

DIN EN ISO 17640

ICS 25.160.40

Entwurf

Einsprüche bis 2018-09-06
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 17640:2018-03

**Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen –
Ultraschallprüfung –
Techniken, Prüfklassen und Bewertung (ISO/FDIS 17640:2018);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 17640:2018**

Non-destructive testing of welds –
Ultrasonic testing –
Techniques, testing levels, and assessment (ISO/FDIS 17640:2018);
German and English version prEN ISO 17640:2018

Essais non destructifs des assemblages soudés –
Contrôle par ultrasons –
Techniques, niveaux d'essai et évaluation (ISO/FDIS 17640:2018);
Version allemande et anglaise prEN ISO 17640:2018

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-07-06 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 nmp@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 Materialprüfung (NMP), 10772 Berlin, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

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

Gesamtumfang 70 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 17640:2018) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 44 „Welding and allied processes“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 121 „Schweißen und verwandte Verfahren“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 062-08-23 AA „Ultraschallprüfung“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP) verantwortlich.

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.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 5577	siehe DIN EN ISO 5577
ISO 5817	siehe DIN EN ISO 5817
ISO 9712	siehe DIN EN ISO 9712
ISO 11666	siehe DIN EN ISO 11666
ISO 16810	siehe DIN EN ISO 16810
ISO 16826	siehe DIN EN ISO 16826
ISO 17635	siehe DIN EN ISO 17635
ISO 23279	siehe DIN EN ISO 23279

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 17640:2018-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Korrektur von Bild A.4;
- b) redaktionelle Anpassung.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 5577, *Zerstörungsfreie Prüfung — Ultraschallprüfung — Terminologie*

DIN EN ISO 5817, *Schweißen — Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) — Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten*

DIN EN ISO 9712, *Zerstörungsfreie Prüfung — Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung*

DIN EN ISO 11666, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Zulässigkeitsgrenzen*

DIN EN ISO 16810, *Zerstörungsfreie Prüfung — Ultraschallprüfung — Allgemeine Grundsätze*

DIN EN ISO 16826, *Zerstörungsfreie Prüfung — Ultraschallprüfung — Prüfung auf Inhomogenitäten senkrecht zur Oberfläche*

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

DIN EN ISO 23279, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Charakterisierung von Inhomogenitäten in Schweißnähten*

— Leerseite —

**Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen —
Ultraschallprüfung — Techniken, Prüfklassen und Bewertung
(ISO/FDIS 17640:2018)**

*Essais non destructifs des assemblages soudés — Contrôle par ultrasons — Techniques, niveaux d'essai et évaluation
(ISO/FDIS 17640:2018)*

*Non-destructive testing of welds — Ultrasonic testing — Techniques, testing levels, and assessment
(ISO/FDIS 17640:2018)*

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: parallele Umfrage
Dokumentsprache: D

STD Version 2.9d

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Begriffe	7
4 Symbole	7
5 Kurzbeschreibung.....	8
6 Notwendige Informationen vor der Prüfung.....	9
6.1 Festzulegende Einzelheiten.....	9
6.2 Besondere Informationen, die vor der Prüfung erforderlich sind	9
6.3 Schriftliche Prüfanweisung	10
7 Anforderungen an das Prüfpersonal und die Prüfausrüstung	10
7.1 Qualifizierung des Prüfpersonals.....	10
7.2 Prüfausrüstung.....	10
7.3 Kenngrößen der Prüfköpfe	10
7.3.1 Prüffrequenz	10
7.3.2 Auftreffwinkel	10
7.3.3 Wandlergröße.....	11
7.3.4 Anpassung von Prüfköpfen an gekrümmte Prüfflächen	11
7.3.5 Koppelmittel	11
8 Prüfvolumen	11
9 Vorbereitung der Prüfflächen	12
10 Prüfung des Grundwerkstoffs	12
11 Prüfbereich und Prüfempfindlichkeit.....	13
11.1 Allgemeines	13
11.2 Bezugsgröße für die Einstellung der Prüfempfindlichkeit.....	14
11.3 Bewertungsschwellen	15
11.4 Transferkorrektur	15
11.5 Signal-Rausch-Verhältnis	15
12 Prüfklassen.....	16
13 Prüftechniken	16
13.1 Allgemeines	16
13.2 Manuelle Abtastung.....	16
13.3 Prüfung auf senkrecht zur Prüffläche orientierte Unregelmäßigkeiten	16
13.4 Ortung von Inhomogenitäten	17
13.5 Bewertung von Inhomogenitäten.....	17
13.5.1 Allgemeines	17
13.5.2 Maximale Echohöhe	17
13.5.3 Länge der Inhomogenität	17
13.5.4 Höhenausdehnung der Inhomogenität	17
13.5.5 Charakterisierung von Inhomogenitäten.....	17

14	Prüfbericht	17
	Anhang A (normativ) Prüfklassen für verschiedene Arten von Schweißverbindungen	19
	Literaturhinweise	33

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 17640:2018) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 44 „Welding and allied processes“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 121 „Schweißen und verwandte Verfahren“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/FDIS 17640:2018 wurde von CEN als prEN ISO 17640:2018 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Themen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Eine Erläuterung zum freiwilligen Charakter von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 44, *Welding and allied processes*, Unterkomitee SC 5, *Testing and inspection of welds* erarbeitet.

