

**Einfache unbefeuerte Druckbehälter für Luft oder Stickstoff**  
 Teil 3: Druckbehälter aus Stahl für Druckluftbremsanlagen und  
 pneumatische Hilfseinrichtungen in Schienenfahrzeugen  
 Deutsche Fassung EN 286-3 : 1994

**DIN**  
**EN 286-3**

ICS 23.020.30

Mit DIN 5590 : 1994-11

Ersatz für

DIN 5590 : 1978-12

Deskriptoren: Schienenfahrzeug, Druckluftbremsanlage, Druckbehälter, Stahlbehälter

Simple unfired pressure vessels designed to contain air or nitrogen –

Part 3: Steel pressure vessels designed for air braking equipment and auxiliary pneumatic equipment for railway rolling stock

German version EN 286-3 : 1994

Récipients à pression simples, non soumis à la flamme, destinés à contenir de l'air ou de l'azote –

Partie 3: Récipients à pression en acier, destinés aux équipements pneumatiques de freinage

et aux équipements pneumatiques auxiliaires du matériel roulant ferroviaire

Version allemande EN 286-3 : 1994

**Die Europäische Norm EN 286-3 : 1994 hat den Status einer Deutschen Norm.**

**Nationales Vorwort**

Das vorliegende Dokument wurde aufgrund eines Mandates der Europäischen Kommission an CEN erstellt. Entsprechend der Entschließung des EG-Rates vom 7. Mai 1985 über die neue Konzeption auf dem Gebiet der technischen Harmonisierung und der Normung soll die Norm dazu dienen, unter Berücksichtigung des Standes der Technologie technische Spezifikationen zu beschreiben, die die Beteiligten benötigen, um einfache Druckbehälter herstellen und in den Verkehr bringen zu können, die den in der EG-Richtlinie 87/404/EWG vom 25. Juni 1987 für diese Erzeugnisse festgelegten grundlegenden Anforderungen entsprechen.

Diese Norm enthält keine Angaben über Behältermaße. Diese sind in der Norm DIN 5590 festgelegt.

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

EN 10045-1 siehe DIN EN 10045-1

ISO 7-1 siehe DIN 2999-1

ISO 228-1 siehe DIN ISO 228-1

ISO 261 siehe DIN 13-12 Beiblatt, DIN 16903-1, DIN 16903-2, DIN 16903-3

ISO 1101 siehe DIN ISO 1101

ISO 1106-1 siehe DIN 54111-1

ISO 1106-3 siehe DIN 54111-1

ISO 5173 siehe DIN 50121-1, DIN 50121-2 und DIN 50121-3

**Änderungen**

Gegenüber DIN 5590 : 1978-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) Inhalt auf EG-Richtlinie 87/404/EWG abgestellt, d. h. die Abschnitte

- Werkstoffe
- Konstruktion
- Kennzeichnung
- Korrosionsschutz
- Herstellung
- Prüfungen

vollständig überarbeitet.

b) Maßfestlegungen nicht getroffen.

**Frühere Ausgaben**

DIN 5590: 1972-03, 1978-12

Fortsetzung Seite 2  
und 32 Seiten EN

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

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Literaturhinweise in nationalen Zusätzen

|                |                                                                                                                                                                |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIN 13-12 Bbl. | Metrisches ISO-Gewinde – Regel- und Feingewinde von 1 bis 300 mm Durchmesser, Übersicht der Gewinde nach ISO 261 : 1973                                        |
| DIN 2999-1     | Whitworth-Rohrgewinde für Gewinderohre und Fittings – Zylindrisches Innengewinde und kegeliges Außengewinde – Gewindemaße                                      |
| DIN 16903-1    | Gewindebuchsen für Kunststoff-Formteile, offen                                                                                                                 |
| DIN 16903-2    | Gewindebuchsen für Kunststoff-Formteile, geschlossen, mit Scheibe                                                                                              |
| DIN 16903-3    | Gewindebuchsen für Kunststoff-Formteile, geschlossen                                                                                                           |
| DIN 50121-1    | Prüfung metallischer Werkstoffe – Technologischer Biegeversuch an Schweißverbindungen und Schweißplattierungen, Schmelzschweißverbindungen                     |
| DIN 50121-2    | Prüfung metallischer Werkstoffe – Technologischer Biegeversuch an Schweißverbindungen und Schweißplattierungen, Preßschweißverbindungen                        |
| DIN 50121-3    | Prüfung metallischer Werkstoffe – Technologischer Biegeversuch an Schweißverbindungen und Schweißplattierungen, Schmelzschweißplattierungen                    |
| DIN 54111-1    | Zerstörungsfreie Prüfung – Prüfung metallischer Werkstoffe mit Röntgen- und Gammastrahlen – Aufnahme von Durchstrahlungsbildern von Schmelzschweißverbindungen |
| DIN EN 10045-1 | Metallische Werkstoffe – Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy – Teil 1: Prüfverfahren; Deutsche Fassung EN 10 045-1 : 1990                                       |
| DIN ISO 228-1  | Rohrgewinde für nicht im Gewinde dichtende Verbindungen – Bezeichnung, Maße und Toleranzen                                                                     |
| DIN ISO 1101   | Technische Zeichnungen – Form- und Lagetolerierung; Form-, Richtungs-, Orts- und Lauftoleranzen – Allgemeines, Definitionen, Symbole, Zeichnungseintragungen   |

### Internationale Patentklassifikation

B 60 T 013/26  
B 60 T 017/06  
F 16 J 012/00  
F 15 B 001/02  
F 15 B 009/12  
G 01 M 019/00  
F 17 C 001/14

DK 621.642.02-98 : 629.8 : 620.1

Deskriptoren: Schienenfahrzeug, Pneumatikgerät, Druckluftbremsanlage, Druckbehälter, unlegierter Stahl, Güteklasse, Schweißverbindung, Berechnung, Ausführung, Fertigungsplanung, Prüfung, Zusammenbau, Zertifizierung

### Deutsche Fassung

## Einfache unbefeuerte Druckbehälter für Luft oder Stickstoff

### Teil 3: Druckbehälter aus Stahl für Druckluftbremsanlagen und pneumatische Hilfseinrichtungen in Schienenfahrzeugen

Simple unfired pressure vessels designed to contain air or nitrogen — Part 3: Steel pressure vessels designed for air breaking equipment and auxiliary pneumatic equipment for railway rolling stock

Réceptifs à pression simple, non soumis à la flamme, destinés à contenir de l'air ou de l'azote — Partie 3: Réceptifs à pression, en acier, destinés aux équipements pneumatiques de freinage et aux équipements pneumatiques auxiliaires du matériel roulant ferroviaire

