

Einfache, unbefeuerte Druckbehälter für Luft oder Stickstoff
Teil 2: Druckbehälter für Druckluftbremsanlagen
und Hilfseinrichtungen in Kraftfahrzeugen und deren
Anhängefahrzeugen
 Deutsche Fassung EN 286-2 : 1992

DIN
EN 286
 Teil 2

Simple unfired pressure vessels designed to contain air or nitrogen – Part 2:
 Pressure vessels for air braking and auxiliary systems for motor-vehicles and
 their trailers;

German version EN 286-2 : 1992

Récipients à pression simples, non soumis à la flamme, destinés à contenir de l'air ou
 de l'azote – Partie 2: Recipients à pression pour circuits de freinage et circuits
 auxiliaires de véhicules routiers et leurs remorques;

Version allemande EN 286-2 : 1992

Teilweise Ersatz für
 DIN 74 281 T1/04.87

Die Europäische Norm EN 286-2 : 1992 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Die Europäische Norm EN 286 Teil 2 ist vom Technischen Komitee TC 54 „Einfache unbefeuerte Druckbehälter“ des Europäischen Komitees für Normung (CEN) ausgearbeitet worden.

Die zuständigen deutschen Normungsgremien sind der AA-I 2 D „Druckluftbremsanlagen“ des NA Kraftfahrzeuge sowie der Gemeinschaftsausschuß „Druckbehälter“, gebildet vom NA Chemischer Apparatebau (FNCA), NA Überwachungsbedürftige Anlagen (NÜA) und vom Fachausschuß Druckbehälter (FAD).

Entsprechend der Entschliebung des EG-Rates vom 07.05.85 über die neue Konzeption auf dem Gebiet der technischen Harmonisierung und der Normung soll die Norm dazu dienen, unter Berücksichtigung des Standes der Technik, Spezifikationen zu beschreiben. Die Anwender der Norm sollen mit diesen Angaben einfache Druckbehälter herstellen und in den Verkehr bringen können, die den in der EG-Richtlinie 87/404/EWG vom 25.06.87 für diese Erzeugnisse festgelegten grundlegenden Anforderungen entsprechen.

Diese Norm enthält im wesentlichen Festlegungen über Werkstoffe, Berechnung, Konstruktion und Herstellung, Prüfung, Korrosionsschutz sowie Kennzeichnung. Sie enthält keine Abmessungen von Druckluftbehältern; diese sind in DIN 74 281 enthalten.

In dieser Europäischen Norm wird Druck mit dem Formelzeichen (groß) P erklärt. Obwohl dies im Widerspruch zu internationalen Festlegungen in ISO 31-3 steht, muß dies aufgrund der CEN-Normregeln übernommen werden.

Geltungsbereich

Druckliterprodukt ($PS \cdot V$)	> 50 bis 1500 bar · l
Druck (PS)	0,5 bis 30 bar
Größtes Volumen (V)	150 l
Betriebstemperatur (T)	– 50 °C bis 100 °C

Werkstoffe

Die Anforderungen im Anhang I der Richtlinie 87/404/EWG bedingen für einfache Druckbehälter neue Werkstoffe gemäß DIN EN 10 207 Teil 1 und DIN EN 10 028.

Abschnitt 4.1.3 dieser Norm erlaubt den Einsatz anderer Werkstoffe, wenn von einer anerkannten Prüfstelle im Rahmen einer Baumusterprüfung der Behälter, die auch die Eignung des Werkstoffes mit einschließt, diese Werkstoffe anerkannt werden.

Die Übereinstimmung mit den wesentlichen Sicherheitsanforderungen bezüglich der mittleren Kerbschlagarbeit KV bei minimalen Betriebstemperaturen kann nach Anhang F dieser Norm mittels eines Diagramms geprüft werden.

Beim Einsatz von Aluminium-Legierungen ist für die Werkstoffe AlMg4 und AlMg4,5Mn0,7 eine maximale Betriebstemperatur von 65 °C vorgesehen.

Fortsetzung Seite 2 und 3
 und 35 Seiten EN-Norm

Normenausschuß Kraftfahrzeuge (FAKRA) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
 Normenausschuß Chemischer Apparatebau (FNCA) im DIN
 Normenausschuß Überwachungsbedürftige Anlagen (NÜA) im DIN



Documents

Berechnung

Die Waddickenermittlung erfolgt:

1. über das Berechnungsverfahren – mit höherem Sicherheitsbeiwert, ohne Abnutzungszuschlag – oder
2. nach dem Versuchsverfahren.

Der Schweißnahtfaktor $K_c = 1,0$ ist für vollmechanisierte Schweißverfahren (automatisches Schweißen) einzusetzen.

Prüfungen

Nach den europäischen Vorschriften haben Prüfungen von EG-Produkten zu belegen, daß die nach Europäischen Normen gefertigten Produkte den grundlegenden Anforderungen der entsprechenden Richtlinie genügen. Die Gestaltung des Nachweises ist flexibel. Es ist dem Hersteller nach Abschnitt 10.1 dieser Norm überlassen, die Wahl des geeigneten Verfahrens für die Bewertung der Konformität selbst zu treffen.

Für die laufenden Prüfungen während der Herstellung von Druckbehältern für Druckluftbremsanlagen sind nach dieser Norm zusätzliche Anforderungen in Abhängigkeit vom Schweißnahtfaktor K_c und vom Berechnungsdruck P (Tabellen 8 bis 11) erforderlich.

Kennzeichnung

Bei der Kennzeichnung sind zusätzliche Angaben über höchste und tiefste Betriebstemperaturen und das CE-Zeichen mit Registriernummer anzubringen.

Für die im Abschnitt 2 zitierten Internationalen und Europäischen Normen wird im folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

EN 287-1	siehe DIN EN 287 Teil 1	ISO 1106-3	siehe DIN 54 111 Teil 1
EN 287-2	siehe DIN EN 287 Teil 2	ISO 1462	siehe DIN 50 980
EN 288-1	siehe DIN EN 288 Teil 1	ISO 2409	siehe DIN 53 151 (z. Z. Entwurf)
EN 288-3	siehe DIN EN 288 Teil 3	ISO 2604-1	siehe DIN 17 243, DIN 17 280 und DIN 17 440
prEN 288-4	siehe DIN 8563 Teil 103 (z. Z. Entwurf)		
EN 10 002-1	siehe DIN EN 10 002 Teil 1	ISO 2604-2	siehe DIN 17 173, DIN 17 175 und DIN 17 458
EN 10 025	siehe DIN EN 10 025	ISO 2604-3	siehe DIN 17 174 und DIN 17 177
EN 10 028-1	siehe DIN 17 155 Teil 1 (z. Z. Entwurf)	ISO 4136	siehe DIN 50 120 (z. Z. Entwurf)
EN 10 028-2	siehe DIN 17 155 Teil 2 (z. Z. Entwurf)	ISO 5173	siehe DIN 50 121 (z. Z. Entwurf)
EN 10 045-1	siehe DIN EN 10 045 Teil 1	ISO 6361-2	siehe DIN 1745 Teil 1
EN 10 207	siehe DIN EN 10 207	ISO 6362-2	siehe DIN 1746 Teil 1, DIN 1747 Teil 1 und DIN 1748 Teil 1
EN 25 817	siehe DIN EN 25 817		
ISO 209-1	siehe DIN 1712 Teil 3	ISO 6520	siehe DIN EN 26 520
ISO 209-2	siehe DIN 1712 Teil 2	ISO 7253	siehe DIN 53 167
ISO 1106-1	siehe DIN 54 111 Teil 1	ISO 10 042	siehe DIN ISO 10 042 (z. Z. Entwurf)

