

DIN EN ISO 18279

ICS 25.160.50

Ersatz für
DIN 8515-1:1979-06 und
DIN 32515:1991-06**Hartlöten –
Unregelmäßigkeiten in hartgelöteten Verbindungen (ISO 18279:2003);
Deutsche Fassung EN ISO 18279:2003**Brazing –
Imperfections in brazed joints (ISO 18279:2003);
German version EN ISO 18279:2003Brasage fort –
Défauts dans les assemblages réalisés par brasage fort (ISO 18279:2003);
Version allemande EN ISO 18279:2003

Gesamtumfang 23 Seiten

Die Europäische Norm EN ISO 18279:2003 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Die Europäische Norm EN ISO 18279 wurde vom CEN/TC 121/SC 8 „Hart- und Weichlöten“ erarbeitet und von ISO/TC 44/SC 12 „Hart- und Weichlöten“ identisch als Internationale Norm übernommen.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Gemeinschaftsausschuss DIN/DVS AA 8/AG V 6 „Löten“ im Normenausschuss Schweißtechnik (NAS).

Diese Europäische Norm ersetzt DIN 8515-1 und DIN 32515. Damit steht Anwendern aus unterschiedlichen Bereichen eine einheitliche Norm zur Verfügung.

Zu beachten ist, dass die Bewertungsgruppen informativ sind. Es wird dringend empfohlen, die Hinweise in Anhang A sowie Anhang B, letzter Absatz vor Tabelle B.2, zu beachten. Sollten sich Festlegungen als erforderlich erweisen, ist darauf zu achten, dass nur für das Produkt relevante Unregelmäßigkeiten in Betracht gezogen werden. Die Bewertungskriterien sollten zu einem möglichst frühen Zeitpunkt zwischen Lieferant und Abnehmer vereinbart werden.

Änderungen

Gegenüber DIN 8515-1:1979-06 und DIN 32515:1991-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Der Inhalt der Europäischen Norm wurde vollständig übernommen;
- b) Inhalt von DIN 8515-1:1979 wurde weitgehend identisch übernommen;
- c) Umstellung des Ordnungsnummernsystems von numerisch zu alphanumerisch;
- d) Die Terminologie wurde dem internationalen Sprachgebrauch angepasst;
- e) Anhang A (informativ) wurde neu aufgenommen und soll der praktischen Anwendung dienen;
- f) Anhang B (informativ) entspricht weitestgehend DIN 32515:1991.

Frühere Ausgaben

DIN 8515-1: 1979-06
DIN 32515: 1991-06

ICS 25.160.50

Deutsche Fassung

**Hartlöten
Unregelmäßigkeiten in hartgelöteten Verbindungen
(ISO 18279:2003)**

Brazing —
Imperfections in brazed joints
(ISO 18279:2003)

Brasage fort —
Défauts dans les assemblages réalisés par brasage fort
(ISO 18279:2003)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 17. März 2003 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 Management-Zentrum 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 Management-Zentrum 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, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, der Slowakei, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn und dem Vereinigten Königreich.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Begriffe	6
3 Symbole	7
4 Einteilung	7
4.1 Allgemeines	7
4.2 Äußere Unregelmäßigkeiten	8
4.3 Innere Unregelmäßigkeiten	8
Anhang A (informativ) Anleitung für eine praktische Bewertung von Unregelmäßigkeiten	15
Anhang B (informativ) Bewertung	16
Literaturhinweise	21

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 18279:2003) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 121 „Welding“, dessen Sekretariat vom DS gehalten wird, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 44 "Welding and allied processes" erarbeitet.

Diese Europäische Norm EN ISO 18279:2003 muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Februar 2004, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Februar 2004 zurückgezogen werden.

Die Anhänge A und B sind informativ.

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, Malta, die Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, die Schweiz, die Slowakei, Spanien, die Tschechische Republik, Ungarn und das Vereinigte Königreich.

Einleitung

Hartgelötete Verbindungen enthalten üblicherweise unterschiedliche Arten von Unregelmäßigkeiten. Einige davon sind grundsätzlich als nachteilig einzustufen, andere hingegen können nachteilig oder harmlos sein, abhängig von den Betriebsbelastungen der jeweiligen Hartlötverbindung. Daher ist es oft erforderlich, Unregelmäßigkeiten in hartgelöteten Verbindungen einzuteilen, um danach deren Auswirkungen auf das Betriebsverhalten der Verbindungen zu beurteilen. Die Einteilung ist verhältnismäßig einfach, und Tabelle 1 beschreibt die am häufigsten auftretenden Unregelmäßigkeiten. Die Beurteilung der Bedeutung ist nicht einfach (siehe auch Anhang A).

