

Druckgeräte für Kälteanlagen und Wärmepumpen
Teil 1: Behälter
Allgemeine Anforderungen
Deutsche Fassung prEN 14276-1:2001

DIN

EN 14276-1

ICS 23.020.30; 27.080; 27.200

Einsprüche bis 2002-02-28

Entwurf

Pressure equipment for refrigerating systems and heat pumps —
Part 1: Vessels, General requirements;
German version prEN 14276-1:2001

Appareils à pression pour systèmes de réfrigération et de pompes à chaleur —
Partie 1: Appareils, Prescriptions générales;
Version allemande prEN 14276-1:2001

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

— vorzugsweise als Datei per e-Mail an FNKAE@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter <http://www.din.de/stellungnahme> abgerufen werden;

— oder in Papierform an den Normenausschuss Kältetechnik (FNKä) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Kamekestraße 8, 50672 Köln.

Nationales Vorwort

Der europäische Norm-Entwurf prEN 14276-1 ist vom Technischen Komitee CEN/TC 182 „Kälteanlagen, sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen“ (Sekretariat: Deutschland) des Europäischen Komitees für Normung (CEN) ausgearbeitet worden. Im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. war hierfür der Arbeitsausschuss 1 „Sicherheit und Umweltschutz“ des Normenausschusses Kältetechnik (FNKä) zuständig.

Fortsetzung 85 Seiten prEN

Normenausschuss Kältetechnik (FNKä) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

— **Entwurf** —

— Leerseite —

CEN TC 182

Datum: 2001-10

prEN 14276-1

CEN TC 182

Sekretariat: DIN

Druckgeräte für Kälteanlagen und Wärmepumpen — Teil 1: Behälter — Allgemeine Anforderungen

Appareils à pression pour systèmes de réfrigération et de pompes à chaleur — Partie 1 : Appareils — Prescriptions générales

Pressure equipment for refrigerating systems and heat pumps — Part 1: Vessels — General requirements

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe.....	9
3.1 Begriffe.....	9
3.1.1 Temperaturbeanspruchungsfälle	9
3.2 Symbole, Größen und Einheiten.....	12
4 Werkstoffe.....	13
4.1 Allgemeines	13
4.2 Anforderungen an Werkstoffe für drucktragende Teile	14
4.3 Werkstoffe.....	14
4.3.1 Behälter, die aus den folgenden Werkstoffen hergestellt sind, erfüllen die in dieser Norm festgelegten Anforderungen an drucktragende Teile:	14
4.3.2 Plattierung.....	14
4.3.3 Besondere Bedingungen.....	14
4.4 Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch	15
4.4.1 Allgemeines	15
4.4.2 Anforderungen an Werkstoffe	16
4.5 Werkstoffbescheinigungen	16
4.6 Werkstoffe für nichtdrucktragende Teile	16
5 Einstufung der Druckbehälter und besondere Merkmale der Kälteanlage.....	16
5.1 Behälter-Kategorie	16
5.2 Einstufung der Fluide	17
5.2.1 Kältemittel	17
5.2.2 Andere Fluide	17
5.3 Druckbehälter mit unabhängigen Kreisläufen	17
6 Konstruktion	17
6.1 Allgemeines	17
6.2 Korrosion und Korrosionsschutz.....	18
6.2.1 Innere Korrosion	18
6.2.2 Äußere Korrosion.....	18
6.2.3 Angaben zum Korrosionszuschlag	18
6.3 Spannungsrisskorrosion.....	18
6.4 Belastung	18
6.5 Maximal zulässiger Druck P_S	19
6.6 Auslegungsdruck P_d	19
6.7 Berechnungsdruck P oder P_c	19
6.8 Auslegungstemperatur t_d	19
6.9 Niedrigste Werkstofftemperatur	19
6.10 Berechnungstemperatur t_c	19
6.10.1 Allgemeines	19
6.10.2 Unbeheizte Behälter.....	20
6.10.3 Beheizte Behälter	20
6.11 Schweißnahtfaktor	20
6.12 Zulässige Spannung	21
6.13 Zugangs- und Besichtigungsöffnungen, Entlüftungs- und Ablassseinrichtungen, Füll- und Entleerungseinrichtungen sowie Einrichtungen für die Handhabung	22
6.13.1 Nichtkorrosive Fluide	22
6.13.2 Korrosive Fluide.....	22
6.13.3 Entlüftungs- und Ablassseinrichtungen.....	22
6.13.4 Füll- und Entleerungseinrichtungen	22
6.13.5 Einrichtungen für die Handhabung	23
6.14 Verfahren für die Auslegung	23

6.14.1	Allgemeines	23
6.14.2	Auslegung nach Formeln (DBF)	23
6.14.3	Ausführung der Verbindung	27
7	Herstellung	28
7.1	Allgemeines	28
7.2	Rückverfolgbarkeit der Werkstoffe	28
7.3	Herstellungstoleranzen	28
7.4	Nicht lösbare Verbindungen	28
7.4.1	Allgemeines	28
7.4.2	Prüfung der nicht lösbaren Verbindung und des Bedieners der entsprechenden Einrichtungen	28
7.4.3	Herstellung von nicht lösbaren Verbindungen und Rückverfolgbarkeit	28
7.4.4	Schweißen	29
7.4.5	Hartlöten	31
7.4.6	Nicht lösbare Verbindungen durch Formänderung	32
7.5	Umformen von drucktragenden Teilen	33
7.5.1	Allgemeines	33
7.5.2	Tiefziehen	33
7.6	Wärmebehandlung nach dem Schweißen	34
7.7	Innere Reinheit	34
7.8	Ausbesserung und Nachbesserung	34
7.9	Abschließende Fertigungsschritte	34
8	Prüfung und Inspektion	34
8.1	Durchführung der Prüfung und Inspektion	34
8.2	Konstruktionsunterlagen, Prüfung und Genehmigung	35
8.2.1	Allgemeines	35
8.2.2	Konstruktionsunterlagen	35
8.2.3	Konstruktionsprüfung und -genehmigung	36
8.2.4	Änderung der Konstruktionsunterlagen	36
8.3	Bauartzulassung	37
8.4	Kalibrierung	37
8.5	Werkstoff	37
8.6	Herstellung	38
8.7	Zerstörungsfreie Prüfung	38
8.8	Unteraufträge	38
8.9	Abnahmeprüfung	38
8.9.1	Allgemeines	38
8.9.2	Sichtprüfung	38
8.9.3	Überprüfung der technischen Unterlagen	39
8.9.4	Druckprüfung	39
8.10	Kennzeichnung	39
8.11	Dokumentation	40
8.11.1	Betriebsanweisungen des Herstellers	40
8.11.2	Technische Unterlagen für den Anwender	40
8.11.3	Aufzeichnungen	40
9	Sicherheitseinrichtungen	41
Anhang A (normativ)	Weitere Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbbruch: Verfahren je nach Temperaturbeanspruchungsfall	42
Anhang B (informativ)	Anforderung und Anerkennung von Hartlötverfahren, Hartlötern und Bedienern von Hartlöteinrichtungen	46
Anhang C (normativ)	Druckprüfung	59
Anhang D (informativ)	Beziehungen zwischen den verschiedenen Drücken	62
Anhang E (normativ)	Experimentelle Verfahren	63
Anhang F (normativ)	Werkstoffeigenschaften für die Konstruktion	67
Anhang G (informativ)	Einstufung der Bauteile nach der Druckgeräte-Richtlinie (DGRL)	69

	Seite
Anhang H (informativ)	71
Anhang I (normativ) Gruppeneinteilung von Werkstoffen	73
Anhang J (informativ) DN-System.....	75
Anhang K (normativ) Anforderung und Anerkennung von Aufweitverfahren und Bedienern von Aufweiteinrichtungen	76
Anhang ZA (informativ) Abschnitte in dieser Europäischen Norm, die grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie betreffen.....	82
Literaturhinweise.....	85

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 182 „Kälteanlagen, sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist zur CEN-Umfrage verschickt worden.

Diese Europäische Norm wurde im Rahmen eines Mandats, das dem CEN von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone erteilt wurde, erarbeitet und unterstützte grundlegende Anforderungen von EU-Richtlinie(n).

Zusammenhang mit EU-Richtlinie(n) siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieser Norm ist.

Dieses Dokument besteht aus den folgenden Teilen unter dem allgemeinen Titel „*Druckgeräte für Kälteanlagen und Wärmepumpen*“:

— *Teil 1: Behälter*

— *Teil 2: Rohrleitungen*

Die Anhänge A, B, C, D, E, F, I und K dieser Europäischen Norm sind normativ. Die Anhänge G, H, J und ZA dieser Europäischen Norm sind informativ.

Druckbehälter, die mit Teil 1 dieser Norm übereinstimmen und die die Anforderungen an Sicherheitseinrichtungen in Abschnitt 9 erfüllen, gelten als den grundlegenden Anforderungen der EG Druckgeräte-Richtlinie entsprechend.

