E DIN EN ISO 20421-1:2025-04 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2025-02-28

Kryo-Behälter - Große ortsbewegliche vakuumisolierte Behälter - Teil 1: Bemessung, Herstellung, Inspektion und Prüfung (ISO/DIS 20421-1:2025); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 20421-1:2025

Cryogenic vessels - Large transportable vacuum-insulated vessels - Part 1: Design, fabrication, inspection and testing (ISO/DIS 20421-1:2025); German and English version prEN ISO 20421-1:2025

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort 6

Vorwort 7

Einleitung 9

1 Anwendungsbereich 10

2 Normative Verweisungen 10

3 Begriffe 11

4 Symbole 14

5 Allgemeine Anforderungen 16

6 Mechanische Belastungen 16
6.1 Allgemeines 16
6.2 Belastungen während der Druckprüfung 17

7 Chemische Einwirkungen 17

8 Thermische Bedingungen 17

9 Werkstoffe 18
9.1 Auswahl der Werkstoffe 18
9.2 Dokumentation der Abnahmeprüfung 18

10 Bemessung 18
10.1 Möglichkeiten für die Bemessung 18
10.1.1 Allgemeines 18
10.1.2 Rechnerische Bemessung 18
10.1.3 Rechnerische Bemessung und Druckverstärkung 19
10.1.4 Rechnerische und experimentelle Bauteilbemessung 19
10.2 Allgemeine Bemessungsanforderungen 19
10.2.1 Allgemeines 19
10.2.2 Bemessungsspezifikationen 19
10.2.3 Bemessungslasten 20
10.2.4 Ermüdung 26
10.2.5 Korrosionszuschlag 26
10.2.6 Inspektionsöffnungen 26
10.2.7 Druckentlastung 26
10.2.8 Armaturen 27
10.2.9 Wärmeisolierung 27
10.2.10 Füllgrad 28
10.2.11 Elektrische Leitfähigkeit 28
10.3 Rechnerische Bemessung 28
10.3.1 Allgemeines 28

10.3.2 Innenbehälter ... 28
10.3.3 Außenmantel ... 30
10.3.4 Anbauteile ... 32
10.3.5 Rohrleitungen und Ausrüstungsteile ... 32
10.3.6 ,.ö-ä.Gleichungen für die Berechnung ... 32
10.3.7 Berechnungen für Betriebslasten ... 56

11 Herstellung ... 57
11.1 Allgemeines ... 57
11.2 Schneiden ... 57
11.3 Kaltumformen ... 57
11.3.1 Austenitischer nichtrostender Stahl ... 57
11.3.2 Ferritischer Stahl ... 58
11.3.3 Aluminium oder Aluminiumlegierungen ... 59
11.4 Warmumformen ... 59
11.4.1 Allgemeines ... 59
11.4.2 Austenitischer nichtrostender Stahl ... 59
11.4.3 Ferritischer Stahl ... 59
11.4.4 Aluminium oder Aluminiumlegierungen ... 59
11.5 Fertigungstoleranzen ... 60
11.5.1 Allgemeines ... 60
11.5.2 Ausrichtung der Platten ... 60
11.5.3 Dicke ... 61
11.5.4 Gewölbte Böden ... 61
11.5.5 Zylinder ... 61
11.6 Schweißen ... 65
11.6.1 Allgemeines ... 65
11.6.2 Eignung ... 65
11.6.3 Temporäre Anschweißteile ... 65
11.6.4 Schweißverbindungen ... 66
11.7 Nicht geschweißte Verbindungen ... 66

12 Inspektion und Prüfung ... 67
12.1 Qualitätssicherungsplan ... 67
12.1.1 Allgemeines ... 67
12.1.2 Inspektionsschritte bei der Fertigung eines Innenbehälters ... 67
12.1.3 Zusätzliche Inspektionsschritte bei der Fertigung eines großen ortsbeweglichen Kryo-Behälters ... 67
12.2 Probeplatten für die Produktionskontrolle ... 68
12.2.1 Anforderungen ... 68
12.2.2 Umfang der Prüfungen ... 68
12.3 Zerstörungsfreie Prüfung ... 69
12.3.1 Allgemeines ... 69
12.3.2 Umfang der Prüfungen auf Oberflächenunregelmäßigkeiten ... 70
12.3.3 Umfang der Prüfungen der Schweißnähte des Innenbehälters ... 70
12.3.4 Zulässigkeitskriterien für Oberflächen- und volumetrische Unregelmäßigkeiten, wie in ISO 6520-1 klassifiziert ... 70
12.4 Ausbesserung von Fehlern ... 72
12.5 Druckprüfungen ... 72

13 Kennzeichnung und Etikettierung ... 73

14 Endabnahmeprüfung ... 73

15 Wiederkehrende Prüfung ... 73

16 Dokumentation ... 73

Anhang A (informativ) Beispiele für Tankschilder ... 74

A.1 Beispiel 1: Tankschild (gesamter Tank) für fest verbundene Tanks von Straßentankfahrzeugen (Tankfahrzeugen), Aufsetztanks, Tankbehälter und Wechseltanks ... 74
A.2 Beispiel 2: Tankschild für den Innenbehälter fest verbundener Tanks von Straßentankfahrzeugen (Tankfahrzeugen), Aufsetztanks, Tankbehälter und Wechseltanks ... 76

