

DIN EN ISO 20601

ICS 25.160.40

Einsprüche bis 2017-11-15

Entwurf

**Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen –
 Ultraschallprüfung –
 Verwendung von automatisierter phasengesteuerter Array-Technologie
 für dünnwandige Bauteile aus Stahl (ISO/DIS 20601:2017);
 Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 20601:2017**

Non-destructive testing of welds –

Ultrasonic testing –

Use of automated phased array technology for steel components with small wall thickness (ISO/DIS 20601:2017);

German and English version prEN ISO 20601:2017

Contrôle non destructif des assemblages soudés –

Contrôle par ultrasons –

Utilisation de la technologie (semi) automatisée à commande de phase pour les composants en acier à petite épaisseur de paroi (ISO/DIS 20601:2017);

Version allemande et anglaise prEN ISO 20601:2017

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-09-15 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.

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Gesamtumfang 54 Seiten

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 20601:2017) 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.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-08-23 AA „Ultraschallprüfung“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

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 10863	siehe	DIN EN ISO 10863
ISO 17635	siehe	DIN EN ISO 17635
ISO 17640	siehe	DIN EN ISO 17640
ISO 18563-1	siehe	DIN EN ISO 18563-1
ISO 18563-2	siehe	DIN EN ISO 18563-2
ISO 18563-3	siehe	DIN EN ISO 18563-3

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

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

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

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

DIN EN ISO 10863, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Anwendung der Beugungslaufzeittechnik (TOFD) (ISO 10863)*

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

DIN EN ISO 17640, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Techniken, Prüfklassen und Bewertung (ISO 17640)*

DIN EN ISO 18563-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschall-Prüfausrüstung mit phasengesteuerten Arrays — Teil 1: Prüfgeräte (ISO 18563-1)*

DIN EN ISO 18563-2, *Zerstörungsfreie Prüfung — Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschall-Prüfausrüstung mit phasengesteuerten Arrays — Teil 2: Prüfköpfe (ISO/DIS 18563-2:2016) (Z. Z. Entwurf)*

DIN EN ISO 18563-3, *Zerstörungsfreie Prüfung — Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschall-Prüfausrüstung mit phasengesteuerten Arrays — Teil 3: Vollständige Prüfsysteme (ISO 18563-3)*

— Leerseite —

**Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen —
Ultraschallprüfung — Verwendung von automatisierter phasengesteuerter
Array-Technologie für dünnwandige Bauteile aus Stahl
(ISO/DIS 20601:2017)**

Contrôle non destructif des assemblages soudés — Contrôle par ultrasons — Utilisation de la technologie (semi) automatisée à commande de phase pour les composants en acier à petite épaisseur de paroi (ISO/DIS 20601:2017)

Non-destructive testing of welds — Ultrasonic testing — Use of automated phased array technology for steel components with small wall thickness (ISO/DIS 20601:2017)

ICS:

Deskriptoren:

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

STD Version 2.8l

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Prüfklassen	8
5 Informationen, die vor der Prüfung erforderlich sind	10
5.1 Einzelheiten, die vor der Erarbeitung des Verfahrensablaufs festzulegen sind	10
5.2 Besondere Informationen, die für den Prüfer vor der Prüfung erforderlich sind	10
5.3 Schriftliche Prüfanweisung	10
6 Anforderungen an das Personal und die Prüfausrüstung	11
6.1 Qualifikation des Personals	11
6.2 Prüfausrüstung	11
6.2.1 Allgemeines	11
6.2.2 Messgerät und Anzeige	11
6.2.3 Prüfköpfe	11
6.2.4 Abtastvorrichtungen	12
7 Vorbereitung der Prüfung	12
7.1 Zu prüfendes Volumen	12
7.2 Verifizierung der Prüfanordnung	12
7.3 Einstellung der Schrittweite beim Abtasten	13
7.4 Berücksichtigung der Geometrie	13
7.5 Vorbereitung der Prüfflächen	13
7.6 Temperatur	13
7.7 Koppelmittel	13
8 Prüfung des Grundwerkstoffs	14
9 Einstellungen des Prüfbereiches und der Prüfempfindlichkeit	14
9.1 Einstellungen	14
9.1.1 Allgemeines	14
9.1.2 Zeitfenster für Impuls-Echo-Signale	14
9.1.3 Empfindlichkeitseinstellungen für Impuls-Echo-Signale	14
9.2 Überprüfung der Einstellungen	15
9.3 Vergleichskörper	16
9.3.1 Allgemeines	16
9.3.2 Werkstoff	16
9.3.3 Maße und Form	16
9.3.4 Bezugsreflektoren	16
9.4 Prüfkörper	16
9.4.1 Allgemeines	16
9.4.2 Werkstoff	17
9.4.3 Maße und Form	17
9.4.4 Reflektoren in Prüfkörpern	17
10 Überprüfungen der Prüfausrüstung	17
11 Verifizierung des Prüfverfahrens	17
12 Schweißnahtprüfung	18

