

DIN EN 14373

ICS 13.230

**Explosions-Unterdrückungssysteme;
Deutsche Fassung EN 14373:2005**

Explosion suppression systems;
German version EN 14373:2005

Systèmes de suppression d'explosion;
Version allemande EN 14373:2005

Gesamtumfang 45 Seiten

Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG) im DIN

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm wurde von der Arbeitsgruppe 3 „Einrichtungen und Systeme für den Explosionsschutz“ des CEN/TC 305 „Explosionsfähige Atmosphären — Explosionsschutz“ (Sekretariat: Deutschland) erarbeitet. Die nationalen Interessen wurden dabei vom Arbeitsausschuss 095-02-01 AA „Explosionsschutzeinrichtungen (außer Flammendurchschlagsicherungen)“ des Normenausschusses Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG) im DIN wahrgenommen.

Zu den im Abschnitt 2 zitierten Europäischen Normen und Norm-Entwürfe wird auf Folgendes hingewiesen:

Die Normen EN 1127-1, EN 13237, EN 13673-1, EN 14034-1, EN 14034-4 und EN 26184-3 sowie die Norm-Entwürfe prEN 13673-2, prEN 14034-2, prEN 14034-3, prEN 14991 und prEN 14994 wurden als DIN-EN-Normen beziehungsweise DIN-EN-Norm-Entwürfe mit gleicher Zählnummer veröffentlicht.

Deutsche Fassung

Explosionsunterdrückungs-Systeme

Explosion suppression systems

Systèmes de suppression d'explosion

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 16. August 2005 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Explosions-Unterdrückung	11
4.1 Allgemeines	11
4.2 Einflussfaktoren	11
4.2.1 Allgemeines	11
4.2.2 Explosionsgefährdung	12
4.2.3 Explosions-Unterdrückungsmittel	12
4.2.4 Unterdrückungssystem	12
4.2.5 Zusammenhänge	13
5 Allgemeine Anforderungen an Komponenten für die Explosions-Unterdrückung	13
5.1 Erkennung	13
5.1.1 Allgemeines	13
5.1.2 Optische Erkennung	13
5.1.3 Druckerkennung	14
5.2 Unterdrückungsmittel	14
5.3 HRD-Unterdrückungsmittelbehälter	15
5.4 Steuer- und Anzeigeeinrichtung (CIE)	16
6 Anforderungen an die Konstruktion eines Explosions-Unterdrückungssystems	16
6.1 Allgemeines	16
6.2 Definition von Gefährdung	16
6.3 Bestimmung von $p_{red, max}$ als ein funktionsrelevanter einwirkender Parameter	16
6.3.1 Allgemeines	16
6.3.2 Validierung durch Prüfen in einem Volumen	17
6.3.3 Validierung durch Prüfung in einem zweiten Volumen	22
6.3.4 Lang gestreckte Gehäuse	22
6.3.5 Rohrleitungen	23
6.3.6 Arbeitsräume	23
6.4 Validierung von Konstruktionsrichtlinien für das System	24
6.4.1 Allgemeines	24
6.4.2 Konstruktionsnomogramme	24
6.4.3 Mathematisches Modell für die Konstruktion	25
6.5 Besondere Anwendungen	27
6.5.1 Unterdrückung in Verbindung mit Druckentlastung	27
6.5.2 Druckentlastung in Verbindung mit Unterdrückung	27
6.5.3 Unterdrückung in Verbindung mit reduzierten Sauerstoffkonzentrationen	27
6.5.4 Partialvolumina	28
6.5.5 Getrennte Volumina	28
6.5.6 Volumina mit Einbauten	29
6.6 Prüfbericht	29
7 Sicherheitstechnische Unversehrtheit des Explosions-Unterdrückungssystems	30
7.1 Allgemeines	30
7.2 Maßnahmen zur Vermeidung und Beherrschung von systematischen Fehlern	30
7.3 Überwachung von elektrischen Anschlüssen	31
7.4 Anzeigen und Störungsmeldungen (CIE)	31
7.5 Energieversorgung	31
8 Anleitungen für Einbau, Inbetriebnahme und Instandhaltung	31
8.1 Allgemeines	31