Zitierte Normen

– in der Deutschen Fassung:

Siehe Abschnitt 2

– in nationalen Zusätzen:

DIN 1712 Teil 3	Aluminium; Halbzeug
DIN 1745 Teil 1	Bänder und Bleche aus Aluminium und Aluminium-Knetlegierungen mit Dicken über 0,35 mm; Eigenschaften
DIN 1746 Teil 1	Rohre aus Aluminium und Aluminium-Knetlegierungen; Eigenschaften
DIN 1747 Teil 1	Stangen aus Aluminium und Aluminium-Knetlegierungen; Eigenschaften
DIN 1748 Teil 1	Strangpreßprofile aus Aluminium und Aluminium-Knetlegierungen; Eigenschaften
DIN 8563 Teil 103	(z. Z. Entwurf) Sicherung der Güte von Schweißarbeiten; Beschreibung und Eignung von Schweißverfahren; Schweißverfahrensprüfungen für Lichtbogenschweißen von Aluminium und seinen Legierungen; (Vorschlag für eine Europäische Norm)
DIN 17 155 Teil 1	(z. Z. Entwurf) Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen; Allgemeine Anforderungen; (Vorschlag für eine Europäische Norm)
DIN 17 155 Teil 2	(z. Z. Entwurf) Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen; Unlegierte und legierte warmfeste Stähle; (Vorschlag für eine Europäische Norm)
DIN 17 173	Nahtlose kreisförmige Rohre aus kaltzähnen Stählen; Technische Lieferbedingungen
DIN 17 174	Geschweißte kreisförmige Rohre aus kaltzähnen Stählen; Technische Lieferbedingungen
DIN 17 175	Nahtlose Rohre aus warmfesten Stählen; Technische Lieferbedingungen
DIN 17 177	Elektrisch preßgeschweißte Rohre aus warmfesten Stählen; Technische Lieferbedingungen
DIN 17 243	Schmiedestücke und gewalzter oder geschmiedeter Stabstahl aus warmfesten schweißgeeigneten Stählen; Technische Lieferbedingungen

– Fortsetzung nach der Deutschen Fassung von EN 286 Teil 2 –

DIN 17 280	Kaltzähe Stähle; Technische Lieferbedingungen für Blech, Band, Breitflachstahl, Formstahl, Stabstahl und Schmiedestücke
DIN 17 440	Nichtrostende Stähle; Technische Lieferbedingungen für Blech, Warmband, Walzdraht, gezogenen Draht, Stabstahl, Schmiedestücke und Halbzeug
DIN 17 458	Nahtlose kreisförmige Rohre aus austenitischen nichtrostenden Stählen für besondere Anforderungen; Technische Lieferbedingungen
DIN 50 120	(z.Z. Entwurf) Stumpfschweißverbindungen an metallischen Werkstoffen; Querkzugversuch; (Vorschlag für eine Europäische Norm)
DIN 50 121	(z.Z. Entwurf) Stumpfschweißverbindungen an metallischen Werkstoffen; Biegeversuch; (Vorschlag für eine Europäische Norm)
DIN 50 980	Prüfung metallischer Überzüge; Auswertung von Korrosionsprüfungen
DIN 53 151	(z.Z. Entwurf) Lacke, Anstrichstoffe und ähnliche Beschichtungsmaterialien; Gitterschnittprüfung; Identisch mit ISO/DIS 2409 : 1990
DIN 53 167	Lacke, Anstrichstoffe und ähnliche Beschichtungsmaterialien; Salzsprühnebelprüfung an Beschichtungen
DIN 54 111 Teil 1	Zerstörungsfreie Prüfung; Prüfung metallischer Werkstoffe mit Röntgen- und Gammastrahlen; Aufnahme von Durchstrahlungsbildern von Schmelzschweißverbindungen
DIN EN 287 Teil 1	Prüfung von Schweißern; Schmelzschweißen; Teil 1: Stähle; Deutsche Fassung EN 287-1 : 1992
DIN EN 287 Teil 2	Prüfung von Schweißern; Schmelzschweißen; Teil 2: Aluminium und Aluminiumlegierungen; Deutsche Fassung EN 287-2 : 1992
DIN EN 288 Teil 1	Anforderungen und Anerkennung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe; Teil 1: Allgemeine Regeln für das Schmelzschweißen; Deutsche Fassung EN 288-1 : 1992
DIN EN 288 Teil 3	Anforderung und Anerkennung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe; Teil 3: Schweißverfahrensprüfungen für das Lichtbogenschweißen von Stählen; Deutsche Fassung EN 288-3 : 1992
DIN EN 10 002 Teil 1	Metallische Werkstoffe; Zugversuch; Teil 1: Prüfverfahren (bei Raumtemperatur); „enthält Änderung AC 1 : 1990“; Deutsche Fassung EN 10 002-1 : 1990 + AC 1 : 1990
DIN EN 10 025	Warmgewalzte Erzeugnisse aus unlegierten Baustählen; Technische Lieferbedingungen; Deutsche Fassung EN 10 025 : 1990
DIN EN 10 207	Stähle für einfache Druckbehälter; Technische Lieferbedingungen für Blech, Band und Stabstahl; Deutsche Fassung EN 10 207 : 1991
DIN EN 10 045 Teil 1	Metallische Werkstoffe; Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy; Teil 1: Prüfverfahren; Deutsche Fassung EN 10 045-1 : 1992
DIN EN 25 817	Lichtbogenschweißverbindungen an Stahl; Richtlinie für die Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten; (ISO 5817 : 1992); Deutsche Fassung EN 25 817 : 1992
DIN EN 26 520	Einteilung und Erklärung von Unregelmäßigkeiten in Schmelzschweißungen an Metallen. (ISO 6620 : 1982); Deutsche Fassung EN 26 520 : 1991
DIN ISO 10 042	Lichtbogenschweißverbindungen an Aluminium und seinen schweißgeeigneten Legierungen; Richtlinie für die Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten; Identisch mit ISO/DIS 10 042-2 : 1991

Frühere Ausgaben

DIN 74 281 T1: 06.40; DIN 74 281: 02.52, 10.64, 08.66x, 10.67, 02.73, 02.75; DIN 74 281 T1: 04.87

Änderungen

Gegenüber DIN 74 281 Teil 1/04.87 wurden hauptsächlich folgende Änderungen vorgenommen:

- Werkstoffe: zusätzlich prEN 10 028-2 aufgenommen.
- Berechnung: zusätzlich ein „Versuchungsverfahren“ aufgenommen.
- Oberfläche: Korrosionsschutz neu definiert.
- Prüfung: Abschnitt vollständig überarbeitet.

