

# 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
<b>Anhang D (normativ) Unter äußerem Druck stehende Bauteile (Druck auf die konvexe Seite) — Berechnung . . . . .</b>		<b>85</b>
D.1	Allgemeines . . . . .	85
D.2	Verfahren 1 . . . . .	85
D.2.1	Zylinderschalen . . . . .	85
D.2.2	Gewölbte Böden und kugelförmige Mäntel . . . . .	86
<b>Anhang E (informativ) Angaben zur Kennzeichnung und Etikettierung . . . . .</b>		<b>87</b>
<b>Anhang F (informativ) Spezifische Schweißnahteinheiten . . . . .</b>		<b>89</b>
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
<b>Anhang G (informativ) Validierung der Bemessung im Rahmen der Bauartzulassungen . . . . .</b>		<b>93</b>
<b>Literaturhinweise . . . . .</b>		<b>95</b>

## 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 Klöpfer-/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