



SLOVENSKI STANDARD
SIST-TP CEN/TR 15281:2006
01-september-2006

Vodilo o inertizaciji za preprečitev eksplozij

Guidance on Inerting for the Prevention of Explosions

Leitlinien für die Inertisierung zum Explosionsschutz

Atmospheres explosibles - Guide de l'inertage pour la prévention des explosions

Ta slovenski standard je istoveten z: CEN/TR 15281:2006

[SIST-TP CEN/TR 15281:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e34a47ae-2155-4926-93b4-71d1f51d51fe/sist-tp-cen-tr-15281-2006)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e34a47ae-2155-4926-93b4-71d1f51d51fe/sist-tp-cen-tr-15281-2006>

ICS:

13.230

Varstvo pred eksplozijo

Explosion protection

SIST-TP CEN/TR 15281:2006

en,fr,de

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[SIST-TP CEN/TR 15281:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e34a47ae-2155-4926-93b4-71d1f51d51fe/sist-tp-cen-tr-15281-2006)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e34a47ae-2155-4926-93b4-71d1f51d51fe/sist-tp-cen-tr-15281-2006>

TECHNISCHER BERICHT

CEN/TR 15281

TECHNICAL REPORT

RAPPORT TECHNIQUE

Mai 2006

ICS 13.230

Deutsche Fassung

Leitsätze für die Inertisierung zum Explosionsschutz

Guidance on Inerting for the Prevention of Explosions

Atmosphères explosibles - Guide de l'inertage pour la
prévention des explosions

Dieser Technische Bericht (TR) wurde vom CEN am 8. November 2005 als eine künftige Norm zur vorläufigen Anwendung angenommen.

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

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[SIST-TP CEN/TR 15281:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e34a47ae-2155-4926-93b4-71d1f51d51fe/sist-tp-cen-tr-15281-2006)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e34a47ae-2155-4926-93b4-71d1f51d51fe/sist-tp-cen-tr-15281-2006>



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

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

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe und Abkürzungen	6
3.1 Begriffe	6
3.2 Abkürzungen	7
4 Inertgase	9
5 Einfluss der Sauerstoffkonzentration auf explosionsfähige Atmosphären	9
5.1 Allgemeines	9
5.2 Gas- und Dampfexplosionen	10
5.3 Staubexplosionen	12
5.4 Hybride Gemische	15
5.5 Flüssigkeitsnebel	15
5.6 Einfluss von Prozessparametern	15
6 Inertisierungsverfahren	18
6.1 Allgemeines	18
6.2 Druckwechselverfahren (Überdruckmethode)	19
6.3 Druckwechselverfahren (Vakuummethode)	20
6.4 Durchfluss-Inertisierung	20
6.5 Verdrängungs-Methode	21
6.6 Aufrechterhaltung inerten Bedingungen	22
7 Inertisierungsanlagen	24
7.1 Allgemeine Einführung	24
7.2 Zuführung von Inertgas	24
7.3 Überwachungs- und Regelungssystem	25
7.4 Verfahren	26
8 Zuverlässigkeit	28
8.1 Anforderungen an sicherheitsgerichtete Überwachungen	28
8.2 Inertisierungsanlagen	28
9 Schutz von Personal und Umwelt	29
10 Benutzerinformation	30
Anhang A (informativ) Sauerstoffüberwachungstechnik	31
Anhang B (informativ) Gleichungen für die Inertisierung Druckwechselverfahren	34
Anhang C (informativ) Berechnungen für Durchfluss-Inertisierung	38
Anhang D (informativ) Zuführung von Feststoffen in einen inertisierten Behälter mittels Takttschleuse	40
Anhang E (informativ) Zuführung von Feststoffen über eine Schurre in einen geöffneten Behälter	43
Anhang F (informativ) Beispiele für die Inertisierung einiger Prozessschritte	47
Anhang G (informativ) Verhinderung des Eindringens von Luft durch Entlüftungsrohre	52

