

Sven Scharschmidt
Brandreferendar
Amt für Brandschutz/ Rettungsdienst und Katastrophenschutz
Hanse- und Universitätsstadt Rostock

Fachartikel

Gaslöschanlagen im Einsatz

Facharbeit gemäß § 20 Abs. 1 VAP2.2-Feu NRW

Bruchsal, den 22.06.2024

Aufgabenstellung

Fertigen Sie einen Fachartikel, in dem Sie eine Merkhilfe für Feuerwehrführungskräfte für den Einsatz im Zusammenhang mit Gaslöschanlagen entwickeln. Berücksichtigen Sie dabei insbesondere folgende Fragestellungen:

Was ist beim Vorgehen in mit Gaslöschanlagen geschützten Gebäudeteilen zu beachten? Welche Einflussmöglichkeiten hat die Feuerwehr? Was ist beim Verlassen der Einsatzstelle zu beachten?

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|-----------------|---|
| AFFF | Aqueous Film Forming Foam (fluorhaltiger Feuerlöschschaum) |
| Ar | Argon |
| ASR | Technische Regeln für Arbeitsstätten |
| BG RCI | Berufsgenossenschaft Rohstoff und chemische Industrie |
| BBK | Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe |
| CO ₂ | Kohlenstoffdioxid |
| DGUV | Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. |
| e.V. | eingetragener Verein |
| FIBS | Feuerwehr-Informations- und Bediensystem |
| FIS | Fachinformationsstelle des Bundes |
| GmbH | Gesellschaft mit beschränkter Haftung |
| IBK | Institut für Brand- und Katastrophenschutz Heyrothsberge |
| Kg | Kilogramm |
| KIT | Karlsruher Institut für Technologie |
| LBK | Lebensbedrohliche Konzentration |
| LOAEL | Lowest Observed Adverse Effect Level (niedrigste Dosis mit beobachteter schädlicher Wirkung) |
| N ₂ | Stickstoff |
| NOAEL | No Observed Adverse Effect Level (Dosis ohne beobachtete schädliche Wirkung) |
| O ₂ | Sauerstoff |
| SB | Sachbearbeiter |
| SGL | Sachgebietsleiter |
| VB | Vorbeugender Brandschutz |
| Vol. | Volumen |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|---|
| Abbildung 1: Ortsfeste Gaslöschanlage (http://www.kreios.lu , 2024) | 5 |
| Abbildung 2: Kleine, ortsfeste Gaslöschanlage (http://www.kreios.lu , 2024b) | 5 |
| Abbildung 3: Warnzeichen (brandschutz-zentrale.de , 2024) | 6 |
| Abbildung 4: Alarmierungseinrichtung (RM Rudolf Müller Medien GmbH & amp & KG, Co., 2024) | 6 |
| Abbildung 5: Beispiel Leuchtzeichen (DGUV, 2018) | 6 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|--|----|
| Tabelle 1: Zusammenfassung Eigenschaften Löschgase (Vergleich DGUV 2018) | 4 |
| Tabelle 2: Kontakte Facharbeit (eigene Darstellung 2024) | 10 |
| Tabelle 3: Darstellung Quellenauswahl (eigene Darstellung 2024)..... | 11 |

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Teil I: Fachartikel | 1 |
| Kurzzusammenfassung | 1 |
| 1. Einleitung | 2 |
| 2. Darstellung der Problemstellung | 2 |
| 3. Herangehensweise | 2 |
| 4. Ergebnisse | 2 |
| 4.1 Grundlage Gaslöschanlage | 2 |
| 4.2 Arten von Gaslöschanlagen | 2 |
| 4.2.1 Kohlestoffdioxid und inerte Löschgase | 2 |
| 4.1.2 Chemische Löschgase | 3 |
| 4.2.3 Zusammenfassung Löschgase | 4 |
| 4.3 Aufbau und Funktion von Gaslöschanlagen | 4 |
| 4.3.1 Aufbau | 5 |
| 4.3.2 Auslösung | 5 |
| 4.3.3 Personenschutz | 6 |
| 4.3.4 Kennzeichnung | 6 |
| 4.3.5 Akustische und optische Alarmierungseinrichtungen | 6 |
| 4.3.6 Vorwarnzeit/Verzögerungseinrichtung | 6 |
| 4.3.7 Odorierung | 6 |
| 4.3.8 Betreten und Freigeben von gefluteten Bereichen | 6 |
| 5. Diskussion | 7 |
| 5.1 Einsatzvorbereitung | 7 |
| 5.2 Anfahrt/Lageerkundung | 8 |
| 5.3 Einsatz | 8 |
| 5.4 Abschluss | 8 |
| 6. Fazit | 8 |
| Teil II: Methoden-, Literatur- und Quellendokumentation | 9 |
| 1. Methode | 9 |
| 2. Begründung | 9 |
| 3. Literatur- und Quellendokumentation | 9 |
| 3.1 Beschreibung der Literatur- und Quellsuche und der Datenbanken | 9 |
| 3.2 Übersicht über die Ergebnisse der Literatur- und Quellendokumentation | 10 |
| 3.3 Kriterien der Literatur- und Quellenauswahl | 11 |
| 3.4 Zusammenfassende Beschreibung der ausgewählten Literatur und Quellen | 11 |
| Literatur und Quellenverzeichnis | 12 |
| Anhang A Merkhilfe | 14 |
| Anhang B Informationen zu Klassen nach DGUV 2018 | 15 |
| Anhang C Beispiel Feuerwehrplan | 16 |
| Eidesstattliche Eigenständigkeitserklärung | 16 |

Teil I: Fachartikel

Kurzzusammenfassung

Das Thema Gaslöschanlagen ist im Bereich des vorbeugenden Brandschutzes durchaus bekannt, bei den Einsatzkräften im abwehrenden Brandschutz jedoch weniger. Das liegt sicherlich an der geringen Zahl der entsprechenden Anlagen im Vergleich zu anderen Löschanlagen. Doch gerade Gaslöschanlagen stellen aufgrund ihrer unsichtbaren und geruchlosen Eigenschaften oft eine Gefahr für Personen und Einsatzkräfte an der Einsatzstelle dar. Auf diese Gefahren wird in Publikationen mit dem Thema Gaslöschanlagen häufig direkt zu Beginn hingewiesen, was die Wichtigkeit und das Gefahrenpotenzial dieser Art von Löschanlagen nochmals unterstreicht. Zudem wird in zahlreichen Presseartikeln über Verletzte im Zusammenhang mit der Gaslöschanlagen berichtet. Die Feuerwehr selbst hat während der Auslösung der Löschanlage nur wenige Möglichkeiten diese zu beeinflussen. Im Einsatz selbst ist der Eigenschutz der größte mögliche Faktor, die Einsatzkräfte vor Schaden zu bewahren. Allerdings ist es den Feuerwehren möglich sich präventiv auf diese Einsatzlagen vorzubereiten. Der Schwerpunkte dafür sollte bei Feuerwehren mit Löschanlagen dieser Art im Zuständigkeitsbereich die Einsatzvorbereitung liegen. Für die Abwicklung des Einsatzes kann es entscheidend sein, wie viele Informationen schon auf der Anfahrt bekannt sind. So können Feuerwehrpläne sowie das Wissen aus Objektschulungen zur Anpassung der Taktik führen. Je mehr Informationen bekannt sind, desto besser und sicherer ist die Einsatzbewältigung realisierbar. Nicht nur bei Schaumbildnern ist ein Fokus auf die ökologischen Gesichtspunkte einer Löschanlage gelegt worden, sondern auch im Bereich der Löschgase verändert sich dahingehend einiges. Grundsätzlich unterscheiden sich die Anlagen mit Löschgasen anhand ihrer Wirkungsweisen in zwei Gruppen: Sauerstoffverdrängung und homogene Inhibition. Im Anlagenaufbau gibt es hingegen nur geringfügige Abweichungen voneinander. Das Grundprinzip der Vorwarnung zur Selbstrettung von Personen, bevor die Löschanlage ausgelöst wird, ist gleich. Grundsätzlich ist festzustellen, dass CO₂ als Löschgas die höchste Gefahr für Menschen und Tiere bildet. Die Einsatzabarbeitung gestaltet sich ebenfalls schwierig, da vor allem öffentliche Feuerwehren in der Regel nicht die richtigen Messgeräte und/oder Kompetenzen besitzen, um die Einsatzstelle „Freizumessen“. Diese Kompetenzen sind in DGUV-Regelwerken eindeutig festgelegt. Aus Sicht des Verfassers hat sich gezeigt, dass ausreichende Informationen über die Funktionsweise von Gaslöschanlagen und auch entscheidende Eigenschaften der einzelnen Löschgase unerlässlich für einen sehr guten Einsatzerfolg sind. Die Verantwortung zur Anzeige einer Gaslöschanlage bei der örtlichen Brandschutzdienststelle liegt bei dem Eigentümer/Betreiber, doch die Verantwortung für Schulungen über den Umgang und die Gefahren dieser Anlagen obliegt der örtlich zuständigen Feuerwehr. Doch offen ist, in welchem Verhältnis der Aufwand zur erwarteten Einsatzwahrscheinlichkeit steht. Es konnte gezeigt werden, dass die Präsenz einer Merkhilfe zu diesem Thema, den Umgang mit Einsatzlagen dieser Art erleichtern kann.

