

DIN EN 13445-12



ICS 23.020.30

Einsprüche bis 2019-06-19

Entwurf

**Unbefeuerte Druckbehälter –
Teil 12: Zusätzliche Anforderungen an Druckbehälter aus Kupfer und
Kupferlegierungen;
Deutsche und Englische Fassung prEN 13445-12:2019**

Unfired pressure vessels –

Part 12: Additional requirements for pressure vessels of copper and copper alloys;
German and English version prEN 13445-12:2019

Récipients sous pression non soumis à la flamme –

Partie 12: Exigences complémentaires pour les récipients sous pression en cuivre et alliages
de cuivre;

Version allemande et anglaise prEN 13445-12:2019

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2019-04-19 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 fnca@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 Chemischer Apparatebau (FNCA), 10772 Berlin, Saatwinkler Damm 42/43, 13627 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 95 Seiten

DIN-Normenausschuss Chemischer Apparatebau (FNCA)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 13445-12:2019) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 54 „Unbefeuerte Druckbehälter“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 012-00-05 AA „Unbefeuerte Druckbehälter“ im DIN-Normenausschuss Chemischer Apparatebau (FNCA).

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.

Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 12: Zusätzliche Anforderungen an Druckbehälter aus Kupfer und Kupferlegierungen

Réipients sous pression non soumis à la flamme — Partie 12 : Exigences complémentaires pour les réipients sous pression en cuivre et alliages de cuivre

Unfired pressure vessels — Part 12: Additional requirements for pressure vessels of copper and copper alloys

ICS:

Deskriptoren

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

STD Version 2.9p

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	4
1 Anwendungsbereich.....	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe, Symbole und Einheiten	6
4 Allgemeine Anforderungen.....	6
5 Werkstoffe	6
5.1 Allgemeines.....	6
5.2 Technische Lieferbedingungen	7
5.2.1 Allgemeines.....	7
5.2.2 Werkstoffe in Übereinstimmung mit EN-Normen	7
5.2.3 Werkstoff-Einzelgutachten	7
5.3 Einteilung der Werkstoffgruppen.....	8
5.4 Werkstoffdokumentation und Werkstoffkennzeichnung.....	8
5.5 Vermeidung von Sprödbbruch	8
5.6 Lamellenrissbildung	8
6 Konstruktion.....	9
6.1 Allgemeines.....	9
6.2 Bemessungswerte	9
6.3 Teilberohrte Rohrböden.....	10
6.4 Hartgelötete Überlappstoß- und T-Verbindungen.....	10
6.5 Ermüdungsfeste Gestaltung.....	10
7 Herstellung.....	10
7.1 Allgemeines.....	10
7.2 Dauerhafte Verbindungen.....	11
7.2.1 Allgemeines.....	11
7.2.2 Prüfung der dauerhaften Verbindung und des Bedieners der entsprechenden Einrichtungen.....	11
7.2.3 Herstellung von dauerhaften Verbindungen und Rückverfolgbarkeit.....	11
7.2.4 Prüfung der Schweißverfahren und des Bedienpersonals von Schweißeinrichtungen	11
7.2.5 Prüfung der Hartlötverfahren und des Bedienpersonals von Hartlöteinrichtungen	11
7.2.6 Mechanische Walzenaufdehnung	11
7.3 Vorwärmen	12
7.4 Arbeitsprüfung, Referenzkriterien	12
7.5 Prüfumfang.....	12
7.6 Durchführung der Prüfung und Annahmekriterien	12
7.7 Formen von drucktragenden Teilen	12
7.8 Probenahme von umgeformten Erzeugnissen.....	13
7.8.1 Kalt umgeformte Erzeugnisse ohne Wärmebehandlung.....	13
7.8.2 Warm oder kalt umgeformte Erzeugnisse mit Wärmebehandlung.....	13
7.9 Prüfungen	14
7.9.1 Grundwerkstoff.....	14
7.9.2 Stumpfschweißnähte	14
7.10 Wärmenachbehandlung (PWHT, en:Post weld heat treatment)	14
7.11 Reparaturen.....	14

8	Inspektion und Prüfung	14
8.1	Allgemeines	14
8.2	Zerstörungsfreie Prüfung (ZfP) von dauerhaften Werkstoffverbindungen.....	15
8.2.1	Allgemeines	15
8.2.2	Prüfgruppe 1, 2 und 3	15
8.2.3	Nachweis der zufrieden stellenden Erfahrung bei Prüfgruppe 2	15
8.2.4	Prüfgruppe 4	15
8.2.5	Zerstörungsfreie Prüfung von Hartlötverbindungen	16
8.3	Festlegung des Umfangs der zerstörungsfreien Prüfung	16
8.4	Anwendbare zerstörungsfreie Prüfverfahren	16
8.4.1	ZfP-Verfahren	16
8.4.2	Annahmekriterien	16
	Anhang A (normativ) Werkstoffeigenschaften für Kupfer und Kupferlegierungen	17
A.1	Allgemeine Informationen zu Anhang B bis Anhang G.....	17
A.2	Gruppeneinteilung für Kupfer und Kupferlegierungen aus CEN ISO/TR 15608:2017	18
	Anhang B (normativ) Zusammenfassung der enthaltenen Legierungen.....	19
	Anhang C (normativ) Mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur.....	21
	Anhang D (normativ) Mechanische Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen.....	25
	Anhang E (normativ) Festigkeitseigenschaften bei dauerhaft erhöhter Temperatur	29
	Anhang F (normativ) Zulässige Spannung f.....	37
	Anhang G (normativ) Physikalische Eigenschaften von Kupferlegierungen.....	43
	Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 2014/68/EU, deren Einhaltung angestrebt wird.....	44
	Literaturhinweise	46

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 13445-12:2019) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 54 „Unbefeuerte Druckbehälter“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Mandats erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie 2014/68/EU.

Zum Zusammenhang mit der EU-Richtlinie 2014/68/EU siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil 12 der Normenreihe EN 13445 legt zusätzlich zu den allgemeinen Anforderungen an unbefeuerte Druckbehälter nach EN 13445-1:2014 bis EN 13445-5:2014 Anforderungen an aus Kupfer und Kupferlegierungen (siehe 5.2) hergestellte unbefeuerte Druckbehälter und deren Bauteile fest.

ANMERKUNG 1 Gusswerkstoffe sind in der vorliegenden Fassung nicht enthalten. Angaben zu Gusswerkstoffen werden in einer Änderung der Normenreihe EN 13445 erfasst.