Bilder

Bild 1 — Einfluss von Inertgas auf die Explosionsgrenzen von Methan (entsprechend [32], Bild 28)	10
Bild 2 — Diagramm der Explosionsfähigkeit für Luft-Propan-Stickstoff (entsprechend [8])	11
Bild 3 — Dreiecksdiagramm der Brennbarkeit für Brennstoff-Sauerstoff-Stickstoff	12
Bild 4 — Einfluss der Sauerstoffkonzentration auf den maximalen Explosionsdruck für Braunkohle (entsprechend [7])	13
Bild 5 — Einfluss der Sauerstoffkonzentration auf den maximalen zeitlichen Explosionsdruckanstieg für Braunkohle (entsprechend [7])	14
Bild 6 — Einfluss der Sauerstoffkonzentration auf den maximalen Explosionsdruck für Braunkohle (entsprechend [29])	14
Bild 7 — Einfluss der Temperatur auf die Zündempfindlichkeit von Stäuben (entsprechend [7])	16
Bild 8 — Einfluss der Temperatur auf die Sauerstoffgrenzkonzentration (entsprechend [29])	17
Bild 9 — Einfluss des Druckes auf die Inertisierung von Braunkohle (entsprechend [29])	17
Bild 10 — Einfluss des Druckes auf die Menge des für die Inertisierung von Propan erforderlichen Inertgases (entsprechend [32], Bild 40)	18
Bild 11 — Festlegung der Konzentrationsgrenzwerte für die Steuerung	26
Bild D.1 — Beispiel für die Zuführung von Feststoffen in einen inertisierten Behälter mittels einer Taktschleuse	40
Bild F.1 — Druckfilter/Trockner mit Rührwerkzeug	47
Bild F.2 — Zentrifuge mit Deckelentnahme	48
Bild F.3 — Horizontale Korbzentrifuge mit Wendefilter	49
Bild F.4 — Stiftmühle	50
Bild F.5 — Horizontal-Schaukelradrockner	51
Bild G.1 — Wert für den Exponenten N in Gleichung (18) für verschiedene Rohrdurchmesser	53

Tabellen

Tabelle B.1 — Charakteristischer zeitlicher Druckanstieg in Vakuumanlagen	37
Tabelle B.2 — Ausgewählte Werte für $k = C_p/C_v$ für verschiedene Inertgase	37

Vorwort

Dieser Technische Fachbericht (CEN/TR 15281:2006) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 305 „Explosionsfähige Atmosphären – Explosionsschutz“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[SIST-TP CEN/TR 15281:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e34a47ae-2155-4926-93b4-71d1f51d51fe/sist-tp-cen-tr-15281-2006)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e34a47ae-2155-4926-93b4-71d1f51d51fe/sist-tp-cen-tr-15281-2006>

1 Anwendungsbereich

Inertisieren ist eine Maßnahme zum Explosionsschutz. Durch das Einbringen eines Inertgases in eine gegen Explosionen zu schützende Anlage wird der Sauerstoffgehalt unter eine bestimmte Konzentration gesenkt, bis keine Explosion mehr möglich ist. Der Zusatz von ausreichend Inertgas, um ein Gemisch nicht brennbar zu machen, wenn es mit Luft gemischt wird (totale Inertisierung) ist nur in seltenen Fällen erforderlich. Die Anforderungen an totales Inertisieren werden erläutert. Eine Zugabe von Inertgas kann ebenfalls eingesetzt werden, um die Zünd- und Explosionseigenschaften einer explosionsfähigen Atmosphäre zu beeinflussen.

Die Leitsätze für Inertisierung gelten auch zur Vermeidung von Explosionen im Brandfall.

Die folgenden Fälle sind durch die Leitsätze nicht abgedeckt:

- Inertstaub wird einem brennbaren Staub beigemischt;
- Verhinderung der Explosion einer explosionsfähigen Atmosphäre durch flammenlöschende Drahtgewebe in offenen Räumen von Behältern oder Tanks;
- Brandbekämpfung;
- Vermeiden einer explosionsfähigen Atmosphäre durch Überschreiten der oberen Explosionsgrenze eines brennbaren Stoffes.

