

DIN EN 14276-1/A1



ICS 23.020.30; 27.080; 27.200

EntwurfEinsprüche bis 2023-09-07
Vorgesehen als Änderung von
DIN EN 14276-1:2020-11

**Druckgeräte für Kälteanlagen und Wärmepumpen –
Teil 1: Behälter –
Allgemeine Anforderungen;
Deutsche und Englische Fassung EN 14276-1:2020/prA1:2023**

Pressure equipment for refrigerating systems and heat pumps –
Part 1: Vessels –
General requirements;
German and English version EN 14276-1:2020/prA1:2023

Équipements sous pression pour systèmes de réfrigération et pompes à chaleur –
Partie 1: Récipients –
Exigences générales;
Version allemande et anglaise EN 14276-1:2020/prA1:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-07-07 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an fnkae@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Kältetechnik (FNKä), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 99 Seiten

DIN-Normenausschuss Kältetechnik (FNKä)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 14276-1:2020/prA1:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 182 „Kälteanlagen, sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 044-00-01 AA „Sicherheit und Umweltschutz“ im DIN-Normenausschuss Kältetechnik (FNKä).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

<i>Titel de:</i>	Druckgeräte für Kälteanlagen und Wärmepumpen — Teil 1: Behälter — Allgemeine Anforderungen
<i>Titel en:</i>	Pressure equipment for refrigerating systems and heat pumps — Part 1: Vessels — General requirements
<i>Titel fr:</i>	Équipements sous pression pour systèmes de réfrigération et pompes à chaleur — Partie 1: Récipients — Exigences générales

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
1 Änderung in Abschnitt 1	4
2 Änderung in Abschnitt 2	4
3 Änderung von Abschnitt 3	5
4 Änderung von Abschnitt 4	10
5 Änderung von Abschnitt 5	13
6 Änderung von Abschnitt 6	13
7 Änderung von Abschnitt 7	18
8 Änderung in Abschnitt 8	21
9 Änderung in Abschnitt 9	21
10 Änderung an Anhang B	21
11 Änderung von Anhang C	35
12 Änderung von Anhang E	35
13 Änderung zu Anhang F	35
14 Änderung in Anhang G	43
15 Änderung von Anhang I	43
16 Änderung von Anhang J	45
17 Änderung in Anhang ZA	46
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2014/68/EU	47

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 14276-1:2020/prA1:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 182 „Kälteanlagen, sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrages erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie(n) / Verordnung(en).

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinie(n) / Verordnung(en) siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

1 Änderung in Abschnitt 1

Der folgende Satz ist am Ende des zweiten Absatzes hinzuzufügen:

Der in diesem Dokument verwendete Begriff „Kupfer“ umfasst Kupfer und Kupferlegierungen.

Folgende Verweisungen im ganzen Absatz aktualisieren:

- EN 378-1:2016+A1:2020;
- EN 13445-3:2021;
- EN 13445-2:2021.

2 Änderung in Abschnitt 2

Folgende Verweisungen aktualisieren:

- EN 378-1:2016+A1:2020;
- EN 378-3:2016+A1:2020;
- EN 378-4:2016+A1:2019;
- EN 12735-1:2020;
- EN 12797:2000¹;
- EN 13445-1:2021;
- EN 13445-2:2021;
- EN 13445-3:2021;
- EN 13445-4:2021;
- EN 13445-5:2021;
- EN 13445-6:2021;
- EN 13445-8:2021;
- EN ISO 2553:2019;
- EN ISO 6892-1:2019;
- EN ISO 7438:2020;
- EN ISO 15607:2019;
- EN ISO 15609-1:2019;

1 Dokument betroffen von A1:2003.

- EN ISO 15609-2:2019;
- EN ISO 15614-1:2017²;
- ISO 817:2014.³

Folgende Verweisungen hinzufügen:

- EN ISO 10675-2:2021, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Zulässigkeitsgrenzen für die Durchstrahlungsprüfung — Teil 2: Aluminium und Aluminiumlegierungen (ISO 10675-2:2021)*
- EN ISO 18279:2003, *Hartlöten — Unregelmäßigkeiten in hartgelöteten Verbindungen (ISO 18279:2003)*

3 Änderung von Abschnitt 3

Folgende Verweisung aktualisieren:

- EN 378-1:2016+A1:2020

Folgende Definition hinzufügen:

3.1.13

Hartlöten

Fügeverfahren mit Zusatzwerkstoff mit einer Liquidustemperatur über 450 °C und niedriger als diejenige der zu verbindenden Metalle und Benetzung der Grundmetalle

Definitionen 3.1.13 bis 3.1.18 durch die Definitionen 3.1.14 bis 3.1.19 ersetzen:

3.1.14

Hardlöten

manuelles Löten

Hartlöten, bei dem die erforderlichen Lötbedingungen von Hand eingehalten werden

3.1.15

teilmechanisches Hartlöten

Hartlöten mit Einrichtungen, die nur den Vorschub des Lötzusatzwerkstoffs steuern

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Vorgang des Hartlötens wird von Hand gesteuert.

3.1.16

maschinelles Hartlöten

Hartlöten, bei dem die erforderlichen Lötbedingungen durch mechanische oder elektronische Mittel aufrechterhalten werden, jedoch während des Prozesses manuell variiert werden können

3.1.17

vollmechanisches Hartlöten

Hartlöten, bei dem alle Vorgänge ohne Eingreifen des Bedieners während des Prozesses durchgeführt werden

2 Dokument betroffen von A1:2019.

3 Dokument betroffen von A1:2017 und A2:2021.

3.1.18

Hartlötter

Person, die das Gerät zum Erhitzen des Lötbereichs mit der Hand hält und manipuliert

3.1.19

Bediener von Hartlöteinrichtungen

Person, die die Lötparameter für maschinelles Löten kontrolliert oder einstellt oder die Lötparameter für vollmechanisches Hartlöten einrichtet

Die folgenden Definitionen hinzufügen:

3.1.20

Hartlötanweisung

BPS

Dokument, das qualifiziert wurde und die erforderlichen Einflussgrößen des Hartlötverfahrens bereitstellt, um die Wiederholpräzision während der Produktionshartlötungen sicherzustellen

3.1.21

Vorläufige Hartlötanweisung

pBPS

Dokument, das die erforderlichen Einflussgrößen der Hartlötanweisung enthält, die zu qualifizieren ist

3.2.22

Ofen-Hartlöten

Hartlöten, bei dem das Werkstück samt vorgefülltem Zusatzwerkstoff in einem Ofen, der möglicherweise eine Schutzatmosphäre enthält, auf Löttemperatur gebracht wird

3.2.23

Induktions-Hartlöten

Hartlöten, bei dem im Metall in der Nähe der Verbindung durch Induktion mit mittel- oder hochfrequentem elektrischem Strom Wärme erzeugt wird

3.2.24

Widerstands-Hartlöten

Hartlöten, bei dem Wärme gewonnen wird durch:

- Durchgang eines elektrischen Stroms zwischen den zu verbindenden Teilen, wie beim Widerstandsschweißen oder
- Durchgang eines elektrischen Stroms durch zwei Elektroden aus Metallen mit hohem Widerstand und hohem Schmelzpunkt, z. B. Kohlenstoff, Molybdän, Wolfram, und die zu verbindenden Teile; der größte Teil der Lötwärme wird in den Elektroden erzeugt und an die Verbindungsstelle weitergeleitet

3.2.25

Vakuumhartlöten

Hartlöten, bei dem das Werkstück samt vorgefülltem Zusatzwerkstoff in einer Vakuumkammer auf Löttemperatur gebracht wird

3.2.26

Schweißlöten

Hartlöten, bei dem Schritt für Schritt eine Verbindung vom offenen Typ hergestellt wird, wobei eine dem Schmelzschweißen ähnliche Technik mit einem Zusatzmetall verwendet wird, dessen Schmelztemperatur niedriger als die des Grundmetalls, jedoch höher als 450 °C ist; keines von beiden verwendet jedoch Kapillarwirkung wie beim Hartlöten, noch absichtliches Schmelzen des Grundmetalls

3.1.33

Zusatzmetall(e)

Für Hartlötverbindungen erforderliches zusätzliches Metall

3.1.34

Flussmittel

nichtmetallischer Werkstoff, der im geschmolzenen Zustand Benetzung fördert, indem es vorhandene Oxid- oder andere schädliche Filme von den zu verbindenden Oberflächen entfernt und deren Neubildung während des Fügevorgangs verhindert

3.1.35

bestimmende Schweißverbindung

Hauptstoßverbindung mit voller Durchdringung, deren Gestaltung aufgrund der Membranspannungen die Dicke des Bauteils bestimmt

Numerieren der übrigen Definitionen entsprechend (3.1.19 bis 3.1.24 werden von 3.1.36 zu 3.1.41 unnummeriert).