ANMERKUNG 2 Lötverbindungen sind derzeit nicht berücksichtigt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 764-5:2014, *Druckgeräte — Teil 5: Prüfbescheinigungen für metallische Werkstoffe und Übereinstimmung mit der Werkstoffspezifikation*

EN 1653, *Kupfer und Kupferlegierungen — Platten, Bleche und Ronden für Kessel, Druckbehälter und Warmwasserspeichieranlagen*

EN 10204:2004, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

EN 13134:2000, *Hartlöten — Hartlötverfahrensprüfung*

EN 13445-1:2014, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 1: Allgemeines*

EN 13445-2:2014, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 2: Werkstoffe*

EN 13445-3:2014, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 3: Konstruktion*

EN 13445-4:2014, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 4: Herstellung*

EN 13445-5:2014, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 5: Inspektion und Prüfung*

EN 13445-8:2014, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 8: Zusätzliche Anforderungen an Druckbehälter aus Aluminium und Aluminiumlegierungen*

FprEN 14276-1:2018, *Druckgeräte für Kälteanlagen und Wärmepumpen — Teil 1: Behälter — Allgemeine Anforderungen*

Normenreihe EN ISO 3452, *Zerstörungsfreie Prüfung — Eindringprüfung (Normenreihe ISO 3452)*

EN ISO 9606-3, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 3: Kupfer und Kupferlegierungen (ISO 9606-3)*

EN ISO 10042, *Schweißen — Lichtbogenschweißverbindungen an Aluminium und seinen Legierungen — Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten (ISO 10042)*

EN ISO 13585:2012, *Hartlöten — Prüfung von Hartlöttern und Bedienern von Hartloteinrichtungen (ISO 13585:2012)*

EN ISO 14732, *Schweißpersonal — Prüfung von Bedienern und Einrichtern zum mechanischen und automatischen Schweißen von metallischen Werkstoffen (ISO 14732)*

EN ISO 15614-6, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißverfahrensprüfung — Teil 6: Lichtbogen- und Gasschweißen von Kupfer und seinen Legierungen (ISO 15614-6)*

EN ISO 15614-8, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißverfahrensprüfung — Teil 8: Einschweißen von Rohren in Rohrböden (ISO 15614-8)*

EN ISO 17635, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Allgemeine Regeln für metallische Werkstoffe (ISO 17635)*

Normenreihe EN ISO 17636, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung (Normenreihe ISO 17636)*

EN ISO 17637, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Sichtprüfung von Schmelzschweißverbindungen (ISO 17637)*

CEN ISO/TR 15608:2013, *Schweißen — Richtlinien für eine Gruppeneinteilung von metallischen Werkstoffen (ISO/TR 15608:2013)*

3 Begriffe, Symbole und Einheiten

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 13445-1:2014, EN 13445-2:2014, EN 13445-3:2014, EN 13445-4:2014, EN 13445-5:2014 sowie der folgende Begriff.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

3.1 Kupferlegierungen

Legierungen, die hauptsächlich Kupfer enthalten und entsprechend CEN ISO/TR 15608:2013 in die Legierungsgruppen 31 bis 38 eingeteilt sind

4 Allgemeine Anforderungen

Es gelten die allgemeinen Anforderungen nach EN 13445-1.

5 Werkstoffe

5.1 Allgemeines

Die allgemeinen Anforderungen nach EN 13445-2:2014 gelten mit den folgenden Ergänzungen/Ausschlüssen in 5.2 bis 5.6.

Die in dieser Europäischen Norm aufgelisteten Ausgangswerkstoffe, die zusätzlich mit den besonderen Anforderungen dieser Europäischen Norm festgelegt sind, sind für Druckbehälter nach EN 13445-12 geeignet und können für ihre Herstellung verwendet werden.

ANMERKUNG In dieser Europäischen Norm aufgelistete Werkstoffe können ohne europäische Genehmigung von Druckgerätewerkstoffen (EAM) oder ein Werkstoff-Einzelgutachten (PMA) verwendet werden.

5.2 Technische Lieferbedingungen

5.2.1 Allgemeines

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.

Die Verwendung dieser Werkstoffe mit einem Kupfergehalt $> 70\%$ ist bei Vorhandensein von Acetylen nicht zulässig.

5.2.2 Werkstoffe in Übereinstimmung mit EN-Normen

Die in Anhang B, Tabelle B.1 aufgeführten Werkstoffe können innerhalb der Temperaturgrenzen für Bleche, Platten, nahtlose Rohre, Stangen und Schmiedestücke verwendet werden. Die Grenzen für die unterschiedlichen Erzeugnisformen sind in Tabelle B.1 aufgeführt.

Die Daten in den Anhängen C bis E gelten für Werkstoffzustände, mechanische Eigenschaften und Festigkeitseigenschaften bei langfristig erhöhter Temperatur.

ANMERKUNG Die 1 %-Kriechdehnungsgrenzen für CuZn38Sn1As sind Schätzungen auf Basis von Richtwerten.

Die Werkstoffe müssen in Übereinstimmung mit den technischen Lieferbedingungen aus den entsprechenden in Anhang B, Tabelle B.1 aufgeführten Werkstoffnormen bereitgestellt werden. Die Werkstoffe müssen wie in diesen Werkstoffnormen vorgegeben geprüft werden. Die Prüfung muss mindestens eine chemische Analyse sowie einen Zugversuch (Zugfestigkeit, Streckgrenze, Bruchdehnung) umfassen.

5.2.3 Werkstoff-Einzelgutachten

Erzeugnisse aus anderen Kupferlegierungen und geschmiedeten Kupferlegierungen dürfen nach einem Werkstoff-Einzelgutachten (PMA, en: Particular Material Appraisal) verwendet werden. Es müssen Angaben über Anwendungsgrenzen, Anforderungen, Prüfbedingungen, Kennzeichnungen und die weitere Bearbeitung (Formen, Wärmebehandlung, Schweißen, Löten) gemacht werden. Die Werkstoffe müssen die folgenden Anforderungen erfüllen:

Nur Werkstoffe mit einer Mindestbruchdehnung A von nicht weniger als 10 % im endbearbeiteten Zustand dürfen für die Konstruktion von Druckbehältern verwendet werden.

Alternativ muss die Bruchdehnung A für eine Wärmebehandlung durchlaufende Werkstoffe die Werte aufzeigen, die die Werkstoffe charakterisieren, muss für Bleche, Bänder, Platten und Stangen jedoch unabhängig von der Richtung des Probestückes mindestens 14 % betragen. Wenn eine Prüfung nur in Längsrichtung möglich ist, muss die Bruchdehnung A mindestens 16 % betragen.

Es dürfen jedoch niedrigere Dehnungswerte angewendet werden, wenn geeignete Maßnahmen zum Ausgleich dieser niedrigeren Werte getroffen werden und die spezifischen Anforderungen nachweisbar sind.

ANMERKUNG Beispiele für einen Ausgleich:

- Anwendung von höheren Sicherheitsbeiwerten bei der Konstruktion oder geringeren Werkstofffestigkeitswerten;
- Durchführung von Berstprüfungen zum Nachweisen der dehnbaren Werkstoffeigenschaften.

