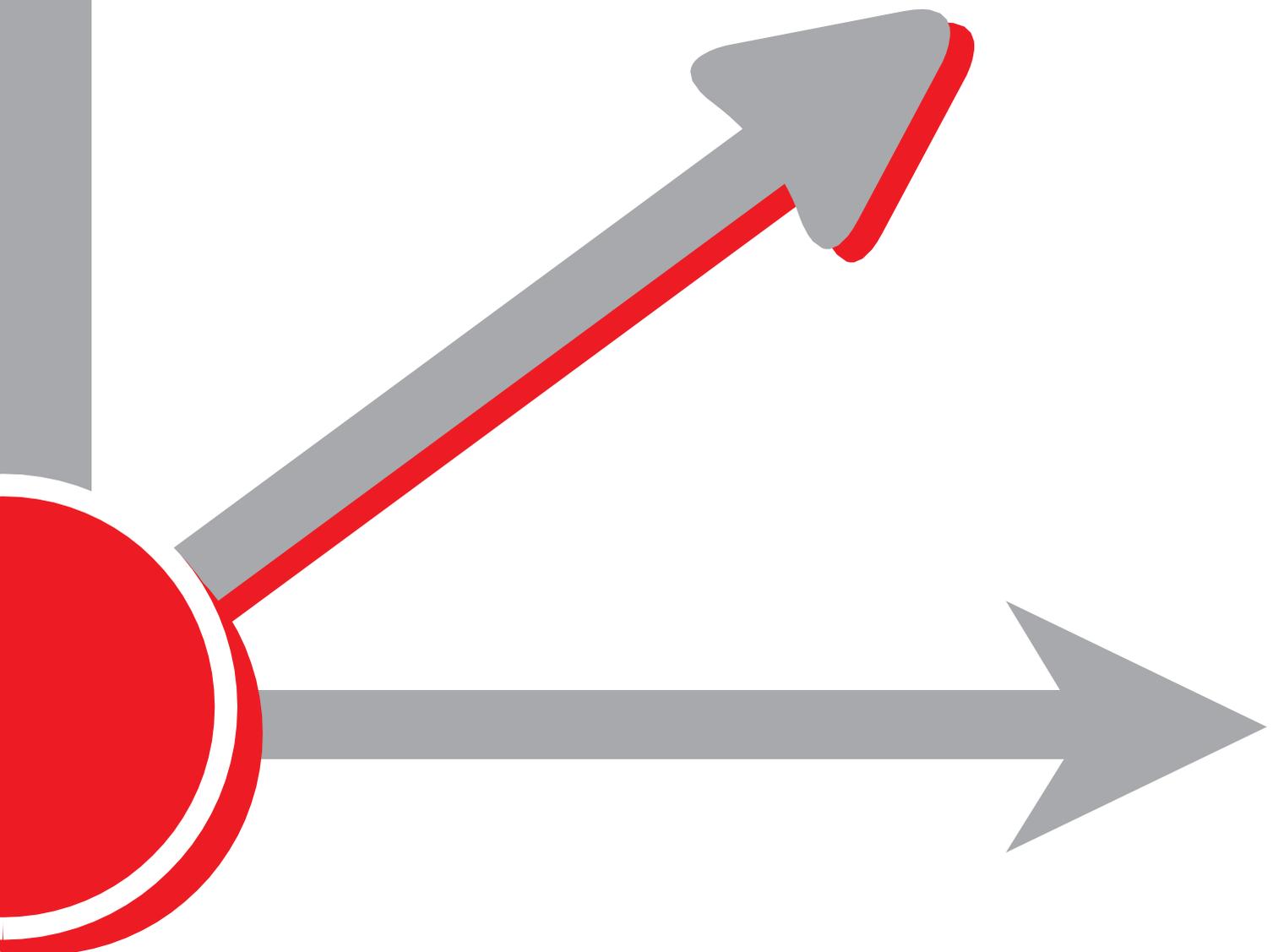


Leitfaden zu den

**Auswirkungen hoher Luftströmung und
Heiß-/Kaltgang-Einhausung auf die
Leistung von Gaslöschanlagen in
Rechenzentren**



Änderungsübersicht

Date	Rev #	Paragraph / Page	Change
9. September 2024	1.0	Team	1. Endfassung (Sprache: EN)

VORWORT

Dieser Leitfaden ist als allgemeine Orientierungshilfe gedacht und ersetzt nicht eine ausführliche Beratung unter bestimmten Umständen. Obwohl bei der Zusammenstellung und Vorbereitung dieser Publikation mit großer Sorgfalt vorgegangen wurde, um die Richtigkeit zu gewährleisten, kann Euralarm unter keinen Umständen die Verantwortung für Fehler, Auslassungen oder erteilte Ratschläge oder für Verluste übernehmen, die durch das Vertrauen auf die in dieser Publikation enthaltenen Informationen entstehen.

