

DIN EN 17966



ICS 13.220.20

Einsprüche bis 2023-06-28

Entwurf

**Brandschutzeinrichtungen –
Kohlenstoffdioxid-Löschanlagen für den Einsatz in Gebäuden –
Planung und Einbau (ISO 6183:2022, modifiziert);
Deutsche und Englische Fassung prEN 17966:2023**

Fire protection equipment –
Carbon dioxide extinguishing systems for use on premises –
Design and installation (ISO 6183:2022, modified);
German and English version prEN 17966:2023

Équipement de protection contre l'incendie –
Installations fixes d'extinction par dioxyde de carbone utilisées dans les bâtiments –
Conception et installation (ISO 6183:2022, modifiée);
Version allemande et anglaise prEN 17966:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-04-28 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an fnfw@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Feuerwehrwesen (FNFW), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 161 Seiten

DIN-Normenausschuss Feuerwehrwesen (FNFW)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17966:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 191 „Ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 031-03-04 AA „Feuerlöschanlagen mit gasförmigen Löschmitteln und deren Bauteile - SpA zu CEN/TC 191/WG 6“ im DIN-Normenausschuss Feuerwehrwesen (FNFW).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Dieses Dokument enthält neben den gesetzlichen Einheiten auch die Einheit psi, die in Deutschland nicht zugelassen ist. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Anwendung dieser Einheit im nationalen amtlichen und geschäftlichen Verkehr auf Grund des Gesetzes über Einheiten im Messwesen und die Zeitbestimmung (EinhZeitG) nicht zulässig ist. Die Angabe dieser Einheit dient lediglich als Hilfe im amtlichen und geschäftlichen Verkehr (z. B. bei Einfuhr und Ausfuhr) mit solchen Staaten, die diese Einheit anwenden.

Umrechnung:

Nicht zugelassene Einheit	Zugelassene Einheit	Umrechnung
psi	Pa	1 psi = 6 894,757 Pa

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

<i>Titel de:</i>	Brandschutzeinrichtungen — Kohlenstoffdioxid-Löschanlagen für den Einsatz in Gebäuden — Planung und Einbau (ISO 6183:2022, modifiziert); Deutsche und Englische Fassung prEN 17966:2023
<i>Titel en:</i>	Fire protection equipment — Carbon dioxide extinguishing systems for use on premises — Design and installation (ISO 6183:2022, modified); German and English version prEN 17966:2023
<i>Titel fr:</i>	Équipement de protection contre l'incendie — Installations fixes d'extinction par dioxyde de carbone utilisées dans les bâtiments — Conception et installation (ISO 6183:2022, modifiée); Version allemande et anglaise prEN 17966:2023

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Anwendung und Anwendungsgrenzen	11
4.1 Allgemeines	11
4.2 Anwendungen für Kohlenstoffdioxidanlagen	11
4.3 Anwendungsgrenzen für Kohlenstoffdioxidanlagen	11
4.4 Temperaturgrenzen	12
5 Sicherheit	12
5.1 Gefährdung von Personen	12
5.2 Sicherheitsvorkehrungen	12
5.2.1 Üblicherweise besetzte und üblicherweise unbesetzte Bereiche	12
5.2.2 Warnhinweise für begehbbare Bereiche	13
5.2.3 Warnhinweise für nicht begehbbare Bereiche	16
5.3 Gefährdungen durch Elektrizität	16
5.4 Elektrische Erdung	17
5.5 Elektrostatische Entladung	17
6 Auslegung der Anlage	17
6.1 Allgemeines	17
6.1.1 Einleitung	17
6.1.2 Spezifikationen	18
6.1.3 Dokumentation	18
6.2 Kohlenstoffdioxidzufuhr	18
6.2.1 Qualität	18
6.2.2 Menge	18
6.2.3 Behälteranordnung	19
6.2.4 Lagerbehälter	21
6.3 Löschmittelverteilung	23
6.3.1 Allgemeines	23
6.3.2 Rohrleitungen	24
6.3.3 Formstücke	24
6.3.4 Rohr- und Ventilhalterungen	24
6.3.5 Ventile	25
6.3.6 Düsen	26
6.4 Umfasste Räume (Raumschutz)	27
6.4.1 Tragfestigkeit	27
6.4.2 Verlust durch Öffnungen	27
6.4.3 Lüftungsanlagen	28
6.5 Branderkennungs-, Auslöse- und Steuereinrichtungen	28
6.5.1 Allgemeines	28
6.5.2 Abschaltung der Anlage und Geräte	28
6.5.3 Automatische Erkennung	28
6.5.4 Betätigungseinrichtungen	28

6.5.5	Steuereinrichtungen	30
6.5.6	Akustische Alarmer und optische Anzeigen.....	31
6.6	Lokale Steuerung (LC, en: local control) und lokale Steuerstationen (LCS, en: local control station).....	32
7	Berechnungen von Kohlenstoffdioxidfluss und -konzentration.....	32
7.1	Allgemeines	32
7.2	Berechnungen des Anlagendurchflusses.....	33
7.2.1	Allgemeines	33
7.2.2	Reibungsverluste.....	33
7.2.3	Druckabfall	33
7.2.4	Ventile und Formstücke.....	34
7.2.5	Berechnungen für den installierten Zustand.....	34
7.2.6	Spezifische Anforderungen.....	34
7.3	Anforderungen an die Kohlenstoffdioxidkonzentration.....	34
7.3.1	Flammenlöschung	34
7.3.2	Inertisierung	35
7.4	Einsatzmenge für den Raumschutz.....	35
7.4.1	Allgemeines	35
7.4.2	Auslegungsmenge.....	35
7.4.3	K _B -Faktor	36
7.5	Auslegung von Einrichtungsschutzanlagen	39
7.5.1	Allgemeines	39
7.5.2	Anforderungen an Kohlenstoffdioxid	39
7.5.3	Flächenbezogenes Bemessungsverfahren	40
7.5.4	Volumenbezogenes Bemessungsverfahren.....	42
7.6	Schutzdauer – Raumschutzanlagen	44
7.7	Leistungsdaten der Anlage.....	44
7.7.1	Flutungszeit	44
7.7.2	Halteflutung.....	44
8	Inbetriebnahme und Abnahme	45
8.1	Allgemeines	45
8.2	Prüfungen.....	45
8.2.1	Allgemeines	45
8.2.2	Überprüfung des umfassten Raums	45
8.2.3	Überprüfung der mechanischen Bauteile	45
8.2.4	Überprüfung der Raumdichtigkeit	46
8.2.5	Überprüfung der elektrischen Bauteile	47
8.2.6	Vorprüfungen zur Funktionsfähigkeit.....	48
8.2.7	Prüfung der Funktionsfähigkeit der Anlage.....	48
8.2.8	Fernüberwachung der Funktionsstellung (falls zutreffend).....	49
8.2.9	Primäre Energieversorgung des Bedienfelds	49
8.2.10	Abschluss der Funktionsprüfungen	49
8.3	Übergabeprotokoll und Dokumentation	49
9	Inspektion, Instandhaltung, Prüfung und Schulung.....	49
9.1	Allgemeines	49
9.2	Inspektion	49
9.2.1	Allgemeines	49
9.2.2	Behälter.....	50
9.2.3	Schläuche.....	50
9.2.4	Umfasste Räume	50
9.3	Instandhaltung	50
9.3.1	Allgemeines	50
9.3.2	Inspektionsprogramm für den Betreiber.....	50
9.3.3	Wartungsprogramm.....	51

9.4	Schulung.....	51
Anhang A (normativ) Dokumentation		52
A.1	Allgemeines	52
A.2	Dokumentation	52
A.3	Spezifische Einzelheiten.....	53
A.3.1	Vorgeplante Anlagen	53
A.3.2	Individuell geplante Anlagen	53
A.4	Übergabeprotokoll und Dokumentation	53
Anhang B (normativ) Bestimmung der Rohrnennweiten und Öffnungsgrößen von Kohlenstoffdioxidanlagen		59
Anhang C (informativ) Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Anlage		69
Anhang D (informativ) Allgemeine Angaben zu Kohlenstoffdioxid.....		70
D.1	Allgemeines	70
D.2	Freier Ausfluss.....	71
D.3	Gefährdung von Personen	74
Anhang E (informativ) Berechnungsbeispiele.....		76
E.1	Volumenbezogenes Bemessungsverfahren - Beispiel 1	76
E.1.1	Gefährdung	76
E.1.2	Tatsächliche Maße	76
E.1.3	Angenommenes Volumen.....	76
E.1.4	Umschlossener Umfang, in Prozent.....	77
E.1.5	Austrittsrate bei 71 % Umschließung.....	77
E.1.6	Austrittsrate	77
E.1.7	Anforderung an Kohlenstoffdioxid	77
E.2	Volumenbezogenes Bemessungsverfahren - Beispiel 2	77
E.2.1	Gefährdung	77
E.2.2	Tatsächliche Maße	77
E.2.3	Angenommenes Volumen.....	77
E.2.4	Umschlossener Umfang, in Prozent.....	78
E.2.5	Austrittsrate bei 0 % Umschließung.....	78
E.2.6	Austrittsrate	78
E.2.7	Anforderung an Kohlenstoffdioxid	78
E.3	Flächenbezogenes Bemessungsverfahren	78
E.3.1	Gefährdung	78
E.3.2	Oberflächenmaße.....	78
E.3.3	Düsenanordnung.....	78
E.3.4	Durchführung.....	78
E.3.5	Gesamtdurchflussrate.....	78
E.3.6	Anforderung an Kohlenstoffdioxid	78
E.4	Raumschutzanlage	79
E.4.1	Lagerraum.....	79
E.4.2	Tatsächliche Maße	79
E.4.3	Angenommenes Volumen.....	79
E.4.4	Zusätzliches Volumen für Entlüftung.....	79
E.4.5	Abziehbares Volumen	79
E.4.6	Gesamtfläche aller Seiten	79
E.4.7	Gesamtfläche aller Öffnungen.....	80
E.4.8	Fläche.....	80
E.4.9	Auslegungsmenge des Kohlenstoffdioxids.....	80
Literaturhinweise.....		81

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17966:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 191 „Ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Der Text von ISO 6183:2022 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 21 „Equipment for fire protection and fire fighting“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und vom Technischen Komitee CEN/TC 191 „Ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen“ als prEN 17966:2023 übernommen, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird, mit gemeinsamen Änderungen, die durch eine gerade Linie am Rand des Textes angezeigt werden.

Einleitung

Dieses Dokument ist zur Anwendung durch die Personen vorgesehen, die mit Beschaffung, Planung, Installation, Prüfung, Inspektion, Zulassung, Betrieb und Instandhaltung von Kohlenstoffdioxid-Löschanlagen (CO₂-Löschanlagen) befasst sind.

Dieses Dokument gilt ausschließlich für ortsfeste Kohlenstoffdioxid-Feuerlöschanlagen in Gebäuden und anderen Räumlichkeiten an Land. Obwohl die allgemeinen Grundsätze auch für andere Verwendungszwecke (z. B. maritime Anwendungen) gelten können, ist es wahrscheinlich, dass dafür zusätzliche Betrachtungen berücksichtigt werden müssen und die Anwendung der in diesem Dokument angegebenen Anforderungen daher nicht vollständig zufriedenstellend ist. Allgemeine Angaben zu Kohlenstoffdioxid als Löschmittel sind in Anhang D enthalten. Dabei kann es sich um nützliche Hintergrundinformationen für Personen handeln, die mit den Eigenschaften dieses Löschmittels nicht vertraut sind.

Bei der Erarbeitung dieses Dokuments wurde vorausgesetzt, dass Personen mit der Durchführung seiner Vorschriften beauftragt werden, die mit der Spezifikation, Auslegung, Installation, Prüfung, Zulassung, Inspektion, Betätigung und Instandhaltung der betreffenden Anlagen und Ausrüstungen vertraut sind und für deren Anleitung es erstellt wurde, und sorgfältig vorgehen, um eine unnötige Freisetzung von Kohlenstoffdioxid zu vermeiden. Diese dritte Ausgabe enthält neue Anforderungen zur Minimierung der Notwendigkeit der Freisetzung von Kohlenstoffdioxid während der Prüf- und Inbetriebnahmeverfahren. Diese Anforderungen stehen in Zusammenhang mit der Einbeziehung der Prüfung der Raumdichtigkeit.

Kohlenstoffdioxid ist seit vielen Jahren ein anerkanntes wirksames Mittel zur Löschung von Bränden brennbarer Flüssigkeiten sowie von Bränden, die durch elektrische und gewöhnliche Gefährdungen der Klasse A verursacht werden. Bei der Planung umfassender Maßnahmen sollte jedoch bedacht werden, dass Gefährdungen vorliegen können, für die dieses Medium nicht geeignet ist, und dass seine Verwendung unter bestimmten Umständen oder in bestimmten Situationen Gefährdungen mit sich bringen kann, die besondere Vorsichtsmaßnahmen erfordern.

Die Verwendung von Kohlenstoffdioxid wird nicht länger für den Raumschutz besetzter Bereiche empfohlen, wenn geeignetere Löschmittel zur Verfügung stehen. EN 15004 enthält Anforderungen für andere Löschmittel, die für den Einsatz in diesen Bereichen geeigneter sind.

Es ist wichtig, dass der Brandschutz eines Gebäudes oder einer Anlage als Ganzes betrachtet wird. Kohlenstoffdioxidanlagen bilden lediglich einen, wenn auch wichtigen, Teil der verfügbaren Einrichtungen. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass ihre Einführung zwangsläufig die Notwendigkeit beseitigt, zusätzliche Maßnahmen in Betracht zu ziehen, wie z. B. die Bereitstellung von tragbaren Feuerlöschern oder anderen mobilen Geräten für Erste-Hilfe- oder Notfalleinsätze oder für den Umgang mit besonderen Gefährdungen.

Empfehlungen zu diesen Themen können vom jeweiligen Hersteller des Kohlenstoffdioxids oder der Löschanlage eingeholt werden. Auch die zuständigen Brandschutz-, Gesundheits- und Sicherheitsbehörden und Versicherungen können Auskunft erteilen. Außerdem ist gegebenenfalls die Bezugnahme auf weitere nationale Normen und gesetzliche Regelungen des jeweiligen Landes notwendig.

Die ordnungsgemäße Instandhaltung der Brandbekämpfungsausrüstung zur Sicherstellung der sofortigen Einsatzbereitschaft im Bedarfsfall ist von grundlegender Bedeutung. Regelmäßige Instandhaltung wird mitunter vom Eigentümer der Anlage vernachlässigt oder mit unzureichender Aufmerksamkeit durchgeführt. Durch Versäumnisse in der Instandhaltung kann jedoch Lebensgefahr für in den Räumlichkeiten anwesende Personen oder das Risiko großer finanzieller Verluste entstehen. Deshalb wird auf die Bedeutung der Instandhaltung besonders hingewiesen. Inspektionen, vorzugsweise durch eine Drittstelle vorgenommen, sollten eine Bewertung einschließen, ob die Feuerlöschanlage weiterhin für das Risiko ausreichenden Schutz bietet (sowohl geschützte Bereiche als auch der Stand der Technik können sich im Laufe der Zeit ändern).

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Anforderungen fest und enthält Empfehlungen für die Auslegung, Installation, Prüfung, Instandhaltung und Sicherheit von ortsfesten Kohlenstoffdioxid-Brandbekämpfungsanlagen in Gebäuden, Produktionsanlagen oder anderen Bauwerken. Es ist nicht anwendbar für Löschanlagen auf Schiffen, in Flugzeugen, auf Fahrzeugen oder auf mobilen Feuerlöschgeräten oder für unterirdische Anlagen im Bergbau; es gilt ebenfalls nicht für Kohlenstoffdioxid-Vorinertisierungsanlagen.

Die Auslegung von Anlagen, mit (einer) nicht verschließbaren Öffnung(en), deren Fläche einen festgelegten Wert überschreitet und welche der Auswirkung von Wind ausgesetzt sein kann/können, ist nicht festgelegt, obwohl allgemeine Hinweise auf das in solchen Fällen zu befolgende Verfahren gegeben werden (siehe 7.4.3.2).

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN ISO 7731, *Ergonomie — Gefahrensignale für öffentliche Bereiche und Arbeitsstätten — Akustische Gefahrensignale (ISO 7731)*

EN 15004:2019¹, *Ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen — Löschanlagen mit gasförmigen Löschmitteln — Teil 1: Planung, Installation und Instandhaltung (ISO 14520-1:2015, modifiziert)*

EN 12094 (alle Teile), *Ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen — Bauteile für Löschanlagen mit gasförmigen Löschmitteln*

EN 54 (alle Teile), *Brandmeldeanlagen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

3.1

zugelassen

durch eine *zuständige Stelle* (3.2) genehmigt

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei der Beurteilung von Installationen oder Verfahren, Ausrüstungen oder Werkstoffen kann die zuständige Stelle ihre Zustimmung auf Basis der Übereinstimmung mit den jeweils zutreffenden Normen erteilen.