5.3 Einteilung der Werkstoffgruppen

Anhang A von EN 13445-2:2014 ist für Druckbehälter aus Kupfer und Kupferlegierungen nicht zutreffend und wird durch Anhang A bis Anhang G von prEN 13445-12:2019 ersetzt.

Die Gruppeneinteilung für Kupfer und seine Legierungen wird in Tabelle A.1 angegeben.

5.4 Werkstoffdokumentation und Werkstoffkennzeichnung

Werkstoffe für drucktragende Teile, die den Anforderungen dieser Europäischen Norm entsprechen, müssen mit begleitenden Prüfdokumenten in Übereinstimmung mit EN 10204:2004 versehen sein.

Die Art des Prüfdokuments muss mit EN 764-5:2014 übereinstimmen und eine Konformitätserklärung mit der Werkstoffspezifikation beinhalten.

Alle Erzeugnisse müssen wie in der entsprechenden Werkstoffnorm markiert oder gekennzeichnet werden. Die Markierung oder Kennzeichnung muss mindestens Folgendes enthalten:

- das Symbol des Herstellers,
- den Werkstoffsymbol oder die Werkstoffnummer,
- die Produktionschargennummer

ANMERKUNG Eine Produktionscharge ist definiert als das Volumen eines Halbzeugs eines Auftrags aus einem Werkstoff mit identischem Lieferzustand, identischen Abmessungen und, falls zutreffend, aus derselben Schmelze, welches kontinuierlich in demselben Fertigungsablauf und mit denselben Produktionsanlagen hergestellt wurde.

5.5 Vermeidung von Sprödbruch

EN 13445-2:2014, Anhang B ist nicht zutreffend.

Für ungeschweißte Teile gelten die geringsten in Tabelle B.1 dieses Dokuments angegebenen Temperaturen.

Es müssen für die Auslegungstemperatur geeignete Füllstoffe für dauerhafte Verbindungen ausgewählt werden.

5.6 Lamellenrissbildung

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

6 Konstruktion

6.1 Allgemeines

Alle in EN 13445-3:2014 angegebenen Konstruktions- und Berechnungsverfahren gelten mit den folgenden, in 6.2 bis 6.4 angegebenen Änderungen.

Die mechanischen Eigenschaften von Kupfer und Kupferlegierungen werden in Anhang B bis Anhang G dieser Norm angegeben.

EN 13445-3:2014, Anhang A und Anhang B sind nicht zutreffend.

ANMERKUNG Dieser Punkt könnte in Zukunft einer Revision oder Änderung von prEN 13445-12 unterliegen.

6.2 Bemessungswerte

6.2.1 Die Tabellen F.1 bis Tabelle F.3 enthalten die zulässigen Spannungen f .

Die zulässigen Spannungen bei Raumtemperatur gelten bis zu 50 °C. Für andere Temperaturen muss eine lineare Interpolation zwischen den angegebenen Werten durchgeführt werden.

Tabelle 6.2.1-1 — Berechnungsnennspannung für Kupfererzeugnisse mit Ausnahme von nahtlosen Rohren aus den Kupfergruppen 31 und 34

Kupfer-Bezeichnung	Belastungsfälle bei Normalbetrieb	Prüfung und außergewöhnliche Belastungsfälle
Kupfergruppe 31–32–33–34–35 (mit Ausnahme von Cu-DHP, R200 und R220) Bruchdehnung < 25 %	min (0,2 % der Dehngrenze/1,5 und 1 % der Kriechdehnungsgrenze/1,0)	$R_p/T_{test}/1,05$
Kupfergruppe 31–32–33–34–35 (mit Ausnahme von Cu-DHP, R200 und R220) Bruchdehnung ≥ 25 % ^a	min (max (0,2 % der Dehngrenze/1,5 oder 1,0 % der Dehngrenze/1,5), 1 % der Kriechdehnungsgrenze/1,0)	$R_p/T_{test}/1,05$
Cu-DHP, R200 und R220	$R_m/T/3,5$	$R_m/T_{test}/2,22$

^a Der Wert 1,0 % der Dehngrenze darf an Stelle des Wertes 0,2 % der Dehngrenze herangezogen werden, wenn das Verhältnis von 0,2 % Dehngrenze zur Zugfestigkeit bei $\leq 0,5$ liegt und die Bruchdehnung in Querrichtung bei mindestens 25 % oder in Längsrichtung bei mindestens 27 % liegt.

Tabelle 6.2.1-2 — Berechnungsnennspannung für nahtlose Rohre aus den Kupfergruppen 31 und 34

Werkstoff	Aufgebrachte Entspannung	Auslegungs- entspannung	Belastungsfälle bei Normalbetrieb	Prüfung und außer- gewöhnliche Belastungsfälle
Cu-DHP	Y040, Y080	R220	$R_m/T/3$	$R_m/T/2,22$
	R200, R220, R250, R290, R360	R200	$R_m/T/3$	$R_m/T/2,22$
CuNi10Fe1Mn	R290, R310, R480	R290	$R_p1,0/T/1,3$	$R_p1,0/T/1,05$

Werkstoff	Aufgebrachte Entspannung	Auslegungs- entspannung	Belastungsfälle bei Normalbetrieb	Prüfung und außer- gewöhnliche Belastungsfälle
CuNi30Mn1Fe	R370, R480	R370	Rp1,0/T/1,3	Rp1,0/T/1,05
CuFe2P	R370, R420	R300	Rm/T/3	Rm/T/2,22
CuFe2P	R300	R300 ^a	Rm/T/3	Rm/T/2,22
		R300 ^b	Rp1,0/T/1,3	Rp1,0/T/1,05
^a Werkstoff nach EN 12735-1:2016.				
^b Werkstoff mit erweiterten Festigkeitseigenschaften nach FprEN 14276-1:2018, Tabelle F.3.				

6.2.2 Für geschweißte, hartgelötete oder wärmebehandelte Komponenten stellen die charakteristischen Werte des Werkstoffzustands mit den niedrigsten charakteristischen Werten die Berechnungsgrundlage dar.

6.2.3 Tabelle G.1 enthält Daten zum Elastizitätsmodul. Die Streuung beträgt $\pm 5\%$.

6.3 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 4-Fache überschreiten.

Als Ergänzung zu EN 13445-3:2014, Abschnitt 13 für teilberohrte Rohrböden, die nicht gleichmäßig berohrt sind, dürfen die in FprEN 14276-1:2018 angegebenen Gestaltungsrichtlinien angewendet werden.

6.4 Hartgelötete Überlappstoß- und T-Verbindungen

Die Gestaltung von hartgelöteten Überlappstoß- und T-Verbindungen muss FprEN 14276-1:2018, Anhang B entsprechen.