1. Einleitung

Sofern man nach Hinweisen zum Umgang mit Gaslöschanlagen sucht, finden sich Publikationen zur Kennzeichnung und zum betrieblichen Brandschutz. In Gesprächen mit Brandschutzdienststellen und Feuerwehren zeigte sich, dass Gaslöschanlagen wenig verbreitet sind. Noch weniger sind Erfahrungen mit Auslösungen bekannt. Recherchiert man nach Auslösungen mit Gaslöschanlagen, stößt man nicht selten auf Artikel zu Verletzten im Zusammenhang mit ausgelösten Löschanlagen. Dies verdeutlicht, dass der Umgang mit ihnen nicht ungefährlich ist. Aus diesem Grund ist es für die Feuerwehr nicht unerheblich, sich mit diesen Anlagen zu beschäftigen, sofern diese Kenntnisse darüber im eigenen Zuständigkeitsbereich haben (Stolbrink et al., 2009)

2. Darstellung der Problemstellung

In der heutigen Zeit existiert eine Vielzahl unterschiedlicher Arten und Variationen von Löschanlagen. Sie reichen von der am häufigsten verwendeten Sprinkleranlage, über Hochdruck-Wassernebelanlagen, bis hin zu Anlagen mit Löschgas. Jedoch sind Gaslöschanlagen in der Breite seltener vertreten, weshalb sich der Umgang mit ihnen für die Feuerwehr schwieriger gestaltet. Die unterschiedlichen Löschgase und die mit ihnen verbundenen, verschiedenen Eigenschaften machen es den Einsatzkräften nicht immer einfach. Der Statistik der ausgelösten Löschanlagen zufolge löschten im Jahr 2023 66 Prozent mit CO₂, 31 Prozent mit Inertgas und drei Prozent mit chemischen Gasen (Bundesverband Technischer Brandschutz e.V., 2024).

3. Herangehensweise

Im Rahmen einer Literatur- und Quellenrecherche, die im Teil II: Methoden-, Literatur- und Quellendokumentation näher beschrieben ist, wurden Daten für die Bearbeitung der vorliegenden Facharbeit ausgewertet. Dabei konnte festgestellt werden, dass im Allgemeinen das Thema Gaslöschanlagen bei Feuerwehren im Rahmen von Schulungen zur Taktik nur eine untergeordnete Rolle spielt. In den wenigen Fachartikeln zu ausgelösten Löschanlagen zeigte sich jedoch deutlich, dass die Gefahr im Umgang mit dieser Anlagentechnik und den Folgen von ausgelösten Anlagen groß ist. In der Vergangenheit ist aufgrund der Entwicklung von AFFF-Schaumbildnern und der heutigen Umwelt-Thematik von fluorhaltigen Löschgasen wie FM200 oder NOVEC1230 die Installationen von besonders gefährlichen CO₂-Löschanlagen weiter gewachsen oder zumindest gleichgeblieben. (Umweltbundesamt, 2024) Aufgrund dieses Hintergrundes der Thematik ist die Aufgabenstellung der Facharbeit gerechtfertigt. Ein Produkt zur Beantwortung der Fragestellung ist die entworfene Merkhilfe, die sich im Anhang A befindet.

4. Ergebnisse

Um das System Gaslöschanlage und die damit verbundenen Taktiken und Probleme zu verstehen, werden im folgenden Abschnitt die Grundlagen erklärt und ausgeführt.

4.1 Grundlage Gaslöschanlage

Anlagen dieser Art dienen primär der Erreichung der Schutzziele gemäß Landesbauordnungen (BauNetz, 2024). Gaslöschanlagen haben den Vorteil das diese ohne Löschmittelrückstände arbeiten und so an empfindlichen Anlagen oder Schutzbereichen (<http://www.kreios.lu>, 2024) eingesetzt werden können (Kreios, Minimax GmbH, 2024).

4.2 Arten von Gaslöschanlagen

Es gibt eine Vielzahl von verschiedenen Löschgasen. Diese werden primär nach den verschiedenen Anlagenkategorien aufgrund der Art ihrer Wirkungsweise unterschieden (VdS Schadenverhütung GmbH, 2013).

4.2.1 Kohlenstoffdioxid und inerte Löschgase

Im Folgenden werden Gase beschrieben, die verdrängende Eigenschaften haben und Sauerstoff reduzieren, um Brände zu bekämpfen. Dazu zählen vor allem Kohlenstoffdioxid- und inerte Gase wie Argon und Stickstoff (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V.). Ziel dieser Variante ist es, die Löschgaskonzentration in einem Raum auf über 30 Vol.-% zu erreichen, was zu einen Sauerstoffgehalt von unter 13 Vol.-% führt. Etwa ein Drittel des Luft-Löschgasmolumens wird dabei verdrängt. Aufgrund der physikalischen Eigenschaften sind diese Gase in der Regel nicht leitend und können über Leitungen vom Flaschenlager zur Düse gut transportiert werden (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung [DGUV], 2018).

Kohlenstoffdioxid (CO₂)

Das Löschgas Kohlenstoffdioxid befindet sich in ortsfesten und ortsveränderlichen Löschanlagen. CO₂ wird flüssig in Druckbehältern gelagert. Da es beim Austreten zur Expansionskälte und zur Erreichung des Taupunktes kommt, sind die gefluteten Räumlichkeiten anfangs mit einem „Nebel“ versehen. Der Druck in den Lagerbehälter ist abhängig von Umgebungstemperatur. Befindet sich die Umgebungstemperatur beispielsweise bei 15°C, liegt der Betriebsdruck im Behälter bei ca. 57 bar. CO₂ in Hochdruckanlagen kommt vor allem bei kleineren Räumen und als Objektschutz zum Einsatz (Rosenbauer Brandschutz, 2024).

Als weitere Variante kann CO₂ auch in gekühlten Tanks bei -20°C gelagert werden. In dieser Lagerungsform wird der Systemdruck auf 20-25 bar reduziert. Dieser Anlagentyp wird vor allem bei großen Mengen (> 3.000 kg) gelagerten CO₂ eingesetzt. Vorteil bei dieser Art der Lagerung ist, dass dies weniger Lagerplatz benötigt. Kurzzeitig kann die Raumtemperatur aufgrund der Expansion und der Lagertemperatur des Gases auf -80°C sinken (bvfa - Bundesverband Technischer Brandschutz e.V., 2024).

Kohlenstoffdioxid gehört in die Gruppe 3 der Atemgifte mit Wirkungen auf Blut, Nerven und Zellen. In Räumen, in denen es als Löschgas eingesetzt wird, gibt es Alarmierungs- und Sicherungssysteme, die den Personenschutz bei der Auslösung einer solchen Anlage gewährleisten sollen. Dieser Umstand stellte sich in der Vergangenheit als nicht unproblematisch dar. Da das Löschgas CO₂ unsichtbar und geruchlos ist, breitet es sich aufgrund seiner hohen Dichte (1,84 kg/m³) wie ein See am Boden aus. Dabei kann nicht nur das Gas, das sich in den Löschbereichen befindet, zur Gefahr werden. Durch den Überdruck kann ein Drittel oder mehr des ausströmenden Gases durch Öffnungen (Türen, Tore) in die Umgebung austreten (Vogler, 2024).

Argon (IG 01)

Bei Argon handelt es sich um ein Edelgas der achten Hauptgruppe im Periodensystem. Argon ist mit anderen Edelgasen zu 0,93 Vol.-% in der Umluft vorhanden. Es ist nicht giftig, jedoch kann es durch die Hauptlöschwirkung des Erstrikens zu Sauerstoffmangel in den gefluteten Räumlichkeiten kommen. Mit einer Dichte von ca. 1,662 kg/m³ und seiner Reaktionsträgheit eignet es sich gut auch für den Einsatz bei Bränden mit hoher Temperatur (Accuro Brandschutzanlagen GmbH, 2024).

Stickstoff (IG 100)

Als Hauptbestandteil der Umluft ist Stickstoff in ihr zu 78 Vol.-% enthalten. Es ist als Stoff für Menschen und Tiere ungefährlich. Nur mit seiner Hauptlöschwirkung „Ersticken“ kann es aufgrund der Sauerstoffverdrängung gefährlich werden. Mit einer Dichte von 1,165 kg/m³ ist es ein wenig schwerer als Luft. Gelagert wird es in Hochdruckflaschen bei bis zu ca. 300 bar (Accuro Brandschutzanlagen GmbH, 2024).

Eine ähnliche Form des Löschgases Stickstoff ist die Stickstoff Inertisierung. Bei dieser Variante wird der Sauerstoffgehalt mithilfe von Stickstoff in abgegrenzten Räumlichkeiten dauerhaft auf einen Bereich zwischen 10-15 Vol.-% gesenkt. So ist eine Brandentstehung ausgeschlossen. Ein Vorteil dieser Anlage ist, dass keine optischen und akustischen Warnsignale (ausgenommen Hinweisschilder) notwendig sind. Personen haben in diesem Fall genug Zeit, die entsprechenden Räumlichkeiten zu verlassen (Dipl.-Wirt.-Ing.(FH) Günter Knopf, 2024).

Anderer

Es gibt auch Löschgase wie Inergen oder ähnliche, die aus Mischungen der einzelnen genannten Gase bestehen. Diese werden hier im Detail nicht weiter beschrieben. Die Eigenschaften der Gemische sind sehr ähnlich zu den bereits genannten Löschgasen.

