

DIN EN ISO 13588

ICS 25.160.40

Entwurf

Einsprüche bis 2018-04-16
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 13588:2013-11

**Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen –
Ultraschallprüfung –
Anwendung von automatisierter phasengesteuerter Array-Technologie
(ISO/DIS 13588:2018);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 13588:2018**

Non-destructive testing of welds –
Ultrasonic testing –
Use of automated phased array technology (ISO/DIS 13588:2018);
German and English version prEN ISO 13588:2018

Contrôle non destructif des assemblages soudés –
Contrôle par ultrasons –
Utilisation de la technique multi-éléments automatisés (ISO/DIS 13588:2018);
Version allemande et anglaise prEN ISO 13588:2018

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-02-16 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 67 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 13588:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 121 „Schweißen“, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 44 „Welding and allied processes“ im Rahmen der Wiener Vereinbarung erarbeitet.

Das zuständige deutsche Gremium 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 3183	siehe DIN EN ISO 3183
ISO 5577	siehe DIN EN ISO 5577
ISO 10893-8	siehe DIN EN ISO 10893-8
ISO 10893-11	siehe DIN EN ISO 10893-11
ISO 16810	siehe DIN EN ISO 16810
ISO 16811	siehe DIN EN ISO 16811
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
ISO 19285	siehe DIN EN ISO 19285
ISO 22825	siehe DIN EN ISO 22825

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 13588:2013-11 wurden die folgenden Änderungen vorgenommen:

- a) Anhang B und Anhang C hinzugefügt;
- b) Norm redaktionell überarbeitet.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 3183, *Erdöl- und Erdgasindustrie — Stahlrohre für Rohrleitungstransportsysteme (ISO 3183)*

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 10893-8, *Zerstörungsfreie Prüfung von Stahlrohren — Teil 8: Automatisierte Ultraschallprüfung nahtloser und geschweißter Stahlrohre zum Nachweis von Dopplungen (ISO 10893-8)*

DIN EN ISO 10893-11, *Zerstörungsfreie Prüfung von Stahlrohren — Teil 11: Automatisierte Ultraschallprüfung der Schweißnaht geschweißter Stahlrohre zum Nachweis von Unvollkommenheiten in Längs- und/oder Querrichtung (ISO 10893-11)*

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

DIN EN ISO 16811, *Zerstörungsfreie Prüfung — Ultraschallprüfung — Empfindlichkeits- und Entfernungsjustierung (ISO 16811)*

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 18563-2)*

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

DIN EN ISO 19285, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung mit Phased-Arrays (PAUT) — Zulässigkeitsgrenzen (ISO 19285)*

DIN EN ISO 22825, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Prüfung von Schweißverbindungen in austenitischen Stählen und Nickellegierungen (ISO 22825)*

— Leerseite —

**Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen —
Ultraschallprüfung — Anwendung von automatisierter phasengesteuerter
Array-Technologie (ISO/DIS 13588:2018)**

Contrôle non destructif des assemblages soudés — Contrôle par ultrasons — Utilisation de la technique multi-éléments automatisés (ISO/DIS 13588:2018)

Non-destructive testing of welds — Ultrasonic testing — Use of automated phased array technology (ISO/DIS 13588:2018)

ICS:

Deskriptoren:

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

STD Version 2.9d

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Vorwort	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
4 Prüfklasse	9
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	11
5.3 Schriftliche Prüfanweisung	11
6 Anforderungen an das Personal und die Prüfausrüstung	12
6.1 Qualifikation des Personals	12
6.2 Prüfeinrichtung	12
6.2.1 Allgemeines	12
6.2.2 Ultraschall-Prüfausrüstung und -Darstellung	12
6.2.3 Ultraschallprüfköpfe	12
6.2.4 Abtastvorrichtungen	13
7 Vorbereitung der Prüfung	13
7.1 Zu prüfendes Volumen	13
7.2 Verifizierung der Prüfanordnung	13
7.3 Einstellung der Schrittweiten beim Abtasten	13
7.4 Berücksichtigung der Geometrie	13
7.5 Vorbereitung der Prüfflächen	14
7.6 Temperatur	14
7.7 Koppelmittel	14
8 Prüfung des Grundwerkstoffs	14
9 Einstellungen des Prüfbereichs 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	15
9.1.4 Einstellungen für TOFD	15
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	17
10 Überprüfungen der Prüfausrüstung	17
11 Eignung 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 Anzeigen.....	19
14.4	Klassifizierung der relevanten Inhomogenitäten	19
14.5	Bestimmung von Lage und Länge einer Inhomogenität.....	19
14.5.1	Lage.....	19
14.5.2	Länge	19
14.6	Beurteilung von Inhomogenitäten.....	20
14.6.1	Allgemeines	20
14.6.2	Beurteilung anhand der Amplitude.....	20
14.6.3	Beurteilung anhand der Tiefenausdehnung	20
14.7	Bewertung anhand von Zulässigkeitskriterien.....	20
15	Prüfbericht.....	20
Anhang A (informativ) Typische Vergleichskörper und Bezugsreflektoren.....		22
A.1	Bezugsreflektoren.....	22
A.2	Typische Vergleichskörper.....	23
A.2.1	Prüfklasse A (Bild A.1).....	23
A.2.2	Prüfklasse B (Bild A.2).....	24
A.2.3	Prüfklasse C (Bild A.3)	25
A.2.4	Prüfklasse D.....	25
Anhang B (informativ) Darstellung möglicher anzuwendender gebeugter Signale.....		26
B.1	2 gebeugte Signale von der gleichen Inhomogenität (obere und untere Spitze).....	26
B.2	Gebeugtes Signal und Oberflächensignal aus der gleichen Inhomogenität.....	28
B.3	Gebeugtes Signal und die bekannte Dicke von mit der Wurzel verbundenen Inhomogenitäten	30
Anhang C (informativ) Darstellungen der möglichen anzuwendenden Signale, wenn keine gebeugten Signale beobachtet werden.....		31
C.1	Anwendung einer Amplitude (6-dB-Technik)	31
C.2	Anwendung von Wellenartumwandlungen	33
Literaturhinweise.....		34
 Bilder		
Bild A.1 — Empfohlener Vergleichskörper für die Prüfklasse A		23
Bild A.2 — Empfohlener Vergleichskörper für die Prüfklasse B		24
Bild A.3 — Empfohlener Vergleichskörper für die Prüfklasse C.....		25
Bild B.1 — Für die Bestimmung der Tiefenausdehnung angewendete, gebeugte Signale (E-Scan und/oder S-Scan darf/dürfen angewendet werden).....		26
Bild B.2 — Abbildung der Sektorabtastung einer eingebetteten, ungenügenden Durchschweißung an der X-Kante (Dicke 25 mm).....		27
Bild B.3 — Für die Bestimmung der Tiefenausdehnung angewendetes, gebeugtes Signal (E-Scan und/oder S-Scan darf/dürfen angewendet werden).....		28
Bild B.4 — Abbildung der Sektorabtastung einer eingebetteten ungenügenden Durchschweißung auf der X-Kante (Dicke 25 mm)		29
Bild B.5 — Für die Bestimmung der Tiefenausdehnung angewendetes gebeugtes Signal (E-Scan und/oder S-Scan darf/dürfen angewendet werden).....		30
Bild C.1 — Für die Bestimmung der Tiefenausdehnung angewendete 6-dB-Technik (E-Scan und/oder S-Scan darf/dürfen angewendet werden).....		31
Bild C.2 — Sektorabtastung eines eingebetteten Bindefehlers auf der V-Kante (Dicke: 25mm)		32
Bild C.3 — Für die Bestimmung der Tiefenausdehnung angewendete wellenartumgewandelte Signale (E-Scan und/oder S-Scan darf/dürfen angewendet werden)		33
Bild C.4 — Darstellung der Sektorabtastung einer Querbohrung (Durchmesser 3 mm) an der X-Kante (Dicke: 25 mm).....		33

Tabellen

Tabelle 1 — Empfohlene Prüfklassen	9
Tabelle 2 — Beschreibung der Prüfklassen.....	10
Tabelle 3 — Empfindlichkeits- und Bereichskorrekturen.....	16
Tabelle 4 — Prüfklassen und Vergleichskörper	17
Tabelle A.1 — Länge und Tiefe der Nut in den Vergleichskörpern	22
Tabelle A.2 — Durchmesser D_d von Querbohrungen.....	22
Tabelle A.3 — Länge der Querbohrungen und Oberflächennuten für Dicken $t > 25$ mm	23

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 13588:2018) 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.