Internationale Patentklassifikation

B 21 D 51/24
 B 23 F 15/00
 B 23 K 31/00
 B 60 T 17/06
 F 15 B 1/04
 F 16 J 12/00
 F 17 C 1/14
 G 01 M 3/00
 G 01 N 17/00

DK 621.642.02-98 : 629.114.4 : 620.1

Deskriptoren: Straßenfahrzeug, Anhänger, Bremssystem, Druckbehälter, Druckluft, Behälter, Stahl, Aluminium, Berechnung, Schweißkonstruktion, Herstellung, Prüfung, Kontrolle, Schweißfehler, Kennzeichnung

Deutsche Fassung

**Einfache, unbefeuerte Druckbehälter für Luft oder Stickstoff
Teil 2: Druckbehälter für Druckluftbremsanlagen
und Hilfseinrichtungen in Kraftfahrzeugen und deren
Anhängfahrzeugen**

Simple unfired pressure vessels designed to contain air or nitrogen — Part 2: Pressure vessels for air braking and auxiliary systems for motor vehicles and their trailers

Réipients à pression simples, non soumis à la flamme, destinés à contenir de l'air ou de l'azote — Partie 2: Réipients à pression pour circuits de freinage et circuits auxiliaires des véhicules routiers et leurs remorques

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 1992-09-28 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in die Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und dem Vereinigten Königreich.

CEN

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	2	11 Kennzeichnung	25
1 Anwendungsbereich	3	12 Behälterbegleitdokumentation	26
2 Normative Verweisungen	3	Anhang A (normativ) Konformitätsüberprüfung ...	27
3 Definitionen und Formelzeichen	4	Anhang B (normativ) Konformitätserklärung – Überwachung	28
4 Werkstoffe	5	Anhang C (normativ) Technische Bauunterlagen ..	30
5 Bestimmung der Wanddicke	6	Anhang D (normativ) Baumusterprüfung	31
6 Konstruktion und Herstellung	13	Anhang E (normativ) Inhalt des Herstellungsberichtes	32
7 Prüfung von Schweißen, Fachpersonal für Schweißanlagen und Schweißsachkundigen	19	Anhang F (normativ) KV-Anforderungen an Bleche, Bänder und Stangenmaterial (Stahl)	33
8 Eignung von Schweißverfahren	19	Anhang G (informativ) Wesentliche Sicherheits- anforderungen nach der Richtlinie 87/404/EWG	34
9 Korrosionsschutz	20		
10 Prüfungen und Bescheinigungen	20		

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom CEN/TC 54 „Einfache unbefeuerte Druckbehälter“, dessen Sekretariat vom Vereinigten Königreich geführt wird, ausgearbeitet.

Diese Norm ist eine aus einer Reihe von vier Normen. Die anderen Teile sind:

- a) Teil 1: Konstruktion, Herstellung und Prüfung
- b) Teil 3: Druckbehälter aus Stahl für Druckluftbremsanlagen und pneumatische Hilfseinrichtungen in Schienenfahrzeugen
und
- c) Teil 4: Druckbehälter aus Aluminium für Druckluftbremsanlagen und pneumatische Hilfseinrichtungen in Schienenfahrzeugen.

Diese Europäische Norm muß den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis März 1993, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 1993 zurückgezogen werden.

Diese Europäische Norm wurde von CEN angenommen. In Übereinstimmung mit der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind folgende Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Spanien, Schweden, Schweiz und das Vereinigte Königreich.

1 Anwendungsbereich

1.1 Dieser Teil dieser Europäischen Norm behandelt die Konstruktion und Herstellung von einfachen, serienmäßig hergestellten unbefeuerten Druckbehältern, die nachfolgend als Behälter bezeichnet werden, für Druckluftbremsanlagen und Hilfseinrichtungen in Kraftfahrzeugen und deren Anhängerfahrzeugen und

- a) durch Schweißen hergestellt werden;
- b) eine einfache Geometrie aufweisen, die einfache Fertigungsverfahren ermöglichen. Dies wird entweder erreicht durch
 - 1) einen kreiszylindrischen Teil, der von nach außen gewölbten und/oder ebenen Böden, die dieselbe Achse haben wie der zylindrische Teil, abgeschlossen wird oder
 - 2) zwei nach außen gewölbte Böden mit gemeinsamer Achse;
- c) Abzweigungen besitzen, deren Durchmesser nicht größer als das 0,5fache des Manteldurchmessers ist, an den sie angeschweißt sind.

1.2 Dieser Normteil gilt für Behälter zur Aufnahme nur von Druckluft mit folgenden Einschränkungen:

- a) der innere Überdruck ist größer als 0,5 bar;
- b) die zur Festigkeit des druckbeaufschlagten Behälters beitragenden Teile und Anschlüsse bestehen entweder aus unlegiertem Qualitätsstahl, aus unlegiertem Aluminium oder aus alterungsbeständigen Aluminiumlegierungen;
- c) der zulässige Betriebsüberdruck beträgt 30 bar. Das Produkt aus diesem Druck und dem Behältervolumen ($P_S \cdot V$) ist größer als 50 bar · l und nicht größer als 1500 bar · l;
- d) das Volumen ist nicht größer als 150 l;
- e) die niedrigste Betriebstemperatur beträgt - 50 °C, und die höchste Betriebstemperatur beträgt 100 °C.

Dieser Normteil gilt nicht für Behälter für den besonderen Einsatz im kerntechnischen Bereich, nicht für Behälter für den Einbau in oder den Antrieb von Schiffen oder Flugzeugen und nicht für Feuerlöscher.

