

DIN EN ISO 22232-1

ICS 19.100

Entwurf

Einsprüche bis 2018-09-13
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 12668-1:2010-05

**Zerstörungsfreie Prüfung –
Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschall-Prüfausrüstung –
Teil 1: Prüfgeräte (ISO/DIS 22232-1:2018);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 22232-1:2018**

Non-destructive testing –
Characterization and verification of ultrasonic examination equipment –
Part 1: Instruments (ISO/DIS 22232-1:2018);
German and English version prEN ISO 22232-1:2018

Essais non destructifs –
Caractérisation et vérification de l'appareillage de contrôle par ultrasons –
Partie 1: Appareils (ISO/DIS 22232-1:2018);
Version allemande et anglaise prEN ISO 22232-1:2018

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 99 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 22232-1:2018) 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 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 2400	siehe DIN EN ISO 2400
ISO 5577	siehe DIN EN ISO 5577
ISO 9001	siehe DIN EN ISO 9001
ISO 10012	siehe DIN EN ISO 10012
ISO 18563-1	siehe DIN EN ISO 18563-1
ISO/IEC 17025	siehe DIN EN ISO/IEC 17025

Änderungen

Gegenüber DIN EN 12668-1:2010-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Ausschluss von Ultraschall-Prüfgeräte für Dauerschall und Ultraschall-Prüfgeräte mit phasengesteuerten Arrays aus dem Anwendungsbereich;
- b) Normative Verweisungen aktualisiert;
- c) Begriffe aktualisiert und ergänzt;
- d) Symbole in Abschnitt 4 aktualisiert und ergänzt;
- e) allgemeine Anforderungen an die Übereinstimmung in Abschnitt 5 aktualisiert;
- f) Abschnitt 6 neu strukturiert und Tabelle 2 „Technische Eigenschaften, die in der technischen Spezifikation des Geräts anzugeben sind“ hinzugefügt;
- g) Abschnitt 7 aktualisiert und Verweisung auf EN 12668-3 entfernt;
- h) Abschnitt 8 aktualisiert und 8.2 „Arbeitszeit der Batterie“, 8.3 „Stabilität nach der Aufwärmzeit“, 8.5 „Stabilität bei Spannungsschwankungen“ und 8.9 „Blenden“ ergänzt;
- i) Abschnitt 9 aktualisiert und neu strukturiert;
- j) Bilder in Abschnitt 10 aktualisiert;
- k) Anhang A aktualisiert;
- l) Literaturverzeichnis aktualisiert.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 2400, *Zerstörungsfreie Prüfung — Ultraschallprüfung — Beschreibung des Kalibrierkörpers Nr. 1*

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

DIN EN ISO 9001, *Qualitätsmanagementsysteme — Anforderungen*

DIN EN ISO 10012, *Messmanagementsysteme — Anforderungen an Messprozesse und Messmittel*

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

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

— Leerseite —

Zerstörungsfreie Prüfung — Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschall-Prüfausrüstung — Teil 1: Prüfgeräte (ISO/DIS 22232-1:2018)

Essais non destructifs — Caractérisation et vérification de l'appareillage de contrôle par ultrasons — Partie 1 : Appareils (ISO/DIS 22232-1:2018)

Non-destructive testing — Characterization and verification of ultrasonic test equipment — Part 1: Instruments (ISO/DIS 22232-1:2018)

ICS:

Deskriptoren:

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

STD Version 2.9d

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Symbole	8
5 Allgemeine Anforderungen an die Übereinstimmung	9
6 Technische Spezifikation des Herstellers für Ultraschallgeräte	10
7 Anforderungen an die Leistungsfähigkeit von Ultraschallgeräten	14
8 Prüfungen der Gruppe 1	16
8.1 Erforderliche Ausrüstung für Prüfungen der Gruppe 1	16
8.2 Arbeitszeit der Batterie	17
8.2.1 Durchführung	17
8.2.2 Annahmekriterium	17
8.3 Stabilität nach der Aufwärmzeit	17
8.3.1 Durchführung	17
8.3.2 Annahmekriterien	18
8.4 Temperaturstabilität	18
8.4.1 Durchführung	18
8.4.2 Annahmekriterium	18
8.5 Stabilität bei Spannungsschwankungen	18
8.5.1 Durchführung	18
8.5.2 Annahmekriterium	19
8.6 Abweichung der Zeitachse	19
8.6.1 Durchführung	19
8.6.2 Annahmekriterium	19
8.7 Parameter des Sendeimpulses	20
8.7.1 Allgemeines	20
8.7.2 Impulsfolgefrequenz	20
8.7.3 Effektive Ausgangsimpedanz	20
8.8 Empfänger	21
8.8.1 Allgemeines	21
8.8.2 Übersprechen zwischen Sender und Empfänger während des Sendens	21
8.8.3 Totzeit nach dem Sendeimpuls	21
8.8.4 Dynamikbereich	22
8.8.5 Empfänger-Eingangsimpedanz	23
8.8.6 Zeitkorrigierte Verstärkung (TCG)	23
8.8.7 Zeitliches Auflösungsvermögen	24
8.9 Blenden	25
8.9.1 Allgemeines	25
8.9.2 Blenden mit Wert-Ausgang	25
8.9.3 Blenden mit Analogausgang	27
8.9.4 Blenden mit Alarmausgang	29
8.10 Digitale Verarbeitung	30

