

Hartlöten
Zerstörende Prüfung von Hartlötverbindungen
Deutsche Fassung EN 12797:2000

DIN
EN 12797

ICS 25.160.50

Brazing – Destructive tests of brazed joints;
German version EN 12797:2000

Brasage fort – Essais destructifs des assemblages réalisés par brasage fort;
Version allemande EN 12797:2000

Ersatz für
DIN 8525-1:1977-11,
DIN 8525-2:1977-11 und
DIN 8525-3:1986-07

Die Europäische Norm EN 12797:2000 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Die Europäische Norm EN 12797:2000 wurde im Technischen Komitee CEN/TC 121 „Schweißen“ von der Untergruppe 8 „Hart- und Weichlöten“ erarbeitet. Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Gemeinschaftsausschuss AA 8/AG V 6 „Löten“ im Normenausschuss Schweißtechnik (NAS).

Neben DIN EN 12797 wurde auch eine Norm über zerstörungsfreie Prüfung von Hartlötverbindungen (DIN EN 12799) erarbeitet, die inhaltlich ähnlich wie DIN EN 12797 aufgebaut ist.

Die im Abschnitt 2 zitierten Europäischen Normen sind unter der gleichen Nummer als DIN-EN-Normen veröffentlicht. Für die zitierten Internationalen Normen existieren keine entsprechenden Deutschen Normen.

Änderungen

Gegenüber DIN 8525-1:1977-11, DIN 8525-2:1977-11 und DIN 8525-3:1986-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Inhalt der Europäischen Norm übernommen;
- b) weitere Prüfungen, wie Härteprüfung, Schälprüfung, Biegeprüfung und metallographische Untersuchungen, wurden aufgenommen;
- c) die Anforderungen an die Zugprüfung und Scherprüfung sind weitestgehend unverändert übernommen worden.

Frühere Ausgaben

DIN 8525-1: 1977-11

DIN 8525-2: 1977-11

DIN 8525-3: 1986-07

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 12799, *Hartlöten – Zerstörungsfreie Prüfung von Hartlötverbindungen; Deutsche Fassung EN 12799:2000.*

Fortsetzung 17 Seiten EN

Normenausschuss Schweißtechnik (NAS) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

– Leerseite –

Deutsche Fassung

Hartlöten

Zerstörende Prüfung von Hartlötverbindungen

Brazing – Destructive tests of brazed joints

Brasage fort – Essais destructifs des assemblages réalisés par brasage fort

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 2. Juli 2000 angenommen.

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

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

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

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



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

European Committee for Standardization

Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	3
2 Normative Verweisungen	3
3 Allgemeine Grundsätze	3
4 Scherzugprüfung	4
5 Zugprüfung	4
6 Metallographische Untersuchung	8
7 Härteprüfung	9
8 Schälprüfung	10
9 Biegeprüfung	10
Anhang A (informativ) Unregelmäßigkeiten in Hartlötverbindungen	14
Anhang ZA (informativ) Abschnitte in dieser Europäischen Norm, die grundlegende Anforderungen oder andere Vorgaben von EU-Richtlinien betreffen	17

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 121 „Schweißen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DS gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Januar 2001, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Januar 2001 zurückgezogen werden.

Diese Europäische Norm wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieser Norm ist.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm beschreibt zerstörende Prüfverfahren und Arten von Prüfstücken, die zur Durchführung von Prüfungen an Hartlötverbindungen notwendig sind.

Hartlötverbindungen werden in großer Vielfalt für Konstruktionen genutzt. Die konstruktiven Anforderungen, die an diese Verbindungen gestellt werden, sind ebenfalls sehr unterschiedlich; normalerweise werden einige Festigkeitsstufen gefordert. Dies ist jedoch nicht immer die einzige Festlegung, da sie häufig im Vergleich zu anderen Kriterien, z. B. Luftdichtheit, eine geringere Bedeutung hat. Daraus folgt, dass eine Festigkeitsprüfung für die Beurteilung einer Verbindung für eine besondere Anwendung vollständig belanglos sein kann, wenn die Festigkeit von geringerer Bedeutung ist. Diese Situation wird dadurch erschwert, dass Hartlötverbindungen meist so konstruiert sind, dass sie gleich bleibende Schubbeanspruchung aufnehmen, und dass die Abmessungen der Verbindung durch die Scherfestigkeit in größerem Umfang als durch die Zugfestigkeit beeinflusst werden. Die in dieser Norm beschriebenen Prüfverfahren sind erfolgreich angewendet worden, um Informationen über spezifische Eigenschaften zu erhalten. Es wird empfohlen, eines von ihnen festzulegen, wenn derartige Informationen benötigt werden.