4.1.2 Chemische Löschgase

Diese Art von Löschgasen ist auf dem Markt breit vertreten, da sie durch die geringere Gefahr der Erstickung bei der Auslösung einer Löschanlage verhältnismäßig ungefährlich für Mensch und Tier ist. Die aufgeführten chemischen Löschgase sind Ersatzprodukte für das im Jahr 2010 verbotene Löschgas Halo. Dieses wurde in der (VERORDNUNG (EU) Nr. 744/2010 DER KOMMISSION vom 18. August 2010 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1005/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen, in Bezug auf die kritischen Verwendungszwecke von Halonen,

2009) Aber auch die heute verbreiteten chemischen Löschgase sind aufgrund ihrer Umweltbelastungen umstritten (Umweltbundesamt, 2024).

Novec 1230 (FK-5-1-12)

Novec 1230 ist eine grundsätzlich farb- und nahezu geruchslose Flüssigkeit, die aus Atomen von Kohlenstoff, Fluor und Sauerstoff besteht. Die Löschwirkung beruht auf der homogenen Inhibition und der Unterbrechung der Kettenreaktion des Verbrennungsvorgangs. Neben der nicht elektrischen Leitfähigkeit liegt der Vorteil von Novec 1230 darin, dass es in mit Personen besetzten Räumen eingesetzt werden kann. Die Löschwirkung beruht nicht auf der Verdrängung von Sauerstoff, was es ungefährlicher für Menschen und Tiere macht (Accuro Brandschutzanlagen GmbH, 2024). Novec 1230 hat in der Atmosphäre nur eine geringe Lebensdauer von wenigen Tagen. Es gilt jedoch nach der Vorgabe der ECHA (European Chemical Agency) und dem Produktionsende des ehemaligen Generalherstellers und Patentinhabers 3M abzuwarten, wie zukünftig mit dem Gas umgegangen wird (3M Deutschland GmbH).

FM-200 (HFC-227ea)

Die Zusammensetzung von FM-200 ähnelt der von Novec 1230 und besitzt somit ähnliche Eigenschaften. Jedoch findet FM-200 nur noch geringe Anwendung. Grund dafür ist der ozonschädliche Fluorkohlenwasserstoff, der bei FM-200 eine Lebensdauer von ca. 31-42 Jahren hat (Ochrony Danych). Eine Neuinstallation ist in den letzten Jahren nicht mehr bekannt. Vereinzelte Ausnahmen gibt es noch bei Löschanlagen auf Schiffen.

Andere

Auch hier gibt es seitens der Hersteller weitere Löschgase, die ähnliche Eigenschaften besitzen und unter anderen Namen vertrieben werden.

4.2.3 Zusammenfassung Löschgase

Tabelle 1 Zusammenfassung Eigenschaften Löschgase (Vergleich DGUV, 2018)

| Löschgas | Chem. Formel | Löscheffekt | Wirkung auf Mensch | Dichte (20°C und 1,013 Bar) | Anwendung in Vol.-% | NOAEL in Vol.-% | LOAEL in Vol.-% | LBK in Vol.-% |
|------------------------|--|--------------|---|-----------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|---------------|
| Kohlendioxid | CO ₂ | Stickeffekt | Blut- und Nervengift ab 5 Vol.% schädlich | 1,840 kg/m ³ | >30 | 5,0 | 5,0 | 5,0 |
| Stickstoff (IG 100) | N ₂ | Stickeffekt | erstickend | 1,165 kg/m ³ | >33 | 43,0 | 52,0 | 62,0 |
| Argon (IG 01) | Ar | Stickeffekt | erstickend | 1,662 kg/m ³ | >33 | 43,0 | 52,0 | 62,0 |
| Inergen (IG 541) | N ₂ 52% Ar 40% CO ₂ 8% | Stickeffekt | erstickend | 1,418 kg/m ³ | >33 | 43,0 | 52,0 | 62,0 |
| FM 200 (HFC227ea) | C ₃ H ₆ F ₆ | Antikatalyse | „unbedenklich“ | 7,283 kg/m ³ | 7-9 | 9,0 | 10,5 | 12 |
| Novec 1230 (FK-5-1-12) | C ₆ F ₁₂ O | Antikatalyse | „unbedenklich“ | 13,908 kg/m ³ | 4-6 | 10,0 | - | - |

4.3 Aufbau und Funktion von Gaslöschanlagen

Bei der Errichtung und dem Betrieb von Gaslöschanlagen sind einige Anforderungen zu erfüllen. Grundsätzlich gelten für die Betreiber die Inhalte der DGUV 205-026 Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Einsatz von Feuerlöschanlagen mit Löschgasen. Dort sind grundlegend die Errichtung, der Betrieb, die Prüfung und die Demontage sowie spezielle Anforderungen an den Personenschutz geregelt (DGUV, 2018). Durch Sachversicherer können dabei zusätzliche Anforderungen gestellt werden. Hierzu zählt unter anderem die VdS-Richtlinie VdS 2454 für Gaslöschanlagen. Grundsätzlich ist durch den Eigentümer/ Betreiber eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen. Die Brandschutzdienststelle ist über die Errichtung und den Betrieb frühzeitig zu informieren (DGUV, 2018). Nach der Inbetriebnahme empfiehlt

es sich vor Ort, eine Schulung mit den örtlichen Führungs- und Einsatzkräften der Feuerwehr durchzuführen.

4.3.1 Aufbau

Der Aufbau von Gaslöschanlagen kann sich unterscheiden, je nachdem, welches und wie viel des Löschmittels verwendet wird. Der Unterschied ist maßgeblich abhängig von der Gefährdungsklasse, die sich aus der restlichen Sauerstoffkonzentration im gefluteten Bereich ergibt. Eine Einstufungstabelle findet sich im Anhang B (DGUV, 2018). Der maßgebliche Teil der Unterscheidungen in den Alarmierungs- und Verzögerungseinrichtungen, die für die Feuerwehr wichtig sind, werden im weiteren Verlauf dieser Arbeit beschrieben.

Beispiel Raumschutz

Bei dieser Art der Anlage wird der gesamte Raum mit Löschmittel beaufschlagt. Die Umfassungsbauteile sind so zu errichten, dass eine Ausbreitung der Löschgase verhindert wird. Lediglich über die Druckentlastungsklappe soll im Zuge der Auslösung das Löschgas-Luft-Gemisch entweichen können (am Beispiel CO₂ ca. 30 %) (DGUV, 2018).

1. Löschmittelvorrat
2. BMA/Löschzentrale
3. Steuer-/Blockiereinrichtung
4. Löschdüsen
5. Löschdüsen
6. Druckentlastungsklappe
7. Zeitverzögerungseinrichtung
8. Druckregelventil
9. Brand-/Rauchmelder
10. Magnetsteuerventil
11. Sicherheitsventil
12. Einsatz-Steuerflasche
13. Optische und akustische Warneinrichtung
14. Optische Warneinrichtung
15. Pneumatische Warneinrichtung
16. Warnsymbole
17. Handauslösung

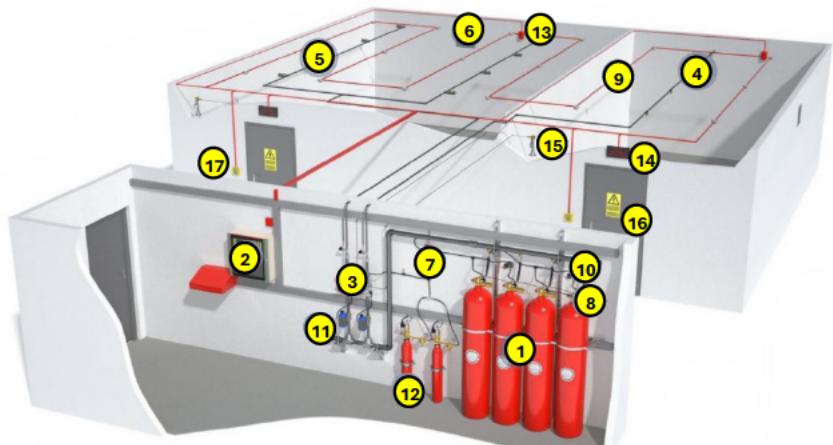


Abbildung 1: Ortsfeste Gaslöschanlage (<http://www.kreios.lu>, 2024)

Beispiel Objektschutz

Bei Anlagen für den Objektschutz werden die zu schützenden Einrichtungen kurzzeitig mit Löschgash beaufschlagt, das in die Umgebung entweicht.

1. Rauchmelder
2. Brandmelde-/Löschsteuerzentrale
3. Löschmittelvorrat
4. Löschdüse
5. Elektrische Hupe
6. Löschleitung

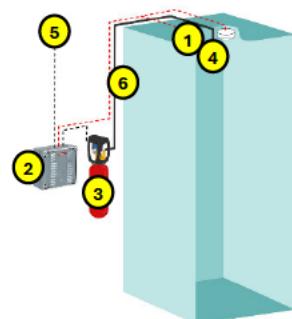


Abbildung 2: Kleine, ortsfeste Gaslöschanlage (<http://www.kreios.lu>, 2024b)

4.3.2 Auslösung

Die Auslösung einer Löschanlage mit Löschgash kann mit automatischen oder manuellen Meldern erfolgen. Sofern die Auslösung automatisch erfolgt, kann diese auf eine Brandmeldeanlage aufgeschaltet sein. Um eine Fehlauslösung zu vermeiden, sind ein zweiter Melder oder eine Gruppenabhängigkeit notwendig. Eine direkte Auslösung wird durch eine Verzögerungseinrichtung verhindert. (RM Rudolf Müller Medien GmbH & KG, Co., 2024). Für Wartungen, Arbeiten und während des Betretens durch nicht unterwiesene Personen der Löschanlage, sowie den Lösch- und Gefährdungsbereichen muss eine Blockiereinrichtung vorhanden sein (DGUV, 2018).