Für geschweißte Verbindungen hat es zur Bedeutung von Unregelmäßigkeiten umfangreiche Arbeiten über viele Jahre hinweg gegeben. Derartige Arbeiten sind für hartgelötete Verbindungen nicht durchgeführt worden. Überdies ist die Arbeit für Schweißverbindungen kaum für hartgelötete Verbindungen relevant, hauptsächlich wegen der Unterschiede bezüglich Geometrie und Belastungsarten. Daher kann diese Norm keine definierten Bewertungsgruppen für hartgelötete Verbindungen liefern. Diese lassen sich nur aus Erfahrungen in der industriellen Anwendung herleiten. Gleichwohl gibt Anhang B einige Vorschläge für Bewertungsgruppen für allgemeine Anwendungen wieder, die als Hilfestellung dienen sollen, wenn keine detaillierten Informationen verfügbar sind. Es muss hervorgehoben werden, dass die Anwendung von Bewertungsgruppen nur dann erfolgreich sein kann, wenn diejenigen Unregelmäßigkeiten bestimmt werden, die für die Anwendung der jeweiligen hartgelöteten Verbindung erforderlich sind.

1 Anwendungsbereich

In dieser Europäischen Norm ist eine detaillierte Einteilung von Unregelmäßigkeiten zusammengestellt, die in hartgelöteten Verbindungen auftreten können. Ergänzend wird eine Anleitung für Bewertungsgruppen gegeben und es werden konkrete Bewertungskriterien vorgeschlagen.

Werden gegebene Anforderungen nicht durch diese Norm abgedeckt, müssen andere Quellen herangezogen werden, z. B. gesetzliche Bestimmungen, anerkannte Regeln der Technik oder technische Lieferbedingungen.

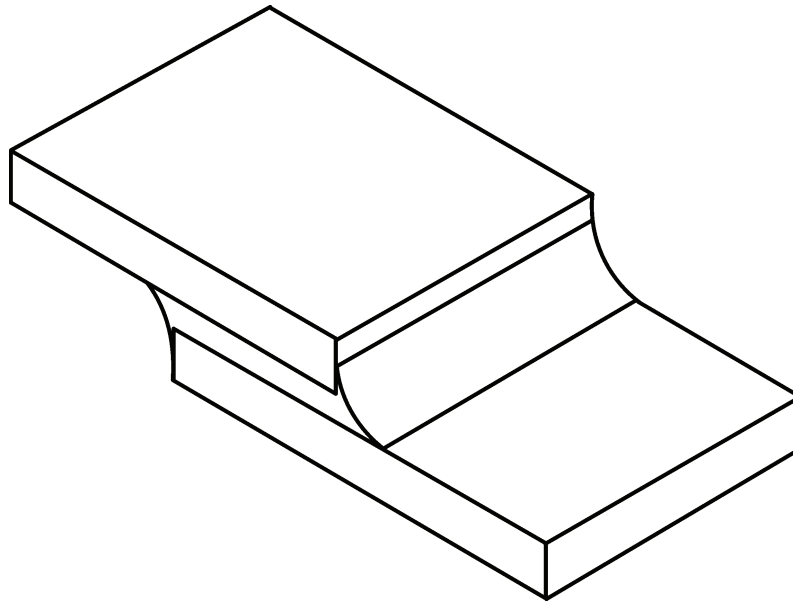
Es wird nichts darüber ausgesagt, wie die Unregelmäßigkeiten im Einzelfall zu beurteilen sind, da dies von den jeweiligen Anforderungen an die hartgelötete Verbindung abhängt. Diese Unregelmäßigkeiten sind nicht immer ausschließlich mittels zerstörungsfreier Prüfverfahren zu ermitteln.

Diese Norm umfasst nur Unregelmäßigkeiten, die in Verbindung mit dem Hartlöten auftreten, ohne Einfluss einer zusätzlichen äußeren Beanspruchung. Festgelegt sind Art, Form und Lage dieser Unregelmäßigkeiten; Entstehungsbedingungen und Entstehungsursachen sind nicht angegeben.

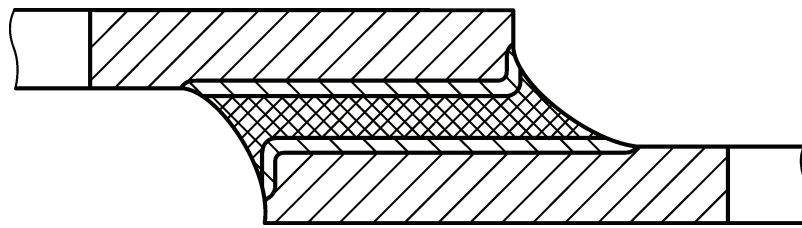
Werden an eine hartgelötete Verbindung Anforderungen gestellt, die für die spezielle Funktion eines Bauteiles erforderlich und unverzichtbar sind, sollten sie in den verbindlichen Unterlagen festgelegt werden, z. B. Konstruktions- oder Arbeitsunterlagen.