8.10.1	Abtastfehler bei der Digitalisierung.....	30
8.10.2	Ansprechzeit digitaler Ultraschallgeräte	31
9	Prüfungen der Gruppe 2	32
9.1	Erforderliche Ausrüstung für Prüfungen der Gruppe 2.....	32
9.2	Physikalische Beschaffenheit und äußeres Erscheinungsbild	32
9.2.1	Durchführung	32
9.2.2	Annahmekriterium.....	32
9.3	Sendespannung, Impulsanstiegszeit und -länge	32
9.3.1	Durchführung	32
9.3.2	Annahmekriterien	33
9.4	Empfänger	33
9.4.1	Allgemeines	33
9.4.2	Frequenzverhalten	33
9.4.3	Rauschen	34
9.4.4	Linearität der Verstärkung.....	35
9.4.5	Vertikallinearität.....	36
10	Bilder	37
Anhang A (normativ) Besondere Bedingungen für Ultraschallgeräte mit logarithmischen Verstärkern		49
A.1	Einleitung	49
A.2	Grundlegende Anforderungen.....	49
A.2.1	Messgenauigkeit	49
A.2.2	Vertikallinearität.....	49
A.2.3	Prüfungen.....	49
Literaturhinweise.....		50

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 22232-1:2018) 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 12668-1:2010 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 22232-1:2018 wurde von CEN als prEN ISO 22232-1:2018 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 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. 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 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.*

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Verfahren und Annahmekriterien fest, mit denen die elektrische Leistungsfähigkeit von digitalen Ultraschall-Prüfgeräten für Impulsbetrieb, mit A-Bild-Darstellung, für den Betrieb im Frequenzbereich von 0,5 MHz bis 15 MHz, vorgesehen für die manuelle zerstörungsfreie Ultraschallprüfung mit Einzelschwinger-Prüfköpfen oder SE-Prüfköpfen zu bewerten ist. Dieses Dokument gilt auch für Mehrkanal-Prüfgeräte. Teile dieses Dokuments dürfen für Ultraschall-Prüfgeräte in automatisierten Prüfanlagen herangezogen werden, wobei dann jedoch weitere Prüfungen erforderlich sein können, um zufriedenstellende Leistungen sicherzustellen.

Ultraschall-Prüfgeräte für Dauerschall sind in diesem Dokument nicht enthalten.

Ultraschall-Prüfgeräte mit phasengesteuerten Arrays sind in diesem Dokument nicht enthalten, siehe z. B. ISO 18563-1. Wenn ein Prüfgerät mit phasengesteuerten Arrays über fest zugeordnete Anschlüsse für Einzelschwinger- oder SE-Prüfköpfe verfügt, ist dieses Dokument für diese Kanäle anwendbar.

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*

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>

3.1
Analogausgang
Ausgang am Ultraschallgerät, an dem eine Gleichspannung anliegt, die nominell der Amplitude des größten Signals innerhalb der Monitorblende proportional ist

3.2
Übersprechen beim Senden
Umfang der Signalübertragung während der Dauer des Sendeimpulses vom Senderausgang auf den Empfängereingang, wobei das Ultraschall-Prüfgerät dabei auf getrennten Betrieb des Senders/Empfängers (SE-Prüfkopf) geschaltet ist

3.3
kalibrierter Abschwächer
Gerät zur Regelung der Gesamtverstärkung des Ultraschall-Prüfgerätes, das in Dezibel kalibriert ist

3.4
tote Zone nach dem Sendeimpuls
Zeitintervall, das auf den Start des Sendeimpulses folgt, in dem bei dem Impuls-Echo-Verfahren der Verstärker nicht auf eintreffende Signale reagieren kann, weil er vom Sendeimpuls noch gesättigt ist