4.3.3 Personenschutz

Für den Betrieb sind verschiedene Sicherheitseinrichtungen vorgeschrieben, die für die Angestellten und andere Nutzer im Objekt notwendig sind. Doch auch für die Feuerwehr können diese hilfreich sein. Diese sind im Folgenden beschrieben (DGUV, 2018).

4.3.4 Kennzeichnung

An allen Zugängen von Bereichen, die mit Löschgas beaufschlagt werden können, müssen die folgenden Warnzeichen dauerhaft angebracht sein. Diese müssen der ASR 1.3 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung“ und der DIN EN ISO 7010:2012/A7:2017-08 „Graphische Symbole – Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen – Registrierte Sicherheitszeichen – Änderung 7“ entsprechen (DGUV, 2018).



Abbildung 3:
Warnzeichen
(brandschutzzentrale.de, 2024)

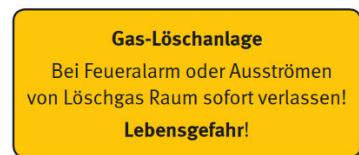


Abbildung 4: Hinweisschild
(Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung [DGUV], 2018)

4.3.5 Akustische und optische Alarmierungseinrichtungen

Die einzelnen Gefährdungsklassen erfordern verschiedene Arten und Anzahlen von Alarmierungseinrichtungen, wobei die Art der Installation je nach Klasse unterschiedlich ist. Grundsätzlich sind akustische Alarmmittel gefordert, die sich mindestens 10 dB(A) von den Umgebungsgeräuschen abheben. Gegebenenfalls sind zusätzlich optische Einrichtungen vorhanden. Bei akustischen Alarmmitteln kann noch nach elektrischen und pneumatischen unterschieden werden, die die Personen in den Gefährzungsbereichen alarmieren (DGUV, 2018).

Darüber hinaus müssen an den Zugängen zu den Gefährzungsbereichen zusätzliche Warnleuchten oder Leuchtzeichen vorhanden sein, die auf eine ausgelöste Gaslöschanlage hinweisen, sofern keine weiteren Zutrittsbeschränkungen vorhanden sind (DGUV, 2018).



Abbildung 5:
Alarmierungseinrichtung (RM
Rudolf Müller Medien GmbH &
Co., 2024)



Abbildung 6: Beispiel
Leuchtzeichen (DGUV, 2018)

4.3.6 Vorwarnzeit/Verzögerungseinrichtung

Bei einer Auslösung muss der Lösch- und Gefährzungsbereich verlassen werden können. Hierzu gibt es eine Verzögerungseinrichtung mit einer Vorwarnung im entsprechenden Bereich. Sie muss mindestens zehn Sekunden betragen. In Raumschutzanlagen muss es eine Vorwarnung bei manueller und automatischer Auslösung geben. Bei Anlagen im Objektschutz ist eine Vorwarnung nur dann notwendig, sofern im Arbeits- oder Verkehrsbereich 5 Vol.-% CO₂ über- oder die Sauerstoffkonzentration von 12 Vol.-% unterschritten wird (DGUV, 2018). In CO₂-Anlagen können Taster zur Verzögerung vorhanden sein. Solange und sofern dieser Taster betätigt wird, löst die Löschanlage nicht aus (DGUV, 2018).

4.3.7 Odorierung

In der DGUV Information 205-026 ist definiert, dass CO₂ Löschanlagen mit einem am Ort spezifischen Odorierungsmittel versehen sein müssen. Die Mitarbeiter sollten hierzu auch unterwiesen sein. Andere Löschgase können, müssen jedoch nicht odoriert sein. Grundsätzlich kann immer die Gefahr bestehen, dass die Odorierung nicht zuverlässig funktioniert (z.B. eine ausgetrocknete Odorierpatrone) (AGBF NRW / IdF NRW / LFV NRW – Münster 2008).

4.3.8 Betreten und Freigeben von gefluteten Bereichen

Grundlegend sollte der Bereich nur durch geeignete Dritte, wie z. B. Errichtern, Herstellern, Sachverständigen oder der Feuerwehr, betreten werden, da nur diese die Möglichkeiten zur Konzentrationsmessung von Löschgassen oder des Sauerstoffgehalts haben. Auch wenn chemische und inerte Löschgase höhere Konzentrationen von NOAEL und LOAEL im Gegensatz von CO₂ besitzen, kann die einzeln ausgebrachte Löschgasmenge unterschiedlich sein, da diese von der Brandlast und der Raumgröße abhängig ist (DGUV, 2018). Die Freigabe solcher Bereiche sollte daher nur durch qualifiziertes Personal erfolgen. Diese Qualifikation sollte dem DGUV-Grundsatz 313-002 sowie der DGUV 113-004 entsprechen (DGUV, 2022). Weitere Ausführungen befinden sich im Abschnitt Diskussion. Eine Problematik, die auch nach dem Betreten eines Bereichs mit geflutetem Löschgasholz besteht, ist die

Kontamination der Einsatzkleidung (DGUV, 2020). Vergleichbar mit der Anreicherung mit Sauerstoff ist auch die Anreicherung der Einsatzkleidung mit Löschgas, unabhängig von der möglichen Kontamination mit Verbrennungsprodukten, zu vermuten. Dieses kann durch langsames Entweichen aus der Schutzkleidung zu gesundheitlichen Problemen führen. Vor allem CO₂ ist bereits in kleinen Mengen gefährlich (BG RCI, 2024).

5. Diskussion

Es existieren einige Unterschiede bezogen auf die Art des angewendeten Löschmittels. Dennoch gibt es bei den Sicherheitsbestimmungen einige Gemeinsamkeiten. Um die Fragestellung im Kontext beantworten zu können, ist im Zusammenhang der Facharbeit eine Merkhilfe (Anhang A) zum Umgang mit Gaslöschanlagen erarbeitet worden. Grundsätzlich teilt sie sich in die vier Bereiche auf.

1. Einsatzvorbereitung

2. Anfahrt

3. Lageerkundung/ Einsatz

4. Abschluss

Maßgeblich sind die Teile 1 und 2, da sich aus diesen die klassischen Maßnahmen für den Einsatz ableiten lassen. Grundsätzlich ist das Thema für öffentliche Feuerwehren und stationäre Löschanlagen ausgelegt. Private Feuerwehren haben hingegen meist sehr gute Ortskenntnisse aufgrund von den Überprüfungen der Löschanlagen. Zudem setzen diese häufig auch halbstationäre Löschanlagen ein, bei denen das Löschmittel auf Absetzbehältern oder Rollcontainern durch die Einsatzkräfte zum Einsatz gebracht wird.

5.1 Einsatzvorbereitung

Die Brandschutzdienststelle ist im Rahmen der Errichtung zu beteiligen (DGUV, 2018). Auf Landkreisebene sollte sich die Brandschutzdienststelle auch mit der örtlich zuständigen Feuerwehr absprechen. In den meisten Fällen wird dies aufgrund der Art der Nutzung oder der Gebäudeabmessungen ohnehin der Fall sein. Im Rahmen des Sachwertschutzes, wie bei Schaltschränken oder Serverräumen, kann dies auch in Regelbauten erfolgen, wo die örtliche Brandschutzdienststelle/ Feuerwehr keine Kenntnisse im Rahmen der Einsatzvorbereitung erlangt (BS BRANDSCHUTZ im Bauwesen, 2019). Auch wenn die Brandschutzdienststelle/ Feuerwehr beteiligt wird, ist der Anteil der Gaslöschanlagen sehr gering. Daher besteht für Führungs- und Einsatzkräften bei Objektbegehungen wiederholt die Möglichkeit, die Gegebenheiten vor Ort im Rahmen von Schulungen zu betrachten. Grundsätzlich sollten daher auch Taktik und Einsatzmittel zu den möglichen Objekten passen. So sollten im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung die Anschaffung und Ausstattung eines Mehrgaswarngerätes oder von Lüftern geprüft werden. Hierbei ist auch die Ausstattung der Sensoren zu betrachten, da die alleinige Aussage eines O₂-Sensors zu Unfällen führen kann.

Beispiel: Bei einem Wert von 19 Vol.-% O₂ (meist erste Alarmschwelle, Alarm quittierbar) sind schon 9,5 Vol.-% CO₂ in der Umluft enthalten, was zu großen gesundheitlichen Schäden führt (DGUV, 2019).

Ein wesentliches Element ist der Feuerwehrwehrplan gemäß DIN 14095 oder eigener Richtlinie, der zwischen Ersteller, Feuerwehr und Brandschutzdienststelle abgestimmt werden sollte. Diesem sind wichtige Informationen zu entnehmen, wie z. B.

