DIN EN ISO 22232-2

DIN

ICS 19.100

Einsprüche bis 2018-09-13
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 12668-2:2010-06

Entwurf

Zerstörungsfreie Prüfung – Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschall-Prüfausrüstung – Teil 2: Prüfköpfe (ISO/DIS 22232-2:2018); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 22232-2:2018

Non-destructive testing –
Characterization and verification of ultrasonic test equipment –
Part 2: Probes (ISO/DIS 22232-2:2018);
German and English version prEN ISO 22232-2:2018

Essais non destructifs –
Caractérisation et vérification de l'appareillage de contrôle par ultrasons –
Partie 2: Traducteurs (ISO/DIS 22232-2:2018);
Version allemande et anglaise prEN ISO 22232-2:2018

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-07-13 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 126 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

© DIN Deutsches Institut für Normung e. V. · Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.
Alleinverkauf der Normen durch Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin

Preisgruppe 23
www.din.de
www.beuth.de

Documents Document Sharing Hub
2858141

Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 22232-2:2018) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 135 „Non-destructive testing“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 138 „Zerstörungsfreie Prüfung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche/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 beigefügt. 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 7963	siehe DIN EN ISO 7963
ISO 9001	siehe DIN EN ISO 9001
ISO 22232-1	siehe DIN EN ISO 22232-1
ISO 22232-3	siehe DIN EN ISO 22232-3
ISO/IEC 17025	siehe DIN EN ISO/IEC 17025
ISO/IEC 17050-1:2004	siehe DIN EN ISO/IEC 17050-1:2005-01

Änderungen

Gegenüber DIN EN 12668-2:2010-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) Ausschluss von Ultraschall-Prüfgeräte mit phasengesteuerten Arrays aus dem Anwendungsbereich;

b) Normative Verweisungen aktualisiert;

c) Begriffe aktualisiert und ergänzt;

d) Reihenfolge der Abschnitte neu strukturiert;

e) Abschnitt 4 „Symbole“ ergänzt;

f) Abschnitt 5 aktualisiert und ergänzt;

g) Abschnitt 6 aktualisiert und ergänzt;

h) Abschnitt 7 aktualisiert und ergänzt;

i) Unterabschnitt 7.6 „Elektrische Impedanz“ gelöscht;

j) Abschnitt 8 aktualisiert, ergänzt und neustrukturiert;

k) Unterabschnitt 8.9.3 „Verzögerung durch Vorlaufkörper“ neu hinzugefügt;

l) Unterabschnitt 8.10.5 „Vorsatzkeil Verzögerung“ neu hinzugefügt;

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

m) Bilder in Abschnitt 9 aktualisiert;

n) Anhang A aktualisiert;

o) Anhang B aktualisiert;

p) Anhang C „Bestimmung von Laufzeit (TOF) Schallbündelprofilen“ neu hinzugefügt;

q) Anhang D „Bestimmung der Vorlaufkörper- und Vorsatzkeilverzögerung“ neu hinzugefügt;

r) Literaturverzeichnis aktualisiert.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

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

DIN EN ISO 7963, *Zerstörungsfreie Prüfung — Ultraschallprüfung — Beschreibung des Kalibrierkörpers Nr 2*

DIN EN ISO 9001, *Qualitätsmanagementsysteme — Anforderungen*

DIN EN ISO 22232-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschall-Prüfausrüstung — Teil 1: Prüfgeräte*

DIN EN ISO 22232-3, *Zerstörungsfreie Prüfung — Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschall-Prüfausrüstung — Teil 3: Komplette Prüfausrüstung*

DIN EN ISO/IEC 17025, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien*

DIN EN ISO/IEC 17050-1:2005-01, *Konformitätsbewertung — Konformitätserklärung von Anbietern — Teil 1: Allgemeine Anforderungen (ISO/IEC 17050-1:2004); Deutsche und Englische Fassung EN ISO/IEC 17050-1:2004*

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

– Entwurf –

CEN/TC 138

Datum: 2018-07

prEN ISO 22232-2:2018

CEN/TC 138

Sekretariat: AFNOR

Zerstörungsfreie Prüfung — Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschall-Prüfausrüstung — Teil 2: Prüfköpfe (ISO/DIS 22232-2:2018)

Essais non destructifs — Caractérisation et vérification de l'appareillage de contrôle par ultrasons — Partie 2 : Traducteurs (ISO/DIS 22232-2:2018)

Non-destructive testing — Characterization and verification of ultrasonic test equipment — Part 2: Probes (ISO/DIS 22232-2:2018)

ICS:

Deskriptoren:

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

STD Version 2.9d

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort **4**

Vorwort **5**

1 Anwendungsbereich **6**

2 Normative Verweisungen **6**

3 Begriffe **6**

4 Symbole **8**

5 Allgemeine Anforderungen an die Übereinstimmung **8**

6 Technische Angaben für Prüfköpfe **10**
6.1 Allgemeines **10**
6.2 Prüfkopf-Datenblatt **10**
6.3 Prüfkopf-Prüfbericht **10**

7 Prüfausrüstung **12**
7.1 Elektronische Geräte **12**
7.2 Vergleichskörper und weitere Ausrüstung **12**

8 Anforderungen an die Prüfkopfeigenschaften **15**
8.1 Äußeres Erscheinungsbild **15**
8.1.1 Verfahren **15**
8.1.2 Annahmekriterium **15**
8.2 Impulsform, -amplitude und -länge **15**
8.2.1 Verfahren **15**
8.2.2 Annahmekriterium **15**
8.3 Impulsspektrum und Bandbreite **16**
8.3.1 Verfahren **16**
8.3.2 Annahmekriterien **16**
8.4 Impulsecho-Empfindlichkeit **16**
8.4.1 Verfahren **16**
8.4.2 Annahmekriterium **17**
8.5 Abstand-Amplituden-Kurve **17**
8.5.1 Verfahren **17**
8.5.2 Annahmekriterium **18**
8.6 Parameter zum Schallbündel von Tauchtechnik-Prüfköpfen **18**
8.6.1 Allgemeines **18**
8.6.2 Schallbündel-Querschnitt — Messungen direkt im Schallbündel **19**
8.6.3 Schallbündel-Querschnitt — Messungen mit einem automatisierten System zur Abtastung **21**
8.7 Schallbündelparameter für Senkrechtprüfköpfe mit einem Schwinger für direkten Kontakt **23**
8.7.1 Allgemeines **23**
8.7.2 Schallbündeldivergenz und Seitenkeulen **23**
8.7.3 Schielwinkel und Prüfkopfversatz **24**
8.7.4 Fokusabstand (Nahfeldlänge) **25**
8.7.5 Fokusdurchmesser **26**
8.7.6 Länge des Fokusbereiches **26**
8.8 Schallbündelparameter für Winkelprüfköpfe mit einem Schwinger für direkten Kontakt **27**

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

8.8.1 Allgemeines ... 27
8.8.2 Schallaustrittspunkt ... 27
8.8.3 Einschallwinkel und Schallbündeldivergenz ... 27
8.8.4 Schielwinkel und Prüfkopfversatz ... 29
8.8.5 Fokusabstand (Nahfeldlänge) ... 30
8.8.6 Fokusdurchmesser ... 30
8.8.7 Länge des Fokusbereichs ... 31
8.9 Schallbündelparameter für Senkrecht-SE-Prüfköpfe für direkten Kontakt ... 31
8.9.1 Allgemeines ... 31
8.9.2 Übersprechen ... 31
8.9.3 Verzögerung durch Vorlaufkörper ... 32
8.9.4 Abstand des Empfindlichkeitsmaximums (Fokusabstand) ... 32
8.9.5 Axiale Ausdehnung des empfindlichen Bereiches (Fokusbereich) ... 32
8.9.6 Laterale Ausdehnung des empfindlichen Bereiches (Fokusdurchmesser) ... 32
8.10 Schallbündelparameter für SE-Winkelprüfköpfe für direkten Kontakt ... 34
8.10.1 Allgemeines ... 34
8.10.2 Übersprechen ... 34
8.10.3 Schallaustrittspunkt ... 34
8.10.4 Einschallwinkel und Schallbündelquerschnitte ... 34
8.10.5 Vorsatzkeil-Verzögerung ... 35
8.10.6 Abstand des Empfindlichkeitsmaximums (Fokusabstand) ... 35
8.10.7 Axiale Ausdehnung des empfindlichen Bereiches (Länge des Fokusbereiches) ... 35
8.10.8 Laterale Ausdehnung des empfindlichen Bereiches (Fokusdurchmesser) ... 35

9 Bilder ... 36

Anhang A (normativ) Berechnung der Nahfeldlänge von nicht fokussierenden Prüfköpfen ... 54
A.1 Allgemeines ... 54
A.2 Senkrechtprüfköpfe ... 54
A.3 Winkelprüfköpfe ... 55

Anhang B (informativ) Kalibrierkörper für Winkelprüfköpfe ... 57

Anhang C (normativ) Bestimmung von Laufzeit- (TOF)-Schallbündelprofilen ... 61

Anhang D (informativ) Bestimmung der Vorlaufkörper- und Vorsatzkeilverzögerung ... 63
D.1 Allgemeines ... 63
D.1.1 Einschwinger-Prüfköpfe ... 63
D.1.2 SE-Prüfköpfe ... 63

Literaturhinweise ... 64

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 22232-2:2018) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 135 „Non-destructive testing“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 138 „Zerstörungsfreie Prüfung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 12668-2:2010 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 22232-2:2018 wurde von CEN als prEN ISO 22232-2:2018 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von ISO Technischen Komitees 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. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien 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 der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist ISO/TC 135, *Non-destructive testing*, SC 3, *Ultrasonic testing*.

ISO 22232 besteht unter dem allgemeinen Titel *Non-destructive testing — Characterization and verification of ultrasonic test equipment* aus den folgenden Teilen:

— *Part 1: Instruments;*

— *Part 2: Probes;*

— *Part 3: Combined equipment.*

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument gilt für Prüfköpfe für die zerstörungsfreie Ultraschallprüfung mit Mittenfrequenzen im Bereich von 0,5 MHz bis 15 MHz, fokussierend oder ohne fokussierende Vorrichtungen in den folgenden Kategorien:

a) Prüfköpfe für den direkten Kontakt mit einem oder zwei Schwingern, die Longitudinal- oder Transversalwellen erzeugen;

b) Tauchtechnik-Prüfköpfe mit einem Schwinger.

Wenn werkstoffabhängige Ultraschallwerte in diesem Dokument festgelegt werden, beruhen sie auf Stahl mit einer Schallgeschwindigkeit von (5 920 ± 50) m/s für Longitudinalwellen und von (3 255 ± 30) m/s für Transversalwellen.

Wiederkehrende Überprüfungen für Prüfköpfe sind nicht in diesem Dokument enthalten. Routinemäßige Kontrollen zur Verifizierung von Prüfköpfen mit Verfahren, die am Prüfort angewendet werden, sind in ISO 22232-3 aufgeführt.

Wenn mit Zustimmung der Vertragspartner außer den in ISO 22232-3 aufgeführten Parametern auch noch zusätzliche Parameter während der Lebensdauer des Prüfkopfes verifiziert werden müssen, so sollten die Verfahren zur Verifizierung für diese zusätzlichen Parameter aus den in diesem Dokument aufgeführten Verfahren ausgewählt werden.

Ultraschall-Prüfgeräte mit phasengesteuerten Arrays sind in diesem Dokument nicht enthalten, siehe ISO 18563-2.

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 7963, *Non-destructive testing — Ultrasonic testing — Specification for calibration block No. 2*

ISO 22232-1, *Non-destructive testing — Characterization and verification of ultrasonic test equipment — Part 1: Instruments*

ISO/IEC 17050-1:2004, *Conformity assessment — Supplier's declaration of conformity — Part 1: General requirements*

3 Begriffe

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

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

— IEC Electropedia: unter http://www.electropedia.org/

— ISO Online Browsing Platform: unter http://www.iso.org/obp

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

3.1
horizontale Ebene des Schallbündels
<Winkelprüfköpfe> Ebene, die senkrecht auf der vertikalen Ebene des Schallbündels steht und die Schallbündelachse im Werkstoff enthält

3.2
Spitze-Spitze-Amplitude
h
größte Abweichung zwischen der größten positiven und der größten negativen Amplitude des Impulses

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

3.3
Prüfkopf-Datenblatt
Dokument, in dem die technischen Spezifikationen des Herstellers für dieselbe Art von Prüfköpfen angegeben sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Datenblatt braucht nicht unbedingt ein Prüf-Zertifikat über die Leistungsfähigkeit zu sein.