13	Datenspeicherung	18
14	Auswertung und Analyse der mit phasengesteuerter Array-Technik erhaltenen Daten.....	18
14.1	Allgemeines	18
14.2	Beurteilung der Qualität der mit phasengesteuerter Array-Technik erhaltenen Daten.....	19
14.3	Identifizierung der relevanten Unregelmäßigkeiten	19
14.4	Klassifizierung der relevanten Unregelmäßigkeiten	19
14.5	Identifizierung der relevanten Unregelmäßigkeiten	19
14.5.1	Lage.....	19
14.5.2	Länge.....	19
14.6	Beurteilung der relevanten Anzeigen.....	20
14.6.1	Allgemeines	20
14.6.2	Klassifizierung anhand der Amplitude und Länge.....	20
14.6.3	Klassifizierung anhand der Tiefe und Länge.....	20
14.6.4	Charakterisierung der Unregelmäßigkeiten.....	20
14.7	Bewertung anhand von Zulässigkeitskriterien.....	20
15	Prüfbericht.....	21
Anhang A (informativ)	Typische Vergleichskörper.....	23
A.1	Typischer Vergleichskörper und eingebrachte Bezugsreflektoren	23
A.2	Typischer Vergleichskörper und eingebrachte Bezugsreflektoren für Umfangsstumpfnähte in Prüfgegenständen mit kleinem Durchmesser	24
A.3	Typischer Vergleichskörper und eingebrachte Bezugsreflektoren für Prüfgegenstände mit großem Durchmesser	26
	Literaturhinweise.....	27

Bilder

Bild A.1 —	Typischer Vergleichskörper mit Querbohrungen.....	23
Bild A.2 —	Typischer Vergleichskörper und eingebrachte Bezugsreflektoren für Umfangsstumpfnähte in Prüfgegenständen mit kleinem Durchmesser	24
Bild A.3 —	Typischer Vergleichskörper und eingebrachte Bezugsreflektoren für Prüfgegenstände mit großem Durchmesser	26

Tabellen

Tabelle 1 —	Empfohlene Prüfklassen.....	9
Tabelle 2 —	Beschreibung der Prüfklassen.....	9
Tabelle 3 —	Beispiele für Höchstmaß $a_{\max}$ einer ebenen Prüfkopfsohle für einen Prüfgegenstand mit Durchmesser D.....	12
Tabelle 4 —	Empfindlichkeits- und Bereichskorrekturen.....	15
Tabelle A.1 —	Typischer Vergleichskörper und eingebrachte Bezugsreflektoren für Umfangsstumpfnähte in Prüfgegenständen mit kleinem Durchmesser	25

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 20601:2017) 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/DIS 20601:2017 wurde von CEN als prEN ISO 20601:2017 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 über das jeweilige nationale Normungsinstitut an das Sekretariat des ISO/TC 44/SC 5 gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org zu finden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Anwendung der phasengesteuerten Array-Technik bei der halb- oder vollautomatisierten Ultraschallprüfung von Schmelzschweißverbindungen in Stahlbauteilen mit Wanddickenwerten von 3,2 mm bis 8,0 mm fest. Das entspricht dem typischen Bereich der Wanddickewerte von Rohren in Behältern, der eine wichtige Anwendung dieser Prüftechnik ist. Der Mindest- und der Höchstwert des Wanddickenbereiches dürfen überschritten werden, wenn die Prüfkategorie „D“ dieser Norm angewendet wird. Diese Norm gilt für durchgeschweißte Verbindungen mit einfacher Geometrie in Platten, Rohren und Behältern, bei denen sowohl der Werkstoff der Schweißnaht als auch der Grundwerkstoff niedrig legierter Stahl und/oder Feinkornstahl ist.