Wesentlich ist die Erkenntnis, dass für viele Fertigungen keine dieser Prüfungen geeignet ist und daher spezifische Prüfungen zu entwickeln sind, um die notwendigen Informationen zu erhalten (die eher qualitativ als quantitativ sein können). Die folgenden zerstörenden Prüfverfahren werden beschrieben:

- a) Scherzugprüfung (siehe Abschnitt 4);
- b) Zugprüfung (siehe Abschnitt 5);
- c) Metallographische Untersuchung (siehe Abschnitt 6);
- d) Härteprüfung (siehe Abschnitt 7);
- e) Schälprüfung (siehe Abschnitt 8);
- f) Biegeprüfung (siehe Abschnitt 9).

Da Berstprüfungen bei Hartlötverbindungen nicht allgemein gebräuchlich sind, sind Einzelheiten darüber nicht enthalten.

Die Art des Prüfstückes kann für jede Prüfung vorgeschrieben oder in technischen Anwendungsnormen, die Hartlötstrukturen behandeln, eingearbeitet werden.

Die Ergebnisse der Prüfungen werden genutzt, um:

- 1) Basisdaten bezüglich des Verhaltens des Zusatzwerkstoffes zu ermitteln;
- 2) optimale Hartlötstrukturen (einschließlich Hartlötspalten) und Hartlötanweisungen zu erstellen;
- 3) die Fertigungsergebnisse mit den Ergebnissen, die bei der Entwicklung erzielt wurden, in Beziehung zu setzen.

Diese Europäische Norm enthält keine Empfehlung für die Anzahl der Prüfstücke oder für die Festlegung der zulässigen Wiederholungen von Prüfungen. Sie gibt einen Leitfaden für die notwendigen Vorsichtsmaßnahmen und legt weder die Verfahren zur Probenahme von Hartlötverbindungen fest, noch erläutert sie die anzuwendenden Abnahmeanforderungen für irgendwelche Prüfungen.

Es wurde nicht versucht festzulegen, welche Prüfung bzw. Prüfungen bei welcher Gelegenheit angewendet werden sollte(n). Dies ist, bevor eine spezielle Prüfmethode ausgewählt wird, zu vereinbaren.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spä-

tere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

EN 910, *Zerstörende Prüfungen von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoffen – Biegeprüfungen*.

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

EN 10003-1, *Metallische Werkstoffe – Härteprüfung Brinell – Teil 1: Prüfverfahren*.

EN 10109-1, *Metallische Werkstoffe – Härteprüfung – Teil 1: Rockwell-Verfahren (Skalen A, B, C, D, E, F, G, H, K) und Verfahren N und T (Skalen 15N, 30N, 45N, 15T, 30T und 45T)*.

EN 12799:2000, *Hartlöten – Zerstörungsfreie Prüfung von Hartlötverbindungen*.

EN ISO 6507-1, *Metallische Werkstoffe – Härteprüfung nach Vickers – Teil 1: Prüfverfahren (ISO 6507-1:1997)*.

ISO 4545, *Metallische Werkstoffe – Härteprüfung – Knoop-Verfahren*.

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

ISO 7438, *Metallische Werkstoffe – Biegeversuch*.

3 Allgemeine Grundsätze

Wenn Hartlötverbindungen zerstörend geprüft werden, können Unregelmäßigkeiten in Verbindungen erkannt werden. Sie können die Qualität und die Gebrauchseigenschaften der Verbindung oder der Hartlötstruktur herabsetzen.

Zerstörende Prüfungen können benötigt werden, um die Auswirkungen des Hartlötprozesses oder einer nachfolgenden Wärmebehandlung auf die Eigenschaften der Verbindung zu bestimmen (z. B. Grundwerkstoffe, Zusatzwerkstoffe, Eigenspannungen).