In Tabelle 1 eine neue Spalte für Einheiten hinzufügen:

Tabelle 1 — Symbole, Beschreibungen und Einheiten

Symbol	Beschreibung	Einheit
A	Bruchdehnung	%
A_t	Verstärkte Fläche der Rohrseite	mm ²
A_v	Verstärkte Fläche in einem Rohrbodenmuster	mm ²
A_w	Mittragende Fläche der Walzverbindung	mm ²
$BPAR$	Bericht über die Anerkennung des Hartlötverfahrens (en: Brazing Procedure Approval Record)	—
BPS	Hartlötanweisung (en: Brazing Procedure Specification)	—
c	Korrosionszuschlag	mm
C	Spiel in der Verbindung	—
D	Durchmesser	mm
DBA	Auslegung nach Analyseverfahren (en: Design by analysis)	—
DBF	Auslegung nach Formeln (en: Design by formula)	—
D_e	Außendurchmesser des Mantels oder Rohres	mm
d_e	Außendurchmesser des Abzweiges/Stutzens	mm
D_i	Innendurchmesser des Mantels oder Rohres	mm
d_i	Innendurchmesser des Abzweiges/Stutzens	mm
DN	Nenndurchmesser	—
D_s	Innendurchmesser des Mantels, nur für Rohrbündelwärmeaustauscher zutreffend	mm
d_{Rohr}	Nenn-Außendurchmesser der Rohre, nur für Rohrböden zutreffend (in Gleichungen kann d_{Rohr} durch d_t ersetzt werden)	mm
e	Dicke	mm

Symbol	Beschreibung	Einheit
e_{act}	tatsächliche Dicke	mm
e_b	Größe der Hartlötnaht des Rohres im Rohrboden	mm
e_{min}	Mindestwerkstoffdicke, die in einer Norm oder einem anderen technischen Dokument angegeben ist	mm
e_n	Nenndicke	mm
<i>EPAR</i>	Bericht über die Anerkennung des Aufweitverfahrens (en: Expansion Procedure Approval Record)	—
<i>EPS</i>	Aufweitanweisung (en: Expansion Procedure Specification)	—
E_{Rohr}	Elastizitätsmodul für den Rohrwerkstoff bei Auslegungstemperatur	MPa
<i>EV</i>	wesentliche Einflussgrößen (en: Essential Variables)	—
e_w	Größe der Schweißnaht des Rohres im Rohrboden	mm
f	Berechnungsennspannung bei Auslegungstemperatur	MPa
<i>FB</i>	Ofenhartlöten (en: Furnace Brazing)	—
F_s	Rohrkraft, erzeugt durch den Mantelraum	N
f_{ttest}	Berechnungsennspannung bei Prüftemperatur t °C	MPa
f_{Rohr}	Berechnungsennspannung für den Rohrwerkstoff bei Auslegungstemperatur t °C	MPa
F_{Rohr}	Rohrkraft, erzeugt durch die Rohrseite	N
H	Tiefe	mm
<i>IB</i>	Induktions-Hartlöten (en: Induction Brazing)	—
K	Sicherheitsbeiwert	—
l	tatsächliche Überlapplänge	—
L_0	Messlänge für den Zugversuch	mm
L_k	Rohreinwalzlänge	mm
l_{tx}	aufgeweitete Rohrlänge innerhalb des Rohrbodens	mm
$\min t_0$	Beanspruchungsfall	—
<i>ZfP</i>	zerstörungsfreie Prüfung	—
<i>NEV</i>	nicht wesentliche Einflussgrößen (en: Non-Essential Variables)	—
N_{Rohr}	Anzahl der Rohre bei einem Rohrbündelwärmeaustauscher	—
p	Rohrteilung des Rohrbodens	mm
$P_{(\text{max})}$	maximaler Auslegungsdruck	MPa oder bar ^a
P_c	Berechnungsdruck (in Gleichungen kann P_c durch P ersetzt werden)	MPa oder bar ^a
P_d	Auslegungsdruck	MPa oder bar ^a
<i>DGRL</i>	Druckgeräte-Richtlinie 2014/68/EU	—

Symbol	Beschreibung	Einheit
PS	maximal zulässiger Druck	MPa oder bar ^a
P_{test}	Prüfdruck	MPa oder bar ^a
P_{Rohr}	Berechnungsdruck für die Rohrseite	MPa oder bar ^a
P_v	Berechnungsdruck für den Mantelraum	MPa oder bar ^a
$PWHT$	Wärmebehandlung nach dem Schweißen (en: Post Weld Heat Treatments)	—
Q	Lastverhältnis	—
Q_{Rohr}	Rohrkraft, erzeugt durch die Rohrseite (in Gleichungen kann Q_{Rohr} durch Q_t ersetzt werden)	N
Q_v	Rohrkraft, erzeugt durch den Rohrboden	N
RB	Widerstands-Hartlöten (en: Resistance brazing)	—
R_{eH}	obere Streckgrenze	MPa
R_m	Zugfestigkeit	MPa
$R_{m \text{ avg}}$	Mittelwert der Zugfestigkeit von mehreren Proben	MPa
$R_{m \text{ max}}$	maximale Zugfestigkeit nach den Festlegungen in der Norm	MPa
$R_{m \text{ min}}$	Mindest-Zugfestigkeit	MPa
$R_{m, \text{Rohr}}$	Zugfestigkeit des Rohres	—
$R_{m/t}$	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
TB	Flamm-Hartlöten (en: Flame Brazing)	—
t_c	Berechnungstemperatur	°C
t_d	Auslegungstemperatur	°C
t_{ha}	Temperatur des wärmeaufnehmenden Fluids	°C
t_{he}	Temperatur des wärmeabgebenden Fluids	°C
VB	Vakuumhartlöten (en: Vacuum Brazing)	—

Symbol	Beschreibung	Einheit
z	Schweißnahtfaktor	—
α	Wärmeausdehnung	—
δ_e	negative Waddickentoleranz	mm
ν	Poisson-Zahl	—
$\tau_{b,max}$	maximal zulässige Schubfestigkeit des Hartlöt-Zusatzwerkstoffs	100 MPa
μ	Nenn-Verschwächungsbeiwert der Rohrlochstege des Rohrbodens	—
^a 1 bar = 100 000 Pa = 0,1 MPa = 0,1 N/mm ² .		

4 Änderung von Abschnitt 4

Folgende Verweisungen im ganzen Absatz aktualisieren:

- EN 13445-2:2021;
- EN 13445-6:2021;

In Unterabschnitt 4.3.1.1 „Kupfergruppe: 31 bis 35“ durch „Kupfergruppe: 31 bis 38“ ersetzen und folgende Verweisung aktualisieren:

Unterabschnitt 4.3.1.2 streichen und aktuellen Unterabschnitt 4.3.1.3 entsprechend neu nummerieren.