3.5

Abtastungenauigkeit bei der Digitalisierung

Ungenauigkeit bei der abgebildeten Amplitude des eintreffenden Signals, verursacht durch den periodischen Umwandlungsprozess im Analog-Digital-Umsetzer

3.6

äquivalenter Eingangs-Störpegel

Maß für den elektronischen Geräuschpegel, der auf dem Bildschirm des Ultraschallprüfgerätes beobachtet wird, festgelegt durch den Pegel eines Eingangssignals, das, gemessen am Empfängereingang, auf dem Bildschirm die gleiche Höhe erreichen würde, wenn der Verstärker selbst rauschfrei wäre

3.7

externer Abschwächer

gebräuchlicher Abschwächer, der zur Prüfung des Ultraschall-Prüfgerätes auf eine rückführbare Quelle kalibriert ist

3.8

Abfallzeit des Analogausgangs

Zeit, die der Proportionalausgang braucht, um von 90 % des Spitzenwertes auf 10 % abzufallen

3.9

Haltezeit des Schaltausgangs

Zeit, in der nach einem Signal in der Blende, das die Schwelle überschreitet, das Schaltsignal vom Monitor über 50 % seines Spitzenwertes bleibt

3.10

Haltezeit des Analogausgangs

Zeit, in der nach einem Signal in der Blende, das Signal am Analogausgang über 90 % seines Maximalwertes bleibt

3.11

Linearität des Analogausgangs

Maß dafür, wie genau die Ausgangsspannung am Proportionalausgang der Signalamplitude des Eingangssignals direkt proportional ist

3.12

mittlere Verstärkungseinstellung

Einstellung der Verstärkung am Ultraschallgerät, die in der Mitte zwischen maximaler und minimaler Verstärkung liegt, in Dezibel gemessen

BEISPIEL Für ein Ultraschallgerät mit einer maximalen Verstärkung von 100 dB und einer minimalen Verstärkung von 0 dB würde die mittlere Verstärkungseinstellung 50 dB betragen.

3.13

Störpegel des Analogausgangs

Maß für das Rauschen des Analogausgangs

3.14

Empfänger-Eingangsimpedanz

Beschreibung der internen Impedanz des Empfängers als eine Parallelschaltung eines Widerstandes und einer Kapazität

3.15

Ansprechzeit eines digitalen Ultraschall-Prüfgerätes

Zeit, in der ein Signal von einem digitalen Ultraschall-Prüfgerät fortwährend empfangen werden muss, um mit 90 % seines Spitzenwertes dargestellt zu werden

3.16

Anstiegszeit des Analogausgangs

Zeit, die der Proportionalausgang braucht, um von 10 % des Spitzenwertes auf 90 % anzusteigen

3.17

zeitliches Auflösungsvermögen

kleinstes Zeitintervall, in dem zwei Impulse durch eine Amplitudenabnahme von 6 dB voneinander getrennt sind

3.18

kurzer Impuls

nicht gleichgerichteter Impuls, der in dem Zeitintervall, in dem die Amplitude mehr als 50 % ihres Spitzenwertes erreicht, weniger als 1,5 Schwingungen enthält

3.19

Schalt-Hysterese

Differenz der Amplituden des Signals, das eine Monitorblende einschaltet und des Signals, das eine Monitorblende ausschaltet

4 Symbole

Tabelle 1 — Symbole

Symbol	Einheit	Bedeutung
A_o, A_n	dB	Während der Prüfungen angewendete Verstärkungseinstellungen
$C_{\max}$	pF	Parallelkapazität des Empfängers bei maximaler Verstärkung
$C_{\min}$	pF	Parallelkapazität des Empfängers bei minimaler Verstärkung
D_S	dB	Übersprechen beim Senden
Δf_g	Hz	Frequenzbandbreite, gemessen am Proportionalausgang
f_{go}	Hz	Mittenfrequenz, gemessen am Proportionalausgang
f_{gu}	Hz	Obere Grenzfrequenz bei –3 dB, gemessen am Proportionalausgang
f_{gl}	Hz	Untere Grenzfrequenz bei –3 dB, gemessen am Proportionalausgang
$f_{g\max}$	Hz	Frequenz zur maximalen Amplitude im Frequenzspektrum, gemessen am Proportionalausgang
f_0	Hz	Mittenfrequenz
f_u	Hz	Obere Grenzfrequenz bei –3 dB
f_l	Hz	Untere Grenzfrequenz bei –3 dB
$f_{\max}$	Hz	Frequenz zur maximalen Amplitude im Frequenzspektrum
Δf	Hz	Frequenzbandbreite
G_D	dB	Dynamikbereich
$I_{\max}$	A	Amplitude des maximalen Stromes, den der Proportionalausgang steuern kann
N	-	Anzahl der durchgeführten Messungen

