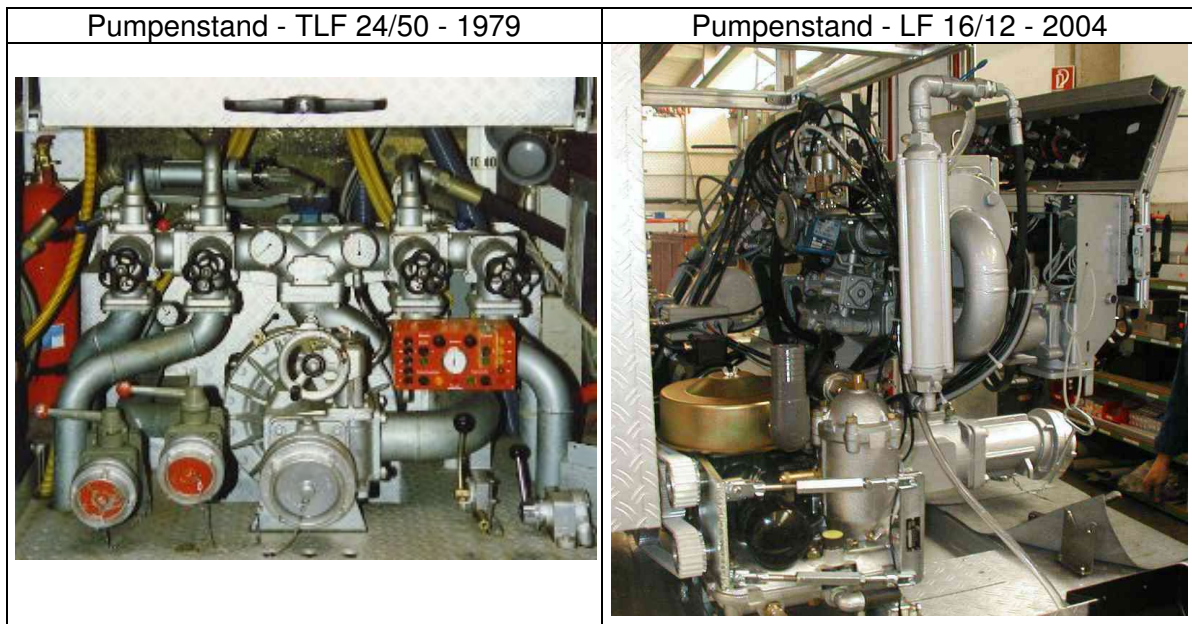


Abb. 3: Vergleich Pumpenstände 1979 und 2004

Wie dem auch sei, das neue Fahrzeug ist da und will eingesetzt werden. Glücklicherweise sind die Feuerwehrangehörigen schon ein paar mal "heiß" ausgebildet worden. Sie kennen sich also mit Rauchgaskühlung aus, sie wissen, daß die pulsierend, d. h. mit Pausen kurze Wasserstöße abgeben sollen, daß sie vor allem Sprühstrahl einsetzen sollen.

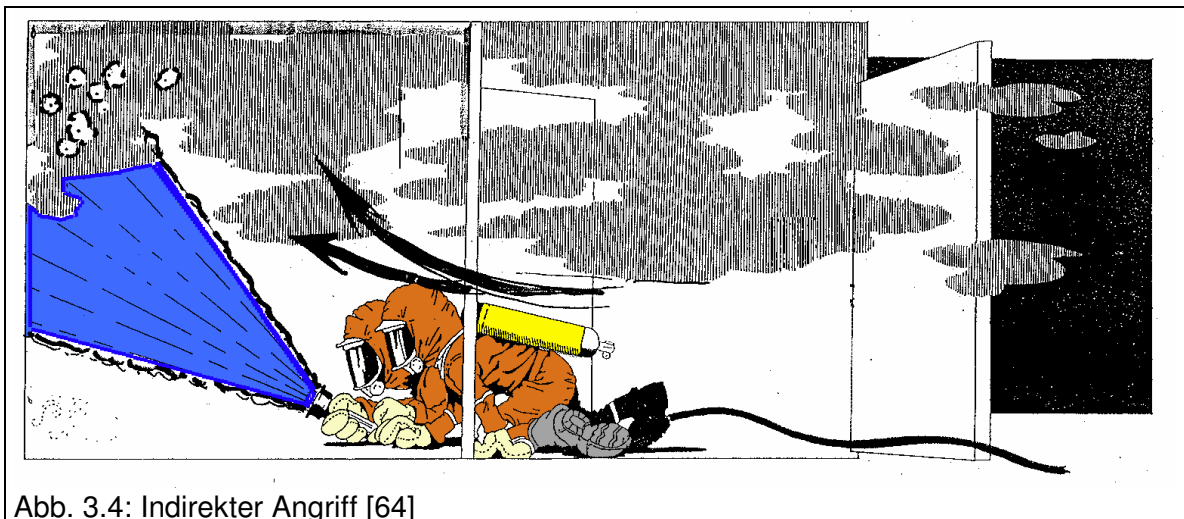


Abb. 3.4: Indirekter Angriff [64]

Wenn sie das machen, dann sieht die Wasserabgabe aus ihrem Strahlrohr in etwa so aus:

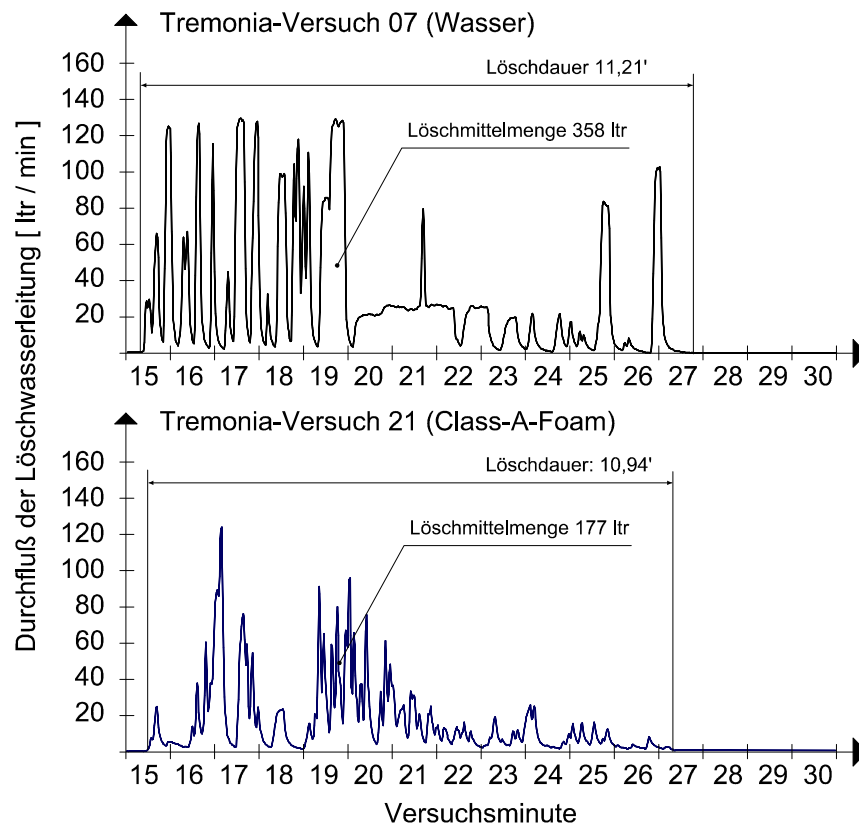


Abb. 3.5: Bei zwei Brandversuchen aufgezeichneter Volumenstrom der Löschwasserleitung

Nehmen wir dazu noch an, daß ein Löschangriff folgendermaßen aufgebaut wurde: 1 B-Länge à 20 m, Verteiler, 3 C-Längen à 15 Meter, macht mithin also 65 Meter Entfernung des Strahlrohrs vom Fahrzeug.