Anfragen zu offiziellen Auslegungen der Inhalte dieses Dokuments sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter <http://www.iso.org/members.html> zu finden.

Diese vierte Ausgabe ersetzt die dritte Ausgabe (ISO 17640:2017), die technisch überarbeitet wurde. Die wesentliche Änderung im Vergleich zur Vorgängerausgabe ist die Korrektur von Bild A.4 a) und b).

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Techniken zur manuellen Ultraschallprüfung von Schmelzschweißverbindungen in metallischen Werkstoffen mit Dicken ≥ 8 mm fest, die bei Temperaturen des Prüfgegenstands von 0 °C bis 60 °C eine geringe Ultraschallschwächung zeigen (vor allem die durch Streuung verursachte). Es gilt bevorzugt für Schweißverbindungen mit vollständiger Durchschweißung, bei denen sowohl der Grundwerkstoff als auch das Schweißgut ferritisch sind.

Alle in diesem Dokument festgelegten werkstoffabhängigen Ultraschall-Größen beziehen sich auf Stähle mit den folgenden Schallgeschwindigkeiten: $(5\,920 \pm 50)$ m/s für Longitudinalwellen und $(3\,255 \pm 30)$ m/s für Transversalwellen.

In diesem Dokument sind vier Prüfklassen festgelegt, die jeweils unterschiedlichen Wahrscheinlichkeiten für den Nachweis von Unregelmäßigkeiten entsprechen. Hilfestellung zur Wahl der Prüfklassen A, B und C wird im Anhang A gegeben.

Dieses Dokument legt fest, dass die Anforderungen der Prüfkategorie D, die für besondere Anwendungen vorgesehen ist, mit den allgemeinen Anforderungen übereinstimmen. Die Prüfkategorie D kann nur dann angewendet werden, wenn dies in der Spezifikation gefordert wird. Dies umfasst auch Prüfungen anderer Metalle als ferritischer Stahl, Prüfungen an Schweißnähten mit unvollständiger Durchschweißung, Prüfungen mit automatisierten Vorrichtungen und Prüfungen bei Temperaturen des Prüfgegenstands außerhalb des Bereiches von 0 °C bis 60 °C.

Dieses Dokument kann für die Bewertung von Inhomogenitäten nach einer der folgenden Techniken angewendet werden:

- a) die Bewertung basiert vorzugsweise auf der Länge und der Echohöhe der Inhomogenität;
- b) die Bewertung basiert auf der Charakterisierung und der Klassifizierung der Inhomogenität mit Hilfe von Abtasttechniken.

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).

ISO 5577, *Non-destructive testing — Ultrasonic testing — Vocabulary*

ISO 9712, *Non-destructive testing — Qualification and certification of NDT personnel*

ISO 11666, *Non-destructive testing of welds — Ultrasonic testing — Acceptance levels*

ISO 16810, *Non-destructive testing — Ultrasonic testing — General principles*

ISO 16811, *Non-destructive testing — Ultrasonic testing — Sensitivity and range setting*

ISO 16826, *Non-destructive testing — Ultrasonic testing — Examination for discontinuities perpendicular to the surface*

ISO 17635, *Non-destructive testing of welds — General rules for metallic materials*

ISO 23279, *Non-destructive testing of welds — Ultrasonic testing — Characterization of discontinuities in welds*

EN 12668 (alle Teile), *Zerstörungsfreie Prüfung — Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschall-Prüfausrüstung*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 5577 und ISO 17635.

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

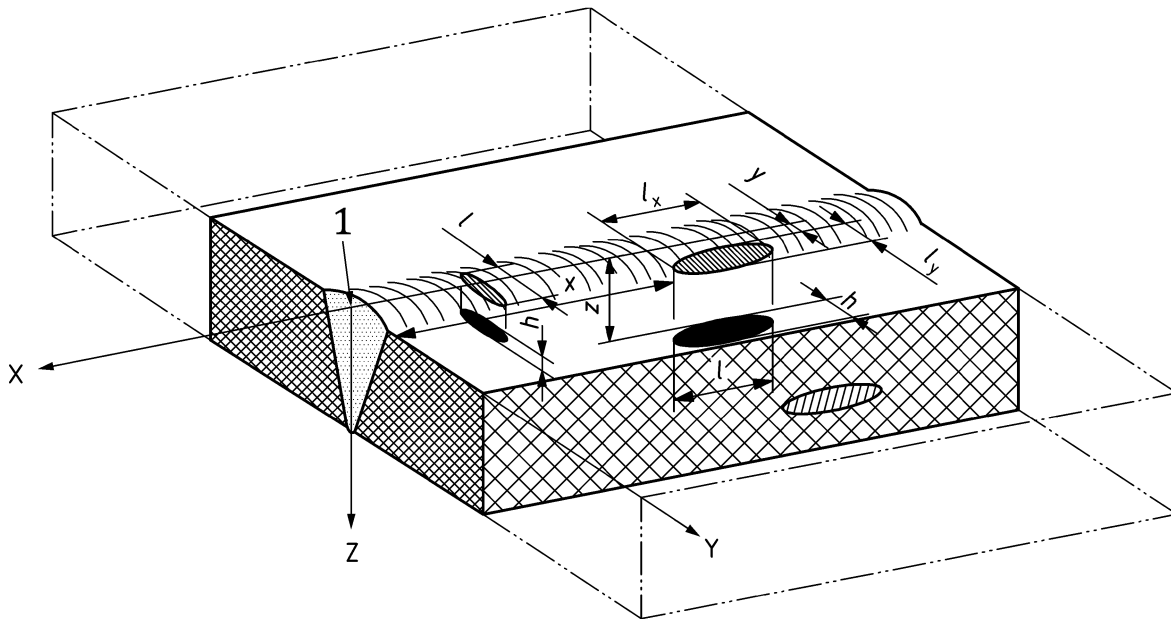
- ISO Online Browsing Platform: unter <http://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>