3.4
Prüfkopf-Prüfbericht
Dokument, das die Übereinstimmung mit diesem Dokument aufzeigt und in dem die Messwerte der geforderten Parameter eines bestimmten Prüfkopfes einschließlich Prüfausrüstung und -bedingungen angegeben sind

3.5
Bezugsseite
rechte Seite eines Winkelprüfkopfes in Richtung des Schallbündels gesehen, es sei denn, sie ist durch den Hersteller anders festgelegt

3.6
Schielwinkel für Senkrechtprüfköpfe
δ
Abweichung zwischen der Achse des Schallbündels und der Senkrechten auf die Ankopplungsfläche im Einschallungspunkt

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 2.

3.7
vertikale Ebene eines Schallbündels
<Winkelprüfköpfe> Ebene, in der sowohl die Schallbündelachse im Prüfkopfkeil als auch die Schallbündelachse im Prüfgegenstand liegen

3.8
zulässige Abnutzung
Höchstwert für die Abnutzung der Kontaktfläche des Prüfkopfes, der die Leistungsfähigkeit des Prüfkopfes nicht beeinträchtigt, üblicherweise in Millimeter angegeben

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

4 Symbole

Tabelle 1 — Symbole

Symbol	Einheit	Bedeutung
L	us	Impulslänge
h	%	Spitze-Spitze-Amplitude
f_0	Hz	Mittenfrequenz
f_u	Hz	Obere Grenzfrequenz bei −3 dB
f_l	Hz	Untere Grenzfrequenz bei −3 dB
Δf	Hz	Frequenzbandbreite in jedem Frequenzbereich
Δf_{rel}	Hz	Relative Bandbreite
S	dB	Impulsecho-Empfindlichkeit
N_0	mm	Nahfeldlänge
F_D	mm	Fokusabstand
F_L	mm	Länge des Fokusbereiches bei −6 dB unter Verwendung eines Reflektors oder bei −3 dB unter Verwendung eines Hydrophons
Z_P	mm	Fokus
W_x	mm	Fokusdurchmesser auf der X-Achse
W_y	mm	Fokusdurchmesser auf der Y-Achse
Ω_X	mm	Winkel der Schallbündeldivergenz in Richtung der X-Achse
Ω_Y	mm	Winkel der Schallbündeldivergenz in Richtung der Y-Achse
X	mm	Schallaustrittspunkt des Prüfkopfes
α	°	Einschallwinkel
δ	°	Schielwinkel
CT	dB	Übersprechen

5 Allgemeine Anforderungen an die Übereinstimmung

Ein Ultraschallgerät stimmt mit diesem Dokument überein, wenn es alle der folgenden Anforderungen erfüllt:

a) der Prüfkopf muss Abschnitt 8 entsprechen;

b) es muss eine Konformitätserklärung nach ISO 17050-1 zur Verfügung stehen;

c) der Ultraschallprüfkopf muss deutlich gekennzeichnet sein, um den Hersteller zu identifizieren, und muss eine eindeutige fortlaufende Nummer tragen oder eine dauerhafte Bezugsnummer aufweisen, anhand derer Angaben auf das Datenblatt und den Prüfkopf-Prüfbericht zurückgeführt werden können;

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

d) das zugehörige Prüfkopf-Datenblatt zu dem Ultraschallprüfkopf muss zur Verfügung stehen, in dem die Leistungskriterien für die in Abschnitt 6 angegebenen Punkte festgelegt sind;

e) mit dem Prüfkopf muss ein Prüfkopf-Prüfbericht mitgeliefert werden, der mindestens die in Abschnitt 6 aufgeführten Prüfergebnisse enthält.

In Tabelle 2 sind die an Ultraschallprüfkopfen durchzuführenden Prüfungen zusammengefasst.

Tabelle 2 — Zusammenstellung der Prüfungen für Ultraschallprüfköpfe

Bezeichnung der Prüfung	Prüfungen durch den Hersteller
	Unterabschnitt
Äußeres Erscheinungsbild	8.1
Impulsform, -amplitude und -länge	8.2
Impulsspektrum und Bandbreite	8.3
Impulsecho-Empfindlichkeit	8.4
Abstand-Amplituden-Kurve	8.5
Parameter zum Schallbündel von Tauchtechnik-Prüfköpfen	8.6
Axiales Profil — Fokusabstand und Länge des Fokusbereiches	8.6.2.2
Querprofil — Fokusdurchmesser	8.6.2.3
Querprofil — Schallbündeldivergenz	8.6.2.4
Schallbündel-Profil durch automatisches Abtasten — Fokusabstand und -länge des Fokusbereiches	8.6.3.2
Schallbündel-Profil durch automatische Abtastung — Fokusdurchmesser und Schallbündeldivergenz	8.6.3.3
Schallbündelparameter für Senkrechtprüfköpfe mit einem Schwinger für direkten Kontakt	8.7
Schallbündeldivergenz und Seitenkeulen	8.7.2
Schielwinkel und Prüfkopfversatz	8.7.3
Fokusabstand (Nahfeldlänge)	8.7.4
Fokusdurchmesser	8.7.5
Länge des Fokusbereichs	8.7.6
Schallbündelparameter für Winkelprüfköpfe mit einem Schwinger für direkten Kontakt	8.8
Schallaustrittspunkt des Prüfkopfes	8.8.2
Einschallwinkel und Schallbündeldivergenz	8.8.3
Schielwinkel und Prüfkopfversatz	8.8.4
Fokusabstand (Nahfeldlänge)	8.8.5
Fokusdurchmesser	8.8.6
Länge des Fokusbereichs	8.8.7

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

Bezeichnung der Prüfung	Prüfungen durch den Hersteller
	Unterabschnitt
Schallbündelparameter für Senkrecht-SE-Prüfköpfe für direkten Kontakt	8.9
Übersprechen	8.9.2
Abstand des Empfindlichkeitsmaximums (Fokusabstand)	8.9.4
Laterale Ausdehnung des empfindlichen Bereiches (Fokusdurchmesser)	8.9.6
Schallbündelparameter für SE-Winkelprüfköpfe für direkten Kontakt	8.10
Übersprechen	8.10.2
Schallaustrittspunkt	8.10.3
Einschallwinkel und Schallbündelquerschnitt	8.10.4
Abstand des Empfindlichkeitsmaximums (Fokusabstand)	8.10.6
Axiale Ausdehnung des empfindlichen Bereiches (Länge des Fokusbereiches)	8.10.7
Laterale Ausdehnung des empfindlichen Bereiches (Fokusdurchmesser)	8.10.8

6 Technische Angaben für Prüfköpfe

6.1 Allgemeines

Die für die Beurteilung der Prüfkopfparameter anzuwendenden Prüfbedingungen und die Ausrüstung sind aufzulisten (siehe Tabelle 3).

6.2 Prüfkopf-Datenblatt

Im Prüfkopf-Datenblatt sind die Angaben aufgeführt, die für alle Prüfköpfe, die in den Anwendungsbereich dieses Dokumentes fallen, im Bericht anzugeben sind (siehe Tabelle 3).

6.3 Prüfkopf-Prüfbericht

Der Prüfkopf-Prüfbericht gibt die Messwerte der geforderten Parameter eines bestimmten Prüfkopfes sowie weitere Informationen aus dem Prüfkopf-Datenblatt an (siehe Tabelle 3).

Für die eindeutige Zuordnung des Prüfkopf-Prüfberichts zu dem jeweiligen Prüfkopf muss der Prüfkopf-Prüfbericht die eindeutige fortlaufende Nummer oder die dauerhafte Bezugsnummer enthalten.

Tabelle 3 — Übersicht über die in einem Prüfkopf-Datenblatt und dem Prüfkopf-Prüfbericht anzugebenden Informationen

Anzugebende Information	Prüfkopf-Datenblatt	Prüfkopf-Prüfbericht	Bemerkung
Name des Herstellers	I	I	—
Prüfkopftyp	I	I	—
Fortlaufende Nummer des Prüfkopfs	—	I	—
Gehäuseabmessungen des Prüfkopfs	I	I	—

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

Anzugebende Information	Prüfkopf-Datenblatt	Prüfkopf-Prüfbericht	Bemerkung
Masse des Prüfkopfs	I	I	—
Art der Anschlussbuchsen	I	I	—
Austauschbarkeit der Anschlüsse	I	I	Nur für Prüfköpfe mit zwei Schwingern
Übersprechen	I	M	Nur für Prüfköpfe mit zwei Schwingern
Wandlerwerkstoff	I	I	—
Wandlerform und -größe	I	I	—
Dachwinkel der Wandler	I	I	Nur für Prüfköpfe mit zwei Schwingern
Vorsatzkeilwerkstoff	I	I	Nur für Winkelprüfköpfe
Vorsatzkeil-Verzögerung	I	I	Nur für Winkelprüfköpfe, bezüglich der Messung siehe Anhang D
Werkstoff des Vorlaufkörpers	I	I	Nur für Senkrechtprüfköpfe
Verzögerung durch Vorlaufkörper	I	I	Nur für Senkrechtprüfköpfe, bezüglich der Messung siehe Anhang D
Werkstoff der Schutzschicht	I	I	—
Zulässige Abnutzung	I	I	—
Impulsform	I	M	—
Impulsspektrum	I	M	—
Mittenfrequenz	I	M	—
Bandbreite	I	M	—
Impulslänge	I	M	—
Impulsecho-Empfindlichkeit	I	M	—
Einschallwinkel	I	M	Nur für Winkelprüfköpfe
Divergenzwinkel	I	I	—
Schallaustrittspunkt des Prüfkopfes	I	I	Nur für Winkelprüfköpfe. Alternativ kann der Abstand zwischen dem Schallaustrittspunkt des Prüfkopfes und der Prüfkopf-Vorderseite angegeben werden.
Fokustyp	I	I	—
Fokusabstand oder Nahfeldlänge	I	I	—
Breite des Fokusbereichs	I	I	Nur für fokussierende Prüfköpfe
Länge des Fokusbereichs	I	I	Nur für fokussierende Prüfköpfe
Betriebstemperaturbereich	I	I	—
Lagerungstemperaturbereich	I	I	—
DAC (en: distance amplitude correction, entfernungsabhängige Verstärkungskorrektur)	I	—	—
I = Information; M = Messwert.			

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

7 Prüfausrüstung

7.1 Elektronische Geräte

Das Ultraschallgerät (oder ein labormäßiger Impulssender/-empfänger), das/der für die Prüfungen nach Abschnitt 8 verwendet wird, muss vom gleichem Typ sein wie auf dem Prüfkopf-Datenblatt angegeben und muss, soweit anwendbar, die Anforderungen nach ISO 22232-1 erfüllen. Wenn mehr als ein Ultraschallgeräte-Typ im Datenblatt aufgeführt ist, müssen die Prüfungen mit jedem der zusätzlich aufgeführten Typen durchgeführt werden.

Die Prüfungen müssen mit den zum jeweiligen Ultraschallgeräte-Typ im Datenblatt für den Prüfkopf festgelegten Kabeln und elektrischen Anpassvorrichtungen durchgeführt werden.

ANMERKUNG Prüfkopfkabel von mehr als 2 m Länge könnten einen erheblichen Einfluss auf die Prüfkopfeigenschaften haben.

Zusätzlich zum Ultraschallgerät oder einem labormäßigen Impulssender/-empfänger sind zur Beurteilung von Prüfköpfen nach diesem Dokument noch folgende Ausrüstungsgegenstände erforderlich:

a) ein Oszilloskop mit einer Mindestbandbreite von 100 MHz;

b) ein Frequenzspektrum-Analysator mit einer Mindestbandbreite von 100 MHz oder ein Oszilloskop/Digitaloszilloskop oder Computer, der in der Lage ist, eine Fourier-Transformation (DFT) durchzuführen.