- Menge und Art der vorgehaltenen Löschmittel
- Löschbereiche
- Ort der Druckentlastungsklappen, sofern vorhanden
- weitere Öffnungen und Zugänge
- besondere Informationen über Flutungszeiten, Maßnahmen und weitere Besonderheiten,

Im Anhang C befindet sich ein Beispiel. Diese Gestaltungsrichtlinie ist von der Feuerwehr Schwerte entworfen worden. Diese zeigt wie bei CO₂ Löschanlagen wichtige Inhalte dargestellt werden können. Es empfiehlt sich auch zusätzliche Information über den Löschbereich, Anlageninformationen sowie Verhaltensanweisungen an dem FIBS zu hinterlegen.

5.2 Anfahrt/Lageerkundung

Hat die Feuerwehr Kenntnis über die Löschanlage, können spezielle Maßnahmen bereits bei der Anfahrt getroffen werden. Wie bei einem Einsatz mit Gefahrstoffen sind die Anfahrtsrichtung und die Aufstellung des Einsatzfahrzeuges wichtig. Durch Wind, Witterung, Geländestrukturen und Öffnungen (Druckentlastungen, offenstehende Türen oder Tore) kann das Löschmittel in die Umgebung gelangen. Deshalb ist es notwendig, den Feuerwehrplan auf der Anfahrt auf die genannten Punkte hin zu lesen. Es sollte von vornherein ein ausreichender Abstand zum Gebäude gewählt werden.

Die Lageerkundung sollte, sofern vorhanden, mit einem entsprechenden Gaswarngerät oder mit einem von der Umluft unabhängigen Atemschutz erfolgen. Es besteht jederzeit die Möglichkeit, dass sich aufgrund von baulichen oder organisatorischen Mängeln bereits Löschmittel im Bereich des FIBS oder Anmarschwegen angesammelt haben könnte. Daher sollten entsprechende Gaswarngeräte bereits auf der Anfahrt eingeschaltet werden, um die „Einlaufzeit“ zu verkürzen. Darüber hinaus sollten Atemschutzgeräte bereits angelegt werden, sofern dies nicht stichwort- oder lagebedingt sowieso notwendig ist. Der Einsatzleiter der Feuerwehr muss sich insbesondere bei einem nicht ständig besetzten Gebäude davon überzeugen, ob sich noch Personen (z.B. Servicepersonal) im Löschbereich befinden könnten. Bei Alarmierung der Feuerwehr kann der Zustand eintreten, dass aufgrund der Zwei-Melder- bzw. Zwei-Linienabhängigkeit erst eine Brandmeldelinie ausgelöst hat. Was dazu führt, dass die Löschanlage noch nicht ausgelöst hat.

5.3 Einsatz

Im Einsatz kann es durch einige Löschgase zu Vernebelungen und deutlichen, kurzfristigen Temperaturabsenkungen (in Spitzen bis zu -80°C) kommen, was zu Problemen mit der Atemschutzschutztechnik führen kann. Ein weiteres Problem können die Nebenerscheinungen von Alarmsignalen und Strömungsgeräuschen des austretenden Löschgases für die Kommunikation darstellen. Unabhängig von den notwendigen Maßnahmen zur weiteren Brandbekämpfung sollte im weiteren Verlauf geprüft werden, welche Undichtigkeiten von Löschbereichen ausgehen und welche Senken, Schächte und Öffnungen vorhanden sind. (Stolbrink (Stolbrink, Grabinger Stein, Deckers, 2009)

Im Anschluss an die Einsatzmaßnahmen sollte der Punkt der Einsatzhygiene nicht unterschätzt werden. Auch wenn die Kleidung nicht mit Brandprodukten kontaminiert ist, kann dennoch eine Anreicherung mit Löschesgas erfolgt sein. Deshalb sollte auch bei einer ausschließlichen Kontaminierung mit Löschesgas die Einsatzkleidung vor Ort im Freien oder in Räumlichkeiten, die mit einem entsprechenden Gaswarngerät ausgestattet sind, gewechselt und anschließend gereinigt werden. Die Verpackungen sind dementsprechend zu kennzeichnen (DGUV, 2020).

5.4 Abschluss

Sollten die Löschaufgaben abgeschlossen sein, gilt es, die Räumlichkeiten zu belüften. Dazu sollten enge Absprachen mit dem Betreiber/Eigentümer getroffen werden. Häufig ist die öffentliche Feuerwehr nicht in der Lage, Räumlichkeiten abschließend freizumessen. Dieses obliegt Personen mit einer besonderen Qualifizierung, die regelmäßig nach Vorgaben aktualisiert werden muss. Deshalb kann es hilfreich sein die Räumlichkeiten zu verschließen, solange keine Person mit entsprechender Sachkunde und Geräten vor Ort ist. Im Rahmen von Belüftungsmaßnahmen kann es notwendig sein, andere Personen und Räumlichkeiten zu warnen oder auch zu räumen (A 1.13 *Freimessen - BG RCI*, 2024).

6. Fazit

Abschließend ist zu sagen, dass der Einsatz von stationären Gaslöschanlagen im vorbeugenden Brandschutz seine Besonderheit hat. Im Vergleich zu anderen Anlagentechniken ist diese nicht häufig anzutreffen und birgt im Allgemeinen auch ein hohes Risiko für Personen die sich im Löschbereich befinden. Aufgrund der geringen Häufigkeit und dem oft fehlenden Bezug zu Gaslöschanlagen ist der Erfahrungswert von Einsatz- und Führungskräften häufig gering. Deshalb ist es von großem Interesse, Kenntnisse über solche Anlagen im Zuständigkeitsbereich zu besitzen. Im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens sollten die Mitarbeiter der Brandschutzdienststellen darauf achten, dass die Belange der Feuerwehr beim Einbau von Gaslöschanlagen berücksichtigt werden. Sind ausreichend Informationen zum Objekt und der verbauten Anlage bekannt, können weitere Schritte in der Einsatztaktik berücksichtigt werden. Dies trägt maßgeblich zur Sicherheit der Betroffenen, aber auch der Einsatzkräfte.

Teil II: Methoden-, Literatur- und Quellendokumentation

Im Rahmen der Laufbahnausbildung des höheren feuerwehrtechnischen Dienstes nach der Verordnung über die Ausbildung und Prüfung für die Laufbahn des zweiten Einstiegsamtes der Laufbahngruppe 2 des feuerwehrtechnischen Dienstes im Land Nordrhein-Westfalen ist eine Facharbeit zu erstellen. Gemäß der Aufgabenstellung ist ein Fachartikel mit der genannten Fragestellung und Merkhilfe zu verfassen.

1. Methode

Im Rahmen einer narrativen Literaturrecherche wurde zunächst das Thema aufgegriffen. Im weiteren Verlauf wurden durch verschiedene Arten der systematischen Literaturrecherche die Kernelemente der Fragestellung weiter vertieft und mit Fachexperten validiert.

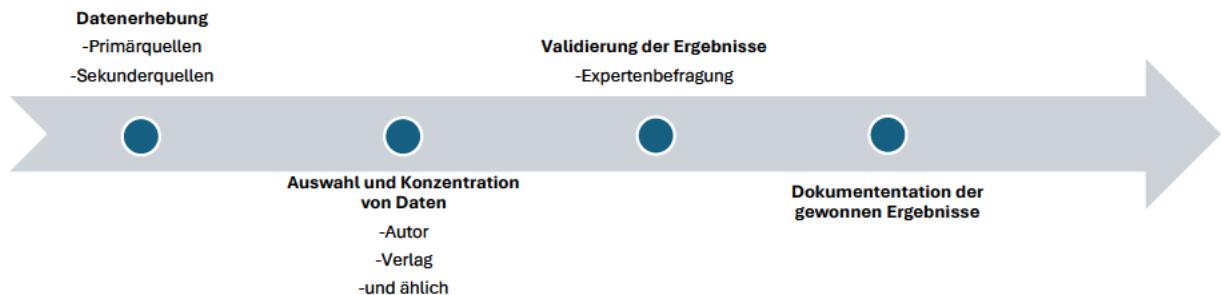


Abbildung 6: Methodenauswahl (eigene Darstellung, 2024)

2. Begründung

Für die Bearbeitung dieses Fachartikels wurde ein qualitativer Methodenansatz verwendet, da der Fokus primär auf Meinungen und Ansätzen lag. Dabei handelte es sich um Maßnahmen für den betrieblichen Arbeitsschutz und die Installation mit dem Schwerpunkt Gaslöschanlage. Maßnahmen und Regularien für die Feuerwehr sind in geringem Umfang aus anderen Dienstvorschriften und Vorgaben adaptierbar.

3. Literatur- und Quellendokumentation

Im Folgenden ist die Auswahl von Datenbanken und Suchmaschinen für die Literatur- und Quellsuche weiter beschrieben.

3.1 Beschreibung der Literatur- und Quellsuche und der Datenbanken

Der Umfang der Fachliteratur zu Löschanlagen und der Sichtweise der Feuerwehr ist sehr gering. Zum Anfang bestand die Idee, im Rahmen der Analyse Einsätze mit ausgelösten Gaslöschanlagen zu untersuchen, um die dabei gesammelten Erfahrungen und Erkenntnisse mit aufzunehmen. Aufgrund der kaum vorhandenen Literatur wurden die Erkenntnisse aus Rechtsvorschriften und Empfehlungen übernommen. Zum Abgleich der gewonnenen Erkenntnisse und zur Gewinnung weiterer Aspekte, vor allem hinsichtlich der Erfahrungen aus der Praxis bei Anlagen aus dem Bundesgebiet, wurden Experten von privaten und öffentlichen Feuerwehren sowie weitere Experten aus dem Themenfeld befragt um die gewonnenen Kenntnisse zu validieren.