Einleitung

Diese Europäische Norm wurde erstellt, um die in der Norm prEN 13445, Unbefeuerte Druckbehälter, festgelegten Anforderungen zu ändern bzw. zu ergänzen.

Diese Norm geht auf die besonderen Merkmale von Behältern für Kälteanlagen oder Wärmepumpen ein und hat den Zweck, die spezifischen Erfordernisse der Kälteanlagen- und Wärmepumpenindustrie zu behandeln. Diese Norm sollte in Zusammenhang mit den verschiedenen Teilen der prEN 13445 gelesen werden.

Wenn der Text dieser Norm eine Änderung bzw. Ergänzung zu einem Abschnitt der prEN 13445 darstellt, dann ist die vorliegende Norm maßgebend. Wo diese Norm keine Änderung bzw. Ergänzung zu den Anforderungen eines Abschnittes darstellt, sind die Anforderungen der prEN 13445 maßgebend.

Die besonderen Merkmale einer Kälteanlage sind wie folgt festgelegt:

- a) die Kälteanlage hat den Zweck, Wärme zu entziehen und abzugeben (d. h. Kühlung sowie Erwärmung);
- b) der Betrieb der Kälteanlage erfordert einen Druckerzeuger (z. B. einen Verdichter oder eine Energiequelle);
- c) die Kälteanlage enthält eine festgelegte Kältemittel-Füllmenge in einem geschlossenen Kreislauf;
- d) die chemische Zusammensetzung und die Reinheit des Kältemittels sind in den entsprechenden Normen festgelegt;
- e) der Druck des Kältemittels geht mit abnehmender Temperatur zurück (siehe typische Kurve in Anhang A dieser Norm);
- f) aufgrund der maximalen Temperatur von 200 °C und der maximalen Druckbegrenzung auf 64 bar sind Zeitstandfestigkeit und Ermüdungsfestigkeit aufgrund von Druckänderungen oder Schwingungen keine wesentlichen Faktoren für die Konstruktion;
- g) die Gefahr einer Drucküberschreitung ist auf folgende Ursachen zurückzuführen:
 - 1) Druckerzeuger;
 - 2) Fremdwärmeeinfall (z. B. Brand oder Heißwasser);
 - 3) nicht bestimmungsgemäßer Betrieb;
- h) die Kälteanlage ist so ausgelegt, dass Kältemittlemissionen und das Eindringen von Verunreinigungen möglichst gering gehalten werden.

Halbhermetische oder offene Verdichter fallen nicht in den Anwendungsbereich dieser Norm (siehe Anhang G).

1 Anwendungsbereich

1.1 Diese Europäische Norm legt die Anforderungen an Werkstoffe, Konstruktion, Herstellung, Prüfung, Ausrüstungsteile mit Sicherheitsfunktion und Dokumentation für ortsfeste Druckbehälter für Kälteanlagen und Wärmepumpen fest, die für das Inverkehrbringen maßgebend sind. Diese Anlagen werden in der vorliegenden Norm als Kälteanlagen nach EN 378-1 bezeichnet.

1.2 Diese Europäische Norm gilt für Druckbehälter mit angeschweißten oder angelöteten Bauteilen bis einschließlich Stutzenflansche, Schraub-, Schweiß- oder Lötverbindungen oder bis zu der ersten Schweiß- oder Löt-naht für den Anschluss von Rohrleitungen oder anderen Teilen.

1.3 Diese Europäische Norm gilt für die Auswahl, Anwendung und den Einbau von Ausrüstungsteilen mit Sicherheitsfunktion zum Schutz der Druckbehälter während der verschiedenen Phasen des Kältemittelkreislaufs.

1.4 Diese Europäische Norm gilt für Druckbehälter bis – 1 bar, um die Luftabsaugung des Behälters vor dem Füllen mit Kältemittel zu berücksichtigen.

1.5 Diese Europäische Norm gilt sowohl für die mechanischen Belastungen als auch die thermischen Beanspruchungen nach den Festlegungen in prEN 13445-3, die im Zusammenhang mit Kälteanlagen auftreten. Sie gilt für Druckbehälter mit den maximal zulässigen Temperaturen, für die die zulässigen Nennspannungen für die Werkstoffe nach den Teilen 2 und 3 der EN 13445 abgeleitet werden oder in dieser Norm festgelegt sind. Ferner sollten Behälter, die nach dieser Norm ausgelegt sind, eine maximale Auslegungstemperatur von 200 °C und einen maximalen Auslegungsdruck von 64 bar aufweisen. Außerhalb dieser Grenzwerte muss für die Konstruktion, Herstellung und Prüfung der Behälter prEN 13445 herangezogen werden. In diesen Fällen müssen die besonderen Merkmale der Kälteanlage, wie in der Einleitung der vorliegenden Norm angegeben, ebenfalls berücksichtigt werden.

1.6 Diese Europäische Norm gilt für Druckbehälter, deren wichtigste drucktragende Teile aus duktilen metallischen Werkstoffen nach den Festlegungen in 4 und Anhang I dieser Norm hergestellt sind.

1.7 Diese Europäische Norm gilt nicht für Behälter der folgenden Bauarten:

- Behälter mit Nietverbindungen;
- Mehrlagenbehälter, kaltgereckte (Autofrettage) oder vorgespannte Behälter;
- direkt durch Flammen beheizte Behälter;
- „Roll bond“ — Wärmeaustauscher.

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 datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen 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 (einschließlich Änderungen).

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: Schweißverfahrensprüfungen für das Lichtbogenschweißen von Stählen.*

EN 288-6, *Anforderung und Anerkennung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Teil 6: Schweißverfahren aufgrund vorliegender Erfahrung.*

EN 288-7, *Anforderung und Anerkennung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Teil 7: Anerkennung von Normschweißverfahren für das Lichtbogenschweißen.*

EN 378-1, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen — Teil 1: Grundlegende Anforderungen, Definitionen, Klassifikationen und Auswahlkriterien.*

EN 378-2, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen — Teil 2: Konstruktion, Herstellung, Prüfung, Kennzeichnung und Dokumentation.*

EN 378-3, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen — Teil 3: Aufstellungsort und Schutz von Personen.*

EN 378-4, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen — Teil 4: Betrieb, Instandhaltung, Instandsetzung und Rückgewinnung.*

EN 764, *Druckgeräte — Terminologie und Symbole — Druck, Temperatur, Volumen.*

EN 837-1, *Druckmessgeräte — Teil 1: Druckmessgeräte mit Rohrfedern — Masse, Messtechnik, Anforderungen und Prüfung.*

EN 910, *Zerstörende Prüfungen von Schweißnähten an metallischen Werkstoffen — Biegeprüfungen.*

EN 1045, *Hartlöten — Flussmittel zum Hartlöten — Einteilung und technische Lieferbedingungen.*

EN 1173, *Kupfer und Kupferlegierungen — Zustandsbezeichnungen.*

EN 1418, *Schweißpersonal — Prüfung von Bedienern von Schweißeinrichtungen zum Schmelzschweißen und von Einrichtern für das Widerstandsschweißen für vollmechanisches und automatisches Schweißen von metallischen Werkstoffen.*

EN 1563, *Gießereiwesen — Gusseisen mit Kugelgraphit.*

EN 10002-1, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren (bei Raumtemperatur).*

EN 10111, *Kontinuierlich warmgewalztes Band und Blech aus weichen Stählen zum Kaltumformen — Technische Lieferbedingungen.*

EN 10130, *Kaltgewalzte Flacherzeugnisse aus weichen Stählen zum Kaltumformen — Technische Lieferbedingungen.*

EN 10164, *Stahlerzeugnisse mit verbesserten Verformungseigenschaften senkrecht zur Erzeugnisoberfläche — Technische Lieferbedingungen.*

EN 10204, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen.*

EN 12263, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Sicherheitsschalteneinrichtungen zur Druckbegrenzung — Anforderungen und Prüfungen.*

EN 12517, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung von Schweißverbindungen — Zulässigkeitsgrenzen.*

