

ABSCHLUSSBERICHT

Bandschutzanalyse von Gas-Druckregel- und Messanlagen

Förderkennzeichen: ohne

Auftraggeber (AG): Gaswirtschaftlicher Beirat des DBI GTI gGmbH Freiberg
c/o Verein FF der TU Bergakademie Freiberg e. V.
Akademiestr. 6
09596 Freiberg

Auftragnehmer (AN): DBI - Gastechnologisches Institut gGmbH Freiberg
Halsbrücker Straße 34
D-09599 Freiberg

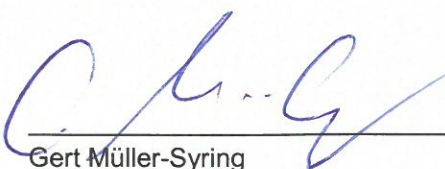
Projektleitung: DBI - Gastechnologisches Institut gGmbH Freiberg
Fachgebiet: Gasnetze/Gasanlagen
Karl-Heine-Straße 109/111
D-04229 Leipzig

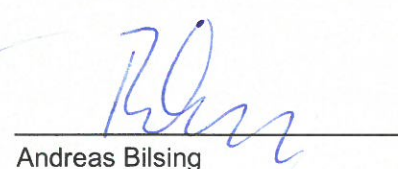
Projektbearbeitung: Dipl.-Ing. Andreas Bilsing
Tel.: +49 341 2457-122
Fax: +49 341 2457-137
E-Mail: andreas.bilsing@dbi-gruppe.de

Projektlaufzeit: 07.03.2017 bis 01.11.2017

Berichtszeitraum: 07.03.2017 bis 01.11.2017

Leipzig, 30.11.2017


Gert Müller-Syring


Andreas Bilsing

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	II
Tabellenverzeichnis	III
Formelzeichen-, Index- und Abkürzungsverzeichnis	IV
1. Motivation	1
1.1 Störfall in einer Erdgas-Übergabestation	1
2. Brandschutz allgemein	5
2.1 Aktiver Brandschutz	5
2.2 Passiver Brandschutz.....	5
2.2.1 Baulicher Brandschutz	5
2.2.2 Anlagentechnischer Brandschutz	6
2.2.3 Organisatorischer Brandschutz	7
3. Anlagentechnik	8
3.1 Brandmeldeanlagen	8
3.1.1 Brandgasmelder.....	8
3.1.2 Wärmemelder.....	9
3.1.3 Rauchmelder.....	9
3.1.4 Flammenmelder	9
3.1.5 Mehrfachsensormelder.....	9
3.2 Gaslöschanlagen.....	10
3.2.1 Kohlendioxid-Löschanlagen	10
3.2.2 Intergas-Löschanlagen.....	10
3.2.3 Argon-Löschanlagen	11
3.2.4 Chemische Löschanlagen	11
3.3 Pulverlöschanlagen	12
3.4 Aerosollöschanlagen	12
3.5 Brandvermeidungsanlagen.....	13
4. Fallbeispiele in Deutschland	14
4.1 Biogaseinspeiseanlage.....	14
4.1.1 Brandschutz Biogaseinspeiseanlage.....	15
4.2 Verdichterstation	17
4.2.1 Brandschutz Verdichterstation.....	18
4.2.2 Fazit Referenzanlagen	20
5. Empfehlungen	21
Literaturverzeichnis	23
Anlagenverzeichnis	24

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Grundriss des betroffenen Elektrogebäudes	2
Abbildung 2: Beschädigter Elektrolytkondensator	3
Abbildung 3: Ex-geschützter photoelektrischer Rauchmelder SLR-E-IS der Firma Hochiki Ltd.	9
Abbildung 4: Biogasanlage, im Vordergrund LPG-Lager, LPG-Raum, Analyseraum und Kompressoren-Gebäude	14
Abbildung 5: Anordnung der Feuerlöscher, Gas- und Rauchmelder der BGEA	15
Abbildung 6: Verdichterstation	17
Abbildung 7: Verdichteranlage (schematische Darstellung)	19
Abbildung 8: Flaschenlager der Inergen®-Löschanlage der Verdichterstation	20

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Übersicht Feuerlöschanlagen.....	7
Tabelle 2:	Chemische Löschmittel (Auswahl).....	11
Tabelle 3:	Hauptbestandteile von Löschpulver.....	12
Tabelle 4:	Empfohlene Löschanlagentypen für den Einsatz in der E/MSR-Technik nach (2).....	21
Tabelle 5:	Technische Regeln, Normen und Standards	25

Formelzeichen-, Index- und Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Definition
BGA	Biogasanlage
BGEA	Biogaseinspeiseanlage
BMZ	Brandmeldezentrale
E/MSR	Elektrotechnik und Messen, Steuern, Regeln
FLA	Feuerlöschanlage
GDRMA	Gasdruckregel- und Messanlage
IR	Infrarot
LPG	Liquefied Petroleum Gas (Flüssiggas)
OEM	Original equipment manufacturer (Originalausrüstungshersteller)
PLA	Pulverlöschanlage
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition System (Überwachen und Steuern technischer Prozesse mittels Computersystemen)
UV	Ultraviolett

1. Motivation

Vorbeugender Brandschutz ist ein wesentlicher Bestandteil der Sicherheit von Gas-Druckregel- und Messanlagen (GDRMA). Er dient dem Schutz von Leben und Vermögenswerten, sowie der Gewährleistung der Versorgungssicherheit mit Energie (Erdgas).

In Deutschland gelten hohe Standards beim Brandschutz. Dabei wird allgemein zwischen aktiven (abwehrenden) und passiven Brandschutz unterschieden. Der aktive Brandschutz umfasst alle Bekämpfungsmaßnahmen im Falle eines Brandes. Zum passiven Brandschutz zählt man den baulichen, den anlagentechnischen und den organisatorischen Brandschutz. Zusätzlich zum Löschen eines Brandes gehört das Verringern von Begleitschäden, die ein Vielfaches des Primärschadens ausmachen können.

Während kleinere GDRMA nur über einen baulichen Brandschutz verfügen, sind größere Anlagen mit einem anlagentechnischen Brandschutz ausgestattet. Das Projekt soll Konzepte zur Verfügung stellen, anhand derer GDRMA in Bezug auf den Brandschutz untersucht werden können. Im Rahmen des Projekts werden bestehende Konzepte für die verschiedenen Anlagengrößen zusammengetragen, weiterentwickelt, und als Optimierungsansätze für die Mitglieder des gaswirtschaftlichen Beirats aufbereitet.

Ausgangspunkt dieser Überlegungen waren die Brandfolgeschäden in einem Elektrogebäude einer Erdgas-Übergabestation. Nachdem im Schaltschrank eines Raumes ein Elektrolytkondensator durch einen Schmelzbrand die Feuerlöschanlage auslöste, wurde in fünf Räumen zum Teil hochwertige Messtechnik durch Löschpulver unbrauchbar gemacht.

Diese Untersuchung bezieht sich auf größere Gasdruckregel- und Messanlagen, die über einen E/MSR-Raum oder ein E-Gebäude verfügen. Weiterhin soll die Untersuchung für Leitstellen mit umfangreicher Elektronik gelten.

Nicht im Focus der Untersuchung sind gewöhnliche Gasdruckregelanlagen, die auch über einfache Messeinrichtungen verfügen, wie sie in (1) beschrieben werden.