ANMERKUNG Es ist notwendig, dass diese Anforderungen präzise beschrieben werden und dass ihre Einhaltung nachweisbar ist. Der Nachweis kann am gelöteten Bauteil oder einem Prüfstück, das unter vergleichbaren Bedingungen hergestellt wurde, erbracht werden. Die Anforderungen sollten festgehalten und vollständig dokumentiert werden, bevor eine Einteilung vorgenommen wird.

Diese Europäische Norm legt keine Anforderungen für die Zulässigkeitsbereiche für Unregelmäßigkeiten fest, da diese sich, abhängig von der Anwendung, deutlich unterscheiden werden. Jedoch werden einige Bewertungsgruppen vorgeschlagen, die Hinweise geben können, wenn detailliertere Angaben nicht verfügbar sind.







a) einfache hartgelötete Baugruppe



b) Schnitt durch die Baugruppe in a)

Legende

-  Grundwerkstoff
-  Verfahrensbeeinflusster Grundwerkstoff (Verfahrenseinflusszone (HAZ))
-  Übergangsphase
-  Lötgut

ANMERKUNG Die Ausdehnung der HAZ variiert in Abhängigkeit von Werkstoffen und Hartlötprozess.

Bild 1 — Schema einer hartgelöteten Baugruppe

2 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm werden die Bereiche einer hartgelöteten Baugruppe schematisch – wie in Bild 1 dargestellt – definiert. Ergänzend gilt folgender Begriff.

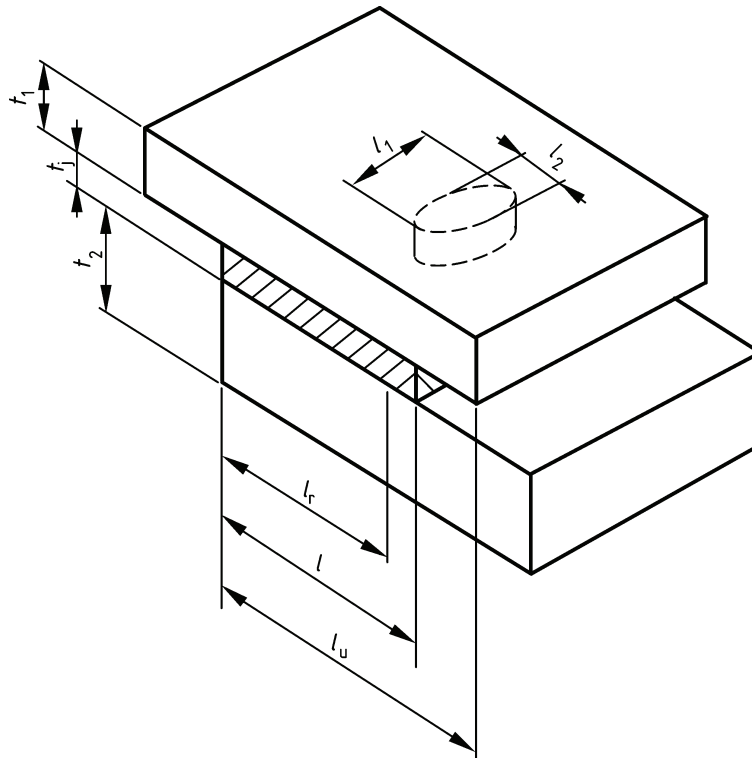
2.1 Unregelmäßigkeit

Unvollkommenheit in der hartgelöteten Verbindung, Abweichungen von der angestrebten relativen Lage der gefügten Teile beim Hartlöten und von den angestrebten Merkmalen einer hartgelöteten Verbindung, wenn derartige Abweichungen durch das Hartlöten hervorgerufen werden

3 Symbole

Folgende Symbole werden verwendet:

- l Lötlänge der hartgelöteten Überlappverbindung;
- l_r geforderte Hartlötlänge;
- l_u Montagelänge der Überlappverbindung;
- $l_{1,2}$ Längen der Unregelmäßigkeit;
- t_j Lötnahtbreite;
- $t_{1,2}$ Wanddicke oder Blechdicke bzw. -dicken.



ANMERKUNG Dieses Bild zeigt eine ebene Unregelmäßigkeit.

Bild 2 — Symbole für Abmessungen

4 Einteilung

4.1 Allgemeines

Die Unregelmäßigkeiten werden in folgende sechs Gruppen eingeteilt:

- Gruppe I Risse;
- Gruppe II Hohlräume;
- Gruppe III feste Einschlüsse;
- Gruppe IV Bindefehler;
- Gruppe V Form- und Maßabweichungen;
- Gruppe VI sonstige Unregelmäßigkeiten.

Die Unregelmäßigkeiten sind mit Ordnungsnummern gekennzeichnet.