EN 30012-1, *Forderungen an die Qualitätssicherung für Messmittel — Teil 1: Bestätigungssystem für Messmittel.*

prEN 764-2, *Druckgeräte — Teil 2: Größen, Symbole und Einheiten.*

prEN 764-3, *Druckgeräte — Teil 3: Definition der beteiligten Parteien.*

prEN 764-4, *Druckgeräte — Teil 4: Erstellung von technischen Lieferbedingungen für Werkstoffe.*

prEN 764-5, *Druckgeräte — Teil 5: Nachweis- und Prüfdokumentation für Werkstoffe.*

prEN 1005-2, *Sicherheit von Maschinen — Menschliche körperliche Leistung — Teil 2: Manuelle Handhabung von Gegenständen in Verbindung mit Maschinen und Maschinenteilen.*

prEN 1092-1, *Flansche und ihre Verbindungen — Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehörteile, nach PN bezeichnet — Teil 1: Stahlflansche.*

prEN 1092-3, *Flansche und ihre Verbindungen — Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehörteile nach PN bezeichnet — Teil 3: Flansche aus Kupferlegierungen.*

prEN 1092-4, *Flansche und ihre Verbindungen — Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehörteile nach PN bezeichnet — Teil 4: Flansche aus Aluminiumlegierungen.*

prEN 12735-1, *Kupfer und Kupferlegierungen — Nahtlose Rundrohre aus Kupfer für die Kälte- und Klimatechnik — Teil 1: Rohre für Leitungssysteme.*

prEN 12797, *Hartlöten — Zerstörende Prüfung von Hartlötverbindungen.*

— Entwurf —

prEN 12799, *Hartlöten — Zerstörungsfreie Prüfung von Hartlötverbindungen.*

prEN 13133, *Hartlöten — Hartlöterprüfung.*

prEN 13134, *Hartlöten — Hartlötverfahrensprüfung.*

prEN 13136, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Druckentlastungseinrichtungen und zugehörige Leitungen — Berechnungsverfahren.*

prEN 13445-1, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 1: Allgemeines.*

prEN 13445-2, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 2: Werkstoffe.*

prEN 13445-3, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 3: Konstruktion.*

prEN 13445-4, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 4: Herstellung.*

prEN 13445-5, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 5: Prüfung.*

prEN 13445-6, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 6: Sicherheitseinrichtungen.*

prEN 13445-7, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 7: Zusätzliche Anforderungen an die Konstruktion und Herstellung von Druckbehältern und -behälterteilen aus Gusseisen mit Kugelgraphit.*

EN ISO 4063, *Schweißen und verwandte Prozesse — Liste der Prozesse und Ordnungsnummern.*

EN ISO 3677, *Zusätze zum Weich-, Hart- und Fugenlöten — Bezeichnung.*

prEN ISO 12224-1, *Lötdrähte, massiv und flussmittelgefüllt — Festlegungen und Prüfverfahren — Teil 1: Einteilung und Durchführung (ISO 12224-1:1997).*

prEN ISO 12226-1, *Weichlotpasten — Teil 1: Einteilung und Prüfverfahren (ISO/DIS 12226-1:1997).*

prEN ISO 15614-8, *Anforderungen und Anerkennung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißverfahrensprüfungen — Teil 8: Einschweißen von Rohren in Rohrböden.*

ISO 817, *Organische Kältemittel — Kurzzeichen.*

ISO 857, *Schweißen und verwandte Prozesse — Begriffe.*

ISO 5187, *Schweißen und verwandte Verfahren — Verbindungen mittels Weichlot und Hartlöt-Zusatzwerkstoffen — Mechanische Prüfmethode.*

ISO 7438, *Metallische Werkstoffe — Biegeversuch.*

ISO TR 15608, *Welding — Guidelines for a metallic grouping system for fabrication purposes.*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die in EN 378-1, EN 764 und prEN 764 Teile 2 bis 5, ISO 857 festgelegten Begriffe sowie die folgenden:

3.1 Begriffe

3.1.1 Temperaturbeanspruchungsfälle

3.1.1.1

min $t_{0\ 100}$

die niedrigste Temperatur, bei der drucktragende Teile bei einer Beanspruchung bis zu 100 % der zulässigen Spannung bei 20 °C (normale zulässige Spannung) eingesetzt werden dürfen

3.1.1.2

min $t_{0\ 75}$

die niedrigste Temperatur, bei der drucktragende Teile eingesetzt werden dürfen, wenn ihre Beanspruchung höchstens 75 % der zulässigen Spannung bei 20 °C (reduzierte Spannung) beträgt

3.1.1.3

min $t_{0\ 50}$

die niedrigste Temperatur, bei der drucktragende Teile eingesetzt werden dürfen, wenn ihre Beanspruchung höchstens 50 % der zulässigen Spannung bei 20 °C (mittlere Spannung) beträgt

3.1.1.4**min $t_{0,25}$**

die niedrigste Temperatur, bei der drucktragende Teile eingesetzt werden dürfen, wenn ihre Beanspruchung höchstens 25 % der zulässigen Spannung bei 20 °C (niedrige Spannung) beträgt

3.1.2**Korrosion**

jede Form eines Werkstoffabtrags (z. B. Oxidation, Erosion, Verschleiß und Abrieb)

3.1.3**Sicherheitsdatenblatt**

ein Dokument mit allen erforderlichen Angaben zu vorbeugenden Maßnahmen, Sicherheit, Lagerung, Transport, Etikettierung, Verwendung und Entsorgung von Stoffen und Substanzen, die für die Gesundheit, Sicherheit oder Umgebung eine Gefahr darstellen

3.1.4**maximale Auslegungstemperatur**

die höchste Temperatur, die während des Betriebs oder im Stillstand der Kälteanlage oder während der Prüfung unter Prüfbedingungen auftreten kann.

ANMERKUNG Diese Temperatur entspricht der in Artikel 1.2.4 der DGRL definierten maximal zulässigen Temperatur

3.1.5**Mindest-Auslegungstemperatur**

die niedrigste Temperatur, die während des Betriebs oder im Stillstand der Kälteanlage oder während der Prüfung unter Prüfbedingungen auftreten kann.

ANMERKUNG Diese Temperatur entspricht der in Artikel 1.2.4 der DGRL definierten minimal zulässigen Temperatur

3.1.6**hauptdrucktragende Teile**

druckhaltende Bauteile des Behälters, die zur Festigkeit des Behälters beitragen, z. B. Mantel, Rohrboden, ebene und gewölbte Böden, Anschlüsse oder Formstücke mit einer Nennweite > DN 50

3.1.7**Volumen**

das innere Volumen eines betriebsfertigen Druckraums, einschließlich des Volumens von den Stutzen bis zur ersten Verbindung (Flansch, Kupplung, Schweißnaht, Lötnaht) aber abzüglich des Volumens festeingebauter innenliegender Teile

3.1.8**„Roll bond“ — Wärmeaustauscher**

Wärmeaustauscher, bestehend aus zwei Platten, die miteinander verschweißt sind, bis auf die gedruckten Leitungsbahnen, die den Strömungskanal für das Kältemittel bilden, der sich durch Aufblasen unter Druck ergibt

3.1.9**maximaler Arbeitsdruck**

höchster Druck, dem der Behälter ohne Betätigung einer Sicherheitseinrichtung bei kontinuierlichem Betrieb des Druckerzeugers (Verdichter, Wärmezufuhr ...) standhalten kann.

ANMERKUNG Dieser Druck legt für die Anwender der Anlage die maximalen Betriebsbedingungen fest

3.1.10**maximaler Druck bei Stillstand**

höchster Druck, dem der Behälter ohne Betätigung einer Sicherheitseinrichtung standhalten kann, wenn der Druckerzeuger nicht in Betrieb ist. Dieser Druck tritt während des Transports, der Lagerung oder beim Abschalten des Druckerzeugers auf

3.1.11**Tiefziehen**

Umformprozess durch Pressen, wenn das Verhältnis Tiefe (H) zu Durchmesser (D) größer oder gleich 0,45 ist, siehe Bild 1

— Entwurf —

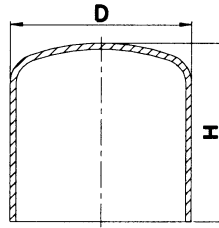


Bild 1 — Tiefziehen

3.1.12**Handlöten; manuelles Löten**

von Hand ausgeführte und gesteuerte Hartlötarbeiten

3.1.13**Teilmechanisches Hartlöten**

Hartlöten mit Einrichtungen, die nur den Vorschub des Lötzusatzwerkstoffes steuern. Der Vorgang des Hartlötens wird von Hand gesteuert

3.1.14**Maschinelles Hartlöten**

Hartlöten mit Einrichtungen, die den Vorgang des Hartlötens unter ständiger Aufsicht eines Bedieners von Hartlöteinrichtungen ausführen

3.1.15**Vollmechanisches Hartlöten**

Hartlöten mit Einrichtungen, die den Vorgang des Hartlötens ohne ständige Beaufsichtigung und Angleichung durch einen Bediener von Hartlöteinrichtungen ausführen

3.1.16**Hartlötter**

Person, die manuelle oder teilmechanische Hartlötarbeiten ausführt

3.1.17**Bediener von Hartlöteinrichtungen**

Person, die eine maschinelle oder vollmechanische Hartlöteinrichtung bedient

3.1.18**Teilmechanische Aufweitung**

Aufweitung mit Einrichtungen, die den Vorgang steuern, wobei der Bediener die Einrichtung in das Rohr einführt

3.1.19**Maschinelle Aufweitung**

Aufweitung mit Einrichtungen, die den Vorgang der Aufweitung unter ständiger Aufsicht eines Bedieners ausführen

3.1.20**Vollmechanische Aufweitung**

Aufweitung mit Einrichtungen, die den Vorgang der Aufweitung ohne ständige Beaufsichtigung und Angleichung durch einen Bediener von Aufweiteinrichtungen ausführt

3.1.21**Bediener von Aufweiteinrichtungen**

Person, die eine Walzverbindung herstellt

3.1.22**Walzen**

Plastisches Kaltumformen von Rohren mit einem Werkzeug mit mehreren Rollen, die sich während des Walzvorgangs drehen