Symbol	Einheit	Bedeutung
n_{ein}	$\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$	Äquivalenter Eingangsstörpegel
R_{I}	Ω	Abschlusswiderstand
R_{max}	Ω	Eingangswiderstand des Empfängers bei maximaler Verstärkung
R_{min}	Ω	Eingangswiderstand des Empfängers bei minimaler Verstärkung
S	dB	Verstärkungseinstellung
ΔT	s	Zeitabschnitt
t_{A}	s	Zeitliches Auflösungsvermögen
t_{d}	s	Impulslänge
T_{final}	s	Zeit bis zum Ende einer Abstand-Verstärkungs-Kurve
T_{O}	s	Zeit bis zum Anfang einer Abstand-Verstärkungs-Kurve
t_{r}	s	Anstiegszeit des Sendeimpulses von 10 % der Spitzenamplitude auf 90 %
V_{E}	V	Eingangsspannung am Empfänger
V_{ein}	V	Äquivalente Eingangs-Störspannung
V_{in}	V	Eingangsspannung
V_{I}	V	Ausgangsspannung am Proportionalausgang mit Anpasswiderstand
V_{max}	V	Maximale Eingangsspannung am Empfänger
V_{min}	V	Minimale Eingangsspannung am Empfänger
V_{O}	V	Ausgangsspannung am Proportionalausgang ohne Anpasswiderstand
V_{50}	V	Spannungsamplitude des Sendeimpulses bei einem Abschlusswiderstand von 50 Ω am Sender
V_{75}	Ω	Spannungsamplitude des Sendeimpulses bei einem Abschlusswiderstand von 75 Ω am Sender
Z_{O}	Ω	Ausgangsimpedanz des Senders
Z_{A}	Ω	Ausgangsimpedanz des Analogausgangs

5 Allgemeine Anforderungen an die Übereinstimmung

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

- das Ultraschallgerät muss Abschnitt 7 entsprechen;
- es muss eine Konformitätserklärung nach ISO 17050-1 vorliegen, die entweder vom Hersteller, der ein zertifiziertes Qualitätsmanagementsystem betreibt (z. B. nach ISO 9001), oder von einer Organisation ausgestellt ist, die ein akkreditiertes Prüflabor (z. B. nach ISO/IEC 17025) betreibt;

- c) das Ultraschallgerät 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 zurückgeführt werden können;
- d) es muss eine technische Spezifikation des Herstellers für das entsprechende Ultraschallgerät zur Verfügung stehen, in der die Leistungskriterien nach Abschnitt 6 festgelegt sind.

6 Technische Spezifikation des Herstellers für Ultraschallgeräte

Die technische Spezifikation des Herstellers für ein Ultraschallgerät muss mindestens die in Tabelle 2 aufgeführten Angaben enthalten (M = Messwert, OI = Sonstige Angaben). Die für die in diesem Abschnitt aufgeführten Parameter angegebenen tatsächlichen Werte müssen die Ergebnisse der in Abschnitt 7 beschriebenen Prüfungen mit den angegebenen Grenzwerten sein.

Falls anwendbar, sollten bei diesen Einzelheiten auch die benutzten Abtastraten, die Auswirkung der Impulsfolgefrequenz oder des Abbildungsbereiches auf die Abtastrate sowie die Ansprechzeit enthalten sein. Zusätzlich müssen die Grundzüge zu jedem benutzten Algorithmus zur Verarbeitung von Daten für die Anzeige beschrieben werden und die Version jeder installierten Software ist anzugeben.

Tabelle 2 — Technische Eigenschaften, die in der technischen Spezifikation des Geräts anzugeben sind

Angabe	Art der Angabe	Bemerkungen
Allgemeine Merkmale		
Größe	OI	Breite (mm) × Höhe (mm) × Tiefe (mm)
Masse	OI	Im betriebsfähigen Zustand einschließlich aller Batterien
Art(en) der Energieversorgung	OI	—
Art(en) von Gerätebuchsen	OI	—
Arbeitszeit der Batterie	M	Bei vollständig geladenen neuen Batterien
Anzahl und Art der Batterien	OI	—
Temperaturstabilität	M	—
Stabilität nach der Aufwärmzeit	M	—
Stabilität bei Spannungsschwankungen	M	—
Temperatur- und Spannungsbereiche (Netz und/oder Batterien), innerhalb derer das Gerät entsprechend der technischen Spezifikation arbeitet (Betrieb und Lagerung)	OI	Wenn eine Aufwärmzeit nötig ist, muss ihre Dauer angegeben werden
Art der Anzeige, die ausgegeben wird, wenn eine niedrige Batteriespannung dazu führt, dass die Leistung des Ultraschallgeräts nicht mehr der Spezifikation entspricht	OI	—
Impulsfolgefrequenzen (en: pulse repetition frequencies, PRF)	M	Mindest- und Höchstwerte
Höchster Stromverbrauch	OI	VA (Voltampere)
Schutzgrad	OI	—