Dieses Dokument wird EN ISO 13588:2012 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 13588:2018 wurde von CEN als prEN ISO 13588:2018 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 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 voll automatisierten Ultraschallprüfung von Schmelzschweißverbindungen in metallischen Werkstoffen mit Dicken von mindestens 6 mm fest. Es gilt für durchgeschweißte Verbindungen mit einfacher Geometrie in Platten, Rohren und Behältern, bei denen sowohl der Werkstoff der Schweißnaht als auch der Grundwerkstoff ein niedrig legierter Kohlenstoffstahl ist.

Sofern in diesem Dokument werkstoffabhängige Ultraschallparameter festgelegt sind, gelten sie für Stähle 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 anderen Schallgeschwindigkeiten zu berücksichtigen. Stähle mit anderen Schallgeschwindigkeiten sollten unter Prüfkategorie D geprüft werden.

Für grobkörnige oder austenitische Stähle gilt ISO 22825.

Dieses Dokument bietet eine Anleitung für die besonderen Fähigkeiten und Grenzen der phasengesteuerten Array-Technik beim Auffinden, bei der Ortung, der Größenbestimmung und der Charakterisierung von Inhomogenitäten in Schmelzschweißverbindungen. Die phasengesteuerte Array-Technik kann eigenständig oder in Verbindung mit anderen Verfahren oder Techniken der zerstörungsfreien Prüfung angewendet werden, sowohl für Prüfungen bei der Herstellung, vor der Inbetriebnahme und für Prüfungen während des Betriebes.

In diesem Dokument sind vier Prüfkategorien für unterschiedliche Nachweiswahrscheinlichkeiten von Inhomogenitäten festgelegt.

Dieses Dokument erlaubt die Beurteilung von Inhomogenitäten zur Bestimmung der Zulässigkeit sowohl mittels ihrer Amplitude (Ersatzreflektorgröße) und Länge als auch mittels ihrer Tiefenausdehnung und Länge.

Dieses Dokument legt keine Zulässigkeitsgrenzen für die Inhomogenitäten fest.

Dieses Dokument gilt nicht für die automatisierte Prüfung von Schweißnähten während der Produktion von Stahlprodukten nach ISO 10893-8, ISO 10893-11 und ISO 3183.

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 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*

ISO 19285, *Non-destructive testing of welds — Phased array ultrasonic testing (PAUT) — Acceptance levels*

ISO 22825, *Non-destructive testing of welds — Ultrasonic testing — Testing of welds in austenitic steels and nickel-based alloys*

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.

3.1

Phased-Array-Bild

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

3.2

Phased-Array-Anzeige

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

3.3

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

3.4

Prüfkopfposition

PP

Abstand zwischen der Vorderseite des Keils und der Schweißnahtmittellinie

3.5

Abtastschritt

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

3.6

Schrägabtastung

Abtastung, die mit einem Schielwinkel durchgeführt wird

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

4 Prüfkasse

Qualitätsanforderungen an Schweißverbindungen sind hauptsächlich mit dem Werkstoff, dem Schweißprozess und den Betriebsbedingungen verbunden. Um alle diese Anforderungen unterzubringen, legt dieses Dokument vier Prüfklassen (A, B, C und D) fest.

Von der Prüfkasse A zur Prüfkasse C wird eine ansteigende Auffindwahrscheinlichkeit durch eine steigende Prüfüberdeckung erreicht, z. B. durch die Zahl der Einschallungen, durch das Kombinieren von Techniken.

Prüfkasse D darf für spezielle Anwendungen vereinbart werden, unter Verwendung einer schriftlichen Prüfanweisung, die die grundlegenden Anforderungen diesem Dokument berücksichtigt. Dies schließt die Prüfung anderer Metalle als ferritischer Stahl, nicht vollständig durchgeschweißter Nähte, Prüfungen mit automatisierter Ausrüstung und Prüfungen bei Temperaturen des Prüfgegenstands außerhalb des angegebenen Bereichs mit ein.