Wir erinnern uns alle an die "Tabellen für die Wasserförderung" aus dem Maschinistenlehrgang:

Schlauch	Volumenstrom [l/min]	Strömungs- geschwindigkeit [m/s]	Zeit für einen 15 m Schlauch [s]
C 52	100	0,78	19,23
C 52	200	1,57	9,55
C 52	300	2,34	6,41
C 52	400	3,14	4,77
B 75	100	0,38	39,47
B 75	400	1,51	9,93
B 75	600	2,26	6,64
B 75	800	3,01	4,98

Tab. 2.6: Strömungsgeschwindigkeit in Feuerlöschschläuchen

Für 65 m Schlauchleitung und rund 2 m/s Strömungsgeschwindigkeit dauert es also theoretisch ca. 30 Sekunden, bis vom "Wasser Halt" des Strahlrohrführers irgend etwas an der Pumpe bzw. an der Meßregeltechnik der CAFS-Anlage ankommt. Es gibt aber zwei kleine Haken: Erstens wartet der Strahlrohrführer nicht 30 Sekunden (oder wie lange auch immer ...), sondern er hat im Brandraum noch ein paar andere Aufgaben, z. B. Brandbekämpfung. Zweitens gelten o. g. Werte für Wasser – Wasser, das als ideal und inkompressibel angenommen wird. In unserem Schlauch ist aber Schaum! Schaum ist bekanntermaßen ein kompressibles Medium. Es dauert also nicht nur mindestens 30 Sekunden bis von einer veränderten Strahlrohreinstellung an der CAFS-Anlage (oder

umgekehrt ankommt), nein – es kommt auch noch ein beliebig verstümmeltes Signal an (Wir erinnern uns: Grundvorlesung Meß- und Regeltechnik: Faltungsintegral, Fourier-Transformation, ...). Die CAFS-Anlage versucht also ständig auf einen schon nicht mehr aktuellen Strahlrohrzustand einzuregulieren, oder klarer ausgedrückt: Die Meßregeltechnik läuft ständig asynchron zum Strahlrohr. Was ich mich jetzt frage ist, wofür die EUR 40.000 ausgegeben worden sind? 40.000 EUR, das wären 200 Hohlstrahlrohre gewesen, oder Zumischanlagen für 8 Fahrzeuge gewesen ... Wie viele Fahrzeuge hatte Ihre Gemeinde noch gleich ... ?

Druckluftschäum wurde in den 70er und 80 Jahren des letzten Jahrhunderts von den nordamerikanischen Forstbehörden „wiederentdeckt“. Die Verwendung dieser Systeme stammte aus dem Wunsch, Schaumschneisen aus Schaum anlegen zu können. Die Reichweite von Luftschäumrohren (Schwerschäumrohren) reicht dazu oft nicht aus. Daher wurden Druckluftschäumenanlagen insbesondere auf schwere, geländegängige Fahrgestelle aufgebaut, von denen der Schaum mit Monitoren abgegeben wird. Also: Kurze Leitungslängen zum Wenderohr (2 ... 4 m) und stationärer Betrieb.

wofür CAFS eigentlich entwickelt wurde:

*... für Tanklöschfahrzeuge, die mit **Wenderohren** bei **konstanter Pumpendrehzahl** Schaum-schneisen im Wald legen ...*

*... und **nicht** für Angriffstrupps, die sich mit **Schläuchen** ihren Weg durch **verwinkelte Treppenräume** suchen.*



© Bureau of Land Management (BLM) Fire and Aviation Image Library

3.1.1 Vorversuche zur Verschäumung von Druckluftschäum

Bereits während der "Ingolstadt"-Versuche wurde gemessen, daß die Verschäumungszahl nicht unbedingt mit der Einstellung der "Naß/Trocken" der DLSA korreliert. Aus Zeitmangel war es mir leider nicht möglich, eine neue Versuchsreihe mit einer entsprechend hohen Anzahl an Versuchen durchzuführen, weshalb ich hier lediglich auf das Maß an Unschärfe, das es z. Zt. noch gibt, hinweise und die Meßwerte meiner Vorversuche darstelle:

verwendetes Gerät: Druckluftschäum-Tornistergerät Intelagard „Macaw“

Schaummittel FireTrol Fire Foam 103 bei 1 % Vormischung (Class-A-Foam)

1. Originales **Vollstrahlrohr**, lichte Weite = 9 mm
2. Unifire **Hohlstrahlrohr** Typ X-IT10, auf 9 mm effektive Mundstückdurchmesser reduziert
3. **Schaumstrahlrohr** Typ Spraying Systems Co. 46550-1.5-PP



Abb. 3.6 a-b: Intelagard "Macaw" und verwendete Strahlrohre

Strahlrohr	Einstellung	Schaum- volumen [l]	W-SM-G [l]	VZ
1	naß / wet	60	11,5	5
1	trocken / dry	60	4,5	13
2	naß / wet	60	6	10
2	trocken / dry	60	5	12
3	naß / wet	60	1	60
3	trocken / dry	60	8	8

Merke: Nicht alles, was irgendwo herausfließt und weiß ist, ist Schaum (vgl. Brunswigs zahlreiche Veröffentlichungen aus den 1950er Jahren!)

3.2 Niederschraubventile vs. Kugelhähne

Nachteilig für den Einsatz bzw. die „Qualität“ von Druckluftschaum wirken sich Unterschiede zwischen dem US-amerikanischen und dem deutschen Feuerwehrfahrzeug- bzw. Feuerlöschpumpenbau sowie in der Art und Weise des Aufbaus eines Löschangriffs aus:

1. In den USA werden für die Druckabgangsstutzen durchgängig Kugelhähne und keine Niederschraubventile verwendet.
2. In den USA ist jeder Druckabgang für sich mit einem Kugelhahn ausgestattet, jede Angriffsleitung wird direkt „von der Pumpe“ gefahren, Verteiler werden i.d.R. nicht verwendet.



Abb. 7: Niederschraubventil nach DIN



Abb. 8: Pumpenstand US-amerikanischer Feuerwehrfahrzeuge

3.3 Hohlstrahlrohre und DLS/CAFS

Amerikanische Quellen nennen für die Verwendung mit Druckluftschaum eindeutig Vollstrahlrohre bzw. teilweise nur Kugelhähne als optimal. Dennoch werden in Deutschland fast ausschließlich DLSA mit Hohlstrahlrohren verwendet. Es wird also zunächst Schwerschaum erzeugt, dann durch einen Schlauch und ein Hohlstrahlrohr (das wie ein Sieb wirkt) gedrückt und dann durch die Turbulenzen am Strahlrohrmundstück wieder verschäumt zu werden (Hohlstrahlrohre können nasse Schäume bis etwa VZ 5 erzeugen). Sicherlich hat dieser Schaum keine der Eigenschaften mehr, die der Maschinist an der DLSA eingestellt hat.

Wenn Hohlstrahlrohre eingesetzt werden sollen, dann bitte in einer Ausführung wie z.B. das „SaberJet“ von Akron, bei dem es möglich ist, einen „echten“ Vollstrahl abzugeben.

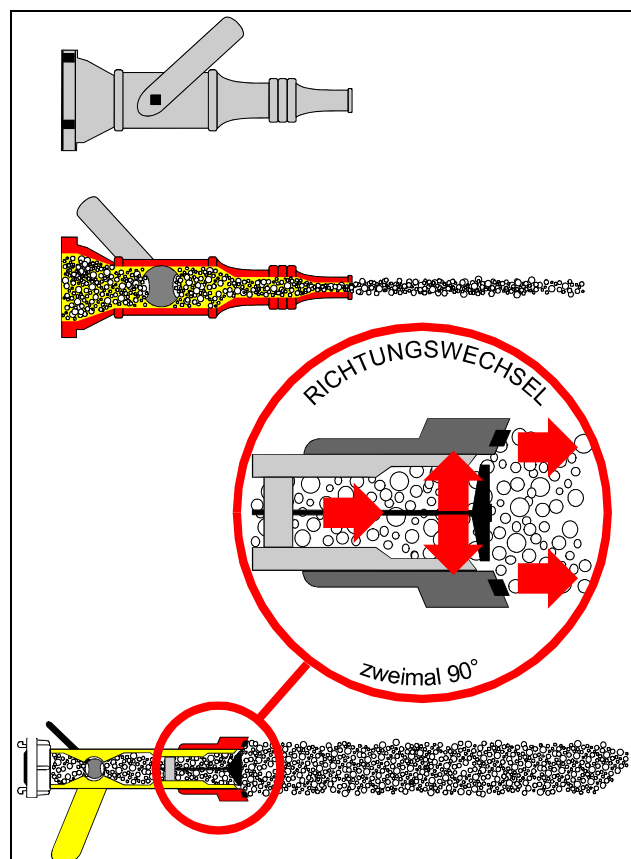




Abb. 3.9: Hohlstrahlrohre und CAFS/DLS

3.4 Stimmen aus der Praxis

Es liegt in der Natur der Sache, daß, wenn die Führung einer Feuerwehr – egal ob FF oder BF – es nach langen Verhandlungen mit Rat und Verwaltung geschafft hat, diese zu der Beschaffung eines teureren und relativ neuartigen Geräts, Systems oder Fahrzeugs zu bewegen, sie es nicht gerade eilig damit hat, schnell und umfassend kund zu tun, daß das neue Gerät nicht die Erwartungen erfüllt hat bzw. sogar eine glatte Fehlinvestition ist.