Ein für den Explosionsschutz ausreichendes Inertisieren ist keine Schutzmaßnahme zur Brandverhütung, gegen Selbstentzündung, exotherme Reaktionen oder eine Deflagration von Staubschichten und -ablagerungen.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokumentes erforderlich. 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 1127-1:1997, *Explosionsfähige Atmosphären – Explosionsschutz – Teil 1: Grundlagen und Methodik*

EN 14034-4, *Bestimmung der Explosionskenngrößen von Staub/Luft-Gemischen – Teil 4: Bestimmung von Sauerstoffgrenzkonzentrationen (SGK) von Staub/Luft-Gemischen*

prEN 14756, *Bestimmung der Sauerstoffgrenzkonzentration (SGK) für Gase und Dämpfe*

EN 50104, *Elektrische Geräte für die Detektion und Messung von Sauerstoff – Anforderungen an das Betriebsverhalten und Prüfverfahren*

IEC 61508-1, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems – Part 1: General requirements (IEC 61508-1:1998 + Corrigendum 1999)*

IEC 61508-2, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems – Part 2: Requirements for electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems (IEC 61508-2:2000)*

IEC 61508-3, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems – Part 3: Software requirements (IEC 61508-3:1998 + Corrigendum 1999)*

IEC 61511-1, *Functional safety – Safety instrumented systems for the process industry sector – Part 1: Framework, definitions, system, hardware and software requirements (IEC 61511-1:2003 + Corrigendum 2004)*

IEC 61511-2, *Functional safety – Safety instrumented systems for the process industry sector – Part 2: Guidelines for the application of IEC 61511-1 (IEC 61511-2:2003)*

IEC 61511-3, *Functional safety – Safety instrumented systems for the process industry sector – Part 3: Guidance for the determination of the required safety integrity levels (IEC 61511-3:2003 + Corrigendum 2004)*

CEN/TR 15281:2007 (D)

3 Begriffe und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Technischen Berichtes gelten die Begriffe nach EN 1127-1:1997 und die folgenden Begriffe.

3.1 Begriffe

3.1.1

Inertisierung

Ersetzen atmosphärischen Sauerstoffs in einer Anlage durch ein nicht reaktives, nicht brennbares Gas, um eine Flammenausbreitung in der Atmosphäre einer Anlage unmöglich zu machen

3.1.2

totale Inertisierung

ein total inertisiertes Gemisch bildet keine brennbare Atmosphäre, wenn es mit einem beliebigen Anteil Luft vermischt wird, weil das Verhältnis von Inertisierungsmittel zu Brennstoff ausreichend hoch ist

3.1.3

Sauerstoffgrenzkonzentration

(SGK)

experimentell bestimmte (maximale) Sauerstoffkonzentration, die keine Explosion eines Gemisches aus Brennstoff, Luft und Inertgas zulässt

ANMERKUNG Dies ist eine Kenngröße, die für eine festgelegte Kombination aus Brennstoff und Inertgas spezifisch ist. Sie sollte entsprechend prEN 14756 für Gase und Dämpfe und EN 14034-4 für Stäube bestimmt werden.

3.1.4

maximal zulässige Sauerstoffkonzentration

(MZSK)

Konzentration, die in der zu schützenden Anlage nicht überschritten werden sollte, auch nicht bei zu erwartenden Störungen oder Bedienfehlern

ANMERKUNG Sie wird mittels einer Sicherheitsreserve unterhalb der Sauerstoffgrenzkonzentration eingestellt. Diese Sicherheitsreserve muss Schwankungen der Prozessbedingungen berücksichtigen, die von den experimentellen Bedingungen abweichen können.

3.1.5

Explosion

plötzliche Oxidations- oder Zerfallsreaktion mit Anstieg der Temperatur, des Druckes oder beider gleichzeitig

[EN 1127-1:1997, 3.6]

3.1.6

untere Explosionsgrenze

(UEG)

untere Grenze des explosionsfähigen Bereiches

3.1.7

obere Explosionsgrenze

(OEG)

obere Grenze des explosionsfähigen Bereiches

3.1.8

Explosionsbereich

Bereich der Konzentration eines brennbaren Stoffes in Luft, innerhalb dessen eine Explosion auftreten kann

3.1.9**Auslösepunkt
(TP)**

Sauerstoffkonzentration, bei der die Messgeräte für die Sauerstoffüberwachung ein Abschaltverfahren auslösen, um die Geräte zu sichern und zu verhindern, dass die innere Atmosphäre explosionsfähig wird