	Seite
8.2 Einbau der Kabel	31
8.3 Zusammenbauen	32
8.3.1 Allgemeines	32
8.3.2 Zusammenbau	32
8.4 Inbetriebnahme	32
8.4.1 Allgemeines	32
8.4.2 Inbetriebnahmephase	32
8.4.3 Anweisung	32
8.4.4 Inbetriebnahmebericht	32
8.4.5 Sicherheit	32
8.5 Instandhaltung	33
8.5.1 Allgemeines	33
8.5.2 Kundendienst	33
9 Kennzeichnung und Verpackung	33
9.1 Allgemeines	33
9.2 Komponenten eines Explosions-Unterdrückungssystems	33
9.3 Explosions-Unterdrückungssystem	34
9.4 Weglassung von Kennzeichnungen	35
Anhang A (informativ) Erarbeitung von Konstruktionsrichtlinien für das Nomogramm	36
A.1 Allgemeines	36
A.2 Konstruktionsnomogramm	36
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 94/9/EG vom März 1994	40
Literaturhinweise	42

Bilder

Bild 1 — Druck/Zeit-Verhalten bei einer normalen und unterdrückten Explosion.....	11
Bild 2 — Wirksamkeit von Unterdrückungsmitteln.....	14
Bild 3 — Verhalten von Druck und Druckanstiegsgeschwindigkeit als Funktion der Konzentration bei einer normalen und unterdrückten Explosion	18
Bild 4 — Maximal reduzierter Explosionsüberdruck $p_{red, max}$ als Funktion der maximalen Explosionsgeschwindigkeitskonstante K_{max}	19
Bild 5 — Maximal reduzierter Explosionsüberdruck $p_{red, max}$ als Funktion des Auslösedruckes p_a	20
Bild 6 — Maximal reduzierter Explosionsüberdruck $p_{red, max}$ als Funktion der Anzahl an HRD-Unterdrückungsmittelbehältern (Anzahl an HRDs).....	20
Bild 7 — Maximal reduzierter Explosionsüberdruck $p_{red, max}$ als Funktion des Treibmitteldruckes p_s	21
Bild 8 — Konstruktionsnomogramm für ein bestimmtes Explosions-Unterdrückungssystem	24
Bild 9 — Berechneter maximal reduzierter Explosionsüberdruck als Funktion des gemessenen maximal reduzierten Explosionsüberdruckes bei $p_{red, max}$ -Werten bis zu 0,5 bar	25
Bild 10 — Berechneter maximal reduzierter Explosionsüberdruck als Funktion des gemessenen maximal reduzierten Explosionsüberdruckes bei $p_{red, max}$ -Werten über 0,5 bar.....	26
Bild 11 — Beispiel eines Gehäuses, bei dem nur im unteren Abschnitt des Behälters eine explosionsfähige Konzentration herrscht	28
Bild A.1 — Konstruktionsnomogramm für ein bestimmtes Explosions-Unterdrückungssystem	37
Bild A.2 — Konstruktionsrichtlinie für einen Brennstoffbereich.....	38
Bild A.3 — Volumengrenzwerte der Konstruktionsrichtlinie für einen Brennstoffbereich.....	38

Tabellen

Tabelle ZA.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und der Richtlinie EU-Richtlinie 94/9/EG vom März 1994	40
---	----