4 Symbole

Tabelle 1

Symbol	Definition	Einheit
AL	Zulässigkeitsgrenze	—
D_{DSR}	Durchmesser des Kreisscheibenreflektors (Flachbodenloch)	mm
h	Ausdehnung der Inhomogenität in Tiefenrichtung	mm
l	Länge der Inhomogenität	mm
l_x	in die x-Richtung projizierte Länge einer Inhomogenität	mm
l_y	in die y-Richtung projizierte Länge einer Inhomogenität	mm
p	ganzer Sprungabstand	mm
t	Dicke des Grundwerkstoffs ^a	mm
x	Position einer Inhomogenität in Längsrichtung	mm
y	Position einer Inhomogenität in Querrichtung	mm
z	Position einer Inhomogenität in Tiefenrichtung	mm
^a Wenn die verbundenen Teile nicht die gleiche Dicke aufweisen, stellt t die kleinste Dicke dar.		

Inhomogenitäten müssen in Längs- oder Querrichtung herrührend betrachtet werden, abhängig von ihrer Hauptrichtung in Bezug zur Schweißnahtachse x und in Übereinstimmung mit Bild 1.



Legende

1 Ursprung

Bild 1 — Koordinatensystem zur Festlegung der Lage von Inhomogenitäten

5 Kurzbeschreibung

Zweck dieses Dokuments ist es, allgemeine Techniken der Ultraschallprüfung für übliche Schweißverbindungen und für Temperaturen der Prüfgegenstände zwischen 0 °C und 60 °C nach einheitlichen Gesichtspunkten zu beschreiben. Die spezifischen Festlegungen in diesem Dokument betreffen die Prüfausrüstung, die Prüfvorbereitung, die Durchführung der Prüfung und den Prüfbericht. Die festgelegten Kenngrößen, besonders die für Prüfköpfe, sind vereinbar mit den Anforderungen von ISO 11666 und ISO 23279.

Wenn die verbundenen Teile nicht die gleiche Dicke aufweisen, muss die kleinste Dicke berücksichtigt werden.

Die verwendeten Techniken müssen angegeben werden.

6 Notwendige Informationen vor der Prüfung

6.1 Festzulegende Einzelheiten

Diese beinhalten:

- a) Methode zur Einstellung der Bezugsschwelle;
- b) zur Bewertung der Inhomogenitäten anzuwendende Methode;
- c) Zulässigkeitsgrenzen;
- d) Prüfklasse;
- e) Phase(n) bei der Herstellung und Bearbeitung, in der/denen die Prüfung durchzuführen ist;
- f) Qualifikation des Prüfpersonals;
- g) Prüfumfang für Inhomogenitäten in Querrichtung;
- h) Anforderungen an eine zusätzliche Tandemprüfung (nach ISO 16826);
- i) Prüfung des Grundwerkstoffs vor und/oder nach dem Schweißen;
- j) einen Hinweis darauf, ob eine schriftliche Prüfanweisung erforderlich ist oder nicht;
- k) Anforderungen an eine schriftliche Prüfanweisung.

6.2 Besondere Informationen, die vor der Prüfung erforderlich sind

Bevor jede Prüfung einer Schweißverbindung beginnen kann, müssen dem Prüfer folgende wichtige Informationen zugänglich sein:

- a) schriftliche Prüfanweisung, falls gefordert (siehe 6.3);
- b) Art(en) des Grundwerkstoffs und der Produktform (z. B. gegossen, geschmiedet, gewalzt);
- c) Phase der Herstellung oder der Bearbeitung, in der die Prüfung durchzuführen ist, einschließlich der Wärmebehandlung, sofern eine solche durchgeführt wird;
- d) Zeitpunkt und Umfang jeder Wärmebehandlung nach dem Schweißen;
- e) Nahtvorbereitung und Nahtabmessungen;
- f) Anforderungen an den Oberflächenzustand;
- g) Schweißausführung oder wichtige Informationen zum Schweißverfahren;
- h) Anforderungen an den Prüfbericht;
- i) Zulässigkeitsgrenzen;
- j) Umfang der Prüfung einschließlich der Anforderungen für Inhomogenitäten in Querrichtung, wenn zutreffend;
- k) Prüfklasse;
- l) Qualifikationsstufe des Prüfpersonals;
- m) Vorgehensweise bei Korrekturmaßnahmen, wenn unzulässige Inhomogenitäten festgestellt werden.

6.3 Schriftliche Prüfanweisung

Üblicherweise erfüllen die Festlegungen dieses Dokuments die Forderungen nach einer schriftlichen Prüfanweisung.

Wo das nicht der Fall ist, oder wenn die in diesem Dokument aufgeführten Prüftechniken für die zu prüfende Schweißverbindung nicht anwendbar sind, müssen zusätzliche schriftliche Prüfanweisungen verwendet werden, sofern dies durch die Spezifikation gefordert wird.