1.1 Störfall in einer Erdgas-Übergabestation

Der Elektrobrand im Jahr 2016 an einer Erdgas-Übergabestation im europäischen Ausland und dessen Auswirkungen soll im Folgenden kurz dargestellt werden. Die Gesamtanlage befindet sich auf einem etwa 2,5 Hektar großen Areal und besteht aus zwei Gebäuden für die Großgasmengenmessung, einem Utility-Gebäude, einem Elektrogebäude und zahlreichen Nebenanlagen (Filter, Abscheider, Molchstation), die im Freien aufgestellt sind. Die Abbildung 1

zeigt den Grundriss des Elektrogebäudes. Auf einer Fläche von ca. 24 m x 12 m beherbergt es die gesamte Niederspannungsschaltanlage, einen Batterieraum mit USV-Anlage, die Mess- und Registriergeräte für den Import und des Export des Erdgases, einen Telekommunikationsraum (Fernwirktechnik, SCADA), sowie Aufenthaltsräume und eine Sanitärbereich.

Zum Zeitpunkt des Störfalls war die Station unbemannt und wurde aus der Zentrale ferngesteuert.

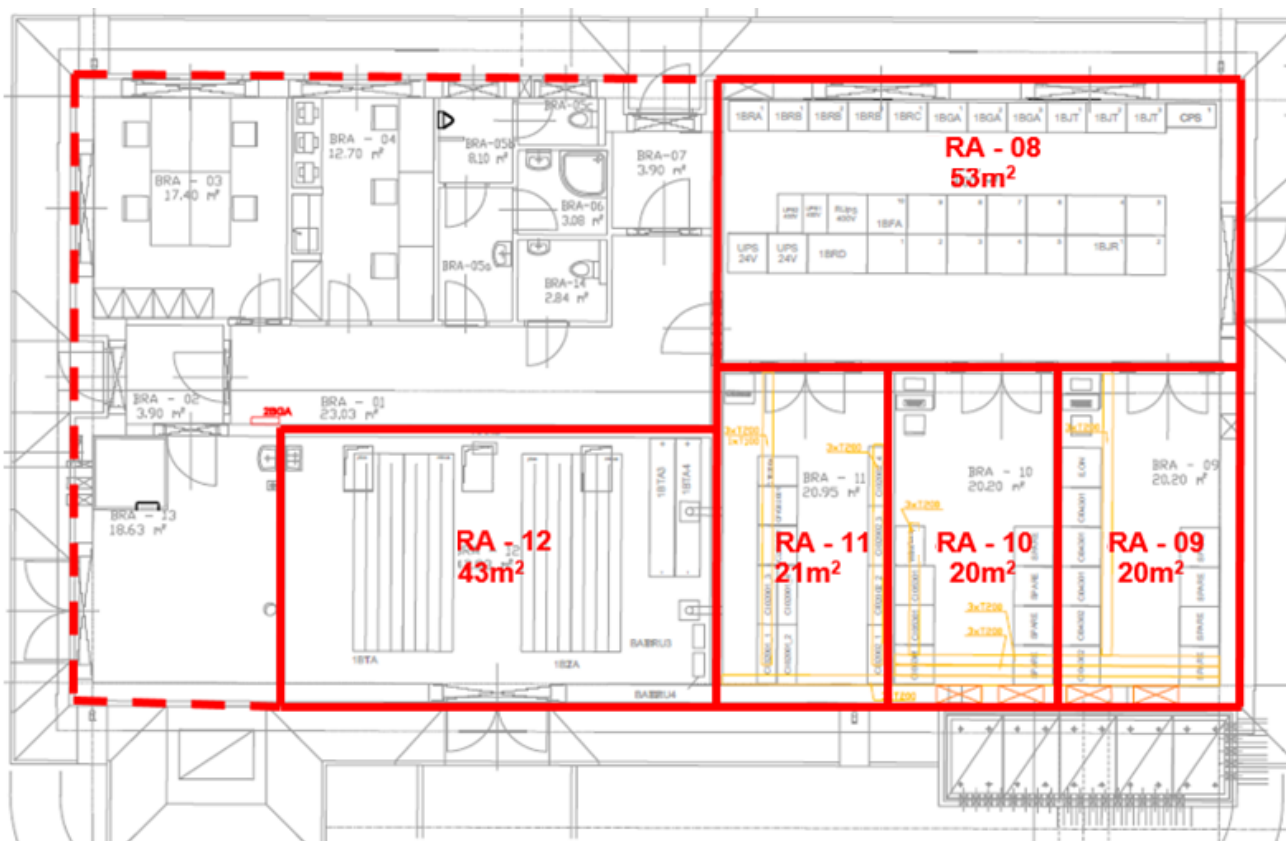


Abbildung 1: Grundriss des betroffenen Elektrogebäudes

Ausgangspunkt des Störfalls war ein Elektrolytkondensator in der USV-Anlage (siehe Abbildung 2). Durch einen Kurzschluss im Elektrolyt entstand ein Schmelbrand. Die Rauchentwicklung löste die Brandmeldeanlage sowie eine Reihe automatischer Abläufe aus: Die Feuerlöschanlage wurde aktiviert, die Hauptabsperrentile und die Messstrecken wurden geschlossen, die Anlage von der 400-V-Spannungsversorgung getrennt und das Ereignis an die Feuerwehr gemeldet.

Die Feuerlöschanlage bestand aus Pulverlöschern, die im Deckenbereich der Räume RA-08 bis RA-12 installiert waren:

RA-08: Niederspannungsschaltanlage

RA-09: Messelektronik Import

RA-10: Messelektronik Export

RA-11: IT-Raum, SCADA

RA-12: Batterie und USV-Raum

Die Feuerlöschanlage arbeitete nicht selektiv, d. h. durch die Auslösung wurden in sämtlichen Räumen der Pulverlöscher ausgelöst und der gesamte Inhalt im Raum versprüht.



Abbildung 2: Beschädigter Elektrolytkondensator

Durch die Einwirkung des Löschpulvers kam es in der Folge zum Ausfall von elektronischen Baugruppen und Geräten. Zuerst waren die Geräte betroffen, die durch Lüftungssysteme das Löschpulver ansaugten und im Inneren auf die Leiterplatten verteilten (Server, Switch). Danach fielen Geräte aus, bei denen das Pulver durch Ritzen ins Innere eindringen konnte. Gut verschlossene Geräte (z. B. Mengenumwerter im Schaltschrank mit geschlossener Sichttür) arbeiteten zunächst weiter.

Nach Angaben des Herstellers sind die Bestandteile des Löschpulvers:

- 53 % Kaliumhydrogenkarbonat (Backpulver)
- 26 % Ammoniumhydrogenkarbonat (Hirschhornsalz)
- 8 % Kaliumnitrat (Salpeter)
- 8 % Kaliumkarbonat (Pottasche)
- 5 % andere Stoffe

Eine Analyse einer Probe durch das Labor des DBI ergab, dass weiterhin Eisen, Magnesium, Aluminium, Sulfide und Chloride im Löschpulver enthalten sind.

Aufgrund der Zusammensetzung wirkt das Löschmittel stark hygroskopisch. Für die Elektronikleiterplatten bedeutet dies, dass sich der Isolationswiderstand verringert, sich die Durchschlagsspannung halbiert und der Übergangswiderstand von Kontakten verdreifacht (Messung im DBI-Labor). An ungeschützten Kupferflächen bildet sich Kupfersulfat (Reaktion mit Schwefel). Metallische Teile werden von Korrosion befallen.

Eine vollständige Reinigung ist nicht (wirtschaftlich) möglich.

2. Brandschutz allgemein

Beim Brandschutz wird allgemein in aktiven und passiven Brandschutz unterschieden. Aktiver Brandschutz, auch als abwehrender Brandschutz bezeichnet, beschreibt den Einsatz der Feuerwehr und alle Bekämpfungsmaßnahmen im Falle eines Brandes.