Vorwort

Diese Europäische Norm (EN 14373:2005) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 305 „Explosionsfähige Atmosphären — Explosionsschutz“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis April 2006, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis April 2006 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieser Europäischen Norm Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Diese Europäische Norm wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EG-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieser Europäischen Norm ist.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm beschreibt die Grundanforderungen für die Konstruktion und Anwendung von Explosions-Unterdrückungssystemen. Diese Europäische Norm legt außerdem ein Verfahren zur Beurteilung der Wirksamkeit und Reichweite von Explosions-Unterdrückungssystemen bei bestimmten Explosionen fest. Die Norm gibt Kriterien für alternative Prüfeinrichtungen an, die bei Prüfungen zur Wirksamkeit der Explosions-Unterdrückung gelten, und sie enthält Kriterien, die bei der Festlegung des sicheren Arbeitsbereichs eines Explosions-Unterdrückungssystems anzuwenden sind.

Sie behandelt:

- allgemeine Anforderungen an Komponenten für Explosions-Unterdrückung;
- Bewerten des Leistungsvermögens eines Explosions-Unterdrückungssystems;
- Bewerten der Reichweite eines Explosions-Unterdrückungssystems;
- Bewertung und Entwicklung einer Konstruktionsanleitung für Explosions-Unterdrückungssysteme;
- Anweisungen für den Einbau eines Explosions-Unterdrückungssystems;
- Instandhaltungsanweisungen für ein Explosions-Unterdrückungssystem.

Diese Europäische Norm gilt nur für Explosions-Unterdrückungssysteme, die zum Schutz von geschlossenen oder im Wesentlichen geschlossenen Gehäusen vorgesehen sind, in denen eine Explosion durch die Zündung eines explosionsfähigen Gemisches, z. B. Staub/Luft-Gemischen, Gas(Dampf)/Luft-Gemischen, Staub/Gas(Dampf)/ Luft-Gemischen und Nebeln, entstehen kann.

Diese Europäische Norm ist nicht anwendbar bei Explosionen von nachstehend aufgeführten Stoffen oder Gemischen, die diese Stoffe enthalten:

- instabile Stoffe, die möglicherweise zerfallen können;
- Explosivstoffe;
- pyrotechnische Materialien;
- pyrophore Stoffe.

ANMERKUNG Für die aufgeführten Stoffe ist ein Sachverständigengutachten erforderlich.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich der Änderungen).

EN 1127-1:1997, *Explosionsfähige Atmosphären — Explosionsschutz — Teil 1: Grundlagen und Methodik; Deutsche Fassung EN 1127-1:1997*

EN 13237:2003, *Explosionsgefährdete Bereiche — Begriffe für Geräte und Schutzsysteme zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen; Deutsche Fassung EN 13237:2003*

EN 13673-1:2003, *Verfahren zur Bestimmung des maximalen Explosionsdruckes und des maximalen zeitlichen Druckanstieges für Gase und Dämpfe — Teil 1: Bestimmungsverfahren für den maximalen Explosionsdruck; Deutsche Fassung EN 13673-1:2003*

prEN 13673-2:2005, *Verfahren zur Bestimmung des maximalen Explosionsdruckes und des maximalen zeitlichen Druckanstieges für Gase und Dämpfe — Teil 2: Bestimmungsverfahren für den maximalen zeitlichen Druckanstieg*

EN 14034-1:2004, *Bestimmung der Explosionskenngößen von Staub/Luft-Gemischen — Teil 1: Bestimmung des maximalen Explosionsdruckes p_{ma} von Staub/Luft-Gemischen; Deutsche Fassung EN 14034-1:2004*

prEN 14034-2:2004, *Bestimmung der Explosionskenngößen von Staub/Luft-Gemischen — Teil 2: Bestimmung des maximalen zeitlichen Druckanstieges $(dp/dt)_{max}$ von Staub/Luft-Gemischen*

prEN 14034-3:2004, *Bestimmung der Explosionskenngößen von Staub/Luft-Gemischen — Teil 3: Bestimmung der unteren Explosionsgrenze UEG von Staub/Luft-Gemischen*