Die folgenden neuen Abschnitte einfügen:

4.3.1.3 Die Mindestwerte für die Bruchdehnung (A), 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:

- $PS \times DN \leq 50\,000$ bar A > 5 %;
- $PS \times DN \leq 10\,000$ bar $3\% \leq A \leq 5\%$.

4.3.1.4 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 ISO 6892-1:2019.

4.3.1.5 Die mechanische Festigkeit für Stahl ist in EN 13445-2:2021 angegeben. Die mechanische Festigkeit für andere Werkstoffe (z. B. Aluminium, Kupfer, Kupferlegierungen, Titan) ist in den Werkstoffnormen oder in Anhang F angegeben.

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

4.3.1.6 Im Anhang F sind in der Tabelle folgende Werte angegeben:

Tabelle F.1 — Elastische Module: $E \times 10^{-3}$ MPa und Poissonzahl

Tabelle F.2 — Wärmedehnung α (durchschnittlicher Wert zwischen 20 °C und T_d)

4.3.1.7 „Die chemische Zusammensetzung muss der Werkstoffspezifikation entsprechen.

4.3.2 Stahl and Gusseisen

4.3.2.1 Tiefziehen

Für Tiefziehen sind insbesondere folgende Stähle geeignet:

- EN 10130:2006, alle Stahlsorten außer DC 01;
- EN 10111:2008: Stahlsorte DD12, DD13, DD14.

Nach dem Umformen und einer möglichen Wärmebehandlung muss der gewählte Werkstoff eine Mindestdehnung von 14 % aufweisen, gemessen nach den Festlegungen in 4.3.1.3, wobei die Probe in der Kalotte nahe der Krempe entnommen wird.

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

4.3.2.2 Plattieren

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 nach EN 13445-2:2021, Anhang D, gelten, wenn die Festigkeit des Plattierungswerkstoffs in die Konstruktionsberechnung einbezogen wird.

4.3.2.3 Lamellenrissbildung

Bei Stahlsorten, bei denen der Behälterhersteller die Gefahr einer Lamellenrissbildung aufgrund der Nahtausführung und der Beanspruchung feststellt, muss eine der folgenden Lösungen angewendet werden:

- Prüfung nach EN 10164:2018 mit einem Mindestwert von Z15;
- 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 muss nach EN 10160:1999 mit Zulässigkeitsgrenzen der Klasse S3 bzw. E4 durchgeführt werden. Die Prüfung ist nach Abschluss aller Herstellungsprozesse des betreffenden (Einzel-)Teils durchzuführen.

4.3.2.4 Vermeidung von Sprödbruch

Für Druckbehälter aus Stahl wird die zulässige Spannung bei der minimal zulässigen Temperatur nach EN 13445-2:2021, Anhang B, oder Anhang A des vorliegenden Dokuments eingesetzt.

Anhang A berücksichtigt, dass aufgrund der physikalischen Gegebenheiten 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 378-2:2016 (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).

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 EN 13445-2:20211, Anhang B, oder Anhang A des vorliegenden Dokuments ermittelt.

Für Gusseisen mit Kugelgraphit, siehe Anforderungen in EN 13445-6:2021.

Sprödbbruch sollte nur dann ermittelt werden, wenn die Werkstoffdicke die Herstellung einer Probe nach EN ISO 148-1 mit einem Querschnitt von mindestens 5 mm × 10 mm zulässt.

4.3.3 Aluminium und Aluminiumlegierungen

Aluminium, Aluminiumlegierungen und Titan sind nicht anfällig für Sprödbbruch aufgrund von niedrigen Temperaturen, und es sind keine besonderen Vorkehrungen für ihre Verwendung bei der minimal zulässigen Temperatur von -196 °C erforderlich.

4.3.4 Kupfer und Kupferlegierungen

4.3.4.1 Die Werkstoffspezifikation muss die Zusammensetzungsgrenzen für alle Bestandteile, die Wärmebehandlung und die geeigneten mechanischen Eigenschaften für die Abnahme und andere Zwecke festlegen.

Die Erzeugnisformen müssen in ihren Lieferbedingungen frei von Eigenspannung gehalten werden, die zu Spannungskorrosionsrissen führen können.

Bei der Verwendung von Kupfer-Zink-Legierungen muss beispielsweise darauf geachtet werden, dass sie ausreichend beständig gegenüber den jeweiligen Medien sind und keine gefährlichen chemischen Reaktionen stattfinden.

Beim Glühen in einer wasserstoffhaltigen Atmosphäre (oder beispielsweise beim Schweißen oder Hartlöten mit offener Flamme) dürfen Erzeugnisformen aus Cu-DHP keine Anzeichen von Wasserstoffversprödung aufweisen.

4.3.4.2 Kupfer und Kupferlegierungen müssen in dem in der Werkstoffnorm nach dem Bezeichnungssystem in EN 1173:2008 festgelegten Werkstoffzustand R oder Y bestellt werden.

4.3.4.3 Die in Tabelle F.3 des Anhangs F angegebene Materialbeständigkeit kann innerhalb der Temperaturgrenze von 200 °C verwendet werden.

4.3.4.4 Versagen durch Lamellenrisse/Terrassenbrüche tritt bei Kupfer und Kupferlegierungen nicht auf.

4.3.4.5 Kupfer, Kupferlegierungen, ausgenommen die Legierungsgruppen 32.2 und 35 sind nicht anfällig für Sprödbbruch aufgrund von niedrigen Temperaturen, und es sind keine besonderen Vorkehrungen für ihre Verwendung bei der minimal zulässigen Temperatur von -196 °C erforderlich.

Für diese beiden Gruppen müssen die Materialeigenschaften in Materialnormen überprüft werden.

4.3.5 Titan

Titan ist nicht anfällig für Sprödbbruch aufgrund von niedrigen Temperaturen, und es sind keine besonderen Vorkehrungen für ihre Verwendung bei der minimal zulässigen Temperatur von -196 °C erforderlich.

4.5 als 4.4, und 4.4 als 4.5 umnummerieren

5 Änderung von Abschnitt 5

In Tabelle 2 die Zeile für brennbares Gas durch Folgendes ersetzen:

Tabelle 2 — Gefährliche Fluide

Gefahrenklasse	Gefahrenhinweis
Entzündbare Gase, Kategorien 1A, 1B und 2	H220, H221
Einschließlich instabiler Gase und pyrophorer Gase	H230, H231, H232

Im Hinweis zu Tabelle 2 die folgende Verweisung aktualisieren:

— EN 378-1:2016+A1:2020.

6 Änderung von Abschnitt 6

Folgende Verweisung im ganzen Absatz aktualisieren:

— EN 13445-3:2021;

— EN 12735-1:2020;

— EN 13445-5:2021;

— EN 378-3:2016+A1:2020;

— EN 378-4:2016+A1:2019.

In 6.1 einen neuen Absatz hinzufügen:

Wenn in dieser Norm das Wort „Korrosion“ verwendet wird, ist damit Korrosion, Oxidation, Ablagerung, Abrieb, Erosion und alle anderen Formen von Verschleiß gemeint.

Ein Korrosionszuschlag ist nicht erforderlich, wenn Korrosion ausgeschlossen werden kann, weil entweder die für die Druckbehälterwände verwendeten Werkstoffe einschließlich der Schweißnähte gegenüber dem Inhalt und der Beladung korrosionsbeständig sind oder zuverlässig geschützt sind.

Für Wärmetauscherrohre und andere Teile mit ähnlichen Wärmetauscheraufgaben ist kein Korrosionszuschlag erforderlich, es sei denn, eine bestimmte korrosive Umgebung erfordert einen solchen.

6.2.2 durch Folgendes ersetzen:

6.2.2 Innere Korrosion

Bei geeigneten Werkstoffen, die mit Kältemitteln in Berührung kommen, ist innere Korrosion vernachlässigbar und der Mindest-Korrosionszuschlag beträgt 0 mm, wenn das Kältemittel die maximal zulässigen Verunreinigungswerte nach Tabelle 3 aufweist.