7 Anforderungen an das Prüfpersonal und die Prüfausrüstung

7.1 Qualifizierung des Prüfpersonals

Das Personal, das Prüfungen nach diesem Dokument durchführt, muss auf einem angemessenen Niveau in der Ultraschallprüfung nach ISO 9712 oder einer gleichwertigen Norm für den jeweiligen Industriesektor qualifiziert sein.

Zusätzlich zum allgemeinen Wissen über die Prüfung von Schweißverbindungen mit Ultraschall muss das Personal auch mit den besonderen Prüfproblemen vertraut sein, die mit der Art der zu prüfenden Schweißverbindung zusammenhängen.

7.2 Prüfausrüstung

Jede Prüfausrüstung, die im Zusammenhang mit diesem Dokument genutzt wird, muss die Anforderungen nach EN 12668 (alle Teile) erfüllen.

7.3 Kenngrößen der Prüfköpfe

7.3.1 Prüffrequenz

Die Frequenz muss im Bereich von 2 MHz bis 5 MHz liegen und sie muss unter Berücksichtigung der Eigenschaften des Prüfobjekts und in Übereinstimmung mit den vorgegebenen Zulässigkeitsgrenzen, z. B. nach ISO 11666, ausgewählt werden.

Höhere Prüffrequenzen dürfen bei Bedarf zur Verbesserung der Auflösung benutzt werden, wenn Normen herangezogen werden, bei denen die Zulässigkeitsgrenzen auf der Charakterisierung von Inhomogenitäten beruhen, z. B. ISO 23279.

Niedrigere Frequenzen dürfen bei Prüfungen mit langen Schallwegen und/oder einer hohen Schallschwächung des Werkstoffs verwendet werden.

7.3.2 Auftreffwinkel

Bei einer Prüfung mit Transversalwellen und Prüftechniken, bei denen eine Reflexion des Schallbündels von der gegenüberliegenden Oberfläche gefordert wird, muss sichergestellt sein, dass der Auftreffwinkel des Schallbündels auf die gegenüberliegende Oberfläche zwischen 35° und 70° liegt. In Fällen, in denen mehrere Einschallwinkel verwendet werden, muss mindestens einer der verwendeten Winkelprüfköpfe diese Anforderung erfüllen. Weiterhin muss einer der verwendeten Einschallwinkel sicherstellen, dass die Schweißnahtflanken so senkrecht wie möglich stehend geprüft werden. Falls die Verwendung von zwei oder mehr Einschallwinkeln gefordert wird, muss der Unterschied zwischen den Nennwerten der Einschallwinkel 10° oder mehr betragen.

Im Falle einer gekrümmten Prüboberfläche dürfen die Auftreffwinkel an der Prüffläche und an der gegenüberliegenden reflektierenden Fläche mit Hilfe einer Querschnittszeichnung der Schweißnaht oder mit den in ISO 16811 beschriebenen Techniken bestimmt werden. Können die Auftreffwinkel nicht nach diesem Dokument bestimmt werden, muss der Prüfbericht eine umfassende Darstellung der verwendeten Art der Abtastung, der Ausdehnung der ungeprüften Bereiche und eine Erläuterung der aufgetretenen Schwierigkeiten enthalten.

7.3.3 Wandlergröße

Die Wandlergröße muss in Abhängigkeit vom auftretenden Ultraschallweg und von der Prüffrequenz ausgewählt werden.

Je kleiner der Wandler ist, umso kleiner sind die Länge und Breite des Nahfeldes und umso größer ist die Öffnung des Schallbündels im Fernfeld bei der vorgegebenen Frequenz.

Kleine Prüfköpfe mit Wandlern, deren Durchmesser zwischen 6 mm und 12 mm beträgt (oder mit rechteckigen Wandlern mit identischer Fläche) sind daher am günstigsten, wenn mit kurzen Schallwegen gearbeitet wird. Für längere Schallwege, d. h. länger als 100 mm für einzelne Senkrechtprüfköpfe und länger als 200 mm für Winkelprüfköpfe, ist eine Wandlergröße von 12 mm bis 24 mm besser geeignet.

7.3.4 Anpassung von Prüfköpfen an gekrümmte Prüfflächen

Der Spalt g zwischen Prüffläche und Sohle des Prüfkopfs darf nicht mehr als 0,5 mm betragen.

Für flache Prüfköpfe auf zylindrischen oder kugeligen Oberflächen kann diese Forderung mit Hilfe von Gleichung (1) geprüft werden:

$$g = a^2 / 4D \quad (1)$$

Dabei ist

a die Dimension des Prüfkopfs in Richtung der Krümmung, in mm;

D der Durchmesser des Prüfobjekts, in mm.

Resultiert aus der Gleichung (1) ein Wert für g , der größer als 0,5 mm ist, muss der Prüfkopf an die Oberfläche angepasst und eine entsprechende Empfindlichkeits- und Prüfbereichseinstellung durchgeführt werden.

Bei sphärischen oder komplexen Flächen muss die Gleichung (1) sowohl in Längs- als auch in Querrichtung des Prüfkopfs angewendet werden (mögliche Unterschiede in der Krümmung und/oder in den Prüfkopf-abmessungen).