1.3 Die wesentlichen Sicherheitsanforderungen sind in Anhang G enthalten.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei starren Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

EN 287-1	Prüfung von Schweißern; Schmelzschweißen; Stahl
EN 287-2	Prüfung von Schweißern; Schmelzschweißen; Aluminium und Aluminiumlegierungen
EN 288-1	Sicherung der Güte von Schweißarbeiten; Beschreibung und Eignung von Schweißverfahren; Schweißanweisung für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen
EN 288-3	Sicherung der Güte von Schweißarbeiten; Beschreibung und Eignung von Schweißverfahren; Schweißverfahrensprüfungen für das Lichtbogenschweißen von Stählen

prEN 288-4	Sicherung der Güte von Schweißarbeiten; Beschreibung und Eignung von Schweißverfahren; Schweißverfahrensprüfungen für das Lichtbogenschweißen von Aluminium und seinen Legierungen
EN 10002-1	Metallische Werkstoffe – Zugversuch – Teil 1: Prüfverfahren (bei Umgebungstemperatur)
EN 10025	Warmgewalzte Erzeugnisse aus unlegierten Baustählen; Technische Lieferbedingungen
EN 10028-1	Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
EN 10028-2	Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen – Teil 2: Unlegierte und legierte warmfeste Stähle
EN 10045-1	Metallische Werkstoffe – Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy – Teil 1: Prüfverfahren (ISO 148 : 1983)
EN 10207	Stähle für einfache Druckbehälter – Technische Lieferbedingungen für Blech, Band und Stangen
EN 25817	Lichtbogenschweißverbindungen an Stahl – Richtlinie für die Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten (ISO 5817 : 1992)
EN 26520	Einteilung und Erklärung für Unregelmäßigkeiten beim Schmelzschweißen aus Metallen; (ISO 6520 : 1982)
ISO 209-1	Aluminium und Aluminium-Knetlegierungen; Chemische Zusammensetzung und Halbzeugarten – Teil 1: Chemische Zusammensetzung
ISO 209-2	Zusammensetzung von Schmiedeprodukten aus Aluminium und Aluminiumlegierungen; Chemische Zusammensetzung (in Prozent)
ISO 1106-1	Empfohlene Arbeitsweise für die Durchstrahlungsprüfung von Schmelzschweißverbindungen Teil 1: Schmelzgeschweißte Stumpfnähte an Stahlblechen bis zu 50 mm Dicke
ISO 1106-3	Empfohlene Arbeitsweise für die Durchstrahlungsprüfung von Schmelzschweißverbindungen Teil 3: Schmelzgeschweißte Umfangsnähte an Stahlrohren bis zu 50 mm Wanddicke
ISO 2107	Aluminium, Magnesium und ihre Legierungen – Temper-Bezeichnungen
ISO 2409	Farben und Anstrichmittel; Kreuzschnittprüfung (Gitterschnittprobe)
ISO 2604-1	Stahlerzeugnisse für Druckgefäße; Güteanforderungen; Teil 1: Schmiedestücke (1975-05)
ISO 2604-2	Stahlerzeugnisse für Druckgefäße; Güteanforderungen; Teil 2: Nahtlose Stahlrohre (1975-05)
ISO 2604-3	Stahlerzeugnisse für Druckgefäße; Güteanforderungen; Teil 3: Elektrowiderstands- und -induktionsgeschweißte Rohre (1975-05)
ISO 4136 1)	Stahl-Stumpfschmelz-Schweißverbindungen; Querschugversuch
ISO 5173 1)	Stahl-Stumpfschmelz-Schweißverbindungen; Querbiegeversuch von der Wurzel oder Oberseite (der V-Naht) (1981-10)

1) Diese ISO-Norm ist in das Arbeitsprogramm von CEN/TC 121 – Schweißen – aufgenommen und sollte als EN-Norm übernommen werden.

ISO 6361-2	Bleche und Bänder aus Aluminium und Aluminium-Knetlegierungen; Teil 2: Mechanische Eigenschaften (1987-08)
ISO 6362-2	Stranggepreßte Stangen, Rohre und Profile aus Aluminium und Aluminium-Knetlegierungen; Teil 2: Mechanische Eigenschaften (1987-08)
ISO 7253	Farben und Anstriche; Bestimmung der Beständigkeit gegen Besprühen mit Neutralsalzlösung (pH zwischen 6,5 und 7,2) (1984)
ISO 10042 ¹⁾	Lichtbogenschweißverbindungen an Aluminium und seinen schweißgeeigneten Legierungen; Bewertungsgruppen

3 Definitionen und Formelzeichen

3.1 Definitionen

Für diese Norm gelten die folgenden Definitionen:

3.1.1 Baumusterprüfung: Ein Verfahren, bei dem eine anerkannte Prüfstelle sicherstellt und bescheinigt, daß ein Musterbehälter die Anforderungen dieser Norm erfüllt (siehe Anhang D).

3.1.2 Konformitätsüberprüfung: Ein Verfahren nach Wahl des Herstellers zur Prüfung und Bescheinigung, daß die hergestellten Behälter dieser Norm entsprechen (siehe Anhang A).

3.1.3 Konformitätserklärung: Ein Verfahren, bei dem der Hersteller bestätigt, daß Behälter mit einem Produkt $PS \cdot V < 1500 \text{ bar} \cdot \text{l}$ dieser Norm entsprechen (siehe Anhang B).

3.1.4 Überwachung: Ein Verfahren, das von einer anerkannten Prüfstelle während der Fertigung durchgeführt wird (siehe Anhang B.3.2), um sicherzustellen, daß der Hersteller die Anforderungen dieser Europäischen Norm ordnungsgemäß erfüllt.

3.1.5 Technische Bauunterlagen: Diese sind vom Hersteller zu erstellen. Die technischen Bauunterlagen haben den Zweck, Konstruktion, Werkstoffe und Herstellung einschließlich Bescheinigungen zu beschreiben (siehe Anhang C).

3.1.6 Herstellungsbericht: Ein vom Hersteller angefertigter Bericht mit allen erforderlichen Angaben über Behälter, die nach dieser Norm gefertigt worden sind.

3.1.7 Bericht über Prüfungen und Kontrollen: Ein vom Hersteller angefertigter Bericht über die von ihm durchgeführten Prüfungen und Kontrollen.

3.1.8 Sachkundiger des Herstellers: Beim Hersteller angestellte Person/Personen, die hinreichend vom Fertigungspersonal unabhängig ist/sind, qualifiziert und verantwortlich für Prüfungen und Kontrollen an Behältern, die er/sie selbst durchzuführen hat/haben oder sachkundige Mitarbeiter unter seiner/ihrer Verantwortung durchzuführen haben.

3.1.9 Qualifikation des Sachkundigen: Qualifikation des Sachkundigen bedeutet, daß der Sachkundige für die verschiedenen von ihm unter Verantwortung des Herstellers durchzuführenden Prüfungen und Kontrollen technisch fachkundig ist und ebenso die notwendige Erfahrung besitzt. Es fällt unter die Verantwortung des Herstellers sicherzustellen, daß der Sachkundige fachkundig ist.

3.1.10 Automatisches Schweißen: Schweißvorgang, bei dem alle Schweißparameter automatisch geregelt werden, wobei einige dieser Parameter beim Schweißen in begrenztem Umfang (von Hand oder automatisch durch mechanische oder elektronische Einrichtungen) nachgestellt werden

können, um die vorgegebenen Schweißbedingungen einzuhalten.

3.1.11 Nichtautomatisches Schweißen: Alle Schweißvorgänge, außer dem in Abschnitt 3.1.10 beschriebenen.

3.1.12 Behältertyp: Behälter sind vom gleichen Typ, wenn sie gleichzeitig die folgenden Bedingungen erfüllen:

- ähnliche geometrische Form (z.B. Mantelschüsse und Böden oder nur Böden, in beiden Fällen Böden der gleichen Form)
- Werkstoff und Wanddicke der Behälter liegen im Geltungsbereich der Schweißverfahrensprüfung einschließlich der für Stutzen und Besichtigungsöffnungen
- gleiche Art der Stutzen und Besichtigungsöffnungen; Anzahl und Lage können dabei variieren
- gleiche Temperaturgrenzen.