Es ist sicherlich richtig und wichtig, daß einige Feuerwehren eine „Vorreiterrolle“ übernehmen und neue Techniken ausprobieren. Was aber nützt dies den anderen Feuerwehren, wenn objektive Erfahrungen und vielleicht kritische Stimmen unter den Tisch gekehrt werden?

Wenn man z. B. die Feuerwehrzeitschriften aufmerksam liest, dann fällt einem auf, daß es Berichte über „den örtlichen Verhältnissen angepaßte und extra mit diesem oder jenem ausgerüsteten und daher leider etwas teurerem HTLF 16/18-P“ gibt, aber kaum ein, fünf oder zehn Jahre später darüber berichtet wird, ob denn die ganzen Sonderausstattungen überhaupt erforderlich waren, oder ob es nicht vielleicht aus ein LF 16/12 „von der Stange“ getan hätte. Ob es nicht auch vielleicht sinnvoll gewesen wäre, sich umzuhören, welche FF oder BF in der näheren Umgebung im gleichen Zeitrahmen den gleichen Fahrzeugtyp beschaffen will und ob es vielleicht Sinn macht, sich auf eine Ausstattung zu einigen, so daß z. B. 5 Gemeinden gleichzeitig 5 baugleiche Fahrzeuge bestellen und einen besseren Preis erzielen?

Ab und zu gibt es dann aber doch einige beherzte Kameraden bzw. Kollegen, die das offene Wort nicht scheuen. Diese seien an dieser Stelle zitiert:

aus www.feuerwehr.de:

Thema: Flashoverprävention vs. CAFS & CiAFS 169338
Rubrik: Taktik
Von: Harald Borghoff, Warstein
Datum: 07.01.2004 09:39

Hallo,

zu diesem Thema ein Einsatzbericht von der Homepage der Lippstädter Feuerwehr (www.feuerwehr-lippstadt.de):

Um 11:35 kam es, durch momentan noch ungeklärte Ursache, zu einem Zimmerbrand in der Stirper Straße. In dem Mehrfamilienhaus brannten Einrichtungsgegenstände im Schlafzimmer der Dachgeschosswohnung. Bei Eintreffen der ersten Einsatzkräfte drang bereits Rauch aus den Dachgeschossfenstern. Die in den anderen beiden Wohnungen befindlichen Personen konnten rechtzeitig evakuiert werden. Der Wohnungsinhaber der Dachgeschosswohnung konnte mit leichten Verletzungen in ein Lippstädter Krankenhaus gebracht werden. Die 2 Angriffstrupps unter schwerem Atemschutz hatten den Brand mit der CAFS-Technik schnell unter Kontrolle. Eine Ausbreitung des Brandes konnte so verhindert werden. Es kam jedoch zu einer Durchzündung der heißen Brandgase - dies jedoch ohne schwerwiegende Folgen. Nach Belüftung und Begehung der anderen Wohnungen konnte die Einsatzstelle um 13:19h an die Polizei übergeben werden. Insgesamt waren 48 Einsatzkräfte der Lippstädter Feuerwehr im Einsatz.

mkG
Harald

aus:

<http://www.feuerwehrforum.net/phpBB2/viewtopic.php?t=1621&postdays=0&postorder=asc&start=30>

Hallo Miteinander,

jetzt eine aktuelle "Meldung", die Christian Fischer wieder "Wasser auf seine Mühlen" geben wird. Unser 2/40/1 CAFS ist seit Mittwoch-Abend mit Pumpenschaden wieder ausgefallen.... Was die Ursache ist, ist mir nicht bekannt.

Da ich gelegentlich auch dieses LF als Maschinist fahre kann ich sagen das die Pumpenanlage Ziegler/Hale nicht gerade sehr bedienerfreundlich ist. Wenn man nicht - sagen wir einmal - einmal pro Woche mit der Pumpe arbeitet, dann muß man jedesmal wieder neu überlegen und es stehen zwei bis drei Kameraden am Pumpenstand und halten Kriegsrat..... (und das sage ich als Dipl.-Ing.) Eine benutzerfreundliche Bedienung stelle ich mir anders vor.

Vom "Hören und Sagen" her drang an mein Ohr, daß Rosenbauer eine wesentlich bedienerfreundliche Auslegung seiner Pumpen und CAFS-Anlagen haben soll.

Naja, ehrlich müssen wir schon sein. Wir haben zwar ein LF mit CAFS, dafür aber einlagige Hosen, teilweise noch Lederhandschuhe, natürlich kein Training im Brandcontainer (Geldmangel)..... also das volle "Programm" von Christian Fischer, was seiner Meinung nach im Bereich PSA und Ausbildung wichtiger ist als eine CAFS-Anlage fehlt bei uns. Wahrscheinlich wie bei so vielen FF.

Gruß
Volker

aus www.feuerwehr.de:

Thema: Neues FLF der NATO 157930

Rubrik: Fahrzeugtechnik

Von: Gerrit Schulmeyer, Hückelhoven

Datum: 22.11.2003 20:03

Hallo,

Wir haben den HALE Foam Master in der Ziegler Anlage Foammaster Pro von 1999. Eine unserer Anforderungen an die Anlage war es, daß sie CAF aus einem Monitor (1600l/min) abgeben können soll. Dies wurde uns von Ziegler als möglich zugesagt.

Ausgefallen ist mehrfach die Steuerelektronik. Die Anlage war nicht mehr in der Lage, Schaummittel und Wasser zu mischen und dem ganzen dann Druckluft beizugeben. Die CAF-Komponenten kamen einzeln (Wasser dann Schaummittel, dann Luft) aus dem Schlauch. Außerdem funktionierte die Naß-/Trockenschaltung häufiger nicht (nur wann sie es wollte). Der Kompressor schaltet zeitweise nicht zu. Das Ventil zum Class A Foam Tank schloß nicht richtig und setzte die gesamte Anlage unter 100 % Schaummittel.

Derzeit haben wir einen Zustand erreicht, wo die Anlage recht stabil läuft (nach 3 Jahren Umbasteln), wir fahren jetzt allerdings eine Mischung von 1,5 bis 2 % Schaummittel. Als Stahlrohr haben wir lange Zeit ein ehemaliges Pulverrohr verwendet, welches keinerlei Wirbelkörper hat, getestet und bestellt haben wir jetzt das Saberjet von der Firma Akron (mittlerer Durchmesser) bei welchem wir die "beste" CAF Qualität erreichen konnten.

Der Wunsch, CAF zu verwenden, resultiert bei uns aus den Erfahrungen des "Tanker Crash". Dort stand nach einem Absturz das Leitwerk fast wie neu auf dem Boden, der Rest brannte vollständig ab, nach Auftragen der Schaumdecke und dem Einrichten des "post Fire security" war es nicht möglich, auch nur ein wenig Schaum auf dem Leitwerk zum Halten zu bekommen. AFFF ist naturgemäß nicht ausreichend klebrig und verschäumbar, um auf glatten LFZ-Teilen eine Schaumschicht auftragen zu können. Das beste klebrigste Schaummittel / System ist nunmal CAFS und somit hat dieses System Einzug bei uns gefunden. Im Moment überlegen wir FFFP-Schaum, welcher ähnliche Eigenschaften wie AFFF hat und mindestens [die Klebrigkeit von] MBS aufweist, auszuprobieren und ggf. teilweise umzusteigen.