7.3.5 Koppelmittel

Das Koppelmittel muss in Übereinstimmung mit ISO 16810 sein. Für die Empfindlichkeits- und die Prüfbereichseinstellung sowie für die Prüfung muss dasselbe Koppelmittel verwendet werden.

8 Prüfvolumen

Das Prüfvolumen (siehe Bild 2) ist definiert als die Zone, die die Schweißnaht und den Grundwerkstoff sowie die Breite der Wärmeeinflusszone auf beiden Seiten der Schweißnaht oder eine Breite von jeweils mindestens 10 mm umfasst, wenn die Breite der Wärmeeinflusszone nicht bekannt ist.

In jedem Fall muss bei der Abtastung das gesamte Prüfvolumen erfasst werden. Wenn einzelne Bereiche des Prüfvolumens in mindestens einer Prüfrichtung nicht erfasst werden können, oder wenn die Auftreffwinkel an der gegenüberliegenden Oberfläche nicht die Anforderungen von 7.3.2 erfüllen, müssen andere oder zusätzliche Ultraschalltechniken oder andere zerstörungsfreie Prüfverfahren vereinbart werden. Dies kann in einigen Fällen das Entfernen der Schweißnahtüberhöhung erfordern.

Zusätzliche Techniken können die Prüfung mit SE-Winkelprüfköpfen, Kriechwellenprüfköpfen, weiteren Ultraschalltechniken oder anderen geeigneten Verfahren erfordern, z. B. die Eindringprüfung, die Magnetpulverprüfung, die Durchstrahlungsprüfung. Bei der Auswahl alternativer oder zusätzlicher Methoden sollten die Art der Schweißverbindung und die wahrscheinliche Orientierung der nachzuweisenden Unregelmäßigkeiten besonders beachtet werden.

9 Vorbereitung der Prüfflächen

Die Prüfflächen müssen groß genug sein, um das Prüfvolumen (siehe Bild 2) vollständig abdecken zu können. Alternativ darf die Breite der Prüfflächen kleiner sein, wenn eine gleichwertige Abdeckung des Prüfvolumens durch Abtastung sowohl von der oberen als auch von der unteren Nahtseite aus erreicht werden kann.

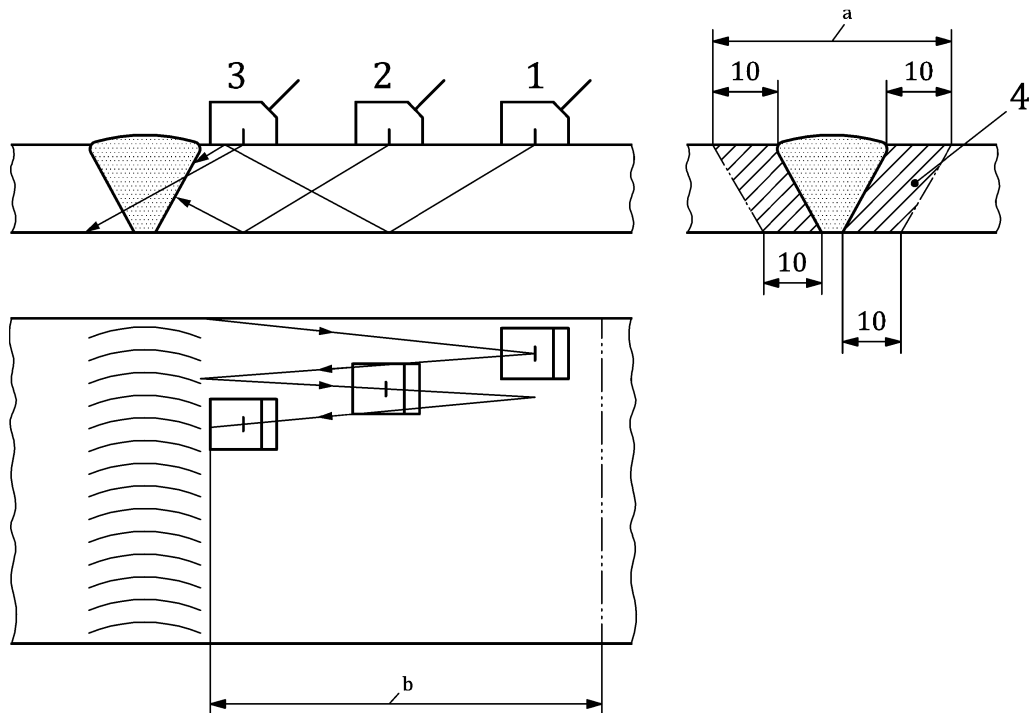
Die Prüfflächen müssen eben und frei von Verunreinigungen sein, die die Ankopplung behindern (z. B. von Rost, losem Zunder, Schweißspritzern, Kerben und Riefen). Die Welligkeit der Prüffläche darf nicht zu einem Spalt zwischen Prüfkopf und Prüfflächen führen, der größer als 0,5 mm ist. Zur Erfüllung dieser Anforderungen müssen die Prüfflächen gegebenenfalls bearbeitet werden. Lokale Unregelmäßigkeiten im Oberflächenverlauf, z. B. entlang des Schweißnahtstrandes, die unter dem Prüfkopf zu einem Spalt von bis zu 1 mm führen, sind nur dann zulässig, wenn von der betreffenden Seite aus mit mindestens einem zusätzlichen Einschallwinkel geprüft wird. Diese zusätzliche Prüfung ist notwendig, um die reduzierte Abdeckung der Naht auszugleichen, die bei einem Spalt dieser Größenordnung auftritt.