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 1993-09-09 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 seine 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     | 13 Angaben, die bei der Ausschreibung und Bestellung zu machen sind .....     | 22    |
| 1 Anwendungsbereich .....                                        | 2     | 14 Lieferung .....                                                            | 22    |
| 2 Normative Verweisungen .....                                   | 3     | 15 Behälterbegleitdokumentation .....                                         | 23    |
| 3 Symbole .....                                                  | 4     | Anhang A (normativ) Konformitätsüberprüfung ....                              | 23    |
| 4 Werkstoffe .....                                               | 4     | Anhang B (normativ) Konformitätserklärung – Überwachung .....                 | 23    |
| 5 Konstruktion .....                                             | 5     | Anhang C (normativ) Technische Bauunterlagen ...                              | 25    |
| 6 Besichtigungs- und Entwässerungsöffnungen ...                  | 14    | Anhang D (normativ) Baumusterprüfung .....                                    | 25    |
| 7 Kennzeichnung .....                                            | 15    | Anhang E (normativ) Inhalt des Herstellungsberichtes                          | 26    |
| 8 Korrosionsschutz .....                                         | 17    | Anhang F (informativ) Anbau an die Fahrzeuge ....                             | 26    |
| 9 Schweißverfahrensprüfung .....                                 | 17    | Anhang G (informativ) Überwachung der Behälterbauart A im Betrieb .....       | 28    |
| 10 Prüfung von Schweißern und Bedienern von Schweißgeräten ..... | 17    | Anhang H (informativ) Überwachung der Behälterbauarten B und C im Betrieb ... | 31    |
| 11 Prüfung der Behälter .....                                    | 17    |                                                                               |       |
| 12 Zertifizierungsverfahren .....                                | 22    |                                                                               |       |

## Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom CEN/TC 54 "Unbefeuerte Druckbehälter" erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI betreut wird. Diese Europäische Norm wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und das Sekretariat der Europäischen Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinie(n). Das CEN/TC 54 hat beschlossen, den Schluß-Entwurf zur formellen Abstimmung vorzulegen. Das Ergebnis war positiv. Dieser Teil ist einer aus einer Reihe von vier Normen, von denen die anderen wie folgt lauten:

Teil 1: Konstruktion, Herstellung und Prüfung.

Teil 2: Einfache, serienmäßig hergestellte, unbefeuerte Druckbehälter für Druckluftbremsanlagen und Hilfseinrichtungen in Kraftfahrzeugen und deren Anhängerfahrzeuge.

Teil 4: Druckbehälter aus Aluminiumlegierungen 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 1995, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 1995 zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind folgende Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Spanien und das Vereinigte Königreich.

## 1 Anwendungsbereich

**1.1** Dieser Teil dieser Europäischen Norm gilt für einfache Druckbehälter aus Stahl, unbefeuert, nachfolgend als "Behälter" bezeichnet, für Druckluftbremsanlagen und pneumatische Hilfseinrichtungen in Schienenfahrzeugen (siehe 1.6).

Sie legt drei Behälterbauarten A, B und C fest (siehe Tabelle 1), die den von den europäischen Eisenbahnverwaltungen üblicherweise angewandten Praktiken entsprechen.

### 1.2 Behälter nach dieser Norm:

- sind einwandig;
- sind aus unlegiertem Stahl;
- sind geschweißt;
- werden mit einem zulässigen Betriebsüberdruck von 10 bar verwendet;
- haben ein Produkt aus zulässigem Betriebsüberdruck (in bar) und Rauminhalt (in Litern) von 50 bar Liter < PV ≤ 10 000 bar Liter;
- bestehen aus einem kreiszylindrischen Teil, genannt "Mantel", der mit zwei nach außen gewölbten Böden, d. h. mit zwei gewölbten Böden mit derselben Drehachse, verschlossen wird. Diese Norm gilt daher nicht für Behälter, die ein oder zwei ebene Böden haben oder aus mehreren Kammern bestehen;

g) werden berechnet mit einem Berechnungsdruck  $P$  (siehe 5.1.4.1.2);

h) sind für Betriebstemperaturen von -40 °C bis +100 °C ausgelegt;

j) werden an den Fahrzeugen befestigt:

- mit Gurten für Behälterbauarten A und B;
- mit angeschweißten Konsolen für Behälterbauarten B und C.

**1.3** Im normalen Betrieb ist ein momentaner Überdruck von 1 bar (10 % von  $P_S$ ) des zulässigen Betriebsüberdruckes zugelassen.

**1.4** Dieser Teil dieser Europäischen Norm gilt für den Behälter selbst, vom Einlaßanschluß bis zum Auslaßanschluß, sowie für alle Anschlüsse und Anbauteile, die zu dem Behälter gehören.

**1.5** Dieser Teil dieser Europäischen Norm enthält die Festlegungen, die bei der Berechnung, der Konstruktion, der Herstellung, der Überwachung während der Herstellung und der Zertifizierung sowie dem Zubehör für den Anbau an die Fahrzeuge einzuhalten sind.

Die Anforderungen können nicht bis ins einzelne so niedergeschrieben werden, daß sie eine gute Ausführung und

Tabelle 1: Definition der Behälterbauart

| Merkmal                                                                        | Bauart A                                                                  | Bauart B                                                                                                              | Bauart C                                                                                                              | In dieser Norm zutreffender Unterabschnitt |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Berechnungsnennspannung $f$                                                    | $0,6 R_{eT}$ oder $0,3 R_m$                                               | —                                                                                                                     | $0,6 R_{eT}$ oder $0,3 R_m$                                                                                           | 5.1.4.1                                    |
|                                                                                | —                                                                         | $0,3 R_m/1,4$<br>mit $R_m \leq 360 \text{ N/mm}^2$                                                                    | —                                                                                                                     | 5.1.4.2                                    |
| Krümmungsradien des Bodens                                                     | $R = D_0$<br>$r = 0,1 D_0$                                                | —                                                                                                                     | $R = D_0$<br>$r = 0,1 D_0$                                                                                            | 5.1.3.1.1                                  |
|                                                                                | —                                                                         | $R = D_0$<br>$r \geq 0,06 D_0$                                                                                        | —                                                                                                                     | 5.1.3.1.2                                  |
| Verbindung Mantel/Boden                                                        | Stumpfschweißnaht oder angezogener Boden.<br>Durchschweißnaht             | —                                                                                                                     | Stumpfschweißnaht oder angezogener Boden.<br>Durchschweißnaht                                                         | 5.1.5.2.1                                  |
|                                                                                | —                                                                         | Eingeschobener Boden                                                                                                  | —                                                                                                                     | 5.1.5.2.2                                  |
| Gewinde für Besichtigungsöffnungen, Anschlußöffnungen und Entwässerungsstutzen | ISO 228-1<br>ISO 261                                                      | ISO 7-1<br>ISO 228-1<br>ISO 261                                                                                       | ISO 7-1<br>ISO 228-1<br>ISO 261                                                                                       | 5.2.1                                      |
| Schweißnaht für Entwässerungsstutzen                                           | Vollständige Durchschweißung der Behälterwand bei durchgestecktem Stutzen | Vollständige Durchschweißung der Behälterwand bei durchgestecktem Stutzen<br>Kehlschweißnaht bei aufgesetztem Stutzen | Vollständige Durchschweißung der Behälterwand bei durchgestecktem Stutzen<br>Kehlschweißnaht bei aufgesetztem Stutzen | 5.2.4.2                                    |
| Art der Befestigung am Fahrzeug                                                | Befestigung mit Gurten                                                    | Befestigung mit Gurten oder angeschweißten Konsolen                                                                   | Befestigung mit angeschweißten Konsolen                                                                               | Anhang F                                   |
| Überwachung im Betrieb                                                         | Anhang G                                                                  | Anhang H                                                                                                              | Anhang H                                                                                                              | —                                          |

Herstellung sicherstellen. Jeder Hersteller muß daher selbst alle notwendigen Schritte unternehmen, um sicherzustellen, daß die Güte der Herstellung und die Ausführung einen Stand erreichen, der mit einer guten ingenieurmäßigen Praxis vereinbar ist.