Anhang B (informativ) Elastische Spannungsanalyse ... 77
B.1 Allgemeines ... 77
B.2 Begriffe ... 77
B.2.1 Spannungsgröße ... 77
B.2.2 Globale Unstetigkeit der Konstruktion ... 78
B.2.3 Örtliche Unstetigkeit der Konstruktion ... 78
B.2.4 Normalspannung ... 78
B.2.5 Schubspannung ... 78
B.2.6 Membranspannung ... 79
B.2.7 Primärspannung ... 79
B.2.8 Primäre örtliche Membranspannung ... 79
B.2.9 Sekundärspannung ... 79
B.3 Grenzwert für die allgemeine Membrandrucklängsspannung ... 80
B.4 Spannungskategorien und Spannungsgrenzwerte für die allgemeine Anwendung ... 80
B.4.1 Allgemeines ... 80
B.4.2 Kategorie der allgemeinen primären Membranspannung ... 80
B.4.3 Kategorie der örtlichen primären Membranspannung ... 80
B.4.4 Kategorie der allgemeinen oder örtlichen primären Membranspannungen zuzüglich der primären Biegespannungen ... 81
B.4.5 Kategorie der primären zuzüglich sekundären Spannungen ... 81
B.4.6 Wärmespannung ... 81
B.5 Spezifische Kriterien, Belastungskategorien und Belastungsgrenzwerte für begrenzte Anwendung ... 82
B.5.1 Allgemeines ... 82
B.5.2 Befestigungen und Halterungen ... 82
B.5.3 Stutzen und Ausschnitte ... 82
B.5.4 Zusätzliche Spannungsgrenzen ... 82

Anhang C (normativ) Zusätzliche Anforderungen an 9-%-Nickel-Stahl ... 88
C.1 Allgemeines ... 88
C.2 Spezifische Anforderungen ... 88

Anhang D (normativ) Druckverstärkung von Behältern aus austenitischen nichtrostenden Stählen ... 90
D.1 Allgemeines ... 90
D.2 Anwendung dieses Anhangs ... 90
D.3 Werkstoffe ... 91
D.4 Bemessung ... 93
D.4.1 Allgemeines ... 93
D.4.2 Bemessung für inneren Überdruck ... 93
D.4.3 Bemessung für äußeren Überdruck ... 96
D.5 Herstellung und Inspektion ... 96
D.5.1 Druckverstärkungsverfahren ... 96
D.5.2 Aufzeichnung über die Durchführung ... 97
D.5.3 Schweißen ... 97
D.5.4 Zeichnungen der Druckbehälter ... 98
D.5.5 Inspektion und Prüfung ... 98
D.5.6 Typschild ... 99
D.6 Bemerkungen ... 99
D.6.1 Verstärkungstheorie ... 99
D.6.2 Kaltverfestigter Werkstoff ... 101
D.6.3 Herleitung von Gleichungen ... 101

D.6.4 Verformungen bei der Verstärkung ... 102

Anhang E (informativ) Spezifische Angaben zu Schweißnähten ... 105
E.1 Anwendungsbereich ... 105
E.2 Angaben zu Schweißnähten ... 105
E.2.1 Sickennaht ... 105
E.2.2 Zwischenböden ... 106
E.2.3 Unterlegestreifen ... 106
E.2.4 Verschluss ebener Böden ... 107
E.2.5 Stutzen-Schweißnaht ... 107
E.2.6 Nicht durchgängige Kehlnaht an Anschweißteilen ... 108
E.3 Anforderungen an den Sauerstoffbetrieb ... 108

Anhang F (normativ) Druckentlastungseinrichtungen für den Außenmantel ... 109
F.1 Anwendungsbereich ... 109
F.2 Anforderungen ... 109
F.2.1 Allgemeines ... 109
F.2.2 Bemessung ... 109
F.2.3 Werkstoffe ... 109
F.2.4 Prüfung ... 109
F.2.5 Inspektion ... 109
F.2.6 Kennzeichnung ... 109

Anhang G (informativ) Grundwerkstoffe ... 110

Anhang H (informativ) Unter äußerem Überdruck stehende Bauteile (Druck auf die konvexe Oberfläche) — Berechnung ... 120
H.1 Allgemeines ... 120
H.2 Verfahren 1 ... 120
H.2.1 Zylindrische Mäntel ... 120
H.2.2 Gewölbte Böden und kugelförmige Mäntel ... 128
H.3 Verfahren 2 ... 128
H.3.1 Zylindrische Mäntel ... 128
H.3.2 Gewölbte Böden und kugelförmige Mäntel ... 130

Anhang I (informativ) Bemessung von Ausschnitten in Zylindern, Kugeln und Kegeln — Berechnung ... 131
I.1 Allgemeines ... 131
I.2 Verfahren 1 ... 131
I.3 Verfahren 2 ... 134
I.4 Verstärkung durch erhöhte Stutzendicke ... 138
I.4.1 Allgemeines ... 138
I.4.2 Verstärkung durch eine Kombination von erhöhter Mantel- und Stutzendicke ... 138
I.4.3 Mehrere Ausschnitte ... 139

Anhang J (normativ) Referenzwerkstoffe und äquivalente Dicke ... 140
J.1 Allgemeines ... 140
J.2 Verfahren A ... 140
J.3 Verfahren B ... 141

Anhang K (normativ) Tiefgekühlte verflüssigte Gase ... 142

Literaturhinweise ... 143