Die Prüfflächen sowie die Oberflächen, an denen das Schallbündel reflektiert wird, müssen eine ungestörte Ankopplung und Reflexion erlauben.

10 Prüfung des Grundwerkstoffs

Der Grundwerkstoff muss im Bereich der Prüffläche (siehe Bild 2) vor oder nach dem Schweißen mit Senkrechtprüfköpfen geprüft werden; auf diese Prüfung darf verzichtet werden, wenn (z. B. durch frühere Prüfungen während des Fertigungsprozesses) nachgewiesen werden kann, dass die Prüfung der Schweißverbindung mit Winkelprüfköpfen durch die Unregelmäßigkeiten oder durch hohe Schallschwächung nicht behindert wird.

Wenn Unregelmäßigkeiten gefunden werden, muss ihr Einfluss auf die vorgesehene Prüfung mit Winkelprüfköpfen abgeschätzt werden, und die Prüftechniken müssen, falls erforderlich, entsprechend angepasst werden. Wenn eine zufriedenstellende Erfassung des Prüfvolumens durch eine Ultraschallprüfung ernsthaft beeinträchtigt ist, müssen andere Prüftechniken (z. B. eine Durchstrahlungsprüfung) herangezogen werden.



Legende

- 1 Position 1, unter Berücksichtigung der Breite der Wärmeeinflusszone
- 2 Position 2
- 3 Position 3
- 4 Wärmeeinflusszone
- ^a Breite des Prüfvolumens
- ^b Prüfflächenbreite, ohne die Breite der Schweißnaht aufgrund des Vorhandenseins der Schweißnahtüberhöhung

Bild 2 — Beispiel für das zu erfassende Prüfvolumen bei der Prüfung auf Inhomogenitäten in Längsrichtung

11 Prüfbereich und Prüfempfindlichkeit

11.1 Allgemeines

Die Prüfbereichs- und Prüfempfindlichkeitseinstellungen müssen unter Berücksichtigung des Einflusses der Temperatur vor jeder Prüfung nach diesem Dokument und nach ISO 16811 durchgeführt werden. Die Temperaturdifferenz bei der Prüfbereichs- und Empfindlichkeitseinstellung und während der Prüfung muss innerhalb $\pm 15^\circ\text{C}$ liegen.

Diese Einstellungen müssen mindestens alle 4 h und nach Ende der Prüfung überprüft werden. Überprüfungen müssen auch durchgeführt werden, wenn Systemeinstellungen verändert oder wenn Veränderungen der Einstellungen vermutet werden.

Falls während dieser Überprüfungen Abweichungen größer als 2 dB bzw. 1 % des Prüfbereichs festgestellt werden, müssen die in der Tabelle 2 angegebenen Korrekturen durchgeführt werden.

Tabelle 2 — Korrekturen der Prüfempfindlichkeit und des Prüfbereichs

Prüfempfindlichkeit		
1	Abweichungen ≤ 2 dB	Keine Maßnahmen erforderlich.
2	$2 \text{ dB} < \text{Abweichung} \leq 4 \text{ dB}$	Die Geräteeinstellung muss vor Fortsetzung der Prüfung korrigiert werden.
3	Reduzierung der Empfindlichkeit $> 4 \text{ dB}$	Die Geräteeinstellung muss korrigiert werden und alle in dem vorherigen Zeitraum durchgeführten Prüfungen mit der Ausrüstung müssen wiederholt werden.
4	Erhöhung der Empfindlichkeit $> 4 \text{ dB}$	Die Geräteeinstellung muss korrigiert werden und alle registrierten Inhomogenitäten müssen neu bewertet werden.
Prüfbereich		
1	Abweichungen $< 1 \%$ des Prüfbereichs	Keine Maßnahmen erforderlich.
2	1% des Prüfbereichs $< \text{Abweichung} \leq 2 \%$ des Prüfbereichs	Die Geräteeinstellung muss vor Fortsetzung der Prüfung korrigiert werden.
3	Abweichungen $> 2 \%$ des Prüfbereichs	Die Geräteeinstellung muss korrigiert werden und alle in dem vorherigen Zeitraum durchgeführten Prüfungen mit der Ausrüstung müssen wiederholt werden.

11.2 Bezugsgröße für die Einstellung der Prüfempfindlichkeit

Eine der folgenden Techniken zum Einstellen der Bezugsempfindlichkeit muss verwendet werden.

Die Verwendung dieser Techniken führt möglicherweise nicht zu den gleichen Prüfergebnissen.

Unterschiedliche Prüfergebnisse können durch die Verwendung unterschiedlicher Techniken für die Empfindlichkeitseinstellung entstehen.