1 In Überarbeitung.

3.2

zuständige Stelle

Organisation, Amt oder verantwortliche Einzelperson, die für die Zulassung der Anlagenkomponenten, Installationen oder Verfahren verantwortlich ist

3.3

Umschaltung Automatik/Handbetrieb

Einrichtung zum Umschalten einer Anlage zwischen Automatik und Handbetrieb

Anmerkung 1 zum Begriff: Zum Umschalten kann ein manuell zu betätigender Schalter an der Zentrale oder an einer anderen Steuereinrichtung oder aber eine Verriegelung der Tür für Personen verwendet werden. In allen Fällen wird die Betriebsart der Anlage von Automatik und Handbetrieb auf nur Handbetrieb umgestellt oder umgekehrt.

3.4

Abstand

Zwischenraum zwischen Anlagenkomponenten einschließlich Rohrleitungen und Düsen und nicht gekapselten oder nicht isolierten spannungsführenden elektrischen Bauteilen, die ein anderes Potential als der Masseanschluss haben

3.5

Glimmbrand

Brand mit Feststoffen, die Schwelen unterliegen

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele für einen Glimmbrand umfassen Materialien in Ballen-, Stapel- oder Haldenform, wie z. B. Papier, Wolle und Getreide.

3.6

Auslegungskonzentration

Kohlenstoffdioxidkonzentration inklusive eines *Sicherheitsfaktors* (3.24), die für die Anlagenauslegung erforderlich ist

3.7

individuell geplante Anlage

Anlage, in der die Kohlenstoffdioxidzufuhr über ein Rohrleitungsnetz mit Düsen freigesetzt wird, bei dem die Größen aller Rohrabschnitte und Düsenöffnungen entsprechend den Anforderungen dieses Dokuments berechnet wurden

3.8

Löschkonzentration

geringste Kohlenstoffdioxidkonzentration, die zum Löschen eines bestimmten Brennstoffs unter festgelegten Versuchsbedingungen ohne *Sicherheitsfaktor* (3.24) erforderlich ist

3.9

Füllfaktor

Masse des Kohlenstoffdioxids je *Volumeneinheit* (3.11) des Behälters

3.10

Auslegungsmenge

Masse des Kohlenstoffdioxids, die zum Erreichen der *Auslegungskonzentration* (3.6) innerhalb des *Volumens eines zu schützenden Bereichs* (3.11) erforderlich ist

3.11

Volumen des zu schützenden Bereichs

zu schützender Raum, der baulich umschlossen ist

3.12

Hochdrucklagerung

Lagerung von Kohlenstoffdioxid in Druckbehältern bei Umgebungstemperaturen

3.13

Haltezeit

Dauer, während der eine Kohlenstoffdioxidkonzentration größer als die *Löschmittelkonzentration* (3.8) beibehalten wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe 7.6.2.

3.14

Inspektion

Sichtprüfung, um eine angemessene Sicherheit über die vollständige Befüllung und die Betriebsbereitschaft der Feuerlöschanlage zu erhalten

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei der Inspektion wird überprüft, ob die Anlage funktionsfähig ist, keine Auslösung oder unbefugte Eingriffe erfolgt sind und dass keine erkennbare äußerliche Beschädigung oder ein Zustand vorliegen, der die Funktion verhindert.

3.15

Zeit des Flüssigkeitsaustrags

Zeit, während der überwiegend flüssiges Kohlenstoffdioxid an der Düse vorliegt

3.16

Absperrvorrichtung

handbetätigtes Absperrventil, das im Rohrnetz in Durchflussrichtung hinter den Kohlenstoffdioxidbehältern eingebaut ist, oder eine andere Einrichtung, die mechanisch die Löschmittelfreigabe verhindert

Anmerkung 1 zum Begriff: Durch Betätigung dieser Vorrichtung wird der Blockierzustand der Anlage angezeigt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Absperrvorrichtung wird dann betätigt, wenn ein Austrag des Kohlenstoffdioxids in den Schutzbereich zu verhindern ist.

3.17

Einrichtungsschutzanlage

automatische oder handbetätigte Feuerlöschanlage, in der ein festgelegter Kohlenstoffdioxidvorrat an ein feststehendes Rohrnetz mit Düsen angeschlossen ist, die so angeordnet sind, dass das Kohlenstoffdioxid direkt auf einen Brand in einem bestimmten Bereich einwirkt, der nicht oder nur teilweise umschlossen ist, und die keine *Löschkonzentration* (3.8) im gesamten *Volumen des zu schützenden Bereichs* (3.11) erzeugt, das die geschützte Gefährdung enthält

3.18

Niederdrucklagerung

Lagerung von Kohlenstoffdioxid in Druckbehältern bei geregelter niedriger Temperatur von gewöhnlich -18 °C bis -20 °C

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Druck bei dieser Art von Lagerung beträgt annähernd 21 bar^2 .

² $1\text{ bar} = 0,1\text{ MPa} = 10^5\text{ Pa}$; $1\text{ MPa} = 1\text{ N/mm}^2$.

3.19

Instandhaltung

gründliche Überprüfung für den Nachweis, dass die Feuerlöschanlage bestimmungsgemäß funktioniert

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie umfasst eine gründliche Untersuchung sowie alle notwendigen Reparaturarbeiten oder den Ersatz von Bauteilen der Anlage.

3.20

maximaler Betriebsdruck

Druck (en: equilibrium pressure) innerhalb eines Behälters bei maximaler Betriebstemperatur

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei *Hochdrucklagerung* (3.12) bei maximalem *Füllfaktor* (3.9). Bei einem Behälter während des Transports kann sich dieser Druck von dem bei der Lagerung innerhalb von Gebäuden unterscheiden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei *Niederdrucklagerung* (3.18) handelt es sich um den Druck, der der geregelten maximalen Temperatur von -18 °C entspricht.

3.21 Begriffe zu mit Personen besetzten und nicht begehbaren Bereichen

3.21.1

üblicherweise mit Personen besetzter Bereich

für Personen vorgesehener Bereich

3.21.2

üblicherweise unbesetzter Bereich

üblicherweise von Personen nicht begangener Bereich, der jedoch gelegentlich kurzfristig betreten werden darf

3.21.3

nicht begehbare Bereich

Bereich, der nicht betreten werden kann, weil seine Maße oder sonstige physikalische Einschränkungen das Betreten ausschließen

BEISPIEL Flache Hohlräume und Schränke.

3.22

vorgeplante Anlage

Anlage, die aus einem Löschmittelvorrat mit einem bestimmten Fassungsvermögen besteht, angeschlossen an ein zuvor berechnetes Rohrnetz mit Düsenanordnung bis zu maximal genehmigten Grenzen

Anmerkung 1 zum Begriff: Abweichungen von den vom Hersteller oder von der *zuständigen Stelle* (3.2) festgelegten Grenzen sind unzulässig.

3.23

Durchflusszeit der Dampfphase vor der Flüssigphase

Zeit zwischen dem Öffnen des Behälters oder *Bereichsventils* (3.25) bis zum Beginn des überwiegend flüssigen Durchflusses an der ungünstigsten Düse

3.24

Sicherheitsfaktor

Multiplikator der *Löschkonzentration* (3.8) des Kohlenstoffdioxids, der zur Bestimmung der *Mindest-Auslegungskonzentration* (3.6) verwendet wird

3.25

Bereichsventil

in Durchflussrichtung nach den Lagerbehältern im Rohrnetz installiertes Ventil, welches das Kohlenstoffdioxid auf die entsprechende Gefährdung gerichtet freigibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Es wird verwendet, wenn ein oder mehrere Lagerbehälter so angeordnet sind, dass eine selektive Verteilung des Kohlenstoffdioxids auf verschiedene Gefährdungen ermöglicht wird.

3.26

Oberflächenbrand

Brand von entflammbaren oder brennbaren Flüssigkeiten, Gasen und Feststoffen ohne Schwelen

3.27

Raumschutzanlage

Anlage, die so aufgebaut ist, dass beim Kohlenstoffdioxidaustrag in einen umfassten Raum die jeweilige *Auslegungskonzentration* (3.6) erreicht wird

4 Anwendung und Anwendungsgrenzen

4.1 Allgemeines

Auslegung, Installation, Betrieb und Instandhaltung von Kohlenstoffdioxid-Feuerlöschanlagen müssen von Personen durchgeführt werden, die mit der Technik von Feuerlöschanlagen vertraut sind. Instandhaltung und Installation dürfen nur von qualifizierten Personen und qualifizierten Firmen durchgeführt werden.

4.2 Anwendungen für Kohlenstoffdioxidanlagen

Kohlenstoffdioxid-, Einrichtungsschutz- und Raumschutzanlagen sind innerhalb der Anwendungsgrenzen dieses Dokuments nützlich, um Brände in Verbindung mit bestimmten Gefährdungen oder Geräten zu löschen.

Die nachstehend aufgeführten Beispiele sind typisch für solche Gefährdungen, wobei diese Liste nicht vollständig ist:

- a) brennbare oder entflammbare Flüssigkeiten und Gase;
- b) Gefährdungen durch Elektrizität, wie z. B. Transformatoren, Schalter, Leistungsschalter, rotierende Geräte und elektronische Geräte;
- c) mit Ottokraftstoff und anderen entflammbaren Flüssigbrennstoffen betriebene Motoren;
- d) herkömmliche brennbare Stoffe, wie z. B. Papier, Holz und Textilien.

4.3 Anwendungsgrenzen für Kohlenstoffdioxidanlagen

Kohlenstoffdioxid kann keine Brände löschen, an denen bestimmte Arten von Stoffen beteiligt sind, wie z. B.:

- a) Chemikalien, die Sauerstoff freisetzen, z. B. Zellulosenitrat; oder
- b) Metalle und Chemikalien, die mit Kohlenstoffdioxid reagieren, z. B. Alkalimetalle und Metallhydride.

Während Kohlenstoffdioxid bestimmte Brennstoffe nicht löscht, die ihren eigenen Verbrennungssauerstoff enthalten, reagiert es aber auch nicht gefährlich mit diesen Stoffen oder erhöht deren Brenngeschwindigkeit. Sofern in dieser Situation in einer Raumschutzanlage verwendet, bietet Kohlenstoffdioxid Schutz für benachbarte brennbare Stoffe oder es kann erfolgreich eingesetzt werden, wenn die reaktiven Metalle oder das Hydrid zunächst von einem anderen Material bedeckt sind. Beispiele für den letztgenannten Fall sind Natrium, das unter Kerosin gelagert oder verwendet wird, Zellulosenitrat in einer Lösung von Lackverdünner sowie Magnesiumspäne, die mit Schweröl bedeckt sind.

4.4 Temperaturgrenzen

Alle Geräte müssen für den vorgesehenen Einsatz ausgelegt sein und dürfen ihre Funktionsfähigkeit nicht ohne Weiteres verlieren oder zu unbeabsichtigter Auslösung neigen. Die Geräte müssen gewöhnlich ausgelegt sein für die ordnungsgemäße Funktion in einem Temperaturbereich von -20 °C bis $+50\text{ °C}$ oder mit Temperaturgrenzen gekennzeichnet sein oder entsprechend den Festlegungen des Herstellers, die auf dem Typenschild gekennzeichnet oder (falls kein Typenschild vorhanden ist) im Bedienhandbuch des Herstellers angegeben werden müssen.

5 Sicherheit

5.1 Gefährdung von Personen

Die Freisetzung von Kohlenstoffdioxid in Feuerlöschkonzentration verursacht ernstzunehmende Gefährdungen von Personen, wie durch Erstickung und eingeschränkte Sicht während und nach der Flutungsdauer. Die durch Freisetzung von Kohlenstoffdioxid verursachten Gefährdungen von Personen müssen bei der Auslegung der Anlage berücksichtigt werden.

Kohlenstoffdioxidgas ist schwerer als Luft und sammelt sich in Gruben, Schächten, Schachtsohlen oder anderen tiefliegenden Bereichen und kann in angrenzende Bereiche außerhalb des geschützten Raums gelangen. Orte, an die das Kohlenstoffdioxid bei Freisetzung aus einer Sicherheitsentlastungsvorrichtung eines Lagerbehälters gelangen oder an denen es sich sammeln kann, müssen ebenfalls berücksichtigt werden.

Die Übereinstimmung mit diesem Dokument berührt nicht die gesetzliche Verantwortung des Betreibers für die Einhaltung der entsprechenden Sicherheitsvorschriften.

ANMERKUNG Die nach diesem Dokument erforderlichen Sicherheitsvorkehrungen beziehen sich nicht auf toxikologische oder physiologische Auswirkungen, die mit den durch Brand verursachten Verbrennungsprodukten verbunden sind.

5.2 Sicherheitsvorkehrungen

5.2.1 Üblicherweise besetzte und üblicherweise unbesetzte Bereiche

Der Einsatz von Kohlenstoffdioxid wird für den Raumschutz von üblicherweise besetzten und üblicherweise unbesetzten Bereichen nicht empfohlen, solange vergleichbare alternative Brandbekämpfungsverfahren zur Verfügung stehen. Werden jedoch Kohlenstoffdioxidanlagen zum Schutz dieser Bereiche eingesetzt, müssen sie mit Folgendem ausgestattet sein:

- a) Eine nichtelektrische Zeitverzögerungseinrichtung und ein elektrischer und pneumatischer Vorwarnalarm vor dem bevorstehenden Löschmittelaustrag, der sich von allen anderen Alarmsignalen unterscheidet, oder eine andere zugelassene Kombination von Einrichtungen, die ein gleichwertiges Maß an Sicherheit und Zuverlässigkeit bieten.

Der Vorwarnalarm vor dem bevorstehenden Löschmittelaustrag muss in allen Bereichen des geschützten Raums hörbar sein, und kohlenstoffdioxidbetriebene Alarme, sofern verwendet, dürfen nicht zur Entwicklung einer unsicheren Atmosphäre führen.

Nichtelektrische Zeitverzögerungseinrichtungen müssen nach EN 12094-2 zugelassen werden. Elektrische Vorwarnalarms müssen nach EN 54-3 zugelassen werden. Pneumatische Vorwarnalarms müssen nach EN 12094-12 zugelassen werden.

- b) Eine Umschaltung Automatik/Handbetrieb mit entsprechender Statusanzeige.
- c) Eine überwachte Absperrvorrichtung, die einen Anlagenfehler anzeigt, wenn das Ventil mehr als ein Achtel geschlossen ist.

Absperrvorrichtungen müssen nach EN 12094-6 zugelassen werden.

ANMERKUNG Zweck der Absperrvorrichtung ist die physische Verhinderung der Freisetzung von Kohlenstoffdioxid in den geschützten Raum, z. B. während der Instandhaltung oder wenn eine sichere Evakuierung während der Vorwarnzeit nicht möglich ist.

- d) Notbeleuchtung und geeignete Richtungsschilder für Notausgänge: ständige optische und akustische Alarms an den Eingängen und ausgewiesenen Ausgängen innerhalb des geschützten Bereichs sowie ständige optische Alarms außerhalb des geschützten Bereichs, die so lange aktiv bleiben, bis der geschützte Bereich für sicher erklärt wurde.
- e) Ausgewiesene Ausgangstüren, die nach außen schwingen, selbstschließend sind und von innen geöffnet werden können, auch wenn sie von außen verschlossen sind.
- f) Geeignete Warn- und Hinweisschilder (siehe 5.2.2).
- g) Einrichtungen für eine natürliche Belüftung oder Fremdbelüftung dieser Bereiche unmittelbar nach jeder Freisetzung von Kohlenstoffdioxid. Häufig ist eine Fremdbelüftung erforderlich. Da Kohlenstoffdioxid schwerer als Luft ist, muss darauf geachtet werden, dass gefährliche Atmosphären vollständig abgeführt und nicht nur an einen anderen Ort weitergeleitet werden.

Ist die Ansammlung von Kohlenstoffdioxidgas in Gruben, Brunnen, Schachtsohlen oder anderen tiefliegenden Bereichen möglich, muss erwogen werden, dem Kohlenstoffdioxid einen Geruchsstoff beizumischen.

Unterweisungen von und Übungen mit allen Personen, die sich innerhalb oder in der Nähe der Löschbereiche aufhalten, einschließlich des Instandhaltungspersonals oder der Bauarbeiter, die in diesen Bereich gebracht werden könnten, müssen erfolgen, um bei Auslösung der Anlage deren korrektes Verhalten sicherzustellen. Nach der Flutung der Anlage sollten Personen den umfassten Raum nicht betreten, bis er für sicher erklärt wurde. Zusätzliche Sicherheitsaspekte wie Atemschutzgeräte sollten berücksichtigt werden.

Die Notwendigkeit, nationale Regelungen oder Normen einzuhalten, die andere Vorsichtsmaßnahmen erfordern, muss berücksichtigt werden.

5.2.2 Warnhinweise für begehbare Bereiche

Hinweisschilder müssen an den folgenden Orten vorgesehen werden:

- a) an allen Eingängen zu dem zu schützenden Raum (siehe Bild 1 und Bild 2);
- b) an jedem handbetätigten Notauslösepunkt (siehe Bild 3);
- c) an jedem Absperrventil (siehe Bild 4).

Bei Kohlenstoffdioxidanlagen zum Schutz von begehbaren Bereichen müssen geeignete Warn- und Hinweisschilder neben den Zugangspunkten zum geschützten Raum oder entsprechend den nationalen Anforderungen angebracht werden. Beispiele für typische Hinweisschilder sind in Bild 1 bis Bild 5 dargestellt.