ANMERKUNG „Halbautomatisierte Prüfung“ umfasst eine kontrollierte Bewegung von einem oder mehreren Prüfköpfen auf der Oberfläche eines Bauteils entlang einer Vorrichtung (Führungsband, Lineal usw.), wobei die Prüfkopfposition mit einem Wegaufnehmer eindeutig gemessen wird. Der Prüfkopf wird manuell bewegt. „Vollautomatisierte Prüfung“ umfasst zusätzlich einen mechanisierten Antrieb.

Sofern in dieser Internationalen Norm werkstoffabhängige Ultraschallparameter festgelegt sind, basieren sie auf Stählen mit einer Schallgeschwindigkeit von $(5\,920 \pm 50)$ m/s für Longitudinalwellen und $(3\,255 \pm 30)$ m/s für Transversalwellen. Es ist notwendig, diese bei der Prüfung von Werkstoffen mit einer anderen Schallgeschwindigkeit zu berücksichtigen.

Dieses Dokument ist eine Anleitung für die besonderen Fähigkeiten und Grenzen der phasengesteuerten Array-Technik beim Auffinden, bei der Ortung, der Größenbestimmung und der Charakterisierung von Unregelmäßigkeiten in Schmelzschweißverbindungen. Die phasengesteuerte Array-Technik kann eigenständig oder in Verbindung mit anderen Verfahren oder Techniken der zerstörungsfreien Prüfung (en: non-destructive testing, NDT) angewendet werden, sowohl bei der Herstellung als auch bei Prüfungen neuer Schweißverbindungen/Reparaturschweißungen (Preservice-Prüfung).

Dieses Dokument legt zwei Prüfkategorien fest:

- Prüfkategorie „C“ für Standardsituationen;
- Prüfkategorie „D“ für ungewöhnliche Situationen/spezielle Anwendungen.

Dieses Dokument beschreibt die Beurteilung von Unregelmäßigkeiten für Abnahmezwecke anhand:

- Höhe und Länge;
- Amplitude (Ersatzreflektorgröße) und Länge;
- Gut/Ausschuss-Entscheidung.

Diese Internationale Norm legt keine Zulässigkeitsgrenzen für die Unregelmäßigkeiten fest.

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 5817, *Welding — Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded) — Quality levels for imperfections*

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

ISO 10863, *Non-destructive testing of welds — Ultrasonic testing — Use of time-of-flight diffraction technique (TOFD)*

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

ISO 17640, *Non-destructive testing of welds — Ultrasonic testing — Techniques, testing levels, and assessment*

ISO 18563-1, *Non-destructive testing — Characterization and verification of ultrasonic phased array equipment — Part 1: Instruments*

ISO 18563-2, *Non-destructive testing — Characterization and verification of ultrasonic phased array equipment — Part 2: Probes*

ISO 18563-3, *Non-destructive testing — Characterization and verification of ultrasonic phased array equipment — Part 3: Combined systems*

EN 16018, *Zerstörungsfreie Prüfung — Terminologie — Begriffe der Ultraschallprüfung mit phasengesteuerten Arrays*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 5577 und EN 16018 und die folgenden Begriffe.

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/>

3.1

elektronische Abtastung (E-Abtastung)

E-Abtastungen sind lineare Abtastungen, die bei einem konstanten Einschallwinkel und entlang der Länge des Phased-Array-Prüfkopfes durchgeführt werden

3.2

Phased-Array-Bild

ein- oder zweidimensionale Anzeige, aufgebaut mit den gesammelten Informationen aus dem Betrieb des phasengesteuerten Arrays

3.3

Phased-Array-Anzeige

Signalmuster oder Störung in einem Phased-Array-Bild, das eine weitere Auswertung erforderlich machen kann