Dieser Teil dieser Norm enthält:

- a) im Anhang F: Empfehlungen für den Anbau an die Fahrzeuge;
- b) im Anhang G: Empfehlungen für die Überwachung der Behälterbauart A im Betrieb;
- c) im Anhang H: Empfehlungen für die Überwachung der Behälterbauarten B und C im Betrieb.

**1.6** Die Festlegungen dieser Europäischen Norm gelten für die Behälter, mit denen die Schienenfahrzeuge der großen nationalen Bahnen, der Stadtbahnen (Untergrundbahnen, Straßenbahnen), der Privatbahnen (Regionalbahnen, Bahnen von Unternehmen usw.) ausgerüstet sind.

## 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 – Teil 1: Stahl
- EN 288-1 Anforderung und Anerkennung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe – Teil 1: Allgemeine Regeln für das Schmelzschweißen
- EN 288-2 Anforderung und Anerkennung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe – Teil 2: Schweißanweisung für das Lichtbogenschweißen
- EN 288-3 Anforderung und Anerkennung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe – Teil 3: Schweißanweisungsprüfungen für das Lichtbogenschweißen von Stählen
- EN 10025 Warmgewalzte Erzeugnisse aus unlegierten Baustählen – Technische Lieferbedingungen
- EN 10045-1 Metallische Werkstoffe; Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy – Teil 1: Prüfverfahren
- EN 10207 Stähle für einfache Druckbehälter – Technische Lieferbedingungen für Bleche, Bänder und Stangen
- EN 26520 Klassifikation von Fehlern in Metall-Schmelzschweißungen, mit Erläuterungen

|            |                                                                                                                                                                                                   |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ISO 7-1    | Rohrgewinde für im Gewinde dichtende Verbindungen — Teil 1: Bezeichnung, Maße, Toleranzen                                                                                                         |
| ISO 228-1  | Rohrgewinde für nicht im Gewinde dichtende Verbindungen — Teil 1: Bezeichnung, Maße, Toleranzen                                                                                                   |
| ISO 261    | Metrische ISO-Gewinde für allgemeine Verwendung — Übersicht                                                                                                                                       |
| ISO 1101   | Technische Zeichnungen — Form- und Lage-tolerierung — Form-, Richtungs-, Orts- und Lauf-toleranzen — Allgemeines, Definitionen, Symbole, Zeichnungseintragungen                                   |
| ISO 1106-1 | Empfohlene Praxis für die radiographische Untersuchung schmelzgeschweißter Verbindungen — Teil 1: Durch Schmelzschweißen hergestellte Stumpfnähte in Stahlplatten bis einschließlich 50 mm Dicke  |
| ISO 1106-3 | Empfohlene Praxis für die radiographische Untersuchung schmelzgeschweißter Verbindungen — Teil 3: Schmelzgeschweißte Rundverbindungen in Stahlrohren mit Wanddicken bis und incl. 50 mm Wanddicke |
| ISO 5173   | Stumpfschweißverbindungen bei Stahl — Querfaltversuch mit Wurzel oder Decklage in der Zugzone                                                                                                     |

### 3 Symbole

|          |                                                                             |                   |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| $A$      | Bruchdehnung                                                                | %                 |
| $A_{fb}$ | Wirksame Querschnittsfläche des Stutzens                                    | mm <sup>2</sup>   |
| $A_{fp}$ | Wirksame Querschnittsfläche des Verstärkungsblechs                          | mm <sup>2</sup>   |
| $A_{fs}$ | Wirksame Querschnittsfläche des Mantels                                     | mm <sup>2</sup>   |
| $A_p$    | Druckbelastete Fläche                                                       | mm <sup>2</sup>   |
| $c$      | Absoluter Betrag des unteren Grenzabmaßes für Bleche, gemäß der Norm        | mm                |
| $D_0$    | Außendurchmesser des Behältermantels                                        | mm                |
| $d_{ib}$ | Innendurchmesser des Stutzens                                               | mm                |
| $d_{ob}$ | Außendurchmesser des Stutzens                                               | mm                |
| $e$      | Wandnenndicke                                                               | mm                |
| $e_c$    | Berechnete Dicke                                                            | mm                |
| $e_{ch}$ | Berechnete Wanddicke des Bodens                                             | mm                |
| $e_{cs}$ | Berechnete Wanddicke des Mantels                                            | mm                |
| $e_h$    | Nennwanddicke des Bodens                                                    | mm                |
| $e_{rb}$ | Wanddicke des Stutzens im verstärkten Bereich                               | mm                |
| $e_{rp}$ | Wanddicke des Verstärkungsblechs im verstärkten Bereich                     | mm                |
| $e_{rs}$ | Wanddicke des Mantels im verstärkten Bereich                                | mm                |
| $f$      | Berechnungs-nennspannung bei Berechnungstemperatur                          | N/mm <sup>2</sup> |
| $f_b$    | Zulässige Spannung des Stutzens                                             | N/mm <sup>2</sup> |
| $g$      | Kehl-nahtdicke                                                              | mm                |
| $h$      | Außenhöhe des gewölbten Teils eines Bodens (siehe Bild 4)                   | mm                |
| $h_1$    | Höhe des zylindrischen Teils eines Bodens (siehe Bild 4)                    | mm                |
| $h_2$    | Innenhöhe des gewölbten Teils eines Bodens (siehe Bild 4)                   | mm                |
| $K_c$    | Berechnungsbeiwert, abhängig vom gewählten Schweißverfahren                 |                   |
| $KV$     | Verbrauchte Schlagarbeit (Prüfling mit V-Kerbe)                             | J                 |
| $L$      | Gesamtlänge des Behälters                                                   | mm                |
| $L_1$    | Abstand von der Mitte einer Entwässerungsöffnung bis zum Ende des Behälters | mm                |

|           |                                                                                                                        |                   |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| $l_{rb}$  | Länge des Stutzens im verstärkten Bereich                                                                              | mm                |
| $l_{rbi}$ | Länge des innenliegenden Stutzenteils im verstärkten Bereich                                                           | mm                |
| $l_{rp}$  | Breite des Verstärkungsblechs im verstärkten Bereich, gemessen entlang der neutralen Faser                             | mm                |
| $l_{rs}$  | Breite des Spannungsquerschnittes des Behälters, gemessen entlang der neutralen Faser                                  | mm                |
| $P$       | Berechnungsdruck, abhängig vom zulässigen Betriebsdruck und von den gewählten Schweiß- und Prüfverfahren <sup>1)</sup> | bar               |
| $PS$      | Maximaler Betriebsdruck <sup>1)</sup>                                                                                  | bar               |
| $R$       | Innenradius des gewölbten Teils des Bodens                                                                             | mm                |
| $R_{eT}$  | Mindeststreckgrenze bei maximaler Arbeitstemperatur                                                                    | N/mm <sup>2</sup> |
| $R_i$     | Örtlicher Innenradius an der jeweiligen Öffnung                                                                        | mm                |
| $R_m$     | Mindestzugfestigkeit, garantiert durch den Hersteller oder die Stahlnorm                                               | N/mm <sup>2</sup> |
| $r$       | Innenradius des Krempenteils des Bodens                                                                                | mm                |
| $S$       | Korrosionszuschlag                                                                                                     | mm                |
| $T_{min}$ | Minimale Betriebstemperatur                                                                                            | °C                |
| $T_{max}$ | Maximale Betriebstemperatur                                                                                            | °C                |
| $T^*$     | Temperatur, bei der der Mittelwert der verbrauchten Schlagarbeit, $KV \geq 28 J$ , in Längsrichtung garantiert wird    | °C                |
| $V$       | Rauminhalt des Behälters                                                                                               | Liter             |