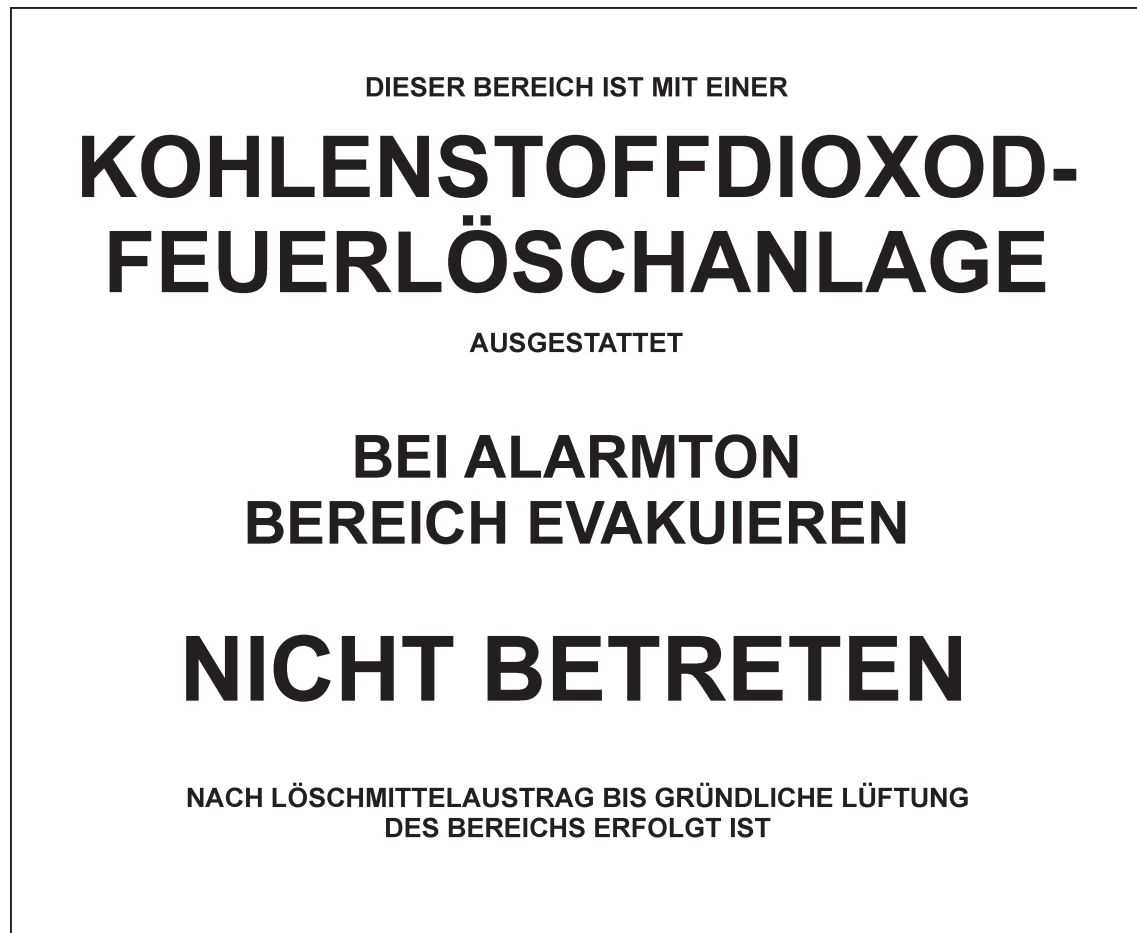


Bild 1 — Typisches Hinweisschild, das an jedem Eingang zum geschützten Bereich oder umfassten Raum anzubringen ist

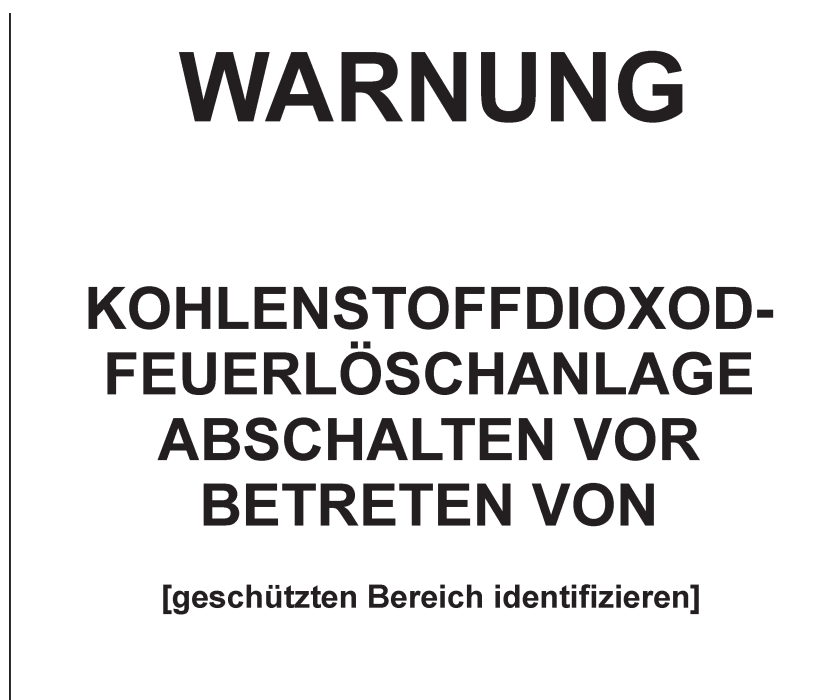


Bild 2 — Typisches Hinweisschild für Absperrwarnsystem

**HANDAUSLÖSUNG DER
KOHLENSTOFFDIOXOD-FEUERLÖSCHANLAGE
FÜR**

[geschützten Bereich identifizieren]

WARNUNG

**VOR AUSLÖSUNG EVAKUIERUNG
DES BEREICHS SICHERSTELLEN**

Bild 3 — Typisches Hinweisschild, das an der Handauslösung anzubringen ist

**ABSPERRVENTIL DER
KOHLENSTOFFDIOXOD-
FEUERLÖSCHANLAGE FÜR**

[geschützten Bereich identifizieren]

WARNUNG

**VOR ÖFFNEN DES VENTILS
SICHERSTELLEN, DASS SICH KEINE
PERSONEN IM BEREICH AUFHALTEN**

[geschützten Bereich identifizieren]

Bild 4 — Typisches Hinweisschild für Absperrventil

5.2.3 Warnhinweise für nicht begehbbare Bereiche

Bei Kohlenstoffdioxidanlagen zum Schutz von nicht begehbbaren Bereichen müssen geeignete Warn- und Hinweisschilder neben den Zugangspunkten zum geschützten Bereich oder entsprechend den nationalen Anforderungen angebracht werden. Ein Beispiel für ein typisches Hinweisschild ist in Bild 5 dargestellt.

Zusätzliche Hinweisschilder dürfen an jedem handbetätigten Notauslösepunkt vorgesehen werden (siehe Bild 3).

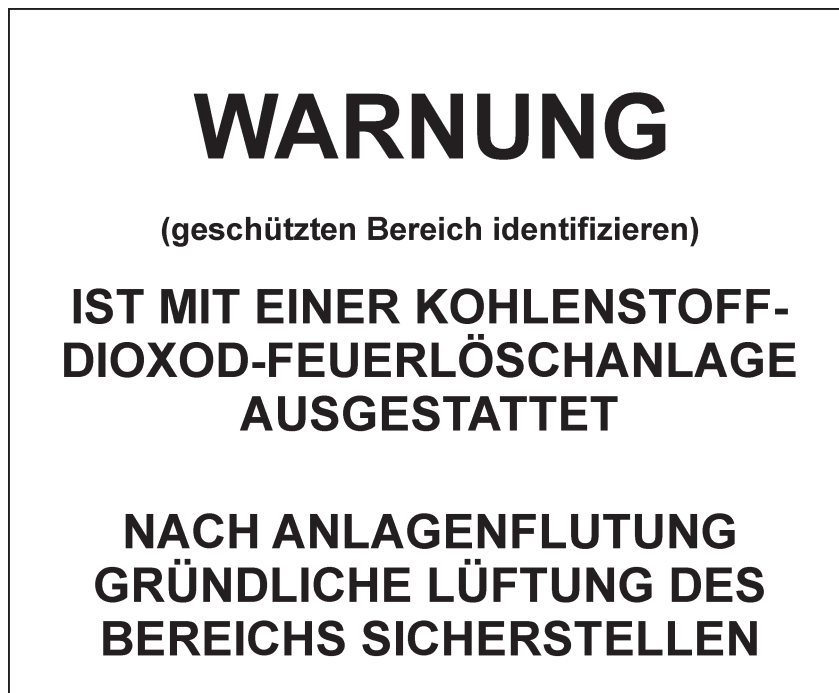


Bild 5 — Typischer Warnhinweis, der am Zugangspunkt zum geschützten nicht begehbbaren Bereich anzubringen ist

5.3 Gefährdungen durch Elektrizität

Wenn freiliegende elektrische Leiter vorhanden sind, müssen nach Möglichkeit mindestens die in Tabelle 1 angegebenen Abstände zwischen den elektrischen Leitern und allen Teilen der Anlage eingehalten werden, die während der Instandhaltung möglicherweise erreicht werden können. Können diese Abstände nicht eingehalten werden, müssen Warnhinweise angebracht und entsprechende Sicherheitsmaßnahmen während der Instandhaltungsarbeiten beachtet werden.

Die Anlage sollte so installiert werden, dass alle üblichen Arbeiten ohne Beeinträchtigung der Sicherheit der Bedienperson durchgeführt werden können.

Tabelle 1 — Sicherheitsabstände, um die Durchführung von Betrieb, Inspektion, Reinigung, Reparaturen, Anstricharbeiten und üblichen Instandhaltungsarbeiten zu ermöglichen

Maximale Bemessungsspannung	Mindestabstand von einer beliebigen Stelle auf oder an einer dauerhaft angebrachten Einrichtung, an der möglicherweise eine Person stehen muss ^a	
	zum nächsten nicht abgeschirmten spannungsführenden Leiter in Luft (Abschnittsabstand)	zum nächsten nicht mit dem Erdpotenzial verbundenen Isolator ^b für einen spannungsführenden Leiter (Bodenabstand)
kV	m	m
15	2,6	2,5
33	2,75	
44	2,90	
66	3,10	
88	3,20	
110	3,35	
132	3,50	
165	3,80	
220	4,30	
275	4,60	

^a Gemessen von der Fußposition.

^b Die Benennung Isolator schließt alle Formen von isolierenden Abstützungen ein, z. B. Sockel und Hängeisolatoren, Buchsen, Kabelendverschlüsse und die Isolierhalterungen bestimmter Arten von Leistungsschaltern.

5.4 Elektrische Erdung

Anlagen in elektrischen Schaltstationen oder Schalträumen müssen wirksam elektrisch verbunden und geerdet sein, um die elektrische Aufladung von Metallteilen zu verhindern, oder in Übereinstimmung mit nationalen Anforderungen.

5.5 Elektrostatische Entladung

ACHTUNG — Bei der Freisetzung von Kohlenstoffdioxid in explosionsgefährdete Bereiche ist Vorsicht geboten. Während der Freisetzung von Kohlenstoffdioxid kann es zu einer elektrostatischen Aufladung von Leitern kommen, die nicht mit der Erde verbunden sind. Diese Leiter können sich auf andere Objekte mit ausreichender Energie, um eine Explosion auszulösen, entladen.

Die Anlage muss auf geeignete Weise elektrisch verbunden und geerdet sein, um das Risiko einer elektrischen Entladung zu verringern, oder entsprechend nationalen Anforderungen.

6 Auslegung der Anlage

6.1 Allgemeines

6.1.1 Einleitung

Dieser Abschnitt legt die Anforderungen an die Auslegung der Löschanlage fest.

Die Notwendigkeit der Übereinstimmung der Zusatzsysteme und Bauteile mit nationalen Regelungen oder Normen muss berücksichtigt werden.

6.1.2 Spezifikationen

Spezifikationen für Kohlenstoffdioxid-Löschanlagen müssen unter der Aufsicht einer Person, die umfassende Erfahrungen mit der Auslegung derartiger Anlagen besitzt, und gegebenenfalls auch mit Unterstützung der zuständigen Stelle erarbeitet werden. Die Spezifikationen müssen alle wesentlichen Punkte berücksichtigen, die für die ordnungsgemäße Auslegung der Anlage notwendig sind, wie z. B.:

- a) Benennung der zuständigen Stelle;
- b) Abweichungen gegenüber der Norm, die von der zuständigen Stelle genehmigt werden müssen;
- c) Auslegungskriterien;
- d) Reihenfolge der Auslösevorgänge;
- e) Art und Umfang der Abnahmeprüfung, die nach Installation der Anlage durchzuführen ist; und
- f) Anforderungen an die Unterweisungen des Eigentümers der Anlage.

6.1.3 Dokumentation

Entsprechende Unterlagen für Entwurf und Planung der Anlage müssen der zuständigen Stelle zur Zulassung vor Beginn der Installation oder der Änderung vorgelegt werden. Die Art der erforderlichen Dokumentation muss den Festlegungen nach Anhang A entsprechen.

6.2 Kohlenstoffdioxidzufuhr

6.2.1 Qualität

Das Kohlenstoffdioxid muss den Anforderungen nach Tabelle 2 entsprechen.

Tabelle 2 — Anforderungen an die Eigenschaften des Kohlenstoffdioxids

Eigenschaften	Anforderungen
Reinheit, % (Volumenanteil), Mindestwert	99,5
Wasseranteil, % (Massenanteil), Höchstwert	0,015
Ölanteil, ppm (Massenanteil), Höchstwert	5
Gesamtanteil an Schwefelverbindungen, ausgedrückt als Schwefel, ppm (Massenanteil), Höchstwert	5,0
ANMERKUNG 1 Kohlenstoffdioxid, das durch Umwandlung von Trockeneis in Flüssigkeit gewonnen wird, entspricht gewöhnlich nicht diesen Anforderungen, es sei denn, es wurde ordnungsgemäß verarbeitet, um überschüssiges Wasser und Öl zu entfernen.	
ANMERKUNG 2 ppm = Teile je Million.	

6.2.2 Menge

6.2.2.1 Die Menge von Kohlenstoffdioxid in der Anlage muss mindestens für die größte Einzelgefährdung oder die größte Gruppe von Gefährdungen, gegen die gleichzeitig geschützt werden soll, ausreichend sein.

6.2.2.2 Werden mehrere Löschbereiche von einer Kohlenstoffdioxidbatterie oder einer Behälteranlage versorgt, muss für jeden Löschbereich ein Bereichsventil vorgesehen werden. Bereichsventile für Behälteranlagen müssen sich automatisch vor oder gleichzeitig mit der Betätigung der Behälterventile öffnen.

Bereichsventile müssen nach EN 12094-5 zugelassen werden.

6.2.2.3 Die ermittelte erforderliche Kohlenstoffdioxidmenge muss so gelagert werden, dass sie jederzeit verfügbar ist, und darf nicht für andere Zwecke verwendet werden.

Bei einem Verlust von mehr als 10 % des Kohlenstoffdioxids in einem Behälter muss der Behälter ersetzt oder nachgefüllt werden.

6.2.2.4 Zusätzliche Mengen an Kohlenstoffdioxid müssen wie folgt gelagert werden.

a) Niederdruckanlagen

- 1) Zum Ausgleich von Füll- oder Entleerungstoleranzen und Gasrückständen müssen die für den größten Löschbereich ermittelten, für Niederdruckanlagen zu lagernden Kohlenstoffdioxidmengen um mindestens 10 % erhöht werden.
- 2) Besteht eine Möglichkeit, dass flüssiges Kohlenstoffdioxid im Rohrnetz zwischen Lagerbehälter und Düsenrohrleitungssystem verbleiben könnte, muss der Kohlenstoffdioxidvorrat um diese Restmenge erhöht werden, zusätzlich zu der vorstehend in Punkt 1) festgelegten Erhöhung um 10 %.

b) Hochdruckanlagen

Bei Einrichtungsschutzanlagen muss die Auslegungsmenge des Kohlenstoffdioxids um 40 % erhöht werden, um die Nenn-Lagerkapazität des Behälters zu ermitteln, da nur der flüssige Anteil des Austrags wirksam ist.

6.2.2.5 In Niederdruckanlagen müssen sich die Bereichsventile automatisch öffnen und nach Austrag der erforderlichen Kohlenstoffdioxidmenge automatisch schließen. Die Ventile müssen so ausgestattet sein, dass sie von Hand geöffnet werden können.

6.2.2.6 Die Reservemenge muss das erforderliche Vielfache der Hauptversorgung betragen.

6.2.2.7 Die Zeit, die benötigt wird, um Kohlenstoffdioxid zu beschaffen, um Anlagen zur Wiederherstellung der Betriebsbedingungen wieder aufzufüllen, muss als ein wesentlicher Faktor bei der Bestimmung der erforderlichen Reserveversorgung berücksichtigt werden.

6.2.2.8 Wenn ununterbrochener Schutz erforderlich ist, müssen sowohl die Haupt- als auch die Reserveversorgung dauerhaft an die Verteilungsleitungen angeschlossen und so angeordnet sein, dass sie leicht umgeschaltet werden können.