Die folgende zusätzliche Ausrüstung ist freigestellt:

c) nur für Prüfköpfe für direkten Kontakt:

   1) ein elektromagnetisch-akustischer Prüfkopf (EMA) und Empfänger;

   2) ein Plotter zur Aufnahme von Richtcharakteristiken.

d) nur für Tauchtechnik-Prüfköpfe:

   1) ein Hydrophon als Empfänger mit einem aktiven Durchmesser von weniger als dem Doppelten der Wellenlänge (zur Mittenfrequenz) des zu prüfenden Prüfkopfes, jedoch nicht kleiner als 0,5 mm. Die Bandbreite des Hydrophons und des Verstärkers muss die Bandbreite des zu prüfenden Prüfkopfes abdecken.

7.2 Vergleichskörper und weitere Ausrüstung

Die folgenden Vergleichskörper sind zur Durchführung der festgelegten Auswahl von Prüfungen ausschließlich bei Prüfköpfen für direkten Kontakt zu verwenden:

a) halbzylindrische Körper mit unterschiedlichen Radien (R) im Bereich von 12 mm bis 200 mm. Abstufungen von $R\sqrt{2}$ werden empfohlen. Die Stahlqualität muss den Festlegungen in ISO 7963 entsprechen. Die Länge jedes Vergleichskörpers muss größer oder gleich seinem Radius sein, bis zu einer maximalen Länge von 100 mm. Ein Beispiel wird in Bild 4 gezeigt;

b) Vergleichskörper mit parallelen Flächen und verschiedenen Dicken im Bereich von 12 mm bis 200 mm. Die Stahlqualität muss den Festlegungen in ISO 7963 entsprechen. Die Länge und Breite jedes Vergleichskörpers müssen größer oder gleich seiner Dicke sein, bis zu einer maximalen Dicke von 100 mm;

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

c) Stahlkörper mit parallelen Flächen und Querbohrungen von 3 mm Durchmesser, wie in Bild 5 oder Bild 6 dargestellt. Die Abmessungen der Körper müssen die folgenden Anforderungen erfüllen:

   1) Länge l, Höhe h und Breite w müssen so beschaffen sein, dass die Seiten der Körper nicht auf das Ultraschallbündel einwirken;

   2) die Positionen der Tiefe der Bohrungen d_1, d_2 usw. müssen derart sein, dass mindestens drei Bohrungen außerhalb des Nahfeldes liegen;

   3) der Abstand s zwischen den Bohrungen muss derart sein, dass das Amplitudenprofil entlang der Bohrungen einen Amplitudenabfall von mindestens 26 dB zwischen zwei benachbarten Bohrungen aufweist;

   4) die Stahlqualität entspricht den Festlegungen in ISO 7963.

d) die Stahlkörper mit geneigten Flächen, die, wie in Bild 7 dargestellt, eine Nut aufweisen, und Stahlkörper mit Bohrungen mit halbkugeligem Boden, wie in Bild 8 gezeigt. Die Stahlqualität muss den Festlegungen in ISO 7963 entsprechen. Diese Körper dienen zur Messung der Schallbündeldivergenz in der vertikalen bzw. in der horizontalen Ebene;

e) ein alternativer Stahlkörper zur Bestimmung des Schallaustrittspunktes, des Einschallwinkels und der Schallbündeldivergenz für Winkelprüfköpfe wie in Anhang B angegeben;

f) ein Stahlmaß;

g) Messfühler beginnend bei einer Dicke von 0,05 mm.

ANMERKUNG Wenn nur bestimmte Arten von Prüfköpfen zu überprüfen sind, sind nicht alle Vergleichskörper erforderlich, z. B. sind Vergleichskörper zur Bestimmung des Schallaustrittspunktes und des Einschallwinkels nicht erforderlich, wenn nur Senkrecht-Prüfköpfe gemessen werden müssen.

Zur Prüfung von Tauchtechnik-Prüfköpfen müssen die folgenden Reflektoren und die folgende zusätzliche Ausrüstung verwendet werden:

h) eine Stahlkugel oder Stange mit glatter, reflektierender Oberfläche und mit halbkugeligem Ende. Der Durchmesser der zu verwendenden Kugel oder Stange ist zu jedem Frequenzbereich in Tabelle 4 aufgeführt.

Tabelle 4 — Durchmesser von Stahlkugeln (Stangen) für unterschiedliche Frequenzen

Prüfkopf-Mittenfrequenz MHz	**Durchmesser d der Kugel oder Stange** mm
$3 < f \leq 15$	$d \leq 3$
$0{,}5 \leq f \leq 3$	$3 \leq d \leq 5$

i) eine große, ebene und glatte Reflektorscheibe. Die seitlichen Abmessungen des Reflektors müssen mindestens das Zehnfache des Schallbündeldurchmessers des zu prüfenden Prüfkopfes am Ende des Fokusbereiches betragen, wie in 8.6.2.2 festgelegt.

   Die Dicke des Reflektors muss mindestens das Fünffache der Wellenlänge betragen, berechnet anhand der Schallgeschwindigkeit des verwendeten Werkstoffs und der Mittenfrequenz des zu prüfenden Prüfkopfes.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

j) ein Tauchtechnik-Tank, ausgerüstet mit einem manuellen oder mechanisierten Abtastmechanismus mit fünf freien Achsen:

— drei lineare Achsen *X*, *Y*, *Z*;

— zwei Drehachsen θ und ψ;

k) automatische Aufzeichnungsgeräte: Wenn die Amplituden der Ultraschallsignale automatisch aufgezeichnet werden, ist der Hersteller dafür verantwortlich, sicherzustellen, dass das System mit ausreichender Genauigkeit arbeitet. Besondere Aufmerksamkeit ist dabei den Auswirkungen der Bandbreite des Systems, dem räumlichen Auflösungsvermögen, der Datenverarbeitung und der Datenspeicherung auf die Genauigkeit der Ergebnisse zu widmen.

Darstellungen des üblichen Prüfaufbaus zur Messung des Schallbündels von Tauchtechnik-Prüfköpfen sind in den Bildern 14, 15 und 16 enthalten.

Die für den Tauchtechnik-Tank verwendete Abtastmechanik sollte in der Lage sein, mit Prüfkopf und Reflektor in der *X*- und *Y*-Richtung zu fluchten, d. h. sie darf bei 100 mm Abstand in der *Z*-Richtung nur um ±0,1 mm in der *X*- und *Y*-Richtung abweichen.

Die Wassertemperatur im Tauchtechnik-Tank sollte während der Vermessung des Schallbündels von Tauchtechnik-Prüfköpfen nach 7.6 bei Raumtemperatur gehalten werden und darf um nicht mehr als ±2 °C abweichen.

Die Wassertemperatur muss im Prüfkopf-Datenblatt aufgezeichnet werden.

Der Einfluss der Schallschwächung im Wasser muss beachtet werden, da die Schallschwächung bei Verwendung von breitbandigen Prüfköpfen und hohen Frequenzen eine Frequenzerniedrigung beim Echo verursacht.

Tabelle 5 zeigt das Verhältnis zwischen der Frequenzerniedrigung und der Wasserstrecke.

Tabelle 5 — Frequenzerniedrigung in Prozent der Mittenfrequenz f_0 in Abhängigkeit vom Gesamtschallweg im Wasser, für die relativen Bandbreiten 50 % und 100 %

f_0 MHz	Band-breite %	Gesamter Schallweg in Wasser mm															
		10	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	**70**	**80**	**90**	**100**	**150**	**200**	**250**	**300**	**350**	**400**
5	50	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3
5	100	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	5	6	7	9	10	11
10	50	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	5	6	7	9	10	11
10	100	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	16	21	24	28	31	34
15	50	1	1	2	3	4	4	5	6	6	7	10	13	15	18	20	23
15	100	3	6	8	10	13	15	17	19	21	23	30	37	42	47	50	54

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

8 Anforderungen an die Prüfkopfeigenschaften

8.1 Äußeres Erscheinungsbild

8.1.1 Verfahren

Das Äußere des Prüfkopfes wird im Hinblick auf seine korrekte Identifizierung und den ordnungsgemäßen Zusammenbau, und hinsichtlich physischer Beschädigungen, die die aktuelle oder zukünftige Zuverlässigkeit beeinflussen können, einer Sichtprüfung unterzogen. Insbesondere bei Prüfköpfen für direkten Kontakt wird die Ebenheit der Kontaktfläche des Prüfkopfes mit einem Stahlmaß und Messfühlern gemessen.

8.1.2 Annahmekriterium

Bei Prüfköpfen mit ebenen Flächen darf der Abstand zwischen dem Stahlmaß und der Kontaktfläche des Prüfkopfes über die gesamte Ankopplungsfläche des Prüfkopfes nicht größer sein als 0,05 mm.

Es ist keine sichtbare Beschädigung der Kontaktfläche des Prüfkopfes zulässig, die das Ultraschallbündel beeinflussen könnte.

8.2 Impulsform, -amplitude und -länge

8.2.1 Verfahren

Die Amplitude und die Impulslänge des Echos, die wie in Bild 1 gezeigt gemessen werden, werden mit einer Messanordnung nach Bild 9 (Kontakt-Prüfkopf) oder nach Bild 19 (Tauchtechnik-Prüfkopf) bestimmt:

a) bei Prüfköpfen für direkten Kontakt mit einem Schwinger wird das Echo aus einem halbzylindrischen Körper oder einem Körper mit parallelen Flächen benutzt, dessen reflektierende Oberfläche sich in einem Abstand von mehr als dem 1,5fachen der Nahfeldlänge des Prüfkopfes befindet oder bei fokussierenden Prüfköpfen innerhalb des Fokusbereiches liegt;

b) bei SE-Prüfköpfen wird ein halbzylinderförmiger Körper oder ein Körper mit parallelen Flächen benutzt, dessen reflektierende Fläche in einem Abstand am nächsten zum Fokusabstand des Prüfkopfes liegt, jedoch innerhalb des Fokusbereichs;

c) bei Tauchtechnik-Prüfköpfen wird ein großer, ebener Reflektor eingesetzt, der sich bei fokussierenden Prüfköpfen im Fokusabstand oder bei ebenen Prüfköpfen im Abstand von mehr als einer Nahfeldlänge befindet.

Es ist anzugeben, ob die Messung mit montierten Verschleißplatten, Koppelschichten oder sonstiger Ausrüstung durchgeführt wurde oder nicht.

Die Einstellung des Impulserzeugers ist aufzuzeichnen, und die Spitze-Spitze-Amplitude des Sendeimpulses V_a muss gemessen werden. Es wird empfohlen, die Form des Sendeimpulses grafisch darzustellen und es ist wünschenswert, dass die Darstellung des Sendeimpulses zu den Ergebnissen dieser Prüfung hinzugefügt wird.

8.2.2 Annahmekriterium

Die Impulslänge darf nicht größer sein als die im Prüfkopf-Datenblatt angegebene Festlegung des Herstellers.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

8.3 Impulsspektrum und Bandbreite

8.3.1 Verfahren

Es wird der gleiche Prüfaufbau wie in 8.2 benutzt. Über das Reflektorecho wird eine Blende gesetzt und das Frequenzspektrum wird mit einem Spektrumanalysator oder einer Fast-Fourier-Transformation bestimmt.

Störende Echos aus dem Prüfkopfkeil, z. B. aus dem Gehäuse oder der Dämpfung, dürfen nicht zusammen mit dem Echo aus dem Halbzylinder oder irgendeinem anderen entsprechenden Kalibrierkörper analysiert werden. Die Blendenbreite muss mindestens das Doppelte der Impulslänge betragen, wobei die Blende auf das Maximum des Impulses zentriert sein muss.

Die unteren und oberen Grenzfrequenzen für eine 6-dB-Abnahme der Echoamplitude müssen gemessen werden. Bei der Tauchtechnik müssen die Werte nach Tabelle 5 korrigiert werden.