Eine weitergehende Unterteilung kann erfolgen in äußere und innere Unregelmäßigkeiten, die bei hartgelöteten Verbindungen auftreten können.

4.2 Äußere Unregelmäßigkeiten

Äußere Unregelmäßigkeiten in hartgelöteten Verbindungen beinhalten:

- eingefallene Lötnaht;
- Risse;
- offene Porosität;
- unzureichende Hohlkehle;
- Lötgutüberlauf;
- lokales Aufschmelzen;
- rauhe Lötnahtoberfläche;
- Ausblühungen;
- Verfärbungen;
- Spritzer;
- Flussmittelreste;
- Erosion in der Oberfläche des Grundwerkstoffs.

4.3 Innere Unregelmäßigkeiten

Innere Unregelmäßigkeiten in hartgelöteten Verbindungen beinhalten:

- Risse;
- Füllfehler;
- Feststoffeinschlüsse;
- Gaseinschluss;
- Flussmitteleinschluss;
- Bindefehler;
- übermäßige Anlösung des Lotes und des Grundwerkstoffes (manchmal als Erosion bezeichnet).

Tabelle 1 — Einteilung der Unregelmäßigkeiten

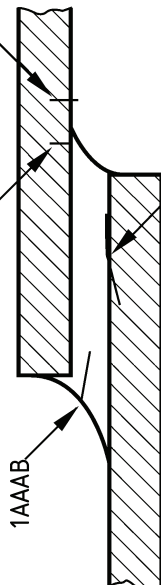
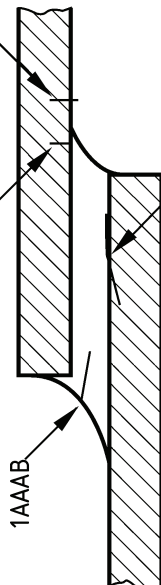
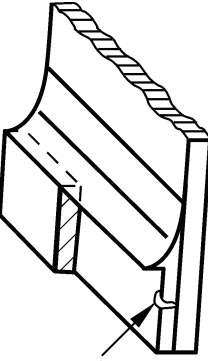
Ordnungsnummer	Benennung	Erklärung	Darstellung
I Risse			
1A ^a AAA	Riss	Begrenzte Werkstofftrennung mit überwiegend zweidimensionaler Ausdehnung. Ein Riss darf längs oder quer verlaufen.	
1A ^a AAB		Die Lage kann einmalig oder öfter auftreten wie folgt:	
1A ^a AAC		im Lötgut	
1A ^a AAD		in der Übergangzone, eingeschlossen die Diffusionszone	
1A ^a AAE		in der Verfahreenseinflusszone im unbeeinflussten Grundwerkstoff	
a		- Bei interkristallinen Rissen ist das zweite Symbol "A" in "F" zu ändern. - Bei transkristallinen Rissen ist das zweite Symbol "A" in "H" zu ändern.	
II Hohlräume			
2AAAA	Hohlraum	—	—
2BAAA	Gaseinschluss	gasgefüllter Hohlraum	

Tabelle 1 (fortgesetzt)

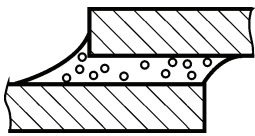
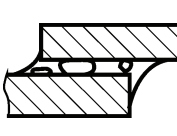
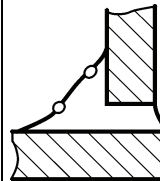
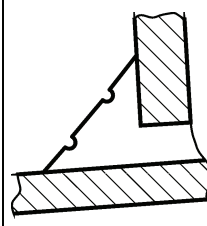
Ordnungsnummer	Benennung	Erklärung	Darstellung
2BGAA 2BGGA 2BGMA 2BGHA	Gaspore	kugelförmiger Gaseinschluss Sie können auftreten als: gleichmäßig verteilte Poren örtlich gehäufte Poren Porenzeile	
2LIAA	große Gasnester	Große Fehlerstellen von länglicher Form, die die Breite der Verbindung haben können.	
2BALF ^b	Oberflächenpore	Gaspore durchbricht die Oberfläche	
2MGAF ^b	Oberflächenblase	Gaspore in Oberflächennähe, der zur Auftreibung führt	
^b Diese Unregelmäßigkeiten treten oft gemeinsam auf.			

