

DMT GmbH & Co. KG
DMT-Prüflaboratorium für Brandschutz

Tremoniastraße 13
44137 Dortmund
Deutschland

Telefon +49 231 5333-240
Telefax +49 231 5333-299
dmt-firetest@dmt-group.com
www.dmt-group.com

DMT -interne- Prüfanweisung
Prüfung einer automatischen
Stickstoff-Löschanlage
für IT Schränke

Stand: Rev.-Stand 1, 01.03.2018

Verfasser: Philipp Brauer, M.Eng.

DMT GmbH & Co. KG

DMT-Prüflaboratorium für Brandschutz



Name, Datum
Unterschrift

erstellt/geändert
Brauer 23.01.2018



geprüft
Möller 01.03.2018



freigegeben
Hoischen 02.03.2018



01.03.2018

INHALTSVERZEICHNIS

SEITE

1	EINLEITUNG	3
2	GRUNDLAGEN – LITERATUR	4
3	BEGRIFFE	5
4	EIGNUNGSBESTÄTIGUNG	6
5	ÜBERTRAGBARKEIT	6
6	SCHUTZ- UND LEISTUNGSZIELE	7
6.1	BRANDLÖSCHUNG	7
6.1.1	Schutzziel.....	7
6.1.2	Leistungsziel	7
7	BEWERTUNG DER BRANDGEFAHR	8
7.1	FESTLEGUNG DER VERSUCHSSZENARIEN	8
7.1.1	PMMA-Brand	8
7.1.2	Kabelbrand.....	9
8	DURCHFÜHRUNG DER PRÜFUNG	10
8.1	AUFZUNEHMENDE WERTE / DOKUMENTATION.....	10
8.2	VERSUCHSRAUM.....	11
8.3	UMGEBUNGSBEDINGUNGEN.....	11
8.4	MESSTECHNIK	11
8.4.1	Thermoelemente.....	11
8.4.2	Messung der Umgebungsparameter	11
8.4.3	Gasmessung.....	12
8.4.4	Druckmessung.....	12
8.5	VERSUCHSAUFBAU.....	13
8.6	VERSUCHSDURCHFÜHRUNG	15
8.6.1	Kaltsprühversuch	16
8.6.2	Warmversuch.....	16
8.6.3	Löschversuch.....	17
8.6.4	Bestätigungsversuch	17

ANLAGE 1: VERSUCHSMATRIX

ANLAGE 2: PMMA-BRANDOBJEKT

01.03.2018

1 Einleitung

Unternehmen müssen heute mit zunehmend größeren Datenmengen umgehen. Zur Speicherung dieser Daten gibt es zwei gegensätzliche Entwicklungsströmungen. Zum einen wird auf die zentrale Speicherung in großen Rechenzentren gesetzt, zum anderen geht der Trend hin zu dezentralen, lokalen Speichern.

Im Gegensatz zu großen Rechenzentren, die über ganzheitliche Brandschutzkonzepte verfügen, haben die meisten dezentralen Speicherorte -zumeist IT-Schränke mit einem Raumvolumen von 1 - 2,5 m³- keine Brandschutzeinrichtungen. Gerade hier besteht die Gefahr eines unkontrollierbaren Datenverlustes aufgrund nicht entdeckter Brandereignisse innerhalb des IT-Schranks. In den lokalen IT-Schränken ist zumeist Hardware zur Datenspeicherung (Festplatten) und weitere Komponenten (z.B. Netzwerkrouter) untergebracht. Darüber hinaus befinden sich, in Abhängigkeit zum Ausbauzustand des IT Schrankes, größere Mengen Anschlusskabel zur Stromversorgung und LAN-Anbindung, für interne und externe Netzwerke, in einem solchen Schrank. Typische Brandereignisse sind hier Kabel- und Schwelbrände, die sich, wenn sie nicht entdeckt werden, aufgrund der unter Umständen hohen Brandlasten schnell stark ausbreiten und zum Totalverlust von Daten bzw. des gesamten IT-Schranks führen. Eine zusätzliche aus einem solchen Brand resultierende Gefahr ist die Ausbreitung aus dem IT Schrank heraus auf angrenzende Schränke und Bauteile.

Der Einbau einer Stickstoff-Löschanlage mit automatischer Auslösung kann einen Brand frühzeitig detektieren und automatisiert bekämpfen. Es soll damit sichergestellt werden, dass sich der Brand nicht weiter ausbreitet und es somit, wenn überhaupt, nur zu geringem Datenverlust kommt.

Ziel dieser Prüfanweisung ist es, ein Verfahren zu beschreiben, das die Wirksamkeit einer Stickstofflöschanlage belegt. Mangels eines definierten Prüfverfahrens kann sich hierbei nur an etablierten Normen orientiert und auf den gewünschten Anwendungsfall zugeschnitten werden.

01.03.2018

2 Grundlagen – Literatur

Für die Erstellung der vorliegenden Prüfanweisung liegen die nachfolgend aufgeführten Dokumente und Aufzeichnungen zu Grunde.