3.1.10**Einstellpunkt
(SP)**

Sauerstoffkonzentration, auf die durch die Messgeräte für die Sauerstoffüberwachung die Durchflussmenge, der Druck oder die Menge des Inertgases eingeregelt wird

ANMERKUNG Für Schwankungen von Durchfluss, Temperaturen und Druck sollte ein geeigneter Spielraum berücksichtigt werden, um sicherzustellen, dass das Regelungssystem bei Normalbetrieb und vorhersehbaren Störungen den Anstieg des Sauerstoffgehaltes bis zum Auslösepunkt verhindern kann, wenn der Einstellpunkt erreicht ist.

3.1.11**Sicherheitsreserve**

Differenz zwischen Auslösepunkt und maximal zulässiger Sauerstoffkonzentration

3.1.12**Inertgas**

Gas, das weder mit Sauerstoff noch mit Gas, Dampf oder Staub reagiert

3.1.13**Druckwechselverfahren (Überdruckmethode)**

Verringerung der Oxidationsmittel-Konzentration in einer geschlossenen Anlage, durch Druckaufbau mit Inertgas und Entspannung auf atmosphärischen Druck

3.1.14**Druckwechselverfahren (Vakuummethode)**

Verringerung der Oxidationsmittel-Konzentration durch Evakuierung einer geschlossenen Anlage und das Wiederherstellen des atmosphärischen Druckes durch Einbringen von Inertgas

3.1.15**Durchfluss-Inertisierung (Durchflussspülung)**

Ersetzen eines Oxidationsmittels durch einen kontinuierlichen Inertgasstrom in eine Anlage, die in die Atmosphäre entlüftet wird

3.1.16**Verdrängungs-Inertisierung**

Verdrängen eines Oxidationsmittels durch ein Inertgas mit einer sich erheblich unterscheidenden Dichte, wobei kein wesentliches Vermischen auftritt

3.2 Abkürzungen

B	Schüttgewicht von Pulver
C_0	Ausgangs-Sauerstoffkonzentration (anteilig)
C_b	Sauerstoffkonzentration in der Luft im Pulver (gewöhnlich 0,21) (anteilig)
C_f	Sauerstoffkonzentration nach Durchflussspülung (anteilig)
C_i	Sauerstoffkonzentration in Inertgas
C_m	maximal zulässige Sauerstoffkonzentration
C_n	Sauerstoffkonzentration nach n Spülungen
C_p	spezifische Wärme von Inertgas bei konstantem Druck
C_{st}	stöchiometrische Konzentration des Brennstoffs in Luft

CEN/TR 15281:2007 (D)

C_r	maximal erforderliche anteilige Sauerstoffkonzentration im Behälter
C_v	spezifische Wärme von Inertgas bei konstantem Volumen
D	Durchmesser der Entlüftungsöffnung, in Inch
F	Sicherheitsfaktor für die Durchflussspülung
f	Porosität
h	Abstand vom Ende der Entlüftungsöffnung, in ft
J	zeitlicher Druckanstieg in einer Vakuumanlage, in mbar min ⁻¹
K	Gewicht eines Sackes Pulver
k	Verhältnis der spezifischen Wärmen von Gasen, C_p/C_v
MGK	Sauerstoffgrenzkonzentration
M	mittlere Teilchengröße, in μm
$MZSK$	maximal zulässige Sauerstoffkonzentration
MSK_C	Mindest-Sauerstoffkonzentration für die Verbrennung mit Kohlendioxid als Verdünnungsmittel
MSK_N	Mindest-Sauerstoffkonzentration für die Verbrennung mit Stickstoff als Verdünnungsmittel
m	Molekulargewicht von Spülgas
N	Exponent in der Husa-Gleichung von 1964, abhängig vom Durchmesser der Entlüftungsöffnung
n	Anzahl der Zyklen
P_1	unterer Spüldruck (absolut)
P_2	oberer Spüldruck (absolut)
Q	Durchflussmenge des Spülgases
R	Verhältnis zwischen unterem/oberem Spüldruck (absolut), d. h. P_1/P_2
S	Hohlraumanteil von Schüttpulver
SP	Einstellpunkt
TP	Auslösepunkt
t	Zeit
t^*	Zeitraum zwischen der Zuführung zweier Säcke
U	unausgefülltes Volumen im Behälter
V	Anlagenvolumen
V_0	Ausgangsvolumen des Sauerstoffs im Behälter
V^*	Sauerstoffvolumen in jedem Sack
V_n	Sauerstoffvolumen im Behälter nach dem Zuführen von n Säcken
V_s	Schüttvolumen der zugeführten Feststoffe
V_v	Volumen einer Taktschleuse
v	Geschwindigkeit des Spülgases an der Oberfläche, ft/sec
v/v	Volumenanteil
x	erforderlicher Sauerstoffgehalt, v/v %