6.5 Ermüdungsfeste Gestaltung

Die ermüdungsfeste Gestaltung für über 500 volle äquivalente Druckzyklen ist durch diesen Teil 12 für Druckbehälter aus Kupfer und Kupferlegierungen nicht abgedeckt. Zur Bestimmung von 500 vollen äquivalenten Druckzyklen über die volle Schwingbreite siehe EN 13445-3:2014, 5.4.2

ANMERKUNG Dieser Punkt wird in Zukunft einer Revision oder Änderung von Teil 12 unterliegen.

7 Herstellung

7.1 Allgemeines

EN 13445-4:2014 gilt mit den folgenden Änderungen in 7.2 bis 7.11.

ANMERKUNG Nicht alle Schweißprozesse sind für alle Kupferlegierungen geeignet.

Schweißzusätze dürfen aus EN ISO 17777 und aus EN ISO 24373 ausgewählt werden.

7.2 Dauerhafte Verbindungen

7.2.1 Allgemeines

Dauerhafte Verbindungen sind im Kontext dieses Abschnitts 7.2:

- Schweiß- und Hartlötverbindungen, die zur Druckfestigkeit des Behälters beitragen;
- Verbindungen durch Aufweiten (Walzverbindungen), die hauptsächlich für die Verbindung zwischen Rohr und Rohrboden verwendet werden.

7.2.2 Prüfung der dauerhaften Verbindung und des Bedieners der entsprechenden Einrichtungen

Das Verfahren für die Herstellung der dauerhaften Verbindung und der Bediener müssen, wie nachstehend festgelegt, geprüft werden.

7.2.3 Herstellung von dauerhaften Verbindungen und Rückverfolgbarkeit

Es darf keine dauerhafte Verbindung während der Fertigung hergestellt werden, bevor eine Prüfung des Verfahrens und der Bediener durchgeführt wurde. Der Hersteller muss ein Verfahren anwenden, nach dem eine Identifizierung der Bediener möglich ist, die die Verbindungen hergestellt haben.

7.2.4 Prüfung der Schweißverfahren und des Bedienpersonals von Schweißeinrichtungen

Für Schweißverfahren müssen die Anforderungen von EN 13445-4:2014, 7.3 mit den folgenden Änderungen angewandt werden:

- a) Die WPAR muss mit EN ISO 15614-6 und/oder EN ISO 15614-8 übereinstimmen.
- b) Anhang B von EN 13445-2:2014 ist nicht anwendbar.

Für Schweißer und Bediener von Schweißeinrichtungen müssen die Anforderungen von EN 13445-4:2014, 7.4 mit den folgenden Änderungen angewandt werden:

Die Verweisung auf EN ISO 9606-1 wird durch EN ISO 9606-3 ersetzt.

7.2.5 Prüfung der Hartlötverfahren und des Bedienpersonals von Hartlöteinrichtungen

Für Hartlöten per Hand und manuelles mechanisches Hartlöten müssen die Hartlötverfahren und Bediener von Hartlöteinrichtungen in Übereinstimmung mit EN 13134:2000 und EN ISO 13585:2012 zugelassen werden.

Die Regeln für vollautomatisches Ofenhartlöten müssen FprEN 14276-1:2018 entsprechen.

Alte Zulassungen, die bereits vor der Veröffentlichung dieser Norm nach der Richtlinie 2014/68/EU oder 97/23/EG gültig waren, behalten ihre Gültigkeit.

ANMERKUNG Nach den in FprEN 14276-1 beschriebenen Regeln geprüfte Hartlötverfahren dürfen in Übereinstimmung mit der Normenreihe EN 13445 verwendet werden.

7.2.6 Mechanische Walzenaufdehnung

Die Zulassung von mechanischen Walzenaufdehnungsverfahren und Bedienern von Aufdehnungseinrichtungen muss in Übereinstimmung mit FprEN 14276-1:2018, Anhang K durchgeführt werden.

7.3 Vorwärmen

Ein Vorwärmen kann beim Schweißen von einigen Legierungen über einer bestimmten Dicke aufgrund der hohen Wärmeleitfähigkeit des Werkstoffes erforderlich sein. Da die Wärmeleitfähigkeit je nach Zusammensetzung stark variiert, muss ein Vorwärmen spezifiziert werden.

Ein Aufwärmen auf 75 °C kann verwendet werden, um Kondensation zu beseitigen.

7.4 Arbeitsprüfung, Referenzkriterien

Es gelten die Anforderungen in EN 13445-4:2014, 8.2, mit den folgenden Änderungen:

- a) Unter d) in EN 13445-4:2014, 8.2: Die Verweisung auf die Werkstoffgruppen 1.1, 1.2 und 8.1 wird durch die Verweisung auf alle in Abschnitt 5 dieses Dokuments zulässigen Kupferwerkstoffe ersetzt.
- b) Die Abschnitte a), c) und e) in EN 13445-4:2014, 8.2 sind nicht zutreffend.

7.5 Prüfumfang

Es gelten die Anforderungen von EN 13445-4:2014, 8.3 mit den folgenden Änderungen:

Tabelle 8.3-1 muss durch die nachfolgende Tabelle 7.5-1 ersetzt werden:

Tabelle 7.5-1 — Prüfung von Produktionsprüfplatten

Werkstoffgruppe	Dicke der Prüfplatte ^e mm	Prüfstücke ^b
alle	$e \leq 12$	1 FB, 1 RB, 1 TT, 1 Ma, 1 Mi
	$e > 12$	2 SB ^c , 1 TT, 1 Ma, 1 Mi
^a Kleinere Plattendicke. ^b Die Symbole für Tabelle 7.5–1 sind in EN 13445-4:2014, Tabelle 8.3-2 angegeben. ^c SB = Seitenbiegeversuch		

7.6 Durchführung der Prüfung und Annahmekriterien

Es gelten die Anforderungen nach 8.4.1, 8.4.2, 8.4.5, 8.4.6, 8.4.7, 8.4.9 und 8.4.10 von EN 13445-4:2014.

7.7 Formen von drucktragenden Teilen

Die folgenden Anforderungen gelten:

- Kaltumformen:
 - Wenn die Behälter für Einsätze bestimmt sind, bei denen es zu Spannungskorrosionsrissen kommen kann, muss 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 anderen Kupferlegierungen 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 7.7-1 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.
 - Für die Temperatur für das Warmumformen, siehe Tabelle 7.7-1.

Tabelle 7.7-1— Temperatur für das Warmumformen

Werkstoff	Temperatur ^a
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
^a Die Temperaturen für das Warmumformen in dieser Tabelle stellen lediglich Empfehlungen dar.	