- /1/ ISO 15779 : Condensed aerosol fire extinguishing systems – Requirements and test methods for components and system design, installation and maintenance – General requirements. 2011-11
- /2/ DIN EN 15004-1 : Ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen – Löschanlagen mit gasförmigen Löschmitteln – Teil 1: Planung, Installation und Instandhaltung. 2008-09
- /3/ VdS Schadenverhütung GmbH (Hrsg.) : VdS 2380 - Feuerlöschanlagen mit nicht verflüssigten Inertgasen. 2016-06 (05)
- /4/ VdS Schadenverhütung GmbH (Hrsg.) : VdS 2516 – Kunststoffe – Eigenschaften, Brandverhalten, Brandgefahren. 2000-12 (01)
- /5/ VdS Schadenverhütung GmbH (Hrsg.) : VdS 2827 – Bemessungsbrände für Brandsimulationen und Brandschutzkonzepte. 2000-05 (01)
- /6/ TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG, TÜV SÜD Rail GmbH (Hrsg.) : ARGE-Richtlinie – Teil 2 “Brandbekämpfung in Schienenfahrzeugen”, München, 19.09.2012
- /7/ E DIN EN 14972-1 : Ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen – Feinsprüh-Löschanlagen – Teil 1: Planung, Einbau, Inspektion und Wartung. 2017-07
- /8/ DIN EN 12094-1 : Ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen – Bauteile für Löschanlagen mit gasförmigen Löschmitteln – Teil 1: Anforderungen und Prüfverfahren für automatische elektrische Steuer- und Verzögerungseinrichtungen. 2003-07

01.03.2018

3 Begriffe

Auslegungskonzentration

Löschmittelkonzentration inklusive eines Sicherheitsfaktors, die bei der erforderlichen Anlagenauslegung zu berücksichtigen ist. /2/

Flutungszeit

Zeitspanne zwischen der Freigabe des Löschmittels und dem Erreichen von 95 % der Auslegungskonzentration im gesamten Flutungsbereich.

Haltezeit

Dauer, während der im geschützten Bereich eine Löschmittel-Konzentration vorhanden ist, die größer als die Lösch-Konzentration ist. /2/

Löschkonzentration

geringste Löschmittelkonzentration, die zum Löschen eines bestimmten Brennstoffs unter festgelegten Versuchsbedingungen ohne Sicherheitsfaktor erforderlich ist. /2/

Vorwarnzeit

Zeitraum zwischen dem Beginn des Löschalarms und der Auslösung der Löschanlage zur Warnung von Personen vor der bevorstehenden Freigabe des Löschmittels. /8/

01.03.2018

4 Eignungsbestätigung

Nach Abschluss der Versuche und positiven Ergebnissen wird eine Eignungsbestätigung für die Stickstoff-Löschanlage ausgestellt. Dies beinhaltet u. a.:

- Typ und Dimensionierung der Löschanlage
- Einbauzustand
- Aussagen zur Übertragbarkeit (vgl. Abschnitt 5)

5 Übertragbarkeit

Die Untersuchungsergebnisse sind in Teilen auf andere Schrankspezifikationen übertragbar. Eine Übertragbarkeit kann bei gleicher Löschanlage für IT-Schränke mit kleinerem Leervolumen oder größerer Anzahl an Racks als die getesteten grundsätzlich bestätigt werden. Einschränkung können jedoch folgende Punkte sein:

- Einbau der Löschanlage (im IT Schrank oder außen)
- Düsenposition
- Art der Brennstoffe / brennbaren Materialien
- Art des Kühlsystems

Die Übertragbarkeit kann hinsichtlich der genannten Einflussfaktoren bei Abweichung ggf. gutachterlich bewertet werden.

01.03.2018

6 Schutz- und Leistungsziele

Als Nachweis für die Funktionsfähigkeit der Stickstoff-Löschanlage werden folgende Schutz- und Leistungsziele festgelegt. Unter Schutzziel ist hierbei die übergeordnete Absicht zu verstehen, während das Leistungsziel die konkreten Parameter beschreibt, die erfüllt werden müssen, um das Schutzziel zu erreichen.

6.1 Brandlöschung

6.1.1 Schutzziel

- Vollständige Reduktion der Flammen bis zum Verlöschen innerhalb der Haltezeit der Löschanlage /7/

6.1.2 Leistungsziel

- Die maximale Flutungszeit beträgt 120 s¹
- Nach Auslösen der Löschanlage wird innerhalb von 150 s eine maximale Sauerstoffkonzentration von 11,5 Vol. % an jeder Messstelle erreicht². /3/
- Die Sauerstoffkonzentration wird nach Erreichen des o. g. Grenzwertes für mindestens 10 Minuten gehalten. /1/ /2/ /3/
- Der Brand darf sich innerhalb von 10 Minuten nach Verlöschen der Flammen nicht wieder entzünden. /2/

¹ gemäß Definition das Erreichen von max. 11,9 Vol. % O₂ an jeder Messstelle (vgl. Abschnitt 2)

² Dies entspricht einer Auslegungskonzentration von 45,2 Vol. % Stickstoff, die in /3/ für EDV-Räume bzw. elektrische Schalt- und Verteilerräume gefordert werden. Die Umrechnung erfolgt gemäß der ebenfalls dort aufgeführten Gleichung $c_{O_2} = 100 \times \left(1 - \frac{c_{N_2}}{100}\right)$

01.03.2018

7 Bewertung der Brandgefahr

Gemäß /7/ muss eine Bewertung der Brandgefahren durchgeführt werden, die dann zu den möglichen Bemessungsbränden bzw. Versuchsszenarien führt. Dies sollten mindestens wie folgt bestimmt bzw. festgelegt werden /7/ :

- Brennstoff (z. B. Holz, Kunststoffe, Kabel, entflammbare Flüssigkeiten, Gas)
- Anordnung (z. B. Stapel, Säule, Regallager, Becken, wehendes Feuer oder Sprühfeuer)
- Größe (Abmessung der Brennstoffwanne, Fläche des Beckens oder Durchflussraten)
- Behinderungen für die Löschanlage
- Zündquelle / -verfahren

In IT Schränken kann davon ausgegangen werden, dass Kabel (z. B. Netzwerk- oder Spannungsversorgungskabel) die größte Brandlast darstellen. Weiterhin bildet Polymethylmethacrylat (PMMA) laut Angaben des Auftraggebers ebenfalls einen großen Anteil brennbarer Produkte.

Ferner fordert /6/, dass für Technikbereiche sowohl Flüssigkeitsbrände der Brandklasse B als auch Feststoffbrände der Brandklasse A zu löschen sind.