Eine Zwischenstellung nimmt der Einsatz einer automatischen Löschanlage ein. Der aktive Einsatz einer solchen Anlage erfolgt nach Eintreten des Brandes. Automatische Löschanlagen werden hier jedoch zum passiven Brandschutz gezählt, weil sie vorbeugend installiert werden.

2.1 Aktiver Brandschutz

Der aktive Brandschutz beschreibt sämtliche Maßnahmen, die nach Eintreten des Brandes zu dessen Beseitigung vorgenommen werden. Das ist stets mit dem Einsatz der Feuerwehr verbunden.

Der aktive Brandschutz ist nicht Gegenstand dieser Untersuchung.

2.2 Passiver Brandschutz

Der passive Brandschutz konzentriert sich auf die vorbeugenden Funktionen, die das Entstehen eines Brandes gar nicht erst möglich machen sollen. Deshalb wird passiver Brandschutz auch als vorbeugender Brandschutz bzw. Brandverhütung bezeichnet.

Passiver Brandschutz beginnt bereits bei der Planung und dem Entwurf eines Gebäudes oder einer Anlage. Bei der Einrichtung eines Gebäudes wird der passive Brandschutz in die Praxis umgesetzt. Man unterscheidet drei Teilbereiche des passiven Brandschutzes:

- den baulichen,
- den anlagentechnischen und
- den organisatorischen Brandschutz.

2.2.1 Baulicher Brandschutz

Der bauliche Brandschutz kommt bereits bei der Entstehung eines Gebäudes zur Anwendung. Beim Bau oder bei der Sanierung müssen während der Fachplanung bauliche Brandschutzbestimmungen berücksichtigt werden. Dazu zählen unter anderem:

- das Brand- und Rauchverhalten der verwendeten Baustoffe sowie
- die Feuerwiderstandsdauer einzelner Bauteile.

Für diese Aspekte verwendete Materialien gelten bestimmte Mindestrichtlinien, die vor allem im öffentlichen Bereich einer bauaufsichtlichen Prüfung und Zulassung bedürfen. Beispiele für spezielle Baustoffe sind etwa Brandschutzfarben, die durch hinzugefügte Brandschutzmittel weniger entflammbar sind als herkömmliche Farben und deshalb vor allem in öffentlichen Gebäuden und Treppenhäusern verwendet werden können.

Neben den Materialien umfasst der bauliche Brandschutz aber auch den Entwurf und die Planung eines Gebäudes. Besonders bei größeren Gebäudekomplexen müssen einzelne Brandabschnitte hergestellt werden, indem an bestimmten Stellen Brandwände und Brandschutztüren installiert werden. Diese können im Falle eines Brandes das betroffene Gebiet abschotten, sodass sich das Feuer nicht auf das gesamte Gebäude ausbreiten kann. Auch die Fluchtwegplanung gehört als grundlegendes Element in diesen Abschnitt.

2.2.2 Anlagentechnischer Brandschutz

Um einen gegebenenfalls entstehenden Brand so schnell wie möglich registrieren und bekämpfen zu können, bedarf es eines anlagentechnischen Brandschutzes. Der anlagentechnische Brandschutz beschreibt die Ausstattung eines Gebäudes bzw. einer technischen Anlage mit Schutz- und Bekämpfungsmaßnahmen gegen Brände.

Dieser besteht – am bekanntesten und am weitesten verbreitet – in Gas- oder Rauchmeldern sowie oft auch in Feuerlöschanlagen (CO₂-Löschanlagen, Sprinkleranlagen usw.), die im Brandfall eine sofortige Bekämpfung des Feuers gewährleisten können.

Neben dieser vielfältigen aktiven Meldung und Bekämpfung von Bränden gibt es im anlagentechnischen Brandschutz aber auch weitere technische Möglichkeiten, die Ausbreitung eines Feuers zu erschweren. So werden Gebäude und Anlagen in Brandabschnitte eingeteilt, die voneinander durch feuerfeste Einrichtungen (Brandschutztüre, Schotte) voneinander getrennt werden. Besonders sensible Bauteile – vor allem Stromleitungskabel, IT-Leitungen, und Rohre – in Wänden werden durch spezielle Abschottungssysteme geschützt. Diese bestehen in der Regel aus feuerfesten Materialien, die um die betreffenden Kabel und Rohre verbaut werden. Solche hitzebeständigen Materialien schützen die Kabel und Rohre im Falle eines Brandes vor Beschädigung durch Hitze oder direktes Feuer.

Auch Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA), sowie mobile Feuerlöschanlagen wie etwa Feuerlöscher fallen unter den anlagentechnischen Brandschutz. Bei installierter Sprinkleranlage gehört auch der Löschwasservorrat (Tank) zum anlagentechnischen Brandschutz.

Eine Feuerlöschanlage ist eine ständig betriebsbereite technische Anlage, die einen Brand mit einem Löschmittel löscht (Tabelle 1).

Tabelle 1: Übersicht Feuerlöschanlagen

Selbsttätige Feuerlöschanlagen	nicht selbstständige Feuerlöschanlagen
Sprinkleranlagen	Wandhydranten
Sprühwasserlöschanlagen	Überflurhydranten
Wasserebelllöschanlagen	Unterflurhydranten
Schaumlöschanlagen	Trockene Steigleitungen für die Feuerwehr
Pulverlöschanlagen	
Gaslöschanlagen	
Sauerstoffreduzierungsanlagen	

Brandvermeidungsanlagen können als Sonderform der Feuerlöschanlage angesehen werden und gehören ebenfalls zum anlagentechnischen Brandschutz.

2.2.3 Organisatorischer Brandschutz

Der organisatorische Brandschutz schließlich betrifft vor allem die operativen Einsatzmöglichkeiten bei einem Brand. Hier geht es darum, einen Brandschutzbeauftragten zu bestellen, Alarmpläne und eine Brandschutzordnung aufzustellen, die im Notfall befolgt werden muss. In erster Linie soll hier die Verantwortlichkeit bestimmter Personen eindeutig geklärt werden, damit diese im Notfall schnellstmöglich reagieren und Gegenmaßnahmen einleiten können. Auch Schulungen zum Umgang mit brennbaren Stoffen oder das Verhalten im Brandfall gehören zu diesem Gebiet.

3. Anlagentechnik

3.1 Brandmeldeanlagen

Eine Brandmeldeanlage (BMA) ist eine Gefahrenmeldeanlage, die Ereignisse von verschiedenen Brandmeldern empfängt, auswertet und nach einem vorgegebenen Ablauf reagiert. Die Reaktion kann die Alarmierung der Feuerwehr und zusätzlich die Auslösung einer Brandlöschanlage sein. Weiter Reaktionen auf das Erkennen eines Brandes kann die Auslösung der Räumung eines Objektes, das Öffnen von Rauchableitungseinrichtungen, das Schließen von Feuerschutztüren oder weiteres sein.

Zum Detektieren von (Brand-)Ereignissen werden Brandmelder unterschiedlicher Kenngrößen (z. B. Rauch, Temperatur, Flammen etc.) verwendet. Als Brandmelder werden technische Geräte oder Anlagen zum Auslösen eines Alarms im Falle eines Brandes bezeichnet. Automatische Brandmelder können bei Bränden in der Entstehungsphase frühzeitig warnen.

Man unterscheidet:

- Brandgasmelder
- Wärmemelder
- Rauchmelder
- Flammenmelder
- Mehrfachsensormelder

3.1.1 Brandgasmelder

Ein Brandgasmelder signalisiert, wenn die Konzentration von Kohlenstoffmonoxid, Kohlenstoffdioxid oder anderen Verbrennungsgasen in einem Raum einen bestimmten Wert überschreitet und somit die Gefahr eines Brandes oder einer Rauchgasvergiftung besteht. Sie sind auch in warmen, staubigen oder rauchigen Räumen einsetzbar, in denen Wärmemelder und Rauchwarnmelder versagen. Ein Kohlenstoffmonoxid-Melder dient beispielsweise dazu, in einem Raum mit einem Kamin die CO-Konzentration zu überwachen und so eine Kohlenstoffmonoxidvergiftung zu vermeiden.