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

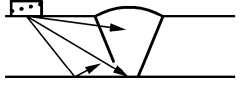
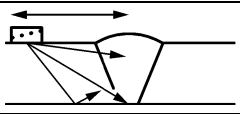
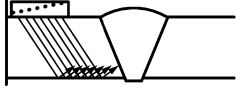
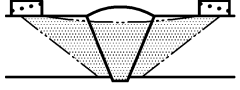
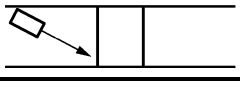
Tabelle 1 — Empfohlene Prüfklassen

Prüfkasse	Bewertungsgruppe in ISO 5817
A	C, D
B	B
C	nach Vereinbarung
C	Spezialanwendung

Die Tabelle 2 zeigt die Mindestanforderungen, und in allen Fällen, die in 7.2 beschrieben sind, muss die Anordnung mit einem Vergleichskörper verifiziert werden. In Fällen, wo die Abtastung von einer Seite erfolgt (ausgenommen TOFD), sind halbe und ganze Sprungabstände zu verwenden und zu speichern; wenn die Abtastung von beiden Seiten erfolgt, so sind halbe Sprungabstände ausreichend.

Wenn die Bewertung der Anzeigen nur über die Amplitude erfolgt, darf die Abweichung gegen die Senkrechte auf der Schweißnaht nicht größer als 6° werden.

Tabelle 2 — Beschreibung der Prüfklassen

Betriebsart	Prüfklassen			schematische Darstellung
	A	B	C	
	Vergleichskörper (siehe Anhang A)			
	Block A	Block B	Block C	
Prüfanordnung				
Feste Winkel und fester Abstand zur Schweißnaht (Linienabtastung) ^a	2 Seiten	nicht geeignet als einzelne Technik	2 Seiten	
Feste Winkel, aber Raster Abtastung ^a	1 Seite	1 Seite	1 Seite	
E-Bild mit fester Prüfkopfposition (Linienabtastung) ^a	1 Seite	2 Seiten mit 2 Winkel ^c	2 Seiten	
S-Bild mit fester Prüfkopfposition (Linienabtastung) ^a	1 Seite	2 Seiten oder 2 Prüfkopfpositionen	2 Seiten oder 2 Prüfkopfpositionen	
S-Bild-Raster	nicht empfohlen		1 Seite	
TOFD mit phasen-gesteuerten Arrays ^a	nicht empfohlen, TOFD-Prüfung nach ISO 10863		1 Anordnung	
Schrägabtastung ^b	falls in der Spezifikation gefordert			

^a Für die Prüfkategorie C müssen mindestens zwei unterschiedliche Prüfanordnungen aus dieser Tabelle kombiniert werden, dabei muss mindestens eine von ihnen ein S-Scan oder eine Abtastung mit Beugungslaufzeittechnik (TOFD) sein.

^b Wenn in der Spezifikation der Nachweis von Inhomogenitäten in Querrichtung gefordert wird, muss eine weitere geeignete Prüfanordnung angewendet werden. Ein schräg gestellter Prüfkopf oder ein elektronisch schielendes Schallbündel dürfen verwendet werden.

^c Mindestens 10° Unterschied zwischen den Winkeln.

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:

- Zweck und Umfang der Prüfung;
- Prüfklassen;
- Zulässigkeitskriterien;
- Festlegung von Vergleichskörpern;

- e) Herstellungs- oder Betriebsphase, bei der die Prüfung durchzuführen ist;
- f) Einzelheiten zur Schweißverbindung und Angaben über die Größe der Wärmeeinflusszone;
- g) Anforderungen an Zugangsbedingungen, Oberflächenbeschaffenheit und Temperatur;
- h) Qualifikationen des Prüfpersonals;
- i) 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) Art(en) des Grundwerkstoffs und der Erzeugnisform (z. B. gegossen, geschmiedet, gewalzt);
- c) Nahtvorbereitung und Maße;
- d) Schweißanweisungen oder entsprechende Angaben zum Schweißverfahren;
- e) Zeitpunkt für die Prüfung, bezogen auf jede nach dem Schweißen durchgeführte Wärmebehandlung;
- f) Ergebnis aller Prüfungen des Grundwerkstoffs, die vor und/oder nach dem Schweißen durchgeführt wurden.