Ein weiteres Beispiel aus der Praxis:

Die FF Ahrensburg besitzt ein TLF 24/50 mit Ziegler-Aufbau und elektronisch geregelter Schaummittelzumischanlage (Druckzumischanlage [DZA] nach neuer Definition) von HALE (kein CAFS/DLS!). Am 24.12.2002 kam es zu folgendem Einsatz [65]:



© FF Ahrensburg [66]
Abb. 10: TLF 24/50 FF Ahrensburg

24.12.2002 - Feuer in Papiersortierungsanlage - Einsatz: 389

Brennt Papiersortierungsanlage in voller Ausdehnung. Die ersten eintreffenden Kräfte müssen das Tor zur Einfahrt aufbrechen, um auf das Gelände zu gelangen. Aufgrund des Stromausfalles können die elektrischen Rolltore nicht geöffnet werden und müssen mit einem Gabelstapler aufgerissen werden. Die Wehren Ahrensfelde, Wulfsdorf, Ammersbek, Großhansdorf werden nachalarmiert. Gemeinsam gelingt es die Flammen um 0:54 Uhr unter Kontrolle zu bringen. Nun beginnen umfangreiche Nachlöscharbeiten. Von 5:00 Uhr bis 11:00 wird eine Brandwache aufgestellt um ein erneutes Ausbrechen des Feuers auszuschließen.

Alarmzeit: 22:47

Einsatzende: 11:13 Kräfte in Bereitstellung: 0 Kräfte im Einsatz: 39 Einsatzort: Kornkamp Fahrzeuge: MZF, LF16/12, TLF, DLK, LF16, LF8/6, GW-AS, RW2, GW, MTW1, MTW2 Wehren: Ahrensfelde, Wulfsdorf, Ammersbek, Großhansdorf

Der Verfasser war bei diesem Einsatz zufällig vor Ort: Leider kam es in dieser Nacht zu einer Störung in der DZA, so daß bei diesem – für den Einsatz von Class-A-Foam fast maßgeschneiderten Feuer, nämlich zu recycelndem Papier in großen Mengen – erstens von einem der beiden rechten B-Abgänge überhaupt kein Löschmittel – also auch kein Wasser! – abgegeben werden konnte und zweitens kein Schaummittel von diesem Fahrzeug zur Bildung von Netzwasser abgegeben werden konnte.

Die BF Offenbach hat zu CAFS/DLS folgendes zu berichten [67]:

„... in Offenbach am Main wurde im Jahre 2002 ein TLF 24/50 (Fahrgestell [...], Aufbau [...] mit einer CAFS-Anlage der Fa. [...] [beschafft]. Seit dem wurden umfangreiche Erfahrungen mit der CAFS-Anlage als auch mit dem Löschverfahren gesammelt. Diese haben uns dazu bewogen, Einspruch gegen die Vornorm DIN V 14430 einzulegen. Wie Sie dem beigefügten ausführlichen [aber nicht öffentlichem, weil herstellerspezifischem (Anm. von de Vries)] Erfahrungsbericht entnehmen können, kam es mehrfach zu gefährlichen Betriebsstörungen, bei denen verwendete genormte Druckschläuche vom Einbindestutzen abrutschten,; Dabei kam es in zwei Fällen auch zu nennenswerten Sachschäden, die die Gewalt der dabei freiwerdenden Energie eindrucksvoll dokumentierten. Glücklicherweise kamen bisher keine Personen zu Schaden. Wir haben deshalb aber erhebliche Bedenken bzgl. der Betriebs- und Arbeitssicherheit bei dem Betrieb des Gesamtsystems einer CAFS-Löschanlage. [...] Wir formulieren unseren Einspruch deshalb wie folgt:“

„In der Vornorm DIN V 14430 werden lediglich Sicherheitsanforderungen an die Druckluftschaumanlage gestellt, die am Pumpenausgang enden. Wie die Praxis allerdings eindrucksvoll aufzeigt, muß konsequenterweise das Gesamtsystem bis zur Armatur zur Löschmittelabgabe betrachtet und bewertet, sowie in Folge Sicherheitsanforderungen formuliert werden. Da in den genormten Feuerwehr-Druckschläuchen üblicherweise Wasser oder Wasser mit einem Schaumbildner oder Netzmittel gefördert wird, entsteht im Gegensatz zur Förderung von Druckluftschaum dort kein Energiespeicher in Form von komprimierter Luft. [...]“

„Es gilt dabei auch zu berücksichtigen, daß sowohl bei der Bewerbung der Anlagen seitens der Hersteller und folgend über die Leistungsverzeichnisse stets die Verwendung von normgerechten Druckschläuchen als Voraussetzung zum Betrieb der CAFS-Anlagen als unproblematisch möglich angepriesen und gefordert wird. Das sichere Gesamtsystem Feuerlöschkreiselpumpe/Druckschläuche/Armatur zur Löschmittelabgabe wird bei Verwendung einer Druckluftschaumanlage aber unter völlig anderen physikalischen Rahmenbedingungen betrieben, für die vor allem die Druckschläuche nicht konzipiert wurden. Hierbei darf auch nicht übersehen werden, daß ab dem Pumpenabgang eine höchst unterschiedliche, den jeweiligen Anforderungen der Brandstelle gerecht werdende, Anzahl und Art an Druckschläuchen und Strahlrohren verwendet wird. Es ist nicht im Vorhinein festzulegen, welche Anzahl von B-Schläuchen bis zum Verteiler eingesetzt werden wird/kann/darf. Auch die Anzahl der C-Druckschläuche, sowie die Anzahl der notwendigen Angriffsleitungen und damit die Anzahl der Geräte/Armaturen zur Löschmittelabgabe kann im Vorhinein nicht festgeschrieben werden. Eine Bewertung des Gesamtdrucksystems zum Schutz der Feuerwehrangehörigen sowie umstehender Dritter und Güter ist deshalb zwingend erforderlich, bevor solche

Druckanlagen als genormte Geräte bei der Feuerwehr eingeführt und verwendet werden können! [...]“

Hierzu ist u. A. zu bemerken, daß Erfahrungen aus den USA - hinsichtlich der Schläuche - nicht direkt auf Europa bzw. Deutschland übertragbar sind:

- Die US-Fw. verwenden zum Großteil "double-jacket hoses", d. h. Schläuche mit einer zweiten gewebten Außenhaut, die nur dazu dient, vor mech. Beschädigungen v. a. durch Glassplitter zu schützen. (vgl. z. B. <http://www.niedner.com/index.cfm - products - hoses - municipal>).
- Die US-Kupplungen werden mit Spreizringen eingebunden.



Abb. 11: US-amerikanischer 1½“-Schlauch

Thema:

Neue [Warenzeichen]-Kompaktanlage von [Herstellernamen] (Preisgünstiger!)

Datum: 23.08.2001

Hallo Feuerwehrkameraden!

Habe am Wochenende eine Vorführung von [Herstellernamen] gesehen. Man hat eine neue [Druckluftschaumanlage]-(CAFS)-Anlage entwickelt die tragbar, kompakt und vor allem im Vergleich zu anderen bisherigen Anlagen auch noch günstig ist. Sie soll ca. 15.000 DM kosten, hat einen 100 Litertank und wird über Atemluftflaschen mit Luft versorgt. Man kann dadurch knapp 2 Minuten ohne Unterbrechung (Naßschaum) löschen. Das Gerät wiegt ohne Wasser nur ca. 60 kg und hat auch noch eine Schnellangriffshassel (ca. 15m, verlängerbar). Man braucht keine Stromversorgung, da alles mechanisch funktioniert und muß auch nicht die bei Kessel erforderlich alljährlich zum TÜV.

Endlich mal eine gute und auch kostengünstige Lösung auch für uns kleinere Feuerwehren. Bin übrigens noch am Suchen, ob es etwas genaueres im Netz gibt. Unter

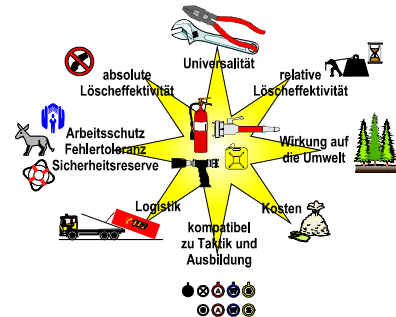
www.[Herstellername].de soll es bald eine vollständige Homepage geben (ca. 3-4 Wochen). Na mal abwarten.

Was haltet ihr davon?