3.2 Symbole, Größen und Einheiten

Die in dieser Norm verwendeten Symbole, Größen und Einheiten sind in Tabelle 1 aufgeführt:

Tabelle 1 — Symbole, Größen und Einheiten

Symbol	Größe	Einheit
A	Bruchdehnung	%
A_t	Verstärkte Fläche der Rohrseite	mm ²
A_v	verstärkt	mm ²
A_w	mittragende Fläche der Walzverbindung	mm ²
c	Korrosionszuschlag	mm
d_{tube}	Nenn-Außendurchmesser der Rohre	mm
d_i	Rohr-Innendurchmesser	mm
D_s	Innendurchmesser des Mantels	mm
DN	Nennendurchmesser	—
e	Dicke	mm
e_{act}	tatsächliche Dicke	mm
e_b	Größe der Hartlötnaht des Rohres im Rohrboden	mm
e_w	Größe der Schweißnaht des Rohres im Rohrboden	mm
e_n	Nennstärke	mm
E_{tube}	Elastizitätsmodul für den Rohrwerkstoff bei Auslegungstemperatur t_d	MPa
f	zulässige Nennspannung bei Auslegungstemperatur t_d	MPa
f_{tube}	zulässige Nennspannung für den Rohrwerkstoff bei Auslegungstemperatur t_d °C	MPa
$f_{\text{t test}}$	zulässige Nennspannung bei Prüftemperatur t °C	MPa
F_s	Rohrkraft, erzeugt durch den Mantelraum	N
F_{tube}	Rohrkraft, erzeugt durch die Rohrseite	N
l_k	freie Rohrlänge	mm
l_{tx}	Rohreinwalzlänge	mm
L_0	Messlänge für den Zugversuch	mm
N_{tube}	Anzahl der Rohre bei einem Rohrbündelwärmeaustauscher	—
p	Rohrteilung des Rohrbodens	mm
P_c	Berechnungsdruck (in Formeln kann P_c durch P ersetzt werden)	MPa oder bar ^a
P_d	Auslegungsdruck	MPa oder bar ^a
$P_{(\text{max})}$	maximaler Auslegungsdruck	—
PS	maximal zulässiger Druck	MPa oder bar ^a
P_{test}	Prüfdruck	MPa oder bar ^a
P_v	Berechnungsdruck für den Mantelraum	MPa oder bar ^a
P_{tube}	Berechnungsdruck für die Rohrseite	MPa oder bar ^a
PED	DGRL Druckgeräte-Richtlinie 97/23/EG	—
R_{eH}	obere Streckgrenze	MPa
R_m	Zugfestigkeit	MPa

— Entwurf —

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Größe	Einheit
$R_{m \min}$	Mindest-Zugfestigkeit	Mpa
$R_{m \text{avg}}$	Mittelwert der Zugfestigkeit von mehreren Proben	Mpa
$R_{m \max}$	maximale Zugfestigkeit nach den Festlegungen in der Norm	Mpa
$R_{m/t}$	Zugfestigkeit bei Temperatur t °C	Mpa
$R_{m/t \text{test}}$	Zugfestigkeit bei Prüftemperatur t °C	Mpa
$R_{p \text{avg}}$	Mittelwert der Dehngrenze von mehreren Proben	Mpa
$R_{p0,2}$	0,2 %-Dehngrenze	Mpa
$R_{p0,2/t}$	0,2 %-Dehngrenze bei Temperatur t °C	Mpa
$R_{p0,2/t \text{ test}}$	0,2 %-Dehngrenze bei Prüftemperatur t °C	Mpa
$R_{p1,0}$	1,0 %-Dehngrenze	Mpa
$R_{p1,0/t}$	1,0 %-Dehngrenze bei Temperatur t °C	Mpa
$R_{p1,0/t \text{ test}}$	1,0 %-Dehngrenze bei Prüftemperatur t °C	Mpa
S_0	Anfangsquerschnitt	mm ²
S_F	Sicherheitsbeiwert	—
t_c	Berechnungstemperatur	°C
t_d	Auslegungstemperatur	°C
t_{ha}	Temperatur des wärmeaufnehmenden Fluids	°C
t_{he}	Temperatur des wärmeabgebenden Fluids	°C
Q_{tube}	Rohrkraft, erzeugt durch die Rohrseite	N
Q_v	Rohrkraft, erzeugt durch den Rohrboden	N
z	Schweißnahtfaktor	—
α	Wärmeausdehnung	—
δ_e	negative Waddickentoleranz	Mm
ν	Poisson-Zahl	—
μ	Nenn-Verschwächungsbeiwert der Rohrlochstege des Rohrbodens	—
a 1 bar = 100 000 Pa = 0,1 MPa = 0,1 N/mm ²		

4 Werkstoffe

4.1 Allgemeines

Die Anforderungen an die in dieser Norm genannten Werkstoffe müssen den Anforderungen in prEN 13445-2 entsprechen, sofern sie nicht in den nachstehenden Abschnitten anders festgelegt wurden. Diese Norm oder die Verweisung auf andere zutreffende Normen muss die in prEN 13445-2 nicht angegebenen Werkstoffe abdecken.

Die Verwendung nicht metallischer Werkstoffe (z. B. für Dichtungen, Beschichtungen, Dämmstoffe, Schaugläser ...) ist zulässig, vorausgesetzt sie sind mit den anderen Werkstoffen, Kältemitteln und Schmierstoffen kompatibel.

4.2 Anforderungen an Werkstoffe für drucktragende Teile

In dieser Norm aufgeführte Werkstoffe wurden für die Verwendung für Behälter von Kälteanlagen festgelegt. Falls die Verwendung eines nicht in dieser Norm aufgeführten Werkstoffes verlangt wird, gelten, soweit zutreffend, die Anforderungen in prEN 13445-2, außerdem müssen die Anforderungen an die speziellen Merkmale der Kälteanlage berücksichtigt werden.

4.3 Werkstoffe

4.3.1 Behälter, die aus den folgenden Werkstoffen hergestellt sind, erfüllen die in dieser Norm festgelegten Anforderungen an drucktragende Teile:

4.3.1.1 Wenn durch den Herstellungsprozess des Behälters mechanische Eigenschaften verändert werden können, muss der Werkstoff, wie in Anhang I festgelegt, aus den folgenden Werkstoffgruppen ausgewählt werden:

- Stähle der Gruppen: St 1.1, St 1.2, St 8.1 nach CR ISO 15608;
- Aluminium und Aluminiumlegierungen der Gruppe: 21, 22;
- Kupfer der Gruppen: 31, 34;
- Gusseisen mit Kugelgraphit: prEN 13445-7.

Röhrenförmige Produkte für Wärmeaustauschflächen oder für den Anschluss an Nennweiten $\leq$ DN 50 können auch aus folgenden Werkstoffgruppen ausgewählt werden:

- Kupfer und Kupferlegierungen: 32, 33, 35;
- Titan.

4.3.1.2 Für das Tiefziehen sind insbesondere folgende Stähle geeignet:

- EN 10130, alle Stahlsorten außer FeP01;
- EN 10111: Stahlsorte DD 12, DD 13, DD 14.

Nach dem Umformen und einer möglichen Wärmebehandlung muss der gewählte Werkstoff eine Mindestdehnung von 14 % aufweisen, gemessen nach den Festlegungen in 4.3.3.3, wobei die Probe in der Kalotte nahe der Krempe entnommen wird.

Andere Werkstoffe können verwendet werden, wenn vorstehende Anforderung erfüllt wird.

4.3.1.3 Wenn durch den Herstellungsprozess des Behälters mechanische Eigenschaften nicht verändert werden, können andere als in 4.3.1.1 aufgeführte metallische Werkstoffe verwendet werden.

4.3.2 Plattierung

Das Trägermetall von plattierten Werkstoffen muss aus den in 4.3.1.1 aufgeführten Stahlgruppen ausgewählt werden. Die Werkstoffe für die Plattierung dürfen aus anderen Werkstoffgruppen ausgewählt werden.

Die Anforderungen in Anhang E der prEN 13445-2 gelten, wenn die Festigkeit des Plattierungswerkstoffes in die Konstruktionsberechnung einbezogen wird.

4.3.3 Besondere Bedingungen

4.3.3.1 Kupfer und Kupferlegierungen müssen in dem in der Werkstoffnorm nach dem Bezeichnungssystem in EN 1173 festgelegten Werkstoffzustand R oder Y bestellt werden.

— Entwurf —

4.3.3.2 Bei Stahlwerkstoffen, bei denen der Behälterhersteller die Gefahr einer Lamellenrissbildung aufgrund der Nahtausführung und der Beanspruchung feststellt, ist eine der folgenden Lösungen anzuwenden:

- Prüfung nach EN 10164 mit einem Mindestwert von 15 %;
- Ultraschallprüfung an der Fläche, an der die Naht ausgeführt wird. Die zu prüfende Mindestfläche besteht aus einem Werkstoffabschnitt, der der fünffachen Breite der Schweißnaht entspricht. Die Prüfung ist nach EN (SEL 072) mit Zulässigkeitsgrenzen der Klasse II durchzuführen. Die Prüfung ist nach dem Anschweißen des betreffenden Teiles durchzuführen.