HAFTUNGSAUSSCHLUSS

Dieses Dokument dient ausschließlich der Information der Euralarm-Mitglieder und gegebenenfalls ihrer Mitglieder über den Stand der Dinge in diesem Bereich. Obwohl alle Anstrengungen unternommen wurden, um seine Genauigkeit zu gewährleisten, sollten sich die Leser nicht auf seine Vollständigkeit oder Korrektheit verlassen und es nicht als Rechtsauslegung verwenden. Euralarm übernimmt keine Haftung für die Bereitstellung falscher oder unvollständiger Informationen.

Hinweis: Die englische Version dieses Dokuments SC-EXT-139 ist das genehmigte Euralarm-Referenzdokument.

Copyright Euralarm

© 2024, Zug, Schweiz

Euralarm • Gubelstrasse 11 • CH-6300 Zug • Schweiz

E: secretariat@euralarm.org

W: www.euralarm.org

1. Einleitung.....	3
2. Umfang	4
3. Kernaussagen des Berichts	4
4. Luftstrom.....	5
5. Genehmigungen und zuständige Behörden.....	5
6. Standardisierte Düsenpositionierung.....	6
7. Schlussfolgerungen	7
8. Quellenverzeichnis.....	8

1. Einleitung

Der von der National Fire Protection Association (NFPA) Fire Protection Research Foundation (FPRF) initiierte [Forschungsbericht](#) „Effect of High Airflow and Aisle Containment on Clean Agent System Performance in Data Centers“ („Auswirkungen hoher Luftströmung und Gangeinhausung auf die Leistung von Gaslöschanlagen in Rechenzentren“) der Fire Suppression Systems Association (FSSA) und der Fire Industry Association (FIA), im Folgenden kurz als „Bericht“ bezeichnet, sollte untersuchen, ob die kontinuierliche Bewegung von Luft, wie sie in Kühlsystemen häufig vorherrscht, Auswirkungen auf das Brandschutzsystem hat, und ob diese vorteilhaft oder nachteilig sind.

Dieser Euralarm-Leitfaden soll die Interpretation und praktische Anwendung des Berichts für den europäischen Markt erleichtern und die Schlussfolgerungen am Ende des Berichts ergänzen.

Grundsätzlich beziehen sich die meisten Brandschutzvorschriften auf den Schutz von Leben. Der Schutz von Eigentum steht jedoch auch im Fokus von Unternehmen, da die Verfügbarkeit eines Dienstes heutzutage oft untrennbar damit verbunden ist. Der Schutz informationstechnischer Geräte (IT-Equipment) vor Feuer bei gleichzeitiger Sicherstellung des laufenden IT-Betriebs ist von größter Bedeutung. Vollständig flutende, Gasfeuerlöschsysteme, auch Clean Agent Löschanlagen genannt, werden daher eingesetzt, um dieses kritische IT-Equipment zu schützen.

Das exponentielle Wachstum der Datenmenge erfordert mehr Verarbeitungsleistung und mehr Bandbreite, um die ständig steigende Nachfrage nach Rechenkapazität weltweit zu befriedigen. Diese steigende Nachfrage bringt Herausforderungen in Bezug auf die Wärmeentwicklung mit sich. Obwohl Chips und Prozessoren immer toleranter werden, hat sich auch die Wärmeabgabe erhöht und damit die Nachfrage nach verbesserter und effizienterer Kühlung. Heutzutage sind Rechenzentren ganz anders konzipiert und konstruiert als früher, als diese Brandschutzsysteme ihren Ursprung hatten, und verfügen nun über eine gezielte Luftströmung über bestimmte Wege, anstatt nur allgemein in und um den geschützten Raum.

Da sich die Gestaltung des Weißraums - des Bereichs innerhalb eines Rechenzentrums, in dem IT-Geräte arbeiten - deutlich verändert hat, musste eine Bewertung der Auswirkungen auf das Brandschutzsystem vorgenommen werden.