- Technik 1: als Bezugsgröße dient eine Abstand-Amplituden-Kurve (en: distance-amplitude curve, DAC) für Querbohrungen von 3 mm Durchmesser.
- Technik 2: die Bezugsgrößen für Transversal- und Longitudinalwellen bei Anwendung der Abstand-Verstärkungsgröße-Methode (en: distance-gain-size, DGS) für Kreisscheibenreflektoren (en: disk-shaped reflectors, D_{DSR}) sind in den Tabellen 3 bzw. 4 angegeben.
- Technik 3: als Bezugsgröße dient eine Nut, die rechteckig sein und eine Tiefe von 1 mm sowie eine Breite von 1 mm aufweisen muss. Diese Technik ist nur im Dickenbereich $8 \text{ mm} \leq t < 15 \text{ mm}$ und nur für Einschallwinkel $\geq 70^\circ$ anwendbar.
- Technik 4: als Bezugsgröße für die Tandemprüfung dient ein rechtwinklig zur Prüffläche liegender Kreisscheibenreflektor (Flachbodenloch) mit 6 mm Durchmesser (für alle Wanddicken). Diese Technik ist nur für Einschallwinkel von 45° im Dickenbereich $t \geq 40 \text{ mm}$ anwendbar.

Die Länge der Querbohrungen und Nuten muss größer sein als die Breite des Schallbündels bei -20 dB .

Tabelle 3 — Bezugsschwellen für die Zulässigkeitsgrenzen 2 und 3 für die Technik 2 bei der Schrägeinschallung mit Transversalwellen

nominale Prüfkopf- Frequenz MHz	Dicke des Grundwerkstoffs, t					
	$8 \text{ mm} \leq t < 15 \text{ mm}$		$15 \text{ mm} \leq t < 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} \leq t < 100 \text{ mm}$	
	AL 2	AL 3	AL 2	AL 3	AL 2	AL 3
2,0 bis 2,5	—	—	$D_{\text{DSR}} = 2,5 \text{ mm}$	$D_{\text{DSR}} = 2,5 \text{ mm}$	$D_{\text{DSR}} = 3,0 \text{ mm}$	$D_{\text{DSR}} = 3,0 \text{ mm}$
3,0 bis 5,0	$D_{\text{DSR}} = 1,5 \text{ mm}$	$D_{\text{DSR}} = 1,5 \text{ mm}$	$D_{\text{DSR}} = 2,0 \text{ mm}$	$D_{\text{DSR}} = 2,0 \text{ mm}$	$D_{\text{DSR}} = 3,0 \text{ mm}$	$D_{\text{DSR}} = 3,0 \text{ mm}$

Tabelle 4 — Bezugsschwellen für die Zulässigkeitsgrenzen 2 und 3 für die Technik 2 bei der Senkrecht-Prüfung mit Longitudinalwellen

nominale Prüfkopf- Frequenz MHz	Dicke des Grundwerkstoffs, t					
	$8 \text{ mm} \leq t < 15 \text{ mm}$		$15 \text{ mm} \leq t < 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} \leq t < 100 \text{ mm}$	
	AL 2	AL 3	AL 2	AL 3	AL 2	AL 3
2,0 bis 2,5	—	—	$D_{\text{DSR}} = 2,5 \text{ mm}$	$D_{\text{DSR}} = 2,5 \text{ mm}$	$D_{\text{DSR}} = 3,0 \text{ mm}$	$D_{\text{DSR}} = 3,0 \text{ mm}$
3,0 bis 5,0	$D_{\text{DSR}} = 2,0 \text{ mm}$	$D_{\text{DSR}} = 2,0 \text{ mm}$	$D_{\text{DSR}} = 2,0 \text{ mm}$	$D_{\text{DSR}} = 2,0 \text{ mm}$	$D_{\text{DSR}} = 3,0 \text{ mm}$	$D_{\text{DSR}} = 3,0 \text{ mm}$

11.3 Bewertungsschwellen

Alle Inhomogenitäten, die die folgenden Bewertungsschwellen erreichen oder überschreiten, müssen bewertet werden.

Die Bewertungsschwellen für die Techniken 1 bis 4 sind in ISO 11666:2018, Tabelle A.1 angegeben.

11.4 Transferkorrektur

Werden zur Festlegung der Bezugsschwellen getrennte Bezugskörper verwendet, müssen an einer repräsentativen Anzahl von Orten Messungen der Unterschiede der Schallübertragung zwischen Prüfgegenstand und Bezugskörper durchgeführt werden. Geeignete Techniken dazu sind in ISO 16811 beschrieben.

Wenn diese Unterschiede kleiner als oder gleich 2 dB sind, ist keine Korrektur gefordert.

Wenn die Unterschiede größer als 2 dB, aber kleiner als oder gleich 12 dB sind, müssen sie ausgeglichen werden.

Wenn die Transferverluste 12 dB überschreiten, muss der Grund dafür ermittelt und die Prüfflächen müssen gegebenenfalls erneut überarbeitet werden.

Falls es keine naheliegenden Erklärungen für die hohen Korrekturwerte gibt, muss die Schallschwächung an verschiedenen Stellen des Prüfgegenstandes bestimmt werden, und wo es starke Abweichungen gibt, müssen Korrekturmaßnahmen erwogen werden.

11.5 Signal-Rausch-Verhältnis

Während der Schweißnahtprüfung muss der Störpegel mindestens 12 dB unter der Bewertungsschwelle liegen; ausgenommen sind dabei vereinzelte Inhomogenitäten von der Oberfläche. Diese Forderung darf gelockert werden, wenn es in der Spezifikation vorgesehen ist.

12 Prüfklassen

Die Qualitätsanforderungen an Schweißverbindungen richten sich vor allem nach den verwendeten Werkstoffen, dem Schweißverfahren und den Betriebsbedingungen. Um allen Anforderungen gerecht zu werden, legt dieses Dokument vier Prüfklassen fest (A, B, C und D).