Tabelle 3 — Zulässige Verunreinigungen im Kältemittel

	Allgemeiner Wert	Ausnahme
Verunreinigungen in der Dampfphase		
Luft und andere nicht kondensierbare Stoffe, maximaler Volumenprozentsatz bei 25,0 °C	1,5	Nicht verfügbar, wenn das Kältemittel einen Siedepunkt > 5 °C hat
Verunreinigungen in flüssiger Phase		
Wasser, Maximalwert ppm nach Gewicht	10	20 für R-11, R-113, R-123, R-245fa, R-1224yd(Z), R-1233zd(E), R-1336mzz(Z), R-1336mzz(E), R-514A
Alle anderen flüchtigen Verunreinigungen, Maximalwert % nach Gewicht	0,5	keine
Hochsiedender Rückstand, Maximalwert % nach Volumen oder % nach Gewicht	0,01	0,000 5 für R-744
Partikel/Feststoffe passieren	Optisch sauber	keine
Säuregehalt, Maximalwert ppm nach Gewicht (als HC1)	1	keine
Chlorid	Keine sichtbare Trübung	keine
Gesamtwert der C3-, C4- und C5-Polyolefine, Maximalwert % nach Gewicht	keine	0,05 für R-50, R-170, R-E170, R-290, R-600, R-600a, R-601, R-601a, R-610, R-1150, R-1270
Schwefelgeruch	keine	Kein Schwefelgeruch für R-50, R-170, R-E170, R-290, R-600, R-600a, R-601, R-601a, R-610, R-1150, R-1270

ANMERKUNG Methoden finden sich im AHRI-Standard 700:2019 Standard für Spezifikationen für Kältemittel.

Andere Korrosionswerte (über Null) dürfen vom Hersteller gewählt werden.

6.4 durch Folgendes ersetzen:

6.4 Verladen

Es gelten die Anforderungen nach EN 13445-3:2021.

Es gibt potenziell vier Belastungsfälle:

Normale Betriebslastfälle sind solche, die während des normalen Betriebs, einschließlich Hochfahren und Abschalten, auf den Druckbehälter einwirken.

Außergewöhnliche Lastfälle sind solche, die Ereignissen mit sehr geringer Eintrittswahrscheinlichkeit entsprechen, die sicheres Abschalten und Überprüfen des Behälters erfordern.

Prüfungslastfälle zur endgültigen Bewertung im Zusammenhang mit Prüfungen nach der Herstellung und Prüfungslastfälle im Betrieb im Zusammenhang mit wiederholten Prüfungen während der vom Benutzer definierten Lebensdauer nach den nationalen Betriebsvorschriften.

ANMERKUNG Der nationale Prüfdruck im Betrieb liegt im Allgemeinen nicht über dem endgültigen Prüfdruckwert.

Vakuumlastfall, der nach der Kältemittelrückgewinnung und/oder vor dem Einfüllen von Kältemittel in die Kammern des Druckbehälters auftritt, die Kältemittel enthalten. Der Druck ist in 6.7 festgelegt

Je nach Lastfall sind die folgenden Berechnungsparameter nach Tabelle 4 zu verwenden.

Tabelle 4 — Berechnungsparameter für verschiedene Lastfälle

FALL	Normale Betriebslast	Außergewöhnliche Last	Vakuum Belastung	Prüflast
Druck P	Berechnungsdruck P_c wie festgelegt in 6.6 und 6.7			Prüfdruck wie festgelegt in 8.10.4 und Anhang C oder durch nationale Betriebsvorschriften
Nennbemessungsspannungen	$f = F$ bei Berechnungstemperatur nach 6.10 und in Tabelle 7 oder Tabelle 8			$f = F$ bei Prüftemperatur nach 6.10 und in Tabelle 7 oder Tabelle 8
Dicke e	$e = e_{\min} - c$			$e = e_{\min}$
Schweißnahtfaktor z	Wert festgelegt in 6.12	$z = 1$		$z = 1$

6.8 durch das Folgende ersetzen:

6.8 Auslegungsdruck P_d

Der Auslegungsdruck darf P_S nicht unterschreiten.

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

Dies kann durch Erfahrung mit einer ähnlichen Auslegung nachgewiesen werden.

Wenn durch die Auslegung ein neues Risiko auftritt, muss der Hersteller Maßnahmen zur Verringerung dieses Risikos umsetzen.

Wenn eine Berechnung durchgeführt wird, müssen die folgenden Parameter verwendet werden:

— Vakuumdruck: -1 bar;

- Temperatur: Umgebungstemperatur;
- Schweißnahtfaktor $z = 1$.

Im letzten Satz von 6.9 die Verweisung auf 4.4 durch 4.3.3.4. ersetzen.

In 6.10.2 die Verweisung auf Tabelle 3 durch Tabelle 5 ersetzen und die Verweisung im Titel der Tabelle entsprechend ändern.

6.11 durch Folgendes ersetzen:

Zur Berechnung der erforderlichen Dicke bestimmter geschweißter Komponenten (z. B. Zylinder, Kegel und Kugeln) enthalten die Auslegungsgleichungen den Faktor z , der den Schweißnahtfaktor der bestimmenden Schweißverbindungen der Komponente darstellt.

Beispiele für bestimmende Schweißverbindungen sind:

- Längs- und Wendelnähte in einer zylindrischen Schale;
- Längsnähte in einer konischen Schale;
- alle Hauptnähte in einer kugelförmigen Schale / einem kugelförmigen Boden;
- bestimmende Nähte in einem gewölbten Boden, der aus zwei oder mehr Blechen besteht.
- Die folgenden Schweißverbindungen sind keine bestimmenden Schweißverbindungen:
- Umfangsschweißnähte zwischen einer zylindrischen oder konischen Schale und einem Zylinder, Kegel, Flansch oder nicht halbkugelförmigen Ende;
- Schweißnähte zur Befestigung von Stützen an Böden;
- Schweißnähte, die ausschließlich Druckspannungen ausgesetzt sind.

ANMERKUNG Umfangsschweißnähte können durch externe Spannungen zu bestimmenden Schweißverbindungen werden.

Der Wert von z für Normalbetriebs-Lastfälle ist in Tabelle 6 angegeben.

Tabelle 6 — Prüfgruppen

Schweißnahtfaktoren	1	1	0,85	0,7
Prüfgruppen ^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
Aluminiumgruppe	21 / 22	21 / 22	21 / 22	21 / 22
Kupfergruppe	Alle	Alle	Alle	Alle
Maximale Dicke je Werkstoffkategorie				
Stahlgruppe 1.1 / 8.1	Unbegrenzt ^b	≤ 50	≤ 50	≤ 16
Stahlgruppe 1.2	Unbegrenzt ^b	≤ 30	≤ 30	≤ 12
Aluminiumgruppe 21 22	Unbegrenzt ^b	≤ 40	≤ 40	≤ 20