Gruß [Username]

Was sollen wir diesem User raten?

Verkürzte Anwendung der Prüfmatrix auf das gegebene Problem (vgl. Abb. 0.2):



15.000 DM für eine CAFS-Anlage mit 15 m Schnellangriff. Ein Feuerlöscher S 10 kostet ca. DM 100 bis 150, ergibt also 100 bis 150 Feuerlöscher für den gleichen Preis. 10 Feuerlöscher passen auf einen TS-Schlitten, macht also ca. 1.000 bis 1.500 DM, wenn der User tatsächlich darauf verzichten will, daß sein TSF überörtlich zur Wasserförderung eingesetzt wird. Ein Feuerlöscher kann weiter als 15 m getragen werden. 10 Feuerlöscher nacheinander eingesetzt haben ca. 20 min Nutzdauer, mehrere Schaumlöscher mit AFFF durch die Staffel des TSF gegen den berühmten Kfz-Brand eingesetzt sind sicherlich wirkungsvoller als eine CAFS-Leitung. Gegen Kfz-Brände verbrauchte Feuerlöscher können gegen den Verursacher (Fahrzeughalter) aufgrund der Gefährdungshaftung abgerechnet werden.

Was genau ist jetzt kostengünstiger?

Nicht umsonst beginnt die Typisierung von Druckzumischanlagen nach DIN V 14430:2003¹ erst bei 200 l/min Volumenstrom:

DIN V 14430: 8 Klassifizierung und Bezeichnung

DIN V 14430: 8.1 Druckzumischanlagen

Druckzumischanlagen werden nach den in Tabelle 1 angegebenen Kriterien klassifiziert, wobei immer eine Zumischung von 0,5 % bis 1 % anzusetzen ist:

Tabelle 1 – Klassifizierung von Druckzumischanlagen

Kurzbezeichnung	Nennförderstrom Löschmittel (l/min)
DZA 2	200
DZA 4	400
DZA 8	800
DZA 16	1600
DZA 24	2400

Druckzumischanlagen, die dieser Vornorm entsprechen, müssen wie folgt bezeichnet werden:

- Benennung;
- Nummer dieser Vornorm;
- Kurzbezeichnung;
- Zumischbereich von Löschmittelzusätzen,

¹ Diese Norm wurde im Jahr 2007 überarbeitet, die (Neu-)Herausgabe steht unmittelbar bevor.

- 1) entweder durch Angabe einer minimalen und einer maximalen Zumischung
- 2) oder als ein fester Wert für die Zumischung.

ANMERKUNG: Druckzumischanlagen mit höheren Nennförderströmen und der Arbeitsbereich der Anlage sind zwischen Hersteller und Anwender besonders zu vereinbaren.

BEISPIEL 1: Bezeichnung für eine Druckzumischanlage, die dieser Vornorm (DIN V 14430) entspricht, einen Löschmittel-Nennförderstrom von 400 l/min und einen vom Bedienpersonal einstellbaren Zumischbereich von 0,5 % bis 3 % hat:

Druckzumischanlage DIN V 14430 - DZA 4 / 0,5 - 3

Benennung

Nummer dieser Vornorm

Kurzbezeichnung

Zumischbereich Löschmittelzusatz

BEISPIEL 2: Bezeichnung für eine Druckzumischanlage, die dieser Vornorm (DIN V 14430) entspricht, einen Löschmittel-Nennförderstrom von 200 l/min und eine fest eingestellte Zumischung von 0,5 % hat:

Druckzumischanlage DIN V 14430 - DZA 2 / 0,5

Benennung

Nummer dieser Vornorm

Kurzbezeichnung

Zumischrate Löschmittelzusatz

DIN V 14430: 8.2 Druckluftschaumanlagen

Druckluftschaumanlagen werden nach dem in Tabelle 2 angegebenen Gas Nennförderstrom klassifiziert.

Tabelle 2 – Klassifizierung von Druckluftschaumanlagen

Kurzbezeichnung	Nennförderstrom Gas (l/min)
DLS 1200	1200
DLS 2400	2400
DLS 4800	4800

ANMERKUNG: Druckluftschaumanlagen mit höheren Förderströmen sind zwischen Hersteller und Anwender besonders zu vereinbaren. Da eine Druckluftschaumanlage immer auf einer Druckzumischanlage basiert, ist die Bezeichnung nach 8.1 mit in die Bezeichnung einer Druckluftschaumanlage einzubeziehen. Druckluftschaumanlagen, die dieser Vornorm entsprechen, müssen wie folgt bezeichnet werden:

- a) Benennung;
- b) Nummer dieser Vornorm;
- c) Kurzbezeichnungen von DLS und DZA;
- d) Zumischbereich von Löschmittelzusätzen nach 8.1.

BEISPIEL: Bezeichnung für eine Druckluftschaumanlage, die dieser Vornorm (DIN V 14430) entspricht, einen Nennförderstrom Gas von min. 2 400 l/min, einen Löschmittel-Nennförderstrom von min. 800 l/min und einen von dem Bedienpersonal einstellbaren Zumischbereich von 0,5 % bis 2 % hat:

DLS-Anlage DIN V 14430 - DLS 2400 / DZA 8 / 0,5 - 2

Benennung

Nummer dieser Vornorm

Kurzbezeichnungen von DLS und DZA

Zumischbereich Löschmittelzusatz

ANMERKUNG: Da eine Druckluftschaumanlage auf einer Druckzumischanlage basiert, gelten die unter 8.1 gemachten Anmerkungen zu Druckzumischanlagen auch für eine Druckluftschaumanlage.

4 Der „Tübinger-Unfall“ und seine (von den vielen Feuerwehren geflissentlich) ignorierten Folgerungen

Bei einem Gebäudebrand am 17.12.2005 sind zwei Feuerwehrmänner der Freiwilligen Feuerwehr Tübingen im Einsatz ums Leben gekommen². Es handelte sich um ein unbewohntes Fachwerkhauses, in dem sich Werk- und Lagerstätten sowie Ateliers befanden. Das Feuer wurde kurz vor 3 Uhr von einem Autofahrer gemeldet. Beim Eintreffen der Polizei wenige Minuten später quoll bereits dichter Rauch aus dem Gebäude. Als die Feuerwehr mit dem ersten Löschfahrzeug sechs Minuten nach Alarmierung am Brandort eintraf, hatte sich das Feuer bereits auf mehrere Räumlichkeiten des überwiegend in Holzbauweise erstellten Gebäudes ausgedehnt. Der erste Löschtrupp, bestehend aus den beiden Feuerwehrmännern, war mit Löscharbeiten unter Atemschutz im Innenangriff im Gebäude beauftragt und ging über den Treppenraum bis ins Dachgeschoß vor. Während der Löscharbeiten platzte der Schlauch im Bereich des ersten Obergeschosses. Die Ursache hierfür ist nach wie vor nicht uneindeutig geklärt. Auf den Notruf der beiden Feuerwehrmänner hin wurden Sicherheitstrupps zur Hilfeleistung eingesetzt, die sich zunächst den Weg ins Dachgeschoß durch umfangreiche Löscharbeiten freimachen mußten, ehe sie die beiden Feuerwehrmänner bergen konnten. Die beiden Männer waren zu diesem Zeitpunkt bereits bewußtlos. Mehrere Notarztteams konnte den beiden Feuerwehrleuten trotz Reanimation nicht mehr helfen. Der 24-jährige ledige Oberfeuerwehrmann trat 1997 in die Jugendfeuerwehr ein und war seit 1999 im aktiven Feuerwehrdienst. Der 35-jährige Oberlöschmeister trat 1987 in die Feuerwehr ein, war auch als Ausbilder tätig und wurde 1997 zum Gruppenführer in der Landesfeuerwehrschule ausgebildet. Er hinterläßt Frau und zwei Kinder. Durch den intensiven Brand kam es zum Durchbrand von Erd- bis Dachgeschoß. Über 80 Feuerwehrleute in 18 Einsatzfahrzeugen bekämpften den Brand von außen über die Drehleiter und mehreren Rohren. Nach ersten Schätzungen entstand ein Sachschaden von rund 500.000 Euro. Bereits am 16.01.2006 sah sich der Landesbranddirektor Baden-Württembergs als nach Kenntnis des Verfassers erste Landesdienststelle in Deutschland motiviert, **„Hinweise für den Einsatz von Druckluftschaum bei der Brandbekämpfung“** herauszugeben. Diese Hinweise sind nachfolgend im Abdruck wiedergegeben.