### 4 Werkstoffe

#### 4.1 Druckbeanspruchte Teile

##### 4.1.1 Mantel und Böden

Der Mantel und die Böden müssen aus Stahlblechen nach EN 10207 Güteklasse SPH 235 oder SPH 265 sein.

Diesen Stählen muß ein Werkszeugnis vom Werkstoffhersteller beigelegt sein.

Die Durchschnittswerte der Kerbschlagarbeit  $KV$ , die an drei Längsproben bestimmt wird, muß bei der niedrigsten Betriebstemperatur  $T_{min}$  mindestens 28 J betragen.

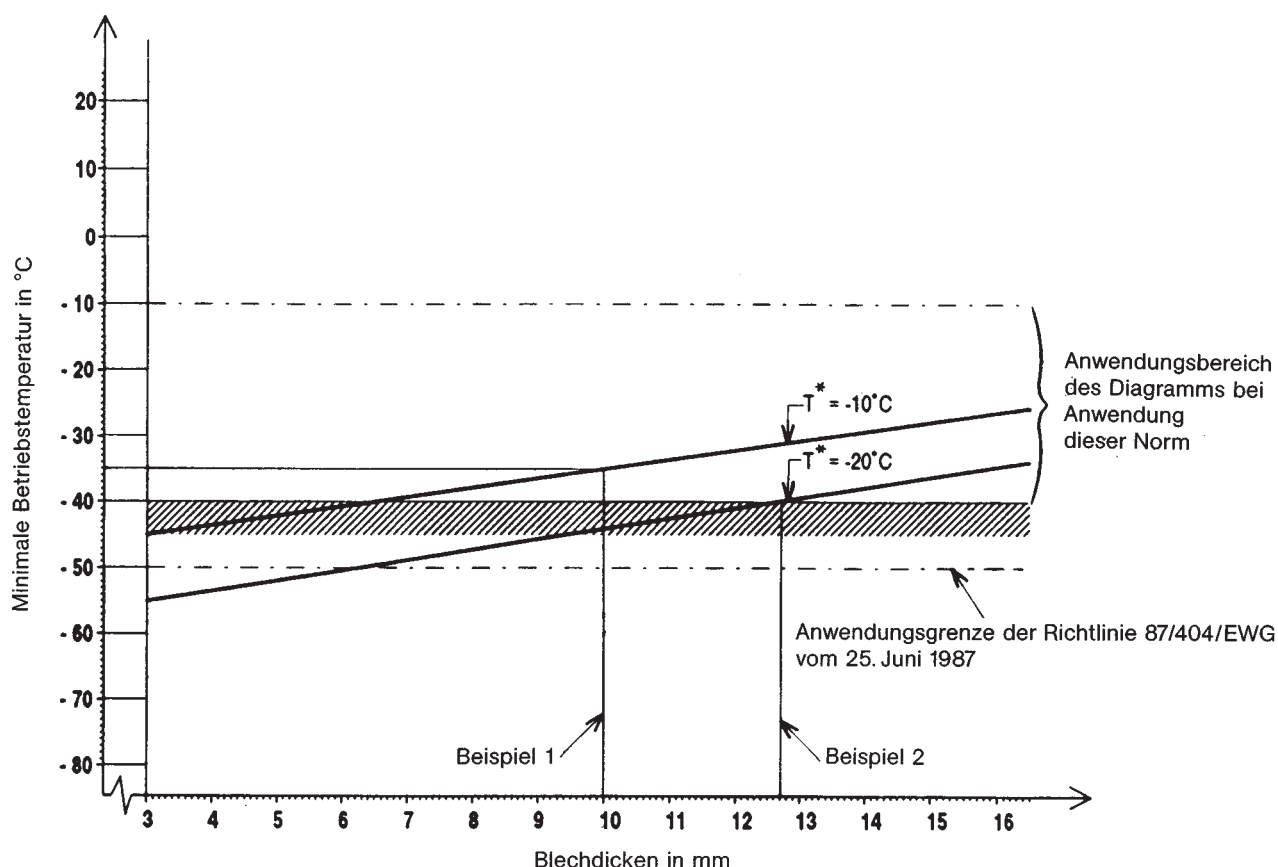
Dieser wesentlichen Sicherheitsanforderung kann folgendermaßen entsprochen werden:

- für die Behälterbauarten A, B und C
  - entweder durch die Durchführung von Kerbschlagbiegeversuchen bei der kleinsten Temperatur von  $-40^\circ\text{C}$ , für die der Werkstoffhersteller verantwortlich ist;
  - oder durch die Verwendung von Stählen, deren entsprechende Kerbschlagarbeit bei der niedrigsten Temperatur von  $-40^\circ\text{C}$  durch eine separate Norm garantiert ist;
  - oder bei einer Temperatur  $T^*$ , die gleich oder kleiner der Temperatur ist, die man durch Extrapolieren mit Hilfe des Nomogramms in Bild 1 erhält.

- nur für die Behälterbauart B
 

indem man sich vergewissert, daß ein Spröbruch bei der kleinsten Betriebstemperatur von  $-40^\circ\text{C}$  nicht auftreten kann, wenn die Theorie der Bruchmechanik unter Heranziehung eines Codes oder einer anerkannten Norm sowie die Angaben der physikalischen und metallurgischen Eigenschaften eines genormten Stahls bei der Temperatur  $T$  angewandt werden, und zwar unter Berücksichtigung der Spannungen (Primär- und Sekundärspannungen) und der Dicke der Behälter-Werkstoffe.

<sup>1)</sup> Alle Drücke sind Überdrücke.



Anwendungsbeispiele:

BEISPIEL 1:

wenn  $e = 10 \text{ mm}$  und  $T^* = -10^\circ\text{C}$ ,  $T_{\min} = -35^\circ\text{C}$

BEISPIEL 2:

wenn  $T^* = -20^\circ\text{C}$  und  $T_{\min} = -40^\circ\text{C}$ ,  $e_{\max} = 12,7 \text{ mm}$

**Bild 1: Extrapolieren der garantierten, verbrauchten Schlagarbeit bei der Temperatur  $T_{\min}$**

#### 4.1.2 Stutzen für Besichtigung, Rohrleitungsanschlüsse und Entwässerung

Die Stutzen müssen aus runden Profilen oder Stahlrohr aus Stahlsorten hergestellt werden, die den Stahlsorten der Bleche, aus denen der Behälter besteht, angepaßt und schweißbar sind.