Kupfergruppe alle	Unbegrenzt ^b	≤ 40	≤ 40	≤ 20
Schweißverfahren	Unbegrenzt ^b	Nur vollmechanisches Schweißen ^c	Unbegrenzt ^b	Unbegrenzt ^b
Betriebstemperaturbereich	Unbegrenzt ^b	Unbegrenzt ^b	Unbegrenzt ^b	− 50 °C + 200 °C
Fluidgruppen	1/2	1/2	1/2	1/2
Umfang der Sichtprüfung	100 %	100 %	100 %	100 %
Umfang der ZfP mit Ausnahme der Sichtprüfung für bestimmende Schweißverbindungen	100 %	100–10 % ^{d e}	10 %	0 %
<p>^a Definition der Prüfgruppen nach EN 13445-5:2021. Bei allen Prüfgruppen ist eine Sichtprüfung erforderlich.</p> <p>^b Unbegrenzt bedeutet: keine zusätzliche Begrenzung aufgrund der Prüfung. Die in der Tabelle aufgeführten Grenzwerte sind prüfungsinduzierte Grenzwerte. Sonstige in den verschiedenen Abschnitten dieses Dokuments angegebenen Grenzwerte (z. B. Konstruktions-, Werkstoffgrenzwerte) sind ebenfalls zu berücksichtigen.</p> <p>^c Vollmechanisierte und/oder automatische Schweißverfahren, bei denen mindestens die Bewegung des Schweißkopfes und der Schweißzusätze mechanisch gesteuert erfolgt.</p> <p>^d Erste Zahl: ursprünglicher Wert, zweite Zahl: nach zufriedenstellender Erfahrung herabgesetzter Wert. Für die Definition des Begriffes „Erfahrung“ siehe EN 13445-5:2021. Diese Zahl gibt den Prozentsatz der Schweißnähte jedes einzelnen Druckbehälters an.</p> <p>^e Der Umfang der ZfP mit Ausnahme der Sichtprüfung kann bei Gruppe 2b durch die zerstörende Prüfung ersetzt werden.</p>				

Für andere als die in Tabelle 6 aufgeführten Materialien sind die geltenden Anforderungen definiert in:

- EN 13445-4:2021 und EN 13445-5:2021 für andere Stähle als 1.1, 1.2 oder 8.1;
- EN 13445-8:2021 für anderes Aluminium als 2.1 und 2.2.

Für dauerhafte Verbindungen, die keine Schweißverbindungen sind, ist der Verbindungskoeffizient für die Bemessung nach Formel und auch für nicht maßgebende Verbindungen mit 1 anzunehmen

In 6.12.4 „Für Materialien der Kupfergruppe 31-32-33-34-35“ durch „Für Materialien der Kupfergruppe 31 bis 38“ ersetzen.

In 6.12.5 die Verweisung auf Tabelle 6 durch Tabelle 8 ersetzen.

In 6.12.6 ist der erste Satz durch den folgenden zu ersetzen:

Bei der Bewertung von Ausnahmesituationen oder für Vakuumbedingungen muss die Berechnungsspannung für die Prüfbedingung mit der Werkstofftemperatur eingesetzt werden, von der angenommen wird, dass sie in der Ausnahmesituation vorherrscht.

Mit den folgenden Änderungen in Tabelle 5 fortfahren:

- Den Titel in „Tabelle 7 — Nennbemessungsspannung“ ändern.
- Den Titel der dritten Spalte „Prüfbedingungen“ in „Prüfbedingungen oder Ausnahmesituationen“ ändern.
- Die erste Spalte in Zeile 6 in „Kupfergruppe 31 bis 38“ ändern.

— In Fußnote b) die Verweisung von „Tabelle 6“ durch „Tabelle 8“ ersetzen.

Mit den folgenden Änderungen in Tabelle 6 fortfahren:

— Die Verweisung von Tabelle 6 durch Tabelle 8 im Titel ersetzen.

In 6.14.2.2.1 die Verweisung auf „Tabelle 7“ durch „Tabelle 9“ ersetzen.

Die Gleichung (12) wie folgt ändern:

$$F_{\text{Rohr}} \leq \frac{\pi^2}{K_{\text{Rohr}}} * \frac{E_{\text{tube}} * J}{L_k^2} \quad (12)$$

Die Gleichung (13) wie folgt ändern:

$$J = \frac{\pi}{64} X (d_e^4 - d_i^4) \quad (13)$$

Dabei ist

L_k die freie Länge (Knicklänge) des Rohres zwischen zwei Rohrböden, Rohrboden und Prallblech oder zwischen zwei Prallblechen und P_d der Auslegungsdruck im Rohr;

K_{Rohr} der Sicherheitskoeffizient des Rohrs aus Tabelle 7;

J das Trägheitsmoment.

In 6.14.3.3 die Verweisung auf „Tabelle 8“ durch „Tabelle 10“ ersetzen.

Neuen Unterabschnitt 6.14.3.4 hinzufügen:

6.14.3.4 Detail der Hartlötverbindungen

Die Gestaltung von hartgelöteten Überlappstoß- und T-Verbindungen muss Anhang B entsprechen.

7 Änderung von Abschnitt 7

Folgende Verweisungen im ganzen Absatz aktualisieren:

- EN 13445-4:2021;
- EN ISO 15614-1:2017/A1:2019;
- EN ISO 15607:2019;
- EN ISO 15609-2:2019;
- EN 13445-8:2021.

In 7.4.5.2 die Verweisung auf „Tabelle 9“ durch „Tabelle 11“ ersetzen.

7.4.5.5 wie folgt ersetzen:

7.4.5.5 Hartlötter-Zulassung

Der Hartlötter oder Bediener von Hartlöteinrichtungen muss nach EN ISO 13585 oder nach Anhang B qualifiziert sein.

7.5 wie folgt ersetzen:

7.5 Formen von drucktragenden Teilen

7.5.1 Stahlteile

Es gelten die Anforderungen nach EN 13445-4:2021 für Stahlwerkstoffe.

7.5.2 Tiefziehen von Stahlteilen

Die Mindestdicke nach dem Umformen muss mindestens der geforderten Mindestdicke entsprechen.

Wärmebehandlung nach dem Tiefziehen ist nicht erforderlich, wenn eine Mindestdehnung von 14 % bei einem Probekörper nach 4.3.1.2 für alle Stähle nach EN 10130:2006 und für die Stahlsorten DD 12, DD 13 und DD 14 nach EN 10111:2008 nachgewiesen wird.

Wenn andere Stähle verwendet werden, gelten die Anforderungen nach EN 13445-4:2021 zur Bestimmung, ob eine Wärmebehandlung erforderlich ist.

7.5.3 Aluminiumteile

Es gelten die Anforderungen nach EN 13445-8:2021 für Aluminiumwerkstoff.

7.5.4 Kupferteile

Für Kupfer gelten die folgenden Anforderungen:

— Kaltumformen:

- Wurden Kupferlegierungen der Gruppen 32 und 35 während der Fertigung umgeformt, dann sollte eine Wärmebehandlung durch Spannungsarmglühen durchgeführt werden. Dazu muss der Werkstoff einer legierungsspezifischen Temperaturbehandlung ausgesetzt werden. Für viele Legierungen darf ein Temperaturbereich von 300 °C bis 400 °C für die Dauer von mindestens 30 Minuten empfohlen werden.
- Wenn die Behälter für Einsätze bestimmt sind, bei denen es zu Spannungskorrosionsrissen kommen kann, sollte eine Behandlung durch Spannungsarmglühen oder Spannungsbegrenzung in Betracht gezogen werden. Wurden Kupferlegierungen der Gruppe 32 und Gruppe 35 während der Fertigung umgeformt, dann sollte eine Wärmebehandlung durch Spannungsarmglühen in Betracht gezogen werden.
- Bei Kupfer und den anderen Kupferlegierungen einschließlich CuZnSi-Legierungen wird eine Behandlung durch Spannungsarmglühen nicht als erforderlich erachtet.

— Warmumformen:

- Kupfer und Kupferlegierungen, bei denen eine Wärmebehandlung oder Warmumformung erfolgen muss, müssen in einer neutralen oder oxidierenden Atmosphäre ohne direkte Flammeneinwirkung gleichmäßig auf eine Temperatur innerhalb des in folgender Tabelle 12 angegebenen Bereichs erhitzt werden;
- Muss das Verfahren der Warmumformung angewendet werden, dann sind Prüfungen durchzuführen, um nachzuweisen, dass die empfohlene Wärmebehandlung an einem repräsentativen Probekörper die verlangten Eigenschaften ergibt;
- Temperatur für das Warmumformen; siehe Tabelle 12.