EN 14034-4:2004, *Bestimmung der Explosionskenngößen von Staub/Luft-Gemischen — Teil 4: Bestimmung der Sauerstoffgrenzkonzentration SGK von Staub/Luft-Gemischen*

prEN 14491:2002, *Systeme zur Druckentlastung von Staubexplosionen*¹⁾

prEN 14994:2004, *Systeme zur Druckentlastung bei Gasexplosionen*¹⁾

EN 26184-3:1991, *Explosions-Schutzsysteme — Teil 3: Bestimmung der Explosionskenngößen von Brennstoffen in Luft außer Staub/Luft- und Gas/Luft-Gemischen (ISO 6184-3:1985)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die Begriffe nach EN 1127-1:1997, EN 13237:2003 und die folgenden Begriffe.

3.1

HRD-Unterdrückungsmittelbehälter

Vorrichtung, die ein Explosions-Unterdrückungsmittel enthält, das durch Innendruck ausgestoßen werden kann

ANMERKUNG 1 Dieser Innendruck kann Speicherdruck (Dauerdruck) sein oder er kann durch eine chemische Reaktion erzeugt werden, beispielsweise durch Zünden eines Explosivstoffes oder Auslösen eines pyrotechnischen Gerätes.

ANMERKUNG 2 HRD ist die Abkürzung für Hochgeschwindigkeitsausstoß.

3.2

Unterdrückungsmittel

Substanz, die in dem HRD-Unterdrückungsmittelbehälter enthalten ist und die, sobald sie in dem zu schützenden Volumen verteilt wird, die Weiterentwicklung einer Explosion in diesem Volumen aufhalten oder verhindern kann

ANMERKUNG Im Allgemeinen kommen drei Kategorien Unterdrückungsmittel einzeln oder in Kombination zur Anwendung:

- Pulver-Unterdrückungsmittel;
- Wasser-Unterdrückungsmittel;
- Chemisches Unterdrückungsmittel.

1) Dieses Dokument ist derzeit zur Formellen Abstimmung vorgelegt.

3.2.1

Pulver-Unterdrückungsmittel

Pulver mit anerkannten Flammen-Löscheigenschaften, z. B. solche auf der Basis von Monoammoniumphosphat, Kaliumhydrogencarbonat oder Natriumhydrogencarbonat

ANMERKUNG Derartige Unterdrückungsmittel dürfen Zusatzstoffe enthalten, mit denen deren Fließfähigkeit und Wirksamkeit verbessert wird.

3.2.2

Wasser-Unterdrückungsmittel

Wasser, warm oder kalt, verwendet als Explosions-Unterdrückungsmittel

ANMERKUNG Es dürfen Zusatzstoffe enthalten sein, die für Frostschutz sorgen und/oder die Wirksamkeit des Unterdrückungsmittels erhöhen.

3.2.3

chemische Unterdrückungsmittel

chemische Unterdrückungsmittel mit anerkannten Flammen-Löscheigenschaften

3.3

Treibmitteldruck

p_s

Dauerdruck in einem Speicherdruckbehälter für Unterdrückungsmittel, mit dem das Unterdrückungsmittel ausgestoßen wird, z. B. mit trockenem Gas, durch chemische Reaktion oder Anwendung von Wärme

3.4

Unterdrückungsmittelfüllung

M_s

Masse oder Volumen des Unterdrückungsmittels, die (das) im Unterdrückungsmittelbehälter enthalten ist

3.5

Explosionssensor

Gerät, das auf die durch eine sich entwickelnde Explosion entstehenden Änderungen eines oder mehrerer Parameter, z. B. Druck, Temperatur und/oder Strahlung, anspricht

3.6

Explosionsdetektor

Gerät oder Anordnung von Geräten, die einen oder mehrere Explosionssensoren enthalten, das (die) auf eine sich entwickelnde Explosion anspricht (ansprechen), wobei ein Erkennungssignal der Explosion abgegeben wird

