E DIN EN ISO 21029-1:2026-01 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2025-11-28

Kryo-Behälter - Ortsbewegliche vakuumisolierte Behälter mit einem Fassungsraum von nicht mehr als 1 000 Liter - Teil 1: Auslegung, Bau, Inspektion und Prüfungen (ISO/DIS 21029-1:2025); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 21029-1:2025

Cryogenic vessels - Transportable vacuum insulated vessels of not more than 1 000 litres volume - Part 1: Design, fabrication, inspection and tests (ISO/DIS 21029-1:2025); German and English version prEN ISO 21029-1:2025

Inhalt/Contents

Seite

Europäisches Vorwort . . . 6
Vorwort . . . 7
1 Anwendungsbereich . . . 8
2 Normative Verweisungen . . . 8
3 Begriffe . . . 9
4 Symbole . . . 13
5 Allgemeine Anforderungen . . . 14
6 Mechanische Lasten . . . 14
6.1 Allgemeines . . . 14
6.2 Last während der Druckprüfung . . . 15
6.3 Sonstige mechanische Lasten . . . 15
7 Chemische Einwirkungen . . . 16
8 Thermische Bedingungen . . . 16
9 Werkstoff . . . 16
9.1 Allgemeines . . . 16
9.2 Werkstoffeigenschaften . . . 16
9.3 Abnahmeprüfzeugnis . . . 17
9.4 Werkstoffe für Außenmäntel und Ausrüstungen . . . 17
10 Bemessung . . . 17
10.1 Möglichkeiten für die Bemessung . . . 17
10.1.1 Allgemeines . . . 17
10.1.2 Rechnerische Bemessung . . . 17
10.1.3 Rechnerische Bemessung, ergänzt durch versuchsgestützte Verfahren . . . 18
10.2 Übliche Bemessungsanforderungen . . . 19
10.2.1 Allgemeines . . . 19
10.2.2 Möglichkeiten der Bemessung . . . 19
10.2.3 Bemessungslasten . . . 20
10.2.4 Inspektionsöffnungen . . . 22
10.2.5 Druckentlastung . . . 22
10.2.6 Rohrleitungen, Ventile und Ausrüstungen . . . 24
10.2.7 Füllgrad . . . 24
10.3 Rechnerische Bemessung . . . 25
10.3.1 Allgemeines . . . 25
10.3.2 Innenbehälter . . . 25
10.3.3 Außenmantel . . . 26
10.3.4 Abstützungen, Anschlagpunkte und Gestell . . . 27
10.3.5 Schutzvorrichtungen . . . 27
10.3.6 Rohrleitungen . . . 28
10.3.7 Gleichungen für die Berechnung . . . 28
10.3.8 Berechnungen für Betriebslasten . . . 52
10.4 Validierung der Bemessung durch versuchsgestützte Verfahren . . . 53
10.4.1 Allgemeines . . . 53
10.4.2 Verfahren für das versuchsgestützte Prüfprogramm . . . 53
10.4.3 Prüfungen der Druckfestigkeit . . . 53
10.4.4 Prüfungen der konstruktiven Unversehrtheit . . . 54
10.4.5 Prüfbedingungen . . . 55
11 Herstellung . . . 56
11.1 Allgemeines . . . 56
11.2 Schneiden . . . 56
11.3 Kaltumformen . . . 56
11.3.1 Austenitischer nichtrostender Stahl . . . 56