6.2.3 Behälteranordnung

6.2.3.1 Allgemeine Anforderungen

- a) Behälter sowie Ventilbaugruppen und Zubehörteile müssen so angebracht werden, dass sie für Inspektion, Prüfung und sonstige Instandhaltungsarbeiten bei Bedarf zugänglich sind.

Behälterventile müssen nach EN 12094-4 zugelassen werden.

- b) Die Behälter müssen entsprechend dem Installationshandbuch der Anlage auf geeignete Weise montiert und aufgelagert werden, um eine leicht durchführbare individuelle Behälterwartung und Inhaltskontrolle zu ermöglichen.

- c) Die Behälter müssen möglichst nah am und vorzugsweise außerhalb des zu schützenden Bereich(s) angeordnet werden. Behälter können nur dann innerhalb des Raums untergebracht werden, wenn sie so angeordnet sind, dass das Risiko von Brand- und Explosionseinwirkung auf ein Mindestmaß begrenzt wird.
- d) Lagerbehälter dürfen nicht an Orten aufgestellt werden, an denen sie ungünstigen Witterungsbedingungen oder möglicher Beschädigung durch mechanische, chemische oder andere Ursachen ausgesetzt sind. An Orten, an denen potenziell schädliche Einwirkungen oder unbefugte Eingriffe zu erwarten sind, müssen geeignete Abdeckungen oder Schutzvorrichtungen vorgesehen werden.

ANMERKUNG Durch direkte oder indirekte Sonneneinstrahlung kann die Behältertemperatur über die Umgebungslufttemperatur ansteigen.

6.2.3.2 Bedingungen für die Lagerung von Druckbehältern

- a) Der Temperaturbereich darf den vom Hersteller angegebenen Lagertemperaturbereich nicht überschreiten. Falls nicht bekannt, muss der Lagertemperaturbereich im Bereich von 0 °C bis 50 °C liegen.
- b) Die Behälter dürfen nicht in direktem Sonnenlicht aufgestellt werden. Wird ein Sonnenschirm im Freien verwendet, muss nachgewiesen werden, dass er zu jeder Tages- und Jahreszeit die gesamte Oberfläche des Behälters beschattet.
- c) Lagerbehälter dürfen nicht an Orten aufgestellt werden, an denen sie ungünstigen Witterungsbedingungen oder möglicher Beschädigung durch mechanische, chemische oder andere Ursachen ausgesetzt sind. An Orten, an denen potenziell schädliche Einwirkungen oder unbefugte Eingriffe zu erwarten sind, müssen geeignete Abdeckungen oder Schutzvorrichtungen vorgesehen werden. Die Lagerbehälter müssen vor direkter Witterungseinwirkung geschützt sein.

ANMERKUNG Durch direkte Sonneneinstrahlung kann die Behältertemperatur über die Umgebungslufttemperatur ansteigen.

6.2.3.3 Anordnung von Hochdruckbehältern

Falls zwei oder mehr Behälter an demselben Sammelrohr zu einer Batterie verbunden sind, müssen automatische Einrichtungen (z. B. Rückschlagventile) vorgesehen werden, um Kohlenstoffdioxidverlust aus dem Sammelrohr zu verhindern, wenn die Anlage zu einem Zeitpunkt ausgelöst wird, zu dem Behälter zu Instandhaltungszwecken entnommen wurden.

Rückschlagventile müssen nach EN 12094-13 zugelassen werden.

Verbindungen müssen nach EN 12094-8 zugelassen werden.

Behälter, die in einer Anlage an ein gemeinsames Sammelrohr angeschlossen sind, müssen:

- a) die gleiche Nennform und das gleiche Nennfassungsvermögen aufweisen;
- b) mit der gleichen Nennmasse des Kohlenstoffdioxids befüllt werden; und
- c) austauschbar sein.

6.2.4 Lagerbehälter

6.2.4.1 Allgemeines

Die Behälter müssen für die Aufnahme von Kohlenstoffdioxid ausgelegt sein. Die Notwendigkeit, die Behälter in diesen Anlagen so auszulegen und zu kennzeichnen, dass sie die Anforderungen maßgebender nationaler Normen erfüllen, muss berücksichtigt werden.

6.2.4.2 Kennzeichnung

Jeder Kohlenstoffdioxidbehälter muss mit einem dauerhaften Typenschild oder einer anderen dauerhaften Kennzeichnung versehen sein, worauf die Kohlenstoffdioxid-, Tara- und Bruttomasse festgelegt sind.

Behältnisse ohne Tauchrohr müssen entsprechend gekennzeichnet werden.

6.2.4.3 Hochdruckbehälter

Der Inhalt der Behälter muss ständig überwacht werden. Jeder Verlust von mehr als 10 % des Kohlenstoffdioxids in einem Behälter muss automatisch angezeigt werden.

Mechanische Vorrichtungen müssen nach EN 12094-11 zugelassen werden.

Der Füllfaktor muss den in Tabelle 3 aufgeführten maximalen Umgebungstemperaturen angemessen sein.

Die Notwendigkeit, Behälter und Ventilbaugruppe mit einer Druckentlastungseinrichtung auszustatten, die nationalen Regelungen oder Normen entspricht, muss berücksichtigt werden.

Tabelle 3 — Maximale Lagertemperatur

Füllfaktor kg/l	Maximale Umgebungstemperatur °C	Maximaler Betriebsdruck für geschlossene Rohrabschnitte bar
0,75	40	140
0,68	49	140
0,55	65	140

ANMERKUNG 1 Wenn zu erwarten ist, dass die Umgebungstemperatur bei der Lagerung unter 0 °C liegt, dann kann es erforderlich sein, besondere Maßnahmen zu ergreifen (z. B. Dämmung, Zugabe eines Permanentgases), um die in Tabelle 6 angegebenen Flutungszeiten einzuhalten.

ANMERKUNG 2 1 bar = 0,1 MPa = 10⁵ Pa; 1 MPa = 1 N/mm².

6.2.4.4 Niederdruckbehälter

Die Anforderungen an Niederdruckbehälter sind wie folgt:

- a) Der Behälter muss dafür ausgelegt sein, Kohlenstoffdioxid bei einer Nenntemperatur von -18 °C , entsprechend einem Druck von 20,7 bar, zu halten³. Eine überwachte Einrichtung muss vorgesehen werden, die den Kohlenstoffdioxidgehalt im Behälter anzeigt und eine Warnung ausgibt, wenn das Nachfüllen des Behälters erforderlich ist.

ANMERKUNG Zu diesem Zweck kann der Behälter auf eine Wägeeinrichtung gestellt oder mit einer automatischen Inhaltsanzeige ausgestattet werden.

Mechanische Vorrichtungen müssen nach EN 12094-11 zugelassen werden.

- b) Der Behälter muss mit einem Druckmessgerät und einem Sicherheitsventil ausgestattet sein.
- c) Ein automatisches Kühlsystem muss sicherstellen, dass die Temperatur und der Druck des Kohlenstoffdioxids innerhalb der erforderlichen Grenzen gehalten werden.
- d) Bei Niederdruckbehältern muss ein Überdruckalarm vorgesehen werden, der vor der Auslösung der Sicherheitsventile ertönt.
- e) Der Behälter muss ausreichend gedämmt sein, um den Kohlenstoffdioxidverlust bei einem Ausfall des Kühlsystems bei der höchsten zu erwartenden Umgebungstemperatur innerhalb von 24 h auf höchstens 1,5 % (bei einer Füllmenge von 3 t bis 6 t), höchstens 0,8 % (bei einer Füllmenge von 6 t bis 10 t) und höchstens 0,5 % (bei einer Füllmenge über 10 t) zu begrenzen.
- f) Jeder Verlust von mehr als 10 % des Kohlenstoffdioxids in einem Behälter muss automatisch angezeigt werden.
- g) Jeder Niederdruckbehälter muss mit einem Hoch-/Niederdruck-Überwachungsalarm ausgestattet sein, der so eingestellt ist, dass er bei mindestens 0,1 MPa (1 bar) unter dem höchstzulässigen Auslegungsbetriebsdruck des Behälters und nicht weniger als 1,724 MPa (17,24 bar) auslöst.
- h) Dämmstoffe müssen mit einer Metallabdeckung versehen sein, um mechanische Beschädigung zu vermeiden.
- i) Während der Befüllung muss sichergestellt werden, dass die richtige Masse an Kohlenstoffdioxid gelagert wird. Die Befüllungsverfahren des Herstellers des Niederdruckbehälters sollten eingehalten werden.

6.2.4.5 Betriebstemperaturen

Sofern bei der Zulassung nicht anders festgelegt, dürfen die Betriebstemperaturen einsatzbereiter Behälter 50 °C nicht überschreiten und -20 °C nicht unterschreiten (siehe auch 7.2.1).

Zusätzliche Heiz- oder Kühleinrichtungen sollten verwendet werden, um die Temperatur des Lagerbehälters innerhalb des festgelegten Bereichs zu halten, es sei denn, die Anlage ist für den ordnungsgemäßen Betrieb mit Betriebstemperaturen außerhalb dieses Bereichs ausgelegt.

³ 1 bar = 0,1 MPa = 10^5 Pa; 1 MPa = 1 N/mm².

6.3 Löschmittelverteilung

6.3.1 Allgemeines

6.3.1.1 Rohrleitungen und Formstücke dürfen nicht brennbar sein und müssen den erwarteten Drücken und Temperaturen ohne Beschädigung standhalten können. Die Notwendigkeit der Übereinstimmung der Rohrleitungen und Formstücke mit nationalen Regelungen oder Normen muss berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Der Planer wird auf potenzielle Kondensation von Feuchte in den Rohrleitungen der Anlage, die zu Korrosion führt, aufmerksam gemacht.

Die Werkstoffe aller Bauteile müssen untereinander sowie mit allen Befestigungsmitteln und dem verwendeten Löschmittel verträglich sein.

6.3.1.2 Vor der Endmontage müssen Rohrleitungen und Formstücke einer Sichtprüfung unterzogen werden, um sicherzustellen, dass sie sauber und frei von Graten und Rost sind, dass sich keine Fremdkörper im Inneren befinden und dass der gesamte Durchgang frei ist. Nach der Montage muss die Anlage gründlich mit trockener Luft oder einem anderen Druckgas ausgeblasen werden.

Ein Schmutzfänger, der aus einem T-Stück mit Rohrnippel und Kappe besteht und mindestens 50 mm lang ist, muss am Ende jeder Düsenrohrleitung eingebaut werden. Entwässerungsabgänge, die gegen Eingriffe durch Unbefugte geschützt sind, sollten an den niedrigsten Stellen des Rohrleitungssystems vorgesehen werden, wenn eine Möglichkeit der Wasseransammlung besteht.

6.3.1.3 In Anlagen, in denen durch Ventilanordnungen geschlossene Rohrabschnitte gebildet werden, müssen diese Abschnitte mit Folgendem ausgestattet werden:

- a) Anzeige für das in der Rohrleitung eingeschlossene Kohlenstoffdioxid;
- b) Mittel zur sicheren manuellen Entlüftung (siehe 6.3.1.5);
- c) automatische Überdruckentlastungseinrichtungen, sofern erforderlich.

6.3.1.4 Überdruckentlastungseinrichtungen müssen so ausgelegt sein, dass sie bei einem Druck auslösen, der nicht höher ist als der maximale Betriebsdruck der Rohrleitung.

6.3.1.5 Die Druckentlastungseinrichtungen müssen so angebracht werden, dass Personen durch die Entlastung im Fall einer Auslösung nicht verletzt oder gefährdet werden. Das Kohlenstoffdioxid muss an einem sicheren Ort in die Atmosphäre abgeleitet werden.

6.3.1.6 In Anlagen mit druckbetätigten Behälterventilen müssen automatische Mittel zur Entlüftung für jede Undichtheit am Behälter vorgesehen werden, welche einen Druckaufbau im Steuersystem und ein unerwünschtes Öffnen des Behälterventils verursachen könnte. Die Druckentlastungseinrichtung darf den Betrieb des Behälterventils nicht verhindern.

6.3.1.7 Die zum Behälter und zur Ventilbaugruppe führenden Sammelrohre müssen vom Hersteller einer hydrostatischen Prüfung mit einem Mindestdruck vom 1,5-Fachen des maximalen Betriebsdrucks für 2 min oder, sofern vorgeschrieben, unter Berücksichtigung nationaler Regelungen oder Normen unterzogen werden. Die Sammelleitungen müssen dem hydrostatischen Druck ohne Undichtheit oder Bruch standhalten.

6.3.1.8 Rohre, Formstücke oder Halterungen und Stahlteile, bei denen Korrosion zu erwarten ist, müssen auf geeignete Weise geschützt werden. In stark korrosiven Umgebungen müssen spezielle korrosionsbeständige Werkstoffe oder Beschichtungen verwendet werden.

6.3.2 Rohrleitungen

6.3.2.1 Rohrleitungen müssen aus einem nicht brennbaren Werkstoff bestehen, dessen physikalische und chemische Eigenschaften unter Belastung zuverlässig vorhergesagt werden können. Die Notwendigkeit, die Rohrwanddicke entsprechend nationalen Regelungen oder Normen zu berechnen, muss berücksichtigt werden. Falls für eine bestimmte Anlage höhere Betriebstemperaturen zugelassen sind, muss der Auslegungsdruck an den bei der maximalen Temperatur vorliegenden Druck angepasst werden. Bei dieser Berechnung müssen alle Verbindungsfaktoren und Zuschläge für Gewinde, Nuten oder Schweißungen berücksichtigt werden. Bei Verwendung von Bereichsventilen darf dieser niedrigere maximale Betriebsdruck nicht vor den Bereichsventilen angewendet werden.

6.3.2.2 Gusseisenrohre und nichtmetallische Rohre dürfen nicht verwendet werden.

6.3.2.3 Flexible Rohr- oder Schlauchleitungen (und deren Verbindungen) müssen aus zugelassenen Werkstoffen bestehen und für den Betrieb bei dem erwarteten Kohlenstoffdioxiddruck sowie bei der höchsten und der niedrigsten erwarteten Temperatur geeignet sein.

6.3.2.4 Rohrleitungen für Niederdruckanlagen müssen einem Prüfdruck von 4 MPa (40 bar) standhalten können.

6.3.2.5 Geschlossene Rohrleitungsabschnitte von Hochdruckanlagen müssen einem Prüfdruck von 21,0 MPa (210 bar) standhalten können. Alle anderen Rohrleitungsabschnitte für Hochdruckanlagen müssen einem Prüfdruck von 9,0 MPa (90 bar) standhalten können.

6.3.3 Formstücke

6.3.3.1 Formstücke müssen einen Mindestwert des Bemessungsbetriebsdrucks aufweisen, der mindestens dem Auslegungsdruck der Rohrleitung entspricht.

6.3.3.2 Formstücke aus Gusseisen, mit Ausnahme von duktilem Gusseisen oder Temperguss, dürfen nicht verwendet werden.

ANMERKUNG In einigen Ländern ist die Verwendung von Gusseisen jeglicher Art unzulässig.

6.3.3.3 Schweiß- und Hartlötlegierungen müssen einen Schmelzpunkt über 500 °C aufweisen.

6.3.3.4 Die Notwendigkeit, Schweißarbeiten in Übereinstimmung mit nationalen Regelungen oder Normen durchzuführen, muss berücksichtigt werden.

6.3.3.5 Werden Rohrleitungen aus Kupfer, nichtrostendem Stahl oder einem anderen geeigneten Werkstoff mit Klemmverbindern verbunden, dürfen die vom Hersteller angegebenen Bemessungswerte für Druck/Temperatur des Formstücks nicht überschritten werden, und die Unversehrtheit der Baugruppe muss sichergestellt werden.

6.3.4 Rohr- und Ventilhalterungen

Rohr- und Ventilhalterungen müssen aus nicht brennbarem Werkstoff bestehen, für die erwartete Temperatur geeignet sein und den auftretenden dynamischen und statischen Kräften standhalten können.

Die durch Temperaturänderungen in die Rohrleitung eingebrachten Beanspruchungen müssen angemessen berücksichtigt werden. Für Halterungen und zugehörige Stahlteile muss ein der jeweiligen Umgebungsbeanspruchung angemessener Schutz vorgesehen werden. Der Abstand zwischen den Rohrhalterungen muss den Festlegungen nach Tabelle 4 entsprechen.

Geeignete Halterungen für Düsen und die davon ausgeübten Rückstoßkräfte müssen vorgesehen werden, wobei der Abstand zur letzten Halterung keinesfalls die folgenden Werte überschreiten darf:

- a) ≤ 100 mm bei Rohrnennweiten ≤ 25 mm;
b) ≤ 250 mm bei Rohrnennweiten > 25 mm.

Bewegungen von Rohrleitungen aufgrund von Temperaturschwankungen infolge Umgebungsbedingungen oder Kohlenstoffdioxidaustrag können, insbesondere im Bereich langer Rohrabschnitte, erheblich sein und sollten bei den Verfahren zur Anbringung der Halterungen berücksichtigt werden.

Tabelle 4 — Maximale Halterungsabstände für Rohrleitungen

Nennweite des Rohres	Maximaler Halterungsabstand für Rohrleitungen
DN	m
6	0,5
10	1,0
15	1,5
20	1,8
25	2,1
32	2,4
40	2,7
50	3,4
65	3,5
80	3,7
100	4,3
125	4,8
150	5,2
200	5,8

6.3.5 Ventile

6.3.5.1 Alle Ventile, Dichtungen, O-Ringe, Dichtmittel und anderen Ventilbauteile müssen aus Werkstoffen bestehen, die mit Kohlenstoffdioxid verträglich sind, und für die erwarteten Drücke und Temperaturen geeignet sein.