2. Umfang

Dieser Leitfaden richtet sich an Entwickler von Feuerlöschsystemen, IT-Manager und Datacenter-Betreiber.

Es wurde erforscht, wie sich ein hoher Luftstrom und moderne Kühlmethode auf die Wirksamkeit einer Gasfeuerlöschanlage auswirken können.

Dieser Leitfaden soll die wichtigsten Punkte dieser Forschungsarbeiten erläutern, dem Leser einen Wegweiser an die Hand geben - falls mehr Details erforderlich sind - und praktische Anwendungen erörtern, die sich aus den Ergebnissen ergeben könnten.

Dieser Leitfaden und der Bericht schließen eine Diskussion über die Wahl des Löschmittels aus.

Dieser Leitfaden und der Bericht befassen sich ausschließlich mit dem Einsatz eines Löschsystems - nach der Erkennung eines Brandereignisses - und nicht mit den Auswirkungen des Luftstroms auf die Erkennung.

Dieser Leitfaden entbindet die Beteiligten, die den Bericht nutzen, nicht von der Notwendigkeit, sich vollumfänglich mit darin beschriebenen Tests und Ergebnissen vertraut zu machen, um den Systementwickler kritisch zu hinterfragen und so ein belastbares Ergebnis zu gewährleisten.



NOTE: Gasfeuerlöschsysteme, die in Datacenter-Anwendungen eingesetzt werden, haben sich unter der Prämisse der frühzeitigen Erkennung und sofortigen Auslösung entwickelt, idealerweise in den Anfangsstadien der Brandentwicklung, damit nur minimale Schäden oder Beeinträchtigungen entstehen. Die Bedeutung des schnellen Aufbaus einer Löschkonzentration auf das kritische Objekt kann nicht unterschätzt werden. Verzögerungen können sich negativ auswirken, sei es durch ein Versagen des Kühlsystems oder durch die Konstruktion, was die Freisetzung und Konzentrationsaufbau des Löschmittels beeinträchtigt, was sich wiederum auf die Löscheinleistung und damit auf die Sicherheit von Menschen auswirken kann. Darüber hinaus wird die Sicherheit von Menschen in diesem Dokument nicht berücksichtigt. Ein Systemdesigner sollte die Nähe der Löschmitteldüsen zu Personen in einem Raum berücksichtigen, z.B. wenn sie innerhalb eines Ganges installiert sind.

3. Kernaussagen des Berichts

Der Bericht umfasst insgesamt 44 Seiten. Um die Lektüre dieses Leitfadens zu erleichtern, zitieren wir die Seitenzahl des Berichts in Kursivschrift; die achte Seite der PDF-Datei ist Seite 1 von 38 des Berichts. Seite *i* enthält eine Zusammenfassung, Seite *ii* Hintergrundinformationen, und Seiten 36 und 37 enthalten Schlussfolgerungen.

Im Folgenden finden Sie Hinweise auf bestimmte relevante Informationen im Bericht:

- Seite 2 beschreibt die Anordnung: ein nominales Volumen von 206 m³ mit zwei Reihen von Server-Racks, um eine Gangeinhausung zu simulieren. Boden- und Deckenhohlräume sind vorhanden und wurden genutzt oder nicht genutzt, um einen Warmgang zu simulieren, bei dem der Raum direkt von der Klimatisierungsanlage (Computer Room Air Handling Unit - CRAH/AHU) gekühlt wird und die IT-Abwärme in den Gang zwischen den Server-Racks abgeleitet wird, bzw. ein Kaltgang-Szenario, bei dem der ~460 mm tiefe Bodenhohlraum als Versorgungsplenium für die Kältezufuhr zwischen und dann durch die Server-Racks genutzt wird, wobei die Abwärme dann in den Raum abgeleitet wird.
- Auf den Seiten 3 und 4 finden Sie einen bemaßten Schnitt und ein Foto.
- Auf den Seiten 7 und 8 finden Sie die Mess-Orte für die Kalt- und Warmgangtests.
- - Seite 9, Abschnitt 3.3 legt die Kriterien für das Bestehen/Nichtbestehen fest. Ein Ergebnis gilt als akzeptabel, wenn die Zielkonzentration von 95% an allen relevanten Messpunkten innerhalb von 2 Minuten nach Ende der Löschmittelflutung erreicht wird. Beispiele finden Sie auf den Seiten 10-12. Auf Seite 13 finden Sie Beispiele für ein inakzeptables Ergebnis.