Tabelle 1 (fortgesetzt)

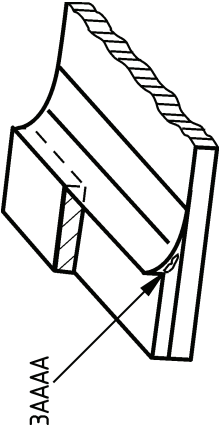
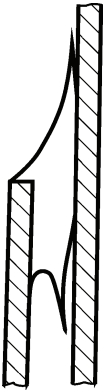
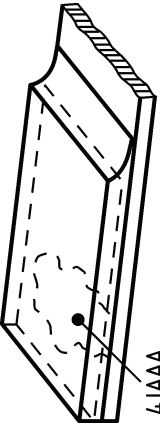
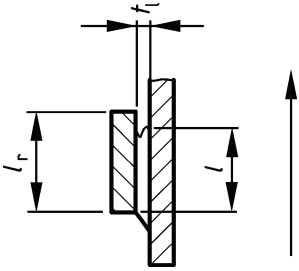
Ordnungsnummer	Benennung	Erklärung	Darstellung
III Feste Einschlüsse			
3AAAA	Feststoffeinschluss	Einschluss von fremdem Metall oder nichtmetallischen Teilchen im Lötgut Kann unterteilt werden in: Oxideinschluss Metalleinschluss Flussmitteleinschluss	
IV Bindefehler			
4BAAA	Bindefehler	keine oder unzureichende Bindung zwischen Lötgut und Grundwerkstoff	
4JAAA	Füllfehler	unvollständige Spaltfüllung	
4CAAA	unvollständiger Durchfluss	Das Lötgut ist nicht entlang der vereinbarten Länge der Verbindung geflossen.	 <p>Der Pfeil gibt die Fließrichtung durch die Verbindung an.</p>

Tabelle 1 (fortgesetzt)

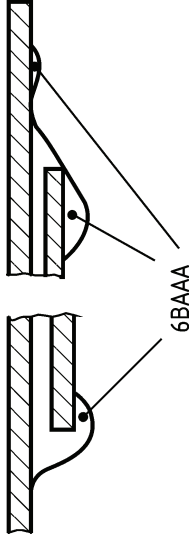
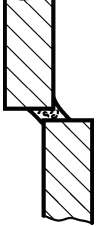
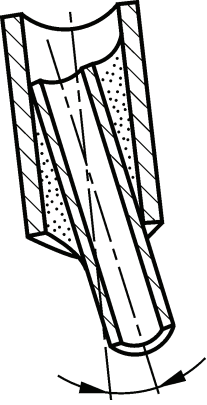
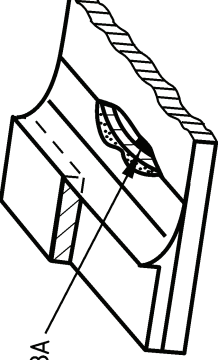
Ordnungsnummer	Benennung	Erklärung	Darstellung
V Form- und Maßabweichungen			
6BAAA	Lötgutüberlauf	Auf dem Grundwerkstoff übergelaufenes Lötgut, das als tropfenförmiger oder dicker Belag erstarrt.	
5AAAA	Formfehler	Abweichung von der vorgesehenen Form der hartgelöteten Verbindung	—
5EIAA	Kantenversatz	Die Werkstücke sind parallel, aber versetzt.	
5EJAA	Winkelversatz	Die Werkstücke bilden einen vom vorgesehenen Wert abweichenden Winkel.	
5BAAA	Verzug	unerwünschte Formänderung der hartgelöteten Baugruppe	—
5FABA	lokales Aufschmelzen (oder Durchschmelzung)	durchgehendes Loch in oder neben der Lötnaht	
7NABD	Anschmelzung der Oberfläche des Grundwerkstoffs	angeschmolzene Werkstückoberfläche der hartgelöteten Baugruppe im Bereich der Verbindung	—

Tabelle 1 (fortgesetzt)

