

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	Probplatten 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	Stützen 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 Schweißnahteinheiten		89
F.1	Allgemeines	89
F.2	Schweißnahteinheiten	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 Stützen	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 Stützen	30
Bild 6	— Bemessungsfaktoren für Klöppler-/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 — Stützenverstärkung	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 Stützen in einer Kugel oder in einer Längsrichtung eines Zylinders	50
Bild 24 — Berechnungsschema für benachbarte Stützen 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 Stützen	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