5.3 Schriftliche Prüfanweisung

Für alle Prüfklassen ist eine schriftliche Prüfanweisung erforderlich.

Der Ablauf der Prüfung muss in schriftlicher Form vorliegen und mindestens die folgenden Angaben enthalten:

- g) Zweck und Umfang der Prüfung;
- h) Prüftechniken;
- i) Prüfklassen;
- j) Anforderungen an die Qualifikation/Ausbildung des Personals;
- k) Anforderungen an die Prüfausrüstung (unter anderem Frequenz, Abtastfrequenz, Elementabstand, Elementgröße);
- l) Vergleichskörper und/oder Testkörper;
- m) Justierung der Prüfausrüstung;
- n) vorhandener Zugang und Oberflächenbeschaffenheit;
- o) Prüfung des Grundwerkstoffs;
- p) Bewertung der Anzeigen;

- q) Zulässigkeitsgrenzen und/oder Registrierschwellen;
- r) Anforderungen an den Prüfbericht;
- s) zu beachtende Umwelt- und Sicherheitsaspekte.

In der Prüfanweisung muss eine Prüfstrategie oder ein Abtastplan enthalten sein, in dem die Position des Prüfkopfs, die Bewegung und Überdeckung auf dem Prüfgegenstand ersichtlich sind, damit eine genormte und wiederholbare Vorgehensweise für die Schweißnahtprüfung gegeben ist. Im Abtastplan müssen auch die Einschallwinkel der verwendeten Schallbündel, die Einschallrichtungen bezüglich der Schweißnahtmittellinie und das bei jeder Schweißnaht zu prüfende Volumen angegeben sein.

6 Anforderungen an das Personal und die Prüfausrüstung

6.1 Qualifikation des Personals

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

Zusätzlich zu den allgemeinen Kenntnissen zur Ultraschallprüfung von Schweißnähten muss das Personal auch mit der phasengesteuerten Array-Technik vertraut sein und praktische Erfahrungen bei der Anwendung dieser Prüftechnik haben. Eine besondere Schulung und Prüfung des Personals sollte an charakteristischen Teilen mit Schweißverbindungen durchgeführt werden. Diese Schulung und die Ergebnisse der Prüfung sollten dokumentiert werden. Wenn dies nicht der Fall ist, sollte eine besondere Schulung und Prüfung unter Einbeziehung aller endgültiger Prüfanweisungen für die Ultraschallprüfung und mit ausgewählter Ultraschall-Prüfausrüstung an repräsentativen Proben durchgeführt werden, die natürliche oder künstliche Reflektoren enthalten, die den zu erwartenden Reflektoren ähnlich sind. Diese Schulung und die Ergebnisse der Prüfung sollten dokumentiert werden.

6.2 Prüfeinrichtung

6.2.1 Allgemeines

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

6.2.2 Ultraschall-Prüfausrüstung und -Darstellung

Die Prüfausrüstung für die Prüfung mit phasengesteuerten Arrays sollte, wenn zutreffend, den Anforderungen von ISO 18563-1, ISO 18563-2 und ISO 18563-3 entsprechen.

Die Prüfausrüstung muss geeignet sein, einen angemessenen Abschnitt der Zeitachse (Grundlinie) auszuwählen, in dem die A-Bilder digitalisiert werden.

Es wird empfohlen, für die A-Bilder eine Abtastrate anzuwenden, die mindestens der 6-fachen Prüfkopf-Nennfrequenz entspricht.

6.2.3 Ultraschallprüfköpfe

Es dürfen sowohl Longitudinal- als auch Transversalwellen angewendet werden.

Die Anpassung der Prüfköpfe an gekrümmte Prüfflächen muss nach ISO 17640 erfolgen. Wenn angepasste Prüfköpfe verwendet werden, muss der Einfluss auf das Schallbündel berücksichtigt werden.

6.2.4 Abtastvorrichtungen

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

7 Vorbereitung der Prüfung

7.1 Zu prüfendes Volumen

Der Zweck der Prüfung ist durch eine Spezifikation festzulegen. Entsprechend diesem Zweck ist das zu prüfende Volumen zu bestimmen.