3.1.2 Wärmemelder

Ein Wärmemelder signalisiert Alarm, wenn die Raumtemperatur einen bestimmten maximalen Wert (etwa 60 °C) überschreitet oder innerhalb einer bestimmten Zeit die Umgebungstemperatur überdurchschnittlich schnell ansteigt (Thermodifferenzialauswertung). Wärmemelder werden besonders häufig in rauchigen oder staubigen (aber normal temperierten) Räumen eingesetzt, in denen Rauchwarnmelder versagen.

3.1.3 Rauchmelder

Rauchmelder verwenden verschiedene physikalische Effekte zur Erkennung von Brandrauch. Üblich sind optische und photoelektrische Rauchmelder. Weiterhin kommen Ionisationsrauchmelder zum Einsatz. Rauchmelder werden in der Regel an der Decke des zu überwachenden Bereichs installiert.

Für den Einsatz in GDRMA werden Ex-geschützte Rauchmelder verwendet (Abbildung 3).



Abbildung 3: Ex-geschützter photoelektrischer Rauchmelder SLR-E-IS der Firma Hochiki Ltd.

3.1.4 Flammenmelder

Ein Flammenmelder nutzt die charakteristischen modulierten Emissionen einer Flamme im Spektrum Infrarot bis Ultraviolett zur Detektion. Sie werden dort angewendet, wo bei Brandausbruch mit einer raschen Entwicklung offener (auch rauchloser) Flammen zu rechnen ist. Besonders geeignet sind sie an Arbeitsplätzen mit einer betriebsbedingten Rauchentwicklung.

3.1.5 Mehrfachsensormelder

Mehrfachsensormelder sind Brandmelder, die mit mehreren Sensoren unterschiedlicher Art arbeiten. Auf diese Weise können Fehlalarme vermieden werden. Üblich ist z. B. einen optischen Rauchmelder und das Erkennungssystem eines thermischen Melders in einem einzigen Gerät zu vereinen.

3.2 Gaslöschanlagen

Eine Gaslöschanlage ist eine Feuerlöschanlage, die einen Brand mittels eines gasförmigen Löschmittels löscht. Hierbei kommen folgende Effekte zur Anwendung:

- Sauerstoffverdrängung (Reduktion des Sauerstoffgehaltes),
- physikalische (Wärmeentzug)
- chemische Effekte (Kettenabbruchreaktion).

Die Anwendung von gasförmigen Löschmitteln ist nur in geschlossenen Räumen möglich.

Man unterscheidet Gaslöschanlagen anhand des verwendeten Löschmittels:

- Kohlenstoffdioxid- (CO₂-) Löschanlagen
- Inertgas-Löschanlagen
- Argon-Löschanlagen
- Stickstoff-Löschanlagen
- Inertgas-Löschanlagen mit Gasgemischen
- Chemische Löschanlagen

Zwischen den unterschiedlichen Gaslöschanlagen kann nicht in jedem Fall streng unterschieden werden. Es gibt auch Kombinationen verschiedener Löschmittel und Verfahren.

3.2.1 Kohlendioxid-Löschanlagen

Bei Kohlenstoffdioxid- und Inertgas-Löschanlagen haben Personen den Löschbereich vor dem Einstürmen des Löschgases zu verlassen, um nicht durch den reduzierten Sauerstoffgehalt zu Schaden zu kommen.

3.2.2 Intergas-Löschanlagen

Inertgas-Löschanlagen sind eine ortsfeste Feuerlöschanlagen, in der die Inertgase Argon oder Stickstoff bzw. Gemische daraus (Inergen oder Argonite) als Löschmittel eingesetzt werden.

Die Löschwirkung von Inertgasen wird durch die Verdrängung des Luftsauerstoffs erreicht. Man spricht hier vom Stickeffekt, der bei Unterschreitung des für die Verbrennung erforderlichen spezifischen Grenzwertes eintritt. Zumeist erlischt das Feuer schon bei einer Absenkung des Sauerstoffanteils auf 13,8 Vol.-%. Dazu muss das vorhandene Luftvolumen nur um etwa ein Drittel verdrängt werden, was einer Löschgaskonzentration von 34 Vol.-% entspricht.

Inertgas-Löschanlagen bringen keine festen Bestandteile in den zu schützende Raum und arbeiten daher vollständig rückstandsfrei.

Inertgas-Löschanlagen eignen sich besonders zur Anwendung in Bereichen, in denen Wasser, Schaum oder Pulver als Löschmittel aufgrund zu erwartender Löschfolgeschäden nicht eingesetzt werden können (Schalt- und Steueranlagen, EDV- und Telekommunikationsanlagen und - Einrichtungen sowie andere hochwertige Technik, unwiederbringliche Kulturgüter, etc.).

3.2.3 Argon-Löschanlagen

Argon-Löschanlagen werden auch zu den Inertgas-Löschanlagen gezählt. Das Edelgas Argon ist besonders reaktionsträge und daher auch zum Löschen von Metallbränden geeignet. Argon ist schwerer als die Umgebungsluft und durchsetzt den Löschbereich besonders schnell und gründlich.

3.2.4 Chemische Löschanlagen

Chemische Löschanlagen (Tabelle 2) erzielen ihre Löschwirkung vorwiegend durch Wärmeentzug aus der Flamme und nicht durch die Sauerstoffverdrängung. Damit sind diese Anlagen für Personen ungefährlicher als die herkömmlichen Gaslöschanlagen. Bei hohen Temperaturen können jedoch während des Löschvorgangs unerwünschte Zersetzungsprodukte entstehen.

Tabelle 2: Chemische Löschmittel (Auswahl)

Name	Beschreibung	Hersteller
FM-200	teilfluorierter Kohlenwasserstoff	Great Lakes Chemicals
FE-227	Fluorkohlenwasserstoff	DuPont Corporation
Solkaflam 227	Fluorkohlenwasserstoff	Solvay Fluor GmbH
Novec 1230	perfluoriertes Ethyl-Isopropylketon	3M Corporation
Inergen®-IG-541	52% N ₂ , 40% Ar, 8% CO ₂	Tyco International

Die Löschmittel chemischer Löschanlagen sind besonders für den Einsatz in mit Personen besetzten Bereichen geeignet, da bei löschwirksamer Konzentration keine Erstickungsgefahr besteht.

3.3 Pulverlöschanlagen

Eine Pulverlöschanlage (PLA) ist eine ortsfeste Feuerlöschanlage mit dem Löschmittel Pulver. Ortschafte Pulverlöschanlagen werden in der Industrie und Forschung eingesetzt, um gefährdete Produktions- und Lagerbereiche zu schützen.

Handelt es sich bei dem zu schützenden Bereich um einen geschlossenen Raum, in dem sich auch Menschen aufhalten, muss dieser vor der Löschung evakuiert werden, da Erstickungsgefahr droht. In der Regel ertönt hier ein Warnton einige Zeit vor Beginn der Löschung.

Löschpulver wurde als universelles Löschmittel für alle häufiger auftretenden Brandklassen (A, B, C) entwickelt. Die Bestandteile sind in Tabelle 3 angegeben.