Mit diesen oberen und unteren Grenzfrequenzen f_u und f_l wird die Mittenfrequenz f_0 berechnet:

$$f_0 = \frac{f_u + f_l}{2} \tag{1}$$

Die Bandbreite beträgt:

$$\Delta f = f_u - f_l \tag{2}$$

und die relative Bandbreite, in Prozent (%), wird berechnet als:

$$\Delta f_{rel} = \left(\frac{\Delta f}{f_0}\right) \times 100\ \% \tag{3}$$

8.3.2 Annahmekriterien

Die gemessene Mittenfrequenz muss innerhalb von ± 10 % der im Datenblatt angegebenen Frequenz liegen.

Die gemessene -6-dB-Bandbreite muss innerhalb von ± 15 % der im Datenblatt angegebenen Bandbreite liegen.

Wenn das Spektrum zwischen f_l und f_u mehr als ein Maximum aufweist, darf das Amplitudenverhältnis zwischen benachbarten Minima und Maxima nicht mehr als 3 dB betragen.

8.4 Impulsecho-Empfindlichkeit

8.4.1 Verfahren

Die Impulsecho-Empfindlichkeit wird festgelegt als:

$$S = 20\log_{10}\left(\frac{V_{out}}{V_{in}}\right) \tag{4}$$

Dabei ist

V_{out} die Spitze-Spitze-Spannung des Echos von einem festgelegten Reflektor vor der Verstärkung, die nach 8.2 gemessen wird;

V_{in} die auf den Prüfkopf aufgebrachte Spitze-Spitze-Spannung, wobei das Ultraschallgerät auf den Betrieb mit getrenntem Sender/Empfänger eingestellt ist.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

Vergleichsmessungen der Prüfkopfempfindlichkeit an verschiedenen Ultraschallgeräte-Typen können unterschiedliche Werte zeigen, weil die Prüfkopfempfindlichkeit durch die Ankoppelbedingungen und durch die Impedanzen von Impulserzeuger, Prüfkopf, Verbindungsleitung und Empfänger beeinflusst wird. Deshalb müssen diese Parameter im Datenblatt festgelegt werden.

8.4.2 Annahmekriterium

Die Impulsecho-Empfindlichkeit muss innerhalb von ±3 dB mit den Festlegungen des Herstellers im Prüfkopf-Datenblatt übereinstimmen.

8.5 Abstand-Amplituden-Kurve

8.5.1 Verfahren

Die Amplitude von Ultraschallimpulsen ändert sich mit der Entfernung vom Prüfkopf. Bei der Bewertung von Reflektorechos werden deshalb für alle Prüfkopfarten Abstand-Amplituden-Kurven benötigt, bei denen die in Tabelle 6 aufgeführten Reflektoren verwendet werden.

Tabelle 6 — Reflektoren für Abstand-Amplituden-Kurven

Formen des Reflektors	Kontakttechnik	Tauchtechnik
Scheibe	Flachbodenbohrungen	Rundstangen mit ebenen Endflächen
Zylinderförmig	Querbohrungen	Rundstangen
Kugelförmig	Bohrungen mit halkugeligem Boden	Stangen mit halbkugeligem Ende oder Kugeln

Bei Einsatz von Kontakt-Prüfköpfen werden Flachbodenbohrungen, Querbohrungen und Bohrungen mit halbkugeligem Boden als Reflektoren verwendet. Bei Tauchtechnik-Prüfköpfen wird üblicherweise eine kleine Stahlkugel zur Messung der Abstand-Amplituden-Kurve verwendet (siehe 8.6.2). Bei SE-Prüfköpfen muss die akustische Trennschicht senkrecht zur Achse der Querbohrungen ausgerichtet werden.

Für eine Reihe von Reflektoren gleicher Größe, aber mit verschiedenen Abständen zum Prüfkopf, werden die empfangenen Echoamplituden über dem Abstand aufgetragen. Zu jeder Kurve müssen mindestens acht Messpunkte vorhanden sein. Die verwendeten Abstände müssen bei fokussierenden Prüfköpfen den Fokusbereich überdecken, oder bei nicht-fokussierenden Prüfköpfen müssen sie mindestens den Bereich der Nahfeldlänge überdecken.

Abstände und Amplituden werden auf dem kalibrierten Bildschirm eines im Datenblatt des Prüfkopfes aufgeführten Ultraschallgerätes gemessen.

Zur Erzeugung einer Abstand-Störpegel-Kurve wird am Ort jedes maximierten Reflektorechos die Differenz zwischen Störpegel und dem Reflektorecho bestimmt, indem die Verstärkung so lange erhöht wird, bis der Störpegel die ursprüngliche Höhe des Reflektorechos erreicht. Der Störpegel wird gemessen, wenn der Prüfkopf vom Prüfkörper genommen und die Oberfläche des Prüfkopfes vom Koppelmittel gereinigt ist.

Wenn es nicht möglich ist, die Verstärkung ausreichend zu erhöhen, kann die Differenz zwischen Reflektorechoamplitude und Störpegel abgeschätzt werden.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

Wenn z. B. das Reflektorecho bei 40 % der vollen Bildschirmhöhe (en: full screen height, FSH) erfolgt ist, bedeutet der Störpegel bei:

— 20 % — Addition von 6 dB;

— 10 % — Addition von 12 dB;

— 5 % — Addition von 18 dB

zu der Differenz der Abschwächerwerte.

Ein Diagramm, das mindestens eine Abstand-Amplituden-Kurve zeigt, muss für jeden Prüfkopftyp vorhanden sein und der im Prüfkopf-Datenblatt angegebenen Spezifikation des Herstellers beigefügt werden. Dieses Diagramm muss auch eine Abstand-Störpegel-Kurve enthalten.

Bild 10 zeigt ein Beispiel für verschiedene Abstand-Amplituden-Kurven, berechnet für Kreisscheiben-Reflektoren in Stahl (Abstand-Verstärkung-Größe-Diagramm, AVG-Diagramm). Bild 11 zeigt ein Beispiel für eine gemessene Abstand-Amplituden-Kurve für 3-mm-Querbohrungen in Stahl mit der zugehörigen Abstand-Störpegel-Kurve.

8.5.2 Annahmekriterium

Innerhalb des Fokusbereiches dürfen die Abstand-Amplituden-Kurve und die Abstand-Störpegel-Kurve um nicht mehr als 3 dB von der im Prüfkopf-Datenblatt angegebenen Spezifikation des Herstellers abweichen.

8.6 Parameter zum Schallbündel von Tauchtechnik-Prüfköpfen

8.6.1 Allgemeines

Die Messtechnik besteht darin, unter Benutzung eines Zielobjektes das Schallbündel des Prüfkopfes in Wasser zu untersuchen. Dieses Zielobjekt ist ein kleiner, fast punktförmiger Reflektor oder ein Hydrophon-Empfänger. Die Schallbündel-Parameter werden bestimmt, indem der Reflektor oder das Hydrophon relativ zum Schallbündel bewegt wird, entweder, indem das Zielobjekt bewegt wird oder der Prüfkopf.

Wenn das Zielobjekt ein Reflektor ist, wird das Impuls-Echo-Verfahren angewendet. Auf diese Weise werden sowohl die Sende- als auch die Empfangseigenschaften des Prüfkopfes verifiziert. Wenn das Zielobjekt ein Hydrophon ist, wird das Durchschallungsverfahren angewendet, wobei dann nur die Sendeeigenschaften des Prüfkopfes verifiziert werden.

Für alle Messungen der Schallbündel-Parameter bei einem bestimmten Prüfkopf muss immer der gleiche Reflektor oder das gleiche Hydrophon benutzt werden.

Beim Messen mit einem Hydrophon oder mit verschiedenen Reflektorarten treten kleine Schwankungen der gemessenen Position der maximalen Antworten auf. Demzufolge müssen aus Gründen der Wiederholpräzision die verwendete Ausrüstung und die Parameter des verwendeten Zielobjektes zusammen mit den Ergebnissen aufgezeichnet werden.

Zielobjekte sind in 7.1 und 7.2, h) aufgelistet.

Die Einstellungen des Ultraschallgerätes oder des Impulsgenerator-Empfängers (Impulsenergie, Dämpfung, Bandbreite, Verstärkung) müssen die gleichen sein, wie in 8.2 festgelegt. Wenn jedoch die Einstellungen während der Messung geändert werden (z. B. die Verstärkung), so sind die neuen Werte in das Messprotokoll einzutragen.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

In den folgenden Absätzen werden zwei Verfahren zum Ausmessen des Schallbündels vorgeschlagen. Sie unterscheiden sich nur hinsichtlich der zum Aufzeichnen der Messergebnisse angewendeten Verfahren:

a) direkte Messung spezifischer Schallbündel-Parameter:

   dieses Verfahren, das in 8.6.2 beschrieben wird, basiert auf direkten Messungen an festgelegten Stellen des Schallbündels (siehe Bild 12 bis Bild 16);

b) Messungen mit einem automatisierten Abtastsystem:

   dieses Verfahren, das in 8.6.3 beschrieben wird, basiert auf der automatisierten Sammlung von Daten während des Abtastens. Die Ergebnisse werden als C-Bild ausgegeben. Eine Kopie dieses Bildes muss den Prüfergebnissen beigefügt werden. Diese Kopie muss einen Maßstab der in 8.6.3 festgelegten akustischen Pegel enthalten.

Bevor Messungen des Schallbündels vorgenommen werden, die im folgenden Absatz beschrieben werden, muss der Einfluss des Schielwinkels ausgeglichen werden, indem die Schallbündelachse nach den Bildern 17, 18 und 19 senkrecht zur *XY*-Ebene ausgerichtet wird. Das wird dadurch erreicht, indem die beiden Winkel Θ und Ψ des Prüfkopfhalters so verstellt werden, dass das Echo eines ebenen Zielobjekts in der *XY*-Ebene maximal wird.

8.6.2 Schallbündel-Querschnitt — Messungen direkt im Schallbündel

8.6.2.1 Allgemeines

Die Spitzen-Spannung des Ultraschallechos wird mit zwei Verfahren aufgezeichnet. Für die Aufzeichnung der Spitzen-Spannung des Ultraschallechos muss eines der folgenden Verfahren angewendet werden:

a) manuelles Aufzeichnen der auf einem Oszilloskop angezeigten Amplitude;

b) automatisches Aufzeichnen der Amplitude, abgestimmt auf die Bewegung des Scanners.

Im letzteren Fall werden der Fokusabstand, die Länge des Fokusbereiches, der Fokusdurchmesser, das Querprofil und die Schallbündeldivergenz aus den gewonnenen Diagrammen abgeleitet.

Bild 18 zeigt den verwendeten Geräteaufbau, wenn mit einem Reflektor als Zielobjekt gearbeitet wird, und Bild 19 zeigt die Ausrüstung, wenn mit einem Hydrophon als Zielobjekt gearbeitet wird.

Der Fokusabstand und die Länge des Fokusbereiches werden mit der axialen Kurve bestimmt, während der Fokusdurchmesser und die Schallbündeldivergenz aus den Kurven quer zur akustischen Achse ermittelt werden.

8.6.2.2 Axiales Profil — Fokusabstand und Länge des Fokusbereiches

8.6.2.2.1 Verfahren

Das Zielobjekt wird auf die Schallbündelachse des Prüfkopfes gebracht und das Zielobjekt und der Prüfkopf werden in Berührung gebracht. Die Koordinate der Vorderseite des Prüfkopfes oder seiner akustischen Linse ist Z_0, siehe Bild 20.

Das Zielobjekt (oder der Prüfkopf) wird auf der *Z*-Achse bewegt, so dass sich der Abstand zwischen Prüfkopf und Zielobjekt vergrößert. Gesucht wird der Abstand mit der höchsten Signalamplitude.

Dort wird durch Anpassen der *X*- und *Y*-Position die Signalamplitude weiter maximiert. Die zugehörige Abstandkoordinate ist Z_p und die zugehörige Spannung ist V_p.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

Der Fokusabstand wird angegeben als:

$$F_D = |Z_p - Z_0| \quad (5)$$

Durch Vergrößern und Verringern des Abstandes zwischen dem Prüfkopf und dem Reflektor werden die Grenzen des Fokusbereiches ermittelt, um die beiden Punkte zu finden, an denen V_p um 6 dB abgenommen hat, wenn ein Reflektor benutzt wird, oder um 3 dB abgenommen hat, wenn ein Hydrophon benutzt wird. Z_{L1} und Z_{L2} sind die Koordinaten dieser Punkte auf der *Z*-Achse.