Aus Sicht des Verfassers sind folgende Passagen hervorzuheben:

„Im praktischen Versuch versagten mit Wasser gefüllte Druckschläuche unter Belflammung durch brennende Holzstücke – vergleichbar einer Temperaturbelastung durch Brandschutt oder durch herab fallendes Brandgut - selbst nach mehreren Minuten nicht, während der mit Druckluftschaum gefüllte Schlauch bei vergleichbarer Temperaturbeaufschlagung nach kurzer Zeit (innerhalb einer Minute) zerplatzte.“

„Den Feuerwehren mit Druckluftschäumen wird empfohlen, beim Löscheinsatz auf die Förderung von Druckluftschaum in Druckschläuchen dann zu verzichten bzw. dem Wasser-/Schaummittelgemisch keine Druckluft zuzuführen, wenn die Möglichkeit einer Wärmebeaufschlagung der Druckschläuche beispielsweise durch glühende, brennende oder anderweitig erwärmte Teile besteht. Dies gilt insbesondere, wenn dabei die Angriffstrupps in den Innenangriff vorgehen.“

² Die Unfallkommission "Tübingen" hat am 29.07.2006 den Bericht zum Einsatz "Tübingen – Reutlinger Straße 34/1" veröffentlicht. Der vorliegende Bericht beschreibt den Einsatzablauf und enthält die taktische Analyse des Einsatzes am 17. Dezember 2005 in Tübingen bei dem zwei Feuerwehrangehörige ums Leben kamen. Die Unfallkommission hat den Einsatzablauf - soweit dieser mit dem Unfall in direktem Zusammenhang steht - auf mögliche Ursachen hin untersucht und bewertet. Dieser Unfallbericht ist im Internet als PDF-Dokument verfügbar, z.B. auf www.atemschutzunfaelle.de

„Gegen die Förderung eines Wasser-/Schaummittelgemischs bestehen keine Bedenken.“

Die o. g. Hinweise sind uneindeutig und bedürfen keiner weiteren Erläuterung.

„In der praktischen Umsetzung bedeutet dies beispielsweise, daß beim Löschen eines Zimmerbrandes in einem in Massivbauweise erstellten Gebäude Druckluftschaum eingesetzt werden kann. Bei einem Wohnungsbrand hingegen, bei dem der Angriffstrupp über abgelöschte Bereiche – wie z.B. den Flur – in weitere Räume vorgeht, sollte kein Druckluftschaum mehr verwendet werden. Gleichwohl kann dem Löschwasser dann das Schaummittel weiterhin zugeführt werden, was ebenfalls zu einer verbesserten Löschwirkung beiträgt.“

Hier wird die stringente Argumentation aus unerfindlichen Gründen wieder verlassen: Beim Innenangriff ist regelmäßig damit zu rechnen, daß der Angriffstrupp und die Angriffsleitung Strahlungswärme, heißen Oberflächen, und heißen Brandgut begegnen und ausgesetzt werden – wenn es nicht brennen würde, dann hätte ja schließlich auch niemand die Feuerwehr gerufen! Diese Situation kann auch bei einer Einsatzlage, die sich **IM NACHHINEIN** „nur“ als Zimmerbrand herausstellt nicht ausgeschlossen werden. Es macht keinen Sinn, daß der Einsatzbefehl aufgrund eines vorgenommenen Erkundungsergebnisses gegeben wird! Somit fällt der Einsatz von Druckluftschaum im Innenangriff als Option aus, da der begründete Verdacht besteht, daß diese Löschtechnik im Einsatz zur Gefährdung der Einsatzkräfte führen kann (vgl. auch meine Kommentare zur Meß-Regel-Technik und der Vergleich mit US-amerikanischen Schläuchen. **Ein Einsatzleiter, der nach den vorliegenden Erkenntnissen den Einsatz von Druckluftschaum anordnet, verletzt demnach seine Fürsorgepflicht und handelt mindestens grob fahrlässig.**

Bereits in der Beschreibung zu Abb. 11: US-amerikanischer 1½“-Schlauch wird dargestellt, daß US-amerikanisches Schlauchmaterial in keinsten Weise mit deutschem Schlauchmaterial zu vergleichen ist.

Nach dem vorläufigen Scheitern des EN-Normungsvorhabens zu Feuerwehrlöschschläuchen wurde zunächst die national deutsche Schlauchnorm DIN 14811 überarbeitet. Im Sommer 2007 erfolgte die Einspruchsverhandlung zum vorliegenden Entwurf:

Feuerlöschschläuche — Druckschläuche und Einbände für Pumpen und Feuerwehrfahrzeuge

Fire-fighting hoses — Non-percolating layflat delivery hoses and hose assemblies for pumps and vehicles

Tuyaux de lutte contre l'incendie — Tuyaux de refoulement aplatissables étanches, sans et avec raccords, pour les pompes et les véhicules de lutte contre l'incendie

Ergebnis der Einspruchsberatung im NA 031-04-04 AA am 4./5. Juli 2007 in Münster

~~Vorgesehen m~~Mit DIN EN 14540:2004-07 ~~als~~ Ersatz für
DIN 14811-1:1990-01, DIN 14811-2:1977-11, DIN 14811-3:1977-11 und DIN 14811-4:1976-02

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt die Anforderungen und Prüfverfahren für Druckschläuche für Feuerlöschzwecke fest, die zur Förderung von Löschmitteln (Wasser, Wasser mit nichtkomprimierbaren Löschmittelzusätzen) dienen und die sich im ungefüllten Zustand flach falten oder rollen lassen.



Die Norm gilt ~~ausschließlich~~ für Druckschläuche für Feuerlöschzwecke mit einem Arbeitsdruck von 1,6 MPa (16 bar) für die Schläuche D 25 bis B 75 und einem Arbeitsdruck von 1,2 MPa (12 bar) für die Schläuche A 102 bis F 152, die für den Einsatz ~~bei einer niedrigsten Temperatur von bis~~ – 25 °C vorgesehen sind.

ANMERKUNG 1 Auf die Besonderheiten von Hochdruckschläuchen wird in Abschnitt 7 eingegangen.

ANMERKUNG 2 Alle Drücke sind Manometerdrücke und werden in Megapascal angegeben. 1 MPa = 10 bar.

Abb. 12: DIN 14811, Stand Sommer 2007 (Auszug)

Es wird hier darauf verwiesen, daß Feuerlöschschläuche nach DIN mit **WASSER** geprüft werden und somit mit **WASSER** (ggfs. mit Schaummittelzusatz) betrieben werden dürfen. Sie sind für die Förderung von kompressiblen Medien, wie z.B. Druckluftschaum, **NICHT** geprüft und nicht zugelassen. Das ist eigentlich nichts Neues, das war schon immer so, nur ist es jetzt explizit geschrieben worden.

Und es gibt da auch keinen Spielraum für Interpretationen.

5 Einen hab' ich noch ...

Ich weiß, von diesen ganzen englisch-amerikanischen Akronymen und Bezeichnungen kann einem manchmal die Lust vergehen: Wir stecken unsere Hände in "Firefighters" und "Flashovers", tragen "Swätschörts" (ab und zu hat selbst die Rechtschreibreform 'was übersehen ...) mit "Corporate Identity" und die RTW'isten sind mittlerweile mit "Stiffnecks" und "Traumakits" unterwegs und packen die Patienten letztlich auf "Spineboards". Gut, daß "Sirene" und "Hydrant" eh' schon griechisch sind. Aber einen möchte ich Ihnen dennoch mit auf den Weg geben, nämlich KISS (eigentlich müßte der ja auch "KISAS" heißen, aber dann reimt sich gar nichts mehr), den hab' ich nicht vernünftig übersetzt gekriegt ... :





Baden-Württemberg

INNENMINISTERIUM
LANDESBRANDDIREKTOR

16.1.2006

Hinweise für den Einsatz von Druckluftschaum bei der Brandbekämpfung

Im Rahmen der Untersuchung des tödlichen Unfalls in Tübingen wurde festgestellt, daß Druckschläuche nach DIN 14811 beim Fördern von Druckluftschaum unter Wärmeeinwirkung wesentlich schneller zerplatzen als dies bei mit Wasser gefüllten Schläuchen der Fall ist.