6.3.5.2 Die Ventile müssen gegen mechanische, chemische oder sonstige Beschädigung geschützt werden.

6.3.5.3 In korrosiven Umgebungen müssen korrosionsbeständige Werkstoffe oder Beschichtungen verwendet werden.

6.3.5.4 Ventile müssen aus zugelassenen Werkstoffen bestehen und für den Betrieb bei dem erwarteten Kohlenstoffdioxiddruck sowie der höchsten und der niedrigsten erwarteten Temperatur nach ISO 16003 geeignet sein.

ANMERKUNG Nationale Regelungen können die Anwendung anderer Produktnormen, wie z. B. der Normenreihe EN 12094 in Europa, fordern.

6.3.6 Düsen

6.3.6.1 Auswahl und Anordnung der Düsen

6.3.6.1.1 Düsen müssen unter Berücksichtigung der geometrischen Bedingungen des umfassten Raums angeordnet werden.

Düsen müssen nach EN 12094-7 zugelassen werden.

Anzahl und Anordnung der Düsen müssen bewirken, dass:

- a) die Auslegungskonzentration in allen Teilen des umfassten Raums erreicht wird oder anderweitig der Zulassung entspricht;
- b) beim Austrag nicht übermäßig brennbare Flüssigkeiten verspritzt oder Staubwolken erzeugt werden, die den Brand ausweiten, eine Explosion hervorrufen oder auf andere Weise eine nachteilige Wirkung auf die anwesenden Personen ausüben können; und
- c) die Flutungsgeschwindigkeit weder den umfassten Raum noch seinen Inhalt beeinträchtigt.

6.3.6.1.2 Besteht die Möglichkeit einer Verstopfung durch Fremdstoffe, müssen die Austragsdüsen mit Berstscheiben oder bei Druck öffnenden Abdeckkappen ausgerüstet werden. Diese Einrichtungen müssen einen freien Austritt bei Auslösung der Anlage sicherstellen und so ausgelegt und angeordnet sein, dass keine Personen verletzt werden.

6.3.6.1.3 Die Düsen müssen für den vorgesehenen Verwendungszweck geeignet und für Austragseigenschaften, einschließlich Flächenabdeckung und Höhenbegrenzungen, zugelassen sein.

Bei Raumschutzanlagen befinden sich die Düsen typischerweise in einem Abstand von weniger als 300 mm zur Oberkante des Raums. Für Räume mit einer Höhe von 5 m bis 10 m sollten zusätzliche Düsen in einer Höhe von etwa einem Drittel der Raumhöhe vorgesehen werden.

Für Räume mit einer Höhe über 10 m sollten zusätzliche Düsen in Höhen von etwa einem Drittel und zwei Drittel der Raumhöhe vorgesehen werden.

6.3.6.1.4 Düsen müssen eine für den Einsatz bei den erwarteten Betriebsdrücken ausreichende Festigkeit aufweisen; sie müssen der mechanischen Nennbeanspruchung widerstehen können sowie den erwarteten Temperaturen ohne Verformung standhalten.

6.3.6.1.5 Einsätze in den Düsenaustrittsöffnungen müssen aus einem korrosionsbeständigen Werkstoff bestehen.

6.3.6.1.6 Die Querschnitte der Düsenöffnungen müssen nach Anhang B oder einem anderen zugelassenen Verfahren berechnet werden, wobei der Mindestdruck am Düseneingang bei Hochdruckanlagen 1,4 MPa (14 bar) und bei Niederdruckanlagen 1 MPa (10 bar) beträgt.

6.3.6.1.7 Düsen von Einrichtungsschutzanlagen müssen so ausgelegt und installiert sein, dass sie das Kohlenstoffdioxid auf das zu schützende Objekt richten, ohne brennendes Material zu verbreiten, und sie müssen so angeschlossen und befestigt sein, dass sie nicht ohne Weiteres verstellt werden können.

6.3.6.2 Düsen in Deckenplatten

Zur Minimierung der Möglichkeit von Abheben oder Verschiebung leichter Deckenplatten müssen Maßnahmen zur sicheren Befestigung der Platten in einem Mindestabstand von 1,5 m zu jeder Austragsdüse vorgesehen werden.

ANMERKUNG Die von der Auslegung der Düsen abhängigen Flutungsgeschwindigkeiten können ein Faktor sein, der zur Verschiebung von Deckenplatten beiträgt.

6.3.6.3 Kennzeichnung

Austragsdüsen müssen dauerhaft gekennzeichnet werden, um den Hersteller und die Öffnungsweite zu identifizieren.

6.4 Umfasste Räume (Raumschutz)

6.4.1 Tragfestigkeit

Am höchsten Punkt eines dicht verschlossenen Raums, in dem es beim Einleiten von Kohlenstoffdioxid andernfalls zu einem gefährlichen Druckanstieg kommen würde, muss eine automatische Druckentlastung vorgesehen werden.

Der geschützte Raum muss ausreichende Tragfestigkeit und Dichtigkeit aufweisen, um den Kohlenstoffdioxidaustrag aufzunehmen. Entlüftung muss vorgesehen werden, um übermäßigen Überdruck im umfassten Raum zu verhindern. Bei sehr dicht verschlossenen Räumen muss die erforderliche Fläche der freien Entlüftung nach Gleichung (1) berechnet werden:

$$X = \frac{239 Q}{\sqrt{P}} \quad (1)$$

Dabei ist

- X die freie Entlüftungsfläche, in mm²;
- Q die berechnete Durchflussrate des Kohlenstoffdioxids, in kg/min;
- P die zulässige Festigkeit des umfassten Raums, in kPa.

Druckentlastungseinrichtungen dürfen nur bei Überdruck im umfassten Raum geöffnet sein. Sie müssen automatisch schließen, wenn der Überdruck abgefallen ist.

6.4.2 Verlust durch Öffnungen

6.4.2.1 Um den Verlust von Kohlenstoffdioxid durch Öffnungen in angrenzende Gefährdungs- oder Betriebsbereiche zu verhindern, müssen die Öffnungen dauerhaft verschlossen oder mit automatischen Schließeinrichtungen ausgerüstet sein.

6.4.2.2 Öffnungen sind unzulässig, wenn eine Haltezeit erforderlich ist, es sei denn, zusätzliches Kohlenstoffdioxid wird zugeführt, um die erforderliche Konzentration während der festgelegten Haltezeit aufrechtzuerhalten.

6.4.2.3 Bei Glimmbränden müssen unverschließbare Öffnungen auf die an die Decke angrenzenden oder in der Decke befindlichen Öffnungen begrenzt werden.

6.4.2.4 Zur Verhinderung der Brandausbreitung durch Öffnungen auf angrenzende Gefährdungs- oder Betriebsbereiche, die mögliche Rückzündungsquellen sein können, müssen diese Öffnungen mit automatischen Schließvorrichtungen oder Einrichtungsschutzdüsen versehen werden. Die für einen solchen Schutz erforderliche Kohlenstoffdioxidmenge muss zusätzlich zum üblichen Raumschutzbedarf vorgesehen werden.

6.4.3 Lüftungsanlagen

Lüftungsanlagen mit Gebläse müssen automatisch ausgeschaltet oder geschlossen werden, wenn die Fortsetzung ihres Betriebs die Leistung der Feuerlöschanlage beeinträchtigen oder zur Brandausbreitung betragen würde. Bei aus Sicherheitsgründen erforderlichen Lüftungsanlagen ist eine Abschaltung bei Auslösung der Anlage nicht erforderlich. Eine Halteflutung mit Kohlenstoffdioxid muss vorgesehen werden, um die Auslegungskonzentration für die erforderliche Schutzdauer aufrechtzuerhalten. Sowohl das Lüftungsvolumen und als auch das Volumen der Lüftungsanlagenleitungen müssen bei der Bestimmung der Kohlenstoffdioxidmengen als Teil des gesamten gefährdeten Volumens betrachtet werden.

6.5 Branderkennungs-, Auslöse- und Steuereinrichtungen

6.5.1 Allgemeines

Branderkennungs-, Auslöse- und Steuereinrichtungen dürfen entweder automatisch oder handbetätigt arbeiten. Automatische Einrichtungen müssen auch von Hand betätigt werden können.

Die Notwendigkeit, Branderkennungs-, Auslöse-, Alarm- und Steuereinrichtungen in Übereinstimmung mit nationalen Regelungen oder Normen zu installieren, zu prüfen und instandzuhalten, muss berücksichtigt werden.

Sofern nicht anders in verbindlichen nationalen Regelungen oder Normen festgelegt, müssen Notstromversorgungen verwendet werden, die für mindestens 24 h den Betrieb der Branderkennungs-, Melde-, Steuer- und Auslöseeinrichtungen der Anlage absichern.

6.5.2 Abschaltung der Anlage und Geräte

Alle Einrichtungen innerhalb des geschützten Gefährdungsbereichs (z. B. Brennstoff- und Stromversorgung, Heizgeräte, Farbspritzanlagen), welche die Leistung der Löschanlage wahrscheinlich beeinträchtigen, müssen vor oder gleichzeitig mit dem Kohlenstoffdioxidaustrag abgeschaltet werden.

6.5.3 Automatische Erkennung

Automatische Erkennung muss durch beliebige von der zuständigen Stelle zugelassene Verfahren oder Einrichtungen erfolgen und die frühzeitige Erkennung und Anzeige von Hitze, Flammen, Rauch, brennbaren Dämpfen oder anderen anormalen Bedingungen im gefährdeten Bereich, die zu einem Brand führen können, ermöglichen.

Ist die Meldeanlage für den Betrieb mit doppelter Detektion (Koinzidenz) für die Löschmittelfreisetzung konfiguriert, müssen die doppelten Detektoren so angeordnet sein, dass sie nicht mehr als die Hälfte des Bereichs abdecken, der im maßgebenden Teil der Normenreihe EN 54 für diesen Meldertyp angegeben ist.

ANMERKUNG Melder, die in den für Brandmeldeanwendungen höchstzulässigen Abständen installiert sind, können zu einer übermäßigen Verzögerung der Kohlenstoffdioxidfreisetzung führen, insbesondere wenn mehr als ein Melder in Alarmbetrieb sein muss, bevor eine automatische Auslösung erfolgt. In Bereichen mit hoher Luftströmung sollte der Abstand der Melder zusätzlich berücksichtigt werden.

6.5.4 Betätigungseinrichtungen

6.5.4.1 Allgemeines

Sofern von der zuständigen Behörde nicht anders festgelegt, müssen die Betätigungseinrichtungen das gleichzeitige Öffnen aller an ein Sammelrohr für einen Löschbereich angeschlossenen Behälterventile bewirken.

Werden mehrere Löschbereiche von einer Kohlenstoffdioxidbatterie oder einer Behälteranlage versorgt, muss für jeden Löschbereich ein Bereichsventil vorgesehen werden.

Bereichsventile für Behälteranlagen müssen sich automatisch vor oder gleichzeitig mit der Betätigung der Behälterventile öffnen.

6.5.4.2 Automatische Auslösung

Automatische Anlagen müssen durch automatische Brandmelde- und Auslöseanlagen gesteuert werden, die für die Anlage und den gefährdeten Bereich geeignet sind, und außerdem mit einer Möglichkeit zur manuellen Auslösung ausgestattet sein.

Automatische Anlagen müssen alle für den erfolgreichen Betrieb der Anlage erforderlichen Funktionen ausführen, einschließlich Zeitverzögerung und Zusatzfunktionen (z. B. Abschalten der Geräte, Schließen der Klappen und Abschalten der Brennstoffzufuhr). Alle Zusatzeinrichtungen müssen über handbetätigte Rückstellmöglichkeiten verfügen.

Werden elektrisch betriebene Brandmeldeanlagen verwendet, müssen diese zugelassen sein. Die Stromversorgung muss unabhängig von der Versorgung des gefährdeten Bereichs sein und eine sekundäre Notstromversorgung mit automatischer Umschaltung für den Fall eines Ausfalls der primären Versorgung umfassen.

Bei der Verwendung von zwei oder mehr Meldern, z. B. zur Erkennung von Rauch oder Flammen, ist es vorzuziehen, dass das System erst dann in Betrieb geht, wenn Signale von zwei Meldern empfangen worden sind.

6.5.4.3 Manuelle Auslösung

Die manuelle Auslösung der Brandbekämpfungsanlage muss mittels eines Bedienelements möglich sein, das außerhalb des geschützten Raums oder neben dessen Hauptaustgang angeordnet ist.

Zusätzlich zu Einrichtungen für die automatische Auslösung muss die Anlage ausgerüstet werden mit:

- a) einer oder mehreren Einrichtung(en) zur manuellen Auslösung, die in großem Abstand zu den Behältern angebracht sind;
- b) einer manuellen Einrichtung zur direkten mechanischen Auslösung der Anlage und einer elektrisch betätigten Handauslösung, bei der die Steuereinrichtung jede Störung in der Stromversorgung erfasst und ein Signal aussendet, wenn die Stromversorgung unzureichend ist.

Die manuelle Auslösung muss die gleichzeitige Auslösung der jeweiligen automatisch betätigten Ventile für die Freisetzung und Verteilung des Löschmittels bewirken.

ANMERKUNG 1 Manuelle Auslösung kann nicht und eine Auslösung erst nach Vorwarnalarmen und Zeitverzögerung vor der Flutung kann in nationalen Normen gefordert werden.

Die Handauslösung muss mit einer doppelt wirkenden oder einer anderen Sicherheitseinrichtung ausgestattet sein, die unbeabsichtigte Betätigung verhindert. Die Einrichtung muss mit einer Vorrichtung versehen sein, die eine Betätigung während der Instandhaltung des Systems verhindert.

ANMERKUNG 2 Die Wahl der Betriebsmittel ist von der Art des zu schützenden gefährdeten Bereichs abhängig. Automatische Brandmelde- und Alarmeinrichtungen sind üblicherweise in einer handbetätigten Anlage vorgesehen, um das Vorliegen eines Feuers anzuzeigen.

6.5.4.4 Steuerungsauslösung

Wird Gasdruck aus Steuerflaschen als ein Mittel zur Auslösung der verbleibenden Behälter verwendet, müssen die Zufuhr und die Austrittsrate so ausgelegt sein, dass alle verbleibenden Behälter gleichzeitig ausgelöst werden, und die Steuergaszufuhr muss ständig überwacht werden, und bei einem Druckverlust, der eine Auslösung nicht zulassen würde, muss ein Fehleralarm ausgelöst werden.

6.5.5 Steuereinrichtungen

6.5.5.1 Elektrische Steuereinrichtung

Eine elektrische Steuereinrichtung muss verwendet werden, um die Linien für Branderkennung, für manuelle und automatische Auslösung, die Meldelinien, die elektrischen Betätigungseinrichtungen, die Absperrvorrichtungen und die zugehörige Verdrahtung zu überwachen und bei Bedarf ihre Betätigung zu veranlassen. Die Steuereinrichtung muss in der Lage sein, die Betätigungseinrichtungen in der vorhandenen Anzahl und den vorhandenen Ausführungen zu betreiben.

Brandmelderzentralen (BMZ) müssen mit diesem Dokument übereinstimmen und nach EN 12094-1 zugelassen werden. Spezifische Anforderungen umfassen Folgendes:

- a) Ist die Löschanlage für den gleichzeitigen Schutz mehrerer umfasster Räume ausgelegt, müssen die Stromversorgungen für den maximalen gleichzeitigen Bedarf berechnet werden.
- b) Eine optische Anzeige für die Flutung muss vorgesehen werden.

ANMERKUNG Eine Anzeige, dass ein Signal zur Auslösung der Löschmittelaustrageeinrichtung gesendet wurde, erfüllt diese Anforderung nicht.

6.5.5.2 Elektrische Bedienteile

Das Entfernen eines elektrischen Bedienteils vom Ventil eines Löschmittellagerbehälters oder Bereichsventil, welches es steuert, muss zu einem akustischen und optischen Alarm für die Beeinträchtigung der Anlage an der Steuerzentrale führen.

6.5.5.3 Pneumatische Steuereinrichtung

Wenn eine pneumatische Steuereinrichtung verwendet wird, müssen die Steuerleitungen gegen Quetschungen und mechanische Beschädigung geschützt werden. Wenn die Anlagen Bedingungen ausgesetzt sein könnten, die zu einem Verlust der Dichtheit der pneumatischen Leitungen führen könnten, müssen diesbezügliche Gegenmaßnahmen ergriffen werden.

Pneumatische Steuereinrichtungen müssen nach EN 12094-2 zugelassen werden.

6.5.5.4 Auslöseanlagen mit mechanischen Leitungen

Mechanische Leitungen müssen innerhalb von Schutzrohren verlaufen und die zur Betätigung erforderliche Kraft darf nicht größer sein als:

- a) 180 N bei Handbetätigung;
- b) 50 N bei Fingerzugbetätigung; oder
- c) 10 N bei Fingerdruckbetätigung.

Mechanische Auslöseeinrichtungen müssen nach EN 12094-3 zugelassen werden.