4.3.3.3 Die Mindestwerte für die Bruchdehnung, festgelegt für die Messlänge $L_0 = 5,65 \sqrt{S_0}$ sind:

- Stahl für Querproben: 14 %
- Stahl für Längsproben: 16 %
- Aluminium und Aluminiumlegierungen: 14 %
- Kupfer und Kupferlegierungen als Halbzeug: 14 %
- Kupferlegierungen im Gusszustand: 12 %
- Titan: 14 %

Wenn die Werte für die Bruchdehnung die vorstehend angegebenen Werte unterschreiten, muss die Verwendung der röhrenförmigen Erzeugnisse aus Kupfer und Kupferlegierungen auf folgende Grenzwerte beschränkt werden:

- $PS \times DN = 50\,000$ bar mm und $PS = 64$ bar für $A > 5$ %
- $PS \times DN = 10\,000$ bar mm und $PS = 20$ bar für $A \leq 5$ %

4.3.3.4 Bei einer anderen Messlänge als $L_0 = 5,65 \sqrt{S_0}$ und nichtproportionaler Dehnung gelten für die Bestimmung der Mindestbruchdehnung die Anforderungen in EN 10002-1.

4.3.3.5 Auslegungstemperaturen oberhalb Raumtemperatur

Diese Werte sind für Stahl in prEN 13445-2 festgelegt. Die Werte für Aluminium und Aluminiumlegierungen, Kupfer und Kupferlegierungen sowie für Titan können nach der Werkstoffnorm oder Anhang F der vorliegenden Norm ermittelt werden.

Die bei Raumtemperaturen festgelegten Werte dürfen für Temperaturen bis einschließlich 50 °C benutzt werden.

4.4 Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbbruch

4.4.1 Allgemeines

Für Druckbehälter wird die zulässige Spannung bei Mindest-Auslegungstemperatur nach Anhang D in prEN 13445-2 oder Anhang A der vorliegenden Norm eingesetzt.

Anhang A berücksichtigt, dass aufgrund der physikalischen Gegebenheit während der Phasenumwandlung in Kälteanlagen der Druck in dem kältemittelführenden Teil des Behälters bei abnehmender Temperatur des Kältemittels fällt. Deshalb sind bei tieferen Temperaturen die durch den Kältemitteldruck verursachten Spannungen immer geringer als die Spannungen bei dem Auslegungsdruck nach der entsprechenden Tabelle in EN 378-2 (Dampfdruckkurve eines üblichen Kältemittels, siehe Bild A.1).

Für Fluide ohne Phasenumwandlung, z. B. Sole, ändert sich der Druck bei niedrigen Temperaturen nicht, deshalb wird in Anhang A die zulässige Spannung der Bauteile mit höheren Sicherheitsbeiwerten ermittelt (siehe Tabelle A.1).

4.4.2 Anforderungen an Werkstoffe

Für die in 4.3.1.1 aufgeführten Stähle werden die an einer ISO-V-Kerbschlagprobe gemessene Prüftemperatur und der Mindestwert für die Prüfung der Kerbschlagarbeit nach Anhang D in prEN 13445-2 oder Anhang A der vorliegenden Norm ermittelt.

Für das in prEN 13445-7 festgelegte Gusseisen mit Kugelgraphit sind die Prüftemperatur und der Mindestwert für die Prüfung der Kerbschlagarbeit in EN 1563 angegeben.

Kupfer, Kupferlegierungen, ausgenommen die Legierungsgruppen 32.2 und 35, Aluminium, Aluminiumlegierungen und Titan sind nicht anfällig für Sprödbbruch und es sind keine besonderen Vorkehrungen für ihre Verwendung bei der Mindest-Auslegungstemperatur bis zu -196 °C erforderlich.

4.5 Werkstoffbescheinigungen

Die Werkstoffe für die wichtigsten drucktragenden Teile von Behältern der Kategorien II, III und IV müssen mit einer speziellen Produktprüfbescheinigung nach den Festlegungen in EN 10204 geliefert werden (z. B. 3.1A, 3.1B, 3.1C, 3.2). prEN 764-5 enthält die Anforderungen für die Wahl zwischen dem Abnahmeprüfzeugnis 3.1B und den anderen Bescheinigungen.

Werkstoffe für andere drucktragende Teile und für Behälter der Kategorie I oder niedriger müssen mit einem Werkszeugnis 2.2 nach den Festlegungen in EN 10204 geliefert werden.

Zusatzwerkstoffe für Schweißen und Löten müssen mit einem Werkszeugnis 2.2 nach EN 10204 geliefert werden.

4.6 Werkstoffe für nichtdrucktragende Teile

Werkstoffe für nicht drucktragende Teile, z. B. Transportösen, Zargen, Prallbleche usw., die dauerhaft mit druckbeaufschlagten Teilen des Behälters verbunden sind sowie Schweißzusätze und Hilfsstoffe müssen vom Behälterhersteller so ausgewählt werden, dass unerwünschte Auswirkungen auf den Werkstoff, an dem sie befestigt sind, vermieden werden. Die Werkstoffe müssen auf der Grundlage von Werkstoffspezifikationen geliefert werden, nach denen zumindest die Anforderungen an die chemische Zusammensetzung und die Zugeigenschaften erfüllt werden. Der Behälterhersteller muss Kerbschlageigenschaften festlegen, wenn dies aufgrund der Konstruktionsbedingungen erforderlich ist. Die Werkstoffe müssen mit den Werkstoffen, mit denen sie verbunden werden, verträglich sein.

5 Einstufung der Druckbehälter und besondere Merkmale der Kälteanlage

5.1 Behälter-Kategorie

Druckbehälter werden nach folgenden Kriterien in 4 Kategorien eingestuft

- a) Produkt aus maximal zulässigem Druck in bar mal Volumen in Liter;
- b) Einstufung des Fluids nach 5.2;
- c) Zustand des Fluids;
 - 1) Gase, Flüssiggase, unter Druck lösliche Gase und diejenigen Flüssigkeiten, deren Dampfdruck bei der maximal zulässigen Temperatur über 0,5 bar liegt;
 - 2) Flüssigkeiten mit einem Dampfdruck bei maximal zulässiger Temperatur von höchstens 0,5 bar.

Für diese Einstufung werden Kältemittel durchweg wie Gase behandelt.

In Anhang H (informativ) dieser Norm sind die Grenzen für die 4 Kategorien festgelegt.

5.2 Einstufung der Fluide

5.2.1 Kältemittel

Kältemittel werden wie folgt eingestuft:

- Gruppe 1 (gefährliche Fluide): Kältemittel der Gruppen L2 und L3 nach EN 378-1 mit Ausnahme der Kältemittel R-30, R-123 und R-141b;
- Gruppe 2 (nicht gefährliche Fluide): Kältemittel der Gruppe L1 nach EN 378-1 einschließlich der Kältemittel R-30, R-123 und R-141b.

5.2.2 Andere Fluide

Andere Fluide müssen in Übereinstimmung mit ihrem Sicherheitsdatenblatt wie folgt eingestuft werden:

- Gruppe 1 (gefährliche Fluide): Fluide, die wie nachstehend aufgeführt als gefährliche Stoffe mit den folgenden damit verbundenen Gefahren gelten (R bezeichnet hier "Risiko" und nicht "Kältemittel")

R2, R3, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R15, R 17, R23, R24, R25, R26, R27, R28, R39-23, R39-R24, R39-R25, R39-23-24, R39-23-25, R39-24-25, R39-23-24-25, R39-26, R39-R27, R39-R28, R39-26-27, R39-26-28, R39-27-28, R39-26-27-28, R48-26, R48-R27, R48-R28, R48-26-27, R48-26-28, R48-27-28, R48-26-27-28.

- Gruppe 2 (nicht gefährliche Fluide): Fluide, mit denen keine oder andere als oben aufgeführte besondere Risiken verbunden sind.

Enthält ein Fluid-Gemisch mindestens ein in Gruppe 1 eingestuftes Fluid, dann muss das Gemisch in Gruppe 1 eingestuft werden, außer es ist aufgrund der Angaben im Sicherheitsdatenblatt oder in den Begleitdokumenten des Herstellers eine Einstufung des Gemisches in Gruppe 2 gerechtfertigt.

5.3 Druckbehälter mit unabhängigen Kreisläufen

Ein Behälter erhält die Einstufung „mit unabhängigen Kreisläufen“, wenn die beiden folgenden Bedingungen zutreffen:

- bei bestimmungsgemäßem Betrieb können die Fluide der einzelnen Kreisläufe nicht miteinander in Berührung kommen;
- bei einem Kurzschluss zwischen den Kreisläufen ist keine wesentliche Gefährdung gegeben, die die Gesundheit und Sicherheit von Personen, Haustieren oder Sachen beeinträchtigt.