ANMERKUNG Sind Einheiten spezifische Einheiten, sollten diese verwendet werden. Sind keine Einheiten angegeben, sind die Variablen entweder dimensionslos oder es ist jede übereinstimmende Gruppe von Einheiten auf die Gleichung anwendbar.

4 Inertgase

Inertisierung wird mittels eines nicht brennbaren Gases erreicht, dass weder mit einem bestimmten Brennstoff noch mit Sauerstoff reagiert. Dies muss sorgfältig betrachtet werden. Einige Stoffe reagieren mit Wasserdampf, Kohlendioxid oder unter bestimmten Bedingungen sogar mit Stickstoff. Zum Beispiel reagiert Lithium-Metallschmelze mit Stickstoff.

Die am häufigsten verwendeten Inertgase sind:

a) Stickstoff

Stickstoff kann entweder von einem kommerziellen Lieferanten in erforderlicher Reinheit bezogen oder in technischer Qualität aus der Umgebungsluft durch Einrichtungen vor Ort erzeugt werden.

b) Kohlendioxid

Kohlendioxid kann von einem kommerziellen Lieferanten in angemessener Reinheit bezogen werden.

c) Wasserdampf

Wasserdampf mit einem Druck von mehr als 3 bar kann als Inertgas verwendet werden, da der Sauerstoffgehalt im Allgemeinen zu vernachlässigen ist. Die Kondensation ist zu berücksichtigen und kann zu einem Druckabfall führen, der das Eindringen von Luft in die Anlage begünstigt oder ein Vakuum erzeugt. Bei der Verwendung von Wasserdampf für die Brandbekämpfung in Staubanlagen kann die Kondensation ein Vorteil sein, da der Staub befeuchtet wird, wodurch die Bildung von Staub/Luft-Gemischen verhindert und Glutrückstände gelöscht werden. Es kann jedoch die Gefahr von erhöhten Gewichtes, chemischer Reaktion durch das Wasser oder mikrobieller Auswirkungen bestehen.

d) Rauchgase

Rauchgase durch Verbrennung können verwendet werden, wenn die Sauerstoffkonzentration ausreichend steuerbar ist. Schwankungen der Sauerstoffkonzentration sind zu berücksichtigen und angemessene Maßnahmen zur Minimierung dieser Schwankungen sind zu ergreifen (z. B. Gaszwischenlagerung). Rauchgase sind hinsichtlich der Festlegung der Sauerstoffgrenzkonzentration ähnlich wie Stickstoff anzusetzen. [SIST-TP CEN/TR 15281:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e34a47ae-2155-4926-93b4-71d1f51d51fe/sist-tp-cen-tr-15281-2006)

