

# DIN CEN/TR 15281:2024-03 (D)

## Explosionsfähige Atmosphären - Explosionsschutz - Leitsätze für die Inertisierung zum Explosionsschutz; Deutsche Fassung CEN/TR 15281:2022

---

Inhalt	Seite
Europäisches Vorwort.....	9
1 Anwendungsbereich.....	10
2 Normative Verweisungen .....	10
3 Begriffe .....	11
4 Inertisierungsprozess und -verfahren .....	13
4.1 Allgemeines.....	13
4.2 Gestaltung und Betrieb von Inertisierungsanlagen .....	13
4.2.1 Allgemeines.....	13
4.2.2 Gestaltungsmerkmale.....	14
4.2.3 Betriebliche Merkmale.....	14
4.2.4 Zu berücksichtigende Informationen zu Inertgas .....	14
4.3 Erreichen einer inerten Atmosphäre.....	15
4.3.1 Allgemeines.....	15
4.3.2 Druckwechselverfahren.....	15
4.3.3 Vakuumwechselverfahren .....	18
4.3.4 Durchfluss-Inertisierung (Durchflussspülung).....	22
4.3.5 Verdrängungs-Inertisieren mit Flüssigkeitsentnahme .....	23
4.4 Erweiterte präventive Inertisierung (Misch-Inertisierung) .....	25
4.4.1 Allgemeines.....	25
4.4.2 Technologie der Inertisierungsanlage .....	26
4.4.3 Prozess der erweiterten präventiven Inertisierung.....	27
4.4.4 Die erweiterte präventive Inertisierung in der Praxis .....	27
4.4.5 Überwachungs- und Regelungssystem.....	32
4.4.6 Instandhaltung von Inertisierungsanlagen, Überwachungs- und Regelungssystemen für den präventiven Explosionsschutz.....	40
4.4.7 Integrität, Sicherheit und Zuverlässigkeit .....	41
4.4.8 Betriebsanleitungen, Zeichnungen, Aufzeichnungen und Handbücher .....	43
Anhang A (informativ) Gleichungen für die Inertisierung durch Druckwechsel/Vakuumwechsel....	44
A.1 Druckwechselverfahren.....	44
A.2 Vakuumwechselverfahren .....	45
Anhang B (informativ) Berechnungen für Durchfluss-Inertisierung.....	47
Anhang C (informativ) Verdrängungs-Inertisierung für Niederdruck-Lagerbehälter.....	49
Anhang D (informativ) Verhinderung des Eindringens von Luft durch Entlüftungsrohre .....	55
Anhang E (informativ) Sensortechnologie.....	57
E.1 Einleitung.....	57
E.2 Infrarotsensoren .....	57
E.2.1 Allgemeines.....	57
E.2.2 Allgemeine Anwendungen.....	59
E.2.3 Beschränkungen.....	60
E.2.4 Störungen.....	60
E.2.5 Vergiftung .....	60
E.3 Elektrochemische Sensoren.....	60
E.3.1 Allgemeines.....	60