In diesem Fall wird jeder einzelne Kreislauf einer eigenen Kategorie zugeordnet.

Andernfalls muss der Behälter in die höchste Kategorie eingestuft werden, die für die einzelnen Kreisläufe gilt.

6 Konstruktion

6.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt behandelt Druckbehälter aus den in Abschnitt 4 festgelegten Werkstoffen. Die Maße der druckbeaufschlagten Teile müssen dem Auslegungsdruck (P_d) bei Auslegungstemperatur (t_d) standhalten.

Die in dieser Norm angegebenen Anforderungen an die Konstruktion müssen den Anforderungen der prEN 13445-3 entsprechen, sofern in den folgenden Abschnitten nichts anderes festgelegt ist.

6.2 Korrosion und Korrosionsschutz

Die in diesem Abschnitt festgelegten Korrosionszuschläge basieren auf der Annahme, dass der Behälter nach den Angaben in EN 378-2 instandgehalten wird. Falls für die Instandhaltung der Anlage andere Anforderungen gelten sollen, muss der Besteller dies zum Zeitpunkt der Auftragserteilung angeben, da eventuell andere Korrosionszuschläge festgelegt werden müssen.

6.2.1 Innere Korrosion

Bei Flächen, die mit den in EN 378-1 aufgeführten Kältemittelarten HFKW/HFCKW und FCKW in Berührung kommen, ist die innere Korrosion vernachlässigbar und der Mindest-Korrosionszuschlag beträgt 0 mm. Andere Werte, über Null, dürfen vom Hersteller gewählt werden.

Bei allen anderen Kältemittelarten und anderen Fluiden muss der Mindest-Korrosionszuschlag mit 0 mm angenommen werden. Andere Werte, über Null, dürfen vom Hersteller gewählt oder zwischen den Vertragsparteien zum Zeitpunkt der Auftragserteilung festgelegt werden.

6.2.2 Äußere Korrosion

Der äußere Korrosionszuschlag beträgt:

- 0 mm für druckbeaufschlagte Teile, wenn vor der Inbetriebnahme ein ausreichender Schutz gegeben ist (z. B. Anstrich, galvanisches Verzinken, Dampfsperren, korrosionsbeständige Werkstoffe) und dieser Schutz während der Betriebslebensdauer vom Endverbraucher ordnungsgemäß instandgehalten und zumindest nach EN 378-2 (Anhänge B und D) überprüft wird;
- Mindestens 1 mm, wenn druckbeaufschlagte Teile während der Betriebslebensdauer nicht wie vorstehend mit einem Schutz versehen sind;
- Entsprechend den Festlegungen der Vertragsparteien zum Zeitpunkt der Bestellung.

ANMERKUNG Die mit dem Betrieb von Druckbehältern mit Verdampfern und anderen auf der „Niederdruckseite“ der Anlage arbeitenden Behältern verbundenen tiefen Temperaturen können zu einer Kondensatbildung auf den kalten Oberflächen führen. Diese Behälter sind besonders zu berücksichtigen, z. B. indem eine ordnungsgemäße Dämmung und Abdichtung gegen Dampf zur Vermeidung von Oberflächenkorrosion vorgenommen wird.

6.2.3 Angaben zum Korrosionszuschlag

Der Wert für den Korrosionszuschlag muss in der Behälter-Dokumentation angegeben sein.

6.3 Spannungsrissskorrosion

Druckbehälter, die mit anderen Kältemitteln als Ammoniak in Berührung kommen, neigen nicht zu Spannungsrissskorrosion.

Bei Behältern, die Ammoniak enthalten, tritt keine Spannungsrissskorrosion auf, wenn die Behälter aus Stahl mit einer oberen Streckgrenze $R_{eH} \leq 360 \text{ N/mm}^2$ hergestellt sind und die Kälteanlage in Übereinstimmung mit EN 378-1 bis EN 378-4 ausgelegt, betrieben und instandgehalten wird.

Falls aufgrund der Konstruktion oder des Vertrages keine der beiden vorgenannten Bedingungen zutrifft, kann es erforderlich sein, eine Behandlung des Behälters durch Spannungsarmglühen nach prEN 13445-4 durchzuführen. In diesem Fall muss der Hersteller eine Bewertung der möglicherweise in der Anlage auftretenden Zustände vornehmen und, falls erforderlich, eine Behandlung durch Spannungsarmglühen durchführen.

6.4 Belastung

Es gelten die Anforderungen nach prEN 13445-3.

6.5 Maximal zulässiger Druck PS

Der maximal zulässige Druck PS der kältemittelführenden Teile muss mindestens dem in EN 378-2 Tabelle 1, angegebenen Wert entsprechen.

Für andere Fluide als Kältemittel muss der maximal zulässige Druck nach dem entsprechenden Abschnitt in prEN 13445-3 bestimmt werden.

Der maximal zulässige Druck PS darf nur während der kurzen Zeitdauer überschritten werden, die für die Betätigung der Sicherheitseinrichtung(en) erforderlich ist, wobei der maximale Wert $1,1 \times PS$ beträgt. Der Wert für PS muss unter Berücksichtigung des für den Behälter oder die Baugruppe geplanten Sicherheitseinrichtungen ermittelt werden. In Anhang D der vorliegenden Norm ist das Verhältnis zwischen den verschiedenen Drücken in Kälteanlagen bzw. Wärmepumpen angegeben.

6.6 Auslegungsdruck P_d

Der Auslegungsdruck darf PS nicht unterschreiten.

Kältemittelführende Behälter und die Kältemittelseite eines Wärmeaustauschers müssen so ausgelegt sein, dass sie der Ausnahmesituation eines Druckes von -1 bar (z. B. Unterdruck innen bei atmosphärischem Druck außen), der während der Befüllung mit Kältemittel oder der Rückgewinnung auftreten kann, standhalten können.

6.7 Berechnungsdruck P oder P_c

Dem einzusetzenden Berechnungsdruck P oder P_c muss die ungünstigste Bedingung bei zugehörigem Druck und zugehöriger Temperatur zugrundegelegt werden sowie die maximal mögliche Druckdifferenz zwischen den beiden Seiten des drucktragenden Bauteils.

6.8 Auslegungstemperatur t_d

Die Auslegungstemperatur der druckbeaufschlagten kältemittelführenden Teile darf die in der Tabelle 1 in EN 378-2 angegebene Temperatur des Fluids nicht unterschreiten.

Bei anderen Fluiden als Kältemitteln muss die Auslegungstemperatur nach den entsprechenden Abschnitten in prEN 13445-3 ermittelt werden.

Örtlich höhere Temperaturen (z. B. durch überhitzte Kältemittel) müssen in dem jeweiligen Druckbehälterbereich berücksichtigt werden.

6.9 Niedrigste Werkstofftemperatur

Die niedrigste Werkstofftemperatur ist die niedrigste Temperatur, die während des Betriebs oder im Stillstand auftreten kann. Diese Temperatur muss bei der Auswahl von Werkstoffen zugrunde gelegt werden, um Sprödbruch zu vermeiden. Sie darf nicht mehr als 20°C betragen.

Örtliche tiefere Temperaturen aufgrund einer raschen Befüllung mit Kältemittel/Vermischung von Kältemittel im Behälter (leicht flüchtige Flüssigkeit expandiert in ein Vakuum) müssen in dem jeweiligen Bereich des Druckbehälters berücksichtigt werden.

Die Anforderungen an die Mindestwerte für den Kerbschlagversuch müssen in diesem örtlichen Bereich berücksichtigt werden.

6.10 Berechnungstemperatur t_c

6.10.1 Allgemeines

Die Berechnungstemperatur t_c wird zur Ermittlung der entsprechenden zulässigen Spannung für den ausgewählten Werkstoff eingesetzt.

6.10.2 Unbeheizte Behälter

Die Berechnungstemperatur wird, sofern sie nicht durch detaillierte Berechnungen oder durch auf Messungen gegründete Prüfungen ermittelt wurde, wie folgt bestimmt:

- Ist die Temperatur des Fluids $\leq 50\text{ °C}$, dann muss die Berechnungstemperatur der Fluidtemperatur entsprechen;
- Ist die Fluidtemperatur $> 50\text{ °C}$, muss die Temperatur folgenden Werten entsprechen:

Tabelle 2 — Berechnungstemperatur für unbeheizte Behälter

Berechnungstemperatur t_c °C		Wärmeaufnehmendes Fluid		
		Gas oder Dampf	Flüssigkeit (siedend oder nicht siedend)	
			fließend	stehend
Wärmeabgebendes Fluid	Gas oder Dampf	$\text{Max } \frac{(t_{ha} + t_{he})}{2}, 50$	$\text{Max } (t_{ha}, 50)$	$\text{Max } (t_{he}, 50)$
	Flüssigkeit (siedend oder nicht siedend)	$\text{Max } (t_{he}, 50)$	$\text{Max } \frac{(t_{ha} + t_{he})}{2}, 50$	$\text{Max } (t_{he}, 50)$

Die Berechnung von Stutzen oder Ausschnittverstärkungen muss mit diesen örtlichen Temperaturschwankungen erfolgen.