Tabelle 12 — Temperatur für das Warmumformen

Werkstoff	Temperatur
Kupfergruppe 31	750 °C bis 950 °C
Messinggruppe 32	650 °C bis 750 °C
Cu-Ni-Gruppe 34	850 °C bis 950 °C
Cu-Al-Gruppe 35	800 °C bis 975 °C

Falls nach dem Kaltumformen von Platten oder Rohren keine Wärmebehandlung vorgesehen ist, muss keine mechanische Prüfung durchgeführt werden.

Wenn nach der Kalt- oder Warmumformung eine Wärmebehandlung erforderlich ist, muss die Einhaltung der Materialspezifikationen anhand einer der folgenden Methoden überprüft werden:

- aus der überschüssigen Länge des umgeformten Teils entnommene Probebleche;
- alternativ an getrennt umgeformten Probestücken, die zusammen mit den umgeformten Teilen wärmebehandelt wurden;
- separat umgeformte Probebleche mit simulierter Wärmebehandlung.

Die folgende Anzahl von Probeblechen ist aus jedem Werkstoffguss zu entnehmen:

- ein Probeblech aus einer Charge von bis zu 10 Teilen;
- zwei Probebleche aus einer Charge von bis zu 25 Teilen;
- drei Probebleche aus einer Charge von bis zu 100 Teilen;
- ein Probeblech für jeweils weitere 100 Teile.

7.6 wie folgt ersetzen:

7.6 Wärmebehandlung nach dem Schweißen

Es gelten die Anforderungen nach EN 13445-4:2021 für Stahlwerkstoffe.

Es gelten die Anforderungen nach EN 13445-8:2021 für Aluminiumwerkstoffe.

Für Kupfer und Kupferlegierungen gilt:

- Für geschweißte Druckbehälter aus Kupfer oder Kupferlegierung ist eine Wärmenachbehandlung üblicherweise nicht notwendig. Wenn die Behälter für Einsätze bestimmt sind, bei denen es zu Spannungskorrosionsrissen kommen kann, sollte eine Behandlung durch Spannungsarmglühen in Betracht gezogen werden.
- ist eine Wärmenachbehandlung erforderlich, muss die Wärmebehandlung in Übereinstimmung mit einem schriftlichen Verfahrensablauf durchgeführt werden, in dem die geforderten Parameter beschrieben werden.
- die Wärmebehandlung ist nach den Empfehlungen des Werkstoffherstellers durchzuführen.

8 Änderung in Abschnitt 8

Folgende Verweisungen im ganzen Absatz aktualisieren:

- EN ISO 2553:2019;
- EN 13445-5:2021;
- EN 13445-8:2021.

In 8.7 die Verweisung auf „Tabelle 4“ durch „Tabelle 6“ ersetzen.

Die folgenden Verweisungen durch die aktualisierte Version derselben Verweisung ersetzen.

9 Änderung in Abschnitt 9

Folgende Verweisungen im ganzen Absatz aktualisieren:

- EN 13445-5:2021.

10 Änderung an Anhang B

Den Titel in „Anhang B Spezifikation und Genehmigung von Hartlötverfahren, Hartlötern und Hartlötbedienern“ ändern.

Ab B.4 den gesamten verbleibenden Anhang wie folgt ersetzen:

B.4 Untersuchung und Prüfung

B.4.1 Allgemeines

Die Prüfungen der Hartlötverfahren und für den Leistungsnachweis sind in Tabelle B.3 angegeben.

Tabelle B.3 — Prüfung des Hartlötverfahrens

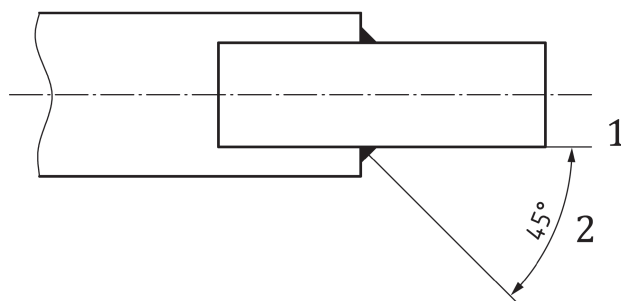
Art der Verbindungen	Art der Prüfung und erforderliche Anzahl an Probekörpern			
	Sichtprüfung	Zugversuch	Schälversuch	Metallographische Untersuchung
T-Stoß	JA	—	—	1 Longitudinal 1 Transversal
Überlappstoß-Verbindung	JA	2	2 ^a	—
^a Ist die Zugfestigkeit des Lötzusatzes gleich oder größer als die des Grundwerkstoffs, dann muss eine metallographische Untersuchung durchgeführt werden.				

B.4.2 Sichtprüfung

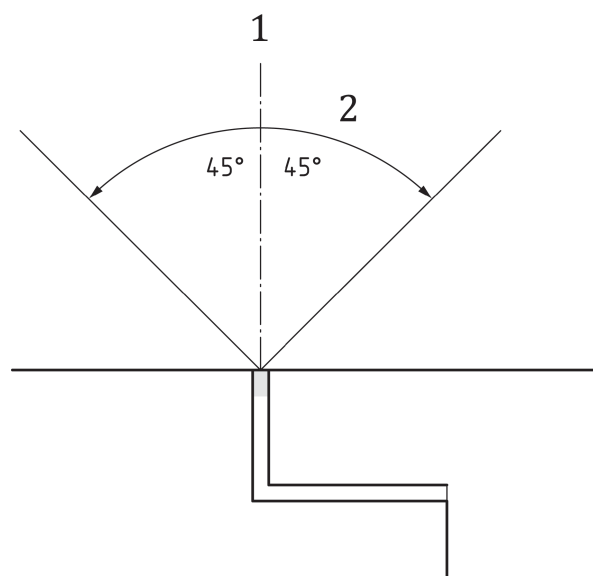
Die Sichtprüfung an Hartlötverbindungen wird zur Beurteilung der „Fehlerfreiheit“ aufgrund von äußeren Merkmalen durchgeführt, z. B. Kontinuität, Größe, Kontur, Benetzung der Hohlkehle entlang der Verbindung und, wo zutreffend, um festzustellen, ob das Lot von einer Seite der Verbindung auf die andere Seite geflossen ist.

Die Verbindung muss für die Untersuchung zugänglich sein, wie in Bild B.5 beschrieben.

Mit einer zusätzlichen Lichtquelle lassen sich der Kontrast verbessern und Defekte vor dem Hintergrund hervorheben.



a) Ansicht A



b) Ansicht B

Legende

- 1 Achse
- 2 Betrachtungswinkel

Bild B.5 — Zugänglichkeit der Untersuchung

Die Annahmekriterien sollten wie folgt sein. Folgendes sollte zutreffen:

- keine Verschlechterung des Grundwerkstoffs (z. B. Oberflächenerosion) durch Überhitzung;
- keine örtliche Unterbrechung der Lotlinie;
- keine Tropfenbildung des Lotes;
- kein überschüssiges Lot;
- kein Flussmittel und keine Flussmittelreste.

B.4.3 Zugversuch

Probekörper und Proben: Die Probekörper und Proben müssen einer der drei in EN 12797 festgelegten Arten entsprechen.

Verfahren: Die Prüfung muss nach ISO 5187 und EN ISO 6892-1 durchgeführt werden.

Annahmekriterien: Die Zugfestigkeit muss mindestens betragen:

- a) Die festgelegte Mindest-Zugfestigkeit des schwächeren Grundwerkstoffs in geglühtem Zustand;
- b) Wenn der Probekörper im Grundwerkstoff außerhalb der Lötstelle bricht, 95 % der festgelegten Mindest-Zugfestigkeit des Grundwerkstoffs in geglühtem Zustand.

Für alle kleinen Rohre ist es üblich, Zugversuchsproben von Rohrabschnitten voller Größe zu verwenden. Passgenaue Metallstopfen müssen weit genug in die Enden solcher rohrförmigen Proben eingeführt werden, damit die Backen der Prüfmaschine die Proben richtig greifen können. Die Stopfen dürfen nicht in den Teil des Probekörpers hineinragen, an dem die Dehnung gemessen wird.