Tabelle 3: Hauptbestandteile von Löschpulver

Löschpulver	Bestandteile
ABC	Ammoniumdihydrogenphosphat, Ammoniumhydrogenkarbonat, Ammoniumsulfat
BC	Natriumhydrogencarbonat, Kaliumhydrogencarbonat, Kaliumsulfat
D	Alkalichloriden (häufig Natriumchlorid)

Beim Einsatz von PLA treten Löschmittelschäden auf, weil das Pulver durch die entstehende Pulverwolke aus Löschsalzen weit über den Brandherd hinausgetragen wird und sich praktisch in jeder Ritze und jedem Winkel absetzt. Wegen der hygroskopischen Eigenschaften des Löschpulvers kann es durch diese Ablagerungen in Verbindung mit (Luft-) Feuchtigkeit zu starken Korrosionsschäden kommen. Diese Korrosionsschäden treten vereinzelt erst nach mehreren Wochen oder Monaten auf, je nach Luftfeuchtigkeit und Menge des Löschpulvers.

3.4 Aerosollöschanlagen

Eine Aerosol-Löschanlage löst nach ihrer Aktivierung eine chemische Reaktion aus, bei der ein Aerosol aus Stickstoff, Wasser und weiteren geeigneten Stoffen, z. B. Kaliumverbindungen, entsteht. Das erzeugte Aerosol bekämpft und löscht das Feuer durch Hemmung der chemischen Verbrennungsreaktion auf Molekularbasis ohne Beeinträchtigung des Sauerstoffgehalts im betreffenden Schutzvolumen (Gebäude, Raum). Das Aerosol ist elektrisch nicht leitend und hat keinen Einfluss auf die Funktionalität von elektronischen Bauteilen und Baugruppen. Weil der

Sauerstoffgehalt des Schutzvolumens nicht durch das Aerosol beeinträchtigt wird, werden Personen nicht durch die Löschanlage gefährdet.

Hersteller von Aerosollöschanlagen geben an, dass diese zur Brandbekämpfung in Elektroschälträumen, IT-Serverräumen, Garagen, und Heizräumen geeignet sind.

3.5 Brandvermeidungsanlagen

Brandvermeidungsanlagen senken den Luftsauerstoffgehalt im Schutzbereich durch die gezielte Zufuhr von Stickstoff soweit ab, dass eine „brandsichere“ Atmosphäre entsteht. Ein Feuer kann so gar nicht erst entstehen. Je nach eingesetztem Brandvermeidungssystem erfolgt der Aufbau der "brandsicheren" Atmosphäre entweder dauerhaft oder bedarfsgesteuert.

Eine Brandvermeidungsanlage hat folgende Vorteile:

- Brände können gar nicht erst entstehen
- keine Schäden durch starke Rauchgasentwicklung
- keine Löschnebenwirkungen
- technische Anlagen und Prozesse bleiben verfügbar.

Der Nachteil der Brandvermeidungsanlagen ist, dass die humane Verträglichkeit eingeschränkt und für Bereiche mit ständigem Aufenthalt von Personen nicht geeignet ist.

4. Fallbeispiele in Deutschland

Für diese Studie wurden als Fallbeispiele eine Biogaseinspeiseanlage und eine Verdichterstation ausgewählt und untersucht. Hierzu erfolgten in den Anlagen eine Bestandsaufnahme des Brandschutzes und eine nachfolgende Bewertung.

4.1 Biogaseinspeiseanlage

Es wurde eine Biogaseinspeiseanlage eines regionalen Gasversorgers besichtigt. Der Verteilnetzbetreiber übernimmt hier die Einspeisung einer Jahresleistung von rund 60 Millionen Kilowattstunden Biogas in sein Gashochdrucknetz. Die Einspeiseanlage stellt sicher, dass das in der Biogasanlage erzeugte Gas auch die Qualität erhält, die im Erdgasnetz erforderlich ist. Dazu wird das produzierte Rohbiogas vor Übergabe an die Einspeiseanlage gereinigt, um Stoffe wie Schwefel und Kohlendioxid zu entziehen. Das gereinigte Biogas weicht im Energiegehalt von dem des natürlichen Erdgases ab. Durch die Beimischung von Propan wird der Energiegehalt und damit der Brennwert dem des natürlichen Erdgases angeglichen. Die Messungen in der Biogaseinspeiseanlage stehen unter Aufsicht der Eichbehörde. Nach Messung und Feststellung der genauen chemischen Zusammensetzung wird das Bioerdgas odorisiert und auf maximal 16 bar Netzbetriebsdruck verdichtet. Somit ist das Bioerdgas bereit für die Einspeisung.



Abbildung 4: Biogasanlage, im Vordergrund LPG-Lager, LPG-Raum, Analyseraum und Kompressoren-Gebäude

4.1.1 Brandschutz Biogaseinspeiseanlage

Nach Aussage des Betreibers (Information der Öffentlichkeit nach §8a der 12. BImSchV (Störfallverordnung)) wurde für die Biogasanlage mit ihren Anlagenteilen in der Planungsphase ein entsprechendes Brandschutzkonzept aufgestellt, welches während der Bauphase ergänzt und umgesetzt wurde. Vor Inbetriebnahme erfolgte eine Abnahme durch einen zugelassenen Sachverständigen für Brandschutz. Weiterhin wurde vor Inbetriebnahme in Zusammenarbeit mit der örtlichen Feuerwehr und der Brandschutzdienststelle des Landkreises ein Feuerwehrplan aufgestellt. Die betroffenen Feuerwehren wurden vor Ort in die Gegebenheiten eingewiesen. In wiederkehrenden Begehungen werden die örtlichen Feuerwehren über Veränderungen informiert. Die Feuerwehrrzufahrt, die Bewegungsflächen sowie die Löschwasserversorgung wurden geprüft und für ausreichend befunden.

Die Biogaseinspeiseanlage ist ein von der Erzeugung und Aufbereitung des Biogases getrennter Bereich. Der Aufbau erfolgte auf der Grundlage der 4. BImSchV. Die Konditionierung (LPG), Einspeisung, Odorierung und Messung erfolgt auf der Grundlage des Regelwerkes des DVGW. Die Flüssiggasanlage (LPG-Tank) wurde auf der Grundlage der Verordnung über Gashochdruckleitungen (GasHDrLtgV) errichtet, die Kompressorenanlage auf der Grundlage der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG konstruiert und aufgebaut.

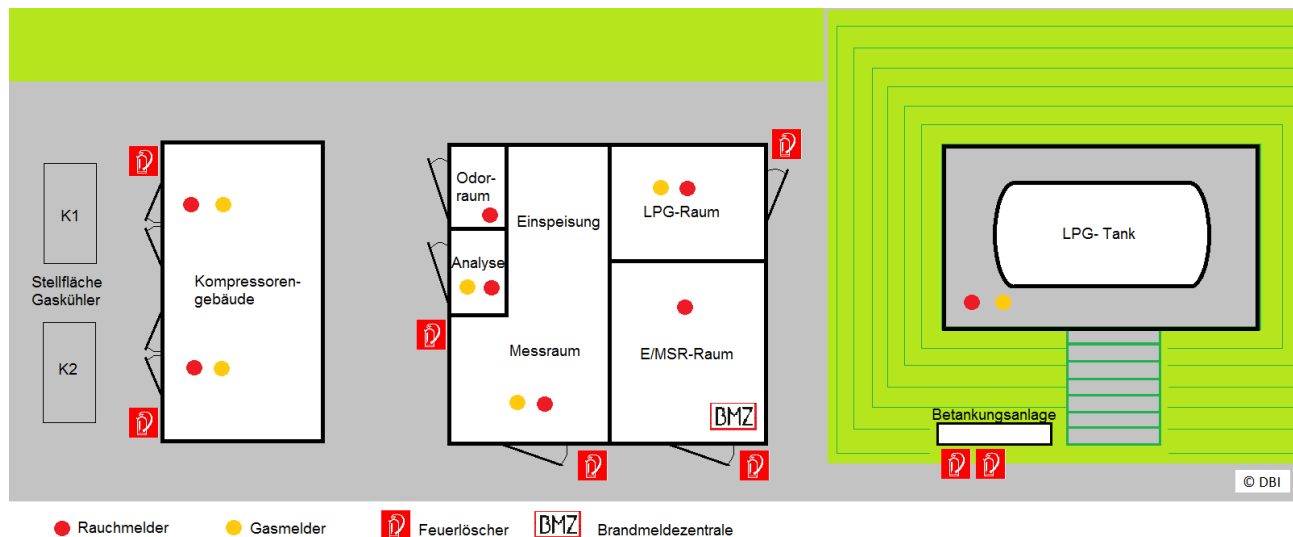


Abbildung 5: Anordnung der Feuerlöscher, Gas- und Rauchmelder der BGEA

Die Anlage besteht im Wesentlichen aus folgenden Teilen:

- Propantankanlage, LPG-Lager
- Container LPG / E-MSR
- Container Messtechnik / Analyse- und Odor
- Container Kompressor

- Kühler Kompressor

Die Propantankanlage befindet sich im Freien und besteht aus einem Tank, der von einem aufgeschütteten Bunker umschlossen ist. Der Bunker ist mit Stahlplatten abgedeckt, die zur Betankung und Wartung der Anlage hochgeklappt werden können. Oberhalb des Tanks, im sogenannten Domschacht, befinden sich ein Brandmelder und ein Gassensor. Besonderheit ist hierbei, dass der Gassensor während der Betankung aus dem Domschacht entfernt werden kann, um Fehlalarme zu verhindern. Die Anlage verfügt über eine Erdungseinrichtung für Tankkraftwagen. Der Domschacht verfügt über eine Trockenleitung, über die eine Flutung durch die Feuerwehr vorgenommen werden kann. Im Eingangsbereich der Propantankanlage befinden sich zwei Feuerlöscher (ABC-Pulver, 12 kg).

Der Verdampfer für das Flüssiggas befindet sich im LPG-Raum. Dieser Raum ist durch eine Gaswarnanlage und einen Brandmelder gesichert. Im Eingangsbereich des LPG-Raums befindet sich ein Feuerlöscher (ABC-Pulverlöscher).

Im Container Messtechnik befindet sich ein PGC und die Mengenmesstechnik. Dieser Raum ist durch eine Gaswarnanlage und einen Brandmelder gesichert.

Der Odorraum wird mit einem Brandmelder überwacht. Aus technischen Gründen wird auf einen Gassensor verzichtet. Im Eingangsbereich des Odorraums befindet sich ein Feuerlöscher (ABC-Pulver, 12 kg).

Der Analyseraum wird durch einen Brandmelder und einen Gassensor überwacht. Im Eingangsbereich des Analyseraums befindet sich ein Feuerlöscher (ABC-Pulver, 12 kg).

Der Kompressor-Container enthält zwei Verdichter. Das Gebäude wird durch eine Gaswarnanlage und Brandmeldeanlage überwacht. Ein Feuerlöscher (ABC-Pulverlöscher) ist im Eingangsbereich des Kompressor-Containers angeordnet.

Die besichtigte Biogaseinspeiseanlage verfügt über eine Brandmeldeanlage und über eine Gaswarnanlage. Mit beiden Einrichtungen, die über zahlreiche Sensoren verfügen, wird die Anlage kontinuierlich überwacht. Auf eine automatische Löschanlage wurde verzichtet.

Im Störfall wird die Feuerwehr automatisch alarmiert. Die zahlreichen Feuerlöscher stehen den Mitarbeitern der Anlage bis zum Eintreffen der Feuerwehr zur Verfügung.

Ein Vorfall wie unter 1.1 beschrieben ist durch den Verzicht auf eine automatische Löschanlage nicht möglich.

4.2 Verdichterstation

Es wurde eine Verdichterstation eines Fernleitungsnetzbetreibers in Deutschland besichtigt (siehe Abbildung 6). Diese Station wird als Referenz für ähnliche Anlagen betrachtet. Es handelt sich um eine Transportnetz -Verdichterstation an einem wichtigen Netzknotenpunkt, an dem insgesamt sechs Ferngasleitungen zusammentreffen und je nach Erfordernis geschaltet werden können. Die Station dient der Stabilisierung des Druckniveaus im Leitungssystem auf 55 bar.



Abbildung 6: Verdichterstation

Auf dem Gelände dieser Verdichterstation befinden sich alle erforderlichen Gasanlagen, die zum sicheren Betrieb dieser Gasinfrastruktur notwendig sind:

- 2 Stück baugleiche Verdichtereinheiten bestehend aus Radial-Turbokompressor vom Typ RV (MAN Turbo) und Gasturbine vom Typ Mars 100 S (Solar Turbines) inkl. peripherer Anlagen
- Regel- und Messschienen, Analysenmesstechnik
- Gaskühlanlage

- Filteranlage
- Gaseigenversorgungsanlage, Heizungsanlage, Steuerluftversorgung
- Brandmelde-, Einbruchsmelde- und Gaswarnanlage, Feuerlöschanlage
- Notstrom- und Batterieanlage, Mittelspannungs- und Niederspannungsschaltanlage
- E-, MSR-, Netzwerk-Technik, Automationstechnik.

Der Automationsgrad der Anlage ermöglicht neben der Vor-Ort-Steuerung eine Fernüberwachung und Fernbedienung aus einem Dispatcherzentrum.

4.2.1 Brandschutz Verdichterstation

Die unterschiedlichen technischen Bereiche der Verdichterstation sind in verschiedene Brandabschnitte eingeteilt, die räumlich voneinander getrennt sind (Abbildung 7).

Die Verdichter-Halle beherbergt zwei Stück Turboverdichter, die in einer Einhausung (Schallschutzhaube) untergebracht sind. Der Innenraum dieser Schallschutzhauben wird durch Gassensoren (Methan) auf ausströmendes Erdgas und durch Flammenmelder auf einen Brand überwacht. Die Flammenmelder sind mit einer automatischen Feuerlöschanlage (FLA) gekoppelt. Diese FLA (Inergen®-Löschanlage) sichert nur den Bereich innerhalb der Schallschutzhauben.

Inergen® ist der Markenname für ein Gemisch aus 52 % Stickstoff, 40 % Argon und 8 % Kohlenstoffdioxid. Der Vorteil dieser Mischung liegt in der Eigenart von Kohlenstoffdioxid (CO₂). Es beschleunigt unter Sauerstoffmangel die Atmung, so dass im Raum befindliche Personen weiter mit Sauerstoff versorgt bleiben.