7.8 Probenahme von umgeformten Erzeugnissen

7.8.1 Kalt umgeformte Erzeugnisse ohne Wärmebehandlung

Die Anforderungen in EN 13445-4:2014, 9.5.1 sind für Druckbehälter aus Kupfer und Kupferlegierungen nicht zutreffend.

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

7.8.2 Warm oder kalt umgeformte Erzeugnisse mit Wärmebehandlung

Die Anforderungen in EN 13445-4:2014, 9.5.2 sind für Druckbehälter aus Kupfer und Kupferlegierungen nicht zutreffend.

Die Übereinstimmung mit den Werkstoffspezifikationen ist nach einer der folgenden Möglichkeiten zu verifizieren:

- 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:

- a) ein Probeblech aus einer Charge von bis zu 10 Teilen;
- b) zwei Probebleche aus einer Charge von bis zu 25 Teilen;

- c) drei Probebleche aus einer Charge von bis zu 100 Teilen;
- d) ein Probeblech für jeweils weitere 100 Teile.

7.9 Prüfungen

7.9.1 Grundwerkstoff

Die Anforderungen in EN 13445-4:2014, 9.6.1 sind für Druckbehälter aus Kupfer und Kupferlegierungen nicht zutreffend.

Aus jedem nach 7.9.2 geforderten Probestück ist eine Zugprobe zu entnehmen. Die Zugproben sind nach Möglichkeit quer zur Walzrichtung zu entnehmen.

7.9.2 Stumpfschweißnähte

Die Anforderungen in EN 13445-4:2014, 9.6.2 sind für Druckbehälter aus Kupfer und Kupferlegierungen nicht zutreffend.

Wenn mehrere, miteinander verschweißte Teile nach dem Schweißen umgeformt werden, muss eine Zugprobe aus dem Schweißgut für jede Schweißverfahrensanweisung (WPS, en: welding procedure specification), jede Schmelze des verwendeten Zusatzwerkstoffs und für jedes umgeformte Erzeugnis entnommen werden. Dies ist nicht zutreffend für geschweißte Teile entsprechend der harmonisierten Werkstoffnorm, wenn diese unter Verantwortung des Druckbehälterherstellers geformt werden.

7.10 Wärmenachbehandlung (PWHT, en:Post weld heat treatment)

Die Anforderungen in EN 13445-4:2014, Abschnitt 10 sind für Druckbehälter aus Kupfer und Kupferlegierungen nicht zutreffend.

Es gilt Folgendes:

- a) 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.
- b) Ist eine Wärmenachbehandlung erforderlich, muss die Wärmebehandlung in Übereinstimmung mit einem schriftlichen Verfahrensablauf durchgeführt werden, in dem die geforderten Parameter beschrieben werden.
- c) Die Wärmebehandlung ist nach den Empfehlungen des Werkstoffherstellers durchzuführen.

7.11 Reparaturen

Es gelten die Anforderungen in EN 13445-4:2014, Abschnitt 11 mit der Ausnahme, dass kein thermisches Hobeln angewendet werden darf.

8 Inspektion und Prüfung

8.1 Allgemeines

Es gelten die Anforderungen in EN 13445-5:2014 mit folgenden Änderungen:

8.2 Zerstörungsfreie Prüfung (ZfP) von dauerhaften Werkstoffverbindungen

8.2.1 Allgemeines

Alle Prüfgruppen erfordern eine 100 %-Sichtprüfung der dauerhaften Verbindungen.

8.2.2 Prüfgruppe 1, 2 und 3

Die zerstörungsfreie Prüfung von dauerhaften Werkstoffverbindungen erfolgt in Abhängigkeit von der jeweiligen Prüfgruppe in Tabelle 8.2.2-1.

Tabelle 8.2.2-1 — Prüfgruppen für Druckbehälter aus Kupfer und Kupferlegierungen

Anforderungen	Prüfgruppe		
	1	2	3
zugelassene Werkstoffe ^e	alle	alle	alle
Umfang der ZfP von bestimmenden Verbindungen ^{c,f,g}	100 %	100 % – 10 % ^b	10 %
ZfP von anderen Verbindungen	in EN 13445-8:2014, Tabelle 8.3-1 für alle Arten von Schweißnähten festgelegt		
Schweißnahtfaktor	1	1	0,85
maximal zulässige Dicke bestimmter Werkstoffe	unbegrenzt ^d	40 mm	40 mm
Verbindungsprozess	unbegrenzt ^d	nur vollmechanisches Schweißen ^a	unbegrenzt ^d
<p>^a Voll mechanisiertes und/oder automatisches Schweißverfahren (siehe EN ISO 14732).</p> <p>^b Erste Zahl: ursprünglicher Wert; zweite Zahl: nach zufrieden stellender Erfahrung. Definition des Begriffs „zufrieden stellende Erfahrung“, siehe 8.2.3.</p> <p>^c Nähere Angaben zur Prüfung sind in EN 13445-8:2014, Tabelle 8.3-1 enthalten.</p> <p>^d „Unbegrenzt“ bedeutet: keine zusätzliche Begrenzung aufgrund der Prüfung. Die in der Tabelle aufgeführten Grenzwerte sind prüfungsbedingte Grenzwerte. Sonstige, in den verschiedenen Abschnitten der vorliegenden Norm angegebene Grenzwerte (z. B. Konstruktions- oder Werkstoffgrenzwerte usw.) sind ebenfalls zu berücksichtigen.</p> <p>^e Zugelassene Werkstoffe sind prEN 13445-12, Abschnitt 5 zu entnehmen.</p> <p>^f Diese Zahl gibt den Prozentsatz der Schweißnähte für jeden einzelnen Druckbehälter an.</p> <p>^g Eine Definition der bestimmenden Verbindungen ist EN 13445-3:2014, 3.13 zu entnehmen und Beispiele sind in EN 13445-3:2014, 5.6 aufgeführt.</p>			

8.2.3 Nachweis der zufrieden stellenden Erfahrung bei Prüfgruppe 2

Es gelten die Anforderungen in EN 13445-5:2014, 6.6.1.1.4 mit den folgenden Änderungen:

25 aufeinander folgend hergestellte Druckbehälter oder 50 m aufeinander folgend geschweißte Nähte gelten als erfolgreiche Herstellung.

8.2.4 Prüfgruppe 4

Vorausgesetzt, alle geltenden Anforderungen für Prüfgruppe 4 in EN 13445-3, EN 13445-4 und EN 13445-5 sind erfüllt, ist Prüfgruppe 4 für Druckbehälter aus Kupfer und Kupferlegierungen für den

Einsatz bei Temperaturen zwischen -10 °C und $+90\text{ °C}$ mit einer Wandstärke von bis zu 12 mm zulässig. Für diese Druckbehälter muss ein Schweißnahtfaktor von 0,7 angewendet werden.