Diese Europäische Norm gibt keinen Leitfaden bezüglich der Ursache einer Unregelmäßigkeit oder ihres Einflusses auf die Qualität der Verbindung oder der Auswirkungen einzelner bzw. mehrfacher Unregelmäßigkeiten auf die Gebrauchseigenschaften der Hartlötstruktur. Dies ist abhängig von der Begrenzung der Lebensdauer, infolge der Prozesse, denen die Verbindung unterworfen ist, und von den Anforderungen an die Einsatzzeit und an das Betriebsverhalten der Hartlötstruktur.

Die Mehrzahl der Hartlötverbindungen wird als Überlappverbindung der einzelnen Bauteile ausgeführt. Wegen des Kapillareffektes einer Hartlötverbindung sind die meisten Unregelmäßigkeiten im Verbindungsbereich enthalten, wobei die Hauptachsen parallel zur Verbindungsebene liegen. Alle anderen Unregelmäßigkeiten werden durch Beanspruchungen im Hartlot oder im Grundwerkstoff hervorgerufen oder waren bereits vor dem Hartlöten vorhanden. Ein Leitfaden für die Art der Unregelmäßigkeiten, die bei der Anwendung der zerstörenden Prüfungen beobachtet werden, ist schematisch in Anhang A wiedergegeben.

ANMERKUNG Die Bewertung der Toleranzen von typischen Unregelmäßigkeiten, die ein Grund von Beanstandungen sind, die Art der Auswertung von Unregelmäßigkeiten und die Art der Darstellung von Beobachtungen sind zu vereinbaren, bevor eine spezielle Prüfmethode ausgewählt wird.

Die Anwendung eines Verfahrens sollte stets in Abhängigkeit zur Gesamtprüfung gesehen werden. Die Vorteile der Anwendung eines bestimmten Verfahrens können nur durch Berücksichtigung ihrer Ergebnisse in Verbindung mit denen, die durch den Einsatz anderer Prüfverfahren erbracht wurden, erkannt werden. Das (die) am besten geeignete(n) Prüfverfahren sollte(n) ausgewählt werden.

Die zerstörenden Prüfverfahren stehen nicht in Verbindung mit einer bestimmten Prüfstückart, sie legen jedoch die allgemeinen Grundsätze für die beschriebenen Prüfungsarten fest. Es ist darauf hinzuweisen, dass ein befriedigendes Prüfverfahren nur dann entwickelt und angewendet werden kann, wenn alle entscheidenden Faktoren für die verwendete Ausrüstung und für die Eigenschaften der zu untersuchenden Prüfstücke berücksichtigt wurden.

Die Anwendung der beschriebenen Prüfverfahren ermöglicht, die Ergebnisse verschiedener Organisationen zu vergleichen, so dass eine größere Gültigkeit erreicht wird. Sie liefert Konstrukteuren Grunddaten über das Betriebsverhalten von Hartlötzusatzwerkstoffen und hartgelöteten Konstruktionen. Es ist wesentlich, die gewonnenen Werte richtig einzuschätzen, da alle mechanischen Prüfungen nicht absolut sind und die ermittelten Werte von den Bedingungen für die Prüfungen und für den Hartlötzusatzwerkstoff sowie der Gestaltung der Verbindung und der durch den Hartlötprozess erreichten Qualität abhängen. Der Hartlötprozess erzeugt Verbindungen, die nicht so homogen wie die Grundwerkstoffe und die Zusatzwerkstoffe sind.

Viele Faktoren (wie der Hartlötspalt, Hartlötzyklus, Diffusion des Zusatzwerkstoffes in den Grundwerkstoff usw.) können die mechanischen Eigenschaften der Verbindung beeinflussen. Daher sind die Kenntnisse eines Experten erforderlich, um zu beurteilen, ob es möglich ist, die mechanischen Eigenschaften in der Fertigung zu wiederholen, die beim Prüfstück erreicht wurden.

4 Scherzugprüfung

4.1 Allgemeines

Viele Probenarten sind verwendet worden, um Daten von Scherzugprüfungen für Hartlötverbindungen zu ermitteln. Die große Mehrzahl hartgelöteter Verbindungen ist so ausgelegt, dass sie auf Scherung beansprucht wird. Es ist unmöglich, die an hartgelöteten Stumpfstoßverbindungen gewonnenen Ergebnisse auf Scherfestigkeiten zu übertragen. Aus Prüfstücken, die von Hartlötkonstruktionen entnommen wurden, können genormte Proben nur mit Schwierigkeiten angefertigt werden. Konstruktionen mit vielen Verbindungen verursachen ähnliche Probleme, wobei eine vorhandene fehlerhafte Verbindung die Gesamtfestigkeit nicht zu vermindern braucht, aber einen Betriebsausfall verursachen kann. Die Scherzugprobe sollte im Wesentlichen einfach konstruiert und wirtschaftlich herzustellen sowie zu prüfen sein.