Die Länge des Fokusbereiches wird angegeben als:

$$F_L = |Z_{L2} - Z_{L1}| \quad (6)$$

8.6.2.2.2 Annahmekriterien

Der Fokusabstand und die Länge des Fokusbereiches müssen innerhalb von ±15 % der im Prüfkopf-Datenblatt angegebenen Spezifikationen des Herstellers liegen.

8.6.2.3 Querprofil — Fokusdurchmesser

8.6.2.3.1 Verfahren

Es werden der gleiche Aufbau und die gleichen mechanischen Einstellungen wie in 8.6.2.2.1 verwendet. Das Zielobjekt wird in den Fokus des Prüfkopfes gebracht, wie in 8.6.2.2.1 angegeben.

Zur Bestimmung des Fokusdurchmessers in *X*-Richtung wird der Prüfkopf (oder das Hydrophon) in der *X*-Richtung bewegt, um die beiden Punkte X_1 und X_2 zu finden, an denen die Signalamplitude vom Zielobjekt um 6 dB beim Reflektor (3 dB bei Verwendung eines Hydrophons) abgenommen hat.

Zur Bestimmung des Fokusdurchmessers in der *Y*-Richtung wird zunächst die *X*-Achse in den Fokus zurückgebracht und die Messung wird wiederholt, jetzt aber mit einer Bewegung in der *Y*-Richtung, bis die beiden Punkte Y_1 und Y_2 gefunden sind, bei denen die Signalamplitude vom Zielobjekt um 6 dB abgenommen hat (um 3 dB bei Verwendung eines Hydrophons).

Die Fokusdurchmesser auf der *X*-Achse und der *Y*-Achse im Fokus werden durch folgende Differenzen angegeben:

$$W_{X1} = |X_2 - X_1|$$
$$W_{Y1} = |Y_2 - Y_1| \quad (7)$$

8.6.2.3.2 Annahmekriterium

Die Fokusdurchmesser müssen innerhalb von ±15 % der im Prüfkopf-Datenblatt angegebenen Spezifikationen des Herstellers liegen.

8.6.2.4 Querprofil — Schallbündeldivergenz

8.6.2.4.1 Verfahren

Die Schallbündeldivergenz ist nur bei Prüfköpfen erforderlich, die keine künstliche Fokussierungseinrichtung wie z. B. akustische Linsen oder gekrümmte piezoelektrische Wandler aufweisen. Die Schallbündeldivergenz wird aus der gemessenen Schallbündelbreite ermittelt, die wie in 8.6.2.3 festgelegt, aber im Fernfeld, gemessen wird.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

Die Messungen müssen wie folgt durchgeführt werden:

a) zuerst werden die Schallbündelbreiten W_{X1} und W_{Y1} im Fokusabstand gemessen, wie in 8.6.2.3.1 beschrieben;

b) das Zielobjekt (oder der Prüfkopf) wird dann an das Ende des Fokusbereiches gesetzt (Z_{L2}), das nach 8.6.2.2.1 bestimmt wurde.

Aufgezeichnet werden nun die Werte X'_1, X'_2 und Y'_1, Y'_2, die Ziel- (oder Prüfkopf-)positionen auf der X- und der Y-Achse, an denen die Spitzenspannung um 6 dB (Reflektor) oder um 3 dB (Hydrophon) gegenüber dem Höchstwert V_L auf der Schallbündelachse abgenommen hat.

Die Schallbündelbreiten am Ende des Fokusbereiches werden angegeben als:

$$W_{X2} = |X'_2 - X'_1|$$
$$W_{Y2} = |Y'_2 - Y'_1| \quad (8)$$

Die Winkel der Schallbündeldivergenz in X-Richtung und in Y-Richtung werden mit den folgenden Gleichungen berechnet:

$$\Omega_X = \arctan(W_{X2} - W_{X1})/2(Z_{L2} - Z_p)$$
$$\Omega_Y = \arctan(W_{Y2} - W_{Y1})/2(Z_{L2} - Z_p) \quad (9)$$

8.6.2.4.2 Annahmekriterium

Die Divergenzwinkel dürfen um nicht mehr als ± 10 % oder um nicht mehr als 1° von den vom Hersteller festgelegten Werten abweichen, wobei der jeweils größere Wert gilt.

8.6.3 Schallbündel-Querschnitt — Messungen mit einem automatisierten System zur Abtastung

8.6.3.1 Allgemeines

Während einer automatischen Abtastung mit dem Prüfkopf (oder dem Reflektor) in verschiedenen Ebenen wird die Spitzenspannung des Ultraschallechos aufgezeichnet. Die Veränderungen der Amplitude mit der Position müssen unter den folgenden Bedingungen aufgezeichnet werden:

a) die Empfindlichkeit, die Amplitudenauflösung bei der Datenverarbeitung, die Geschwindigkeit und das Auflösungsvermögen bei der Bewegung müssen ausreichend sein, um jeden Informationsverlust zu vermeiden.

   Das System muss einen ausreichend großen Dynamikbereich haben, um (die im Fokus erhaltenen) Signale mit hoher Amplitude ohne Sättigung und die Signale mit kleiner Amplitude mit einem genügenden Signal-Rausch-Verhältnis aufzunehmen.

b) die maximale Spitzenspannung V_p im Fokus bestimmt den 0-dB-Pegel. Die Codierung, die für die Pegel 0 dB, -3 dB, -6 dB, -12 dB verwendet wird, muss als Skaleneinteilung auf dem Ausdruck erscheinen.

   Die Verifizierung erfolgt auf der Grundlage von drei Abtastungen:

c) eine Abtastung in der XZ- oder YZ-Ebene, die die Schallbündelachse einschließt, liefert den Fokusabstand und die Länge des Fokusbereiches;

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

d) zwei Abtastungen in der senkrecht dazu verlaufenden *XY*-Ebene im Fokusabstand und am Ende des Fokusbereiches. Diese Scans liefern den Fokusdurchmesser und die Schallbündelbreiten in *X*- und *Y*-Richtung. Die Schallbündeldivergenz wird mit den in der *XY*-Ebene gemessenen Schallbündelbreiten berechnet.

8.6.3.2 Schallbündel-Profil durch automatisches Abtasten — Fokusabstand und Länge des Fokusbereiches

8.6.3.2.1 Verfahren

Der gleiche Aufbau wie in Bild 18 beschrieben wird verwendet, wenn ein Reflektor als Zielobjekt eingesetzt wird, und wenn ein Hydrophon als Zielobjekt benutzt wird, gilt Bild 19.

Der Fokusabstand und die Länge des Fokusbereiches werden aus den Abtastungen in der Ebene, die die Schallbündelachse enthält, abgeleitet.

Die Position der Abtastvorrichtung wird so eingestellt, dass

a) die Ebene der Bewegung die Schallbündelachse enthält,

b) der durch das Raster überdeckte Teil der *XZ*- oder *YZ*-Ebene breit genug ist, um das Ende des Fokusbereiches einzuschließen und auch die beiden Punkte der Querachsen (*X* und *Y*), an denen die Signalamplitude um 6 dB (Reflektor) oder um 3 dB (Hydrophon) gegenüber der Schallbündelachse abgenommen hat.

Aus den Bildern werden folgende Messwerte entnommen:

c) der Fokusabstand F_D, wie in 8.7.2.2.1 festgelegt;

d) die Länge des Fokusbereichs F_L, wie in 8.7.2.2.1 festgelegt.

Ein Beispiel für diese grafische Darstellung ist in Bild 21 angegeben.

8.6.3.2.2 Annahmekriterien

Der Fokusabstand und die Länge des Fokusbereiches müssen innerhalb von ±15 % der im Prüfkopf-Datenblatt angegebenen Spezifikation des Herstellers liegen.

8.6.3.3 Schallbündel-Profil durch automatische Abtastung — Fokusdurchmesser und Schallbündeldivergenz

8.6.3.3.1 Verfahren

Der mechanische Aufbau ist der gleiche wie in 8.6.3.2.1 und in den Bildern 18 und 19 beschrieben.

Die erste Abtastung wird im Fokusabstand durchgeführt. Die Abtastvorrichtung wird dabei wie folgt eingestellt:

a) die *Z*-Achse der Abtastvorrichtung wird so eingestellt, dass sich das Zielobjekt im Fokus befindet, der wie in 8.6.3.2.1 bestimmt wurde. Die Verschiebungen der Abtastvorrichtung erfolgen in der *XY*-Ebene, die den Fokus enthält, und senkrecht zur Schallbündelachse;

b) die *XY*-Abtastfläche wird so eingestellt, dass die Stellen eingeschlossen sind, an denen die Amplituden um 20 dB unter V_p absinken, wenn ein Reflektor, oder um 10 dB, wenn ein Hydrophon benutzt wird.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

Im Fokusabstand sind W_{X1} und W_{Y1} die Durchmesser der Zonen (in *X*- oder *Y*-Richtung gemessen), bei denen die angezeigten Amplituden gegenüber dem Wert V_p auf der Schallbündelachse um 6 dB (Reflektor) oder 3 dB (Hydrophon) abgenommen haben (siehe als Beispiel Bild 22).

Die zweite Abtastung wird am Ende des Fokusbereiches durchgeführt. Der mechanische Aufbau und die Justierung der Brücke sind die gleichen wie bei der vorangegangenen Abtastung, außer dass das Zielobjekt sich jetzt am Ende des Fokusbereiches (Z_{L2}) befindet, das in 8.6.3.2.1 festgelegt ist.

Aus dem Bild werden die Fokusdurchmesser W_{X2} und W_{Y2} nach demselben Verfahren bestimmt, wie die Werte W_{X1} und W_{Y1} im Fokusabstand.

Die Divergenzwinkel in der *X*- und der *Y*-Richtung werden durch die gleichen Berechnungen erhalten, die in 7.6.2.4.1 angewendet wurden.

8.6.3.3.2 Annahmekriterien

Die Divergenzwinkel dürfen um nicht mehr als ±10 % oder um nicht mehr als 1° von den vom Hersteller festgelegten Werten abweichen, wobei der jeweils größere Wert gilt.

Die Fokusdurchmesser müssen innerhalb von ±15 % der im Prüfkopf-Datenblatt angegebenen Spezifikation des Herstellers liegen.

8.7 Schallbündelparameter für Senkrechtprüfköpfe mit einem Schwinger für direkten Kontakt

8.7.1 Allgemeines

Die in diesem Abschnitt aufgeführten Messverfahren gelten nur für Prüfköpfe mit ebenen Kontaktflächen. Prüfköpfe mit gekrümmten Prüfkopfschuhen müssen beurteilt werden, bevor das Profil aufgebracht wird. Falls dies nicht möglich ist, können sie nur auf Vergleichskörpern beurteilt werden, die die gleiche Krümmung wie die Probe aufweisen, an die der Prüfkopfschuh angepasst wurde.

8.7.2 Schallbündeldivergenz und Seitenkeulen

8.7.2.1 Verfahren

Verschiedene Verfahren können angewendet werden, um die Richtcharakteristik zu bestimmen:

a) mit elektromagnetisch-akustischen Empfängern (EMA-Empfängern).

   Der Prüfkopf wird an einen Halbzylinder (siehe Bild 23) angekoppelt.

   Beim Abfahren der zylindrischen Fläche des Vergleichskörpers misst der elektromagnetisch-akustische (EMA) Empfänger das empfangene Signal.

   Die Signalamplitude wird über dem Abtastwinkel des EMA-Empfängers aufgetragen. Diese Aufzeichnung muss die Hauptkeule und die anschließenden Nebenkeulen umfassen. Die Winkel zu den −3-dB-Positionen der Hauptkeule sind die Divergenzwinkel (Bild 23).

   Die Divergenzwinkel müssen in zwei zueinander senkrechten Ebenen gemessen werden.