Wenn eine Seite des Behälters der Umgebungstemperatur ausgesetzt ist, muss die Berechnungstemperatur t_{he} entsprechen.

ANMERKUNG Bei einseitig gedämmten Wänden kann davon ausgegangen werden, dass der Wert der mittleren Wandtemperatur dem Wert der nicht gedämmten Seite entspricht.

6.10.3 Beheizte Behälter

Bei beheizten Behältern muss die Berechnungstemperatur durch Prüfung ermittelt werden oder es wird davon ausgegangen, dass sie der in 6.10.2 ermittelten Temperatur + 50 K entspricht.

Bei der Auswahl des Erhitzers muss der Hersteller das Risiko einer Überhitzung des Fluids oder des Werkstoffes abschätzen und muss entsprechende Maßnahmen treffen, um dieses Risiko einzugrenzen, z. B. durch den Einbau von Ausrüstungsteilen mit Sicherheitsfunktion und/oder die Anbringung von entsprechenden Warnschildern und/oder durch die Aufnahme von Anweisungen in die technischen Unterlagen.

6.11 Schweißnahtfaktor

Der Schweißnahtfaktor „ α “ berücksichtigt das mit der Ausführung einer Schweißnaht verbundene Risiko sowie das Risiko, dass ein Fehler an der Verbindung aufgrund des gewählten Umfangs der zerstörungsfreien Prüfung (ZfP) unentdeckt bleibt.

Der Schweißnahtfaktor wird für Längs- und Wendelnähte an Mänteln, Längsnähte an kegelförmigen Mänteln und für die Hauptnähte zwischen Platten zur Herstellung von gewölbten Böden eingesetzt.

Der Schweißnahtfaktor wird nicht eingesetzt bei nicht bestimmenden Nähten, z. B. Rundnähte an Behältern, kegelförmigen Abschnitten, Verbindungen zwischen Stutzen und Mantel oder allen Arten von Verbindungen, bei denen nur Druckspannungen auftreten.

Der Hersteller muss einen der folgenden Werte wählen:

- 1 für Druckgeräte, die zerstörenden und zerstörungsfreien Prüfungen unterzogen werden, durch die bestätigt wird, dass die Naht 100 % fehlerfrei ist. Dieser Wert kann bei Behältern eingesetzt werden, die den Prüfgruppen 1 b und 2 b zugeordnet sind;

— Entwurf —

- 0,85 für Druckgeräte, die zerstörungsfreien Prüfungen nach dem Stichprobenprinzip mit 10 % der Nahtlänge unterzogen werden. Dieser Wert kann bei Behältern eingesetzt werden, die der Prüfgruppe 3 b zugeordnet sind;
- 0,7 für Druckgeräte, an denen außer der Sichtprüfung der Naht keine zerstörungsfreie Prüfung durchgeführt wurde. Dieser Wert kann bei Behältern eingesetzt werden, die der Prüfgruppe 4 zugeordnet sind.

Tabelle 3 — Prüfgruppen

Schweißnahtfaktor	1	1	0,85	0,7
Prüfgruppe ^a	1b	2b	3b	4
Zulässiger Werkstoff Stahlgruppe	1.1/1.2/8.1	1.1/1.2/8.1	1.1/1.2/8.1	1.1/1.2/8.1
Maximale Dicke für Werkstoffkategorie Stahlgruppe 1.1/8.1 Stahlgruppe 1.2	Unbegrenzt ^b Unbegrenzt ^b	≤ 50 ≤ 30	≤ 50 ≤ 30	≤ 16 ≤ 12
Schweißverfahren	Unbegrenzt ^b	nur voll- mechanisches Schweißen ^c	Unbegrenzt ^b	Unbegrenzt ^b
Betriebstemperaturbereich	Unbegrenzt ^b	Unbegrenzt ^b	Unbegrenzt ^b	– 50 °C + 200 °C
Fluidgruppe	1/2	1/2	1/2	2
Umfang der ZfP für bestimmende Schweißverbindungen	100 %	100 — 10 % ^d	10 %	0 %

^a Definition der Prüfgruppen nach prEN 13445-5. Bei allen Prüfgruppen ist eine Sichtprüfung erforderlich.

^b Unbegrenzt bedeutet: Keine zusätzliche Begrenzung aufgrund der Prüfung. Die in der Tabelle aufgeführten Grenzwerte sind prüfungsinduzierte Grenzwerte. Sonstige in den verschiedenen Abschnitten dieser Norm angegebenen Grenzwerte (z. B. Konstruktions-, Werkstoffgrenzwerte) sind ebenfalls zu berücksichtigen.

^c Vollmechanisierte und/oder automatische Schweißverfahren, bei denen mindestens die Bewegung des Schweißkopfes und der Schweißzusätze mechanisch gesteuert erfolgen muss.

^d Erste Zahl: Ursprünglicher Wert, zweite Zahl: Nach zufriedenstellender Erfahrung herabgesetzter Wert. Für die Definition des Begriffes "zufriedenstellende Erfahrung" siehe prEN 13445-5. Diese Zahl gibt den Prozentsatz der Schweißnähte jedes einzelnen Druckbehälters an.

Für die Bewertung von Ausnahmesituationen, z. B. Vakuum – 1 bar, ist für die Berechnungen kein Schweißnahtfaktor erforderlich.

6.12 Zulässige Spannung

Der Wert für die zulässige Spannung muss die Konstruktions- und Prüfbedingungen berücksichtigen. Die Werte für die Streckgrenze und die Zugfestigkeit des Werkstoffs müssen den Werten entsprechen, die für die Werkstoffe im endbearbeiteten Zustand gelten und müssen mit den in den jeweiligen Konstruktionsfestlegungen enthaltenen Werten übereinstimmen.

Diese Werte können für die Auslegung verwendet werden, sofern eine Wärmebehandlung nicht bekanntermaßen zu niedrigeren Werten führt.

6.12.1 Bei Nichteisenwerkstoffen in geschweißten oder hartgelöteten Konstruktionen dürfen die zulässigen Spannungen die für geglühten Werkstoff bei Auslegungstemperatur angegebenen Werte nicht überschreiten.

6.12.2 Für metallische Werkstoffe darf der Wert bei 20 °C für Temperaturen bis einschließlich 50 °C eingesetzt werden. Wenn der geschweißte oder hartgelötete Werkstoff nach der Fertigung niedrigere Festigkeitswerte ergibt, dann sind stattdessen diese Werte einzusetzen.

6.12.3 Bei der Bewertung von Ausnahmesituationen (z. B. Vakuum – 1 bar) muss die zulässige Spannung für die Prüfbedingung mit der Werkstofftemperatur eingesetzt werden, von der angenommen wird, dass sie in der Ausnahmesituation vorherrscht.

Die zulässigen Spannungen müssen folgenden Werten entsprechen:

Tabelle 4 — Zulässige Nennspannung

Werkstoff	Auslegungsbedingungen	Prüfbedingungen
Stahlgruppe 1.1, 1.2	Min ($R_{m/20}/2,4$; $R_{p0,2/t}/1,5$)	$R_{p0,2/ttest}/1,05$
Stahlgruppe 8.1		
mit $A \% \geq 30$ %	$R_{p1,0/t}/1,5$	$R_{p1,0/ttest}/1,05$
mit $A \% \geq 35$ %	Max [$\min (R_{m/t}/3$; $R_{p1,0/t}/1,2$), $R_{p1,0/t}/1,5$]	Max ($R_{p1,0/ttest}/1,05$; $R_{m/ttest}/2$)
Stahlgussstück	Min ($R_{m/20}/3$; $R_{p0,2/t}/1,9$)	$R_{p0,2/ttest}/1,33$
Aluminium Gruppe 21	$R_{e/t}/1,5$	$R_{e/ttest}/1,05$
Aluminium Gruppe 22	Min ($R_{m/20}/2,4$; $R_{p0,2/t}/1,5$)	$R_{p0,2/ttest}/1,05$
Kupfer Gruppen 31-32-33-34-35	Min ($R_{m/t}/3,5$; $R_{p0,2/t}/1,5$)	$R_{m/ttest}/2,22$
Titanrohr	$R_{m/t}/3$	$R_{m/ttest}/2,22$
Gusseisen mit Kugelgraphit	siehe prEN 13445-7	
Befestigungselemente		
nicht austenitischer Stahl	Min ($R_{m/20}/4$; $R_{p0,2/t}/3$)	Min ($R_{m/20}/2,67$; $R_{p0,2/t}/2$)
austenitischer Stahl	$R_{m/t}/4$	$R_{m/ttest}/2,67$
ANMERKUNG Anstelle von $R_{p0,2}$ darf die obere Streckgrenze R_{eH} eingesetzt werden.		

6.13 Zugangs- und Besichtigungsöffnungen, Entlüftungs- und Ablassseinrichtungen, Füll- und Entleerungseinrichtungen sowie Einrichtungen für die Handhabung

6.13.1 Nichtkorrosive Fluide

Wenn die Fluide als nicht korrosiv gelten, dann sind außer für die am Behälter vorhandenen Anschlüsse keine Maßnahmen für die Zugangs- und Besichtigungsöffnungen erforderlich.