Sachstand:

Im praktischen Versuch versagten mit Wasser gefüllte Druckschläuche unter Beflammung durch brennende Holzstücke – vergleichbar einer Temperaturbelastung durch Brandschutt oder durch herab fallendes Brandgut - selbst nach mehreren Minuten nicht, während der mit Druckluftschaum gefüllte Schlauch bei vergleichbarer Temperaturbeaufschlagung nach kurzer Zeit (innerhalb einer Minute) zerplatzte.

Erläuterung:

Dieses Verhalten ist mit der fehlenden Wärmeabführung im Schlauch bei der Förderung von Druckluftschaum erklärbar. Wasser führt die von außen auf das Schlauchmaterial einwirkende Wärme weitestgehend ab. Bei Druckluftschaum ist dieser Kühleffekt je nach Wasseranteil im Schaum weitaus geringer. Bei Unterbrechung der Förderung des Druckluftschaims („Wasser halt!“) ist sogar davon auszugehen, daß überhaupt keine Kühlwirkung mehr vorhanden ist, weil der Schaum in dem von der Wärme beaufschlagten Schlauchabschnitt sofort zerfällt und im Schlauch dann nur noch komprimierte Luft vorhanden ist. Das Schlauchmaterial verliert in der Folge seine Festigkeit und versagt. Die Art und das Alter des verwendeten Schlauchmaterials haben hierauf keine praxisrelevante Auswirkung.

Da das schnelle Platzen der Druckschläuche beim Vorgehen im Innenangriff zu gefährlichen Situationen für die vorgehenden Angriffstrupps führen kann, werden die Feuerwehren hiermit umgehend über dieses bisher unbeachtete Risiko informiert.

Verhaltenshinweis:

Den Feuerwehren mit Druckluftschäumen wird empfohlen, beim Löscheinsatz auf die Förderung von Druckluftschaum in Druckschläuchen dann zu verzichten bzw. dem Wasser-/Schaummittelgemisch keine Druckluft zuzuführen, wenn die Möglichkeit einer Wärmebeaufschlagung der Druckschläuche beispielsweise durch glühende, brennende oder anderweitig erwärmte Teile besteht. Dies gilt insbesondere, wenn dabei die Angriffstrupps in den Innenangriff vorgehen.

Gegen die Förderung eines Wasser-/Schaummittelgemischs bestehen keine Bedenken.

Beispiele:

In der praktischen Umsetzung bedeutet dies beispielsweise, daß beim Löschen eines Zimmerbrandes in einem in Massivbauweise erstellten Gebäude Druckluftschaum eingesetzt werden kann. Bei einem Wohnungsbrand hingegen, bei dem der Angriffstrupp über abgelöschte Bereiche – wie z.B. den Flur – in weitere Raum vorgeht, sollte kein Druckluftschaum mehr verwendet werden. Gleichwohl kann dem Löschwasser dann das Schaummittel weiterhin zugeführt werden, was ebenfalls zu einer verbesserten Löschwirkung beiträgt.

Diesen Warnhinweise geben wir wohlwissend und trotz des noch fehlenden wissenschaftlichen Nachweises im Interesse der Sicherheit der Feuerwehrangehörigen.

Dorotheenstraße 6, 70173 Stuttgart, Telefon (0711) 231 - 30 30, Fax (0711) 231 - 30 39
E-Mail: pressestelle@im.bwl.de, Internet: <http://www.im.baden-wuerttemberg.de>

6 Literatur und Quellen

- 1 Harder, H.: Luftschaum gegen Dachstuhlbrand - Löschversuch an einem Abbruchgebäude in Hamburg In: Die Feuerlöschpolizei; Nr. 5; S. 136-137
- 2 Herterich, O.: Wasser als Löschmittel; Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH; Heidelberg; 1960; S. 184
- 3 Schreiber, H. M.; Porst, P.: Löschmittel; Staatsverlag der Deutschen Demokratischen Republik; Berlin; 1972; S. 286-292
- 4 Pleß, G.; Lubosch, E.: Löschen mit Schaum; Rudolf Haufe Verlag; Berlin; 1991; S. 47 ff.
- 5 Achilles, E.: Erfahrungen bei der Verwendung von Leichtschaum In: vfdb-Zeitschrift; Kohlhammer; Stuttgart; 1966; Nr. 3; S. 77-80
- 6 Schweinfurth, E.: Technische Regeln bei der Erzeugung und Anwendung von Leichtschaum In: vfdb-Zeitschrift; Kohlhammer; Stuttgart; 1966; Nr. 3; S. 80-84
- 7 Bumiller, G.: Der Einsatz von Leicht- und Mittelschäumen bei der Bekämpfung von Schiffsbränden (Abschnittsarbeit); Feuerwehr Hamburg; 1970
- 8 Bilwatsch, M.; Volz, S.: Schaumeinsatz bei Dachstuhlbrand In: Brandschutz; Kohlhammer; Stuttgart; 1982; 12; Dezember; S. 370-371
- 9 Cimolino, U.: Größter Schaumeinsatz in der Düsseldorfer Geschichte In: 112 - Magazin für die Feuerwehr; Lothar Haus Druck; Hanau; 1995; 11; November; S. 629
- 10 Huhndorf, S.: Großfeuer beim Dualen System In: Ahrensburger Zeitung; Axel Springer Verlag; Hamburg; 31.07.97; Nr. 176; S. 1; 1997
- 11 Arbeitsgruppe „Einsatzbericht Tela“: Großbrand Papierfabrik Tela: 3 Tote, 200 Mio. Fr. Schaden In: Schweizerische Feuerwehrzeitung; Schweizerischer Feuerwehrverband; 1996; 12; Dezember; S. 896-923
- 12 Herterich, O.: Wasser als Löschmittel; Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH; Heidelberg; 1960; S. 184
- 13 Schreiber, H. M.; Porst, P.: Löschmittel; Staatsverlag der Deutschen Demokratischen Republik; Berlin; 1972; S. 286-292
- 14 Pleß, G.; Lubosch, E.: Löschen mit Schaum; Rudolf Haufe Verlag; Berlin; 1991; S. 47 ff.
- 15 Achilles, E.: Erfahrungen bei der Verwendung von Leichtschaum In: vfdb-Zeitschrift; Kohlhammer; Stuttgart; 1966; Nr. 3; S. 77-80
- 16 Schweinfurth, E.: Technische Regeln bei der Erzeugung und Anwendung von Leichtschaum In: vfdb-Zeitschrift; Kohlhammer; Stuttgart; 1966; Nr. 3; S. 80-84
- 17 Bumiller, G.: Der Einsatz von Leicht- und Mittelschäumen bei der Bekämpfung von Schiffsbränden (Abschnittsarbeit); Feuerwehr Hamburg; 1970
- 18 Bilwatsch, M.; Volz, S.: Schaumeinsatz bei Dachstuhlbrand In: Brandschutz; Kohlhammer; Stuttgart; 1982; 12; Dezember; S. 370-371
- 19 Cimolino, U.: Größter Schaumeinsatz in der Düsseldorfer Geschichte In: 112 - Magazin für die Feuerwehr; Lothar Haus Druck; Hanau; 1995; 11; November; S. 629
- 20 Huhndorf, S.: Großfeuer beim Dualen System In: Ahrensburger Zeitung; Axel Springer Verlag; Hamburg; 31.07.97; Nr. 176; S. 1; 1997
- 21 Arbeitsgruppe „Einsatzbericht Tela“: Großbrand Papierfabrik Tela: 3 Tote, 200 Mio. Fr. Schaden In: Schweizerische Feuerwehrzeitung; Schweizerischer Feuerwehrverband; 1996; 12; Dezember; S. 896-923
- 22 Autorenkollektiv: ABC des Einsatzleiters der Feuerwehr; Staatsverlag der DDR; Berlin; 1988; S. 301-302
- 23 Pohl, K. D., de Vries, H., Noje-Knollmann, S.: „Class-A-Foam“, Brandschutz, 1995, Nr. 9
- 24 Rughase, O.; de Vries, H.: „Die Schaumschlacht im Wald“, Feuerwehr Magazin, 1997, Nr. 3, März
- 25 de Vries, H.: „Class-A-Foam – Schaum zur Bekämpfung von Vegetations- und Feststoffbränden“; Spezialistenseminar „Waldbrandschutz“ in Brielow/Brandenburg, durchgeführt vom Brand-schutz-Technologiezentrum Magdeburg GmbH, März 1997
- 26 de Vries, H.: „Quantitative Aspects of Class-A-Foam“ Fire Department Instructors Conference, Indianapolis/USA, International Society of Fire Service Instructors, April 1997
- 27 de Vries, H.: „Class-A-Foam - The use of new foams and foam equipment against solid fuel fires“; International Disaster and Emergency Response Conference: Den Haag/NL, Andrich International Ltd., Oktober 1997
- 28 de Vries, H.: „When did you fight your last crib fire?“, Fire Chief Magazine, 1997, Nr. 3, März
- 29 de Vries, H.: „CAFS goes to Germany“, Fire Chief Magazine 1998, Nr. 8, August
- 30 de Vries, H.: „Foam follows function: The Tremonia and Wattenscheid trials“, Fire Chief Magazine; www.firechief.com, 1999, Nr. 8, August
- 31 Anonymus: Basic brushfire training module 5 - Fighting fire with water; Country Fire Authority - Victoria; Victoria/AUS
- 32 Vandershall, H. L.: The use of foam in wildland fire fighting from fixed-wing aircraft: A basic primer; The air attack officers symposium, Canadian interagency fire center; Winnipeg, Manitoba/CAN; 1989; Januar
- 33 Colletti, D. J.: Class A foam for structure firefighting In: Fire Engineering; Pennwell Publications; Tulsa OK/USA; 1992; 7; Juli; S. 47-57
- 34 Lawlor, M.: Class A foam utilization by a career department In: Fire Fighting in Canada; Firefighting in Canada; Ontario/CND; 1994; März; S. 18
- 35 Stern, J.; Routley, J. G.: Class A Foam for structural firefighting; Federal Emergency Management Agency: <http://www.usfa.fema.gov/nfp/techreps/tr083.htm> vom 04.08.1997
- 36 Carey, W. M.: National class a foam research project technical report; National Fire Protection Research Foundation; Quincy, Mass./USA; 1994; Dezember
- 37 Drysdale, W.: Foam for structural firefighting (File No. 8/30/065 - Project 94046); Metropolitan Fire Brigades Board Reserach and Development; Thornbury, VIC/AUS; ca. 1996
- 38 Carothers, Troy: Using foam to reduce heat and smoke In: Fire Fighting in Canada; Firefighting in Canada; Ontario/CND; 1997; Vol. 41 No. 2; März; S. 22
- 39 Anonymus: Observations & comments on the Southern California fire storms October - November 1993; International Association of Fire Chiefs; Fairfax VA/USA