   Bei rechteckigen Schwingern müssen diese Ebenen parallel zu der größeren Seite *a* und der kleineren Seite *b* des Schwingers liegen.

b) mit Vergleichskörpern, die Querbohrungen enthalten.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

Prüfkörper, die 3-mm-Querbohrungen in verschiedenen Tiefen parallel zur Prüffläche enthalten, wie im Bild 5 gezeigt, können dazu verwendet werden, die Divergenzwinkel und die Seitenkeulen in den beiden zueinander senkrechten Ebenen des Prüfkopfes zu bestimmen, indem der Prüfkopf um 90° auf der Prüffläche gedreht wird.

An jeder Bohrung wird die Position des Prüfkopfes bestimmt, an der das Echo seinen Höchstwert und — vorwärts und rückwärts gerichtet — die beiden um 6 dB niedrigeren Werte erreicht, und zusammen mit den Seitenkantenpositionen gekennzeichnet und in ein abschließendes Diagramm eingetragen.

Die Gerade durch die Markierungen des Echomaximums zusammen mit der Senkrechten auf die Oberfläche des Vergleichskörpers ergibt den Einschallwinkel. Die Geraden durch die Randpunkte des Schallbündels ergeben zusammen mit dem Einschallwinkel die 6-dB-Divergenzwinkel.

Die Veränderung der Echoamplitude in Bezug auf die Prüfkopfbewegung wird aufgezeichnet, wenn jede Bohrung nacheinander mit dem Schallbündel überfahren wird.

Wenn eine Seitenkeule im Amplitudenprofil an zwei oder bei mehreren Bohrungen beobachtet wird, wird die Seitenkeule maximiert und ihre Lage in Bezug zur Hauptkeule aufgetragen. Auch die Amplitude der Seitenkeule in Bezug zu der der Hauptkeule wird aufgezeichnet.

c) mit Vergleichskörpern, die Bohrungen mit halbkugeligem Boden enthalten.

Prüfkörper, die 10-mm-Bohrungen mit halbkugeligem Boden in verschiedenen Tiefen von der Prüffläche enthalten, wie in Bild 8 gezeigt, können zur Bestimmung der Divergenzwinkel in zwei zueinander senkrechten Ebenen verwendet werden. Wenn der Prüfkörper breit genug ist, kann dies durch Bewegen des Prüfkopfs in zwei Richtungen senkrecht zueinander erfolgen, oder andernfalls durch Drehen des Prüfkopfs um 90° auf der Prüffläche. Für jede Bohrung werden im Abschlussdiagramm die Prüfkopfposition, bei der das maximale Echo erreicht wird und die Positionen zur 6-dB-Abnahme — vorwärts und rückwärts gerichtet — gekennzeichnet.

8.7.2.2 Annahmekriterien

Die Divergenzwinkel dürfen um nicht mehr als 10 % oder $\pm 1°$ von den vom Hersteller festgelegten Werten abweichen, wobei der jeweils größere Wert gilt.

Seitenkeulen müssen ≥ 20 dB unter der Hauptkeule bei der Reflexionstechnik und ≥ 10 dB unter der Hauptkeule bei der EMA-Technik liegen.

8.7.3 Schielwinkel und Prüfkopfversatz

8.7.3.1 Verfahren

Bei Senkrecht-Prüfköpfen ist der Versatz der Abstand zwischen dem geometrischen Mittelpunkt des Prüfkopfes und dem gemessenen akustischen Mittelpunkt des Prüfkopfes (Bild 2).

Die folgenden Verfahren können angewendet werden:

a) mit einem elektromagnetisch-akustischen Empfänger (EMA-Empfänger).

Zur Messung des Schielwinkels und Versatzes ist der Aufbau nach Bild 2 zu verwenden.

Zuerst wird der Prüfkopf an das Ultraschallgerät angeschlossen, welches auf Impuls-Echo-Betrieb geschaltet wird. Durch Drehen und Verschieben des Prüfkopfes auf einem halbzylindrischen Prüfkörper werden die Echos der Mehrfachechofolge aus dem Prüfkörper maximiert. Das geschieht dann, wenn bei allen Reflexionen die zylindrische Fläche senkrecht vom Schallbündel getroffen wird, und der akustische Mittelpunkt des Prüfkopfes auf der Mittellinie des Prüfkörpers liegt.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

Unter Beibehaltung der Position des Prüfkopfes wird dann im zweiten Schritt der EMA-Empfänger verwendet, wobei der Prüfkopf jetzt nur noch als Sender arbeitet.

Durch Bewegen des EMA-Empfängers über die zylindrische Oberfläche wird die Position des maximalen Signals an der Stelle festgestellt, an der das Schallbündel zum ersten Mal auf die zylindrische Oberfläche auftrifft. Der gemessene Winkel ist der Schielwinkel δ.

Die Koordinaten X_c und Y_c des geometrischen Mittelpunktes des Prüfkopfes ergeben zusammen mit den Koordinaten Y_m der Mittellinie des Vergleichskörpers und X_m der Position des EMA-Empfängers den Prüfkopfversatz e:

$$e = \sqrt{(X_m - X_c)^2 + (Y_m - Y_c)^2} \quad (10)$$

b) mit Vergleichskörpern, die Querbohrungen enthalten.

Die Position der Querbohrung in Bezug zu einem Bezugspunkt des Vergleichskörpers wird als X_m und Y_m verwendet. Der Prüfkopf wird an das Ultraschallgerät angeschlossen, welches auf Impuls-Echo-Betrieb geschaltet wird. Durch Bewegen des Prüfkopfs senkrecht zur Querbohrung wird das Echo der Querbohrung maximiert. Dann kann die Position des geometrischen Mittelpunkts des Prüfkopfs, je nach Ausrichtung des Prüfkopfs X_c oder Y_c, gemessen oder der Messung der Achse des Schallbündels nach 8.7.2.1, b) entnommen werden.

Der Versatz e kann unter Anwendung von Gleichung (10) berechnet werden.

Die Schielwinkel δ_x und δ_y werden in den beiden Richtungen senkrecht zueinander unabhängig durch geometrische Berechnung unter Verwendung von X_c oder Y_c in Abhängigkeit von der Ausrichtung des Prüfkopfs, sowie $X_m = Y_m$ und der Tiefe der Querbohrung ermittelt. Der sich ergebende Winkel δ wird berechnet als:

$$\delta = \arctan\left(\tan^2\delta_y + \tan^2\delta_x\right)^{\frac{1}{2}} \quad (11)$$

8.7.3.2 Annahmekriterien

Der Schielwinkel muss $\leq 2°$ sein. Der Versatz vom Mittelpunkt des Prüfkopfes muss weniger als 1 mm betragen.

8.7.4 Fokusabstand (Nahfeldlänge)

8.7.4.1 Verfahren

Bei einem nicht fokussierenden Prüfkopf ist der Fokusabstand identisch mit der Nahfeldlänge. Bei diesen Prüfköpfen ist die direkte Bestimmung des Fokusabstandes schwierig. Es wird deshalb empfohlen, bei diesen Prüfköpfen die Nahfeldlänge mit den in Anhang A angegebenen Verfahren aus der gemessenen Mittenfrequenz f_0 und den gemessenen Divergenzwinkeln $\gamma_\perp$ und $\gamma_\parallel$ in zwei senkrechten Richtungen zu berechnen.

Fokussierende Senkrechtprüfköpfe für direkten Kontakt müssen auf Vergleichskörpern gemessen werden, die Flachbodenbohrungen oder Querbohrungen mit konstantem Durchmesser enthalten, die innerhalb des Fokusbereiches des Prüfkopfes liegen.

Reflektoren mit 2 mm oder 3 mm Durchmesser müssen zur Erzeugung einer Abstand-Amplituden-Kurve verwendet werden (beste Näherung an die Messpunkte).

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

Ein Messpunkt muss dabei in der Nähe des Maximums dieser Kurve sein, das den Fokusabstand in dem verwendeten Werkstoff bezeichnet. Fokusabstände, die durch Linsen oder durch gekrümmte Schwinger erzeugt werden, sind immer kürzer als die Nahfeldlänge eines ebenen Schwingers, bei gleicher Form und Frequenz.

8.7.4.2 Annahmekriterium

Der Fokusabstand muss innerhalb von ±20 % der im Prüfkopf-Datenblatt angegebenen Spezifikation des Herstellers liegen.

8.7.5 Fokusdurchmesser

8.7.5.1 Verfahren

Der Fokusdurchmesser von fokussierenden Senkrechtprüfköpfen in direktem Kontakt kann mit einem EMA-Empfänger oder an Vergleichskörpern mit Querbohrungen oder Bohrungen mit halbkugeligem Boden analog zu 8.7.2 ermittelt werden.

Die folgenden Verfahren können angewendet werden:

a) mit elektromagnetisch-akustischen Empfängern (EMA-Empfängern).

   Der Prüfkopf wird an einen Halbzylinder angekoppelt, dessen Radius etwa dem Fokusabstand des Prüfkopfes entspricht. Durch Bewegen des EMA-Empfängers auf der Oberfläche in zwei zueinander senkrechten Richtungen werden die Winkel bestimmt, bei denen die Signalamplitude um 3 dB abgenommen hat [siehe 8.7.2.1, a)]. Die Fokusdurchmesser des Prüfkopfes können mit diesen Winkeln und dem bekannten Radius des Vergleichskörpers berechnet werden.

b) mit Vergleichskörpern, die Querbohrungen enthalten.

   Wie in 8.7.2.1, b) für die Divergenzwinkel gezeigt, wird der Prüfkopf in zwei zueinander senkrechten Richtungen bewegt, bis das Echo von einer Querbohrung nahe beim Fokusabstand des Prüfkopfes um 6 dB abgenommen hat. Diese Verschiebung ergibt die Fokusdurchmesser des Schallbündels.

c) mit Vergleichskörpern, die Bohrungen mit halbkugeligem Boden enthalten.

   Wie in 8.7.2.1, c) für die Divergenzwinkel gezeigt, wird der Prüfkopf in zwei zueinander senkrechten Richtungen bewegt, bis das Echo von einer Bohrung mit halbkugeligem Boden nahe beim Fokusabstand des Prüfkopfes um 6 dB abgenommen hat. Diese Verschiebung ergibt die Fokusdurchmesser des Schallbündels.

8.7.5.2 Annahmekriterium

Der Fokusdurchmesser muss innerhalb von ±20 % der im Prüfkopf-Datenblatt angegebenen Spezifikation des Herstellers liegen.

8.7.6 Länge des Fokusbereiches

8.7.6.1 Verfahren

In der Abstand-Amplituden-Kurve, die nach 8.5 oder 8.7.4 gemessen wurde, werden die Punkte bestimmt, an denen die Amplitude um 6 dB gegenüber dem Fokus abgenommen hat.

Die Differenz ihrer Koordinaten ergibt die Länge des Fokusbereiches.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

8.7.6.2 Annahmekriterium

Die Länge des Fokusbereiches muss innerhalb von ±20 % der im Prüfkopf-Datenblatt angegebenen Spezifikation des Herstellers liegen.

8.8 Schallbündelparameter für Winkelprüfköpfe mit einem Schwinger für direkten Kontakt

8.8.1 Allgemeines

Die in diesem Abschnitt aufgeführten Messverfahren gelten nur für Prüfköpfe mit ebenen Kontaktflächen. Prüfköpfe mit gekrümmten Prüfkopfschuhen müssen beurteilt werden, bevor das Profil aufgebracht wird. Falls dies nicht möglich ist, können sie nur auf Vergleichskörpern beurteilt werden, die die gleiche Krümmung wie die Probe aufweisen, an die der Prüfkopfschuh angepasst wurde.

8.8.2 Schallaustrittspunkt

8.8.2.1 Verfahren

Zur Bestimmung des Schallaustrittspunktes muss ein Vergleichskörper mit einem Viertelzylinder benutzt werden. Der Radius des Quadranten muss so groß sein, dass die reflektierende, zylindrische Fläche im Fernfeld des Prüfkopfes liegt.

Der Prüfkopf wird so justiert, dass das Echo von der zylindrischen Oberfläche den maximalen Wert erreicht. Bei dieser Position stimmt der Schallaustrittspunkt mit der eingravierten Mittellinie des Quadranten überein.

8.8.2.2 Annahmekriterium

Der Schallaustrittspunkt muss innerhalb von ±1 mm der im Prüfkopf-Datenblatt angegebenen Spezifikation des Herstellers liegen.