So wurden Gespräche mit Vertretern folgender öffentlicher und privater Feuerwehren geführt:

Tabelle 2 Kontakte Facharbeit (eigene Darstellung, 2024)

| <u>Name</u> | <u>Funktion</u> | <u>Organisation</u> |
|---------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| Reinhard Gessler | SGL VB | InfraLeuna GmbH |
| Christoph Bertling | SB VB | InfraLeuna GmbH |
| Ulrich Körner | Kommiss. Leiter F04 VB | Feuerwehr Hamburg |
| Dietmar Grabinger | St. Fachbereichsleiter | Feuerwehr Mönchengladbach |
| Mayk Tessin | Leiter Brandschutzdienststelle | Landkreis Rostock |
| Heike Siefkes | Produktmanagerin | VdS Schadenverhütung GmbH |
| Stefan Kronenfeld | SGL VB | Feuerwehr Greifswald |
| Danielo Behm | SGL VB | Feuerwehr Neubrandenburg |
| Martin Riske | SB Vorbeugender Brandschutz | Landkreis Vorpommern-Rügen |
| Ralf Gesk | Abteilungsleiter VB | Feuerwehr Rostock |
| Christian Gläser | SGL baulicher Brandschutz | Feuerwehr Rostock |
| Dr. Ronald Richter | Abteilungsleiter VB | Branddirektion Karlsruhe |
| Oliver Gießen | Leiter Werkfeuerwehr | Bayer AG Berlin |

3.2 Übersicht über die Ergebnisse der Literatur- und Quellendokumentation

Für die im Kapitel 3.1 beschriebene Literatursuche wurden Fachdatenbanken und öffentliche Datenbanken verwendet. Der Schwerpunkt bei der Auswahl der Quellen lag auf der wissenschaftlichen und fachlichen Ausrichtung.

Fachinformationsstelle FIS

Fachbibliothek des BBK, die primär Literatur für den Zivil- und Katastrophenschutz, aber im Einzelfall auch für Brandschutzangelegenheiten vorhält.

Fachdokumentation „Brandschutzwesen“

Das KIT in Karlsruhe und das IBK Heyrothsberge betreiben eine gemeinsame Literaturdatenbank mit Schwerpunkt Brandschutzwesen.

Google

Beim US-Unternehmen handelt es sich um die größte, öffentliche, kostenlos zugängige Suchmaschine.

GoogleScholar

Ist eine von „Google“ abgewandelte Version für allgemeinwissenschaftliche Suchanfragen (*Google Scholar - Universitätsbibliothek der LMU - LMU München, 2024*).

Base

Die Base (Bielefeld Academic Search Engine) ist einer der größten Suchmaschinenbetreiber für wissenschaftliche Arbeiten (Sarman, 2023).

Tabelle 3 Darstellung Quellenauswahl (eigene Darstellung, 2024)

| Datenbank | Suchbegriff | Treffer |
|--------------------------------------|----------------------------------|---------|
| Fachinformationsstelle FIS | Gaslöschanlage | 0 |
| Fachdokumentation "Brandschutzwesen" | Gaslöschanlage | 112 |
| Fachdokumentation "Brandschutzwesen" | Gaslöschanlagen | 140 |
| Fachdokumentation "Brandschutzwesen" | Gaslöschanlagen Einsatz | 1 |
| GoogleScholar | Gaslöschanlage | 47 |
| GoogleScholar | Gaslöschanlagen | 97 |
| GoogleScholar | Gaslöschanlagen Einsatz | 614 |
| GoogleScholar | Sicherheit Gaslöschanlagen | 564 |
| GoogleScholar | Handlungshilfe Gaslöschanlage | 6 |
| Base | Gaslöschanlage | 0 |
| Base | Gaslöschanlagen Einsatz | 4 |
| Base | Sicherheit Gaslöschanlagen | 4 |
| Base | Handlungshilfe Gaslöschanlage | 0 |
| Google | Gaslöschanlage | 10200 |
| Google | Gaslöschanlagen | 30000 |
| Google | Gaslöschanlagen Einsatz | 86500 |
| Google | Einsatz Gaslöschanlage | 116000 |
| Google | Handlungshilfe Gaslöschanlage | 28300 |
| Google | Auslösung Gaslöschanlage | 52700 |
| Google | Feuerwehr Gaslöschanlage | 66600 |

3.3 Kriterien der Literatur- und Quellenauswahl

Im Rahmen einer systematischen Suche und Bewertung wurden die Daten identifiziert, analysiert und bewertet. Dabei wurde häufig eine Dopplung der Ergebnisse festgestellt. Suchergebnisse mit einer Doppelung wurden nicht einbezogen.

Es wurden sowohl Primär- als auch Sekundärquellen verwendet. Bei der Auswahl von Quellen wurden Veröffentlichungen von öffentlichen- und behördlichen Trägern bevorzugt. Aufgrund der geringen Trefferzahl konnten jedoch nicht nur ausschließlich diese verwendet werden. In den Bereichen Löschgase und Anlagentechnik wurden auch Publikationen von bekannten Herstellern wie ... herangezogen.

Die verwendeten Quellen wurden auf Quantität und Qualität sowie auf die Angaben zu Autor, Titel, Verlag, zeitlicher Veröffentlichung und Überarbeitung hin geprüft und sowohl mit Experten referenziert und ausgewertet.

3.4 Zusammenfassende Beschreibung der ausgewählten Literatur und Quellen

Für die Beschaffung von Informationen dienten sowohl Primär- und Sekundärquellen. Für Berichte mit dem Schwerpunkt Erfahrung von Einsätzen mit Gaslöschanlagen war die Anzahl der ausgewählten Publikationen einstellig, was die Nutzung von Sekundärquellen erforderte. Diese konnten aber mithilfe von Experten validiert und zur weiteren Verwendung in den Kontext gesetzt werden. So konnte eine multiperspektivische Auswahl von Merkblättern, Richtlinien, Lehrunterlagen, Fachartikeln und Händlerbroschüren verwendet werden.

Literatur und Quellenverzeichnis

- 3M Deutschland GmbH. *Brandschutz mit Rücksicht auf die Umwelt* [Pressemitteilung].
<https://multimedia.3m.com/mws/media/567504O/protection-that-respects-the-environment.pdf>
- Accuro Brandschutzanlagen GmbH. (2024, 2. April). *Gaslöschanlagen werden dort eingesetzt wo Wasser, Schaum oder Pulverlöschanlagen nicht zielführend sind.*
<https://accuro.at/de/loesungen/gasloeschanlagen>
- AGBF NRW / IdF NRW / LFV NRW – Münster 2008. CO2-Löschanlagen Hinweise für den Einsatzdienst.
https://www.idf.nrw.de/aktuelles/dokumente/20081104_co2_loeschanlagen.pdf
- BauNetz. (2024, 15. Juni). *Sonderlöschanlagen | Brandschutz | Löschanlagen/-mittel | Baunetz_Wissen.*
BauNetz. <https://www.baunetzwissen.de/brandschutz/fachwissen/loeschanlagen--mittel/sonderloeschanlagen-4128169>
- BG RCI. (2024, 28. April). *Gefahr durch Sauerstoff-anreicherung - BG RCI.*
<https://www.bgrci.de/fachwissen-portal/themenspektrum/gefahrstoffe/gefahrstoffinformationen/inhalte-gefahrstoffinformationen/gefahr-durch-sauerstoffanreicherung>
- Bundesverband Technischer Brandschutz e.V. (2024, 7. April). *Gemeldete Löscherfolge durch Spezial-Löschanlagen im Jahr 2023 unterteilt nach Branchen.*
<https://www.bvfa.de/33/aktuelles/statistiken/loescherfolge/>
- Büscher, M. (2021). Gestaltungsrichtlinie der Feuerwehr Schwerte.
https://www.schwerte.de/fileadmin/RUBRIK/VERWALTUNG/37/37_VB_Feuerwehrplaene_Schwerter.pdf
- bvfa - Bundesverband Technischer Brandschutz e.V. (2024, 14. April). *Kohlendioxid-Löschanlagen.*
<https://www.bvfa.de/142/technischer-brandschutz/stationaere-loeschtechnik/spezial-löschanlagen/kohlendioxid-loeschanlagen/>
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (2018). DGUV Information 205-026 „Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Einsatz von Feuerlöschanlagen mit Löschgasen“.
<https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/3248>
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (2019). Einsatz von Kohlendioxid (Co2)-Feuerlöschern in Räumen DGUV Information 205-034. *DGUV Information 205-034.* https://www.uv-bund-bahn.de/fileadmin/user_upload/205-034.pdf
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (2020, Mai). DGUV Information 205-035 „Hygiene und Kontaminationsvermeidung bei der Feuerwehr“.
<https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/3730>
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (2022, Juni). DGUV Grundsatz 313-002 „Auswahl, Ausbildung und Beauftragung von Fachkundigen zum Freimessen nach DGUV Regel 113-004“.
<https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/92>
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. Vorbemerkung. In *DGUV Information 205-026* (S. 6).
- Dipl.-Wirt.-Ing.(FH) Günter Knopf. (2024, 2. April). *Stickstoffnertisierung.* <https://www.brandschutz-knopf.de/loeschverfahren/stickstoffnertisierung/>
- VERORDNUNG (EU) Nr. 744/2010 DER KOMMISSION vom 18. August 2010 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1005/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen, in Bezug auf die kritischen Verwendungszwecke von Halonen L 218/2 -L 218/3 (2009). <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:218:0002:0008:DE:PDF>
- Google Scholar - Universitätsbibliothek der LMU - LMU München. (2024, 31. Mai). <https://www.ub.uni-muenchen.de/suchen/google-scholar/index.html>
- <http://www.kreios.lu>, K. (2024, 27. April). *Schrank-schutz Löschanlage | CPS 1230 System - Minimax.*
<https://www.minimax.com/de/de/technologies/compact-suppression-systems/cps-1230-cabinet-protection-systems/>
- Kreios, Minimax GmbH. (2024, 15. Juni). *Gaslöschanlagen | Löschen ohne Rückstände - Minimax.*
<https://www.minimax.com/de/de/technologies/gas-based-suppression-systems/>
- Ochrony Danych. FM200 – HFC 227. <https://www.gwsprinkler.pl/de/produkte/anlagen-fuer-gasloeschen/fm200/>
- RM Rudolf Müller Medien GmbH & KG, Co. (2024, 27. April). *Brandmeldetechnik und Alarmierung | Online-Fachtagung.* <https://www.feuertrutz.de/termine/brandmeldetechnik-und-alarmierung-2023>