Bild B.6 zeigt eine geeignete Stopfenform, die Lage der Stopfen im Prüfling und die Lage des Prüflings in den Spannzeugen der Prüfmaschine.

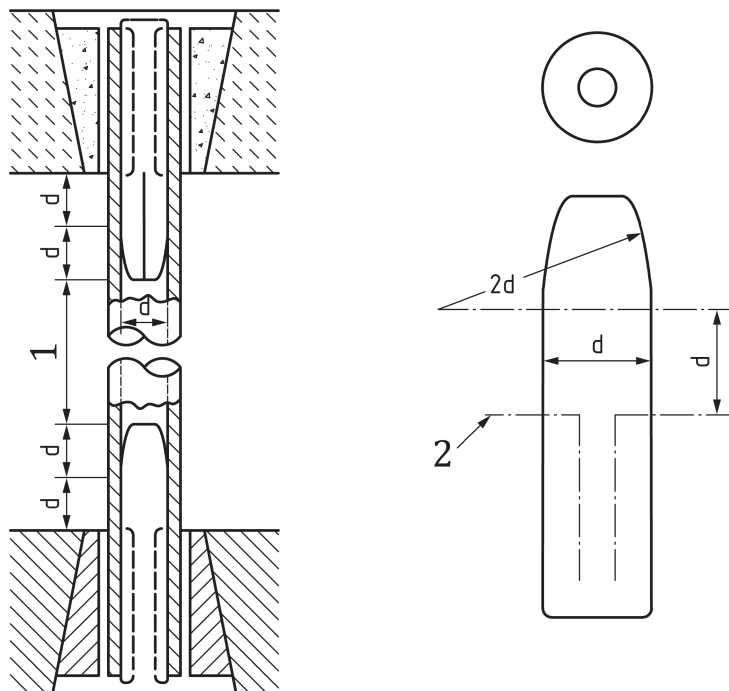


Bild B.6 — Zugversuch mit Metallstopfen für rohrförmige Produkte

Der Durchmesser des Stopfens muss sich von der Begrenzungslinie der Backen der Prüfmaschine bis zum gekrümmten Abschnitt leicht verjüngen.

B.4.4 Schälversuch

Probekörper: Die Probekörper und Proben müssen in dem Zustand sein, in dem sie sich nach dem Hartlöten oder der Entnahme aus der gelöteten Baueinheit befinden.

Verfahren: Die Prüfung muss nach dem entsprechenden Abschnitt der EN 12797 durchgeführt werden.

Annahmekriterien: An der Probe muss entlang jeder Kante der Verbindung Hartlot vorhanden sein. Die einzelne Stirnfläche muss folgende Kriterien erfüllen:

- a) die Summe der Länge der auf einer beliebigen Linie in Richtung des Überlappstoßes gemessenen Fehler darf nicht mehr als 25 % des Überlappstoßes betragen.
- b) kein Fehler sollte sich kontinuierlich von einer Stoßkante bis zur anderen Stoßkante erstrecken, unabhängig von der Richtung des Fehlers.

B.4.5 Metallographische Untersuchung

Wird als Ersatz für den Schälversuch durchgeführt

Probekörper und Proben: Die Probekörper und Proben müssen in dem Zustand sein, in dem sie sich nach dem Hartlöten oder der Entnahme aus der gelöteten Baueinheit befinden. Ein besonderer Fall tritt bei Teilstücken ein, wodurch sichergestellt werden soll, dass das Gefüge nicht geändert wurde.

Verfahren: Die Probe wird abgeschnitten, geschliffen und poliert, um die für die Makroprüfung erforderliche Oberflächenbeschaffenheit zu erhalten. Zwei Schnitte müssen an dem Teilabschnitt vorgenommen werden, der bei geringer Vergrößerung bis $\times 10$ untersucht werden muss.

Annahmekriterien: Risse sind nicht zulässig. Die Summe der Längen ungelöteter Flächen je Seite, einzeln betrachtet, darf höchstens 20 % der Länge der Nahtüberlappung betragen.

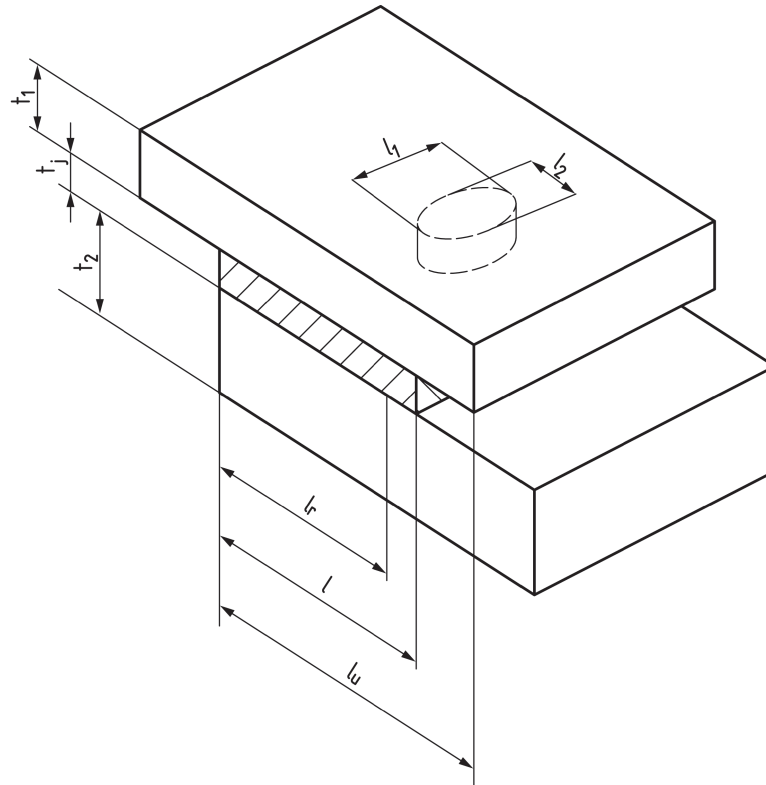
B.4.6 Annahmekriterien

Akzeptable Mängel entsprechen der Qualitätsstufe B der EN ISO 18279 mit Ausnahme der folgenden Mängel:

— Überschüssiges Hartlot B (6BAAA) Qualitätsstufe C.

Die für die Abnahme berücksichtigte Länge der Lötverbindung ist die in (B.2) angegebene Mindestlänge.

Der untersuchte Bereich für die Radiographie ist der projizierte Bereich, der auf die erforderliche Mindestlötlänge begrenzt ist, siehe Bild B.7.

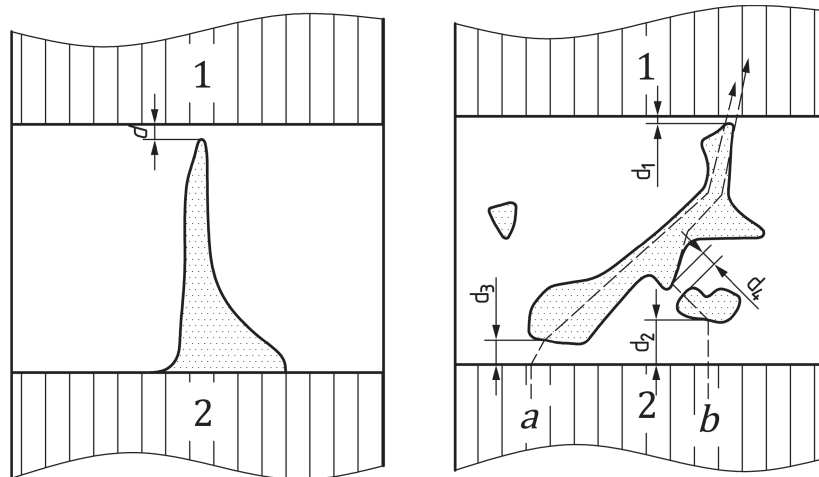


Legende

- l Länge der hartgelöteten Überlappung;
- l_r erforderliche Hartlötlänge;
- l_u Länge der Überlappung vor dem Hartlöten;
- l_1, l_2 Abmessungen der hartgelöteten Fehlstelle;
- t_j Dicke der Hartlötverbindung;
- t_1, t_2 Wand- oder Plattenstärke(n).