3.1.13 Los: Ein Los von Behältern besteht aus höchstens 3000 Behältern des gleichen Typs.

3.1.14 Serienfertigung: Mehr als ein Behälter desselben Typs werden in einer bestimmten Zeit in einem fortlaufenden Fertigungsprozeß nach einer gemeinsamen Konstruktion und unter Verwendung der gleichen Fertigungsverfahren hergestellt.

3.1.15 Familie: Behälter einer Familie differieren nur im Durchmesser und/oder in der Länge ihres zylindrischen Teiles.

3.1.16 Unterfamilie: Eine Unterfamilie besteht aus Behältern der gleichen Familie, mit gleichen Wanddicken, aus gleichen Werkstoffen bei gleichen Schweißverfahren und gleichen Konstruktionsdetails. An den Behältern können Anzahl und Lage von Befestigungen und Anschlußstutzen variieren.

3.1.17 Höchste Berechnungstemperatur: Temperatur, die der Berechnung zugrundegelegt wird und die nicht kleiner sein darf als die maximale Betriebstemperatur.

3.1.18 Mindestberechnungstemperatur: Niedrigste Temperatur, die der Wahl der Werkstoffe zugrundegelegt wird und die nicht größer sein darf als die minimale Betriebstemperatur.

3.1.19 Maximale Betriebstemperatur, $T_{\max}$: Die maximale Betriebstemperatur $T_{\max}$ ist die höchste stabilisierte Temperatur in der Wand des Behälters unter normalen Betriebsbedingungen.

3.1.20 Minimale Betriebstemperatur, $T_{\min}$: Die minimale Betriebstemperatur $T_{\min}$ ist die niedrigste stabilisierte Temperatur in der Wand des Behälters unter normalen Betriebsbedingungen.

3.1.21 Zulässiger Betriebsüberdruck: Der zulässige Betriebsüberdruck PS ist der höchste Druck, der unter normalen Betriebsbedingungen entstehen kann.

3.1.22 Berechnungsdruck: Der Berechnungsdruck P ist der vom Hersteller gewählte Druck, um die Wanddicken der druckbeaufschlagten Teile zu bestimmen.

3.1.23 Werkszeugnis: Dokument, mit dem der Hersteller bescheinigt, daß die gelieferten Produkte den Anforderungen der Bestellung entsprechen; es enthält die Ergebnisse der routinemäßigen werksinternen Prüfungen, insbesondere chemische Zusammensetzung und mechanische Eigenschaften, wobei diese Prüfungen an Produkten vorgenommen werden, die im selben Vorgang wie die Lieferung

¹⁾ Diese ISO-Norm ist in das Arbeitsprogramm von CEN/TC 121 – Schweißen – aufgenommen und sollte als EN-Norm übernommen werden.

hergestellt wurden, jedoch nicht unbedingt an den gelieferten Produkten selbst (siehe G.2.1).

Es entspricht dem Werkszeugnis gemäß 2.2 von EN 10 204 : 1991.

3.2 Symbole

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Symbole:

$A, A_{80\text{ mm}}$	Dehnung nach dem Bersten	%
A_c, A_R	siehe Abschnitt 5.1.7	mm ²
A_f	effektive spannungsbelastete Fläche als Ausgleich	mm ²
A_{fb}	effektive spannungsbelastete Fläche als Ausgleich eines Stutzens	mm ²
A_{fs}	effektive spannungsbelastete Fläche als Ausgleich eines Mantels	mm ²
A_p	druckbelastete Fläche	mm ²
c	absoluter Wert der Minustoleranz gemäß Werkstoffnorm oder wie in der Zeichnung angegeben, zuzüglich des absoluten Wertes der Wanddickenreduzierung durch das Umformverfahren	mm
c_b	wie c , für Anschlüsse und Stutzen	mm
C	Berechnungsbeiwert für ebene Böden ohne Öffnungen	—
d	Öffnungsdurchmesser	mm
d_{ib}	Innerer Durchmesser eines Stutzens	mm
d_{ob}	Außendurchmesser eines Stutzens	mm
D	innerer Durchmesser eines ebenen Bodens ohne Öffnungen	mm
D_c	Außendurchmesser der Kugelkalotte eines Kugeltorus-Bodens gemessen an der Tangente zwischen Kalotte und Kreppe	mm
D_o	Außendurchmesser des Mantels	mm
e	Nennwanddicke	mm
e_a	Istwanddicke	mm
e_{act}	Istwanddicke des Mantels vor der Druckprüfung	mm
e_{ah}	Istwanddicke des Bodens	mm
e_{as}	Istwanddicke des Mantels	mm
e_c	berechnete Dicke	mm
e_{cb}	berechnete Wanddicke eines Anschlusses oder eines fiktiven Anschlusses mit dem gleichen inneren Durchmesser wie der Stutzen	mm
e_{ch}	berechnete Wanddicke des Bodens	mm
e_{cs}	berechnete Wanddicke des Mantels	mm
e_h	Nennwanddicke des Bodens	mm
e_n	zu e_{act} korrespondierende Nennwanddicke wie in der Konstruktionszeichnung angegeben	mm
e_{rb}	Wanddicke eines Stutzens, die zur Verstärkung beiträgt	mm
e_{rs}	Wanddicke eines Mantels, die zur Verstärkung beiträgt	mm
e_s	Wanddicke des Mantels	mm
f	zulässige Berechnungsspannung bei Berechnungstemperatur	N/mm ²
g	Kehlhahtdicke	mm
h	Höhe eines gewölbten Bodens	mm
$h_b, h_{be}, h_{be1}, h_{be2}$	siehe Abschnitt 5.1.6.1 und Bild 3	mm
K_c	Berechnungsbeiwert, abhängig vom Schweißverfahren	—