6.5.6 Akustische Alarme und optische Anzeigen

6.5.6.1 Mit Ausnahme von Anlagen zum Schutz nicht begehbarer Bereiche, die keine Unterflurbereiche sind, müssen akustische Alarme und optische Brandmeldeeinrichtungen vorgesehen werden.

6.5.6.2 Der Betrieb des ersten Melders in einer Anlage, die für den Koinzidenzmeldebetrieb konfiguriert ist, muss dazu führen, dass unmittelbar nach Empfang eines Signals aus dem geschützten Bereich eine optische Anzeige „FEUERALARME“ aufleuchtet und der „ALARM“-Ton nach EN ISO 7731 oder entsprechend nationalen Anforderungen ertönt.

6.5.6.3 Auslösung des Löschmittelaustrags durch:

- a) Auslösung eines Melders in Einzelmeldeanlagen oder wie durch nationale Anforderungen festgelegt;
- b) Auslösung eines zweiten Melders bei Koinzidenzmeldeanlagen oder wie durch nationale Anforderungen festgelegt; oder
- c) manuelle Auslösung oder wie durch nationale Anforderungen festgelegt. Dies muss dazu führen, dass die optischen Vorwarnvorrichtungen vor der Flutung „NICHT BETRETEN“ und „BEREICH EVAKUIEREN“ aufleuchten und der Ton „EVAKUIEREN“ ertönt, wie in EN 54-3 oder in nationalen Anforderungen festgelegt.

6.5.6.4 Jeder Zustand, der den Löschmittelaustrag verhindert, muss dazu führen, dass die optische Warneinrichtung oder Anzeige „LÖSCHANLAGE AUSSER BETRIEB“ aufleuchtet. Diese Bedingungen umfassen u. A. die folgenden oder die in nationalen Anforderungen festgelegten Bedingungen:

- a) Betätigung eines Trenn-/Ausschalters;
- b) Fehler im Auslösekreis;
- c) Betätigung eines Absperrventils (sofern vorhanden);
- d) Betätigung eines automatischen/handbetätigten Schalters (sofern vorhanden);
- e) Trennung oder Fehler in einem beliebigen Teil der Brandmeldeanlage zur Verhinderung der automatischen oder manuellen Auslösung des Löschmittelaustrags.

6.5.6.5 Optische Warneinrichtungen, die den maßgebenden Anforderungen nach EN 54-23 oder nationalen Anforderungen entsprechen, müssen bei Betätigung mindestens 35 mm hohe Buchstaben anzeigen und wie folgt beschaffen sein:

- a) Anzeige der Aufschrift „FEUERALARME“ in roter Schrift auf schwarzem Hintergrund, die für Personen innerhalb des geschützten Bereichs gut sichtbar ist.
- b) Anzeige der Aufschrift „NICHT BETRETEN“ in roter Schrift auf schwarzem Hintergrund über jeder Zugangstür zu den Räumen, die gelegentlich betreten werden können, und gut sichtbar für Personen, die Zugang zu dem geschützten Bereich haben.
- c) Anzeige der Aufschrift „BEREICH EVAKUIEREN“ in roter Schrift auf schwarzem Hintergrund, die für Personen innerhalb des geschützten Bereichs gut sichtbar ist.
- d) Anzeige der Aufschrift „LÖSCHANLAGE AUSSER BETRIEB“ in gelber Schrift auf schwarzem Hintergrund, angebracht am Haupteingang und gut sichtbar für Personen, die Zugang zu dem geschützten Bereich haben. Das Gerät muss mit einer Frequenz von mindestens 1 Hz und höchstens 3 Hz blinken.

6.6 Lokale Steuerung (LC, en: local control) und lokale Steuerstationen (LCS, en: local control station)

Bei Verwendung von elektrischen Steueranlagen muss die lokale Steuerung (LC) durch eine lokale Steuerstation (LCS) erfolgen. Die LCS muss einen handbetätigten Auslöseschalter, eine Handauslöseeinrichtung mit zwei getrennten Aktionen oder ein anderes Sicherheitsmerkmal zur Begrenzung unbeabsichtigter Betätigung umfassen, welches:

- a) die übliche Austragssequenz der Anlage einleitet, einschließlich Feuer- und Evakuierungsalarmen, Zeitverzögerungen und Abschaltungen von Geräten; und
- b) die Umschaltung Automatik/Handbetrieb überbrückt, falls vorhanden.

Elektrische Handauslöseeinrichtungen müssen nach EN 12094-3 zugelassen werden.

Wenn die Gefährdung zu einem sich schnell entwickelnden Brand führen kann, können Anwendungen die Überbrückung der Zeitverzögerung durch den handbetätigten Auslöseschalter erfordern; die Planer müssen jedoch das mögliche Risiko für die anwesenden Personen bei dieser Konfiguration und den Zeitverlust für das wirksame Abschalten der Geräte berücksichtigen.

Die LCS darf mit einer Umschaltung Automatik/Handbetrieb ausgestattet sein, welche:

- a) automatischen Löschmittelaustrag verhindert;
- b) die übliche Steuersequenz der Anlagenbetätigung stoppt und zurücksetzt;
- c) das Aufleuchten einer sichtbaren gelben oder bernsteingelben Anzeige an der LCS und der BMZ bewirkt;
- d) ein akustisches Signal auslöst;
- e) die Beleuchtung des Zeichens „ANLAGE GETRENNT“, bewirkt, sofern installiert; und
- f) nicht die Funktion des handbetätigten Auslöseschalters überbrückt. Die Betätigung dieses Schalters muss an der BMZ sichtbar angezeigt werden.

Die Handauslösung der Brandbekämpfungsanlage muss mittels einer LCS vorgesehen werden, die außerhalb des geschützten Raums oder neben dessen Hauptaustgang angeordnet ist.

Die LCS darf in die BMZ eingebaut werden, wobei die BMZ entweder innerhalb oder in der Nähe des geschützten Bereichs angeordnet ist. Weder das Öffnen einer Gerätetür für den Zugang zu den LCS-Einrichtungen noch die Verwendung eines Schlüssels für die Bedienung der LCS-Steuerungen dürfen erforderlich sein.

7 Berechnungen von Kohlenstoffdioxiddurchfluss und -konzentration

7.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt legt die Anforderungen an die Berechnungen des Anlagendurchflusses und der Kohlenstoffdioxidkonzentrationen fest.

7.2 Berechnungen des Anlagendurchflusses

7.2.1 Allgemeines

Die Berechnungen des Anlagendurchflusses für Kohlenstoffdioxid unter hohem Druck erfolgen bei einer Kohlenstoffdioxid-Nennlagertemperatur von 21 °C und für Kohlenstoffdioxid unter niedrigem Druck bei einer Kohlenstoffdioxid-Nennlagertemperatur von –18 °C (siehe auch Anhang B).

ANMERKUNG Für vorgeplante Anlagen ist keine Durchflussberechnung erforderlich, wenn sie innerhalb der zugelassenen Grenzen verwendet werden.

7.2.2 Reibungsverluste

Reibungsverluste in Rohren und Behälterventilen, Tauchrohren, flexiblen Verbindungen, Bereichsventilen, Zeitverzögerungseinrichtungen und sonstigen Geräten innerhalb der Durchflussleitung müssen berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Es hat sich gezeigt, dass der Durchfluss eines verflüssigten Gases zweiphasig erfolgt, da das Medium aus einem Flüssigkeits-Dampf-Gemisch besteht, dessen Zusammensetzung von Druck und Temperatur abhängig ist. Der Druckabfall erfolgt nicht linear, wobei die Druckverluste mit infolge Rohrreibung fallendem Leitungsdruck zunehmen.

7.2.3 Druckabfall

Die folgende Gleichung und die damit oder mit einem anderen zugelassenen Verfahren erstellten Kennlinien müssen zur Bestimmung des Druckabfalls in der Rohrleitung verwendet werden.

Die Durchflussmenge Q , in kg/min, darf nach Gleichung (2) berechnet werden:

$$Q^2 = \frac{0,872\,5 \times 10^{-5} \times D^{5,25} \times Y}{L + (0,043\,19 \times D^{1,25} \times Z)} \quad (2)$$

Dabei ist

D der (tatsächliche) Rohrrinnendurchmesser, in mm;

L die äquivalente Länge der Rohrleitung, in m.

Y, Z sind Faktoren, die vom Lager- und Leitungsdruck abhängig sind und nach Gleichung (3) und Gleichung (4) bestimmt werden dürfen:

$$Y = - \int_{p_1}^p \rho \, dp \quad (3)$$

$$Z = - \int_{\rho_1}^{\rho} \frac{d\rho}{\rho} = \ln \frac{\rho_1}{\rho} \quad (4)$$

Dabei ist

- p_1 der Lagerdruck, in kPa (bar) (absolut);
- p der Druck am Ende der Rohrleitung, in kPa (bar) (absolut);
- ρ_1 die Dichte beim Druck p_1 , in kg/m³;
- ρ die Dichte beim Druck p , in kg/m³;
- d das in Differentialgleichungen verwendete Integral, das an die Variable (p bzw. ρ) angefügt wird, um „Differentialinkremente“ dieser Variablen zu bezeichnen, auf die das Intervall des Integrals angewendet wird.

Bei der Auslegung von Rohrleitungssystemen können die Werte des Druckabfalls auf geschlossene Rohrleitungsabschnitte hinweisen; diese Abschnitte können anhand von Kennlinien des Drucks in Abhängigkeit von der äquivalenten Länge für verschiedene Durchflussraten und Rohrnennweiten ermittelt werden (siehe Anhang B).

7.2.4 Ventile und Formstücke

Ventile, Formstücke und Rückschlagventile müssen mit Widerstandskoeffizienten oder äquivalenten Längen entsprechend den Nennweiten der Rohrleitungen, für die sie vorgesehen sind, bemessen werden. Die äquivalente Länge der Behälterventile muss unter Einbeziehung des Steigrohres (sofern vorhanden), des Ventils, der flexiblen Verbindung, des Rückschlagventils und jeder anderen Einrichtung im Durchflussweg angegeben werden.

7.2.5 Berechnungen für den installierten Zustand

Falls die endgültige Installation von den vorgegebenen Zeichnungen und Berechnungen abweicht, müssen neue Zeichnungen und Berechnungen entsprechend der vorhandenen Installation erstellt werden.

7.2.6 Spezifische Anforderungen

- a) Änderungen der Höhenlage müssen berücksichtigt werden.
- b) Die Mindestaustrittsrate muss ausreichen, um die Geschwindigkeit aufrechtzuerhalten, die für eine turbulente Strömung erforderlich ist, um Phasentrennung zu verhindern.

ANMERKUNG Falls keine turbulente Strömung aufrechterhalten wird, trennen sich die flüssige und die gasförmige Phase, was zu unvorhersagbaren Durchflusseigenschaften führen kann.

7.3 Anforderungen an die Kohlenstoffdioxidkonzentration

7.3.1 Flammenlöschung

Der Basisfaktor für die Kohlenstoffdioxidkonzentration ist derjenige, der dem Werkstofffaktor K_B entspricht und wie folgt berechnet wird: $K_B = 1$, d. h. 34 %.

Bei Werkstoffen, die eine Auslegungskonzentration von mehr als 34 % erfordern, muss die Grundmenge von Kohlenstoffdioxid durch Multiplikation mit dem entsprechenden, in Tabelle 5 angegebenen Werkstofffaktor erhöht werden.

Für K_B -Faktoren für Gefährdungen, die nicht in Tabelle 5 aufgeführt sind, muss Gleichung (5) verwendet werden, um die berechnete Auslegungskonzentration in einen Werkstofffaktor K_B umzurechnen. Zur Bestimmung der Auslegungskonzentration muss die Löschkonzentration nach EN 15004-1:2019, C.6.2, multipliziert mit einem Faktor 1,3, oder unter Verwendung eines Faktors 1,7 für das Ergebnis des Cup-Burner-Versuchs verwendet werden.

ANMERKUNG K_B ist ein Faktor, der in der Brandbekämpfungsindustrie allgemein verstanden wird. Er ist vergleichbar mit den K -Faktoren für Sprinkler.

$$K_B = \frac{\ln(1-C)}{\ln(1-C_S)} \quad (5)$$

Dabei ist

C die Auslegungskonzentration (%), dividiert durch 100;

C_S 0,34.

7.3.2 Inertisierung

Inertisierungskonzentrationen müssen angewendet werden, wenn Bedingungen für anschließende erneute Entzündung oder Explosion vorliegen könnten. Diese Bedingungen liegen vor, wenn die beiden folgenden Punkte erfüllt sind:

- a) die im umfassten Raum zulässige Brennstoffmenge ist ausreichend für die Bildung einer Konzentration, welche im gesamten umfassten Raum die Hälfte der unteren Zündgrenze erreicht oder überschreitet; und
- b) die Verflüchtigung des Brennstoffs vor dem Brand ist ausreichend, um die untere Zündgrenze in Luft zu erreichen (die maximale Umgebungstemperatur oder die Brennstofftemperatur überschreitet die Flamm punktttemperatur im geschlossenen Tiegel), oder die Ansprechgeschwindigkeit der Anlage ist nicht ausreichend, um den Brand zu erkennen und zu löschen, bevor die Verflüchtigung des Brennstoffs infolge des Brandes auf ein gefährliches Niveau ansteigt.

Die Mindest-Auslegungskonzentrationen für die Inertisierung von Atmosphären mit brennbaren oder entflamm baren Flüssigkeiten und Gasen müssen nach EN 15004-1:2019, Anhang D, zuzüglich eines Sicherheitsfaktors von 10 % bestimmt werden.

7.4 Einsatzmenge für den Raumschutz

7.4.1 Allgemeines

Die zum Erreichen der Auslegungskonzentration erforderliche Kohlenstoffdioxidmenge muss unter Verwendung von Gleichung (6) sowie der in Tabelle 5 aufgeführten Daten berechnet werden.

ANMERKUNG Zusätzlich zu diesen Anforderungen an die berechnete Konzentration können entsprechend nationalen Regelungen oder Normen zusätzliche Kohlenstoffdioxidmengen erforderlich sein, um besondere Bedingungen auszugleichen, welche die Löschwirkung beeinträchtigen würden.

7.4.2 Auslegungsmenge

Die Auslegungsmenge an Kohlenstoffdioxid, M , in kg, muss nach Gleichung (6) berechnet werden:

$$M = K_B \times (0,2 A + 0,7 V) \quad (6)$$

Dabei ist

$$A = A_V + 30 A_{OV}$$

Dabei ist

A_V die Gesamtoberfläche aller Seiten sowie des Bodens und der Decke (einschließlich der Öffnungen, A_{OV}) des zu schützenden Raums, in m^2 ;

A_{OV} die Gesamtoberfläche aller Öffnungen, von denen angenommen werden kann, dass sie im Brandfall geöffnet sind, in m^2 (siehe 7.4.3.2);

$$V = V_V + V_Z - V_G$$

Dabei ist

V_V das Volumen des zu schützenden Raums in m^3 ;

V_Z das zusätzliche Volumen, das während der Haltezeit (siehe Tabelle 5) durch nicht abschaltbare Lüftungsanlagen abgeführt wird, in m^3 (siehe 7.4.3.1);

V_G das abziehbare Volumen des Gebäudetragwerks in m^3 ;

K_B der Faktor für den zu schützenden Werkstoff, der ≥ 1 sein muss (siehe 7.4.3 und Tabelle 5);

0,2 in kg/m^2 , umfasst den Anteil des Kohlenstoffdioxids, der entweichen kann;

0,7 in kg/m^3 , umfasst die Mindestmenge an Kohlenstoffdioxid, die der Gleichung zugrunde gelegt wird.

Zu Berechnungsbeispielen siehe Anhang E.

ANMERKUNG Die beiden Werte 0,2 und 0,7 berücksichtigen die Auswirkung der Raumgröße, d. h. das Verhältnis von Raumvolumen (V_V) zu Raumbooberfläche (A_V).

7.4.3 K_B -Faktor

7.4.3.1 Allgemeines

Der in Tabelle 5 angegebene Werkstofffaktor K_B muss bei der Auslegung für brennbare Werkstoffe und besondere Risiken, die eine höhere als die übliche Konzentration erfordern, berücksichtigt werden.

K_B -Faktoren für nicht in Tabelle 5 aufgeführte Gefährdungen bei Bränden mit Gasen und Flüssigkeiten müssen unter Verwendung des Cup-Burner-Prüfgeräts nach EN 15004-1:2019, Anhang B, oder anhand eines anderen zugelassenen Verfahrens bestimmt werden.