Bild B.7 — Längenbestimmung

Bei unvollständiger Durchdringung ist ein Pfad akzeptabel, wenn der Abstand zwischen zwei Lücken (oder Lücken an Bord), die wahrscheinlich zu diesem Pfad beitragen, mehr als 2 mm beträgt, ohne dass Toleranz möglich ist, wie in Bild B.8 dargestellt.



Legende

- 1 Teil 1
- 2 Teil 2
- Fall 1: $d \geq 2 \text{ mm}$: akzeptiert
- Fall 2: $d < 2 \text{ mm}$: nicht zulässig abgelehnt
- Fall 3: Pfad a: $d_1 \geq 2 \text{ mm}$ und $d_3 \geq 2 \text{ mm}$: akzeptiert
- Fall 4: Pfad a: $d_1 \geq 2 \text{ mm}$ und $d_3 < 2 \text{ mm}$: akzeptiert
- Fall 5: Pfad a: $d_1 < 2 \text{ mm}$ und $d_3 \geq 2 \text{ mm}$: akzeptiert
- Fall 6: Pfad a: $d_1 < 2 \text{ mm}$ und $d_3 < 2 \text{ mm}$: nicht zulässig, abgelehnt
- Fall 7: Pfad b: $d_1 < 2 \text{ mm}$, $d_2 < 2 \text{ mm}$ und $d_4 \geq 2 \text{ mm}$: akzeptiert
- Fall 8: Pfad b: $d_1 < 2 \text{ mm}$, $d_2 < 2 \text{ mm}$ und $d_4 < 2 \text{ mm}$: akzeptiert

Bild B.8 — Mögliche unvollständige Durchdringung – Beispiel zur Interpretation

B.5 Zulassungsbereich

B.5.1 Allgemeines

Alle nachstehenden Bedingungen müssen unabhängig voneinander erfüllt werden.

Nach jeder Änderung außerhalb der festgelegten Bereiche ist eine neue Hartlötverfahrensprüfung erforderlich.

B.5.2 Bezogen auf den Hersteller

Eine BPS, die einem Hersteller anerkannt wird, gilt für das Hartlöten in Werkstätten oder auf Baustellen unter den gleichen technischen und qualitätsbezogenen Überprüfungen, wie sie bei diesem Hersteller erfolgen.

B.5.3 Bezogen auf den Werkstoff

B.5.3.1 Grundwerkstoff

Um die Anzahl der Verfahrensprüfungen so gering wie möglich zu halten, werden die in dieser Norm gelisteten Werkstoffe in verschiedene Hartlötgruppen eingeteilt, wie in Tabelle B.4 festgelegt. Nachfolgend sind die in EN ISO 13585:2012, Anhang E angegebenen Grundmetallzahlen (M) aufgeführt:

— Eisenlegierungen:

— 100: Stähle mit 1 % oder weniger Chrom 1.1 und 1.2;

- 130: Rostfreie Stähle, austenitisch 8.1;
- 170: Gusseisen;
- 180: Gusseisen, austenitisch.
- Aluminium und Aluminiumlegierungen:
 - 200: Aluminium und Aluminiumlegierungen ohne Magnesium 21;
 - 210: Aluminiumlegierungen mit weniger als 1 % Magnesium 22.2;
 - 220: Aluminiumlegierungen, mit 1 % oder mehr Magnesium 22.1, 2;
- Kupfer und Kupferlegierungen:
 - 300: Kupfer und Kupferlegierungen;
 - 310: Kupferlegierungen mit 0,5 % bis 1 % Blei;
 - 320: Kupferlegierungen mit mehr als 1 % und nicht mehr als 7 % Bleigrenzwert nach RoHS;
 - 330: Kupferlegierungen mit mehr als 1 % Silizium;
 - 340: Kupferlegierungen mit 0,5 % bis 1 % Aluminium oder Beryllium;
 - 350: Kupferlegierungen mit mehr als 1 % und nicht mehr als 5 % Aluminium oder Beryllium nach RoHS;
 - 360: Kupferlegierungen mit mehr als 5 % Aluminium oder Beryllium.

Tabelle B.4 — Hartlötgruppe

Werkstoffgruppe	Grundwerkstoff (M)	
	Teststückwerkstoff	Qualifikationsbereich
1.1 - 1.2	100	100, 110, 120, 170
8.1	130	130, 140, 150, 160, 180
21 - 22	200, 210, 220	200, 210, 220
31 - 32 - 33 - 34 - 35 - 36 - 37 - 38	300, 310, 320, 330, 340, 350, 360	300, 310, 320, 330, 340, 350, 360

ANMERKUNG Bei einem Teststückwerkstoff, das für die Qualifizierung eines Hartlots verwendet wird, ist das Hartlot zum Hartlöten aller Materialien und aller in derselben Zeile angegebenen Werkstoffkombinationen qualifiziert.

Wenn Teststückwerkstoff aus zwei Zeilen für die Qualifizierung des Hartlots verwendet wird, ist das Hartlot zum Hartlöten aller Werkstoffkombinationen in jeder Zeile und Kombinationen zwischen diesen Zeilen qualifiziert.

B.5.3.2 Dicke

Die Nenndicke e_n ist die Dicke des Grundwerkstoffs der verbundenen Teile.

B.5.4 Zulassungsbereich

B.5.4.1 Allgemeines

Der Zulassungsbereich einer BPS muss die Anerkennung der Dicken und/oder Durchmesser in dem in den Tabelle B.5 festgelegten Bereich umfassen.

Tabelle B.5 — Verbindungen in Blech oder Rohr

Abmessungen	Dicke des Probekörpers e	Bereich
Werkstückdicke, e (mm)	$e < 3$ mm	$0,5 e — 2 e$
	$3 \text{ mm} \leq e < 10$ mm	$1,5 \text{ mm} — 2 e$
	$10 \text{ mm} \leq e \leq 25$ mm	$5,0 \text{ mm} — 2 e$ mit Höchstwert 25 mm
Aussen-Rohrdurchmesser, D (mm) a	D	$\leq D$
ANMERKUNG Bei unterschiedlichen Werkstückdicken richtet sich die untere Grenze nach der dünnsten und die obere Grenze nach der dicksten Dicke.		

Die Zulassung gilt für Prüfstücke unterschiedlicher Aussen-Rohrdurchmesser und Grundwerkstoffe für:

- den kleinsten bis zum größten Durchmesser;
- von der dünnsten bis zur dicksten Dicke des Grundmaterials.

B.5.4.2 Winkel des Abzweiganschlusses

Ein Probekörper an einem Abzweiganschluss mit einem Winkel α reicht für die Zulassung aller Abzweigwinkel α aus.

B.5.4.3 Hartlötverfahren

Die Anerkennung gilt nur für das in der Hartlötanweisung angegebene Hartlötverfahren.

B.5.4.4 Lötposition

Um die Anzahl der Prüfstücke so gering wie möglich zu halten, wird Tabelle B.6 zur Bestimmung des Umfangs der Qualifizierung von Lötpositionen zugrunde gelegt.

Tabelle B.6 — Qualifizierung von Lötpositionen

Prüfposition	Anerkannte Lötposition			
	Wannenposition	Fallposition	Steigposition	Querposition
Wannenposition	X	X	—	—
Fallposition	—	X	—	—
Steigposition	X	X	X	X
Querposition	—	X	—	X