Von der Prüfkategorie A hin zur Prüfkategorie C wird eine erhöhte Auffindwahrscheinlichkeit erreicht durch eine erhöhte Prüfabdeckung, z. B. durch eine höhere Anzahl von Abtastungen, durch eine Oberflächenbearbeitung. Die Prüfkategorie D darf unter Anwendung einer schriftlichen Prüfanweisung für besondere Anwendungen vereinbart werden, wobei die allgemeinen Anforderungen dieses Dokuments berücksichtigt werden müssen.

Die Prüfklassen beziehen sich allgemein auf die Bewertungsgruppen (z. B. ISO 5817). Die angemessene Prüfkategorie kann in Normen zur Prüfung von Schweißverbindungen (z. B. ISO 17635), Produktnormen oder anderen Dokumenten angegeben sein.

Bei der Anwendung von ISO 17635 werden die in Tabelle 5 angegebenen Prüfklassen empfohlen.

Tabelle 5 — Empfohlene Prüfklassen

Prüfkategorie	Bewertungsgruppe nach ISO 5817
A	C, D
B	B
C	zu vereinbaren
D	besondere Anwendung

Die besonderen Anforderungen an die Prüfklassen A bis C sind für verschiedene Verbindungsarten im Anhang A aufgeführt. Die dargestellten Verbindungsarten stellen den Idealfall dar. Wenn die tatsächlichen Schweißbedingungen oder die Zugänglichkeit nicht genau mit diesen übereinstimmen, muss die Prüftechnik geändert werden, um sowohl die allgemeinen Anforderungen dieses Dokuments als auch die der geforderten Prüfkategorie zu erfüllen. In diesen Fällen muss eine schriftliche Prüfanweisung erstellt werden.

13 Prüftechniken

13.1 Allgemeines

Die Ultraschallprüfungen müssen nach ISO 16810 und den zusätzlichen Festlegungen in 13.2 bis 13.5 durchgeführt werden.

13.2 Manuelle Abtastung

Während der Schrägeinschallung (wie in Bild 2 dargestellt) muss der Prüfkopf, bezogen auf die nominelle Einschallrichtung, bis zu einem Winkel von etwa 10° leicht nach links und rechts geschwenkt werden.

13.3 Prüfung auf senkrecht zur Prüffläche orientierte Unregelmäßigkeiten

Innenliegende flächige Unregelmäßigkeiten mit einer Orientierung senkrecht zur Prüffläche sind mit der Schrägeinschallung mit Einschwinger-Prüfköpfen schwer nachzuweisen. Für solche Unregelmäßigkeiten sollten spezielle Prüftechniken ausgewählt werden, besonders für Schweißnähte in dickwandigeren Werkstoffen. Die Anwendung dieser Prüftechniken muss durch die Spezifikation festgelegt werden.

13.4 Ortung von Inhomogenitäten

Die Position aller Inhomogenitäten muss in Bezug zu einem Koordinatensystem festgelegt werden, z. B. wie in Bild 1 dargestellt. Dazu muss ein Punkt auf der Prüffläche als Bezugspunkt für die Messungen festgelegt werden.

Wird die Prüfung von mehr als einer Oberfläche aus durchgeführt, müssen auf jeder dieser Oberflächen Bezugspunkte festgelegt werden. In diesem Fall muss darauf geachtet werden, dass eine räumliche Beziehung zwischen allen verwendeten Bezugspunkten hergestellt wird, so dass die absolute Position aller Inhomogenitäten von jedem dieser Bezugspunkte aus bestimmt werden kann.

Bei Umfangsnähten kann diese Forderung die Festlegung von inneren und äußeren Bezugspunkten vor dem Schweißen erforderlich machen.

13.5 Bewertung von Inhomogenitäten

13.5.1 Allgemeines

Alle relevanten Anzeigen über der Bewertungsschwelle müssen nach den Festlegungen in 13.5.2 bis 13.5.4 bewertet werden.

13.5.2 Maximale Echohöhe

Die Echohöhe muss durch Prüfkopfbewegung maximiert werden und bezogen auf die Bezugsschwelle aufgezeichnet werden.

13.5.3 Länge der Inhomogenität

Die Länge einer Inhomogenität in Längs- oder in Querrichtung (l_x , l_y) muss, falls möglich und nicht anders vereinbart, mit der in der Norm für Zulässigkeitsgrenzen festgelegten Technik bestimmt werden.

13.5.4 Höhenausdehnung der Inhomogenität

Die Höhenausdehnung einer Inhomogenität muss nur dann bestimmt werden, wenn dies in der Spezifikation gefordert wird.

13.5.5 Charakterisierung von Inhomogenitäten

Wenn es in der Spezifikation festgelegt ist, müssen Inhomogenitäten nach ISO 23279 charakterisiert werden.

14 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss mindestens die folgenden Angaben umfassen:

a) Beschreibung des Prüfgegenstandes:

- 1) Werkstoff und Produktform;
- 2) Maße;
- 3) Position der geprüften Schweißnaht/Schweißverbindung, Skizze zur geometrischen Konfiguration (falls nötig);
- 4) Hinweis auf das Schweißverfahren, die Spezifikation und die Wärmebehandlung;
- 5) Fertigungszustand;