Tabelle 5 — Werkstofffaktoren, Auslegungskonzentrationen und Haltezeiten

Brennbarer oder entflammbarer Werkstoff	Werkstofffaktor K_B	Auslegungs- konzentration von CO_2 %	Haltezeit min
Brände mit Gasen und Flüssigkeiten^a			
Aceton	1	34	—
Acetylen	2,57	66	—
Flugkraftstoff 115/145	1,06	36	—
Benzol, Benzen	1,1	37	—
Butadien	1,26	41	—
Butan	1	34	—
Buten-1	1,1	37	—
Kohlenstoffdisulfid	3,03	72	—
Kohlenstoffmonoxid	2,43	64	—
Kohle oder Erdgas	1,1	37	—
Cyclopropan	1,1	37	—
Dieselmkraftstoff	1	34	—
Dimethylether	1,2	40	—
Dowtherm	1,47	46	—
Ethan	1,22	40	—
Ethylalkohol	1,34	43	—
Ethylether	1,47	46	—
Ethylen	1,6	49	—
Ethylendichlorid	1	34	—
Ethylenoxid	1,8	53	—
Ottokraftstoff	1	34	—
Hexan	1,03	35	—
N-Heptan	1,03	35	—
Wasserstoff	3,3	75	—
Wasserstoffsulfid	1,06	36	—
Isobutan	1,06	36	—
Isobutylene	1	34	—
Isobutylformat	1	34	—
Jp-4	1,06	36	—
Kerosin	1	34	—
Methan	1	34	—

Brennbarer oder entflammbarer Werkstoff	Werkstofffaktor K_B	Auslegungs- konzentration von CO_2 %	Haltezeit min
Methylacetat	1,03	35	—
Methylalkohol	1,22	40	—
Methylbutan-l	1,06	36	—
Methylethylketon	1,22	40	—
Methylformat	1,18	39	—
N-Octan	1,03	35	—
Pentan	1,03	35	—
Propan	1,06	36	—
Propylen	1,06	36	—
Abschrecköle, Schmieröle	1	34	—
Brände mit Feststoffen^b			
Zellulosematerial	2,25	62	20
Baumwolle	2	58	20
Papier, Wellpapier	2,25	62	20
Kunststoff(granulat)	2	58	20
Polystyrol	1	34	—
Polyurethan, nur ausgehärtet	1	34	—
Besondere Anwendungsfälle			
Kabelräume und Kabelkanäle	1,5	47	10
Datenverarbeitungsbereiche	2,25	62	20
Elektrische Rechneranlagen	1,5	47	10
Elektrische Schalt- und Verteilerräume	1,2	40	10
Generatoren, einschließlich Kühlanalgen	2	58	Bis zum Stoppen
Ölbefüllte Transformatoren	2	58	—
Druckausgabebereiche	2,25	62	20
Farbsprüh- und Trocknungsanlagen	1,2	40	—
Schleudermaschinen	2	58	—
^a Zusammenstellung von Informationen aus US Bureau of Mines, Limits of Flammability of Gases und Vapours, Bulletins 503 and 627 [2]. ^b Brände meist organischer Art, bei denen die Verbrennung gewöhnlich unter Bildung von Glut erfolgt.			

7.4.3.2 Auswirkung von nicht abschaltbaren Lüftungsanlagen

Zur Bestimmung der zu verwendenden Kohlenstoffdioxidmenge muss das Raumvolumen (V_V) um das Luftvolumen (V_Z) erhöht werden, welches während der Flutung des Raumes mit Kohlenstoffdioxid und der Inhibitionszeit nach Tabelle 5 in den Raum eingeleitet bzw. aus dem Raum abgeführt wird.

7.4.3.3 Auswirkung von Öffnungen (siehe 7.4.2)

Die Auswirkung aller Öffnungen, einschließlich Explosionsöffnungen in Wänden und Decken, die während eines Brandes nicht geschlossen werden, werden in Gleichung (6) durch A_{OV} berücksichtigt.

Die Porosität der Werkstoffe des umfassten Raums oder Undichtheiten um Türen, Fenster, Fensterläden usw. dürfen nicht als Öffnungen angesehen werden, da sie bereits in Gleichung (6) berücksichtigt werden.

Bei einem Verhältnis $R = A_{OV}/A_V > 0,03$ muss die Anlage als Einrichtungsschutzanlage ausgelegt werden (siehe 7.5). Dies schließt die Verwendung einer Einrichtungsschutzanlage nicht aus, wenn R kleiner als 0,03 ist.

Wenn R größer ist als 0,03 und die Öffnungen Auswirkungen von Wind ausgesetzt sein können, müssen Abnahmeprüfungen unter den erwarteten ungünstigsten Bedingungen durchgeführt werden.

7.4.3.4 Auswirkung der Temperatur des umfassten Raums

Bei Anwendungen, bei denen die übliche Temperatur des umfassten Raums über 93 °C liegt, könnte ein geschütztes Betriebsmittel anfälliger für eine Wiederentzündung sein. Daher wird die Verwendung zusätzlichen Kohlenstoffdioxids empfohlen, um die Löschkonzentrationen über einen längeren Zeitraum aufrechtzuerhalten und die gelöschten Stoffe abkühlen zu lassen, wodurch die Gefahr einer Wiederentzündung verringert wird, wenn sich das Kohlenstoffdioxid verflüchtigt.

Bei Anwendungen, bei denen die übliche Temperatur des umfassten Raums unter –18 °C liegt, muss für jedes 1 °C unter –18 °C eine Erhöhung der berechneten Gesamtmenge an Kohlenstoffdioxid um 1,8 % vorgesehen werden.

7.4.3.5 Gleichzeitige Flutung von miteinander verbundenen Volumen

Bei zwei oder mehr miteinander verbundenen Volumen, in denen „freier Durchfluss“ von Kohlenstoffdioxid auftreten kann oder die Möglichkeit der Brandausbreitung von einem Bereich auf den anderen besteht, muss die Kohlenstoffdioxidmenge die Summe der für jedes Volumen berechneten Mengen sein. Erfordert ein Volumen eine höhere als die übliche Konzentration, muss die höhere Konzentration in allen miteinander verbundenen Volumen verwendet werden.

7.5 Auslegung von Einrichtungsschutzanlagen

7.5.1 Allgemeines

Einrichtungsschutzanlagen sind geeignet für das Löschen von Oberflächenbränden brennbarer Flüssigkeiten, Gase und Feststoffe, wenn die Gefährdung nicht umschlossen ist oder die Umschließung nicht den Raumschutzanforderungen entspricht.

7.5.2 Anforderungen an Kohlenstoffdioxid

Die für Einrichtungsschutzanlagen erforderliche Auslegungsmenge von Kohlenstoffdioxid muss auf der Gesamtaustrittsrate beruhen, die zur Abdeckung des zu schützenden Bereichs oder Volumens erforderlich ist, sowie auf der Zeit, die der Austrag aufrechterhalten werden muss, um vollständiges Löschen sicherzustellen.

Die Anforderung bezüglich der Erhöhung der Lagerkapazität von Behältern nach 6.2.2.4 gilt nicht für den Raumschutzteil von kombinierten Einrichtungsschutz-/Raumschutzanlagen.

Wenn Rohrleitungen große Längen aufweisen oder höheren als den üblichen Temperaturen ausgesetzt sein können, muss die Auslegungsmenge um eine Menge erhöht werden, die für den Ausgleich der bei der Kühlung der Rohrleitungen verdampften Flüssigkeit ausreicht.

Siehe Anhang B, Gleichung (B.8).

7.5.3 Flächenbezogenes Bemessungsverfahren

7.5.3.1 Allgemeines

Das flächenbezogene Verfahren für die Anlagenauslegung wird angewendet, wenn die Brandgefahr vorwiegend aus ebenen Oberflächen oder niedrigen Gegenständen in Verbindung mit waagerechten Oberflächen besteht.

Die Anlagenauslegung muss auf anerkannten Daten für einzelne Düsen beruhen. Extrapolation dieser Daten ober- oder unterhalb der oberen bzw. unteren Grenzen darf nicht gültig sein.

Zu Berechnungsbeispielen siehe Anhang E.

7.5.3.2 Düsenaustrittsraten

Die Auslegungsaustrittsrates durch die einzelnen Düsen muss auf der Grundlage des Standorts oder des Projektionsabstands entsprechend den spezifischen Zulassungen oder Verzeichnissen bestimmt werden.

Die Austrittsrates für Deckendüsen muss ausschließlich auf der Grundlage des Abstands zu der durch jede Düse geschützten Oberfläche bestimmt werden.

Die Austrittsrates für Zapfstellendüsen muss ausschließlich auf der Grundlage der Austragsweite oder Projektion zur Abdeckung der durch jede Düse geschützten Oberfläche bestimmt werden.

7.5.3.3 Fläche je Düse

Die größte durch jede Düse geschützte Fläche muss auf der Grundlage des Standorts oder des Projektionsabstands bestimmt werden, und die Auslegungsaustrittsrates muss auf eine zugelassene Weise ermittelt werden.

Die zur Bestimmung der Auslegungsaustrittsrates verwendeten Faktoren müssen ebenso für die Bestimmung des größten durch jede Düse geschützten Bereichs verwendet werden.

Der gefährdete Bereich, der durch einzelne Deckendüsen geschützt wird, muss als Quadrat betrachtet werden.

Der gefährdete Bereich, der durch einzelne Zapfstellendüsen oder lineare Düsen geschützt wird, muss entweder rechteckig oder quadratisch sein, entsprechend den vom Hersteller angegebenen Grenzen für Abstände und Austrag. Gefährdungen durch Brände brennbarer Flüssigkeiten in tiefen Schichten müssen einen Mindestfreibord von 150 mm haben, um Spritzer zu verhindern und eine Oberflächenkonzentration zu erhalten, wenn Kohlenstoffdioxid angewendet wird.

7.5.3.4 Lage und Anzahl der Düsen

Eine ausreichende Anzahl von Düsen muss verwendet werden, um den gesamten gefährdeten Bereich auf der Grundlage der von jeder Düse geschützten Flächeneinheit angemessen abzudecken.

Zapfstellendüsen oder lineare Düsen müssen in Übereinstimmung mit den Grenzen für Abstände und Austrittsraten angebracht werden.

Deckendüsen müssen senkrecht zum gefährdeten Bereich und mittig über der von der Düse geschützten Fläche angebracht werden. Andere Düsen müssen in einem Winkel zwischen 45° und 90° zur Ebene des gefährdeten Bereichs angebracht werden. Die Höhe/der Abstand, welche(r) zur Bestimmung der erforderlichen Durchflussrate und der Flächenabdeckung herangezogen wird, muss der Abstand zwischen dem Zielpunkt auf der geschützten Oberfläche und der Vorderseite der Düse, gemessen entlang der Düsenachse sein.

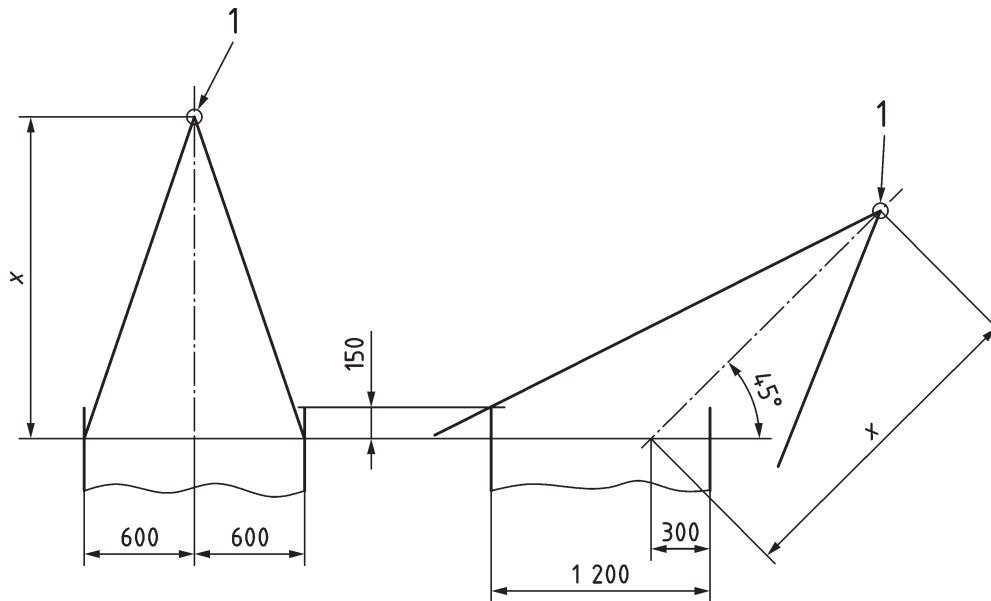
Düsen, die in einem Winkel installiert werden, müssen auf einen Punkt ausgerichtet werden, der von der näherliegenden Seite des durch die Düse geschützten Bereichs aus gemessen wird und dessen Lage berechnet wird durch Multiplikation des in Tabelle 6 angegebenen Ausrichtungsfaktors mit der Breite des durch die Düse geschützten Bereichs.

Die Düsen müssen so angeordnet werden, dass sie frei von möglichen Hindernissen sind, welche die ordnungsgemäße Projektion des Kohlenstoffdioxidaustrags beeinträchtigen könnten.

Tabelle 6 — Ausrichtungsfaktoren für die Anordnung der Düsen in einem Winkel

Austragswinkel ^a	Ausrichtungsfaktor ^b
45° bis 60°	1/4
60° bis 75°	1/4 bis 3/8
70° bis 90°	3/8 bis 1/2
90° (rechtwinklig)	1/2 (mittig)
ANMERKUNG Die Werte beruhen auf einem Freibord von 150 mm.	
^a Grad von der Ebene der gefährdeten Oberfläche.	
^b Bruchteil des von der Düse abgedeckten Bereichs.	

Siehe auch Bild 6.



Legende

- 1 Düsenaustrag mit vorgewählter Austrittsrate und Druck
x vorgewählte Höhe zur Bestimmung der erforderlichen Durchflussrate

ANMERKUNG Im Diagramm ist der Düsenaustrag bei 90° mit dem Zielpunkt in der Mitte der geschützten Oberfläche sowie bei 45° mit dem Zielpunkt bei 0,25 der Breite der geschützten Oberfläche in eine Wanne mit Brennstoff mit einem Freibord von 150 mm dargestellt.

Bild 6 — Lage der Düsen

7.5.4 Volumenbezogenes Bemessungsverfahren

7.5.4.1 Allgemeines

Das volumenbezogene Verfahren für die Anlagenauslegung wird angewendet, wenn die Brandgefahr aus dreidimensionalen unregelmäßigen Gegenständen besteht, die nicht ohne Weiteres zu äquivalenten Oberflächen vereinfacht werden können.

Zu Berechnungsbeispielen siehe Anhang E.

7.5.4.2 Angenommener umfasster Raum

Die Gesamtaustrittsrate der Anlage muss auf dem Volumen eines angenommenen umfassten Raums beruhen, der die Gefährdung vollständig umschließt.

Sind Öffnungen im Boden vorhanden, müssen Vorkehrungen getroffen werden, um diesen Bedingungen Rechnung zu tragen.

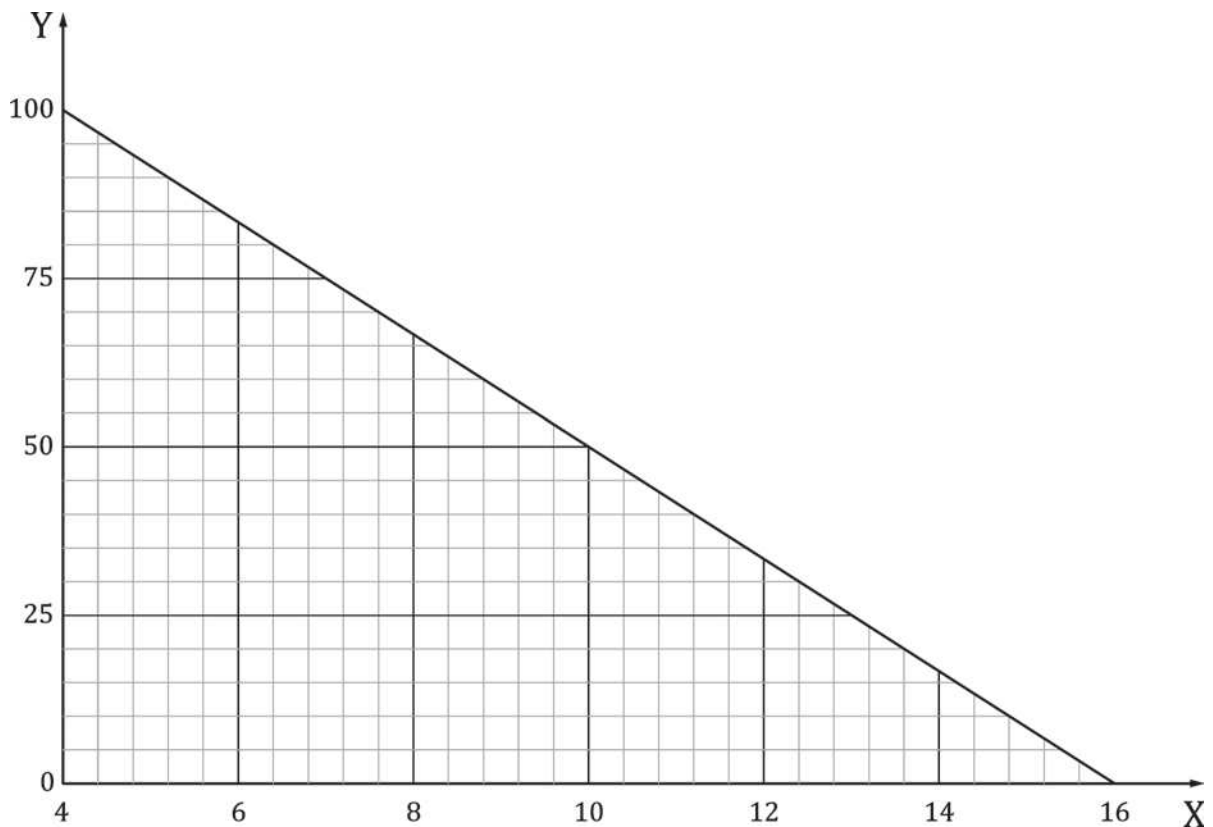
Die angenommene(n) Wände und Decke dieses umfassten Raums müssen mindestens 0,6 m von der Hauptgefährdung entfernt sein, sofern keine tatsächlichen Wände vorhanden sind, und sie müssen alle Bereiche umschließen, in denen Undichtigkeit, Spritzer oder Verschütten möglich sind.