Dieser Stahl muß an der mitgeschweißten Arbeitsprobe folgenden Anforderungen genügen:

- $R_m < 580 \text{ N/mm}^2$ ;
- $C < 0,25 \%$ ,  $S < 0,05 \%$  und  $P < 0,05 \%$ .

#### 4.2 Nicht drucktragende Teile

Die Zubehörteile, die an den Behälter anzuschweißen sind, jedoch nicht zu seiner Festigkeit beitragen, müssen aus Stahlsorten hergestellt werden, die den Stahlsorten der Bleche, aus denen der Behälter besteht, angepaßt und schweißbar sind.

Dieser Stahl muß an der mitgeschweißten Arbeitsprobe folgenden Anforderungen genügen:

- $R_m \leq 580 \text{ N/mm}^2$ ;
- $C \leq 0,25 \%$ ,  $S \leq 0,05 \%$  und  $P \leq 0,05 \%$ .

#### 4.3 Schweißzusatzstoffe

Die zur Herstellung der Schweißnähte des Behälters oder am Behälter verwendeten Schweißzusatzstoffe müssen geeignet und den zu verschweißenden Werkstoffen angepaßt sein.

Sie müssen EN ... entsprechen (Norm in Vorbereitung).

## 5 Konstruktion

### 5.1 Mantel und Böden

#### 5.1.1 Allgemeines

Die Behälter sind von einfacher geometrischer Form, bestehend aus einem kreiszylindrischen Teil und zwei nach außen gewölbten Kugeltorus-Böden.

Bei der Konstruktion der Behälter müssen die Einbau- und Wartungsbedingungen berücksichtigt werden. Die Einbau- und Wartungsbedingungen müssen vom Hersteller oder Betreiber angegeben werden (siehe Abschnitt 13).

ANMERKUNG: Beispiele für Einbau- und Wartungsbedingungen sind in den informativen Anhängen F, G und H enthalten.

#### 5.1.2 Konstruktion des Mantels

Die Mäntel bestehen im allgemeinen aus einem einzigen Blech. Besteht der Mantel aus mehreren zusammengesetzten Schüssen, wird die Anzahl der Rundschweißnähte auf ein Minimum reduziert.

Die Längsschweißnähte der Mantelschüsse:

- dürfen sich nicht in einem Bereich von beidseitig  $30^\circ$  von der untersten Mantellinie befinden (siehe Bild 2),
- müssen im oberen Bereich so weit voneinander entfernt sein, daß sie einen Winkel von mindestens  $40^\circ$  bilden (siehe Beispiel in Bild 3).

Alle Schweißungen, auch vorläufige, die sich außerhalb der vorgesehenen Schweißnähte befinden, sind nicht zulässig.

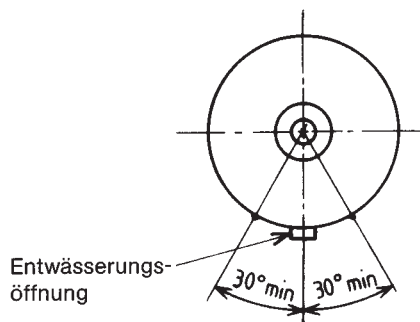


**Bild 2: Anordnung der Längsschweißnähte am unteren Teil des Mantels**

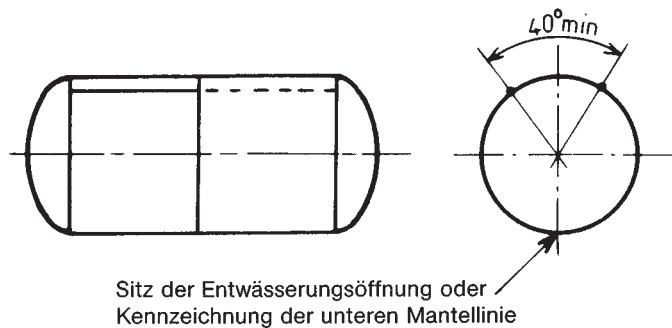


**Bild 3: Anordnung der Längsschweißnähte des Mantels**

### 5.1.3 Konstruktion der Böden

#### 5.1.3.1 Form und Abmessungen der Böden

Die torisphärischen Böden müssen jeweils aus einem Blech geformt werden.

Kümpeln und Bördeln sind mit einem mechanischen Formgebungsverfahren durchzuführen, z. B. durch Pressen oder Treiben. Formen von Hand ist nicht zulässig.

Die torisphärischen Böden (siehe Bild 4) müssen den Bedingungen nach 5.1.3.1.1 und Tabelle 2 bzw. nach 5.1.3.1.2 genügen.

##### 5.1.3.1.1 Behälterbauarten A und C

$$R \text{ (Nenn)} = D_0$$

$$r \text{ (Nenn)} = 0,1 D_0$$

**Tabelle 2: Höhe des zylindrischen Teils der Böden**  
Maße in mm

| $e_h$       | 3  | 4  | 5  | 6  | 8  | 10 | 11 | 12 |
|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| $h_{1\min}$ | 12 | 16 | 20 | 24 | 32 | 40 | 44 | 48 |
| $h_{1\max}$ | 25 | 40 | 50 | 55 |    |    |    |    |

##### 5.1.3.1.2 Behälterbauart B

$$R \text{ (Nenn)} = D_0$$

$$r \text{ (Nenn)} \geq 0,06 D_0$$

$$26 \leq h_1 \leq 40 \text{ mm (siehe 5.1.5.2.2)}$$

##### 5.1.3.2 Wärmebehandlung der Böden nach dem Umformen

Die durch Kaltverformung hergestellten Stahlböden:

- a) mit einer Nennwanddicke der Bleche bis einschließlich 6 mm können ohne nachfolgende Wärmebehandlung verwendet werden;

- b) mit einer Nennwanddicke der Bleche von über 6 mm bis einschließlich 8 mm müssen einer nachfolgenden Wärmebehandlung unterzogen werden, wenn die für den Kerbschlagbiegeversuch geforderte Mindesttemperatur  $-10^\circ\text{C}$  unterschreitet;

- c) mit einer Nennwanddicke der Bleche von über 8 mm dürfen ohne nachfolgende Wärmebehandlung nicht verwendet werden.

Falls eine Wärmebehandlung erforderlich ist, ist diese nach der Kaltverformung das Normalglühen (siehe a), b) und c)), d. h. eine Erwärmung über den kritischen Temperaturbereich hinaus, gefolgt von einer Abkühlung an Luft.

Die Wärmebehandlungstemperatur muß die obere Grenze des kritischen Bereiches (im allgemeinen Punkt A3 genannt) überschreiten, ihr aber so nahe wie möglich kommen.

ANMERKUNG: Bei den in Abschnitt 4 festgelegten Stählen liegt die Temperatur der Wärmebehandlung im Bereich von  $890^\circ\text{C}$  bis  $950^\circ\text{C}$ . Wenn dieser Bereich nicht in der Norm enthalten ist, sollte die tatsächliche Temperatur für das Normalglühen vom Stahlhersteller angegeben werden.