7.1 Festlegung der Versuchsszenarien

Ausgehend von den Vorgaben des Abschnitts 7, werden die nachfolgenden Versuchsszenarien festgelegt. Als Behinderungen für die Löschanlage wird grundsätzlich für alle Szenarien der Einbau von drei sog. „Dummy Racks“ festgeschrieben. Die Positionierung erfolgt gemäß Abbildung 3 auf Seite 14 in einem Abstand von $0,1 \cdot H$, $0,3 \cdot h$ und $0,5 \cdot H$.

7.1.1 PMMA-Brand

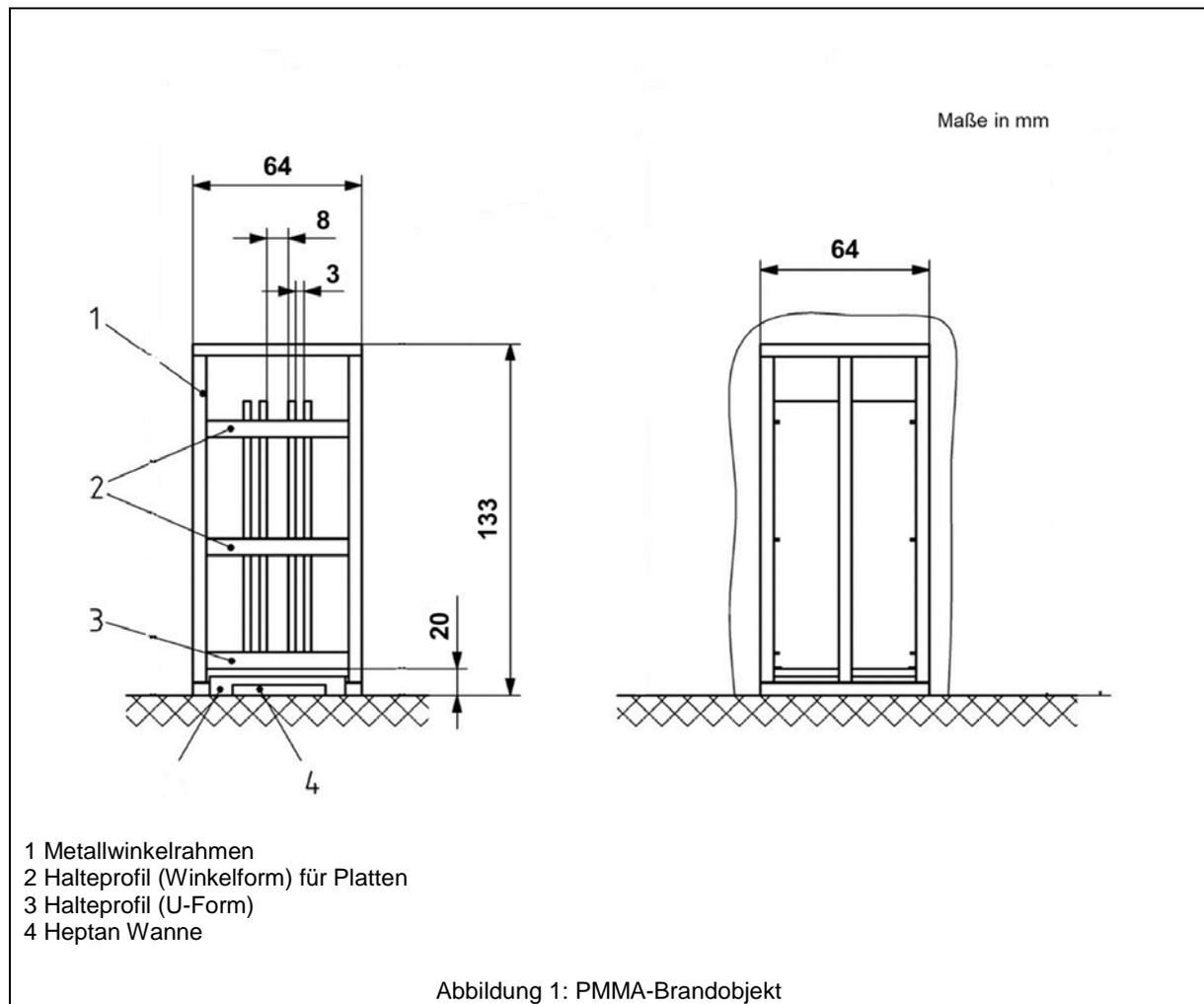
PMMA ist ein sog. Thermoplast, welches sich bei Erwärmung verflüssigt. Es kann daher der Brandklasse B zugeordnet werden. Die Entflammungstemperatur liegt bei 300°C , während die Entzündungstemperatur mit 450°C angegeben wird. /4/

Der Versuch erfolgt in Anlehnung an /2/, Anhang C.6.3. Aufgrund der kleineren Dimensionen eines IT Schrankes im Vergleich zu dem in /2/ beschriebenen Prüfraum werden die in der Norm angegebenen Maße auf ein Viertel des Ursprungswertes reduziert.

01.03.2018

Es werden vier Platten aus PMMA mit den Abmessungen $(100 \pm 1,25)$ mm x $(50 \pm 1,25)$ mm x $(2,5 \pm 0,25)$ mm vertikal in einem entsprechenden Gestell mittig im Raum am Boden des Schalt-schranks positioniert (vgl. Abbildung 1). /2/ Die Zündung erfolgt mittels einer mit Heptan und Wasservorlage gefüllten Brandwanne (35 mm x 60 mm x 15 mm) unterhalb der Platten.

In Anlage 2 sind die genauen Abmaße des aus /2/ herunter skalierten Brandobjekts detailliert aufgeführt.