Winkelprüfköpfe mit Wandlergrößen ≤ 15 mm und Frequenzen ≤ 2 MHz erzeugen ein so breites Schallbündel, dass die Position des maximalen Echos nur mit einer Grenzabweichung von ±2 mm gemessen werden kann.

8.8.3 Einschallwinkel und Schallbündeldivergenz

8.8.3.1 Verfahren

Zur Bestimmung der Divergenzwinkel und Seitenkeulen von Winkelprüfköpfen können ähnliche Verfahren wie für Senkrechtprüfköpfe nach 8.7 angewendet werden:

a) mit elektromagnetisch-akustischen Empfängern (EMA-Empfängern).

   Der Prüfkopf wird an einen halbzylindrischen Vergleichskörper angekoppelt.Die Signalamplitude wird über dem Abtastwinkel des EMA-Empfängers aufgetragen.

   Diese Aufzeichnung muss die Hauptkeule und die anschließenden Nebenkeulen umfassen. Die Winkel zu den −3-dB-Positionen der Hauptkeule sind die Divergenzwinkel (Bild 23).

   Die Divergenzwinkel müssen in zwei zueinander senkrechten Ebenen gemessen werden (azimutal und horizontal). Die Lage des maximalen Signals liefert den Winkel der Bündelachse (Einschallwinkel).

   Die Parameter von schräg verlaufenden Schallbündeln können auch aus einem C-Bild entnommen werden, das in einer Ebene senkrecht zur Schallbündelachse liegt. Bild 24 zeigt ein Beispiel für ein

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

C-Bild eines 45°-Winkelprüfkopfes, gemessen mit einem EMA-Empfänger an einem Vergleichskörper mit einer Fläche unter einem Winkel von 45°.

b) mit Vergleichskörpern, die Querbohrungen enthalten.

Zur Bestimmung des Einschallwinkels, der Divergenzwinkel und der Seitenkeulen in der vertikalen Ebene kann ein Vergleichskörper mit einer Reihe von 3-mm-Querbohrungen in verschiedenen Tiefenlagen wie in Bild 5 angegeben, verwendet werden.

Zu jeder Bohrung werden die Prüfkopfstellungen, an denen das Echo seinen Maximalwert und bei der Vorwärts- und Rückwärtsbewegung die 6-dB-Abnahme erreicht, und die Seitenkeulenpositionen in einem Abschlussdiagramm gekennzeichnet.

Die Gerade durch die Markierungen für das maximale Echo und durch den Schallaustrittspunkt ergibt zusammen mit der Senkrechten auf die Oberfläche des Vergleichskörpers den Einschallwinkel in der vertikalen Ebene. Die Geraden durch die Randpunkte des Schallbündels ergeben zusammen mit dem Einschallwinkel die −6-dB-Divergenzwinkel in dieser Ebene.

Die Veränderung der Echoamplitude in Bezug auf die Prüfkopfbewegung beim Überfahren jeder Bohrung nacheinander mit dem Schallbündel wird aufgezeichnet. Wenn eine Seitenkeule im Amplitudenprofil an zwei oder bei mehreren Bohrungen beobachtet wird, wird die Seitenkeule maximiert und ihre Lage in Bezug auf die Hauptkeule aufgetragen. Auch die Amplitude der Seitenkeule in Bezug zu der der Hauptkeule wird aufgezeichnet.

Ein alternatives Verfahren zur Bestimmung der Einschallwinkel, ebenfalls an Querbohrungen, ist in Anhang B angegeben.

Um die Divergenzwinkel in der horizontalen Ebene zu bestimmen, wird ein Vergleichskörper mit einer Nut entsprechend Bild 7 (für 45°- und 60°-Winkelprüfköpfe) benötigt. Die gleiche Verfahrensweise wird zur Bestimmung der Positionen der 6-dB-Abnahme benutzt, wobei der Prüfkopf jedoch seitwärts bewegt wird.

c) mit Vergleichskörpern, die Bohrungen mit halbkugeligem Boden enthalten.

Zur Bestimmung des Einschallwinkels und der Divergenzwinkel in der vertikalen und horizontalen Ebene kann ein Vergleichskörper nach Bild 8 benutzt werden, der eine Reihe von 10-mm-Bohrungen mit halbkugeligen Böden in verschiedenen Tiefenlagen enthält.

An jeder Bohrung werden die Positionen des Prüfkopfes, an denen das maximale Echo und, bei Vorwärts- und Rückwärtsbewegung, die 6-dB-Abnahme auftritt, in einem Abschlussdiagramm aufgetragen.

Die Gerade durch die Markierungen für das maximale Echo und durch den Schallaustrittspunkt ergibt zusammen mit der Senkrechten auf die Oberfläche des Vergleichskörpers den Einschallwinkel in der vertikalen und horizontalen Ebene. Die Geraden durch die Randpunkte des Schallbündels zusammen mit dem Einschallwinkel ergeben die −6-dB-Divergenzwinkel in diesen Ebenen.

8.8.3.2 Annahmekriterien

Für Nenn-Einschallwinkel bis 60° muss der gemessene Wert innerhalb von ±3° mit dem Nennwinkel für Frequenzen unter 2 MHz und innerhalb ±2° mit dem Nennwinkel für Frequenzen gleich oder größer als 2 MHz übereinstimmen.

Für Nenn-Einschallwinkel von mehr als 60° muss der gemessene Wert innerhalb von ±3° mit dem Nennwinkel übereinstimmen.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

Die Divergenzwinkel dürfen um nicht mehr als 10 % oder nicht mehr als ±1° von der im Prüfkopf-Datenblatt angegebenen Spezifikation des Herstellers abweichen, wobei der jeweils größere Wert gilt.

Bei der Reflexionstechnik müssen die Seitenkeulen ≥ 20 dB niedriger als die Hauptkeule für Nenneinschallwinkel zwischen 45° und 65°, und ≥ 15 dB für größere Nenneinschallwinkel sein.

Bei Anwendung der EMA-Technik gelten ≥ 10 dB und ≥ 8 dB.

8.8.4 Schielwinkel und Prüfkopfversatz

8.8.4.1 Verfahren

Verfahren zur Messung des Schielwinkels und Prüfkopfversatzes:

a) mit einem elektromagnetisch-akustischen Empfänger (EMA-Empfänger).

Zur Bestimmung des Schielwinkels und Versatzes bei einem Winkelprüfkopf wird der gleiche Prüfaufbau verwendet wie in 8.7.3 (Bild 3). Der Schielwinkel δ ist der Winkel zwischen der Bezugsseite des Prüfkopfes und der auf die Ankopplungsfläche projizierten, gemessenen Schallbündelachse (Bild 3).

Zunächst wird der Prüfkopf auf einem halbzylindrischen Vergleichskörper angekoppelt und das Ultraschallgerät in den Echobetrieb geschaltet. Durch Drehen und Bewegen des Prüfkopfes werden die Echos der Mehrfachechofolge aus dem Vergleichskörper maximiert. Dann wird bei allen Reflexionen die Zylinderfläche senkrecht vom Schallbündel getroffen und der Schallaustrittspunkt des Prüfkopfes liegt auf der Mittellinie des Vergleichskörpers.

Bei dieser Position ist der Winkel zwischen den Seiten des Prüfkopfes und den Seitenflächen des Vergleichskörpers der Schielwinkel δ.

Danach wird der EMA-Empfänger verwendet (der Prüfkopf arbeitet nur noch als Sender). Durch Bewegen des EMA-Empfängers wird die Position bestimmt, an der das maximale Signal erreicht wird, wenn das Schallbündel zum ersten Mal auf die Zylinderfläche auftrifft.

Dabei ist X_{m} die Positionskoordinate des EMA-Empfängers und X_{c} die Koordinate des Schnittpunktes der Mittellinie des Vergleichskörpers mit der Mittellinie des Prüfkopfes, parallel zu seiner Referenzseite.

Mit diesen Koordinaten kann der Prüfkopfversatz e berechnet werden als:

$$e = (X_{\mathrm{m}} - X_{\mathrm{c}})\cos\delta \qquad (12)$$

b) mit Vergleichskörpern.

Bei Querbohrungen kann nur der Schielwinkel nach 8.7.3.1 gemessen werden.

Dazu wird der Prüfkopf auf einer großen, ebenen Fläche eines geeigneten Vergleichskörpers auf eine Position eingestellt, an der das direkte Echo aus einer geraden Kante des Vergleichskörpers maximal wird, wie in Bild 25 gezeigt. Der Kantenreflektor muss dabei im Fernfeld des Prüfkopfes liegen.

Gemessen wird die Richtung, in die die Bezugsseite des Prüfkopfes weist, in Bezug zur Normalen auf die Kantenfläche unter Zuhilfenahme eines Anschlagwinkels und eines Winkelmessers. Daraus ergibt sich der Schielwinkel.

Wenn der Schielwinkel bei der ersten Messung über 1° liegt, werden insgesamt drei Messungen durchgeführt und der Mittelwert daraus wird bestimmt.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

8.8.4.2 Annahmekriterien

Der Schielwinkel muss $\leq 2°$ sein. Der Prüfkopfversatz gegenüber dem Mittelpunkt des Prüfkopfes muss ≤ 1 mm sein.

8.8.5 Fokusabstand (Nahfeldlänge)

8.8.5.1 Verfahren

Hier werden ähnliche Verfahren wie für Senkrechtprüfköpfe angewendet (siehe 8.7.4). Für nicht fokussierende Winkelprüfköpfe wird die Nahfeldlänge mit den gemessenen Werten für die Mittenfrequenz f_0 und die Divergenzwinkel $\gamma_\perp$ und $\gamma_\parallel$ werden nach den im Anhang A aufgeführten Gleichungen berechnet.

Bei fokussierenden Winkelprüfköpfen für direkten Kontakt werden die gleichen Verfahren wie für Senkrechtprüfköpfe angewendet (siehe 8.7.5).

Mit Flachbodenbohrungen, Bohrungen mit halbkugeligem Boden oder Querbohrungen von kleinem Durchmesser wird eine Abstand-Amplituden-Kurve mit mindestens acht Messpunkten aufgenommen. Der Punkt der maximalen Amplitude bezeichnet den Fokusabstand.

Es wird empfohlen, dass die Messpunkte innerhalb des Fokusbereichs des Schwingers liegen, wobei ein Messpunkt nahe am Amplitudenhöchstwert liegt.

Im Vergleich zur maximalen Amplitude muss mindestens der Bereich bis zur 6-dB-Abnahme überdeckt sein.

Fokusabstände, die durch Linsen oder durch gekrümmte Schwinger erzeugt werden, sind immer kürzer als die Nahfeldlänge eines ebenen Schwingers, bei gleicher Form und Frequenz.

8.8.5.2 Annahmekriterium

Der Fokusabstand muss innerhalb von ± 20 % der im Prüfkopf-Datenblatt angegebenen Spezifikation des Herstellers liegen.

8.8.6 Fokusdurchmesser

8.8.6.1 Verfahren

In ähnlicher Weise wie die Divergenzwinkel (siehe 8.7.2) können auch die Fokusdurchmesser mit einem EMA-Empfänger, Querbohrungen oder Bohrungen mit halbkugeligem Boden bestimmt werden.

Die Messung muss in zwei zueinander senkrechten Richtungen mit einem der folgenden Verfahren durchgeführt werden:

a) mit elektromagnetisch-akustischen Empfängern (EMA-Empfängern).

   Der Prüfkopf wird auf einem Halbzylinder angekoppelt, dessen Radius etwa dem Fokusabstand des Prüfkopfes entspricht. Durch Bewegen des EMA-Empfängers über die Oberfläche werden die Punkte bestimmt, an denen die Signalamplitude um 3 dB gegenüber der Spitzenamplitude abgenommen hat.

   Mit diesen Winkeln und dem bekannten Radius des Vergleichskörpers kann der Schallbündeldurchmesser im Fokusabstand berechnet werden.

b) mit Vergleichskörpern, die Querbohrungen enthalten.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

Wie in 8.7.2.1, b) beschrieben, wird der Prüfkopf bewegt, bis das Echo von einer Querbohrung im Fokusabstand um 6 dB abgenommen hat. Diese Verschiebung ergibt die Fokusdurchmesser des Schallbündels in der vertikalen Richtung.