- Rosenbauer Brandschutz. (2024, 31. Mai). *CO2-Löschanlagen – Schutz mit Kohlendioxyd – Rosenbauer Brandschutz*. <https://gs-brandschutz.de/co2-feuerloeschanlagen/>
- Sarman, M. (25. Mai 2023). Alternative Suchmaschinen 4: guenstiger.de, fragFINN und BASE. *ABAKUS Internet Marketing GmbH*. <https://www.abakus-internet-marketing.de/wissen/seo-blog/online-marketing/alternative-suchmaschinen-4-guenstiger-de-fragfinn-und-base>
- Stolbrink, Grabinger Stein, Deckers (01/2009). Kohlenstoffdioxid-Löschanlage: Hinweise für den Einsatzdienst. *Brandschutz*, 01/2009, S. 5–11.
- Umweltbundesamt. (2024, 29. Mai). *EU-Verordnung über fluorierte Treibhausgase*. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/fluorierte-treibhausgase-fckw/rechtliche-regelungen/eu-verordnung-ueber-fluorierte-treibhausgase#VO2024573>
- VdS Schadenverhütung GmbH (2013-07). *Gaslöschsysteme, Anforderungen und Prüfmethoden: Systeme Anforderungen und Prüfmethoden* (VdS VdS 2454). VdS Schadenverhütung GmbH. <https://shop.vds.de/download/vds-2454>

Anhang A Merkhilfe**MERKHILFE GASLÖSCHANLAGEN****EINSATZ-
VORBEREITUNG**

- Feuerwehr hat Kenntnis über eine Gaslöschanlage (gefordert nach DGUV Information 205-026)
- Feuerwehrplan vorhanden, zum Beispiel nach DIN 14095 und/oder eigener Richtlinie?
- Angaben im Feuerwehrplan über:
 - Druckentlastungen
 - einzelne Löschbereiche und Gefahrenbereiche
 - Angaben über Art und Menge des Löschgases
- Gaswarngerät mit entsprechenden Sensoren vorhanden (Achtung O₂ alleine nur bedingt aussagefähig)

**ANFAHRT**

- Feuerwehrplan vorhanden?
 - *Menge und Art des Löschmittel?*
 - *Löschbereiche?*
 - *Ort der Druckentlastungsklappen, sofern vorhanden?*
 - *weitere Öffnungen und Zugänge besondere Informationen*
- Gaswarngerät eingeschalten?
- Umluftunabhängigen Atemschutz angelegt?
- Aufstell- und Bewegungsfläche auf Windrichtung und Geländetopografie geprüft?
- Einsatzkräfte informiert?

| Lösungsgas | Chem. Formel | Löscheffekt | Wirkung auf den Menschen | Dicht bei 20°C und 1,013 Bar | Anwendung in Vol.-% | NOAEL in Vol.-% |
|---------------------------|--|--------------|--|------------------------------|---------------------|-------------------|
| Kohlendioxid (IG 100) | CO ₂ | Stickeffekt | Blut- und Nervengift ab 5 Vol.-% schädlich | 1,84 kg/m ³ | >30 | 5,0 |
| Stickstoff (IG 01) | N ₂ | Stickeffekt | erstickend | 1,165 kg/m ³ | >33 | 43,0 ^a |
| Argon (IG 01) | Ar | Stickeffekt | erstickend | 1,662 kg/m ³ | >33 | 43,0 ^a |
| Inergen (IG 541) | N ₂ 52% Ar 40% CO ₂ 8% | Stickeffekt | erstickend | 1,418 kg/m ³ | >33 | 43,0 ^a |
| FM 200 (HFC227ea) | C ₃ H ₆ | Antikatalyse | unbedenklich | 7,283 kg/m ³ | 7-9 | 9,0 |
| Novec 1230 (FK-5-1-12) | C ₆ F ₁₂ O | Antikatalyse | unbedenklich | 13,908 kg/m ³ | 4-6 | 10,0 |

NOAEL: Höchste Konzentration, ohne schädliche Wirkung

^a: entspricht 12 Vol.-% Sauerstoff

ERKUNDUNG/ EINSATZ**ACHTUNG**

- LÖSCHGAS kann UNSICHTBAR und GERUCHLOS sein, ATEM SCHUTZ oder GASWARNERÄT NOTWENDIG!**
- mögliche Anmarschwege zum FIBS und Co. können mit Lösungsgas kontaminiert sein!
- kurzzeitige Raumtemperaturen bis -80°C möglich!
- Sicht einschränkungen aufgrund von Nebelbildung (Kondensat) möglich!
- Kommunikationsprobleme aufgrund von Warnsignalen und ausströmenden Lösungsgas möglich!
- Öffnungen schließen, um ein ungewolltes Entweichen des Lösungsgases zu verhindern!
- Warnsignal erst Ausschalten, sofern der Bereich sicher ist oder mit dem Betreiber über Sicherungsmöglichkeiten gesprochen wurde.
- Umgebung der Druckentlastungen auf Personen und Lösungsgaskonzentration prüfen!

ABSCHLUSS

- Nachbarräume auf austretendes Lösungsgas geprüft?
- "Freimessen" obliegt Personen mit spezieller Fachexpertise nach DGUV-Grundsatz 313-002 sowie der DGUV 113-004!
- Kontamination der Einsatzkleidung mit Lösungsgas beachten, Lösungsgas entweicht langsam aus der Kleidung!
- Übergabe an den Betreiber oder Eigentümer?

Anhang B Informationen zu Klassen nach DGUV 2018

Klasse I

Löschgaskonzentration bis NOAEL ($LGK \leq NOAEL$) und Sauerstoffkonzentration über 12 % ($O_2 \geq 12$ Vol.-%)

Klasse II

Löschgaskonzentration zwischen NOAEL und LOAEL ($NOAEL < LGK \leq LOAEL$) und Sauerstoffkonzentration über 10 % ($O_2 \geq 10$ Vol.-%)

Klasse III

Löschgaskonzentration über LOAEL und unter lebensbedrohlicher Konzentration ($LOAEL < LGK < LBK$) und

Sauerstoffkonzentration über 8 %
($O_2 \geq 8$ Vol.-%)

Klasse IV

Löschgaskonzentration in und über lebensbedrohlicher Konzentration ($LGK \geq LBK$) und/oder

Sauerstoffkonzentration unter 8 %
($O_2 < 8$ Vol.-%).

Die Konzentrationen der einzelnen Löschgase sind dem Anhang 2 zu entnehmen.

Liegen für Löschgase oder Gasgemische keine Daten für die Einstufungen nach Anhang 2 vor, sind diese Daten durch die errichtende Person der Löschanlage bereitzustellen.

| Alarmierungsart 1 Alar- mierungsart 2 | Ungesichert elektrisch | Gesichert elektrisch | Einfach pneumatisch | Gesichert pneumatisch |
|---|-------------------------------------|--|------------------------|--------------------------|
| Ungesichert elektrisch | NZ | | | |
| Gesichert elektrisch | GK III: Z GK IV: Z ³⁾ | GK III: Z ²⁾ GK IV: Z ^{2) 3)} | | |
| Einfach pneumatisch | GK III: Z GK IV: NZ | Z | Z ¹⁾ | |
| Gesichert pneumatisch | GK III: Z GK IV: Z ³⁾ | Z | Z ¹⁾ | Z ¹⁾ |