- 40 Schlobohm, P.: Use of class A foams on structures and wildlands; National Wildfire Co-ordinating Group; Boise ID/USA; 1994
- 41 Evans, D.; Madrzykowski, D.: Quantifying the extinguishing effectiveness of wildland fire foams; United States Department of Interior; ca. 1989
- 42 Rochna, R.; Schlobohm, P.: Foam as a fire suppressant: An evaluation; Boise ID/USA; 1987
- 43 Blankenship, P. L.: Class A foam for 1993 wildland fires In: American Fire Journal; American Fire Journal; Bellflower, CA/USA; 1993; 6; Juni; S. 17-18
- 44 Anonymus: Memorandum (92-42): Class A wildland fire fighting foam and wetting agents; Portland Bureau of Fire Rescue & Emergency Services; Portland OR/USA; 1992; Juni
- 45 Windisch, F. C.: Nantucket Square Fire In: Fire Engineering; Pennwell Publications; Tulsa OK/USA; 1993; 11; November; S. 10-14
- 46 Macey, C. T.: Foam fire suppression system for mobile forestry equipment; Forest Engineering Research Institute of Canada; Quebec; 1991; Technical Note TN-175; Dezember
- 47 de Vries, H.; Hölemann, H.: „Class-A-Foam und Compressed-Air-Foam – Ergebnisse systematischer Brand- und Lösversuche“, in: brandschutz, Kohlhammer Verlag, Stuttgart; 2001; 7; Juli; 642 – 653
- 48 de Vries, H.: „Strahlrohre - Technik und Taktik“, in: UB – Unabhängige Brandschutzzeitschrift, Huss Medien GmbH, 2000, Nr. 11, November
- 49 Fa. Hale Products Europe GmbH: Produktinformation „Das CAFS Schaumlöschsystem von HALE“; 1997
- 50 Schmitz GmbH Feuerwehr- und Umwelttechnik; Foliensatz „Schmitz One-Seven Druckluftschaumsystem“, D- 14932 Luckenwalde; 1997
- 51 Rughase, O.: Strategic management for public organizations - attempt to use strategic approaches for fire departments (Independent Study); California State University-Fullerton, School of Business Administration and Economics; 1996
- 52 Brunacini, A.: Essentials of Fire Department Customer Service; Fire Protection Publications; Stillwater/OK; USA; 1996
- 53 Perkins, K. B.; Benoit, J.: The future of volunteer fire and rescue services: Taming the dragons of change; Fire Protection Publications; Stillwater/OK; USA; 1996
- 54 West Midlands Fire Service (Hrsg.): T. Q. M. Operating Manual; Birmingham/UK; 1993
- 55 de Vries, H.: „Untersuchungen zur Optimierung der Bekämpfung von Feststoffbränden mit Wasser und Schaum im mobilen Einsatz der Feuerwehren Norderstedt“; Libri Books on Demand) Zugl.: Wuppertal, Univ., Diss., 2000 ISBN 3-8311-0448-4, www.bod.de
- 56 de Vries, H.: „Brandbekämpfung mit Wasser und Schaum - Technik und Taktik“, 1. Auflage 2000, ecomed Verlag, Landsberg, ISBN 3-609-68740-1
- 57 Preuer, Alfred; Humer, Franz: Gibt es das Super-Löschverfahren? – Lösversuche zur Bewertung von Löschsystemen In: Die Österreichische Feuerwehr 6/2001; Bohmann Druck und Verlagsgesellschaft; Wien; 4 – 9
- 58 Bauer, Gottfried: Entzauberung der "Wundermittel" In: Die Österreichische Feuerwehr 6/2001; Bohmann Druck und Verlagsgesellschaft; Wien; 3
- 59 Englmeier, C.; Händler, A.: Versuch: Einsatzmittel HD- oder C-Rohr In: 112-Magazin der Feuerwehr; 1993; 7; Juli; S. 390-394
- 60 Cimolino, U.: Zeitkritische Analysen beim standardisierten Löscheinsatz einer Staffel oder Gruppe der Feuerwehr (Diplomarbeit); BUGHW FB 14 Prof. Hölemann; Wuppertal; 1991
- 61 Lembeck, T.: Entwicklung eines Modells zur Betrachtung von Feuerwehreinsatzstrategien und -taktiken mit Hilfe der Netzplantechnik (Diplomarbeit); BUGHW FB 14 Prof. Hölemann; Wuppertal; 1991
- 62 Schlosser, R.: Erfassung von feuerwehrtechnischem Gerät bei einem Rett-Lösch-Einsatz in den ersten 15 Minuten bei ausgewählten Berufsfeuerwehren (Studienarbeit); BUGHW FB 14 Prof. Hölemann; Wuppertal; 1993
- 63 Unterhalt, M.: Schnellangriffstest, eMail vom 28.12.1999
- 64 Vortragsfolie von: M. Rosander; Helsingborgs Brandförsvär; Schweden; 1996
- 65 Feuer in Papiersortierungsanlage (24.12.2002): <http://www.ow-ahbg.feuerwehr-ahrensburg.de/einsatzberichte/berichte2002/dezember10.html> vom 15.01.2004; <http://www.ow-ahbg.feuerwehr-ahrensburg.de/einsatzberichte/einsatzbilder/2002.html> vom 15.01.2004
- 66 <http://www.ow-ahbg.feuerwehr-ahrensburg.de/technik/fahrzeuge/tlf2450/index.html> vom 15.01.2004
- 67 Stadt Offenbach am Main, Feuerwehr, Der Amtsleiter: Schreiben vom 06.11.2003 (I/37/AL) an FNFW