Angabe	Art der Angabe	Bemerkungen
Umgebung	OI	Beispielsweise: Beschränkung gefährlicher Stoffe (RoHS), explosive Atmosphäre (ATEX), Schwingungen, Feuchte
Mehrkanal-Anordnung	OI	Anzahl gleichzeitig gesteuerter Kanäle (Parallelbetrieb) und Anzahl verfügbarer Kanäle (Multiplexbetrieb)
Erweiterung der Anzahl von Kanälen durch gegenseitige Verbindung von Geräten	OI	—
Verfügbare Maßeinheiten	OI	Beispielsweise: mm, Zoll, %, dB, V
Anzeigeteil		
Größe und Auflösung des Bildschirms	OI	—
Bereich der Schallgeschwindigkeiten	OI	—
Verzögerungsbereich und Tiefe der Zeitachse	OI	—
Liste verfügbarer Ansichten	OI	—
Bildschirm-Auffrischungsrate für A-Bild-Darstellungen	OI	—
Maximale Digitalisierungsfrequenz ohne Verarbeitung	OI	—
Digitalisierungsfrequenz mit Verarbeitung	OI	Beispielsweise: Interpolation
Vertikale Auflösung des Digitalisierungsgeräts	OI	In Bit
Höchste digitalisierte Frequenz	OI	—
Abweichung der Zeitachse	M	—
Ansprechzeit	M	—
Eingänge/Ausgänge		
An der Ausgangsbuchse verfügbarer Ausgang für nicht gleichgerichtete (d. h. Hochfrequenz-, HF-) und/oder gleichgerichtete Signale	OI	—
Anzahl und Eigenschaften von Logik- und Analog-Steuerausgängen	OI	Einschließlich Schaltplan
Anzahl und Eigenschaften von Gebereingängen	OI	Einschließlich Schaltplan
Netzeingang	OI	Wechselspannung, Gleichspannung, Spannungsbereich, Leistung (W)
Verfügbare Energieversorgung für externe Geräte	OI	Spannung, Leistung
Synchronisierungs-Eingang/-Ausgang	OI	—
Sender		
Form des Sendeimpulses und gegebenenfalls Polarität	OI	d. h. Rechtecksignal, unidirektionaler, bidirektionaler, Arbiträr-Impuls

Angabe	Art der Angabe	Bemerkungen
Sendespannung, Impuls-Anstiegszeit, Impuls-Abfallzeit und Impulslänge	M	—
Ausgangsimpedanz	M	—
Möglichkeit der Anwendung verschiedener Spannungen auf jedem Kanal	OI	—
Je Sender verfügbare Höchstleistung	OI	—
Empfänger		
Eigenschaften des Verstärkungsstellers, d. h. Bereich in Decibel, Wert von Schritten	OI	—
Eigenschaften des logarithmischen Verstärkers	OI	—
Eingangsspannung bei voller Bildschirmhöhe (en: full screen height, FSH)	OI	—
Eingangs-Höchstspannung	M	$V_{\max}$, gemessen nach 8.9.4.1
Linearität der vertikalen Achse	M	—
Frequenzverhalten	M	—
Totzeit nach dem Sendeimpuls	M	—
Äquivalenter Eingangsstörpegel	M	$\frac{nV}{\sqrt{Hz}}$
Dynamikbereich	M	—
Eingangsimpedanz	M	—
Zeitkorrigierte Verstärkung (en: time corrected gain, TCG)	M	—
Möglichkeit der Anwendung verschiedener Verstärkungswerte bei jedem Kanal	OI	—
Übersprechen zwischen Sender und Empfänger	M	—
Linearität der Verstärkung	M	—
Datenerfassung		
Übertragungsrate zwischen der externen Speichereinheit und dem Gerät	OI	Einschließlich Art der Schnittstelle
Höchstanzahl der je Sekunde gespeicherten A-Bilder	OI	Die A-Bild-Eigenschaften sind anzugeben
Höchstanzahl der je Sekunde gespeicherten C-Bilder	OI	Die C-Bild-Eigenschaften sind anzugeben
Höchstanzahl von Proben je A-Bild	OI	—
Blenden		
Anzahl der Blenden	OI	—
Schwellenwertbetrieb	OI	Beispielsweise: Koinzidenz oder Antikoinzidenz