7.1.2 Kabelbrand

Zur Abbildung eines Brandes der Brandklasse A werden handelsübliche Netzkabel verwendet. Um den voraussichtlich ungünstigsten Fall abzudecken, werden hierfür Kabel mit einer Polyethylen (PE) Ummantelung verwendet. /7/ Weiterhin sollen die Kabel über keine brandschutztechnische Ertüchtigung verfügen.³ Pro Dummy-Rack werden 20 Netzkabel (= 60 Kabel gesamt) so angeordnet, dass sie einem realistischen Einbauzustand entsprechen.

³ Zum Beispiel könnte folgender Kabeltyp verwendet werden: <https://www.conrad.de/de/netzwerkka-bel-cat-6a-fftp-4-x-2-x-020-mm-orange-lappkabel-2170196-1000-m-1044238.html>

01.03.2018

Die Kabelbäume der Racks werden am Rand des IT-Schranks zu einem Strang zusammengeführt und alle 100 mm mittels Kabelbinder fixiert.

Im unteren Bereich des Schrankes werden sie im Abstand von 65 mm über die am Boden stehende Brandwanne (150 mm x 150 mm x 15 mm) geführt. Die Zündung erfolgt mit 50 ml Heptan ohne Wasservorlage. /6/

8 Durchführung der Prüfung

Nachfolgend werden die notwendigen Randbedingungen für die Versuche festgelegt, sowie die Durchführung beschrieben. Für jeden erfolgreichen Versuch ist ein sog. Bestätigungsversuch durchzuführen.

8.1 Aufzunehmende Werte / Dokumentation

- Temperaturverteilung im IT-Schrank
- Druckmessung
- Sauerstoffkonzentration im IT-Schrank
- CO / CO₂ Konzentration (1 Messstelle)
- Zündzeitpunkt bzw. Versuchsbeginn
- Zeitpunkt der Branddetektion
- Zeitpunkt des Auslösens der Löschanlage
- Dauer der Löschmittelabgabe
- Zeitpunkt des Erreichens der Sauerstoff-Zielkonzentration
- Ermittlung der Haltezeit der Sauerstoff-Konzentration
- Zeitpunkt der Löschung (sofern zutreffend)
- Zeitpunkt der Rückzündung (sofern zutreffend)
- Der Versuch wird mittels Videokamera(s) aufgezeichnet

01.03.2018

8.2 Versuchsraum

Die Versuche werden unter der Abzugshaube des Prüfstands nach ISO 9705 der DMT GmbH & Co KG am Standort Dortmund durchgeführt. Dadurch steht eine Versuchs-Grundfläche von 6 m² (3 m x 3 m) zur Verfügung. Zur Abführung der Rauchgase wird die Rauchgasreinigungsanlage ebenfalls in Betrieb genommen.

Die Brand- und Löschversuche werden in Original-Bauteilen (IT Schränken) durchgeführt. Diese werden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt.

8.3 Umgebungsbedingungen

Die Durchführung der Versuche erfolgt bei einer Umgebungsbedingung von 25 ± 10°C. /1/

8.4 Messtechnik

Die gemäß Abschnitt 8.1 aufzunehmenden Werte werden mit der nachfolgend beschriebenen Messtechnik aufgezeichnet.

8.4.1 Thermoelemente

- Mantelthermoelemente (MTE), Typ K, NiCr-Ni, 1 mm
- Positionierung gemäß Abbildung 3 bzw. Abbildung 4
- Weitere MTE an folgenden Positionen der Löschanlage:
 - Rauchgasansaugung
 - Schalldämpfer
 - Luftaustritt Generator
 - Außenseite des Generators
 - Generator
- MTE zur Aufzeichnung der Umgebungstemperatur
- Optional: nach Vorgabe des Auftraggebers

8.4.2 Messung der Umgebungsparameter

- Die Messung der Umgebungsparameter erfolgt vor jedem Prüfdurchgang mithilfe eines Klimamessgerätes zur Aufnahme von Temperatur und Luftfeuchte.

01.03.2018

8.4.3 Gasmessung

- Positionierung der Messstellung mittig im IT-Schrank in 10 % und 90 % der lichten Höhe ($0,1 \cdot H$ & $0,9 \cdot H$), siehe Abbildung 3 bzw. Abbildung 4 /3/
- Optional: weitere Messstelle in 50 % der lichten Höhe ($0,5 \cdot H$) /2/