8.2.5 Zerstörungsfreie Prüfung von Hartlötverbindungen

Für nicht bestimmende Hartlötverbindungen und hartgelötete Verbindungen, die in Übereinstimmung mit Abschnitt 6.4 dieser Norm gestaltet und hergestellt wurden, ist eine Sicht- und Druckprüfung erforderlich.

Für bestimmende Hartlötverbindungen muss der Prüfumfang Tabelle 8.2.2-1 für die Prüfgruppe 1 und 3 entsprechen.

8.3 Festlegung des Umfangs der zerstörungsfreien Prüfung

Es gelten die Anforderungen in EN 13445-5:2014, 6.6.2 mit den folgenden Änderungen:

EN 13445-5:2014, Tabelle 6.6.2-1 ist durch EN 13445-8:2014, Tabelle 8.3-1 zu ersetzen.

8.4 Anwendbare zerstörungsfreie Prüfverfahren

8.4.1 ZfP-Verfahren

Zerstörungsfreie Prüfungen müssen unter Verwendung der in EN ISO 17635 festgelegten Prinzipien, Techniken und Annahmekriterien für Aluminium und unter Anwendung der folgenden Prüfverfahren durchgeführt werden:

- Sichtprüfung nach EN ISO 17637;
- Durchstrahlungsprüfung nach der Normenreihe EN ISO 17636 unter Verwendung kupferbasierter IQ-Indikatoren und
- Eindringprüfung nach der Normenreihe EN ISO 3452.

8.4.2 Annahmekriterien

Die Bewertungsgruppen müssen EN ISO 10042 entsprechen

- Bewertungsgruppe C für Schweißnahtüberhöhung, übermäßige Konvexität, übermäßige Kehlnahtdicke und übermäßiges Eindringen
- Bewertungsgruppe B für alle anderen Fehler

Für Druckbehälter, die Kriechbeanspruchung unterliegen, gilt in allen Fällen Bewertungsgruppe B.

ANMERKUNG Die Beziehung zwischen den Bewertungsgruppen von EN ISO 10042 und den Annahmekriterien der unterschiedlichen ZfP-Verfahren ist in EN ISO 17635 angegeben.

Anhang A (normativ)

Werkstoffeigenschaften für Kupfer und Kupferlegierungen

A.1 Allgemeine Informationen zu Anhang B bis Anhang G

Die Mindestwerte für den Wert 0,2 % oder 1,0 % der Dehngrenze sind in Anhang C und Anhang D für Cu-DHP R200 und R220 als die Mindestzugfestigkeit als Funktion der Temperatur (kurzfristige Werte) angegeben. Bei Berechnungen, die sich auf Druckbehälter aus dehnbaren Kupferwerkstoffen beziehen, darf der Wert 1,0 % der Dehngrenze anstelle des Wertes 0,2 % der Dehngrenze herangezogen werden, wenn das Verhältnis von 0,2 % Dehngrenze zur Zugfestigkeit bei $\leq 0,5$ liegt und die Bruchdehnung in Querrichtung bei mindestens 25 % oder in Längsrichtung bei mindestens 27 % liegt.

Die Grenzwerte für die Kriechdehnung sind in Tabelle E.1 bis Tabelle E.3 als Funktion der Temperatur und Lebensdauer angegeben. Dabei handelt es sich um die untere Zeitstandstreubandgrenze für die Kriechdehnungsgrenzen und im Falle von Cu-DHP R250 den Durchschnittswert für die Zeitstandsfestigkeit. Der Durchschnittswert der Zeitstandsfestigkeit, der üblicherweise für Stähle verwendet wird, kann für Kupfer oder Kupferlegierungen nicht angewendet werden, da dies zu extremen plastischen Verformungen führt.

Die Tabellen F.1 bis F.3 enthalten die zulässige Spannung f . Diese ergibt sich aus dem geringsten Wert aus 0,2 % der Dehngrenze/1,5 oder 1,0 % der Dehngrenze/1,5 und 1 % der Kriechdehnungsgrenze/1,0. Für Cu-DHP R200 und R220 ergibt sich die Spannung f aus der Zugfestigkeit/3,5.

ANMERKUNG Die Komponente könnten während ihrer Lebensdauer einer plastischen Verformung von mehr als 1 % ausgesetzt sein.

Bei Teilen von Behältern oder Rohrleitungen aus nahtlosen Rohren aus den Kupfergruppen 31 und 34 mit hartgelöteten, sich überlappenden Rundnähten wird die Berechnungsnennspannung aus der Zugfestigkeit $R_{m/t}$ mit einem Sicherheitsbeiwert von 3 oder aus 1,0 % der Dehngrenze $R_{p1,0/t}$ mit einem Sicherheitsbeiwert von 1,3 unter Bezugnahme auf den vollständig ausgehärteten Werkstoffzustand in Übereinstimmung mit Tabelle 6.2.1-2 berechnet.

A.2 Gruppeneinteilung für Kupfer und Kupferlegierungen aus CEN ISO/TR 15608:2017

Tabelle A.1 — Gruppeneinteilung für Kupfer und Kupferlegierungen

Gruppe	Untergruppe	Kupfer und Kupferlegierung
31		Kupfer mit bis zu 6 % Ag und 3 % Fe
32		Kupfer-Zink-Legierungen
	32.1	Kupfer-Zink-Legierungen, Zweistofflegierung
	32.2	Kupfer-Zink-Legierungen, Mehrstofflegierung
33		Kupfer-Zinn-Legierungen
34		Kupfer-Nickel-Legierungen
35		Kupfer-Aluminium-Legierungen
36		Kupfer-Nickel-Zink-Legierungen
37		Kupferlegierungen, niedriglegiert (weniger als 5 % andere Elemente), nicht von Gruppen 31 bis 36 abgedeckt
38		Andere Kupferlegierungen (5 % oder mehr andere Elemente), nicht von Gruppen 31 bis 36 abgedeckt

Anhang B (normativ)

Zusammenfassung der enthaltenen Legierungen

Tabelle B.1 enthält zur Verwendung für Druckzwecke als zulässig angesehenen Legierungen sowie die relevanten Normen, aus denen sie stammen.

Die Tabelle enthält außerdem die Werkstoffgruppen nach CEN ISO/TR 15608:2013, zu denen die verschiedenen Legierungen gehören sowie den Temperaturbereich, für den die Legierungen als geeignet angesehen werden.