11.3.2 Ferritischer Stahl . . . 57
11.3.3 Aluminium oder Aluminiumlegierungen . . . 57
11.4 Warmumformen . . . 57
11.4.1 Allgemeines . . . 57
11.4.2 Austenitischer nichtrostender Stahl . . . 57
11.4.3 Aluminium oder Aluminiumlegierungen . . . 57
11.5 Fertigungstoleranzen . . . 58
11.5.1 Ausrichtung der Platten . . . 58
11.5.2 Dicke . . . 59
11.5.3 Gewölbte Böden . . . 59
11.5.4 Zylinder . . . 59
11.6 Schweißen . . . 60
11.6.1 Allgemeines . . . 60
11.6.2 Qualifizierung . . . 60
11.6.3 Temporäre Anschweißteile . . . 60
11.6.4 Schweißverbindungen . . . 61
11.7 Nicht geschweißte Verbindungen . . . 61
12 Erstinspektion und Prüfung . . . 62
12.1 Qualitätssicherungsplan . . . 62
12.1.1 Allgemeines . . . 62
12.1.2 Inspektionsschritte während der Herstellung eines Innenbehälters . . . 62
12.1.3 Zusätzliche Inspektionsschritte bei der Herstellung eines ortsbeweglichen Kryo-Behälters . . . 62
12.2 Probeplatten für die Produktionskontrolle . . . 63
12.2.1 Anzahl der erforderlichen Prüfungen . . . 63
12.2.2 Prüfung . . . 63
12.3 Zerstörungsfreie Prüfung . . . 63
12.3.1 Allgemeines . . . 63
12.3.2 Umfang der Prüfungen auf Oberflächenfehler . . . 63
12.3.3 Umfang der Prüfungen auf volumetrische Unregelmäßigkeiten . . . 64
12.3.4 Annahmekriterien für Oberflächenfehler und volumetrische Unregelmäßigkeiten nach ISO 6520-1 . . . 65
12.4 Ausbesserung von Fehlern . . . 66
12.4.1 Allgemeines . . . 66
12.4.2 Von Hand geschweißte Nähte . . . 66
12.4.3 Durch automatische Schweißverfahren hergestellte Schweißnähte . . . 67
12.5 Druckprüfung . . . 67
13 Kennzeichnung und Etikettierung . . . 67
14 Dokumentation . . . 67
Anhang A (informativ) **Grundwerkstoffe** . . . 69
Anhang B (normativ) **Entlastungseinrichtungen in Außenmänteln** . . . 73
B.1 Allgemeines . . . 73
B.2 Anforderungen . . . 73
B.2.1 Allgemeines . . . 73
B.2.2 Bemessung . . . 73
B.2.3 Werkstoffe . . . 73
B.2.4 Prüfung . . . 73
B.2.5 Inspektion . . . 73
B.2.6 Kennzeichnung . . . 73
Anhang C (normativ) **Elastische Spannungsanalyse** . . . 75
C.1 Allgemeines . . . 75
C.2 Begriffe . . . 78
C.2.1 Spannungsintensität . . . 78
C.2.2 Globale Unstetigkeit der Konstruktion . . . 78
C.2.3 Örtliche Unstetigkeit der Konstruktion . . . 79
C.2.4 Normalspannung . . . 79
C.2.5 Schubspannung . . . 79

C.2.6 Membranspannung . . . 79
C.2.7 Primärspannung . . . 79
C.2.8 Primäre örtliche Membranspannung . . . 79
C.2.9 Sekundärspannung . . . 80
C.2.10 Spitzenspannung . . . 80
C.3 Grenzwert für die allgemeine Membrandruckspannung in Längsrichtung . . . 80
C.4 Spannungskategorien und Spannungsgrenzwerte für die allgemeine Anwendung . . . 82
C.4.1 Allgemeines . . . 82
C.4.2 Kategorie der allgemeinen primären Membranspannung . . . 82
C.4.3 Kategorie der örtlichen primären Membranspannung . . . 82
C.4.4 Kategorie der allgemeinen oder örtlichen primären Membranspannungen plus der primären Biegespannungen . . . 83
C.4.5 Kategorie der primären plus sekundären Spannungen . . . 83
C.4.6 Wärmespannung . . . 83
C.5 Spezifische Kriterien, Spannungskategorien und Spannungsgrenzwerte für begrenzte Anwendung . . . 83
C.5.1 Allgemeines . . . 83
C.5.2 Befestigungen und Abstützungen . . . 84
C.5.3 Stutzen und Ausschnitte . . . 84
C.5.4 Zusätzliche Spannungsgrenzen . . . 84
Anhang D (normativ) **Unter äußerem Druck stehende Bauteile (Druck auf die konvexe Seite) — Berechnung** . . . 85
D.1 Allgemeines . . . 85
D.2 Verfahren 1 . . . 85
D.2.1 Zylinderschalen . . . 85
D.2.2 Gewölbte Böden und kugelförmige Mäntel . . . 86
Anhang E (informativ) **Angaben zur Kennzeichnung und Etikettierung** . . . 87
Anhang F (informativ) **Spezifische Schweißnahteinzelheiten** . . . 89
F.1 Allgemeines . . . 89
F.2 Schweißnahteinzelheiten . . . 89
F.2.1 Allgemeines . . . 89
F.2.2 Sickennaht . . . 89
F.2.3 Unterlegestreifen . . . 90
F.2.4 Verschluss ebener Böden . . . 91
F.2.5 Nicht vollständig durchgeschweißte Nähte für Stutzen . . . 91
F.2.6 Nicht durchgehende Kehlnaht für Anschweißteile . . . 92
Anhang G (informativ) **Validierung der Bemessung im Rahmen der Bauartzulassungen** . . . 93
Literaturhinweise . . . 95