Bei Herstellungsprüfungen muss das Prüfvolumen, die Schweißnaht und den Grundwerkstoff an beiden Seiten der Schweißnaht über eine Breite von mindestens 10 mm (5 mm für Laser- und Elektronenstrahlschweißverbindungen) umfassen oder aber die gesamte Breite der Wärmeeinflusszone (basierend auf Angaben des Herstellers), wobei jeweils der größere Wert zu verwenden ist.

Es sollte ein Abtastplan vorliegen. Der Abtastplan sollte die Überdeckung durch die Schallbündel, die Schweißnahtdicke und die Schweißgeometrie zeigen.

Es ist sicherzustellen, dass das/die Schallbündel das zu prüfende Volumen abdeckt/abdecken.

7.2 Verifizierung der Prüfanordnung

Die Eignung der Prüfanordnung ist an Vergleichskörpern nachzuweisen.

7.3 Einstellung der Schrittweiten beim Abtasten

Die Einstellung der Schrittweiten entlang der Schweißnaht ist von der zu prüfenden Wanddicke abhängig. Für Dicken bis 10 mm darf die Schrittweite nicht mehr als 1 mm betragen. Für Dicken zwischen 10 mm und 150 mm darf sie nicht mehr als 2 mm betragen. Bei Dicken über 150 mm wird eine Schrittweite von 3 mm empfohlen.

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

Bei Anwendung der TOFD-Technik muss die Schrittweite nach ISO 10863 eingestellt werden.

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 Stützen. Prüfungen an Schweißnähten mit komplexer Geometrie sollten sorgfältig geplant werden. Sie erfordern genaue Kenntnisse über die Schallausbreitung und müssen immer in der Prüfklasse D durchgeführt werden.

Für Prüfungen nach Prüfklasse D sind ein Prüfplan oder mehrere Prüfpläne, ein oder mehrere repräsentative(r) Vergleichskörper und ein Leistungsnachweis unbedingt erforderlich (siehe Anhang A).

ANMERKUNG In einigen Fällen kann die Anzahl der Vergleichskörper durch die Anwendung von Simulationsprogrammen verringert 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 05 mm wird. Zur Erfüllung dieser Anforderungen sind die Prüfflächen gegebenenfalls zu bearbeiten.

Prüfflächen dürfen als zufrieden stellend angesehen werden, wenn ihre Oberflächenrauheit, R_a , für maschinell bearbeitete Oberflächen nicht mehr als $6,3\text{ }\mu\text{m}$ bzw. für gestrahlte Oberflächen nicht mehr als $12,5\text{ }\mu\text{m}$ beträgt.

Wenn eine Beschichtung, ein Farbanstrich, eine Plattierung usw. vorhanden ist und ihre Entfernung nicht gefordert wird, gilt die Prüfklasse D.

7.6 Temperatur

Wenn keine speziellen Phased-Array-Prüfköpfe und Koppelmittel für hohe Temperaturen verwendet werden, muss die Oberflächentemperatur des zu untersuchenden Gegenstands in einem Bereich von $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ liegen.

Für Temperaturen außerhalb dieses Bereichs 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 Werkstoff ermöglicht.

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

8 Prüfung des Grundwerkstoffs

Wenn die Prüfung nach diesem Dokument durchgeführt wird, muss eine Prüfung auf Dopplungen durchgeführt werden. Diese Dopplungsprüfung kann als Teil der planmäßigen Prüfung oder als unabhängige Einzelprüfung durchgeführt werden.

9 Einstellungen des Prüfbereichs und der Prüfempfindlichkeit

9.1 Einstellungen

9.1.1 Allgemeines

Vor jeder Prüfung müssen Bereichs- und Empfindlichkeitseinstellungen nach diesem Dokument durchgeführt werden. Jede Änderung bei der Anordnung phasengesteuerter Arrays, z. B. der Prüfkopfposition (PP) und der Steuerungsparameter, erfordert eine neue Justierung.

Das Signal-Rausch-Verhältnis sollte so optimiert werden, dass es für die Bezugssignale mindestens 12 dB beträgt, wenn A-Bilder verwendet werden, oder mindestens 6 dB, wenn Bilder verwendet werden.