KCV	Kerbschlagarbeit	J/cm ²
KV	Kerbschlagenergie	J
l_b	Länge zwischen angrenzenden Stutzen	mm
l_{rb}	Höhe eines Stutzens, die zur Verstärkung beiträgt	mm
l_{rs}	Länge eines Mantels, die zur Verstärkung beiträgt	mm
L	siehe Abschnitt 5.1.7	mm
m	siehe Abschnitt 10.5.3	—
N	siehe Abschnitte 6.1.3.1 und 10.5.3	—
P	Berechnungsdruck ²⁾ (dieser darf nicht kleiner sein als PS)	bar
P_h	Prüfdruck ²⁾	bar
PS	zulässiger Betriebsüberdruck ²⁾	bar
r	innerer Krepfenradius für Kugeltorus-Böden	mm
R	innerer Radius für Böden und Mäntel	mm
R_e	minimale Streckgrenze nach Werkstoffnorm	N/mm ²
R_{eact}	Streckgrenze des Mantelwerkstoffes ermittelt durch Zugversuch	N/mm ²
R_{eT}	minimale Streckgrenze bei maximaler Betriebstemperatur nach Werkstoffnorm	N/mm ²
R_m	minimale Zugfestigkeit nach Werkstoffnorm oder Werkszeugnis des Werkstoffherstellers	N/mm ²
R_{mact}	Streckgrenze des Mantelwerkstoffes ermittelt durch Zugversuch	N/mm ²
T	Temperatur	°C
T_{max}	maximale Betriebstemperatur	°C
T_{min}	minimale Betriebstemperatur	°C
T'_{min}	minimale Umgebungstemperatur	°C
u_i	Umfangslänge an der Schnittstelle i nach der Druckprüfung	mm
u_{io}	Umfangslänge an der Schnittstelle i vor der Druckprüfung	mm
V	Inhalt des Druckbehälters	l

4 Werkstoffe

4.1 Hauptdrucktragende Teile

4.1.1 Stahlbehälter

Folgende Werkstoffe müssen verwendet werden:

a) Blech, Bandstahl und Stangenmaterial nach EN 10 207, Stahlsorte SPH 235, SPH 265 und SPHL 275 sowie nach EN 10 028 Teil 1 und Teil 2, Stahlsorte PH 235 und PH 265.

Für diese Stahlsorten kann die Übereinstimmung mit den wesentlichen Sicherheitsanforderungen nach Anhang G bezüglich der durchschnittlichen Kerbschlagenergie KV von Stahl bei minimaler Betriebstemperatur mit dem Anhang F geprüft werden.

b) Rohre nach ISO 2604-2, Stahlsorte TS 5 und TS 9 und nach ISO 2604-3, Stahlsorten TW 5 und TW 9.

c) Schmiedestücke, die den Anforderungen von ISO 2604-1, Stahlsorte F9, entsprechen.

Für a), b) und c) muß den Werkstoffen ein Werkszeugnis beigelegt sein, aus dem die Eignung des Werkstoffes für alle in Anhang G geforderten Merkmale hervorgeht. Bei Werkstoffen nach b) und c) muß das Werkszeugnis einen spezifischen Bezug auf die Anforderungen von Anhang G.2.1.1 enthalten.

²⁾ Alle Drücke sind Überdrücke



Documents

Document Sharing Hub

Tabelle 1: Aluminiumwerkstoffe

ISO- Bezeichnung ¹⁾	Internationale Registrierung ¹⁾	Temper- Bezeichnung ²⁾	Maximale Temperatur °C	Temperatur °C			Berechnungs- temperatur ³⁾ °C		
				20	50	100	20	50	100
				Mindestwert der Streckgrenze ⁴⁾ $R_{p0,2}$ N/mm ²			Berechnungsspannung f N/mm ²		
Al99,8 (A) Al99,7 Al99,5	1080 A 1070 A 1050 A	0 0 0	100 100 100	22 25 30	20 23 29	18 20 27	13 15 18	12 14 17	11 13 16
AlMg1 (B) AlMg2 AlMg2Mn0,8 AlMg2,5 AlMg3	5005 A 5251 5049 5052 5754	0 0 0 0 0	100 100 100 100 100	35 60 80 60 80	35 60 80 60 80	35 60 70 57 70	21 36 48 36 48	21 36 48 36 48	21 36 42 34 42
AlMg3Mn AlMg3,5 (A) AlMg4 AlMg4,5Mn0,7	5454 5154 A 5086 5083	0 0 0 0	100 100 65 65	90 90 100 125	90 90 100 125	90 90 90 ⁵⁾ 120 ⁵⁾	54 54 60 75	54 54 60 75	54 54 54 ⁵⁾ 72 ⁵⁾
AlMn1 AlMn0,5Mg0,5	3103 3105	0 0	100 100	35 40	35 40	30 37	21 24	21 24	18 22

¹⁾ ISO-Bezeichnung und -Registrierung siehe ISO 209 Teil 1 und Teil 2
²⁾ Temper-Bezeichnung siehe ISO 2107
³⁾ Für Zwischenwerte der Berechnungstemperatur kann interpoliert werden
⁴⁾ $R_{p1,0}$ für Aluminium, $R_{p0,2}$ für Aluminiumlegierungen
⁵⁾ Nur für Interpolationszwecke, Temperaturgrenze 65 °C

Für andere Erzeugnisse (z. B. Stangen) sollten Werkstoffe nach ISO 6362 Teil 2, soweit sie die Anforderungen nach G.2.1.2 erfüllen, verwendet werden.

4.1.2 Aluminiumbehälter

Die folgenden Werkstoffe müssen verwendet werden (siehe Tabelle 1).

4.1.3 Weitere Werkstoffe und Erzeugnisse

Alle Werkstoffe, die nicht in dieser Liste oder in den Abschnitten 4.1.1 und 4.1.2 enthalten sind, und die nach einer anerkannten nationalen oder internationalen Norm für Qualitätsstähle, Aluminium oder Aluminiumlegierungen hergestellt wurden und den wesentlichen Sicherheitsanforderungen von Anhang G entsprechen, sind zulässig, wenn sie von einer Prüfstelle im Rahmen einer Baumusterprüfung der Behälter, welche auch die Eignung des Werkstoffes mit einschließt, anerkannt worden sind. Für solche Werkstoffe muß eine Bescheinigung einer anerkannten Prüfstelle die Eignung dieser Werkstoffe bestätigen.

4.2 Zubehörteile, die zur Festigkeit des Behälters beitragen

Diese Zubehörteile (Rohre, Stützen usw.) müssen aus Stahl, Aluminium oder Aluminiumlegierungen hergestellt sein, die mit den zur Herstellung der drucktragenden Teile verwendeten Werkstoffen verträglich sind. Längsproben müssen eine Bruchdehnung A von mindestens 14 % haben (siehe EN 10 002 Teil 1).

4.3 Nicht drucktragende Teile

Alle nicht drucktragenden Teile von geschweißten Behältern müssen aus Werkstoffen hergestellt werden, die mit den Werkstoffen der Teile, an die sie angeschweißt sind, verträglich sind.

Zu diesem Zweck müssen Halterungen und Zubehörteile von Stahlbehältern, die an die Behälterwand angeschweißt

werden, aus unlegiertem Stahl hergestellt werden, der folgenden Anforderungen genügt:

$$C \leq 0,25 \%, S \leq 0,05 \%, P \leq 0,05 \% \text{ und } R_{m, \max} < 580 \text{ N/mm}^2$$

Aluminium und Aluminiumlegierungen müssen Abschnitt 4.1.2 entsprechen.