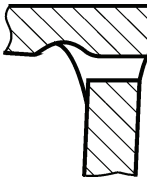
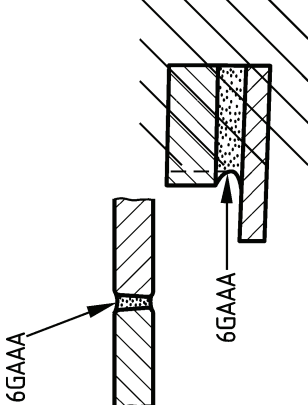
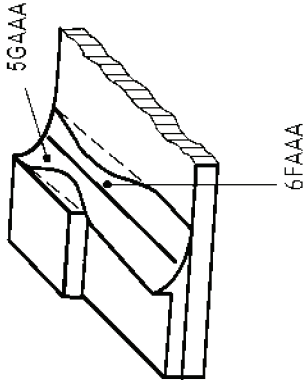
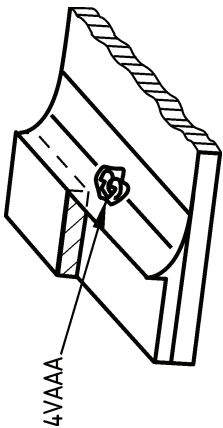
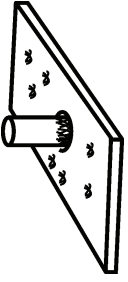
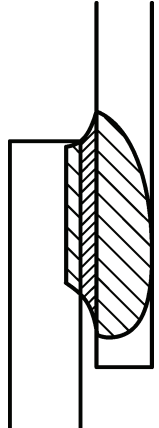
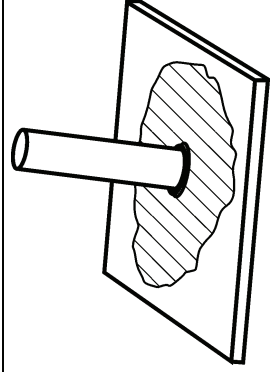
Ordnungsnummer	Benennung	Erklärung	Darstellung
7OABP	Anlösung	erosive Schädigung der Werkstückoberfläche der hartgelöteten Baugruppe	
6GAAA	eingefallenes Lötgut (eingefallene Hohlkehle)	<p>Die Oberfläche des Lötguts in der hartgelöteten Verbindung ist unter das vorgesehene Maß abgesenkt.</p> <p>Die Oberfläche des Lötguts ist unter die Oberfläche des Grundwerkstoffs eingefallen.</p>	
5HAAA	raue Oberfläche	unregelmäßige Erstarrung, Aufschmelzung usw.	—
6FAAA	unzureichende Hohlkehle	Die Hohlkehle hat sich unterhalb der festgelegten Größe ausgebildet.	—
5GAAA	unregelmäßige Hohlkehle	Auftreten einer veränderlichen Hohlkehle	
VI Sonstige Unregelmäßigkeiten			
7AAAA	sonstige Unregelmäßigkeiten	Unregelmäßigkeiten, die nicht in die Gruppen I bis V eingeordnet werden können.	—

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Ordnungsnummer	Benennung	Erklärung	Darstellung
4VAAA	Ausblühung	Austritt von Flussmittelresten aus Oberflächenporen	
7CAAA	Spritzer	auf der Oberfläche der hartgelöteten Baugruppe haftende Lotperltropfen	
7SAAA	Verfärbung/Oxidation	Oxidation/Flussmitteleinwirkung/ abgedampfter Lot oder Grundwerkstoff auf der Oberfläche	—
7UAAC	übermäßige Anlösung des Grundwerkstoffs und des Lotes	einhergehend mit übermäßiger Wärmeinwirkung, extremen Zeiten und/oder Loten	
9FAAA	Flussmittelrest	Flussmittel, das nicht beseitigt wurde.	—
7QAAA	übermäßige Lötgutausbildung	unerwünschte Benetzung von Grundwerkstoff durch Lötgut	
9KAAA	Ätzmarke	Reaktion von Flussmittel auf der Grundwerkstoffoberfläche	—

Anhang A (informativ)

Anleitung für eine praktische Bewertung von Unregelmäßigkeiten

Bevor eine Bewertung von Unregelmäßigkeiten erfolgt, ist es unbedingt erforderlich, eine kritische Nachprüfung aller maßgebender Einflussgrößen vorzunehmen, um nachfolgende teure Irrtümer zu vermeiden. Auch wenn es nicht Bestandteil des Anwendungsbereiches dieser Norm ist, erfordert diese Nachprüfung auch ein Einbeziehen der Anforderungen anwendbarer Prüfverfahren, z. B. die nach EN 12797 und EN 12799.

Es ist unverzichtbar, sich die Bedeutung einer realistischen Sichtweise der maßgebenden Unregelmäßigkeiten zu vergegenwärtigen. Wenn die hartgelötete Baugruppe z. B. im Inneren ein hohes Vakuum halten muss, besitzen Gasporen keine besondere Bedeutung, so lange die Baugruppe vakuumdicht ist. Dies gilt sinngemäß für die Auswahl der Prüfungen, um die vermuteten Unregelmäßigkeiten zu bestimmen. Erstere müssen unter Einbeziehung der Betriebsanforderungen ausgewählt werden. Die primären Anforderungen müssen immer im Vordergrund stehen und Priorität besitzen.

Unregelmäßigkeiten, die typisch für das Schweißen sind, treten beim Hartlöten nicht auf. Weiterhin besitzt das Auftreten von Unregelmäßigkeiten beim Hartlöten oftmals eine andere Bedeutung als beim Schweißen. Als Beispiel sei angeführt: Im Allgemeinen ist ein Füllgrad von 60 % in einer hartgelöteten Rohrverbindung ausreichend für eine Vielzahl von Anwendungen. Als Konsequenz aus derartigen Tatsachen ist es in bestimmten Fällen notwendig, eine realistische Wahl der Prüfungen für die jeweiligen hartgelöteten Baugruppen vorzunehmen. Daraus folgt, dass ausgiebige Prüfserien im günstigsten Fall Geldverschwendung darstellen, im ungünstigsten zu gefährlichen Fehurteilen führen.