9.1.2 Zeitfenster für Impuls-Echo-Signale

Falls zutreffend, muss das für die Impuls-Echo-Signale verwendete Zeitfenster das interessierende Volumen umfassen und in der schriftlich festgelegten Prüfanweisung beschrieben werden.

Der Abtastplan sollte die Überdeckung durch die Schallbündel, die Schweißnahtdicke und die Schweißgeometrie zeigen.

9.1.3 Empfindlichkeitseinstellungen für Impuls-Echo-Signale

9.1.3.1 Allgemeines

Nach der Auswahl der Betriebsart (fester Winkel, E-Scan, S-Scan) sind folgende Schritte durchzuführen:

- a) für jedes erzeugte Schallbündel (Einschallwinkel, Fokuspunkt usw.) muss für den Prüfkopf mit phasengesteuerten Arrays die Prüfempfindlichkeit eingestellt werden.
- b) wenn ein Prüfkopf mit Vorsatzkeil verwendet wird, muss die Prüfempfindlichkeit bei aufgesetztem Vorsatzkeil eingestellt werden.

9.1.3.2 Fokussierung

Für Prüfköpfe mit phasengesteuerten Arrays können unterschiedliche Fokussierungsarten angewendet werden, z. B. eine statische und eine dynamische Fokussierung der Tiefenlage (DDF; en: dynamic depth focusing).

Wenn eine Fokussierung angewendet wird, muss die Prüfempfindlichkeit für jedes fokussierte Bündel eingestellt werden.

9.1.3.3 Korrekturen der Verstärkung

Die Anwendung einer winkelabhängigen Verstärkungskorrektur (ACG; en: angle-corrected gain) und einer zeitabhängigen Verstärkungskorrektur (TCG; en: time-corrected gain) ermöglicht die Anzeige der Signale für alle Einschallwinkel und für alle Abstände mit der gleichen Amplitude.

9.1.3.4 Empfindlichkeitseinstellungen für unterschiedliche Arten der Prüfung mit phasengesteuerten Arrays

Für die Prüfung von Schweißverbindungen können unterschiedliche Betriebsarten angewendet werden, z. B. die Prüfung mit festen Winkeln, E-Scans, S-Scans. Nach den vorherigen Schritten muss die Bezugsempfindlichkeit für jedes erzeugte Schallbündel nach ISO 17640 eingestellt werden, sofern zutreffend unter Einbeziehung einer Transferkorrektur.

9.1.4 Einstellungen für TOFD

Wird eine Prüfung mit der TOFD-Technik durchgeführt, müssen alle Einstellungen den Anforderungen entsprechen, die in ISO 10863 beschrieben sind.

9.2 Überprüfung der Einstellungen

Die Einstellungen müssen mindestens alle 4 h und nach Abschluss der Prüfung überprüft werden. Wenn eine einzelne Prüfung länger als 4 h dauert, müssen die Einstellungen nach dem Beenden der Prüfung überprüft werden.

Wurde für die Ersteinstellung ein Vergleichskörper verwendet, muss bei der Überprüfung derselbe Vergleichskörper benutzt werden. Alternativ darf ein kleinerer Vergleichskörper mit bekannten Transfer-eigenschaften verwendet werden.

Ergeben sich bei diesen Überprüfungen Abweichungen gegenüber den Ersteinstellungen nach 9.1, müssen die in Tabelle 3 angegebenen Korrekturen durchgeführt werden.

Tabelle 3 — Empfindlichkeits- und Bereichskorrekturen

Empfindlichkeit	
Abweichungen ≤ 4 dB	Keine Maßnahmen erforderlich; die Daten dürfen mit Hilfe von Software korrigiert werden.
Abweichungen > 4 dB	Die vollständige Messkette muss überprüft werden. Wenn keine defekten Komponenten gefunden wurden, sind die Einstellungen zu korrigieren und alle im Anschluss an die letzte gültige Überprüfung durchgeführten Prüfungen sind zu wiederholen.
ANMERKUNG 1 Das geforderte Signal-Rausch-Verhältnis muss sichergestellt sein.	ANMERKUNG 2 Die Abweichung 4 dB gilt für die Impuls-Echo-Prüfung. Für die TOFD-Prüfung ist eine Abweichung von 6 dB zulässig.
Bereich	
Abweichungen $\leq 0,5$ mm oder 2 % des Tiefenbereichs, je nachdem, welcher Wert größer ist	Keine Maßnahmen erforderlich.
Abweichungen $> 0,5$ mm oder 2 % des Tiefenbereichs, je nachdem, welcher Wert größer ist	Die Einstellungen sind zu korrigieren, und alle im Anschluss an die letzte gültige Überprüfung durchgeführten Prüfungen sind zu wiederholen.