3.7

Auslösedruck

p_a

Schwellenwert des Druckes, der über dem Druck (p_i) der bei der Zündung reagierenden Bestandteile liegt, bei dem ein Erkennen (Aufspüren) der anstehenden Explosion erfolgen kann

3.8

reduzierter (unterdrückter) Explosionsüberdruck

p_{red}

maximaler Explosionsüberdruck oberhalb des Druckes (p_i) bei Zündung der reagierenden Bestandteile, der bei einem unterdrückten Explosionsereignis aufgezeichnet wird

3.9

maximal reduzierter (unterdrückter) Explosionsüberdruck

$p_{red, max}$

maximaler Explosionsüberdruck oberhalb des Druckes (p_i) bei Zündung der reagierenden Bestandteile, der bei einem unterdrückten Explosionsereignis bei optimaler Brennstoffkonzentration aufgezeichnet wird

3.10**Explosions-Unterdrückung**

Verfahrensweise, bei der eine Flamme in einer explosionsfähigen Atmosphäre aufgespürt und in der Anfangsphase aufgehalten und eine Druckentwicklung eingeschränkt wird

3.11**Explosions-Unterdrückungssystem**

Zusammenstellung von Geräten zum automatischen Erkennen des Beginns einer Explosion und Auslösen des Ausstoßes von Unterdrückungsmittel, um so die zerstörenden Wirkungen der Explosion zu begrenzen

3.12**Steuer- und Anzeigeeinrichtung**

CIE

Explosionsschutzeinrichtung, die die Explosionssensoren/-detektoren und Explosionsschutzgeräte steuert, aufzeichnet und überwacht

ANMERKUNG Bei Erkennen einer beginnenden Explosion aktiviert die CIE die Explosionsschutzgeräte und löst Alarmsysteme aus.

3.13**Verteilgerät**

an einem HRD-Unterdrückungsmittelbehälter angebrachtes Gerät, das dafür vorgesehen ist, das Unterdrückungsmittel in dem zu schützenden Volumen zu verteilen

3.14**Gehäuse****3.14.1****Kompaktgehäuse**

kubisches Gehäuse mit einem Längen- (Höhen-) Durchmesser-Verhältnis kleiner als 2

3.14.2**lang gestrecktes Gehäuse**

Gehäuse mit einem Längen- (Höhen-) Durchmesser-Verhältnis von 2 bis 10

3.14.3**Rohr**

konstruktive Ausführung mit einem Verhältnis von Länge (Höhe) zum Durchmesser von mehr als 10

3.15**Kombinationssysteme****3.15.1****Unterdrückung in Verbindung mit Druckentlastung**

konstruktiver Aufbau, bei dem die Technologie der Explosions-Unterdrückung mit einer Explosionsdruckentlastung verbunden ist

3.15.2**Druckentlastung in Verbindung mit Unterdrückung**

System, das so konstruiert ist, das die Flammenausbreitung der Explosion über die Öffnung der Druckentlastung minimal ist

3.15.3**reduzierte Sauerstoffkonzentration in Verbindung mit Unterdrückung**

System, bei dem eine reduzierte Sauerstoffkonzentration zur Verringerung der Explosionsstärke angewendet wird, und die Unterdrückung zum Unterdrücken der reduzierten Explosionsstärke dient

3.16

projektierte Festigkeit von Gehäusen p (Anlagenfestigkeit)

3.16.1

explosionsdruckfeste Gehäuse

Gehäuse und Betriebsmittel einschließlich zugehöriger Rohrleitungen, die nach CEN-Regeln so konstruiert sind, dass sie dem erwarteten Explosionsdruck ohne bleibende Verformung standhalten