Anhang B (informativ)

Bewertung

Zur Bewertung hartgelöteter Verbindungen sollte jede einzelne Unregelmäßigkeit nach Tabelle 1 beschrieben sein, danach wird der jeweiligen Verbindung eine der drei Bewertungsgruppen mit den Symbolen B, C oder D zugeteilt (siehe Tabelle B.1). Die Verbindungen sollten nach der Durchführung aller dem Hartlöten nachgeschalteter Reinigungsprozesse untersucht werden.

Tabelle B.1 — Bewertungsgruppen für Unregelmäßigkeiten in hartgelöteten Verbindungen

Bewertungssymbol	Bewertungsgruppe
D	niedrigste
C	mittlere
B	strengste

Die drei Bewertungsgruppen sind willkürlich mit D, C und B bezeichnet und sollten die allermeisten der praktischen Anwendungen umfassen. Das Bewertungssymbol A ist für spezielle sehr anspruchsvolle Anwendungen gedacht. Dazu müssen die Bewertungsgrenzen der Unregelmäßigkeiten in Bezug auf die spezielle Anwendung festgelegt werden.

Falls notwendig dürfen die Anforderungen genauer festgelegt werden. Wenn die geforderten Bewertungen festgelegt werden, sollte eine Kombination der Unregelmäßigkeiten in Betracht gezogen werden.

Die Angabe, dass bestimmte Unregelmäßigkeiten Anforderungen anderer Bewertungsgruppen entsprechen können, ist zulässig und muss in der maßgebenden Dokumentation festgehalten werden.

Ebenso sollte die Zuweisung zu bestimmten Bewertungsgruppen den Werkstoff und die Konstruktion der Verbindung einbeziehen, genauso das verwendete Hartlötverfahren, die Betriebsbedingungen und die Anwendung der Verbindung im Betrieb.

Tabelle B.2 enthält Vorschläge für Bewertungsgrenzen der Unregelmäßigkeiten.

Größte Vorsicht sollte bei der Einführung vorgeschlagener Bewertungsgrenzen für Unregelmäßigkeiten angewendet werden, wie sie in Tabelle B.2 aufgeführt sind. Dies gilt speziell für existierende Konstruktionen, die sich im Einsatz bewährt haben. Eine Änderung der Konstruktion kann für notwendig gehalten werden, um diese Grenzen zu erreichen. Die Notwendigkeit dazu sollte jedoch ernsthaft hinterfragt werden, wenn die Betriebserfahrungen mit der vorhandenen Konstruktion und den Anwendungsnormen zufriedenstellend waren.

Tabelle B.2 — Vorschläge für Bewertungsgrenzen von Unregelmäßigkeiten

Ordnungsnummer	Benennung	Vorschläge für Bewertungsgrenzen von Unregelmäßigkeiten für Bewertungsgruppen		
		Niedrigste D	Mittlere C	Strengste B
I Risse				
1AAAA 1AAAB 1AAAC 1AAAD 1AAAE	Riss	Zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird.	nicht zulässig	nicht zulässig
II Hohlräume				
2AAAA	Hohlraum			
2BAAA	Gaseinschluss	maximal 40 % der projizierten Fläche	maximal 30 % der projizierten Fläche	maximal 20 % der projizierten Fläche
2BGAA 2BGGA 2BGMA 2BGHA	Gaspore	maximal 40 % der projizierten Fläche Der maximal zulässige Porendurchmesser oder die Porenfläche kann für spezielle Anwendungen festgelegt werden.	maximal 30 % der projizierten Fläche Der maximal zulässige Porendurchmesser oder die Porenfläche kann für spezielle Anwendungen festgelegt werden.	maximal 20 % der projizierten Fläche Der maximal zulässige Porendurchmesser oder die Porenfläche kann für spezielle Anwendungen festgelegt werden.
2LIAA	große Gasnester	maximal 40 % der projizierten Fläche Der maximal zulässige Porendurchmesser oder die Porenfläche kann für spezielle Anwendungen festgelegt werden.	maximal 30 % der projizierten Fläche Der maximal zulässige Porendurchmesser oder die Porenfläche kann für spezielle Anwendungen festgelegt werden.	maximal 20 % der projizierten Fläche Der maximal zulässige Porendurchmesser oder die Porenfläche kann für spezielle Anwendungen festgelegt werden.