### 5.1.4 Berechnung der Mantel- und Bodenwanddicken

#### 5.1.4.1 Behälterbauart A

##### 5.1.4.1.1 Allgemeines

Die Nenndicke "e" der Mäntel und Böden muß wie folgt sein:

$$e \geq e_c + c + S$$

Der "e<sub>c</sub>"-Wert darf in keinem Fall 2 mm unterschreiten.

Der Korrosionszuschlag "S" beträgt 1 mm.

Der Hersteller muß einen Zuschlag vorsehen, um herstellungsbedingte Wanddickenminderungen zu berücksichtigen.

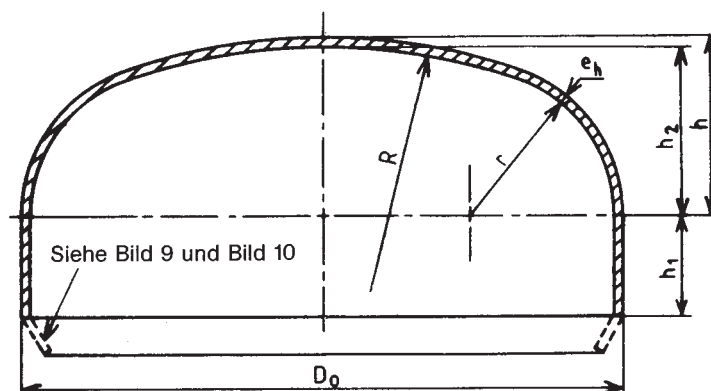


**Bild 4: Torisphärischer Boden**

#### 5.1.4.1.2 Berechnung der Mantelwanddicke " $e_{cs}$ "

$$e_{cs} = \frac{P D_0}{20 f + P} K_c$$

Für die Berechnungsnennspannung " $f$ " wird der kleinere der beiden Werte  $0,6 R_{eT}$  oder  $0,3 R_m$  eingesetzt.

Die Werte für  $R_{eT}$  und  $R_m$  sind in der Werkstoffnorm festgelegt. Bei Stählen, für die  $R_{eT}$  nicht bei 100 °C garantiert wird, wird für die Spannung  $f = 0,6 R_{eT} \cdot 0,9$  eingesetzt.

Die zu berücksichtigenden Werte für  $P$  und  $K_c$  sind:

- Fall 1:  $P \geq PS$  und  $K_c = 1$  für automatisches Schweißen und wenn die Prüfungen nach 11.1.2.1 durchgeführt werden;
- Fall 2:  $P \geq 1,25 \cdot PS$  und  $K_c = 1$  für automatisches Schweißen und wenn die Prüfungen nach 11.1.2.2 durchgeführt werden;
- Fall 3:  $P \geq 1,25 PS$  und  $K_c = 1,15$  für Schweißen mit einem nichtautomatischen Verfahren und wenn die Prüfungen nach 11.1.1 durchgeführt werden.

#### 5.1.4.1.3 Berechnung der Bodenwanddicke " $e_{ch}$ "

Die Bodenwanddicke wird wie folgt berechnet:

- berechne den Wert  $P/(10f)$ . Für den Wert  $f$  siehe 5.1.4.1.2;

- $h_e/D_0$  berechnen, wobei für  $h_e$  der kleinste der drei Werte einzusetzen ist:

$$h, \frac{D_0^2}{4(R + e_{ch})} \text{ und } \sqrt{\frac{D_0(r + e_{ch})}{2}}$$

Mit:

$$e_{ch} = e_{cs};$$

$$h = e_h + h_2$$

$$= e_h + D_0 - \sqrt{(D_0 - r)^2 - (D_0/2 - e_h - r)^2}$$

$$(e_h = e_{cs} + 1 + 0,3 \text{ setzen})$$

ANMERKUNG: 0,3 ist der Betrag des unteren Grenzabmaßes des Bleches.

- $e_{ch}/D_0$  aus Bild 5 ermitteln;

- den ermittelten Wert mit  $D_0$  multiplizieren, um die Dicke  $e_{ch}$  zu erhalten;

- mit diesem Wert die Berechnung anstelle des  $e_{cs}$ -Wertes überprüfen.

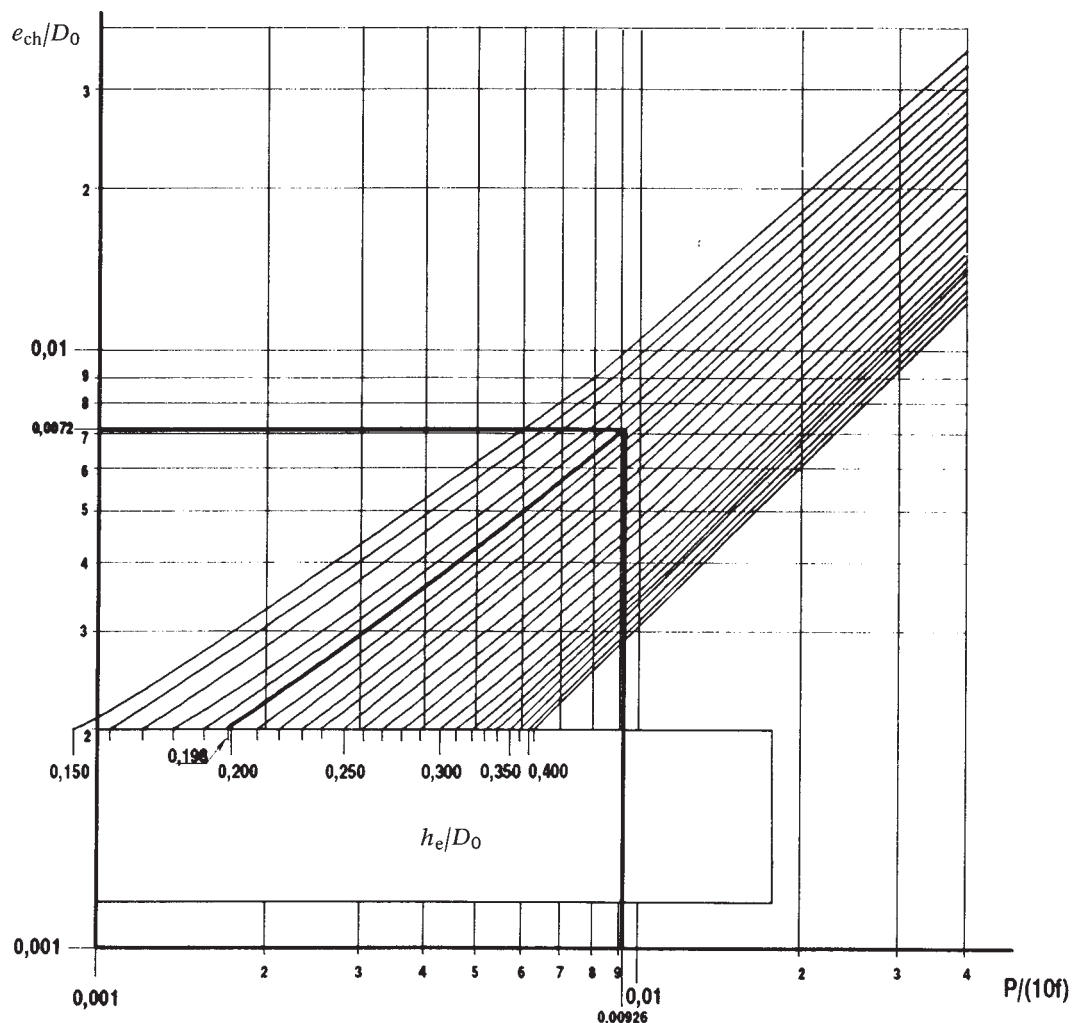


Bild 5: Theoretische Kurven für gewölbte Böden

#### BEISPIEL:

Berechnung der Wanddicke  $e_{ch}$  eines Bodens aus Stahl SPH 235 nach EN 10207,  $R_{eT} = 235 \text{ N/mm}^2$  ( $e \leq 16 \text{ mm}$ ) für einen Behälter mit einem Durchmesser von  $D_0 = 400$ .