4.4 Schweißzusatzstoffe

Schweißzusatzstoffe zur Herstellung der Schweißnähte des Behälters oder an den Behältern müssen geeignet und den zu schweißenden Werkstoffen angepaßt sein. ³⁾

5 Bestimmung der Wanddicke

Der Hersteller kann die Wanddicke von drucktragenden Teilen entweder mit dem Berechnungsverfahren nach Abschnitt 5.1 oder mit dem Versuchsverfahren nach Abschnitt 5.2 bestimmen.

Die tatsächliche Wanddicke des Mantels und der Böden darf bei Stahlbehältern nicht weniger als 2 mm und bei Behältern aus Aluminium oder Aluminiumlegierungen nicht weniger als 3 mm betragen. Das bedeutet: Die Mindestnennwanddicke beträgt 2 mm + c für Druckbehälter aus Stahl und 3 mm + c für Druckbehälter aus Aluminium oder Aluminiumlegierungen.

5.1 Berechnungsverfahren

5.1.1 Zulässige Berechnungsspannung

Die zulässige Berechnungsspannung f darf den kleineren der beiden Werte $0,6 R_{eT}$ oder $0,3 R_m$ nicht übersteigen, wobei R_{eT} und R_m Werte aus den Werkstoffnormen sind.

³⁾ Europäische Norm in Vorbereitung

5.1.2 Nennwanddicke

Die Nennwanddicke e von Mänteln und Böden muß sein

$$e \geq e_c + c \quad (1)$$
5.1.3 Berechnete Mantelwanddicke

$$e_{cs} = \frac{P D_o}{20f + P} K_c \quad (2a)$$

$K_c = 1,0$ oder $1,15$, abhängig vom Schweißverfahren. Die vorgesehene Prüfung, siehe Tabellen 8 bis 11 in Abschnitt 10.3.2.2, hängt von den Werten K_c und P ab.

5.1.4 Berechnete Wanddicke gewölbter Böden ohne Öffnung**5.1.4.1 Bedingungen**

Gewölbte Böden müssen die folgenden Bedingungen erfüllen:

- Halbkugelböden: $0,002 D_o \leq e_{ch} \leq 0,16 D_o$
- elliptische Böden: $0,002 D_o \leq e_{ch} \leq 0,08 D_o$
 $h_e = h \geq 0,18 D_o$
- Kugeltorus-Böden: $0,002 D_o \leq e_{ch} \leq 0,08 D_o$
 $r \geq 0,06 D_o$
 $r \geq 3 e_{ch}$
 $R \leq D_o$

Die Grenzwerte für R sind Nennwerte; Toleranzen bis zu 4 % sind zulässig.

Es ist zu beachten, daß die beiden Bedingungen unter b) und die 4 Bedingungen unter c) gleichzeitig erfüllt werden müssen.

Auf keinen Fall, ausgenommen Bild 5b, darf die Wanddicke des zylindrischen Teils bzw. des Bordes eines gewölbten Bodens kleiner sein als die Dicke eines nahtlosen zylindrischen Mantels ohne Ausschnitte, der den gleichen Durchmesser aufweist, aus dem gleichen Werkstoff besteht und für den gleichen Berechnungsdruck und die gleiche Berechnungstemperatur ausgelegt ist.

5.1.4.2 Berechnung von Halbkugelböden

Die Wanddicke von Halbkugelböden wird bestimmt durch die folgende Gleichung:

$$e_{ch} = \frac{P D_o}{40f + P} K_c \quad (2b)$$

K_c = siehe Abschnitt 5.1.3.

5.1.4.3 Berechnung von elliptischen und Kugeltorus-Böden

Diese Berechnung kann wie folgt durchgeführt werden:

- $P/(10f)$ ist aus dem Berechnungsdruck P und der zulässigen Spannung f zu ermitteln.

Es ist h_e/D_o zu ermitteln, wobei für Kugeltorus-Böden h_e der kleinere von den drei Werten ist: $D_o^2/[4(R + e_{ch})]$ oder $\sqrt{D_o(r + e_{ch})/2}$ oder h . Es bedeutet $h = R + e_{ch} - \sqrt{(R - r)^2 - (D_o/2 - e_{ch} - r)^2}$.

- Dieser Wert ist in Bild 2 einzutragen, dann ist senkrecht nach oben bis zu der der vorgesehenen Bodenform entsprechenden h_e/D_o -Kurve zu gehen und dann waagrecht nach links bis zur e_{ch}/D_o -Achse, um den entsprechenden e_{ch}/D_o -Wert abzulesen.

Die Interpolation zwischen h_e/D_o -Kurven ist zulässig; alternativ können Werte von der nächst höheren h_e/D_o -Kurve abgelesen werden.

ANMERKUNG: Die dem Bild 2 entsprechenden Werte sind in Tabelle 2 aufgeführt.

- Nach Multiplikation des Wertes e_{ch}/D_o mit D_o erhält man die Bodenwanddicke e_{ch} .

ANMERKUNG: Wenn die Böden keinen Bord haben, dann muß die Wanddicke e_{ch} mit dem Faktor K_c multipliziert werden.

Die Dicke des Kugelkalottenteiles eines Kugeltorus-Bodens darf ermittelt werden wie für einen Halbkugelboden mit einem Kugelradius R im Bereich des Durchmessers $D_c - 2z$, wobei

$z = 0,5 \sqrt{R \cdot \text{Wanddicke des Kugeltorus-Bodens}}$ ist.

Bild 2 kann für Werte von h_e und D_o verwendet werden, die sich auf Innenmaße beziehen, vorausgesetzt $h_e/D_o < 0,27$; oberhalb dieses Wertes sind Außenmaße zu verwenden.

5.1.5 Wanddickenberechnung für unverstärkte ebene Böden ohne Öffnungen

Die Mindestwanddicke unverstärkter ebener Böden ohne Öffnungen ergibt sich aus folgender Gleichung:

$$e = C D \sqrt{\frac{P}{10f}} \quad (3)$$

wobei $C = 0,5$ ist.

5.1.6 Berechnung von Ausschnittverstärkungen für Mäntel und gewölbte Böden mit Öffnungen (Stutzen)

5.1.6.1 Eine Berechnung von Ausschnittverstärkungen ist nicht erforderlich, wenn

- der innere Durchmesser des Ausschnittes $d \leq 0,14 \sqrt{(D_o - e_a) e_a}$ ist (4a)

oder wenn

- der innere Durchmesser des Ausschnittes $d \leq 2 \frac{e_a - e_c - c}{e_c} \sqrt{(D_o - e) e} - 2(e_{cb} + c_b)$ ist (4b)

oder wenn

- die folgenden Bedingungen für die Abmessungen des Stutzens und der Öffnung erfüllt sind (siehe Bild 3):

$$h_{be} \cdot e_{rb} \geq \frac{d}{2} \cdot e_c \quad (4c)$$

$d_b \leq 40$ mm.

Dabei ist h_{be} der kleinere Wert von h_b oder $6 e_c$ (siehe Bilder 3a und 3b) bzw. der kleinere Wert von h_b oder $10 e_c$ mit der Einschränkung von

$h_{be1} \leq 6 e_c$ und $h_{be2} \leq 6 e_c$ (siehe Bild 3c).