3.4

Aufbau eines phasengesteuerten Arrays

Anordnung in Abhängigkeit von den Kennwerten der Prüfköpfe (z. B. Frequenz, Wandlerelementgröße, Einschallwinkel, Wellenart), der Prüfkopfposition und der Anzahl der Prüfköpfe sowie Anpassung der Krümmung des Prüfgegenstands

3.5

Prüfkopfposition

Abstand zwischen der Vorderseite des Prüfkopfkeils und der Schweißnahtmittellinie

3.6

Vergleichskörper

Werkstück mit bekannten Reflektoren zur Einstellung der Prüfempfindlichkeit und des Bereiches, um ermittelte Anzeigen mit denjenigen zu vergleichen, die durch die bekannten Reflektoren hervorgerufen werden

3.7

Abtastschritt

Abstand zwischen den in Prüfrichtung aufeinander folgenden, zur Datenerfassung verwendeten Punkten (mechanisch oder elektronisch)

3.8

Sektorabtastung (S-Abtastung)

die Sektorabtastung bezeichnet die Bewegung des Schallbündels, die durch Manipulation einer Vielzahl einzelner Elemente des Phased-Array-Prüfkopfes so erzeugt wird, dass die Abtastung über einen festgelegten Bereich von Einschallwinkeln erfolgt

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Manipulation erfolgt nach physikalischen Fokussierungsgesetzen. In den meisten Fällen ist die Datenanzeige eine 2-D-Darstellung aus allen A-Abtastungen (eine A-Abtastung erfolgt bei nur einem bestimmten Einschallwinkel).

3.9

Schrägabtastung

Abtastung, die mit einem Schielwinkel durchgeführt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Schielwinkel kann elektronisch oder durch Änderung der Prüfkopfausrichtung erreicht werden.

3.10

Prüfkörper

festgelegtes Werkstück, das Überprüfungen der Genauigkeit und/oder der Leistungsfähigkeit eines Ultraschall-Prüfsystems ermöglicht

4 Prüfklassen

Qualitätsanforderungen an Schweißverbindungen sind hauptsächlich mit dem Werkstoff, dem Schweißprozess und den Betriebsbedingungen verbunden. Um alle diese Anforderungen abzudecken, legt diese Internationale Norm zwei Prüfklassen „C“ und „D“ fest. Für beide Prüfklassen C und D ist eine schriftliche Prüfanweisung vorgeschrieben.

Prüfklasse C gilt für den genormten Ansatz bei dünnwandigen Bauteilen, siehe Tabelle 1 und Tabelle 2, z. B. Prüfung von zwei Seiten oder Prüfung von einer Seite der Schweißverbindung mit abgenommener Kappe.

Prüfklasse D muss für spezielle Anwendungen vereinbart werden, z. B. Prüfungen an Wanddicken unter 3,2 mm, unterschiedliche Dicken (Senkung) und Prüfungen, bei denen die Temperaturen des Gegenstands außerhalb des in 7.6 festgelegten Bereiches liegen. Für Prüfklasse D ist eine Verifizierung an Vergleichskörpern vorgeschrieben.

Im Allgemeinen beziehen sich die Prüfklassen auf Bewertungsgruppen (z. B. nach ISO 5817). Die entsprechende Prüfklasse kann durch Normen zur Prüfung von Schweißverbindungen (ISO 17635), durch Produktnormen oder durch andere Spezifikationen festgelegt sein. Wenn ISO 17635 festgelegt ist, sind die empfohlenen Prüfklassen wie in Tabelle 1 angegeben.

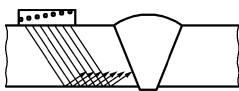
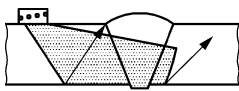
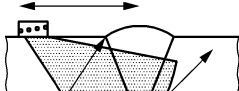
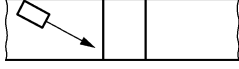
Tabelle 1 — Empfohlene Prüfklassen

Prüfklasse	Bewertungsgruppe in ISO 5017
C	B, C, D
D	Spezielle Anwendungen

In Tabelle 2 sind die Mindestanforderungen an die einzelnen Prüfarten für die Prüfklassen C und D angegeben, die in 7.2 beschrieben sind. Die Anordnung muss mit Vergleichs- und/oder Prüfkörpern verifiziert werden. In Fällen, wo die Abtastung von einer Seite erfolgt (z. B. der Außenseite eines Behälters) sind halbe und ganze Sprungabstände zu verwenden und die Ergebnisse zu speichern. In Fällen, wo die Abtastung von beiden Seiten erfolgt (z. B. Ober- und Unterseite), könnten halbe Sprungabstände ausreichend sein, in Abhängigkeit von den Schweißnaht- und Prüfkopfmaßen.