$$P = 1,25 PS = 1,25 \times 10 \text{ bar} = 12,5 \text{ bar}$$

(Fall 2 nach 5.1.4.1.2) für den Mantel

$$P = PS = 10 \text{ bar für die Böden}$$

$$K_c = 1$$

$$R = D_0 = 400 \text{ mm}$$

$$r = 0,1 D_0 = 40 \text{ mm}$$

$$f = 108 \text{ N/mm}^2: \text{ der kleinere der beiden Werte:}$$

$$- 0,3 R_m = 108$$

$$- 0,6 R_{eT} = 141$$

$$\frac{P}{10f} = \frac{10}{10 \times 108} = 0,00926$$

$h_e/D_0$  mit  $h_e$  = kleinster der drei Werte:

$$\begin{aligned} \text{a) } h &= e_h + D_0 - \sqrt{(D_0 - r)^2 - (D_0/2 - e_h - r)^2} \\ &= 3,6 + 400 - \sqrt{(400 - 40)^2 - (400/2 - 3,6 - 40)^2} \\ &= 79,35 \end{aligned}$$

$$\text{b) } \frac{D_0^2}{4(R + e_{ch})} = 99,42$$

$$\text{c) } \sqrt{\frac{D_0(r + e_{ch})}{2}} = 91,97$$

$$e_{ch} \text{ wird gleich } e_{cs} = \frac{P D_0}{20f + P} K_c = \frac{12,5 \times 400}{(20 \times 108) + 12,5} \times 1 = 2,3$$

Damit ist

$$e_h = 2,3 + 1 + 0,3 = 3,6$$

$$h_e = 79,35 \text{ und } h_e/D_0 = 0,198$$

gemäß Bild 5:

$$e_{ch}/D_0 = 0,0072$$

$$e_{ch} = 0,0072 \times 400 = 2,88$$

Die Überprüfung der Berechnung mit  $e_{ch} = 2,88$  anstelle von  $e_{cs} = 2,3$  ergibt

$$e_{ch} = 2,9$$

#### 5.1.4.2 Behälterbauart B

##### 5.1.4.2.1 Allgemeines

Die Nennwanddicke  $e$  der Mäntel und Böden muß wie folgt sein:

$$e \geq e_c + c + S$$

Der " $e_c$ "-Wert darf in keinem Fall 2 mm unterschreiten.

Der Korrosionszuschlag " $S$ " beträgt 1 mm.

Der Hersteller muß einen Zuschlag vorsehen, um herstellungsbedingte Wandminderungen zu berücksichtigen.

##### 5.1.4.2.2 Berechnung der Mantelwanddicke " $e_{cs}$ "

Die Mantelwanddicke " $e_{cs}$ " wird nach der in 5.1.4.1.2 angegebenen Formel berechnet.

Wobei jedoch:

— für die Spannung " $f$ " der Wert  $0,3 R_m/1,4$  eingesetzt wird;

— die Zugfestigkeit " $R_m$ " des verwendeten Stahls mit höchstens  $360 \text{ N/mm}^2$  angesetzt werden darf.

Falls der Behälter durch Konsolen, die am Mantel angeschweißt sind, am Fahrzeug befestigt wird, muß der Hersteller die im Unterabschnitt 5.3 angesprochenen Sekundärspannungen berücksichtigen.

Die Mantelwanddicke " $e_{cs}$ " muß weniger als 5 mm betragen.

##### 5.1.4.2.3 Berechnung der Bodenwanddicke " $e_{ch}$ "

Die Bodenwanddicke " $e_{ch}$ " wird nach dem in 5.1.4.1.3 festgelegten Verfahren ermittelt.

Wobei jedoch:

— für die Spannung " $f$ " der Wert  $0,3 R_m/1,4$  eingesetzt wird;

— die Zugfestigkeit " $R_m$ " des verwendeten Stahls mit höchstens  $360 \text{ N/mm}^2$  angesetzt werden darf.

Der Wert von " $e_{ch}$ " muß folgende Bedingung erfüllen:

$$0,002 D_0 \leq e_{ch} \leq 0,08 D_0.$$

#### 5.1.4.3 Behälterbauart C

Die Wanddicken der Mäntel und Böden sind entsprechend den Angaben in 5.1.4.1.2 und 5.1.4.1.3 zu berechnen.

Der Hersteller muß die in 5.3 angesprochenen Sekundärspannungen berücksichtigen.

#### 5.1.5 Schweißverbindungen der Mäntel und Böden

##### 5.1.5.1 Längsschweißnähte

Die Schweißnähte müssen als Stumpfschweißnähte ausgeführt und vollständig durchgeschweißt sein.

Schweißnahtstützen, auch vorläufige, sind nicht zulässig.

##### 5.1.5.2 Rundschweißnähte

###### 5.1.5.2.1 Behälterbauarten A und C

Die zur Herstellung von Mänteln großer Länge erforderlichen Rundschweißnähte werden wie die in 5.1.5.1 enthaltenen Längsschweißnähte behandelt.

Die zulässigen Mantel/Boden-Verbindungen sind in den Bildern 6 bis 10 enthalten. Die in den Bildern 6 bis 8 gezeigten Mantel/Boden-Verbindungen müssen vollständig durchgeschweißt sein. Für vollständige Durchschweißung der Mantelwand siehe Bild 9 und für vollständige Durchschweißung der Bodenwand siehe Bild 10.

Bei Schweißverbindungen von Blechen mit unterschiedlichen Nennwanddicken (Mantel/Boden-Verbindung) dürfen entweder die Mittellinien (Bild 6) oder die Wände an der Innenseite oder an der Außenseite nicht versetzt sein. Die Verjüngung darf 25 % (14°) nicht überschreiten (siehe Bilder 7 und 8), und der Versatz der Mittellinien darf 1 mm nicht überschreiten. Überschreitet der Versatz der Mittellinien 1 mm, so ist eine Anschrägung, wie in den Bildern 8a und 8b dargestellt, durchzuführen.