E.3.2	Allgemeine Anwendungen.....	61
E.3.3	Beschränkungen.....	61
E.3.4	Störungen.....	62
E.3.5	Chemischer Einfluss auf die Empfindlichkeit .....	62
E.4	Paramagnetischer Sauerstoffdetektor .....	63
E.4.1	Allgemeines.....	63
E.4.2	Allgemeine Anwendungen.....	63
E.4.3	Beschränkungen.....	64
E.4.4	Störungen.....	64
E.4.5	Vergiftung.....	64
Anhang F (informativ) Erweitertes präventives Inertisierungsverfahren für Mahl-, Handhabungs- und Lagereinrichtung für Kohlepulver.....		65
Anhang G (informativ) Erweitertes präventives Inertisierungsverfahren für Handhabungs- und Lagereinrichtungen für Biomasse .....		68
Literaturhinweise .....		71
<b>Bilder</b>		
Bild 1 — Für das Inertisieren von Einrichtungen zu beachtende Sauerstoffkonzentrationen .....		14
Bild 2 — Im Gefäß erreichte Sauerstoffkonzentration für verschiedene Anzahlen von Druckwechsell (2 bis 5) bei einer Sauerstoffkonzentration in der Stickstoffversorgung von 200 ppm.....		17
Bild 3 — Im Gefäß erreichte Sauerstoffkonzentration für verschiedene Anzahlen von Druckwechsell (2 bis 5) bei einer Sauerstoffkonzentration in der Stickstoffversorgung von 1 % .....		18
Bild 4 — Im Gefäß erreichte Sauerstoffkonzentration für verschiedene Anzahlen von Druckwechsell (2 bis 5) bei einer Sauerstoffkonzentration in der Stickstoffversorgung von 3 % .....		18
Bild 5 — Im Gefäß erreichte Sauerstoffkonzentration für verschiedene Anzahlen von Vakuumwechsell (2 bis 6) bei verschiedenen maximalen Vakuumwerten für eine Sauerstoffkonzentration in der Stickstoffversorgung von 200 ppm .....		20
Bild 6 — Im Gefäß erreichte Sauerstoffkonzentration für verschiedene Anzahlen von Vakuumwechsell (2 bis 6) bei verschiedenen maximalen Vakuumwerten für eine Sauerstoffkonzentration in der Stickstoffversorgung von 1 % .....		21
Bild 7 — Im Gefäß erreichte Sauerstoffkonzentration für verschiedene Anzahlen von Vakuumwechsell (2 bis 6) bei verschiedenen maximalen Vakuumwerten für eine Sauerstoffkonzentration in der Stickstoffversorgung von 3 % .....		22
Bild 8 — Theoretische Inertgasmenge als Vielfaches des benötigten Gefäßvolumens zum Erreichen einer festgelegten Restsauerstoffkonzentration mit einer idealen Mischung QUELLE: ESCIS (Expert Commission for Safety in the Swiss Chemical Industry) .....		28
Bild 9 — Anordnung des CO <sub>2</sub> -Hochdruckbehälters — Errichtung in klimatisiertem Raum .....		29
Bild 10 — Anordnung eines CO <sub>2</sub> -Niederdruckbehälters mit Umgebungsverdampfer- Installation — Errichtung außerhalb von Gebäuden.....		30
Bild 11 — Druck-Enthalpie- (p, h) Diagramm für CO <sub>2</sub> fest — flüssig — Dampf (Quelle: Plank & Kuprianoff) .....		31

Bild 12 — CO <sub>2</sub> -Eigenschaften von gesättigt fest, flüssig und Dampf (Quelle: Plank & Kuprianoff) .....	31
Bild 13 — Beispiel für Messstellen in einem Kohlemühlensystem mit Lagern .....	36
Bild 14 — Für das Inertisieren von Staub enthaltende Einrichtungen zu beachtende Sauerstoffkonzentrationen .....	37
Bild 15 — Übliche Abhängigkeit von der Prozesstemperatur und der SGK mit Stickstoff-Inertgas (Quelle: DEKRA-Forschungsbericht SGK) .....	39
Bild 16 — Beispiel für Messstellen in einem Kohlemühlensystem mit CO <sub>2</sub> -Speicher und Regelungssystem .....	41
Bild C.1 — N <sub>2</sub> -Druckregler.....	51
Bild C.2 — Nebeneinander angeordnete Druck-/Vakuumentlüftung.....	51
Bild C.3 — Große gewichtsbelastete Notentlüftung.....	52
Bild C.4 — Angabe des Einstelldrucks/-vakuums .....	53
Bild C.5 — Beispiel für einen Niederdruckbehälter .....	54
Bild D.1 — Wert für den Exponenten N in Gleichung [19] für verschiedene Rohrdurchmesser.....	56
Bild F.1 — SPS-Darstellung der Inertisierungsanlage im CCR — Kohlenmühle (Quelle: Robecco Secure System) .....	67
Bild G.1 — Beispiel für einen unteren Inertisierungsring und den Abdeckungsbereich (Quelle: EN ISO 20024:2020) .....	69
Bild G.2 — Prinzipdarstellung der Gestaltung der Gasrohrleitung und der in den Siloboden eingelassenen Gaseintritte (Quelle: EN ISO 20024:2020) .....	69
Bild G.3 — SPS-Darstellung der Inertisierungsanlage im CCR — Biomasse-Lager (Quelle: robecco) .....	70
 <b>Tabellen</b>	
Tabelle 1 — Hauptmerkmale der Inertisierung Druckwechselverfahren .....	16
Tabelle 2 — Hauptmerkmale der Vakuumwechsel-Inertisierung.....	19
Tabelle 3 — Hauptmerkmale der Durchfluss-Inertisierung.....	22
Tabelle 4 — Hauptmerkmale der Verdrängungs-Inertisierung mit Flüssigkeitsentnahme .....	24
Tabelle 5.....	39
Tabelle A.1 — Charakteristischer zeitlicher Druckanstieg in Vakuumanlagen .....	46
Tabelle A.2 — Ausgewählte Werte für $k = C_p/C_v$ für verschiedene Inertgase.....	46