- Auf den Seiten 14 und 23 ist der Luftstrom dargestellt, unmittelbar vor den Ergebnissen der einzelnen Testreihen.
- Auf den Seiten 15 und 16 sind die Ergebnisse der Kaltgangkonfigurationen in Abhängigkeit von der Art des Löschmittels und der Luftgeschwindigkeit tabellarisch dargestellt, zusammen mit den Stellen, an denen Düsen installiert oder nicht installiert waren [Tabelle 1]. Auf Seite 25 finden Sie dasselbe für die Warmgangkonfigurationen [Tabelle 2].

4. Luftstrom

Aus vielen Gründen war es früher üblich, dass ein Brandschutzsystem die Kühlung/Luftbewegung unterbricht.

Die meisten Tests für Produkt- und Systemzulassungen wurden und werden ohne Luftbewegung durchgeführt.

Heutzutage ist es selten möglich, die Luft zu verlangsamen oder zu beruhigen, auch nicht vorübergehend, da die IT-Geräte schnell überhitzen. Wenn also eine fortgesetzte Kühlung erforderlich und ein höherer Luftstrom wahrscheinlich ist, war es wichtig, die Auswirkungen auf das Brandschutzsystem zu verstehen.

Es gibt keine allgemeingültige Definition für einen 'hohen Luftstrom', und der Bericht untersucht keinen spezifischen Wert oder Schwellenwert dafür; er wird sich je nach Art der Luftführung ändern. Der Bericht geht davon aus, dass das CRAH-Lüftungsgerät noch nicht in Betrieb ist und dann mit verschiedenen Geschwindigkeiten läuft, wobei der Luftwechsel pro Stunde (air changes per hour - "ACH") gemessen wird.

Effektiv entsprechen 60 ACH der gesamten Luft, die in einer Minute eine volle Umdrehung durch den geschützten Raum rotiert, 30 ACH benötigen zwei Minuten und 15 ACH vier Minuten, während die typische Löszeit für Halogenkohlenwasserstoffe 10 Sekunden und für Inertgase 1 oder 2 Minuten beträgt.

Die in dem Bericht verwendeten inkrementellen ACH sollten daher als Indikator für einige der heute wahrscheinlich verwendeten Kühlsysteme dienen. Dies kann einen gewissen Vergleich ermöglichen, aber es war nicht beabsichtigt, eine Interpolation zuzulassen. In ähnlicher Weise wurde in dem Bericht untersucht, ob eine Lüftungsanlage ein schlechtes Design einer Löschanlage kompensieren könnte.

Der Bericht umfasst keine unterschiedlichen Volumina von Rechenzentren, so dass es keine Schlussfolgerungen bezüglich der Skalierung gibt.

5. Genehmigungen und zuständige Behörden

Es gibt deutliche Unterschiede zwischen den Vereinigten Staaten und Europa. Die Akzeptanz einer praktischen Anwendung der Untersuchungsergebnisse kann regional unterschiedlich sein. Dies hängt mit der Einstellung zur Haftung und dem Ermessensspielraum zusammen, den eine zuständige Behörde (authority having jurisdiction - "AHJ") zulässt, gewährt oder anwendet. In Teilen Europas wird eine maßgeschneiderte Lösung möglicherweise nicht abgelehnt, selbst wenn die tatsächliche Anwendung nicht nachgewiesen wurde, während dies in den USA weniger wahrscheinlich ist.

Die Durchsetzung amerikanischer Vorschriften (z.B. Aufsichtsbehörden, Bauprüfer, Planprüfer, Bauaufsichtsbeamte) erwartet die vollständige Einhaltung der Vorschriften bei Verwendung eines zugelassenen Produkts und Systems, z.B. gemäß UL 2166, wie in den Schlussfolgerungen auf den Seiten 36 und 37 betont wird.

Im Gegensatz dazu sind die europäischen Normen für die Systemauslegung, wie z.B. EN 15004-1, oft freiwillig. Europäische Aufsichtsbehörden verfügen daher möglicherweise über mehr Flexibilität, die es den Beteiligten ermöglicht, die Ergebnisse des Berichts besser zu nutzen. So wird beispielsweise ein kundenspezifischer Ansatz, der detailliert und dokumentiert und von allen Parteien akzeptiert wird, als „vereinbarte Variante“ in der Systemzertifizierung vermerkt.