Bild 6: Stumpfschweißnaht ohne Versatz der Mittellinien

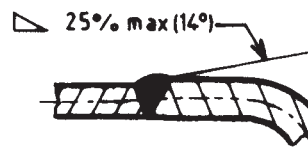


Bild 7: Stumpfschweißnaht mit Versatz der Mittellinien

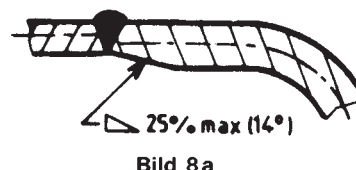


Bild 8a

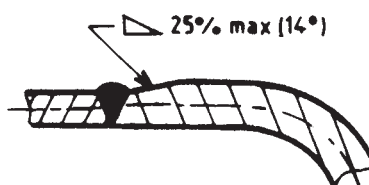


Bild 8b

Bild 8: Stumpfschweißnähte mit Versatz der Mittellinien und Anschrägung

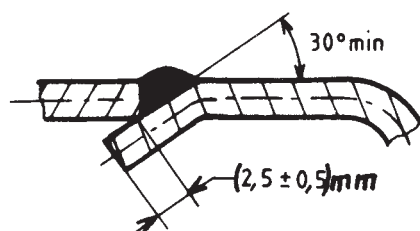


**Bild 9: Schweißnaht zwischen dem Mantel und einem Boden mit gezogenem Rand**

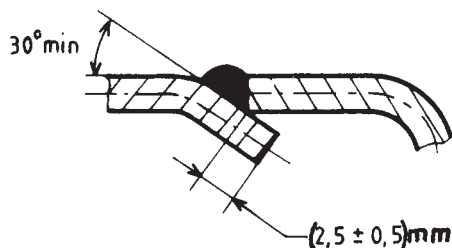


**Bild 10: Schweißnaht zwischen einem Mantel mit gezogenem Rand und einem Boden**

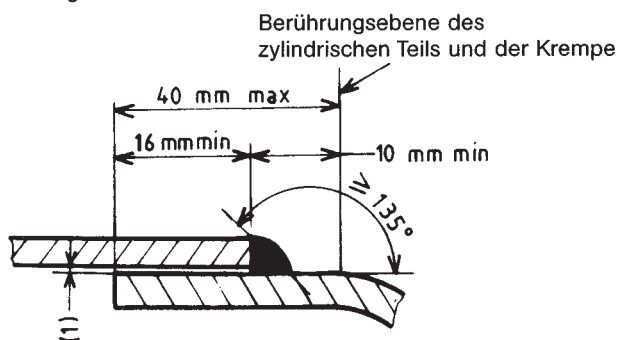
ANMERKUNG: Die in Bild 10 dargestellte Verbindung gilt nur für Behälter, die einen Mantel ohne Längsschweißnaht haben oder aus zwei zusammengeschweißten Böden bestehen.

#### 5.1.5.2.2 Behälterbauart B

Die in Bild 11 dargestellte Mantel/Boden-Verbindung ist die einzige Verbindung, die für die Herstellung von Behältern der Bauart B zulässig ist.

Für diese Behälter ist vor der Fertigung eine Baumusterprüfung nach Abschnitt 12 zwingend vorgeschrieben.

Die Schweißnaht muß an der Mantelwand vollständig durchgeschweißt sein.



(1) Das zulässige Spiel zwischen dem Innendurchmesser des Mantels und dem Außendurchmesser des Bodens beträgt:

- < 0,25 mm bei mindestens 270°;
- ≤ 1 mm bis höchstens 90°.

**Bild 11: Schweißnaht eines eingeschobenen Bodens (nur Bauart B)**

## 5.2 Stützen

### 5.2.1 Allgemeines

#### 5.2.1.1 Behälterbauarten A, B und C

Die Stützen für Besichtigung, Rohrleitungsanschlüsse und Entwässerung sind zylindrische Teile mit einem Rohrrinnengewinde nach ISO 228-1 oder mit einem metrischen ISO-Gewinde nach ISO 261.

Die zulässige Form und die zulässige Schweißart sind in 5.2.4.1 und 5.2.4.2 festgelegt.

Die Mindestzahl, die Abmessungen sowie die Lage am Behälter sind im Abschnitt 6 festgelegt.

Die Wanddicke der Stützen darf das 1,5fache der Dicke des Bleches, an das sie angeschweißt werden, nicht unterschreiten.

#### 5.2.1.2 Behälterbauarten B und C

Die Stützen für Besichtigung, Rohrleitungsanschlüsse und Entwässerung sind zylindrische Teile mit einem im Gewinde dichtenden Rohrrinnengewinde  $R_p$  nach ISO 7-1.

### 5.2.2 Öffnungen für Stützen

Wenn der Durchmesser der Öffnung in der Wand 75 mm überschreitet, ist eine Verstärkungsberechnung nach dem in 5.2.3 enthaltenen Verfahren durchzuführen.

Wenn für Öffnungen eine Verstärkung erforderlich ist, muß hierfür zwischen diesen ein Abstand nach 5.2.3.1 eingehalten werden.

Der größte Abstand zwischen dem Mittelpunkt des gewölbten Bodens und dem äußeren Rand einer Öffnung darf nicht größer sein als  $0,4 D_0$  (siehe Bild 12).

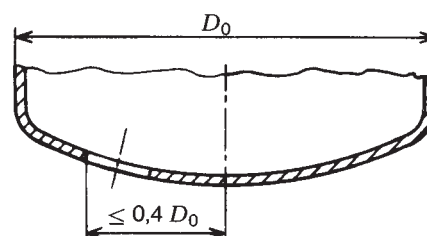


**Bild 12: Lage der Öffnungen im Boden**

Die Öffnungen in den Mänteln und in den Böden sind so weit wie möglich von Schweißnähten entfernt anzuordnen und dürfen diese auf keinen Fall schneiden.

Der vom äußersten Rand gemessene Abstand zwischen zwei Schweißnähten darf nicht weniger als 4mal die Nennstärke des Mantels oder des Bodens betragen, mindestens aber 20 mm (siehe Bilder 13a und 13b).

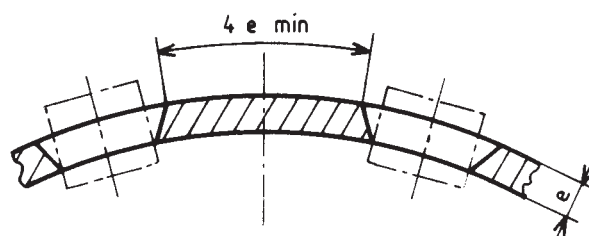


**Bild 13a**

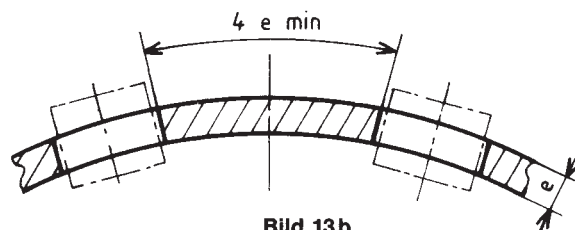


**Bild 13b**

**Bild 13: Abstand zwischen zwei Schweißnähten, gemessen von dem äußersten Teil der Kantenvorbereitung**

### 5.2.3 Berechnung der Öffnungsverstärkung

#### 5.2.3.1 Allgemeines

Der in 5.2.3.2 und 5.2.3.3 beschriebene Berechnungsgang gilt für Mäntel und gewölbte Böden mit runden Öffnungen, wobei die nachfolgend angegebenen Voraussetzungen erfüllt sein müssen.