Wenn die Bewertung der Unregelmäßigkeiten nur anhand der Amplitude erfolgt, darf die Abweichung der Strahlrichtung von der Senkrechten auf der Schweißfase höchstens 6° betragen.

Tabelle 2 — Beschreibung der Prüfklassen

Betriebsart	Prüfklassen		Beispiele
	Prüfanordnung Prüfklasse C	Prüfanordnung Prüfklasse D	
E-Abtastung mit fester Prüfkopfposition (Linienabtastung)	Zwei Seiten	Nach Festlegung	
S-Abtastung mit fester Prüfkopfposition zur Schweißnaht (Linienabtastung)	Zwei Seiten oder zwei Prüfkopfpositionen auf einer Seite	Nach Festlegung	
S-Abtastung-Mäander	Eine Seite, Schweißkappe entfernt	Nach Festlegung	
Schrägabtastung ^a	Nicht anwendbar	Nach Festlegung	
^a Wenn in der Spezifikation der Nachweis von Unregelmäßigkeiten in Querrichtung gefordert wird, muss eine weitere geeignete Prüfanordnung angewendet werden. Es können ein schräg gestellter Prüfkopf oder ein elektronisch schielendes Schallbündel verwendet werden.			

5 Informationen, die vor der Prüfung erforderlich sind

5.1 Einzelheiten, die vor der Erarbeitung des Verfahrensablaufs festzulegen sind

Zu folgenden Einzelheiten werden Informationen benötigt:

- a) Zweck und Umfang der Prüfung;
- b) Art(en) des Grundwerkstoffs (z. B. gegossen, geschmiedet, gewalzt); Korngröße;
- c) Prüfklassen;
- d) Zulässigkeitskriterien;
- e) Festlegung von Vergleichskörpern;
- f) Herstellungs- oder Betriebsphase, bei der die Prüfung durchzuführen ist;
- g) Einzelheiten zur Schweißverbindung und Angaben über die Größe der Wärmeeinflusszone;
- h) Anforderungen an Zugangsbedingungen, Oberflächenbeschaffenheit und Temperatur;
- i) Qualifikationen des Prüfpersonals;
- j) Anforderungen an den Prüfbericht.

5.2 Besondere Informationen, die für den Prüfer vor der Prüfung erforderlich sind

Bevor die Prüfung einer Schweißverbindung beginnen kann, müssen dem Prüfer alle in 5.1 festgelegten Informationen sowie die folgenden zusätzlichen Informationen zugänglich sein:

- a) schriftliche Prüfanweisung;
- b) Nahtvorbereitung und Maße;
- c) relevante Informationen zum Schweißverfahren;
- d) Zeitpunkt für die Prüfung, bezogen auf jede nach dem Schweißen durchgeführte Wärmebehandlung.

5.3 Schriftliche Prüfanweisung

Für alle Prüfklassen ist eine schriftliche Prüfanweisung erforderlich.

Die Prüfanweisung muss mindestens die folgenden Angaben enthalten:

- a) Zweck und Umfang der Prüfung;
- b) Prüftechniken;
- c) Prüfklassen;
- d) Anforderungen an die Qualifikation/Ausbildung des Personals;
- e) Anforderungen an die Prüfausrüstung (unter anderem Frequenz, Abtastfrequenz, Elementabstand, Elementgröße);