8.4.4 Druckmessung

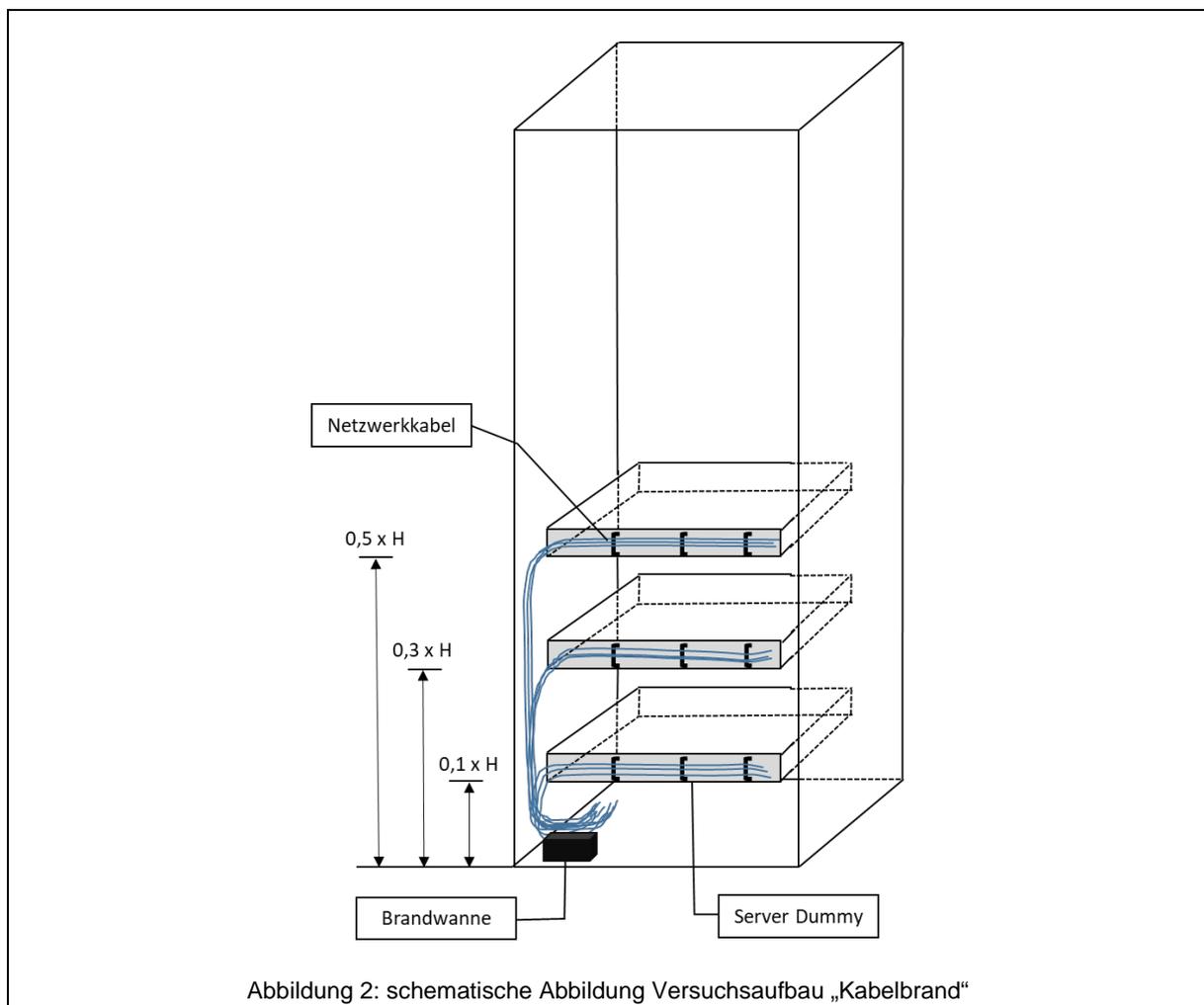
- Druckaufnehmer, HBM, Typ P3MA, Messbereich 0 – 5 bar

01.03.2018

8.5 Versuchsaufbau

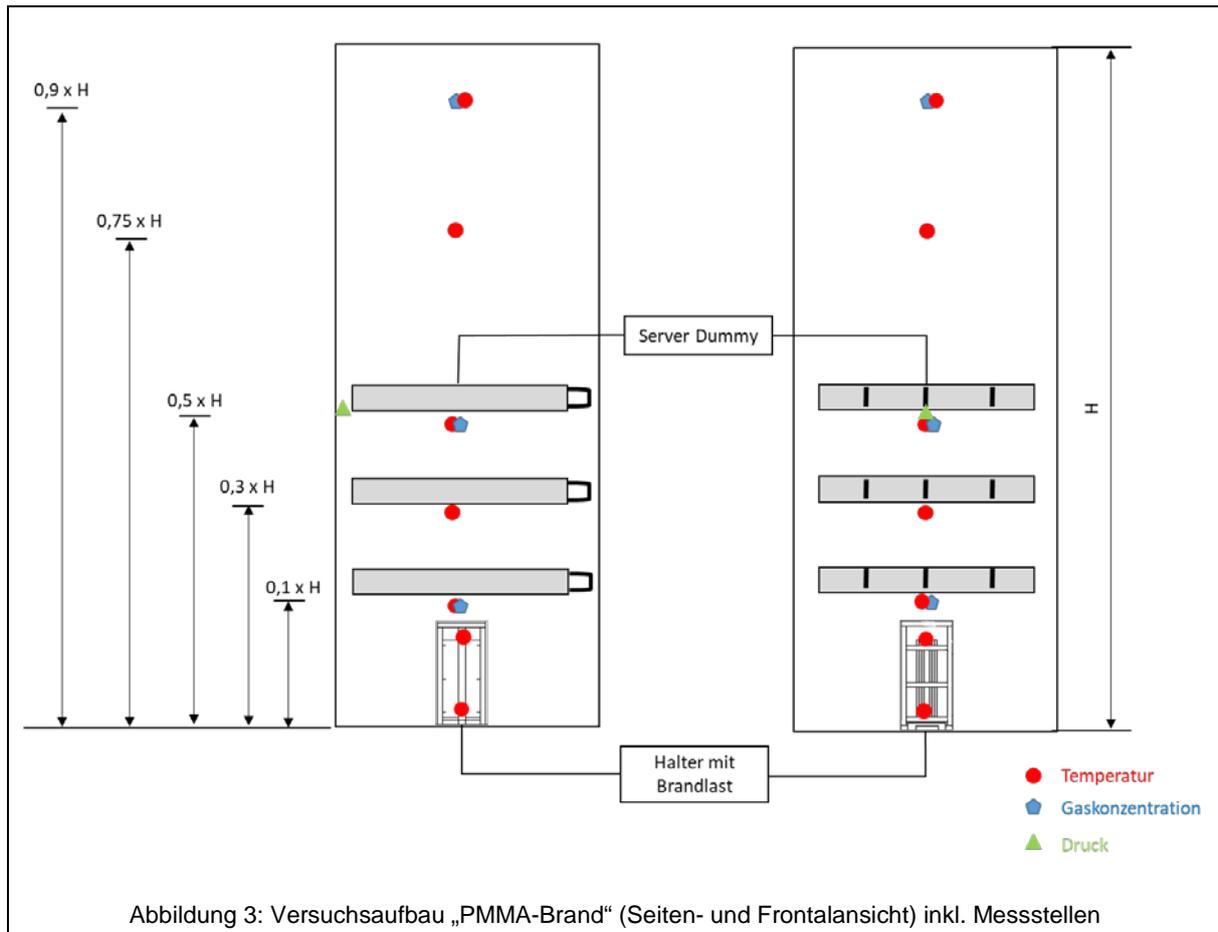
Es wird ein Original IT-Schrank verwendet. Dieser ist herstellerseitig so vorzubereiten, dass in $0,1 \cdot H$, $0,3 \cdot H$ und $0,5 \cdot H$ jeweils sog. Dummy-Racks eingebaut sind. Die rechnerischen Höhen werden auf die nächst höhere Rack Position aufgerundet (Abbildung 2).