Der Fokusdurchmesser in der horizontalen Ebene kann nur mit dem in 8.9.6.1, b) beschriebenen Verfahren bestimmt werden.

c) mit Vergleichskörpern, die Bohrungen mit halbkugeligem Boden enthalten.

Wie in 8.7.2.1, c) beschrieben, wird der Prüfkopf bewegt, bis das Echo von einer Bohrung mit halbkugeligem Boden im Fokusabstand um 6 dB abgenommen hat. Diese Verschiebung ergibt die Fokusdurchmesser des Schallbündels in vertikaler und horizontaler Richtung.

8.8.6.2 Annahmekriterium

Die Fokusdurchmesser müssen innerhalb von ±20 % der im Prüfkopf-Datenblatt angegebenen Spezifikation des Herstellers liegen.

8.8.7 Länge des Fokusbereichs

8.8.7.1 Verfahren

An der nach 8.5 oder 8.7.5 gemessenen Abstand-Amplituden-Kurve werden die Punkte bestimmt, an denen die Amplitude gegenüber dem Fokus um 6 dB abgenommen hat. Die Differenz ihrer Koordinaten ergibt die Länge des Fokusbereiches.

8.8.7.2 Annahmekriterium

Die Länge des Fokusbereiches muss innerhalb von ±20 % der im Prüfkopf-Datenblatt angegebenen Spezifikation des Herstellers liegen.

8.9 Schallbündelparameter für Senkrecht-SE-Prüfköpfe für direkten Kontakt

8.9.1 Allgemeines

Die in diesem Abschnitt aufgeführten Messverfahren gelten nur für Prüfköpfe mit ebenen Kontaktflächen. Prüfköpfe mit gekrümmten Prüfkopfschuhen können nur auf Vergleichskörpern beurteilt werden, die die gleiche Krümmung aufweisen wie die Probe, an die der Prüfkopfschuh angepasst wurde.

8.9.2 Übersprechen

8.9.2.1 Verfahren

Die Messungen werden mit einem Ultraschallgerät durchgeführt, das die Anforderungen nach ISO 22232-1 erfüllt.

Das Ultraschallgerät wird auf getrennten Sender-Empfänger-Betrieb geschaltet und der Prüfkopf wird an die Sende- und Empfangsbuchse angeschlossen. Der Prüfkopf wird an einen Vergleichskörper angekoppelt, dessen Abmessungen ein Rückwandecho innerhalb des Fokusbereiches des Prüfkopfes ermöglichen. Dieses Echo wird auf 80 % der FSH eingestellt und die entsprechende Verstärkung wird notiert. Das Echo von der Ankopplungsfläche wird dabei auf dem Schirm sichtbar. Die Verstärkung wird so weit erhöht, bis die Amplitude 80 % der FSH erreicht. Die dB-Differenz zur ersten Verstärkungseinstellung ergibt das Übersprechen.

Falls das Echo von der Ankopplungsfläche nicht sichtbar wird, ist es nur möglich, eine untere Grenze für das Übersprechen anzugeben.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

8.9.2.2 Annahmekriterium

Die gemessene Differenz zwischen dem Rückwandecho und dem Pegel des Übersprechens muss größer als 30 dB sein.

8.9.3 Verzögerung durch Vorlaufkörper

Für Senkrecht-SE-Prüfköpfe für direkten Kontakt wird das Echo aus einem Prüfkörper mit einem Quadranten, einem halbzylinderförmigen Körper oder einem Prüfkörper mit parallelen Seiten verwendet, deren reflektierende Oberfläche sich in einem Abstand nächstliegend zum Fokus, jedoch innerhalb des Fokusbereichs befindet. Wenn ein Prüfkörper mit einem Quadranten oder ein halbzylinderförmiger Prüfkörper verwendet wird, muss die Lage des Prüfkopfes so optimiert werden, dass das maximale Signal von der gekrümmten Oberfläche des Körpers erhalten wird.

Die horizontale Achse des Bildschirms wird in den Schallwegbetrieb gestellt, wobei die Schallgeschwindigkeit des Prüfkörpers verwendet wird. Die Position des Sendeimpulses wird in die Nullstellung auf der horizontalen Achse des Bildschirms gebracht. Die Position des Echos von der reflektierenden Oberfläche des Prüfkörpers wird abgelesen, und anschließend wird der Abstand im Prüfkörper subtrahiert, um die Vorsatzkeil-Verzögerung zu erhalten. Die Vorsatzkeil-Verzögerung wird in mm Schallweg (Nahfeld-äquivalent) eines gleichwertigen Werkstoffs (z. B. Stahl) angegeben.

8.9.4 Abstand des Empfindlichkeitsmaximums (Fokusabstand)

8.9.4.1 Verfahren

Der Punkt der maximalen Amplitude in der Abstand-Amplituden-Kurve nach 8.5 ergibt den Fokusabstand.

Zur Erzeugung einer Abstand-Amplituden-Kurve (mindestens acht Messpunkte) werden die Echohöhen von Reflektoren (siehe Tabelle 6) verwendet, mit Abständen, die innerhalb des erwarteten Fokusbereiches liegen.

Die Trennschicht im Prüfkopf muss dabei senkrecht zur Achse der Querbohrungen ausgerichtet werden.

8.9.4.2 Annahmekriterium

Die Position des maximalen Echos muss innerhalb von ±20 % der im Prüfkopf-Datenblatt angegebenen Spezifikation des Herstellers liegen.

8.9.5 Axiale Ausdehnung des empfindlichen Bereiches (Fokusbereich)

8.9.5.1 Verfahren

Anhand der nach 7.5 gemessenen Kurve können auch die −6-dB-Punkte ermittelt werden.

8.9.5.2 Annahmekriterium

Die axiale Ausdehnung des empfindlichen Bereiches (Länge des Fokusbereichs) muss innerhalb von ±20 % der im Prüfkopf-Datenblatt angegebenen Spezifikation des Herstellers liegen.

8.9.6 Laterale Ausdehnung des empfindlichen Bereiches (Fokusdurchmesser)

8.9.6.1 Verfahren

Zur Bestimmung der lateralen Ausdehnung des empfindlichen Bereiches können die folgenden Verfahren angewendet werden:

a) mit einem elektromagnetisch-akustischen Empfänger (EMA-Empfänger).

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

Diese Prüfung verwendet den gleichen Aufbau wie für Einschwinger-Prüfköpfe (siehe 8.8.3). Das Schallbündelprofil wird für jeden Wandler getrennt vermessen und das kombinierte Schallbündelprofil wird aus dem Produkt der beiden Schallbündelprofile berechnet.

Es wird ein halbzylindrischer Vergleichskörper mit einem Radius nahe beim Fokusabstand des zu prüfenden Prüfkopfes ausgewählt.

Nacheinander wird jeder Wandler einzeln betrieben und der EMA-Empfänger über die zylindrische Fläche des Vergleichskörpers bewegt.

Bei jeder Position werden die Signalamplituden beider Wandler innerhalb des Bündelprofils aufgezeichnet.

Bei jedem Messpunkt innerhalb des Schallbündels werden die zu jedem Wandler gemessenen Amplitudenwerte multipliziert (dB-Werte müssen addiert werden).

Diese Produkte ergeben die Richtcharakteristik des SE-Prüfkopfes. Die −6-dB-Grenzen des Schallbündels liegen dort, wo diese Produkte um 6 dB unter dem Höchstwert liegen.

Die Messung wird in zwei zueinander senkrechten Richtungen durchgeführt, nämlich parallel und senkrecht zur Trennschicht des Prüfkopfes.

b) mit Vergleichskörpern, die 3-mm-Querbohrungen enthalten.

Es wird ein Vergleichskörper verwendet, der eine 3-mm-Querbohrung in der Nähe des Fokusabstandes des Prüfkopfes enthält.

Der Prüfkopf wird auf der Ankopplungsfläche bewegt, bis das Echo der Querbohrung um 6 dB abgenommen hat. Diese Positionen des Prüfkopfes ergeben den−6-dB-Fokusdurchmesser senkrecht zur akustischen Achse.

Das Abtasten muss parallel und senkrecht zur Trennschicht des Prüfkopfes durchgeführt werden, damit zwei zueinander senkrechte Fokusdurchmesser erhalten werden.

c) mit Vergleichskörpern, die eine Bohrung mit halbkugeligem Boden enthalten.

Es wird ein Vergleichskörper verwendet, der eine 10-mm-Bohrung mit halbkugeligem Boden in der Nähe der Position des Fokus des Prüfkopfes enthält.

Der Prüfkopf wird auf der Ankopplungsfläche bewegt, bis das Echo der Bohrung mit halbkugeligem Boden um 6 dB abgenommen hat. Diese Positionen des Prüfkopfes ergeben den −6-dB-Fokusdurchmesser senkrecht und parallel zur Schallbündelachse.

Das Abtasten muss parallel und senkrecht zur Trennschicht des Prüfkopfes durchgeführt werden, damit zwei zueinander senkrechte Fokusdurchmesser erhalten werden.

8.9.6.2 Annahmekriterium

Der Fokusdurchmesser parallel und senkrecht zur Trennschicht muss innerhalb von ±20 % der im Prüfkopf-Datenblatt angegebenen Spezifikation des Herstellers liegen.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08

8.10 Schallbündelparameter für SE-Winkelprüfköpfe für direkten Kontakt

8.10.1 Allgemeines

Die in diesem Abschnitt aufgeführten Messverfahren gelten nur für Prüfköpfe mit ebenen Kontaktflächen. Prüfköpfe mit gekrümmten Prüfkopfschuhen können nur auf Vergleichskörpern beurteilt werden, die die gleiche Krümmung aufweisen wie die Probe, an die der Prüfkopfschuh angepasst wurde.

8.10.2 Übersprechen

8.10.2.1 Verfahren

Das Übersprechen wird bei einem SE-Winkelprüfkopf in der gleichen Weise gemessen wie für einen SE-Senkrechtprüfkopf (siehe 8.9.2).

8.10.2.2 Annahmekriterium

Die gemessene Differenz zwischen dem Rückwandecho und dem Pegel des Übersprechens muss größer als 30 dB sein.

8.10.3 Schallaustrittspunkt

8.10.3.1 Verfahren

Der Schallaustrittspunkt wird mit einem Vergleichskörper wie bei einem Einschwinger-Winkelprüfkopf bestimmt (siehe 8.8.2).

8.10.3.2 Annahmekriterium

Der Schallaustrittspunkt muss innerhalb von ± 1 mm mit dem vom Hersteller markierten Punkt übereinstimmen.

8.10.4 Einschallwinkel und Schallbündelquerschnitte

8.10.4.1 Verfahren

Der Einschallwinkel eines SE-Winkelprüfkopfes kann mit einem EMA-Empfänger, mit reflektierenden Querbohrungen oder mit Bohrungen mit halbkugeligem Boden bestimmt werden:

a) mit einem elektromagnetisch-akustischen Empfänger (EMA-Empfänger).

Diese Prüfung verwendet den gleichen Aufbau wie für Einschwinger-Prüfköpfe (siehe 8.8.3). Das Schallbündelprofil wird für jeden Wandler einzeln vermessen und das kombinierte Schallbündelprofil wird als Produkt aus den beiden Schallbündelprofilen berechnet.

Nacheinander wird jeder Wandler einzeln betrieben und der EMA-Empfänger über die zylindrische Fläche des Vergleichskörpers bewegt. Bei jeder Position werden die Signalamplituden beider Wandler innerhalb des Bündelprofils aufgezeichnet.

Zu jedem Punkt innerhalb des Schallbündels werden die gemessenen Amplitudenwerte beider Wandler multipliziert (dB-Werte werden addiert). Diese Produkte ergeben die Richtcharakteristik des SE-Prüfkopfes.

Die 6-dB-Divergenzwinkel des Schallbündels liegen dort, wo diese Produkte um 6 dB unter dem Höchstwert liegen. Der Einschallwinkel wird als arithmetischer Mittelwert aus den Divergenzwinkeln berechnet.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 22232-2:2018-08