Bilder

Bild 1 — Versteifungsringe . . . 29
Bild 2 — Profilringe als Versteifung . . . 29
Bild 3 — Gewölbte Böden . . . 30
Bild 4 — Gewölbter Vollboden . . . 30
Bild 5 — Gewölbter Boden mit Stutzen . . . 30
Bild 6 — Bemessungsfaktoren für Klöpper-/Korbbogenböden . . . 32
Bild 7 — Geometrie von Kegelschalen . . . 34
Bild 8 — Geometrische Größen im Fall der Belastung durch äußeren Druck . . . 35
Bild 9 — Geometrie eines Kegelausschnitts . . . 35
Bild 10 — Ausschnittsbeiwert C_A für ebene Böden und Platten . . . 40
Bild 11 — Bemessungsfaktoren für nicht abgesteifte kreisförmige flache Böden und Platten . . . 42
Bild 12 — Bemessungsbeiwert C_E für rechteckige oder elliptische ebene Platten . . . 43
Bild 13 — Erhöhte Dicke einer Zylinderschale . . . 45
Bild 14 — Erhöhte Dicke einer Kegelschale . . . 45

Bild 15 — Aufgesetzter Versteifungsring **45**
Bild 16 — Eingesetzter Versteifungsring **46**
Bild 17 — Scheibenförmige Verstärkung **46**
Bild 18 — Stutzenverstärkung **46**
Bild 19 — Ausgehalste Öffnung **47**
Bild 20 — Scheibe **47**
Bild 21 — Berechnungsschema für Zylinderschalen **48**
Bild 22 — Berechnungsschema für Kugelschalen **49**
Bild 23 — Berechnungsschema für benachbarte Stutzen in einer Kugel oder in einer Längsrichtung eines Zylinders **50**
Bild 24 — Berechnungsschema für benachbarte Stutzen in einer Kugel oder in einer Umfangsrichtung eines Zylinders **50**
Bild 25 — Ausrichtung der Platten **59**
Bild C.1 — Spannungskategorien und Grenzwerte der Spannungsintensitäten **78**
Bild C.2 — Für Behälter, die äußerem Druck ausgesetzt sind **81**
Bild C.3 — Für Behälter, die nicht äußerem Druck ausgesetzt sind **82**
Bild F.1 — Sickennaht **89**
Bild F.2 — Zwischenboden **90**
Bild F.3 — Unterlegstreifen **91**
Bild F.4 — Beispiele für Verschlüsse ebener Böden **91**
Bild F.5 — Nicht vollständig durchgeschweißte Nähte für Stutzen **92**

Tabellen

Tabelle 1 — Tiefgekühlte, aber nicht giftige Gase **10**
Tabelle 2 — Mindestwanddicke des Innenbehälters **18**
Tabelle 3 — Mindestwanddicke des Außenmantels **18**
Tabelle 4 — Zulässige Unrundheit von Zylindern **60**
Tabelle 5 — Umfang der Durchstrahlungsprüfung für von Hand geschweißte Nähte **64**
Tabelle 6 — Umfang der Durchstrahlungsprüfung für mit automatischen Schweißverfahren hergestellte Schweißnähte **64**
Tabelle A.1.1 — Druckbehälter (Europäische Werkstoffbezeichnungen) **69**
Tabelle A.1.2 — Druckbehälter (Nicht-Europäische Werkstoffbezeichnungen) **69**
Tabelle A.2.1 — Rohrleitungen und Rohrarmaturen (Europäische Werkstoffbezeichnungen) . . **70**
Tabelle A.2.2 — Rohrleitungen und Rohrarmaturen (Nicht-Europäische Werkstoffbezeichnungen) **71**
Tabelle C.1 — Einteilung der Spannungen für einige typische Fälle **76**
Tabelle G.1 — Validierung der Bemessung im Rahmen der Bauartzulassungen **93**