Table B.1 — Legierungen, die für Druckzwecke als geeignet angesehen werden

Nummer	Name	CEN ISO/ TR 15608 Gruppen	Temperatur- grenzen in °C	EN 1057	EN 1173	EN 1652	EN 1653	EN 12163	EN 12164	EN 12165	EN 12167	EN 12168	EN 12420	EN 12449	EN 12450	EN 12451	EN 12452	EN 12735-1	EN 12735-2	EN 13348
CW023A	Cu-DLP	31	−273 bis 250			A	A													
CW024A	Cu-DHP	31	−273 bis 250	A	A	A	A			A			A	A	A	A	A	A	A	A
CW107C	CuFe2P	31	−273 bis 250											A				A		
CW125C	CuFe0,1Sn0,1P	31	−273 bis 250										A	A						
CW300G	CuAl5As	35	−196 bis 250													A				
CW304G	CuAl9Ni3Fe2	35	−196 bis 250				A													
CW307G	CuAl10Ni5Fe4	35	−10 bis 250				A	A		A	A		A							
CW352H	CuNi10Fe1Mn	34	−273 bis 300			A	A	A		A			A	A		A	A			
CW353H	CuNi30Fe2Mn2	34	−273 bis 350													A				
CW354H	CuNi30Mn1Fe	34	−273 bis 350			A	A	A		A			A	A		A	A			
CW453K	CuSn8	33				A		A			A			A						
CW459K	CuSn8P	33	−273 bis 350					A						A						

Nummer	Name	CEN ISO/ TR 15608 Gruppen	Temperatur- grenzen in °C	EN 1057	EN 1173	EN 1652	EN 1653	EN 12163	EN 12164	EN 12165	EN 12167	EN 12168	EN 12420	EN 12449	EN 12450	EN 12451	EN 12452	EN 12735-1	EN 12735-2	EN 13348
CW509L	CuZn40	32.1	−196 bis 250			A		A	A	A	A	A	A	A						
CW610N	CuZn39Pb0,5	32.2	−196 bis 250			A	A		A	A	A									
CW613N	CuZn39Pb2Sn	32.2	−196 bis 250							A			A							
CW614N	CuZn39Pb3	32.2	−196 bis 250						A	A	A	A	A	A						
CW617N	CuZn40Pb2	32.2	−196 bis 250						A	A	A	A	A	A						
CW702R	CuZn20Al2As	32.2	−10 bis 250			A	A							A		A				
CW706R	CuZn28Sn1As	32.2	−273 bis 250													A	A			
CW707R	CuZn30As	32.2	−273 bis 250													A				
CW715R	CuZn38AlFeNiPbSn	32.2	−196 bis 250				A													
CW717R	CuZn38Sn1As	32.2	−10 bis 250				A													
CW719R	CuZn39Sn1	32.2	−10 bis 250				A	A												
CW724R	CuZn21Si3P	32.2	−196 bis 250					A	A	A	A	A	A	A						
CW725R	CuZn33Pb1AlSiAs	32.2	−196 bis 250						A	A	A	A	A							

Anhang C (normativ)

Mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur

Für Abmessungen und andere Daten siehe die in Tabelle B.1 verwiesene Werkstoffnorm.

Tabelle C.1 — Bei der Konstruktion zu verwendende Festigkeitswerte

Nummer	Name	Zustand	Erzeugnisform	R_m /MPa	$R_{p0,2}$ /MPa	$R_{p1,0}$ /MPa
CW023A	Cu-DLP	R200	Platte	200	40	
		R220	Platte	220	45	
		R240	Platte	240	180	
		R200	Platte, Schmiedestück, Rohr	200	40	60
CW024A	Cu-DHP	R220	Platte, Rohr	220	45	65
		R240	Platte	240	180	
		R240	Stab, Schmiedestück, Rohr	240	120	140
		R250	Rohr	250	150	
		R290	Rohr	290	250	
CW107C	CuFe2P	R300	Rohr	300	140	160
		R370	Rohr	370	250	
		R395	Rohr	395		
		R420	Rohr	420	320	
CW125C	CuFe0,1Sn0,1P	R250	Rohr	250	60	
		R270	Rohr	270	100	
		R290	Rohr	290	120	
CW300G	CuAl5As	R350	Rohr	350	110	
CW304G	CuAl9Ni3Fe2	R490	Platte	490	180	
CW307G	CuAl10Ni5Fe4	R590	Platte	590	230	
		R620	Platte	620	250	
		R650	Schmiedestück, Stab	620	270	

Nummer	Name	Zustand	Erzeugnisform	R_m /MPa	$R_{p0,2}$ /MPa	$R_{p1,0}$ /MPa
CW352H	CuNi10Fe1Mn	R270	Platte	270	100	
		R280	Platte	280	110	
		R280	Schmiedestück	280	125	
		R280	Stab	280	90	
		R290	Rohr	290	90	115
		R300	Platte	300	120	145
		R310	Rohr	310	220	
		R320	Platte PV	320	200	
		R350	Platte, Stab	350	250	
CW353H	CuNi30Fe2Mn2	R420	Rohr	420	150	
CW354H	CuNi30Mn1Fe	R310, H080	Schmiedestück	310	120	140
		R320	Platte	320	120	
		R340	Stab, Schmiedestück	340	120	140
		R350	Platte	350	150	140
		R370	Rohr, Platte	370	120	140
		R410	Platte	410	300	
		R420	Stab	420	180	
		R480	Rohr	480	300	
CW453K	CuSn8	R370	Platte	370	150	
		R380	Rohr	380	290	
		R390	Stab	390	200	
		R450	Rohr, Platte, Stab	450	250	
		R520	Rohr	520	440	
		R540	Platte	540	460	
		R550	Stab	550	400	
		R390	Stab	390	< 280	
CW459K	CuSn8P	R450	Stab	450	280	
		R460	Rohr	460	280	
		R550	Stab	550	400	
		R550	Rohr	550	480	
		R300	Schmiedestück	300	100	

Nummer	Name	Zustand	Erzeugnisform	R_m /MPa	$R_{p0,2}$ /MPa	$R_{p1,0}$ /MPa
CW509L	CuZn40	R340	Platte, Rohr, Stab, Schmiedestück	340	120	140
		R360	Stab	360	140	
		R400	Platte	400	240	
		R400	Stab und Schmiedestück	400	250	
		R410	Stab	410	230	
		R410	Rohr	410	250	
CW610N	CuZn39Pb0,5	R310	Platte	310	100	
		R340	Platte	340	120	140
		R360	Stab	360	< 300	
		R400	Platte	400	200	
		R410	Stab	410	220	
		R470	Platte	470	390	
CW613N	CuZn39Pb2Sn	H075 (H070?)	Stab und Schmiedestück	340	120	140
		R350	Schmiedestück	350	140	
		R360	Stab	360	150	
		R410	Stab	410	220	
CW614N	CuZn39Pb3	R350, H080	Schmiedestück	350	120	140
		R360	Stab, Rohr	360	130	
		R430	Rohr	430	250	
CW617N	CuZn40Pb2	H075 (H070?)	Stab und Schmiedestück	340	120	140
		R350	Schmiedestück	350	130	
		R360	Stab, Rohr	360	120	140
		R430	Rohr	430	250	
		R300	Platte	300	90	100
		R330	Platte	330	90	100
CW702R	CuZn20Al2As	R340, R340S	Rohr	340	120	130
		R390	Platte	390	240	
		R390	Rohr	390	150	160
CW706R	CuZn28Sn1As	R320, R320S	Rohr	320	100	105
		R360	Rohr	360	140	150
CW707R	CuZn3As	R340	Rohr	340	130	