e) Edelgase

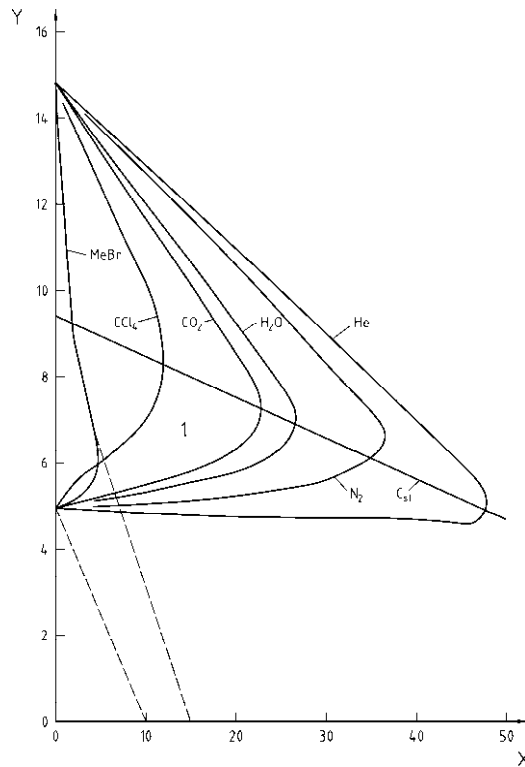
Argon oder andere Edelgase dürfen von einem kommerziellen Lieferanten in angemessener Reinheit bezogen werden. Ihr Einsatz ist aus ökonomischen Gründen auf Anwendungen begrenzt, für die kein anderes Inertgas geeignet ist. Helium kann als Inertisierungsmittel bei Verwendung von Wasserstoff vorteilhaft sein, da die Molekülgrößen von Helium und Wasserstoff ähnlich sind, wodurch Undichtigkeiten leichter entdeckt werden können.

5 Einfluss der Sauerstoffkonzentration auf explosionsfähige Atmosphären

5.1 Allgemeines

Sauerstoffgrenzkonzentrationen werden für einen bestimmten Brennstoff in Luft gemessen, indem die Sauerstoffkonzentration verringert und die Brennstoffkonzentration variiert wird, bis keine Explosion mehr auftritt. Die Sauerstoffgrenzkonzentration ist von der Art des verwendeten Inertgases, der Temperatur und dem Druck in der Anlage abhängig. Die Auswirkung von verschiedenen Inertgasen ist in Bild 1 dargestellt.

Je höher die Konzentration des für die Inertisierung erforderlichen Inertgases ist, desto niedriger ist die Sauerstoffgrenzkonzentration. Sauerstoffgrenzkonzentrationen für verschiedene Gase und Dämpfe sind in [9] und [24] angegeben, und sind bestimmt worden nach dem in prEN 14756 angegebenen Verfahren. Andere verfügbare, allgemein in der freien Literatur angegebene Werte können nach einem anderen Verfahren ermittelt worden sein und bei der Verwendung derartiger Werte ist Vorsicht geboten, es sei denn, das angewendete Verfahren ist dafür bekannt, dass es Werte liefert, die mit dem Verfahren nach prEN 14756 vergleichbar sind.

**Legende**

- % Luft = 100 % – % Methan – % Inertisierungsmittel
 X = zugeführtes Inertisierungsmittel, Volumenanteil in Prozent
 Y = Methan, Volumenanteil in Prozent
 1 = brennbare Gemische
 C_{st} = stöchiometrische Konzentration des Brennstoffs in Luft

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

SIST-TP CEN/TR 15281:2006

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e34a47ae-2155-4926-93b4-71d1b1d511c/sist-tp-cen-tr-15281-2006>

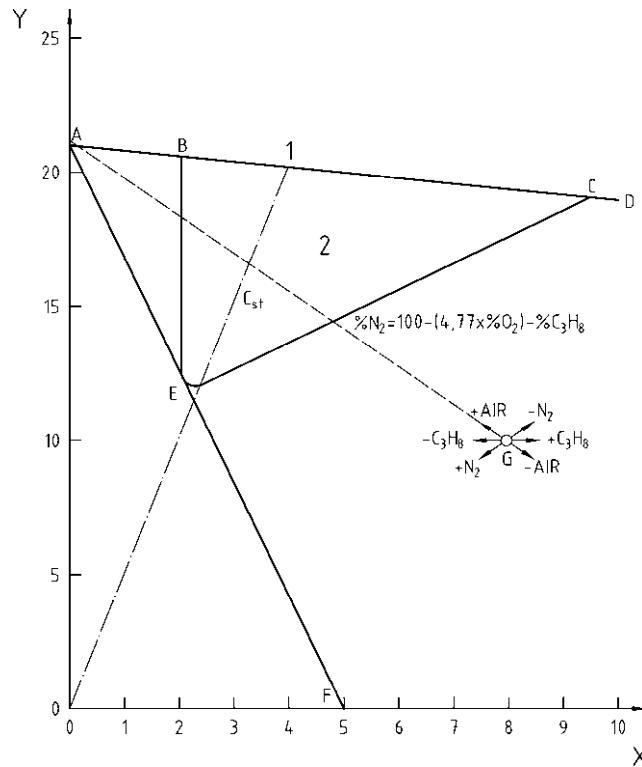
Bild 1 — Einfluss von Inertgas auf die Explosionsgrenzen von Methan (entsprechend [32], Bild 28)