Die Stickstoff-Löschanlage wird bauartbedingt entweder im IT-Schrank verbaut oder außerhalb am Schrank montiert. Die Einbauart ist im Vorfeld der Versuche festzulegen. Weiterhin kann ein solcher Schrank optional mit einem Umluftkühlsystem ausgestattet werden. Hier ist ebenfalls im Vorfeld eine entsprechende Festlegung zu treffen.

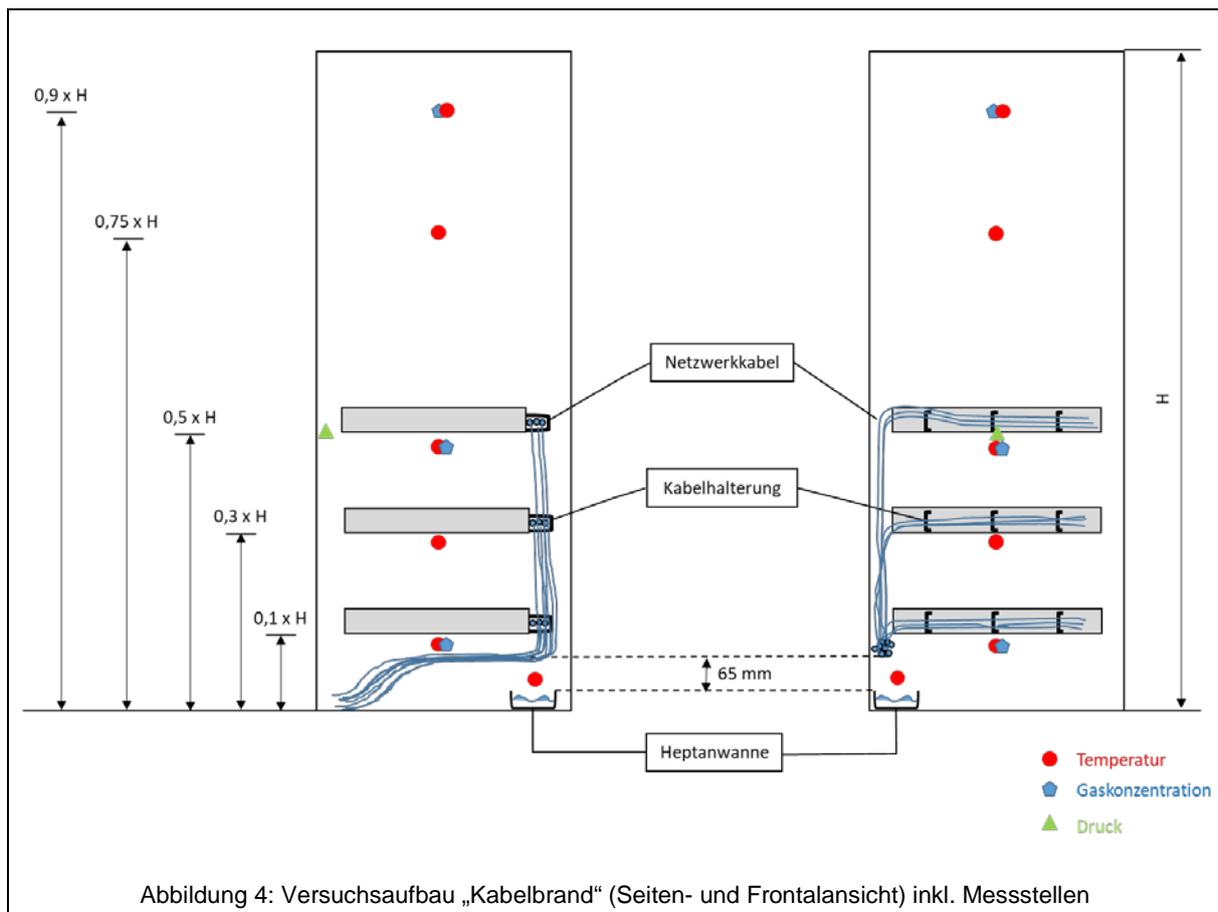


Je nach Versuchsszenario ist der IT Schrank mit den in Abschnitt 7.1 beschriebenen Brandobjekten auszustatten. Die Frontal- und Seitenansichten der Versuchsaufbauten für die jeweiligen Brandobjekte können Abbildung 3 und Abbildung 4 entnommen werden. Es sind jeweils die lichten Höhen zu berücksichtigen.

01.03.2018



01.03.2018



8.6 Versuchsdurchführung

Für jeden Versuch ist die Stickstoff-Löschanlage in den Ursprungszustand zu versetzen. Eventuelle Verbrauchsgegenstände sind durch Fachpersonal entsprechend auszutauschen.

Ein sog. Kaltsprühversuch wird einmalig für die zu prüfenden Löschanlage durchgeführt, d. h. in dem Einbau- bzw. Auslegungszustand wie auch die nachfolgenden Brand- bzw. Löschversuche erfolgen sollen. Es kann jedoch sein, dass auf Grundlage der Ergebnisse des Kaltsprühversuchs Veränderungen am Versuchsaufbau vorgenommen werden müssen. Hiernach ist ein weiterer Kaltsprühversuch durchzuführen, der wiederum als Basis für die Löschversuche verwendet wird.