Angabe	Art der Angabe	Bemerkungen
Messart	OI	Beispielsweise: Schwellenwert, Spitzenamplitude, Nulldurchgang
Synchronisierung von Blenden	OI	Beispielsweise: Sendeimpuls, erstes Echo
Eigenschaften von Blenden	OI	Schwellenwert, Position, Dauer
Messauflösung	OI	—
Auslösen von Warnungen	OI	Beispielsweise: Anzahl von Sequenzen bevor ein Alarm ausgelöst wird
Linearität der Amplitude in der Blende	M	—
Linearität der Laufzeit in der Blende	M	—
Impedanz des Analogausgangs	M	—
Linearität des Analogausgangs	M	—
Einfluss der Position des Messsignals im Analogausgang	M	—
Anstiegszeit, Abfallzeit und Haltezeit des Analogausgangs	M	—
Schwellenwert des Alarmausgangs der Blende	M	—
Schalthysterese des Alarmausgangs der Blende	M	—
Haltezeit des Alarmausgangs der Blende	M	—
Signalverarbeitung		
Verarbeitungsmerkmale	OI	Beispielsweise: Mittelung, schnelle Fourier-Transformation (FFT), Gleichrichtung, Hüllkurve, Dimensionsmessungen
M Messwert. OI Sonstige Angaben (en: other information). RoHS Beschränkung gefährlicher Stoffe (en: Restriction of Hazardous Substances Directive). ATEX ATEX-Richtlinie.		

7 Anforderungen an die Leistungsfähigkeit von Ultraschallgeräten

Das Ultraschallgerät ist allen nachfolgend beschriebenen Prüfungen zu unterziehen. Bei Mehrkanal-Geräten im Parallel- oder Multiplexbetrieb muss jeder zu verwendende Kanal geprüft werden. Die Prüfergebnisse müssen in jedem Fall die angegebenen Anforderungen erfüllen oder übertreffen. Die Ergebnisse müssen aufgezeichnet und für die Verifizierung aufbewahrt werden.

- a) Prüfungen der Gruppe 1: sind bei der Herstellung an einer repräsentativen Probe der gleichen Art wie die hergestellten Ultraschallgeräte durchzuführen;
- b) Prüfungen der Gruppe 2: sind an jedem Ultraschallgerät durchzuführen:
 - 1) durch den Hersteller oder seinen Beauftragten vor der Auslieferung des Ultraschallgerätes (Nullmessungen);
 - 2) durch den Hersteller, den Eigentümer oder ein Labor, in Abständen von zwölf Monaten, um die Leistungsfähigkeit des Ultraschallgerätes während seiner Lebensdauer nachzuweisen;
 - 3) nach der Reparatur des Ultraschallgerätes.

Durch Vereinbarung zwischen den beteiligten Parteien dürfen diese Prüfungen der Gruppe 2 durch zusätzliche Prüfungen aus der Gruppe 1 ergänzt werden.

Für Ultraschallgeräte, die vor dem Inkrafttreten dieses Dokuments auf den Markt gebracht wurden, muss die anhaltende Übereinstimmung mit diesem Dokument dadurch nachgewiesen werden, dass die (wiederkehrenden) Prüfungen der Gruppe 2 alle zwölf Monate durchgeführt werden.

Nach Reparaturen müssen alle Parameter, die möglicherweise durch die Reparatur beeinflusst wurden, durch geeignete Prüfungen aus der Gruppe 1 oder der Gruppe 2 überprüft werden.

In Tabelle 3 sind die Prüfungen, die an Ultraschallgeräten durchgeführt werden müssen, zusammengefasst.

Tabelle 3 — Zusammenstellung der Prüfungen für Ultraschallgeräte

	Gruppe 1 Prüfungen durch den Hersteller	Gruppe 2 Nullmessungen, wiederkehrende Prüfungen und Prüfungen nach Reparatur
	Unterabschnitt	Unterabschnitt
Physikalische Beschaffenheit und äußeres Erscheinungsbild	9.2	9.2
Arbeitszeit der Batterie	8.2	—
Stabilität		
Stabilität nach der Aufwärmzeit	8.3	—
Stabilität bei Spannungsschwankungen	8.5	—
Temperaturstabilität	8.4	—
Abweichung der Zeitachse	8.6	—