3.16.2

explosionsdruckstoßfeste Gehäuse

Gehäuse und Betriebsmittel einschließlich zugehöriger Rohrleitungen, die nach CEN-Regeln so konstruiert sind, dass sie dem zu erwartenden Explosionsüberdruck standhalten. Abweichend von den Kriterien für explosionsdruckfeste Gehäuse sind bei explosionsdruckstoßfesten Gehäusen bestimmte plastische Verformungen zulässig. Bei der Konstruktion dieser Gehäuse wird eine größere Ausnutzung der Festigkeit von Konstruktionswerkstoffen angenommen

3.17

Gefährdungszone

dreidimensionaler Raum für den das Explosions-Unterdrückungssystem vorgesehen ist, wirksam zu werden

3.18

geringster feststellbarer Wert mit nachteiliger Wirkung

LOAEL

geringste Konzentration, bei der eine nachteilige toxikologische oder physiologische Wirkung festgestellt wurde

ANMERKUNG LOAEL ist die Abkürzung für Lowest Observable Adverse Effect Level.

3.19

Modell

mathematische Berechnung, die den Verlauf einer Explosion, die Funktion des Unterdrückungssystems und dessen Zusammenwirken mit der Explosion vorhersagt, damit die genaue Konstruktion von Unterdrückungssystemen möglich ist

3.20

keine feststellbare Grenze mit nachteiliger Wirkung

NOAEL

höchste Konzentration, bei der keine nachteilige toxikologische oder physiologische Wirkung festgestellt wurde

ANMERKUNG NOAEL ist die Abkürzung für No Observable Adverse Effect Limit.

3.21

Volumen mit Einbauten

Volumenelement mit inneren Hindernissen

3.22

Arbeitsraum

dreidimensionaler Raum, in dem sich Personen aufhalten können

3.23

getrennte Volumina

dreidimensionaler Raum, der von anderen Räumen oder dem Hauptvolumen getrennt ist

3.24

Ansprechdosis

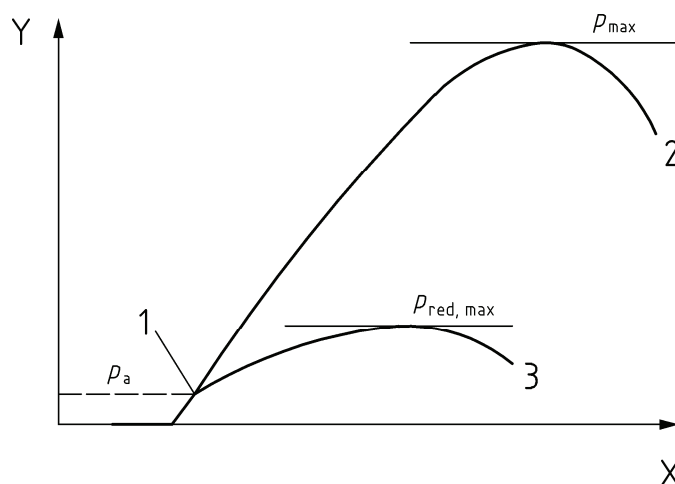
Schwellwert, unter dem keine nachteiligen toxikologischen oder physiologischen Wirkungen festgestellt wurden

4 Explosions-Unterdrückung

4.1 Allgemeines

Explosions-Unterdrückung ist eine Verfahrensweise, bei der die Verbrennung einer explosionsfähigen Atmosphäre in einem geschlossenen oder im Wesentlichen geschlossenen Volumen aufgespürt (erkannt) und in der Anfangsphase abgebrochen wird, wobei die Entwicklung von zerstörenden Druckanstiegen verhindert wird.