Im Anschluss an den Kaltsprühversuch erfolgt je Versuchsszenario (siehe Abschnitt 7.1) jeweils ein Warm-, ein Lösch- und ein Bestätigungsversuch.

Das Ablaufschema ist in Anlage 1 grafisch dargestellt.

01.03.2018

8.6.1 Kaltsprühversuch

In diesem vorgelagerten Versuch wird die Löschanlage mittels Prüfgas ausgelöst und die Verteilung der Sauerstoff-, Kohlenstoffdioxid- sowie die Kohlenstoffmonoxid-Konzentration durch kontinuierliche Gaskonzentrationsmessung im Schaltschrank ohne Brandereignis ermittelt. Weiterhin wird der sich während des Löschvorgangs einstellende Druck im Schaltschrank gemessen. Die Dauer der Aktivierung der Löschanlage sowie der Zeit für die gesamte Ausbringung des Löschmittels werden dokumentiert.

Weiterhin wird Haltezeit aufgenommen. Sofern eine ein Umluftkühlsystem verbaut ist, muss festgehalten werden, ob dies mit Auslösung der Löschanlage weitergelaufen ist oder abgeschaltet wurde.

8.6.2 Warmversuch

Die in Abschnitt 8.4 beschriebene Messwertaufzeichnung ist zu starten. Anschließend ist die Heptanwanne bei geöffneter Tür zu zünden. Spätestens 10 s nach Zündung der Wanne ist die Tür zu schließen.

Der Abbrand ist so lange fortzuführen, bis der zu erwartende Brand maximal ist oder eines der folgenden Abbruchkriterien erreicht wird:

- Unwiederbringliche Schäden an Versuchseinrichtung oder Messtechnik
- Ausbreitung der Flammen aus dem IT Schrank heraus
- Gefährdung für Versuchspersonal

In diesen Fällen ist der Versuch auf Weisung des Versuchsleiters abubrechen und abzulöschen. Hierzu ist zuerst die Löschanlage manuell auszulösen, um deren Wirksamkeit auch bei einem Vollbrand evaluieren zu können. Sollte dies nicht erfolgreich verlaufen, sind alternative Löschmittel, z. B. CO₂ Feuerlöscher, einzusetzen.

01.03.2018

8.6.3 Löschversuch

Die in Abschnitt 8.4 beschriebene Messwertaufzeichnung ist zu starten. Anschließend ist die Heptanwanne bei geöffneter Tür zu zünden. Spätestens 10 s nach Zündung der Wanne ist die Tür zu schließen.

Die Löschanlage löst aufgrund der automatischen Detektion aus. Je nach Typ der Löschanlage erfolgt eine sog. Vorwarnzeit, d.h. die Anlage löst nach Detektion mit einer definierten zeitlichen Verzögerung aus. Danach erfolgt die kontinuierliche Löschmittelabgabe.

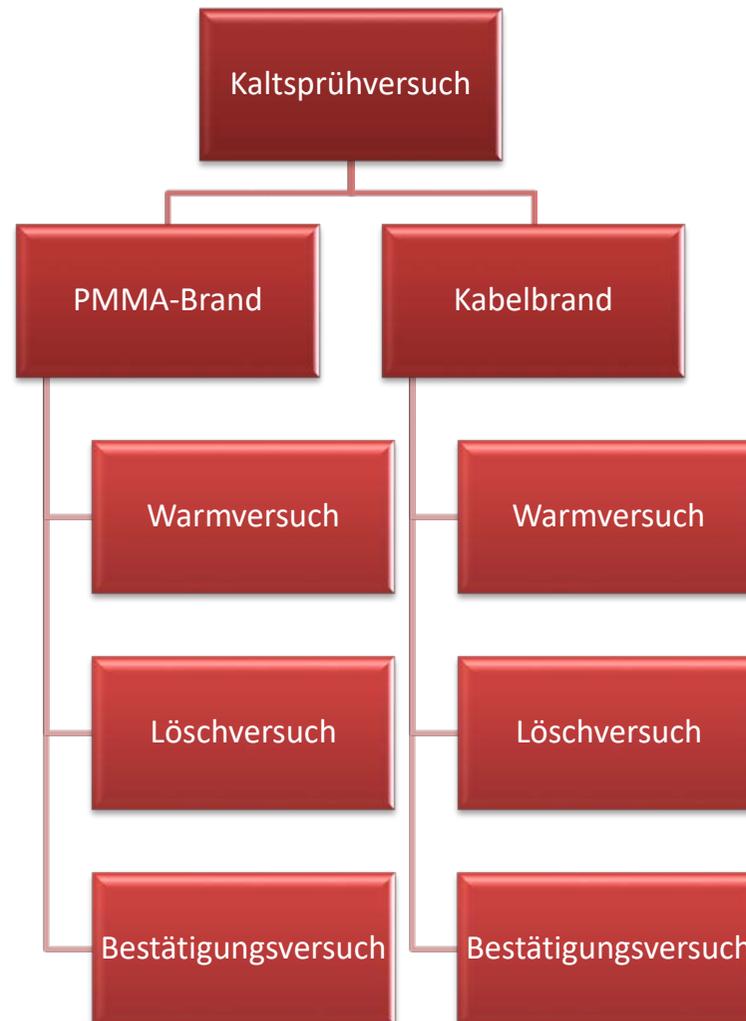
Tritt eines der in Abschnitt 8.6.2 genannten Kriterien ein, kann der Versuch auf Weisung des Versuchsleiters vorzeitig abgebrochen werden.