- f) Vergleichskörper und/oder Prüfkörper;
- g) Kalibrierung und Beispiel für Referenzabtastung;
- h) Einstellung des Prüfbereiches und der Prüfempfindlichkeit der Prüfeinrichtung;
- i) vorhandener Zugang und Oberflächenbeschaffenheit;
- j) Prüfung des Grundwerkstoffs;
- k) Bewertung der Anzeigen;
- l) Zulässigkeitsgrenzen und/oder Registrierschwellen;
- m) Anforderungen an den Prüfbericht;
- n) Umwelt- und Sicherheitsaspekte;
- o) einen Abtastplan mit Angabe der Position des Prüfkopfes, die Bewegung und Überdeckung auf dem Bauteil, damit eine genormte und wiederholbare Vorgehensweise für die Schweißnahtprüfung gegeben ist. Im Abtastplan müssen auch die Schweißnahtdicke und Schweißgeometrie, die Einschallwinkel der verwendeten Schallbündel, die Einschallrichtungen bezüglich der Schweißnahtmittellinie und das bei jeder Schweißnaht zu untersuchende Volumen angegeben sein.

6 Anforderungen an das Personal und die Prüfausrüstung

6.1 Qualifikation des Personals

Das Personal, das Prüfungen nach diesem Dokument durchführt, muss nach ISO 9712 oder einer gleichwertigen Norm für den jeweiligen Industriesektor geeignet qualifiziert sein.

6.2 Prüfausrüstung

6.2.1 Allgemeines

Für die Auswahl der Systemkomponenten (Hardware und Software) sind nützliche Informationen aus ISO 16829 zu entnehmen.

6.2.2 Messgerät und Anzeige

Das Ultraschallgerät für die Prüfung mit phasengesteuerten Arrays muss, wenn zutreffend, den Anforderungen von ISO 18563-1; ISO 18563-2 und ISO 18563-3 entsprechen.

Das Messgerät muss geeignet sein, einen angemessenen Abschnitt der Zeitachse (Grundlinie) auszuwählen, in dem die A-Abtastungen digitalisiert werden. Es wird empfohlen, für die A-Abtastungen eine Abtastrate anzuwenden, die mindestens der 6-fachen Prüfkopf-Nennfrequenz entspricht.

6.2.3 Prüfköpfe

Es dürfen Prüfköpfe für Longitudinal-, Transversal- und Kriechwellen verwendet werden.

Die Prüfkopffrequenz muss mindestens 5 MHz betragen und für die Bauteildicke geeignet sein.

Die Anpassung der Prüfköpfe an gekrümmte Prüfflächen muss nach ISO 17640 erfolgen. Die Prüfköpfe müssen Sohlen haben, die an die Oberflächenkrümmung so angepasst sind, dass der Abstand zwischen der Prüfkopfsohle und der Oberfläche höchstens 0,5 mm beträgt.

Zwischen g_{flat} (höchster Abstand zwischen ebener Prüfkopfsohle und Bauteiloberfläche), a (Größe der Prüfkopfsohle in Krümmungsrichtung) und D (Durchmesser des Prüfgegenstands) besteht folgender Zusammenhang:

$$g_{\text{flat}} = \frac{a^2}{4D}$$

Für einen bestimmten Prüfgegenstand mit einem Durchmesser „ D “ ist in Tabelle 3 für einige Werte von „ D “ das höchstzulässige Maß „ a “ (in Krümmungsrichtung) der ebenen Prüfkopfsohle angegeben, das verwendet werden muss (dabei muss $g_{\text{flat}} \leq 0,5$ mm sein).

Tabelle 3 — Beispiele für Höchstmaß a_{max} einer ebenen Prüfkopfsohle für einen Prüfgegenstand mit Durchmesser D

D mm	a_{max} mm
50	10
200	20
450	30
800	40
1 250	50

Da die Krümmung des Prüfgegenstands Einfluss auf das Schallbündel hat, muss die Breite des Schallbündels entlang der Schweißnaht (z. B. mittels geometrischer oder elektronischer Strahlfokussierung) für die Bestimmung der Annahmekriterien bezüglich der Länge von Unregelmäßigkeiten geeignet sein.

6.2.4 Abtastvorrichtungen

Um eine Einheitlichkeit der Bilder (der erfassten Daten) zu erreichen, müssen Führungsvorrichtungen und Weggeber verwendet werden.