Tabelle B.2 (fortgesetzt)

Ordnungsnummer	Benennung	Niedrigste D	Mittlere C	Strengste B
Vorschläge für Bewertungskriterien von Unregelmäßigkeiten für Bewertungsgruppen				
2BALF	Oberflächenpore	Zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird.	Maximal 20 % der projizierten Fläche zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird.	nicht zulässig
2MGAF	Oberflächenblase	zulässig	zulässig	nicht zulässig
III Feste Einschlüsse				
3AAAA	Feststoffeinschluss	maximal 40 % der projizierten Fläche Der maximal zulässige Durchmesser oder die Fläche des Feststoffeinschlusses kann für spezielle Anwendungen festgelegt werden.	maximal 30 % der projizierten Fläche Der maximal zulässige Durchmesser oder die Fläche des Feststoffeinschlusses kann für spezielle Anwendungen festgelegt werden.	maximal 20 % der projizierten Fläche Der maximal zulässige Durchmesser oder die Fläche des Feststoffeinschlusses kann für spezielle Anwendungen festgelegt werden.
3DAAA				
3FAAA				
3CAAA				
IV Bindefehler				
4BAAA	Bindefehler	maximal 25 % der nominellen hartgelöteten Oberfläche Zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird und die Oberfläche nicht aufreißt.	maximal 15 % der nominellen hartgelöteten Oberfläche Zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird und die Oberfläche nicht aufreißt.	maximal 10 % der nominellen hartgelöteten Oberfläche Zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird und die Oberfläche nicht aufreißt.
4JAAA	Füllfehler	60 % oder mehr der projizierten Fläche sind mit Lötgut gefüllt. Zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird und die Oberfläche nicht aufreißt.	70 % oder mehr der projizierten Fläche sind mit Lötgut gefüllt. Zulässig, wo die Funktion der Komponente nicht nachteilig beeinflusst wird und die Oberfläche nicht aufreißt.	80 % oder mehr der projizierten Fläche sind mit Lötgut gefüllt. Zulässig, wo die Funktion der Komponente nicht nachteilig beeinflusst wird und die Oberfläche nicht aufreißt.
4CAAA	unvollständiger Durchfluss	Zulässig, wo die Funktion der Komponente nicht nachteilig beeinflusst wird und die Oberfläche nicht aufreißt.	Zulässig, wo die Funktion der Komponente nicht nachteilig beeinflusst wird und die Oberfläche nicht aufreißt.	nicht zulässig
V Form- und Maßabweichungen				

Tabelle B.2 (fortgesetzt)

Ordnungsnummer	Benennung	Vorschläge für Bewertungskriterien von Unregelmäßigkeiten für Bewertungsgruppen			
		Niedrigste D	Mittlere C	Strengste B	
6BAAA	Lötgutüberlauf	zulässig	zulässig	nicht zulässig	
5AAAA	Formfehler				
5EIAA	Kantenversatz	Zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird.	Zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird.	Zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird.	
5EJAA	Winkelversatz	Zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird.	Zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird.	Zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird.	
5BAAA	Verzug	Zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird.	Zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird.	Zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird.	
5FABA	lokales Aufschmelzen (oder Durchschmelzung)	nicht zulässig	nicht zulässig	nicht zulässig	
7NABD	Anschmelzung der Oberfläche des Grundwerkstoffs	Zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird.	nicht zulässig	nicht zulässig	
7OABP	Anlösung	Die nominelle Werkstoffdicke ist um nicht mehr als 20 % reduziert.	Die nominelle Werkstoffdicke ist um nicht mehr als 15 % reduziert.	Die nominelle Werkstoffdicke ist um nicht mehr als 10 % reduziert.	
6GAAA	eingefallenes Lötgut (eingefallene Hohlkehle)	zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird	zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird	zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird	
5HAAA	raue Oberfläche	zulässig	zulässig	nicht zulässig Rauhe Zonen müssen glatt gearbeitet werden.	
6FAAA	unzureichende Hohlkehle	Zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird.	Zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird.	nicht zulässig	
5GAAA	unregelmäßige Hohlkehle	Zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird.	Zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird.	nicht zulässig	

Tabelle B.2 (fortgesetzt)

Ordnungsnummer	Benennung	Vorschläge für Bewertungskriterien von Unregelmäßigkeiten für Bewertungsgruppen		
		Niedrigste D	Mittlere C	Strengste B
VI Sonstige Unregelmäßigkeiten				
7AAAA	sonstige Unregelmäßigkeit			
4VAAA	Ausblühung	Zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird.	Zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird.	nicht zulässig
7CAAA	Spritzer	zulässig	Zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird.	Zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird.
7SAAA	Verfärbung/ Oxidation	zulässig	zulässig	zulässig Verfärbte Zonen müssen jedoch entfernt werden.
7UAAC	übermäßige Anlösung des Grundwerkstoffs und des Lotes	Zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird.	Zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird.	Zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird.
9FAAA	Flussmittelrest	Zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird.	Zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird.	nicht zulässig
7QAAA	übermäßige Lötgutausbreitung	zulässig	zulässig	Zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird.
9KAAA	Ätzmarke	zulässig	zulässig	Zulässig, wo die Funktion der Verbindung nicht nachteilig beeinflusst wird.

Literaturhinweise

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

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