Allerdings muss man die Anforderungen einer bestimmten Region, eines Kunden, eines Interessenvertreters und eines Versicherers kennen und sorgfältig prüfen. Als Beispiel dafür können die folgenden Anforderungen an Düsen dienen.

6. Standardisierte Düsenpositionierung

Für den Regelfall, d.h. in ruhender Luft, werden die Bedingungen für die Positionierung der Düsen in den Standards definiert und/oder durch Tests verifiziert. Es gibt Ähnlichkeiten zwischen den verschiedenen Standards, aber Nuancen können in einer Gerichtsbarkeit erlauben, was in einer anderen verboten ist. In einigen Fällen gelten sehr strikte, detaillierte Vorschriften, in anderen sind die Normen eher leistungs- oder ergebnisorientiert.

	EN 15004 / ISO 14520	VdS / CEA	NFPA 2001
Auswahl und Position	Art, Anzahl und Platzierung müssen so gewählt werden, dass die Auslegungskonzentration in allen Teilen der Einhausung erreicht wird. Die Düsen müssen zugelassen sein und unter Berücksichtigung der Geometrie der Einhausung platziert werden.	Die Düsen sind so anzuordnen, dass eine homogene Löschkonzentration erreicht wird.	Die Auslassdüsen müssen für den vorgesehenen Verwendungszweck zugelassen sein. Die Düsen müssen so installiert werden, dass sie frei von Hindernissen sind, die die ordnungsgemäße Verteilung des ausgestoßenen Löschmittels gemäß der Installations- und Wartungsanleitung des Herstellers beeinträchtigen könnten. Jeder zu schützende Räume, jedes zu schützende Volumen und jeder zu schützende erhöhte oder abgesenkte Boden muss mit Düsen ausgestattet sein.
Abdeckungsbereich	Die Düsen müssen für den vorgesehenen Verwendungszweck geeignet sein und hinsichtlich der Ausstoßcharakteristik, einschließlich der Flächenabdeckung und Höhenbegrenzungen, zugelassen sein.	Die maximal abgedeckte Fläche darf 30 m ² pro Düse nicht überschreiten. Wenn der geschützte Raum höher als 5 m ist, ist eine oder mehrere zusätzliche Düsen auf Zwischenebenen vorzusehen.	Zu den Bewertungskriterien gehören Fließeigenschaften, Flächenabdeckung, Höhenbegrenzungen und Mindestdrücke. Die maximale Flächendeckung und die Mindest- und Maximalwerte für die Höhe des geschützten Bereichs müssen nachgewiesen und angewendet werden.

Darüber hinaus bestehen seitens VdS/CEA zusätzliche Anforderungen: einige allgemeine, andere spezifisch für die Art des Mittels.

	VdS 2381 / CEA 4045 (halogenierte Kohlenwasserstoffe)	VdS 2380 / CEA 4008 (Inerte Gase)
IT-Equipment	Bei einer unzureichenden Verteilung des Löschmittels innerhalb der EDV-Anlage ist zusätzlich zur Vollflutung ein lokales Schutzsystem mit einem anderen Löschmittel* zu installieren.	Bei einer unzureichenden Verteilung des Löschmittels innerhalb der EDV-Anlage ist neben der vollständigen Flutung auch eine lokale Absicherung gemäß Anhang A.2 zu realisieren.
Zusätzliche Düsenanforderungen	Bei FK-5-1-12 muss ein Bereich um die Düse mit einem Radius von 0,2 m frei bleiben. In Strahlrichtung jeder Düsenöffnung ist über die gesamte Verdunstungsstrecke ein Zylinder mit einem Durchmesser von 10 % der Verdunstungsstrecke freizuhalten. Nur einzelne Objekte mit einem kleinen Querschnitt sind zulässig.	
Kalt-/Warmgang-Einhausung	Der Raum, der Zwischenboden, die Zwischendecke und die Sicherheitsbereiche müssen mit einer ausreichenden Anzahl von Düsen für den homogenen Konzentrationsaufbau ausgestattet sein. Alternativ kann der VdS ein Nachweis über die erforderliche Verteilung des Löschmittels vorgelegt werden. Unter bestimmten Bedingungen sind im Sicherheitsbereich keine Löschdüsen erforderlich. Anforderungen an die Klimatechnik: Redundante Ausführung der Klimatechnik; Notstromversorgung der Klimatechnik; Funktionserhalt über einen Zeitraum von mindestens 30 Minuten; die Klimatechnik ist unmittelbar nach Ende der Ausströmzeit abzuschalten; Signalaustausch (z. B. Störung und Betrieb) zwischen Klima- und Feuerlöschanlage.	
Besonderheiten	Es kann zu negativen Auswirkungen auf die IT-Hardware kommen, die durch Effekte wie Schalldruck oder Frequenz von Alarmgeräten verursacht werden. Mögliche Maßnahmen zur Reduzierung dieser Effekte können sein: Schalldruck; Absorber an der Düse; Schalldruckabsorber an den pneumatischen Alarmgeräten; angemessene Einhausung der IT-Geräte mit schallabsorbierender Wirkung; angemessene Verwendung anderer Festplatten (z. B. SSD); bauliche Maßnahmen zur Schalldämmung.	