Der Abstand zwischen dem Prüfkopf und der Schweißnahtmittellinie muss konstant sein, mit einer höchstzulässigen Abweichung von ± 1 mm. Andernfalls muss die Eignung an einem Vergleichskörper nachgewiesen werden.

7 Vorbereitung der Prüfung

7.1 Zu prüfendes Volumen

Der Zweck der Prüfung muss durch eine Spezifikation festgelegt werden. Entsprechend diesem Zweck muss das zu untersuchende Volumen bestimmt werden.

Bei Herstellungsprüfungen muss das Prüfvolumen die Schweißnaht und den Grundwerkstoff an beiden Seiten der Schweißnaht über eine Breite von mindestens $1,25 t$ ($1 t$ für Laser- und Elektronenstrahlschweißverbindungen) umfassen oder aber die gesamte Breite der Wärmeeinflusszone (basierend auf Angaben des Herstellers). Es ist sicherzustellen, dass das/die Schallbündel das zu prüfende Volumen abdeckt/abdecken. Es muss ein Abtastplan vorliegen, um das zu dokumentieren.

7.2 Verifizierung der Prüfanordnung

Die Eignung der Prüfanordnung muss gegebenenfalls an Vergleichs- und Prüfkörpern nachgewiesen werden.

7.3 Einstellung der Schrittweite beim Abtasten

Der Abtastschritt entlang der Schweißnaht darf höchstens 0,5 mm betragen.

Die Einstellung der Schrittweite senkrecht zur Schweißnaht muss, wenn zutreffend, so ausgewählt werden, dass die Überdeckung des zu prüfenden Volumens sichergestellt ist.

7.4 Berücksichtigung der Geometrie

Bei der Untersuchung von Schweißnähten mit komplexer Geometrie sollte sorgfältig vorgegangen werden, z. B. bei Schweißnähten, die Werkstücke mit ungleicher Dicke oder in einem Winkel zueinander stehende Werkstücke verbinden oder bei Stutzen. Diese Prüfungen sollten sorgfältig geplant werden; sie erfordern genaue Kenntnisse über die Schallausbreitung und müssen immer in der Prüfklasse D durchgeführt werden.

7.5 Vorbereitung der Prüfflächen

Die Prüfflächen müssen über einen Bereich sauber sein, der groß genug ist, um das Prüfvolumen vollständig zu erfassen.

Die Prüfflächen müssen eben und frei von ankopplungsstörenden Verunreinigungen sein (z. B. Rost, losem Zunder, Schweißspritzern, Nuten und Riefen). Die Welligkeit der Prüffläche darf nicht dazu führen, dass der Spalt zwischen Prüfkopf und Prüffläche größer als 0,5 mm wird. Zur Erfüllung dieser Anforderungen sind die Prüfflächen gegebenenfalls zu bearbeiten.

Prüfflächen dürfen als zufriedenstellend angesehen werden, wenn ihre Oberflächenrauheit, R_a , für maschinell bearbeitete Oberflächen nicht mehr als 6,3 μm bzw. für gestrahlte Oberflächen nicht mehr als 12,5 μm beträgt.

Wenn eine Beschichtung, z. B. ein Farbanstrich, vorhanden ist und ihre Entfernung nicht gefordert wird, sind Prüfkörper mit einer entsprechenden Beschichtung erforderlich. Außerdem müssen die erforderlichen Korrekturmaßnahmen festgelegt und angewandt werden.

7.6 Temperatur

Wenn keine speziellen Phased-Array-Prüfköpfe und Koppelmittel für hohe Temperaturen verwendet werden, muss die Oberflächentemperatur des zu untersuchenden Prüfgegenstands in einem Bereich von 0 °C bis 50 °C liegen.

Für Temperaturen außerhalb dieses Bereiches muss die Eignung der Prüfausrüstung nachgewiesen werden.

7.7 Koppelmittel

Um geeignete Bilder zu erzeugen, muss ein Koppelmittel verwendet werden, das eine gleichmäßige Übertragung des Ultraschalls zwischen den Prüfköpfen und dem Prüfgegenstand ermöglicht.

Zur Justierung muss das gleiche Koppelmittel verwendet werden wie für die nachfolgende Prüfung und für spätere Nachjustierungen.