Z: zulässig NZ: nicht zulässig GK: Gefährdungsklasse

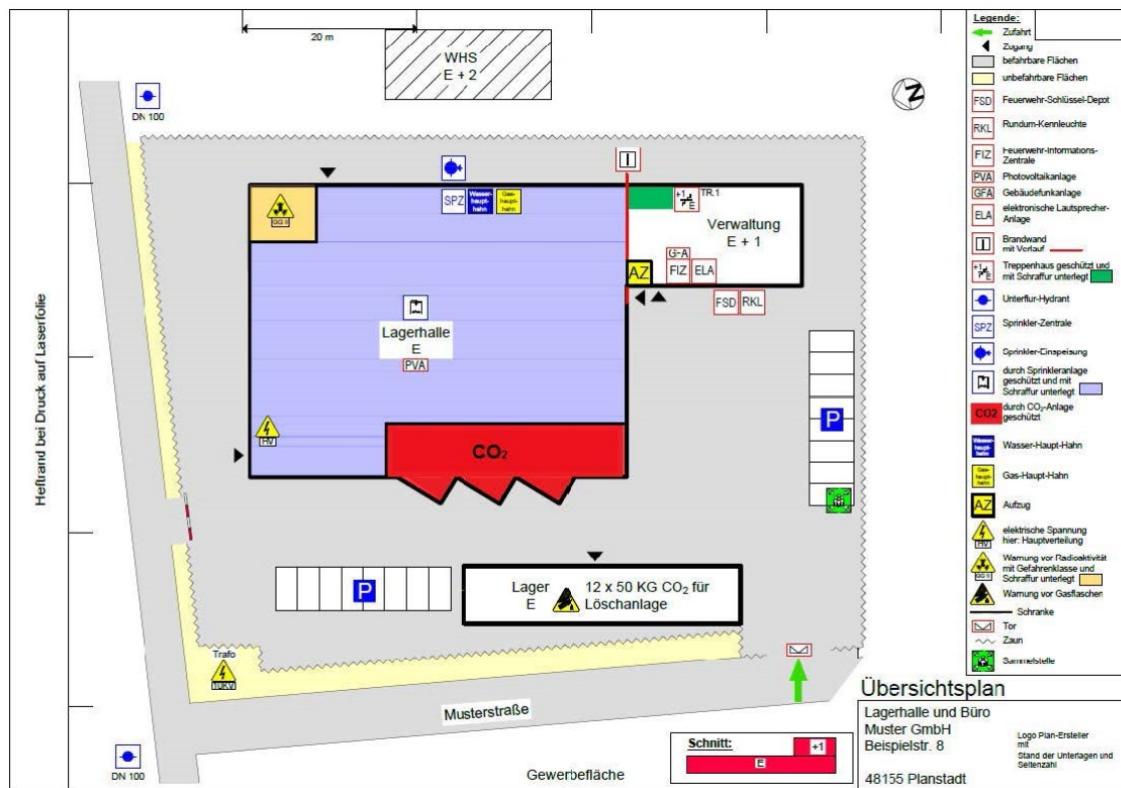
¹⁾ Die Forderung nach separaten Energiequellen entfällt bei Einsatz von zwei pneumatischen Alarmierungseinrichtungen in CO₂-Niederdrucklöschanlagen, wenn beide Alarmierungseinrichtungen aus dem Löschgasbehälter versorgt werden.

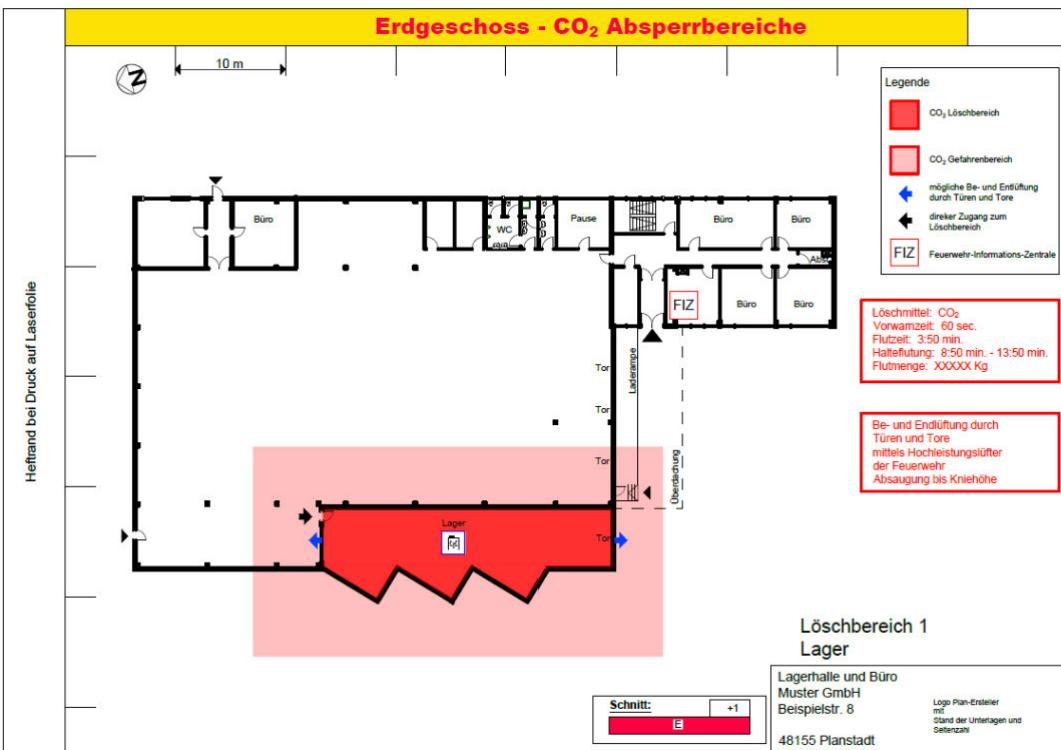
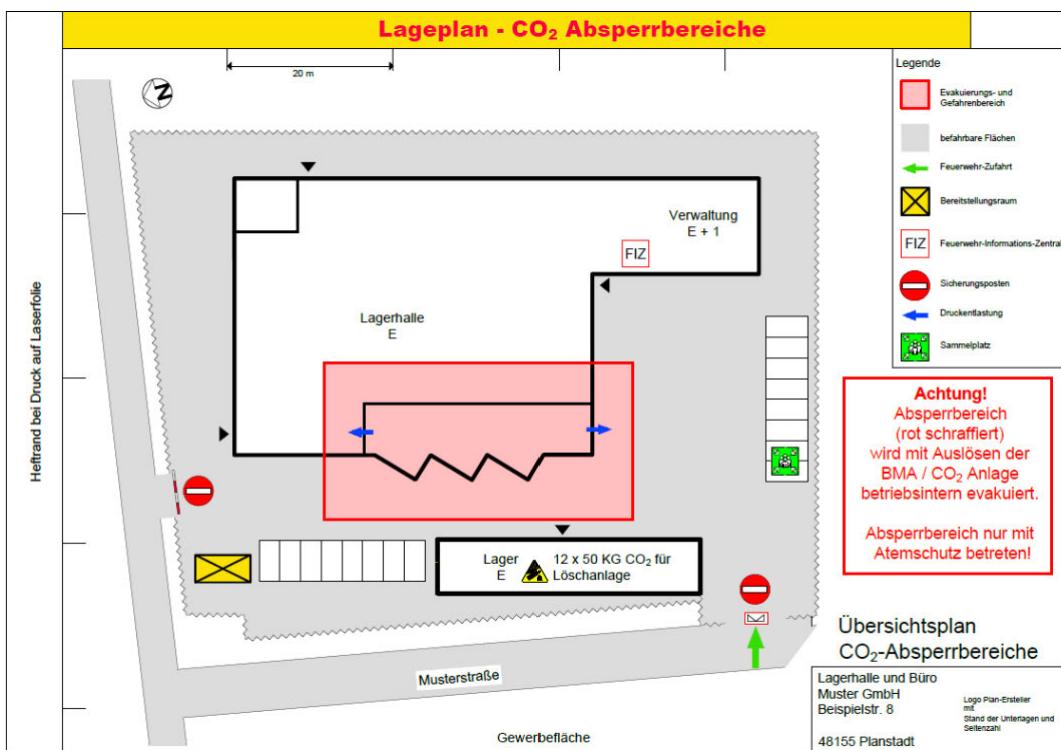
²⁾ Die Forderung nach separaten Energiequellen entfällt bei Einsatz von zwei gesicherten elektrischen Alarmierungseinrichtungen.

³⁾ Nur zulässig, wenn Branderkennung und Steuerung ausschließlich mechanisch oder pneumatisch erfolgen.

Anhang C Beispiel Feuerwehrplan

Quelle: (Büscher, 2021)







Ausbildung für das zweite Einstiegsamt der Laufbahnguppe 2 des feuerwehrtechnischen Dienstes

Eidesstattliche Eigenständigkeitserklärung

Datum: 22.06.2024

Name: Sven Scharschmidt

Thema der Facharbeit:

Fertigen Sie einen Fachartikel, in dem Sie eine Merkhilfe für Feuerwehrführungskräfte für den Einsatz im Zusammenhang mit Gaslöschanlagen entwickeln. Berücksichtigen Sie dabei insbesondere folgende Fragestellungen:

Was ist beim Vorgehen in mit Gaslöschanlagen geschützten Gebäudeteilen zu beachten? Welche Einflussmöglichkeiten hat die Feuerwehr? Was ist beim Verlassen der Einsatzstelle zu beachten?

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Facharbeit selbstständig angefertigt habe. Es wurden nur die in der Arbeit explizit benannten Quellen und Hilfsmittel benutzt. Wörtlich oder sinngemäß übernommenes Gedankengut habe ich als solches kenntlich gemacht. Diese Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form ganz oder teilweise noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

Bruchsal, 22.06.2024

Ort, Datum