Nummer	Name	Zustand	Erzeugnisform	R_m /MPa	$R_{p0,2}$ /MPa	$R_{p1,0}$ /MPa
CW715R	CuZn38AlFeNiPbSn	R390	Platte	390	140	180
		R430	Platte	430	200	
CW717R	CuZn38Sn1As	R320	Platte	320	100	
		R340	Platte	340	120	175
		R400	Platte	400	200	
CW719R	CuZn39Sn1	R320	Platte	320	100	
		R340	Platte	340	120	175
		R340	Stab	340	140	
		R350	Schmiedestück	350	160	
		R400	Platte	400	200	
		R400	Stab	400	180	
CW724R	CuZn21Si3P	R500	Rohr	500	250	
		R500	Schmiedestück	500	250	
		R500	Stab	500	250	
		R600	Rohr	600	350	
		R600	Stab	600	300	
CW725R	CuZn33Pb1AlSiAs	R280	Schmiedestück	280	120	
		R290	Stab	290	150	
		R320	Stab	320	200	

**Anhang D
(normativ)**

Mechanische Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen

Tabelle D.1 — Mechanische Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen

Nummer	Bezeichnung	Anspruchsklasse	Standard	Maß	R	50C	100C	150C	200C	250C	300C	350C
CW023A	Cu-DLP	R200	EN 1653	< 120 mm	$R_{p1,0}$	60	55	55				
CW024A	Cu-DHP	R200	EN 1653	< 120 mm	$R_{p1,0}$	60	55	55				
			Entwurf		R_m	200	200	175	150	125		
		R220	Entwurf		$R_{p1,0}$	65	58	58				
			Entwurf		R_m	220	220	195	170	145		
		R240	EN 1653	<40 mm	$R_{p0,2}$	180	170	160	150			
			Stange, Schmiedestück A12		$R_{p0,2}$	160	140	130	125	120		
		R250	Rohre A11		$R_{p0,2}$	150	135	130	125	120		
CW107C	CuFe2P	R300	Rohre A11		$R_{p1,0}$	110	110	110				
					R_m	300	270	250				
CW307G	CuAl10Ni5Fe4	R620	EN 1653	< 80	$R_{p0,2}$	270	265	260	260	250		

Nummer	Bezeichnung	Anspruchsklasse	Standard	Maß	R	50C	100C	150C	200C	250C	300C	350C
CW352H	CuNi10Fe1Mn	R280, H070	Entwurf		$R_{p1,0}$	125	118	114	109	107	99	
		R290	Stange, Schmiedestück A12		$R_{p1,0}$	125	118	114	109	107	99	
			Rohre A11		$R_{p1,0}$	115	108	105	105	98	93	
		R300	EN 1562	< 60	$R_{p1,0}$	145	138	133	128	123	118	
			EN 1562	60-120	$R_{p1,0}$	125	118	114	109	104	99	
		R320	EN 1563	< 60	$R_{p0,2}$	200	190	185	175	170	165	
		R350	EN 1563	< 60	$R_{p0,2}$	250	235	225	220	210	205	
CW353H	CuNi30Fe2Mn2	R420	Rohre A11		$R_{p0,2}$	150	140	135	125	120		
CW354H	CuNi30Mn1Fe	R320?	EN 1653	< 60	$R_{p1,0}$	175	163	158	153	148	143	138
		R320?	EN 1653	60/120	$R_{p1,0}$	140	130	126	123	120	117	112
		R340, R370, H080, H090	Rohre, Stangen, Schmiedestücke		$R_{p1,0}$	140	130	126	123	120	117	112
		R410	EN 1653	< 60	$R_{p0,2}$	300	275	265	260	255	245	240
CW509L	CuZn40	R340, H075	Entwurf		$R_{p1,0}$	140	137	137	132			
		R400	Platte A10		$R_{p0,2}$	240	220	200	132			
			Stange, Schmiedestück A12		$R_{p0,2}$	250	225	200				
CW610N	CuZn39Pb0,5	R340	EN 1653	< 40	$R_{p1,0}$	140	137	137	132			
			EN 1653	40/80	$R_{p1,0}$	120	115	115	110			
			EN 1653	80/120	$R_{p1,0}$	110	104	104	100			
		R400	EN 1653	< 40	$R_{p0,2}$	200	190	170				
			EN 1653	40/80	$R_{p0,2}$	180	170	160				

Nummer	Bezeichnung	Anspruchsklasse	Standard	Maß	R	50C	100C	150C	200C	250C	300C	350C
CW613N	CuZn39Pb2Sn	H075	Stange, Schmiedestück A12		$R_{p1,0}$	140	137	137	132			
CW614N	CuZn39Pb3	R360, H080	Stange, Schmiedestück A12		$R_{p1,0}$	140	137	137	132			
CW617N	CuZn40Pb2	R360, H075	Stange, Schmiedestück A12		$R_{p1,0}$	140	137	137	132			
CW702R	CuZn20Al2As	R300	EN 1653	< 80	$R_{p1,0}$	100	86	86				
		R330	Platte A10		$R_{p1,0}$	100	86	86				
		R340	Rohre A11		$R_{p1,0}$	130	125	125	120			
		R390	Rohre A11		$R_{p1,0}$	160	148	143	130			
			EN 1653	< 40	$R_{p0,2}$	240	230	225				
CW706R	CuZn28Sn1As	R320	Rohre A11		$R_{p1,0}$	105	103	100				
		R360	Rohre A11		$R_{p1,0}$	150	144	140	135			
CW715R	CuZn38AlFeNiPbSn	R390	EN 1653	< 160	$R_{p1,0}$	180	175	172	170			
		R430	EN 1653	< 40	$R_{p0,2}$	200	185	185	175			
			EN 1653	40/80	$R_{p0,2}$	190	175	175	165			
			EN 1653	80/120	$R_{p0,2}$	180	165	165	155			
CW717R	CuZn38Sn1As	R340	EN 1653	< 40	$R_{p1,0}$	175	172	168				
			EN 1653	40/80	$R_{p1,0}$	170	153	148				
			EN 1653	80/120	$R_{p1,0}$	160	153	148				
		R400	EN 1653	< 40	$R_{p0,2}$	200	190	180				
			EN 1653	40/120	$R_{p0,2}$	180	170	160				