Die experimentell bestimmte Sauerstoffgrenzkonzentration ist eine spezifische Eigenschaft von Brennstoff und Inertgas. Daher sind beide Komponenten festzulegen, um einen korrekten Wert für die Sauerstoffgrenzkonzentration zu liefern (siehe prEN 14756 für Gase und EN 14034-4 für Stäube). Die folgenden Angaben sind erforderlich:

- Gase und Dämpfe: Zusammensetzung;
- Stäube: Zusammensetzung, Teilchengröße, Feuchtegehalt;
- Inertgas: Zusammensetzung und Sauerstoffgehalt.

5.2 Gas- und Dampfexplosionen

Der Explosionsbereich eines brennbaren Gases unter den vorliegenden Prozessbedingungen kann in einem geeigneten Diagramm der Explosionsfähigkeit dargestellt werden. Ein derartiges Diagramm mit rechteckigen Koordinaten für ein Gemisch eines Brennstoffes mit Luft und einem Inertgas ist in Bild 2 dargestellt (es ist zu beachten, dass die ATEX keine mit Sauerstoff angereicherten Atmosphären behandelt, wodurch das Diagramm auf 21 % Sauerstoff begrenzt ist). Werte für die Sauerstoffgrenzkonzentration für verschiedene Stoffe und Gemische sind in [9] und [24] angegeben.



Legende

X = Propan (C₃H₈), % Volumenanteil

Y = Sauerstoff, % Volumenanteil

1 = unmögliche Gemische oberhalb ABCD

2 = nur brennbar bei BEC

C_{st} = stöchiometrische Konzentration des Brennstoffs in Luft

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.itech.ai)

SIST-TP CEN/TR 15281:2006

<https://standards.itech.ai/catalog/standards/sist/e34a47ae-2155-4926-93b4-7dd1d51c/sist-tp-cen-tr-15281-2006>

Bild 2 — Diagramm der Explosionsfähigkeit für Luft-Propan-Stickstoff (entsprechend [8])

Totale Inertisierung wird erzielt, wenn dem explosionsfähigen Gemisch ein Inertgas in einer derartigen Menge beigemischt wird, dass der Explosionsbereich durch Hinzufügen einer beliebigen Menge Luft oder Brennstoff nicht mehr erreicht werden kann. Die Freisetzung einer derartig inertisierten Atmosphäre in die Umgebungsluft führt so nicht zur Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre.

Totale Inertisierung wird entsprechend Bild 2 erzielt, wenn die Zusammensetzung des inertisierten Gemisches in dem Bereich unterhalb und links der Geraden von der Spitze für 21 % Volumenanteil Sauerstoff (Punkt A) und einer Tangente zum explosionsfähigen Bereich (Punkt E) liegt, die durch den Schnittpunkt F mit der Ordinate verläuft. Kein Gemisch mit weniger als 5 % Propangehalt wird beim Mischen mit Luft explosionsfähig, diese Gemische sind daher immer total inert.