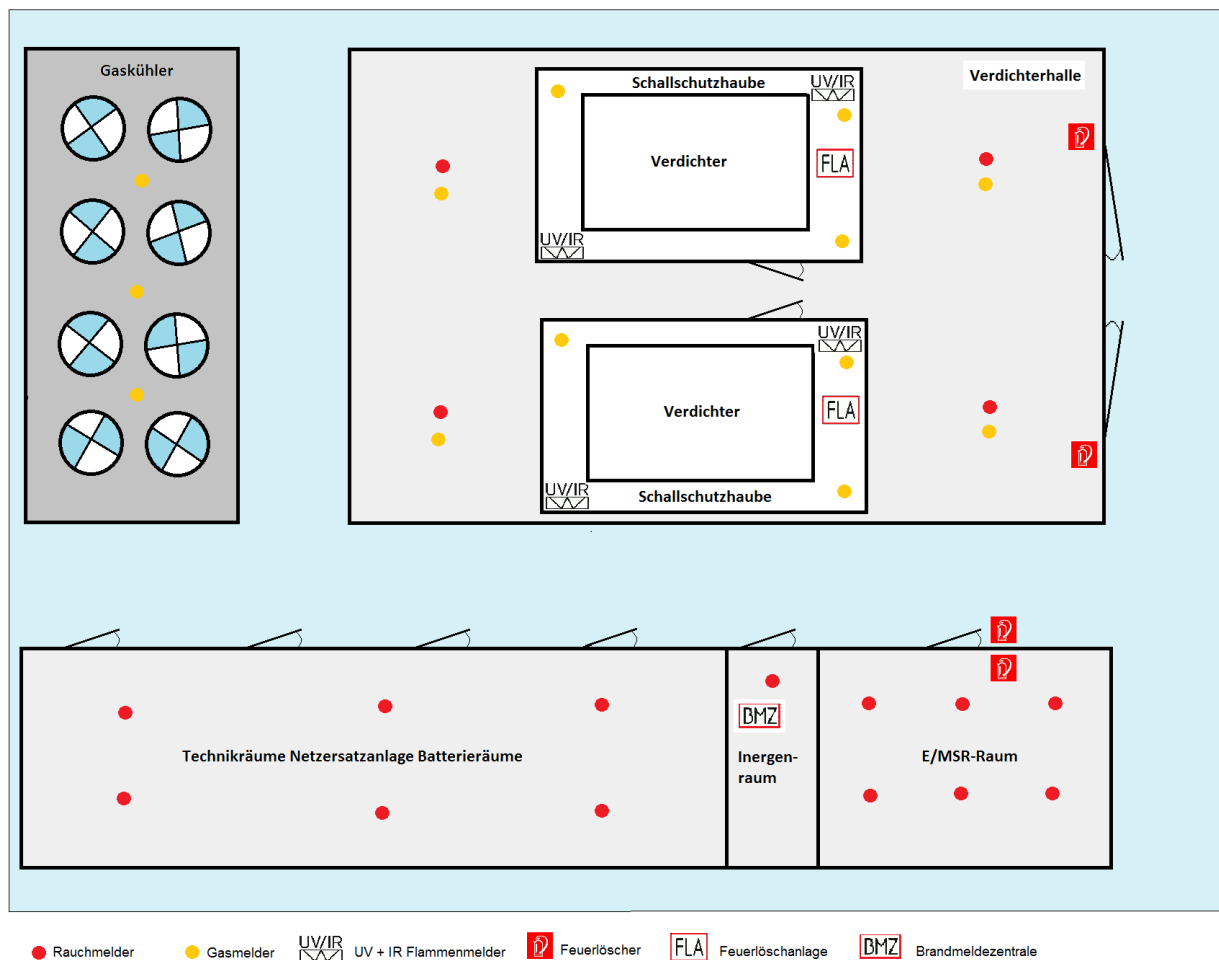


Abbildung 7: Verdichteranlage (schematische Darstellung)

Die Bereiche in der Verdichterhalle, aber außerhalb dieser Schallschutzhauben, sind durch Gassensoren auf ausströmendes Erdgas und durch Rauchmelder gegen Brand überwacht. Der Bereich Verdichterhalle (ohne Schallschutzhauben) ist nicht mit einer automatischen FLA gegen Brand gesichert. Hier erfolgt die Brandmeldung an die örtliche Feuerwehr, die im Brandfall zum Einsatz kommt. Weiterhin ist der Bereich Verdichterhalle mit Handfeuerlöschern ausgerüstet.



Abbildung 8: Flaschenlager der Inergen®-Löschanlage der Verdichterstation

Der E/MSR-Raum und die weiteren Technikräume der Verdichterstation sind mit Rauchmeldern ausgestattet. Wird ein Brand detektiert, dann wird ein akustischer Alarm ausgelöst und die örtliche Feuerwehr alarmiert. Weiterhin stehen im E/MSR-Raum CO₂-Handfeuerlöscher zur Verfügung.

In den Elektroräumen der Verdichterstation wird auf eine automatische FLA verzichtet. Nur in dem technologisch kritischen Bereich kommt eine FLA zum Einsatz.

4.2.2 Fazit Referenzanlagen

Die in Deutschland untersuchten Referenzanlagen sind in Bezug auf den Brandschutz sicher ausgelegt. Es werden die anerkannten Regeln der Technik angewendet. Bei der Auslegung der Löschmittel wurde darauf geachtet, dass diese für das zu schützenden Objekt geeignet sind. Im Falle eines Brandes oder eines Fehlalarms sind keine zusätzlichen Schäden durch Löschmittel möglich.

5. Empfehlungen

Die Anforderungen an den Brandschutz sind in Deutschland in einer Vielzahl von Rechtsvorschriften, wie zum Beispiel den Feuerwehrgesetzen und Bauordnungen der sechzehn Bundesländer, sowie zahlreichen weiteren Gesetzen, Verordnungen und Richtlinien reguliert.

Die regulierten baulichen Maßnahmen sind vielfältig und beschreiben Anforderungen an die verwendeten Baustoffe und Bauteile. In Europa und Deutschland regelt die DIN EN 13501 und die DIN EN 1992-1-2 den Brandschutz für Stahlbetonbau, die DIN EN 1993-1-2 den bautechnischen Brandschutz in Industriebauten.

In Deutschland kann es notwendig sein, im Interesse des Bauherrn ein Brandschutzgutachten durch einen zugelassenen Brandschutzgutachter nach DIN EN 17024 erstellen zu lassen. Zudem ist das erstellte Brandschutzkonzept bei den lokalen Behörden einzureichen und abzustimmen.

Die Auswahl der Löschmittel und gegebenenfalls die Entscheidung eine automatische FLA zu installieren ist für Räume mit elektrotechnischen Einrichtungen, Mess- Steuer und Regelausrüstung, sowie IT und Kommunikationseinrichtungen sind Einzelfallentscheidungen.

Für Anlagen die eine hohe Verfügbarkeit gewährleisten müssen, um die Versorgungssicherheit mit Erdgas zu gewährleisten, sollte der Einsatz einer automatischen Gaslöschanlage erwogen werden. Hierbei sollte neben den üblichen Kriterien der Wirksamkeit, Wirtschaftlichkeit, Humanverträglichkeit etc. auf eine gezielte Wirksamkeit geachtet werden die im Einsatzfall keine oder nur geringe zusätzliche Schäden verursacht. In Tabelle 4 sind empfohlene Löschanlagentypen für den Einsatz in E/MSR-Räumen im Vergleich zu einer Sprinkleranlage aufgeführt. Das Löschmittel Wasser (Sprinkleranlage) ist für E/MSR-Anlagen nicht geeignet.

Tabelle 4: Empfohlene Löschanlagentypen für den Einsatz in der E/MSR-Technik nach (2)

Löschanlagentyp:	Gaslöschanlage			Sprinkleranlage
Löschmittel:	Argon	N2	CO2	Wasser
Raumschutz, große Räume	+	+	++	++
Raumschutz, kleine Räume	++	++	+	+
Doppelbodenschutz	++	-	++	- -
Zwischendecke	++	++	+	-
Einrichtungsschutz	++	+	+	- -
Gebäudeschutz	-	-	-	++
Umweltverträglichkeit	++	++	++	++

Löschanlagentyp:	Gaslöschanlage			Sprinkleranlage
Löschmittel:	Argon	N2	CO2	Wasser
Humanverträglichkeit	++	++	-	++
Platzsparende Löschmittelbevorratung	++	++	++	-
Löschmittelrückstände	++	++	++	-
Wirtschaftlichkeit	+	+	++	++
Elektrische Leitfähigkeit	++	++	++	- -

Pulverlöschanlagen kommen für E/MSR-Räume nicht in Frage. Die Auswahl einer geeigneten Gaslöschanlage kann anhand der in Tabelle 4 aufgeführten Kriterien durchgeführt werden.