8.6.4 Bestätigungsversuch

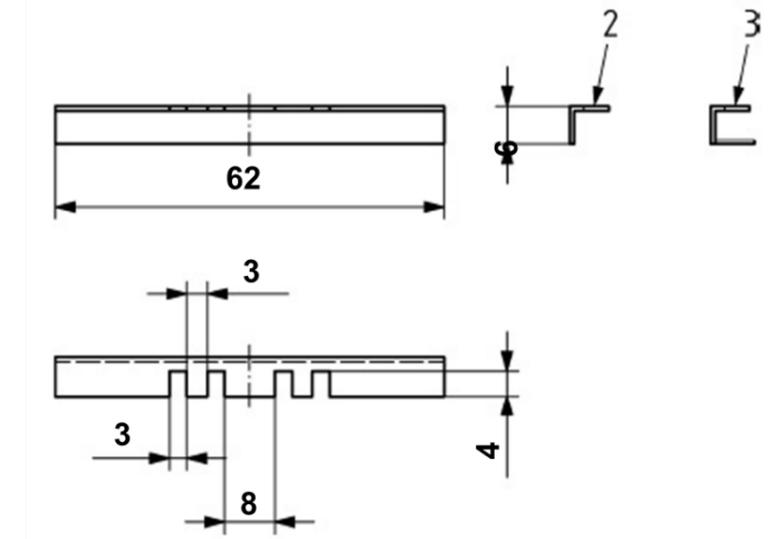
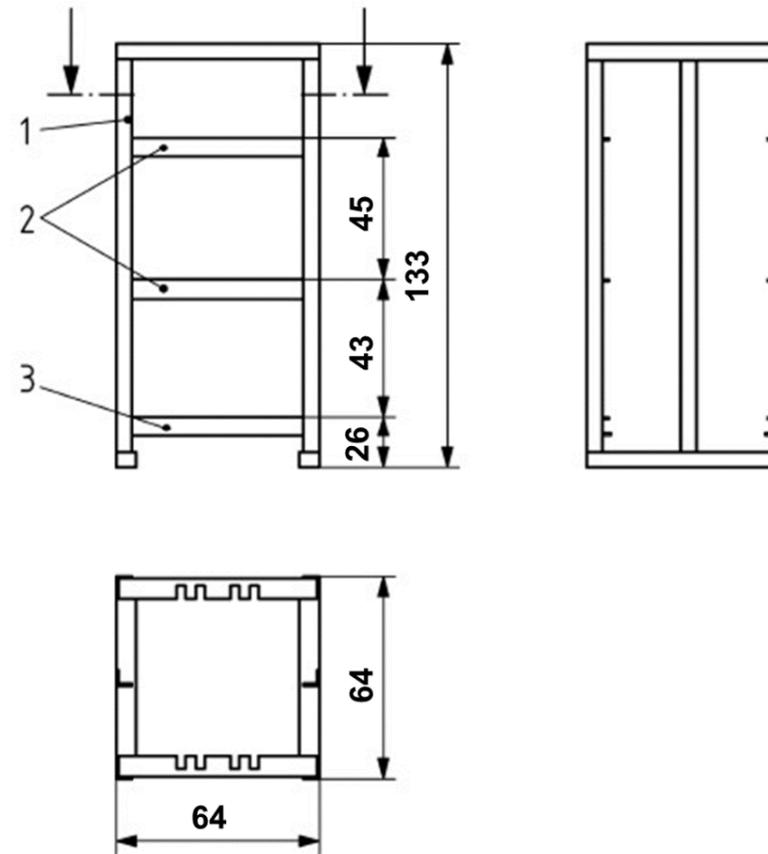
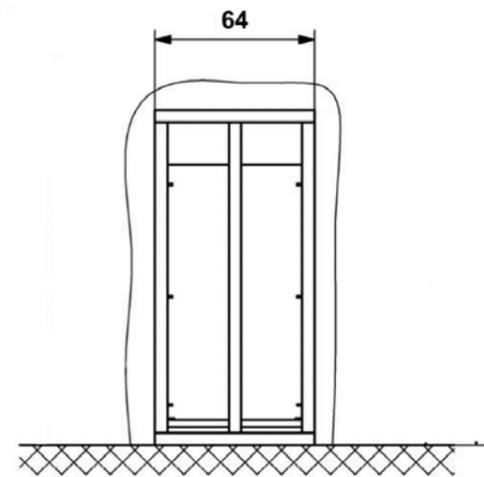
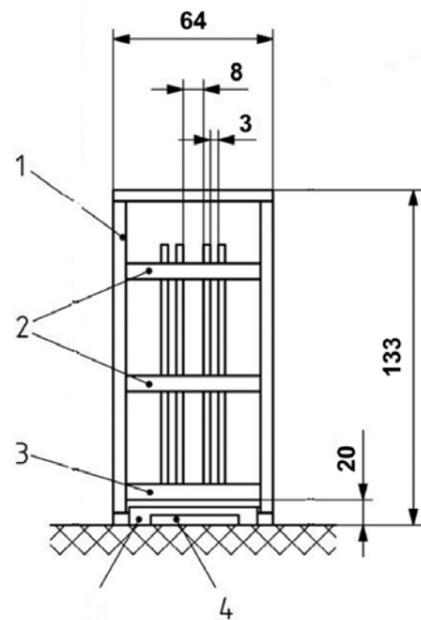
Zur Bestätigung der in Abschnitt 8.6.3 ermittelten Ergebnisse wird ein weiterer Versuch unter den gleichen Bedingungen durchgeführt.

Tritt jedoch eines der in Abschnitt 8.6.2 genannten Kriterien ein, kann der Versuch auf Weisung des Versuchsleiters abgebrochen werden.

Anlage 1: Versuchsmatrix



Anlage 2: PMMA-Brandobjekt



- 1 Metallwinkelrahmen
- 2 Halteprofil (Winkelform) für Platten
- 3 Halteprofil (U-Form)
- 4 Heptan Wanne

Brandobjekt

Vorderansicht, Seitenansicht und Draufsicht

Einzelheiten zu den Halteprofilen

Alle Angaben in mm