	Gruppe 1 Prüfungen durch den Hersteller	Gruppe 2 Nullmessungen, wiederkehrende Prüfungen und Prüfungen nach Reparatur
	Unterabschnitt	Unterabschnitt
Sendeimpuls		
Impulsfolgefrequenz	8.7.2	—
Effektive Ausgangsimpedanz	8.7.3	—
Sendespannung, Impulsanstiegszeit und -länge	9.3	9.3
Empfänger		
Übersprechen zwischen Sender und Empfänger während des Sendens	8.8.2	—
Totzeit nach dem Sendeimpuls	8.8.3	—
Dynamikbereich	8.8.4	—
Empfänger-Eingangsimpedanz	8.8.5	—
Zeitkorrigierte Verstärkung (TCG, en: time corrected gain)	8.8.6	—
Zeitliches Auflösungsvermögen	8.8.7	—
Frequenzverhalten	9.4.2	9.4.2
Rauschen	9.4.3	9.4.3
Linearität der Verstärkung	9.4.4	9.4.4
Vertikallinearität	9.4.5	9.4.5
Blenden		
Blenden mit Wert-Ausgang		
Linearität der Amplitude in der Blende	8.9.2.1	
Linearität der Laufzeit in der Blende	8.9.2.2	
Blenden mit Analogausgang		
Impedanz des Analogausgangs	8.9.3.1	
Linearität des Analogausgangs	8.9.3.2	
Einfluss der Signalposition innerhalb der Blende	8.9.3.3	
Anstiegszeit, Abfallzeit und Haltezeit des Analogausgangs	8.9.3.4	
Blenden mit Alarmausgang		
Ansprechschwelle und Schalthysterese	8.9.4.2	
Haltezeit des Alarms der Blende	8.9.4.3	
Digitale Verarbeitung		
Abtastfehler bei der Digitalisierung	8.10.1	—
Reaktionszeit digitaler Ultraschallgeräte	8.10.2	—

8 Prüfungen der Gruppe 1

8.1 Erforderliche Ausrüstung für Prüfungen der Gruppe 1

Für die Durchführung von Prüfungen der Gruppe 1 an Ultraschallgeräten ist die folgende Ausrüstung unbedingt erforderlich:

- a) entweder:
 - 1) ein Oszilloskop mit einer Mindestbandbreite von 100 MHz und ein Spektrum-Analysator mit mindestens 40 MHz Bandbreite; oder
 - 2) ein Digitaloszilloskop mit einer Mindestbandbreite von 100 MHz, das imstande ist, schnelle Fourier-Transformationen durchzuführen;
- b) 50-Ω- und 75-Ω-Widerstände mit einer Grenzabweichung von ± 1 %;
- c) ein üblicher 50-Ω-Abschwächer mit 1-dB-Stufen bei einem Gesamtumfang von 100 dB. Der Abschwächer darf für Signale mit einer Frequenz bis zu 15 MHz nur eine kumulierte Abweichung von weniger als 0,3 dB innerhalb eines 10-dB-Intervalls haben;
- d) entweder:
 - 1) ein Signalgenerator für beliebige Signale; oder
 - 2) zwei Signalgeneratoren mit externen Triggern oder Blenden, die in der Lage sind, innerhalb von Blenden zwei Burst-Signale mit sinusförmigen Hochfrequenz-Schwingungen zu erzeugen. Die Amplituden der beiden Signale müssen unabhängig voneinander bis zu einem Verhältnis von 20 dB eingestellt werden können;

Wenn zwei Signalgeneratoren benutzt werden, müssen durch eine geeignete Schaltung die beiden Ausgangssignale der Generatoren zu einem Messsignal zusammengefasst werden.

- e) eine Schutzschaltung. Ein Beispiel wird in Bild 2 gezeigt;
- f) ein Zeitzähler, der nach 1 000 Triggerimpulsen einen Überlaufimpuls erzeugen und dabei die Zeitspanne zwischen zwei Impulsen mit einer Fehlergrenze von 0,01 % messen kann;
- g) ein Impedanz-Messgerät;
- h) eine Klimaprüfkammer;
- i) eine einstellbare Spannungsversorgung, die jede im Ultraschallgerät eingesetzte Batterie ersetzen kann;
- j) ein einstellbarer Transformator zur Steuerung der Netzspannung.

Alle Prüfungen der Gruppe 1 benutzen zur Erzeugung der erforderlichen Signale elektronische Hilfsmittel. Dabei müssen die Eigenschaften und die Stabilität der verwendeten Geräte für den Zweck der Prüfungen angemessen sein.

ANMERKUNG Vor dem Anschließen des Oszilloskopes und/oder des Spektrum-Analysators an den Sender des Ultraschallgerätes, wie es für einige Prüfungen in diesem Dokument erforderlich ist, wird überprüft, ob die Messgeräte nicht durch die hohe Spannung des Sendeimpulses beschädigt werden.