6.13.2 Korrosive Fluide

Wurden korrosive Fluide eingesetzt, dann gelten die Anforderungen nach prEN 13445-5 Anhang C, sofern nicht zum Zeitpunkt der Auftragserteilung alternative Prüftechniken vereinbart wurden. Dies muss in den Unterlagen des Herstellers angegeben sein.

6.13.3 Entlüftungs- und Ablassseinrichtungen

Durch die Konstruktion des Behälters muss sichergestellt sein, dass Einrichtungen für eine ausreichende Entlüftung während der Flüssigkeitsdruckprüfung und das Ablassen des Prüffluids nach der Flüssigkeitsdruckprüfung vorhanden sind.

6.13.4 Füll- und Entleerungseinrichtungen

Es gelten die Festlegungen nach EN 378-2, -3 und -4 um zu verhindern, dass während des Befüllens oder beim Entleeren kein Kältemittel aus der Kälteanlage austritt.

Kann der Behälter für die Lagerung von Kältemittel verwendet werden, muss in den technischen Unterlagen der maximale Flüssigkeitsstand und die Verwendung von Ausrüstungsteilen mit Sicherheitsfunktion zur Vermeidung von Drucküberschreitungen empfohlen werden.

6.13.5 Einrichtungen für die Handhabung

Überschreitet das Gewicht des Behälters 25 kg, dann muss er mit Einrichtungen für die Handhabung versehen sein oder der Hersteller muss, wo zutreffend, die empfohlenen Verfahren für die Handhabung angeben (siehe prEN 1005-2).

Diese Anforderung gilt auch für Teile oder Bauteile, die für Reparaturarbeiten entfernt werden können.

6.14 Verfahren für die Auslegung

6.14.1 Allgemeines

Das grundlegende Verfahren für die Auslegung ist die Auslegung nach Formeln (DBF). Zusätzlich können zwei weitere Verfahren angewendet werden, um die DBF zu ergänzen oder zu ersetzen:

- a) Auslegung nach Analyseverfahren (DBA);

Die Regeln sind in Anhang 5B in prEN 13445-3 angegeben.

- b) Auslegung nach experimentellen Verfahren;

Die Regeln sind in Anhang E der vorliegenden Norm enthalten.

Die erforderliche Mindestwanddicke ist in 5.2.3 in prEN 13445-3 definiert.

6.14.2 Auslegung nach Formeln (DBF)

6.14.2.1 Allgemeines

Es gelten alle Anforderungen der Abschnitte 7 bis 18 in prEN 13445-3, ausgenommen die folgenden Anforderungen aus den Abschnitten 13.4.2.1b, 13.5.2.1b, 13.6.2.1b in prEN 13445-3 „Wärmeaustauscher — Rohrböden“, die für Behälter für Wärmeaustauscher in Kälteanlagen nicht anwendbar sind.

Für die Berechnung der Rohrböden ist bei nicht gleichmäßiger Dicke die in der Formel verwendete Rohrbodendicke e_t die Dicke, die für das Rohr die gleiche axiale Festigkeit ergibt.

6.14.2.2 Zusätzliche Formeln für feste Rohrböden

6.14.2.2.1 Teilberohrte Rohrböden

Ergänzung zu Abschnitt 13 von prEN 13445-3 für teilberohrte Rohrböden

Dieser Abschnitt gilt für ebene Rohrböden in Rohrbündel-Wärmeaustauschern, die auf einer kreisförmigen Fläche nicht gleichmäßig berohrt sind oder bei denen die unberohrten diametralen Rohrreihen die Rohrteilung um das 4fache überschreiten.

Es werden die nur durch Druck verursachten Beanspruchungen berücksichtigt. Besonders zu beachten sind mögliche thermische Spannungen durch Temperaturdifferenzen zwischen dem Rohrboden und den anderen Teilen (Mantel und Wärmeübertragungsrohre).

Die Mindestdicke e derjenigen Abschnitte des ebenen Rohrbodens, die durch Rohre abgestützt werden, muss nach folgender Formel ermittelt werden:

$$e = C_1 \times d_2 \times \sqrt{\frac{P}{f \times \mu}} \quad (6.14.1)$$

Dabei ist

C_1 = Konstante, die von der Art der Abstützung des Rohrbodens abhängt:

- in den Mantel eingesetzter Boden:
 - beidseitig geschweißt $C_1 = 0,35$
 - einseitig geschweißt $C_1 = 0,45$
- am Mantel angeschweißter Boden:
 - beidseitig geschweißt $C_1 = 0,40$
 - einseitig geschweißt $C_1 = 0,50$

d_2 = Durchmesser des größten Kreises, der in den unberohrten Bereich eingesetzt werden kann

$$\mu = \frac{p - d_t}{p} \quad (6.14.2)$$

Der Rohrboden muss ausreichend bemessen sein, um zu verhindern, dass das Rohr unter Betriebs- und unter Prüfbedingungen aus dem Rohrboden herausgezogen wird. Die Berechnung der Rohrkraft Q_v und Q_t erfolgt auf der Grundlage der verstärkten Flächen A_v und A_t , bezogen auf ein Rohr. Im Abschnitt des vollständig berohrten Rohrbodens werden die verstärkten Bereiche A_v und A_t durch den schraffierten Teil in Bild 2 gekennzeichnet.

Bei den Randflächen des unberohrten Bereiches kann davon ausgegangen werden, dass die Belastung bis zu 50 % von der direkt angrenzenden Behälterwand aufgenommen wird.

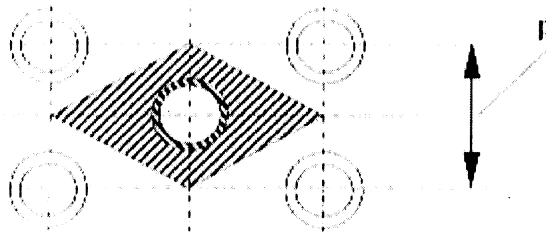


Bild 2 — Teil des Rohrbodens

$$Q_v = P \times A_v \quad (6.14.3)$$

$$Q_t = P \times A_t \quad (6.14.4)$$

für eine dreieckige Rohranordnung gilt:

$$A_v = p^2 \times \cos(30^\circ) - \pi \times \frac{d_t^2}{4} \quad (6.14.5)$$

$$A_t = p^2 \times \cos(30^\circ) - \pi \times \frac{d_i^2}{4} \quad (6.14.6)$$

- a) Bei einem in den Rohrboden eingewalzten Rohr darf das Verhältnis zwischen der Last Q und der mittragenden Fläche F_w den in der Formel (6.14.1) für e angegebenen Wert nicht überschreiten:

Tabelle 5 — Zulässige Festigkeit für in den Rohrboden eingewalzte Rohre

Art der eingewalzten Verbindung	Maximum (Q_v/A_v ; Q_t/A_t)
Bohrung ohne Rillen innerhalb des Rohrbodens	150 MPa
Bohrung mit Rillen innerhalb des Rohrbodens	300 MPa

Die Einwalzlänge $l_{t,x}$ muss mindestens 12 mm betragen und darf für die Ermittlung der mittragenden Fläche A_w , $l_{t,x}$ 40 mm nicht überschreiten.

Die mittragende Fläche A_w ist:

$$A_w = \max [0,1 \times d_{\text{tube}} \times l_{t,x}; (d_{\text{tube}} - d_i) \times l_{t,x}] \quad (6.14.7)$$

- b) Für auf den Rohrboden aufgeschweißte Rohre (siehe Bild 3) müssen die Schweißnähte für die Übertragung der Last Q bemessen sein; die Größe der Schweißnaht e_w beträgt:

$$e_w \geq \frac{0,4 \times \max (P_v \times A_v; P_{\text{tube}} \times A_t)}{d_{\text{tube}} \times f_{\text{tube}}} \quad (6.14.8)$$

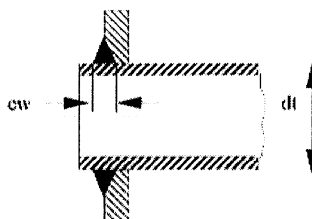


Bild 3 — Schweißnahtgröße des aufgeschweißten Rohres

- c) Für durch Hartlöten angebrachte Rohre (siehe Bild 4) muss die Lötnaht für die Übertragung der Last Q bemessen sein; die Breite der Lötnaht e_b beträgt:

$$e_b \geq \frac{0,5 \times \max (P_v \times A_v; P_{\text{tube}} \times A_t)}{d_{\text{tube}} \times f_{\text{tube}}} \quad (6.14.9)$$

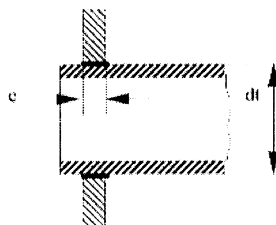


Bild 4 — Größe der Hartlötnaht