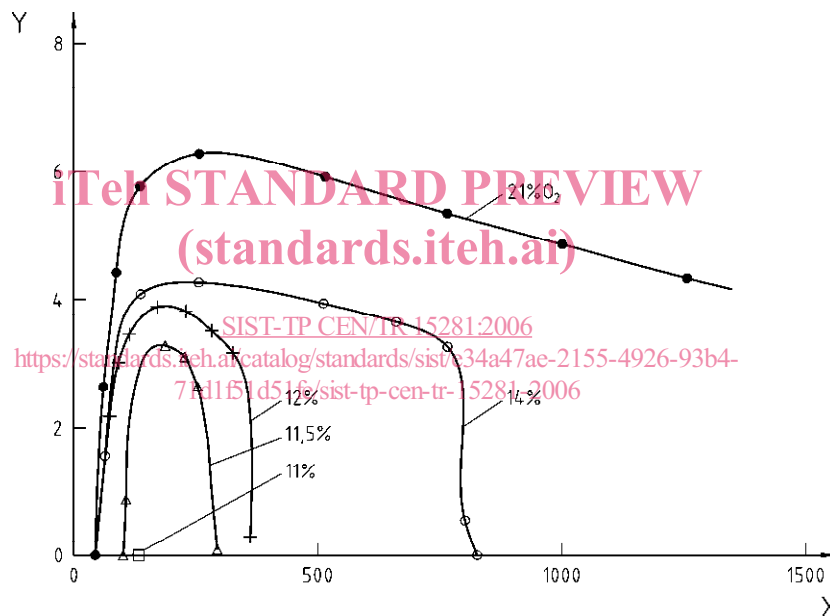
Mitunter sind nur Daten für Brennstoff/Sauerstoff/Inertgas-Gemische verfügbar, so dass ein Dreiecksdiagramm erstellt werden kann, wobei eine der Achsen für Sauerstoff steht. Das Diagramm kann dann dafür verwendet werden, die Brennbarkeitsgrenzen in Luft zu bestimmen. Dies ist in Bild 3 dargestellt. Jeder Punkt innerhalb des Dreiecksdiagramms entspricht einer bestimmten Zusammensetzung des Gemisches. Die Spitzen des Dreiecks entsprechen den reinen Komponenten und die Punkte auf den Seiten des Dreiecks stehen für die Zwei-Komponenten-Gemische. Die Konzentration einer Komponente kann aus dem Abstand zwischen dem Punkt für das Gemisch und der Seite des Dreiecks gegenüber der Spitze des Dreiecks für die Komponente ermittelt werden. Wird eine der drei Komponenten zum Gemisch hinzugefügt, ändert sich die Konzentration entlang der Geraden zwischen dem Punkt des Gemisches und der Dreiecksspitze der hinzugefügten Komponente. Das Verhältnis zwischen den beiden anderen Komponenten des Gemisches wird durch Einbringen der dritten Komponente in die Anlage nicht verändert.

Es ist zu beachten, dass in diesem Fall die erforderliche Zuverlässigkeit des Inertisierungssystems von der Wahrscheinlichkeit abhängt, dass eine Zündquelle im Prozess vorhanden ist.

Der Einfluss der Sauerstoffkonzentration auf den maximalen Explosionsdruck und die Druckanstiegsgeschwindigkeit für Braunkohle ist in den Bildern 4 und 5, und die Wirkung verschiedener Inertgase auf den maximalen Druck für Braunkohle ist in Bild 6 dargestellt.

Zu beachten ist, dass einige Stäube, wie Metall, Sauerstoffgrenzkonzentration für die Verbrennung von nur 2 % Volumenanteil besitzen. Die Sauerstoffkonzentration sollte entsprechend dem in EN 14034-4 beschriebenen Verfahren bestimmt werden. Obwohl die Sauerstoffgrenzkonzentrationen für viele Stäube in der freien Literatur verfügbar sind, ist Vorsicht geboten, da in vielen Literaturquellen das verwendete Verfahren nicht spezifiziert ist. Daher sollte die Sauerstoffgrenzkonzentration experimentell nach dem Verfahren der EN 14034-4 ermittelt werden, es sei denn, die Daten gelten als zuverlässig und sind entsprechend einem Verfahren, das vergleichbare Ergebnisse liefert, bestimmt worden.

Darüber hinaus können Stäube von unterschiedlicher Reinheit sein und auch ein der Literatur entnommener Wert kann für einen bestimmten Staub ungültig sein, da die Zusammensetzung möglicherweise anders ist. Dies gilt insbesondere für die Handhabung von natürlich vorkommenden Stoffen wie Mehl, Holzmehl oder Kohle.



Legende

- X = Staubkonzentration in g/m³
Y = maximaler Explosionsdruck in bar

Bild 4 — Einfluss der Sauerstoffkonzentration auf den maximalen Explosionsdruck für Braunkohle (entsprechend [7])