In jedem Fall, besonders wenn eine breite Streuung der Ergebnisse vorliegt, sollten die Einflüsse von nicht verbundenen Bereichen und anderen Unregelmäßigkeiten, die durch zerstörungsfreie Prüfungen und durch die Sichtprüfung der Bruchoberflächen festgestellt wurden, berücksichtigt werden.

4.2 Prinzip

Das Prüfprinzip ist, die Probe durch Scherzugbelastungen bis zum Bruch zu beaufschlagen und ihre mechanischen Eigenschaften zu beurteilen, nachdem sie diesem Belastungsverfahren unterworfen wurde.

4.3 Prüfstücke und Proben

Die Angaben für die verwendeten Prüfstücke und Proben müssen vor der Prüfung vereinbart werden und können beispielsweise einer der folgenden Typen entsprechen:

- a) Typ I, wie in Bild 1 gezeigt;
- b) Typ II, wie in Bild 2 gezeigt.

Die Maße, die die Bilder 1 und 2 zeigen, sind dafür typisch. Änderungen können jedoch notwendig sein, damit sie den spezifischen Anwendungen entsprechen.

4.4 Verfahren

Die Prüfung muss nach den Grundsätzen von ISO 5187 durchgeführt werden.

4.5 Prüfergebnisse und Prüfbericht

Die Prüfergebnisse und der Prüfbericht müssen Folgendes enthalten:

- a) Prüfstück und Einzelangaben einschließlich Maße, Toleranzen, Hartlötspalt und Verfahren zur Vorbereitung;
- b) Bezug, z. B. Auftragsnummer, Teilnummer, Lage im hartgelöteten Bauteil, wenn zutreffend;
- c) Datum der Prüfung;
- d) Hartlötzusatzwerkstoff;
- e) Grundwerkstoffe;
- f) Einzelheiten des Hartlötprozesses;
- g) Art der Probe;
- h) Anzahl der Proben;
- i) Art der Prüfmaschine;
- j) Prüftemperatur;
- k) zahlenmäßige Ergebnisse;
- l) Lage des Bruchs;
- m) Aussehen der Bruchoberfläche (Unregelmäßigkeiten, wenn der Bruch in der hartgelöteten Verbindung liegt);
- n) Name des Labors und Unterschrift des Bevollmächtigten.

5 Zugprüfung

5.1 Allgemeines

Viele Probenausführungen sind verwendet worden, um Daten für die Zugfestigkeit von Hartlötverbindungen zu ermitteln. Die Zugprobe sollte im Wesentlichen einfach gestaltet und wirtschaftlich herzustellen sowie zu prüfen sein.

Die Prüfergebnisse sollten unter Beachtung der EN 10002-1 sowie der Anforderungen an jede einzelne Prüfung beurteilt werden. In jedem Fall, besonders wenn eine breite Streuung der Ergebnisse vorliegt, sollten die Einflüsse von nicht verbundenen Bereichen und anderen Unregelmäßigkeiten, die durch zerstörungsfreie Prüfungen und durch die Sichtprüfung der Bruchoberflächen festgestellt wurden, berücksichtigt werden.

5.2 Prinzip

Das Prüfprinzip ist, die Probe durch mechanische Zugbelastungen bis zum Bruch zu beaufschlagen und ihre mechanischen Eigenschaften zu beurteilen, nachdem sie diesem Belastungsverfahren unterworfen wurde.

5.3 Prüfstücke und Proben

Die Angaben für die verwendeten Prüfstücke und Proben müssen vor der Prüfung vereinbart werden und können beispielsweise einer der folgenden Typen entsprechen:

- a) Typ I, wie in Bild 3 gezeigt;
- b) Typ II, wie in Bild 4 gezeigt;
- c) Typ III, wie in Bild 5 gezeigt.

Die Maße, die die Bilder 3, 4 und 5 zeigen, sind dafür typisch. Änderungen können jedoch notwendig sein, damit sie den speziellen Anwendungen entsprechen.