Für Gegenstände innerhalb dieses Volumens dürfen keine Abzüge vorgenommen werden.

Bei der Berechnung des Volumens des angenommenen umfassten Raums muss ein Mindestmaß von 1,2 m verwendet werden.

7.5.4.3 Anlagenaustrittsrate

Die Gesamtaustrittsrate für die Grundanlage muss mindestens 16 kg/min/m^3 des angenommenen Volumens betragen, es sei denn, der angenommene umfasste Raum hat einen geschlossenen Boden und wird teilweise durch dauerhafte durchgehende Wände begrenzt, die sich mindestens 0,6 m über die Gefährdung hinaus erstrecken (wobei die Wände üblicherweise nicht Teil der Gefährdung sind); in diesem Fall darf die Austrittsrate proportional verringert werden auf nicht weniger als 4 kg/min/m^3 für tatsächliche Wände, welche den umfassten Raum vollständig umschließen. Siehe Bild 7.



Legende

X Austrittsrate, kg/min/m^3

Y Volumen des umfassten Raums, %

ANMERKUNG Mathematisches volumenbezogenes Bemessungsverfahren, z. B. 50 % Umschließung.

Bild 7 — Volumenaustrittsrate

7.5.4.4 Lage und Anzahl der Düsen

Eine ausreichende Anzahl von Düsen muss verwendet werden, um das gesamte gefährdete Volumen auf der Grundlage der durch das angenommene Volumen bestimmten Anlagenaustrittsrate angemessen abzudecken.

Die Düsen müssen in Bezug auf die Gegenstände im umfassten Raum so angeordnet und ausgerichtet werden, dass die Austragsmenge des Kohlenstoffdioxids im gefährdeten Volumen zurückgehalten wird.

Die Auslegungsaustrittsraten durch die einzelnen Düsen müssen auf der Grundlage des Standorts oder des Projektionsabstands entsprechend den spezifischen Zulassungen für Oberflächenbrände bestimmt werden.

7.6 Schutzdauer – Raumschutzanlagen

7.6.1 Um wirksame Notfallmaßnahmen zu ermöglichen, ist es wichtig, dass eine wirksame Kohlenstoffdioxidkonzentration nicht nur erreicht, sondern auch für eine ausreichend lange Dauer beibehalten wird. Dies ist gleichermaßen wichtig für alle Brandklassen, da eine Dauerzündquelle (z. B. Lichtbogen, Wärmequelle, Sauerstoff-Acetylen-Brenner oder Glimmbrand) zur Rückzündung führen kann, nachdem das Löschmittel entwichen ist.

7.6.2 Es ist wesentlich, die wahrscheinliche Dauer zu bestimmen, während der die Löschkonzentration innerhalb des geschützten Bereichs beibehalten wird. Diese Dauer wird als Haltezeit bezeichnet. Die vorhergesagte Haltezeit muss durch die nach EN 15004-1:2019, Anhang E, festgelegte Door-Fan-Prüfung oder eine Probeflutung des gesamten Löschmittels auf der Grundlage folgender Kriterien bestimmt werden:

- zu Beginn der Haltezeit muss die Konzentration im gesamten umfassten Raum der Auslegungskonzentration entsprechen;
- am Ende der Haltezeit darf die Kohlenstoffdioxidkonzentration nicht weniger als 85 % der Auslegungskonzentration in mindestens der Höhe der höchsten Gefährdung im geschützten Bereich betragen;
- die Haltezeit darf den in Tabelle 5 festgelegten Wert nicht unterschreiten, sofern von der zuständigen Stelle nicht anders zugelassen.

ANMERKUNG Der Temperaturabfall während der Flutung kann zu einer geringeren CO₂-Konzentration als die Auslegungskonzentrationen nach Tabelle 5 führen.

7.7 Leistungsdaten der Anlage

7.7.1 Flutungszeit

Bei Raumschutzanlagen muss die Auslegungsmenge entsprechend den Zeiten nach Tabelle 7 freigesetzt werden. Bei Einrichtungsschutzanlagen muss die Durchflussrate für die Zeiten nach Tabelle 7 beibehalten werden.

Tabelle 7 — Flutungszeiten für Oberflächenbrände

Anlage	Flüssigkeitsaustrag bei Kohlenstoffdioxid-Hochdruckanlage	Kohlenstoffdioxid-Niederdruckanlage	
		Durchflusszeit der Dampfphase vor der Flüssigphase	Zeit des Flüssigkeitsaustrags
Raumschutz	höchstens 60 s	höchstens 120 s (höchstens 60 s Durchflusszeit der Dampfphase vor der Flüssigphase)	
Einrichtungsschutz	mindestens 30 s	höchstens 30 s	mindestens 30 s

Bei Bränden mit Feststoffen, wie z. B. die Brände nach Tabelle 4, die eine Haltezeit erfordern, muss die Auslegungsmenge innerhalb von 7 min freigesetzt werden, die Austrittsrate darf jedoch nicht geringer sein als für das Erreichen einer Konzentration von 30 % in 2 min erforderlich.

7.7.2 Halteflutung

Wenn eine Halteflutung erforderlich ist, muss die Austrittsrate ausreichend sein, um die gewünschte Konzentration für die erforderliche Haltezeit nach 7.6.2 aufrechtzuerhalten.

8 Inbetriebnahme und Abnahme

8.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt legt die Mindestanforderungen an die Inbetriebnahme und Abnahme von Kohlenstoffdioxid-Löschanlagen fest.

8.2 Prüfungen

8.2.1 Allgemeines

Die fertiggestellte Anlage muss von kompetenten Personen einer Durchsicht und Prüfung unterzogen werden, um der Zulassung durch die zuständige Stelle zu entsprechen. Zur Feststellung, dass die Anlage ordnungsgemäß und unter Verwendung von Einrichtungen und Geräten, die für die Übereinstimmung mit nationalen Regelungen oder Normen ausgelegt sind, installiert wurde und wie festgelegt funktionieren wird, müssen die in 8.2.2 bis 8.2.9 festgelegten Prüfungen durchgeführt werden

8.2.2 Überprüfung des umfassten Raums

Es wird festgestellt, dass der geschützte umfasste Raum den Plänen entspricht.

8.2.3 Überprüfung der mechanischen Bauteile

8.2.3.1 Das Verteilerrohrnetz muss überprüft werden, um festzustellen, dass es den Auslegungs- und Installationsunterlagen entspricht.

8.2.3.2 Düsengröße und Rohrnennweite müssen den Anlagenzeichnungen entsprechen. Rohrreduzierstücke und die Anordnung von T-Stücken müssen auf Übereinstimmung mit der Auslegung überprüft werden.

8.2.3.3 Rohrverbindungen, Austragsdüsen und Rohrhalterungen müssen sicher befestigt werden, um unzulässige vertikale oder seitliche Bewegungen während des Austrags zu verhindern. Die Austragsdüsen müssen so installiert werden, dass sich die Rohrleitung auch während des Austrags nicht lösen kann.

8.2.3.4 Während des Zusammenbaus muss das Innere des Verteilerrohrnetzes untersucht werden, um auszuschließen, dass Öl oder Schwebstoffe den gefährdeten Bereich verunreinigen oder die Kohlenstoffdioxidverteilung durch eine Verringerung der wirksamen Düsenöffnungsfläche beeinträchtigen könnten.

8.2.3.5 Die Austragsdüsen müssen so ausgerichtet werden, dass eine optimale Kohlenstoffdioxidverteilung erzielt werden kann.

8.2.3.6 Sind Sprühteller an den Düsen angebracht, muss deren günstigste Position gewählt werden.

8.2.3.7 Austragsdüsen, Rohrleitungen und Befestigungsschellen müssen so installiert werden, dass sie keine potenzielle Verletzungsgefahr für Personen darstellen. Kohlenstoffdioxid darf nicht direkt auf Bereiche auftreten, in denen sich Personen im gewöhnlichen Betriebsbereich aufhalten könnten, oder auf lose Gegenstände oder Regalböden, Schrankoberteile oder ähnliche Oberflächen aufprallen, auf denen sich lose Gegenstände befinden und weggeschleudert werden könnten.

8.2.3.8 Alle Kohlenstoffdioxid-Lagerbehälter müssen ordnungsgemäß entsprechend den „für die Ausführung zugelassenen“ Anlagenzeichnungen angeordnet werden.

8.2.3.9 Alle Behälter und Befestigungsschellen müssen entsprechend den Anforderungen des Herstellers sicher befestigt werden.

8.2.3.10 Eine Probeflutung von Löschmitteln wird im Allgemeinen nicht empfohlen. Falls jedoch eine Probeflutung durchzuführen ist, muss die Masse des Löschmittels durch Wägen oder anhand anderer anerkannter Verfahren bestimmt werden. Die Konzentration sollte an mindestens drei Messstellen bestimmt werden, von denen eine in Höhe der höchstgelegenen Gefährdung angeordnet ist.

Gewöhnlich dürfen andere Bewertungsverfahren angewendet werden, um unnötige Freisetzung in die Umgebung zu vermeiden, z. B. die in EN 15004-1:2019, Anhang E, festgelegte Door-Fan-Druckprüfung. Sofern jedoch durch die zuständige Stelle zugelassen, darf eine Probeflutung durchgeführt werden.

8.2.3.11 Eine angemessene Kohlenstoffdioxidmenge zum Erzielen der festgelegten Konzentration muss vorgesehen werden. Die Übereinstimmung des tatsächlichen Raumvolumens mit den auf den Zeichnungen angegebenen Volumen muss überprüft werden, um die ordnungsgemäße Kohlenstoffdioxidmenge sicherzustellen. Nachlaufzeiten der Lüftung und Schließzeiten von Klappen müssen berücksichtigt werden.

8.2.3.12 Wenn das gesamte Rohrnetz zwischen Vorratsbehälter und Austragsdüse mehr als eine Richtungsänderung aufweist und nicht alle Rohrleitungen physikalisch auf Dichtheit untersucht wurden, müssen die folgenden Prüfungen durchgeführt werden.

- a) Alle offenen Rohrleitungen müssen in einem geschlossenen System mit Druckluft für 10 min bei 3 bar geprüft werden. Nach 10 min darf der Druckabfall 20 % des Prüfdrucks nicht überschreiten.
- b) Alle Rohrleitungen mit geschlossenen Abschnitten und Rohrleitungen vor den Druckreduziereinrichtungen müssen einer hydrostatischen Prüfung für 2 min mit mindestens dem 1,5-fachen des maximalen Betriebsdrucks unterzogen werden, wobei keine Undichtheit auftreten darf.

ANMERKUNG Wenn diese Prüfung für geschlossene Rohrleitungen, die an Niederdrucklagereinheiten angeschlossen sind, nicht geeignet ist, wird empfohlen, die hydrostatische Prüfung, soweit durchführbar, beim Hersteller durchzuführen.

WARNUNG — Die pneumatische Druckprüfung birgt ein potenzielles Verletzungsrisiko für Personen in dem Bereich infolge weggeschleuderter Gegenstände beim Bersten des Rohrleitungssystems. Vor der Durchführung der pneumatischen Druckprüfung müssen der geschützte Bereich evakuiert und geeignete Sicherheitsvorkehrungen für das Prüfpersonal getroffen werden.

8.2.3.13 Am Rohrleitungsnetz muss eine Durchflussprüfung unter Verwendung von Stickstoff oder einer geeigneten Alternative durchgeführt werden, um nachzuweisen, dass der Durchfluss durchgehend ist und die Rohrleitungen und Düsen frei sind.

8.2.4 Überprüfung der Raumdichtigkeit

Bei allen Raumschutzanlagen muss der umfasste Raum überprüft werden, um signifikante Undichtheiten zu ermitteln und wirksam abzudichten, die dazu führen könnten, dass der Raum nicht die festgelegte Auslegungskonzentration für die festgelegte Haltezeit aufrechterhalten kann (siehe auch 7.4.2). Sofern nicht anders vereinbart, muss die in EN 15004-1:2019, Anhang E, festgelegte Prüfung angewendet werden.

Die Tragsicherheit des umfassten Raums wird überprüft und seine Widerstandsfähigkeit gegenüber den während der Anlagenflutung entstehenden Druckschwankungen wird bewertet, wobei Folgendes berücksichtigt wird:

- a) die bei der Prüfung der Raumdichtigkeit ermittelte äquivalente Fläche der Undichtheit, sofern zulässig;
 - b) die Bereitstellung aller erforderlichen zusätzlichen Druckentlastungen; und
 - c) das Auslösen der Druckentlastungsöffnung.
- d) Weitere Hinweise zur Entlüftung von Gaslöschanlagen können CEN ISO/TS 21805:2019 entnommen werden.

8.2.5 Überprüfung der elektrischen Bauteile

8.2.5.1 Alle Kabel- und Leitungsanlagen müssen ordnungsgemäß entsprechend den zutreffenden nationalen Normen und den Anlagenzeichnungen installiert werden. Die Wechselstrom- und Gleichstromleitungen dürfen nicht in einem gemeinsamen Elektroinstallationsrohr kombiniert werden, sofern sie nicht ordnungsgemäß abgeschirmt und geerdet sind.

8.2.5.2 Alle Schaltungen am Einsatzort müssen auf Erdschlussfehler und auf Kurzschluss überprüft werden. Wenn Schaltungen am Einsatzort geprüft werden, müssen alle elektronischen Bauteile (z. B. Rauch- und Flammenmelder oder spezielle elektronische Einrichtungen für andere Melder oder ihre Montagesockel) ausgebaut und entsprechende Brücken ordnungsgemäß eingesetzt werden, um eine mögliche Beschädigung innerhalb dieser Einrichtungen zu verhindern. Nach der Prüfung der Schaltungen müssen die entnommenen Bauteile wieder eingebaut werden.

8.2.5.3 Um den Betrieb der erforderlichen Erkennungs-, Melde-, Steuer- und Betätigungseinrichtungen der Anlage zu ermöglichen, müssen angemessene und zuverlässige Primär- und Notstrom-Versorgungseinrichtungen nach 6.5.4.2 eingesetzt werden.

8.2.5.4 Der ordnungsgemäße Betrieb aller zusätzlichen Funktionen (akustische Signalgeber oder Anzeigeeinrichtungen, Fernanzeigen, Abschaltungen der Lüftungsanlage oder der Energieversorgung usw.) muss entsprechend den Anforderungen an die Anlage und den Auslegungsspezifikationen überprüft werden.

Alarmeinrichtungen müssen so eingebaut werden, dass sie unter üblichen Betriebs- und Umgebungsbedingungen hör- und sichtbar sind.

Nach Möglichkeit sollten alle Bedienelemente zum Abschalten der Lüftungsanlage und der Energieversorgung so ausgeführt sein, dass nach einer Unterbrechung eine manuelle Rückstellung erforderlich ist, um die Stromversorgung wiederherzustellen.

8.2.5.5 Bei in der Anlage verwendeten Abschaltungen des akustischen Alarms wird überprüft, dass diese keinen Einfluss auf andere zusätzliche Funktionen haben, z. B. auf das Abschalten der Lüftungsanlage oder der Energieversorgung, falls dies in der Auslegungsspezifikation gefordert wird.

8.2.5.6 Die Branderkennungseinrichtungen werden überprüft, um sicherzustellen, dass die Arten und Einbaulagen den Festlegungen in den Anlagenzeichnungen entsprechen und mit den Anforderungen des Herstellers übereinstimmen.

8.2.5.7 Die Handauslöseeinrichtungen zur Freisetzung des Löschmittels werden auf ordnungsgemäße Installation, leichte Zugänglichkeit, eindeutige Kennzeichnung und ordnungsgemäßen Schutz gegen Beschädigung überprüft.

8.2.5.8 Es wird überprüft, ob alle verwendeten Handauslöseeinrichtungen zu ihrer Betätigung zwei unterschiedliche und voneinander unabhängige Aktionen erfordern. Die Handauslöseeinrichtung muss ordnungsgemäß gekennzeichnet sein. Besondere Aufmerksamkeit ist erforderlich, wenn Handauslöseeinrichtungen für mehrere Anlagen dicht beieinander angeordnet sind und verwechselt werden könnten, was zur Auslösung der falschen Anlage führt. In diesem Fall müssen die Handauslöseeinrichtungen eindeutig dem gefährdeten Bereich, den sie schützen, zugeordnet werden.

8.2.5.9 Bei Anlagen mit Haupt-/Reservevorrat werden der ordnungsgemäße Einbau, die leichte Zugänglichkeit und die eindeutige Kennzeichnung des entsprechenden Umschalters überprüft.

8.2.5.10 Es wird überprüft, ob das Bedienfeld ordnungsgemäß installiert und leicht zugänglich ist.