5.1.6.2 Wenn die Bedingungen nach Abschnitt 5.1.6.1 nicht erfüllt sind, gilt die nachfolgende Berechnungsmethode für zylindrische Mäntel und gewölbte Böden mit kreisrunden Öffnungen, wobei die Annahmen und Bedingungen aus den Abschnitten 5.1.6.3 und 5.1.6.4 zu erfüllen sind.

5.1.6.3 Der Abstand zwischen zwei Öffnungen, gemessen zwischen den Öffnungsrandern, darf nicht kleiner als $10 e$ sein.

Wenn der Abstand zwischen zwei Öffnungen größer oder gleich $2 l_{rs}$ ist mit

$$l_{rs} = \sqrt{(2 \cdot R + e_{rs}) e_{rs}^4}, \quad (5)$$

dann ist die notwendige Verstärkung nach Abschnitt 5.1.6.6, Fall A oder C, zu berechnen.

Wenn der Abstand zwischen den Öffnungen kleiner als $2 l_m$ ist, ist die notwendige Verstärkung gemäß Abschnitt 5.1.6.6, Fall B oder D, zu berechnen.

5.1.6.4 Die Verstärkung des Mantels oder gewölbten Bodens kann alternativ erreicht werden durch

- eingesetzte Stutzen
 - aufgesetzte Stutzen
 - Wanddickenerhöhung
- } einschließlich Anschweißung durch Reib- und Preß-Schweißen

4) Siehe auch Formel (11) in Abschnitt 6.1.3.5

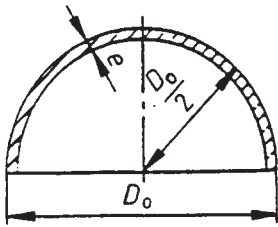


Bild 1a: Halbkugelboden

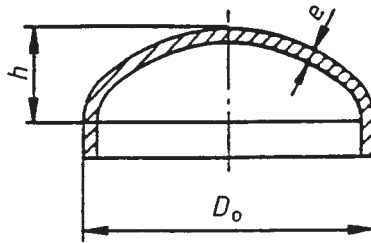


Bild 1b: Elliptischer Boden

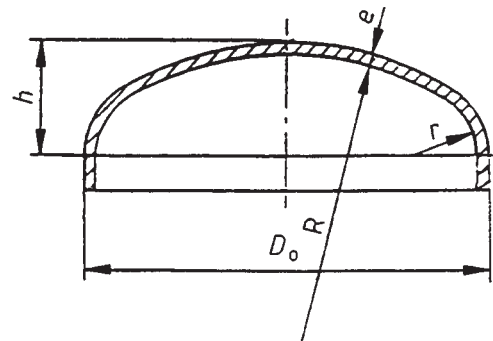
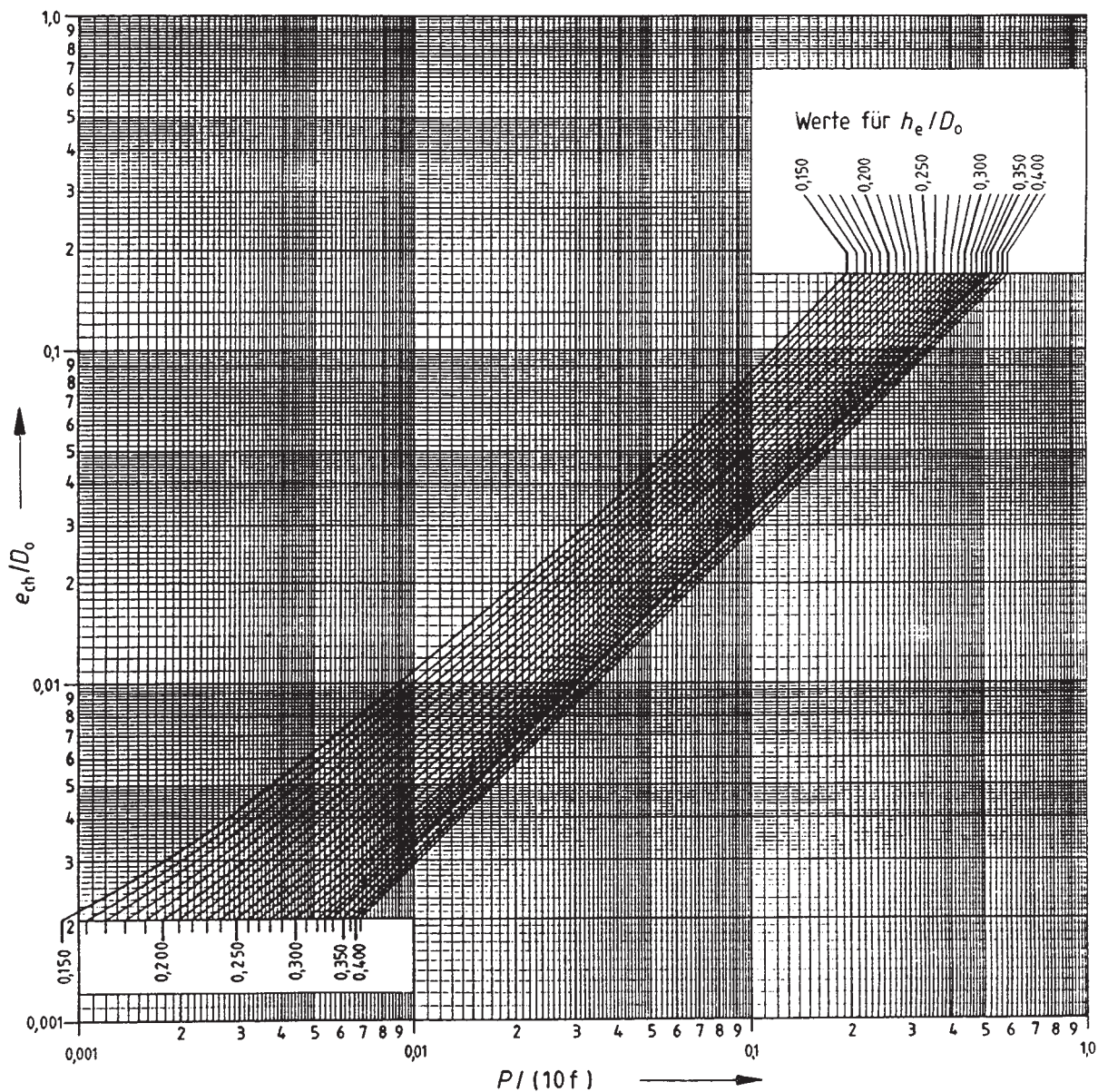


Bild 1c: Kugeltorus-Boden

Bild 1: Arten von Böden



ANMERKUNG: Logarithmische Teilung

Bild 2: Berechnungskurven für gewölbte Böden