Zu beachten ist hierbei die Humanverträglichkeit. Bei unbesetzten, ferngesteuerten Anlagen ist der Einsatz von CO₂-Anlagen problemlos möglich, wenn sichergestellt werden kann, dass sich keine Personen im Alarmfall in den gesicherten Bereichen aufhalten (Zugangskontrolle). Dann ist der Einsatz von CO₂-Löschanlagen auch für große Räume wirtschaftlich.

Wenn nicht sichergestellt werden kann, dass sich Personen in dem zu schützenden Bereich aufhalten, dann sollte auf eine Gaslöschanlage mit Argon, Stickstoff oder chemischen Löschmitteln nach Tabelle 2 angewendet werden.

Sollte bei anderen Gasanlagen die Erfordernis eines anlagentechnischen Brandschutzes ermittelt werden können die hier zusammengefassten Erkenntnisse sinngemäß übertragen werden.

Literaturverzeichnis

- (1) Naendorf, Bernhard (Hrsg.): Gasdruckregelung und Gasdruckregelanlagen; 2. Auflage 2006; Essen Vulkan-Verlag
- (2) Lorenz, Dirk; Limprecht, Olaf: Brandschutz III: Fachgebiet Baulicher Brandschutz, Sicherheitstechnische Anlagen und anlagentechnischer Brandschutz, Löschanlagen; Vorlesung 2015; Technische Universität Kaiserslautern.
- (3) Juditzki, Ines: Vergleich von stationären Feuerlöschanlagen für den Einsatz in Bibliotheken; Information des Landesbibliothekszenrum Rheinland-Pfalz, Pfälzische Landesbibliothek, 2005

Anlagenverzeichnis

Anlage 1:	Normen und Standards	25
Anlage 2:	Brandschutzzeichen nach DIN EN ISO 7010	26
Anlage 3:	Feuerwehrplansymbole nach DIN 14034-6	27

Anlage 1: Normen und Standards

Tabelle 5: Technische Regeln, Normen und Standards

Nr.	Titel
DIN EN 1992-1-2:2010-12	Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall; Deutsche Fassung EN 1992-1-2:2004 + AC:2008
DIN EN 1993-1-2	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall; Deutsche Fassung EN 1993-1-2:2005 + AC:2009
DIN EN 15004	Ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen - Löschanlagen mit gasförmigen Löschmitteln - Teil 1: Planung, Installation und Instandhaltung (ISO 14520-1:2006, modifiziert); Deutsche Fassung EN 15004-1:2008
DIN 14675:2012-04	Brandmeldeanlagen - Aufbau und Betrieb
DIN EN 13501-1:2010-01	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten; Deutsche Fassung EN 13501-1:2007+A1:2009
VdS 2381	Feuerlöschanlagen mit halogenierten Kohlenwasserstoffen, Planung und Einbau
BGR 134	Einsatz von Feuerlöschanlagen mit sauerstoffverdrängenden Gasen

Anlage 2: Brandschutzzeichen nach DIN EN ISO 7010

Brandschutzzeichen gemäß DIN EN ISO 7010					
Nr.	Symbol	Beschreibung	Nr.	Symbol	Beschreibung
F001		Feuerlöscher	F009		Fahrbarer Feuerlöscher
F002		Löschschlauch	F010		Tragbare Schaumlösch-Einheit
F003		Feuerleiter	F011		Wassernebelrohr
F004		Mittel und Geräte zur Brandbekämpfung	F012		Fest eingebaute Feuerlösch-Einrichtung
F005		Brandmelder	F013		Fest eingebaute Feuerlösch-Flasche
F006		Brandmeldetelefon	F014		Auslösestation für Raum-schutz
F008		Fest eingebaute Feuerlösch-mittel-Batterie	F015		Feuerlöschmonitor

Anlage 3: Feuerwehrplansymbole nach DIN 14034-6

Feuerwehrplansymbole gemäß DIN 14034-6					
Nr.	Symbol	Beschreibung	Nr.	Symbol	Beschreibung
FW 023		Anleiterstelle	FW 036		Feuerwehr-Stromversorgung
FW 024		Fluchttunnel	FW 037		Erdungseinrichtung
FW 025		Information für die Feuerwehr	FW 038		ELA Einsprechstelle
FW 026		Feuerwehrschiessung	FW 039		Löschwasserteich
FW 027		Brandmelderzentrale	FW 040		Löschwasserbrunnen
FW 028		Übertragungseinrichtung	FW 041		Löschwasserbehälter, überirdisch
FW 029		Feuerwehr-Anzeigetableau	FW 042		Löschwasserbehälter, unterirdisch
FW 030		Feuerwehr-Schlüsseldepot	FW 043		Saugstelle für Löschmittel
FW 031		Feuerwehr-Bedienfeld	FW 044		Wasser-Staueinrichtung, vorbereitet
FW 032		Feuerwehr-Gebäudefunkbedienfeld	FW 045		Oberflächenwasser-Schacht
FW 033		Blitzleuchte	FW 046		Oberflächenwasser-Einlauf
FW 034		Hauptschalter	FW 047		Löschwasser-Sauganschluss, unterflur
FW 035		Freischaltelement	FW 048		Löschwasser-Sauganschluss, überflur

Feuerwehrplansymbole gemäß DIN 14034-6					
Nr.	Symbol	Beschreibung	Nr.	Symbol	Beschreibung
FW 049		Unterflur-Hydrant	FW 062		Schaum-Löschanlage, Bedienstelle
FW 050		Überflur-Hydrant	FW 063		Schaum-Löschanlage, Einspeisung
FW 051		Schlauchanschlussventil, trocken, C-Anschluss	FW 064		Sprinkleranlage
FW 052		Schlauchanschlussventil, nass, C-Anschluss	FW 065		Sprinkleranlage, Bedienstelle
FW 053		Wandhydrant	FW 066		Sprinklerzentrale
FW 054		Löschwasser-Einspeiseeinrichtung, B-Anschluss	FW 067		Sprühflutanlage
FW 055		Löschwasser-Pumpe	FW 068		Sprühflutanlage, Bedienstelle
FW 056		Löschwasser-Druckerhöhungspumpe	FW 069		Berieselungsanlage
FW 057		Pulverlöschanlage	FW 070		Berieselungsanlage, Bedienstelle
FW 058		Pulverlöschanlage, Bedienstelle	FW 071		Stationärer Werfer (Monitor)
FW 059		Kohlendioxid-Löschanlage	FW 072		Löschmittelvorrat, allgemein
FW 060		Kohlendioxid-Löschanlage, Bedienstelle	FW 073		Löschmittelvorrat, Inhalt und Bezeichnung
FW 061		Schaum-Löschanlage	FW 074		Schmutz-/Mischwasserschacht

Feuerwehrplansymbole gemäß DIN 14034-6					
Nr.	Symbol	Beschreibung	Nr.	Symbol	Beschreibung
FW 075		Löschwasserrückhaltung	FW 080		Elektronische Datenverarbeitung
FW 076		Verschluss/Abdeckung Oberflächenwasser-Einlauf	FW 081		Nicht mit Wasser löschen
FW 077		Absperreinrichtung, Rohrleitung	FW 082		Gebäudeeingang
FW 078		Hinweis auf Gashaupthahn	FW 083		Hauptzufahrt
FW 079		Hinweis auf Wasserhauptahn	FW 084		Nebenzufahrt