* Beachten Sie, dass die meisten Standards das Mischen verschiedener Wirkstoffe innerhalb desselben Schutzbereichs nicht zulassen.

7. Schlussfolgerungen

Der Bericht soll helfen zu verstehen, wie sich der Luftstrom auf ein Gaslöschsystem auswirkt und wie er möglicherweise positiv genutzt werden kann, um die Wirksamkeit der Löschanlage zu verbessern. Dabei ist allerdings Vorsicht angeraten, damit nicht missbräuchlich auf Kosten der Systemsicherheit oder -wirksamkeit Kosten an der falschen Stelle eingespart werden, z. B. um dadurch ein Projekt oder eine Ausschreibung zu gewinnen.

Im Allgemeinen hatte die fortdauernde Luftbewegung keine negativen Auswirkungen auf die Leistung des Löschsystems.

Sollte man von den Erstausrüstern erwarten, dass sie neue Produktzulassungen einholen und ihre Designhandbücher neu schreiben, um die Ergebnisse dieses Berichts zu berücksichtigen? Das ist eher unwahrscheinlich und kaum zu erwarten. Es gibt zu viele Variablen, keine bewährte oder vereinbarte Prüfmethodik, und die Kosten für solche Tests wären erheblich - möglicherweise gar unerschwinglich. In Europa ist es jedoch möglich, dass ein Systemdesign unter Verwendung der praktischen Anwendung der Ergebnisse des Berichts kundenspezifisch angepasst wird, verbunden mit einer entsprechenden Vereinbarung der Stakeholder.

Die Aufgabe des Designteams besteht darin, gemeinsam mit wichtigen Interessengruppen und zuständigen

Behörden und Stellen einen ganzheitlichen und angemessen umfassenden Ansatz zu erarbeiten, das Design des Systems im Normalbetrieb sowie durch Störfall- und Krisenmanagement zu optimieren und eine akzeptable Lösung zu formulieren. Der FIA/FSSA-Bericht und diese Euralarm-Leitlinien sollten diese Diskussion unterstützen, und die im Bericht enthaltenen Testnachweise, die auf den Seiten 15 und 16 für Kaltgang- und auf Seite 25 für Warmgangkonfigurationen zusammen mit unterstützenden Grafiken und Informationen auf Seite 35 aufgeführt sind, werden ebenfalls hilfreich sein.

8. Quellenverzeichnis

- Forschungsbericht, veröffentlicht im November 2023 von der Fire Industry Association (FIA) und der Fire Suppression Systems Association (FSSA): „Auswirkungen hoher Luftströme und Gangeinhausungen auf die Leistung rückstandsloser Löschanlagen in Rechenzentren“ (“Effect of High Airflow and Aisle Containment on Clean Agent System Performance in Data Centres”) ([Report herunterladen](#))
- EN 15004 Ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen – Gaslöschanlagen
- ISO 14520 Gaslöschanlagen
- VdS 2381/CEA 4045 Feuerlöschanlagen mit Halocarbon-Gasen
- VdS 2380/CEA 4008 Feuerlöschanlagen mit nicht verflüssigten Inertgasen
- NFPA 2001-Standard für Feuerlöschanlagen mit rückstandslosen Löschmitteln

Veröffentlichungsdatum: 30. Oktober 2024

euralarm

Euralarm
Gubelstrasse 22
CH-6301 Zug (Switzerland)

Swiss Commercial Registration No: CHE-222.522.503

E secretariat@euralarm.org

W www.euralarm.org