Eine Steuer- und Anzeigeeinrichtung (CIE) löst den Ausstoßvorgang des HRD-Unterdrückungsmittelbehälters aus und das Unterdrückungsmittel wird in kürzester Zeit in dem zu schützenden Volumen verteilt. Eine Explosion gilt dann als unterdrückt, wenn es entweder möglich ist, den maximalen Explosionsüberdruck auf einen unterdrückten (verringerten) Explosionsüberdruck zu begrenzen, der geringer ist als die geschätzte projektierte Volumenfestigkeit, oder die Flammenausbreitung auf eine festgelegte maximale Größe in offenen Räumen zu begrenzen. Der maximale Explosionsüberdruck $p_{\max}$ wird deshalb auf einen maximal reduzierten (unterdrückten) Explosionsüberdruck $p_{\text{red, max}}$ von zwischen normalerweise 0,2 bar und 1 bar verringert (Bild 1).



Legende

- 1 Auslösen des Unterdrückungssystems
- 2 Beendete Gehäuseexplosion
- 3 Unterdrückte Explosion
- Y Explosionsüberdruck p , in bar
- X Zeit t , in s

Bild 1 — Druck/Zeit-Verhalten bei einer normalen und unterdrückten Explosion

Bei den meisten praktischen Anwendungen von Explosions-Unterdrückung ist der ungünstigste Fall der maximal reduzierte (unterdrückte) Explosionsüberdruck $p_{\text{red, max}}$, der auftreten kann, zu bestimmen. Vorausgesetzt, dass dieser unterdrückte Explosionsdruck geringer ist als die konstruktive Festigkeit der Prozessausrüstung, und weiterhin vorausgesetzt, dass die Unterdrückung mit einem ausreichenden Spielraum an Sicherheit erreicht wird, lässt sich wirksame Explosions-Unterdrückung sicherstellen.

4.2 Einflussfaktoren

4.2.1 Allgemeines

Die Wirksamkeit eines Explosions-Unterdrückungssystems hängt von den in 4.2.2 bis 4.2.4 aufgeführten Parametern ab.

4.2.2 Explosionsgefährdung

- a) Gehäusevolumen (freies Volumen, V);
- b) Gehäuseform (Oberflächen- und Längen- (Höhen-) Durchmesser-Verhältnis);
- c) explosionsfähiger Stoff (Gas, Staub, brennbare Flüssigkeiten, deren Gemische);
- d) Homogenität und Eigenturbulenz der explosionsfähigen Atmosphäre;
- e) künstlich erzeugte Turbulenz, hervorgerufen durch die Wechselwirkung der Verbrennungswelle mit inneren Hindernissen und reflektierten Druckwellen;
- f) Anfangsdruck;
- g) Temperaturzustand;
- h) Explosivitätsparameter von explosionsfähigen Stoffen:
 - 1) maximaler Explosionsüberdruck, $p_{\max}$;
 - 2) maximale Explosionsgeschwindigkeitskonstante, $K_{\max}$;
 - 3) Verbrennungsgeschwindigkeit;
 - 4) Mindestzündtemperatur (MIT).

4.2.3 Explosions-Unterdrückungsmittel

- a) Art des Unterdrückungsmittels;
- b) Masse des verteilten Unterdrückungsmittels;
- c) Unterdrückungswirksamkeit des Mittels.

4.2.4 Unterdrückungssystem

- a) Erkennen — effektiver Auslösedruck des Systems, p_a ;
- b) HRD-Unterdrückungsmittelbehälter:
 - 1) Anzahl der HRD-Unterdrückungsmittelbehälter, N_s ;
 - 2) Volumen des (der) HRD-Unterdrückungsmittelbehälter(s), V_s ;
 - 3) Auslassdurchmesser des HRD-Unterdrückungsmittelbehälters, D_s ;
 - 4) Öffnungsdauer des HRD-Unterdrückungsmittelbehälters, t_s ;
 - 5) Füllmasse des Unterdrückungsmittels im HRD-Unterdrückungsmittelbehälter, M_s ;
 - 6) Verteilungsdruck des Unterdrückungsmittels, p_s ;
 - 7) Verteilgerät des HRD-Unterdrückungsmittelgehäuses;
 - 8) örtliche Lage des HRD-Unterdrückungsmittelgehäuses am Reaktionsgehäuse.