9.3 Vergleichskörper

9.3.1 Allgemeines

Um die Eignung der Prüfung (z. B. hinsichtlich der Volumenüberdeckung, Empfindlichkeitseinstellung) nachzuweisen, sind geeignete Vergleichskörper in Abhängigkeit von der Prüfklasse anzuwenden. Empfehlungen für die Vergleichskörper werden in Anhang A angegeben.

9.3.2 Werkstoff

Der Vergleichskörper muss aus einem ähnlichen Werkstoff wie der Prüfgegenstand hergestellt sein (z. B. hinsichtlich der Schallgeschwindigkeit, des Gefüges und der Oberflächenbeschaffenheit).

9.3.3 Maße und Form

Für die Vergleichskörper wird die Anwendung einer Dicke empfohlen, die zwischen dem 0,8-fachen und dem 1,5-fachen der Dicke des Prüfgegenstands liegt, mit einem maximalen Dickenunterschied von 20 mm gegenüber dem Prüfobjekt. Länge und Breite des Vergleichskörpers sollten so ausgewählt werden, dass alle künstlich erzeugten Fehler (Reflektoren) vorschriftsmäßig abgetastet werden können. Bei der Prüfung von Längsnähten in zylindrischen Prüfgegenständen sind gekrümmte Vergleichskörper mit Durchmessern anzuwenden, die dem 0,9-fachen bis 1,5-fachen des Durchmessers des Prüfgegenstands entsprechen. Für Prüfgegenstände mit einem Durchmesser ≥ 300 mm darf ein ebener Vergleichskörper verwendet werden.

9.3.4 Bezugsreflektoren

Für Dicken zwischen 6 mm und 25 mm sind mindestens drei Reflektoren erforderlich, für Dicken $t > 25$ mm werden mindestens fünf Reflektoren benötigt. Typische Bezugsreflektoren sind Querbohrungen, Nuten und Flachbodenbohrungen.

Einzelheiten zu den Vergleichskörpern in Abhängigkeit von den Prüfklassen werden in Tabelle 4 und im Anhang A angegeben.

Tabelle 4 — Prüfklassen und Vergleichskörper

Prüfklasse	Vergleichskörper
A	siehe Bild A.1
B	siehe Bild A.2
C	siehe Bild A.3
C	wie festgelegt

10 Überprüfungen der Prüfausrüstung

Für die Prüfausrüstung ist nachzuweisen, dass alle relevanten Kanäle, Prüfköpfe und Kabel des phasengesteuerten Arraysystems funktionsfähig sind. Diese Überprüfung ist täglich vor und nach jeder Prüfung vorzunehmen. Wenn bei dieser Überprüfung der Ausfall eines Elements des Prüfsystems festgestellt wird, müssen Korrekturmaßnahmen ergriffen werden, und das Prüfsystem ist erneut zu überprüfen.

11 Eignung des Prüfverfahrens

Für die Prüfklassen B, C und D ist die Eignung des Prüfverfahrens nachzuweisen. Es muss gezeigt worden sein, dass sich das Prüfverfahren bei einer an dem/den Vergleichskörper(n) durchgeführten Prüfung als geeignet erwiesen hat. Beispiele für Vergleichskörper werden im Anhang A beschrieben.

Der Nachweis für eine zufrieden stellende Qualifizierung des Prüfverfahrens muss vor der ersten Prüfung erbracht werden.

Eine zufrieden stellende Qualifizierung des Prüfverfahrens umfasst:

- den Nachweis aller geforderten Reflektoren;
- die von der Spezifikation geforderte Fähigkeiten zur Größenbestimmung;
- den Nachweis der Überdeckung in der Tiefe und in der Breite.