8.2 Arbeitszeit der Batterie

8.2.1 Durchführung

Die Arbeitszeit des unbelasteten Ultraschallgeräts (ohne angeschlossenen Prüfkopf) bei ausschließlicher Verwendung von Batterien (d. h. das Gerät sollte von der Netzstromversorgung getrennt sein) ist unter den folgenden Bedingungen zu messen:

- vollständig geladene neue Batterie(n);
- Umgebungstemperatur zwischen 20 °C und 30 °C;
- Verstärkung auf die mittlere Einstellung eingestellt;
- wenn das Gerät mit einem Bildschirm ausgestattet ist:
- Ausgabe der A-Bild-Darstellung;
- die Helligkeit ist auf den mittleren Bereich eingestellt.

Sofern es die Eigenschaften des Geräts ermöglichen:

- wird die Impulsfolgefrequenz auf 1 kHz eingestellt;
- wird die Impulsspannung auf mindestens 50 V eingestellt;
- wird die Impulsdauer gegebenenfalls auf 100 ns eingestellt;
- wird die Zeitachse auf 50 µs eingestellt.

In allen anderen Fällen werden diese Parameter auf ihre typischen Werte eingestellt. Geänderte Parameter müssen vom Hersteller festgelegt werden.

8.2.2 Annahmekriterium

Die gemessene Dauer muss der vom Hersteller festgelegten Dauer entsprechen oder größer als diese sein.

8.3 Stabilität nach der Aufwärmzeit

8.3.1 Durchführung

Die Prüfung wird in einer Umgebung durchgeführt, deren Temperatur bis auf ± 5 °C innerhalb des Temperaturbereiches beibehalten wird, der in der technischen Spezifikation des Herstellers des Ultraschallgerätes festgelegt ist. Es wird sichergestellt, dass die Netzspannung oder Batteriespannung innerhalb der in der technischen Spezifikation des Herstellers geforderten Bereiche liegt.

Für Stahl wird ein Schallwegbereich von 100 mm eingestellt. Der Signalgenerator wird für den mittleren Frequenzbereich des Gerätes so eingestellt, dass er eine einzige zyklische Sinuswelle erzeugt. Eine Zeitverzögerung, die etwa 50 % des Schallwegbereichs entspricht, wird addiert. Die Signalamplitude wird so eingestellt, dass 80 % der vollen Bildschirmhöhe (FSH) erreicht werden.

Die Amplitude und die Position des Signals auf der Zeitachse werden in Abständen von 10 Minuten über eine Zeitspanne von 30 Minuten beobachtet.

8.3.2 Annahmekriterien

Während einer Zeitspanne von 30 Minuten nach Zulassung der Aufwärmzeit, darf in Übereinstimmung mit der technischen Spezifikation des Herstellers:

- a) die Signalamplitude um höchstens ± 2 % der vollen Bildschirmhöhe (FSH) schwanken;
- b) muss die größte zulässige Verschiebung auf der Zeitachse weniger als ± 1 % der vollen Bildschirmbreite (en: full screen width, SFW) betragen.

8.4 Temperaturstabilität

8.4.1 Durchführung

Das Ultraschall-Prüfgerät wird in eine Klimakammer (relative Luftfeuchte zwischen 40 % und 60 %) gebracht und verschiedenen Umgebungstemperaturen ausgesetzt. Die Höhe und die Position des Signals auf dem Bildschirm des Geräts sind in Schritten von höchstens 10 °C über den vom Hersteller festgelegten Temperaturbereich abzulesen und aufzuzeichnen.

Das Gerät wird in den Betrieb mit getrenntem Sender und Empfänger geschaltet. Der Senderausgang wird mit dem ersten Kanal eines Zweikanaloszilloskops und dem Triggereingang eines Signalgenerators verbunden (siehe Bild 1). Der Ausgang des in Torschaltung geschalteten Signalgenerators wird mit dem Empfängereingang des Ultraschallgeräts sowie mit dem zweiten Kanal des Oszilloskops verbunden.

Für eine Geschwindigkeit von 5 920 m/s wird bei vollständiger Gleichrichtung der Prüfbereich auf 50 mm eingestellt. Der Kanal 1 des Oszilloskops wird so eingestellt, dass der Sendeimpuls des Geräts zu beobachten ist. Der Signalgenerator wird so eingestellt, dass er mit einer Verzögerung von 10 μ s drei Schwingungen eines transienten Signals von 2 MHz bis 6 MHz erzeugt. Die von Spitze zu Spitze gemessene Amplitude des transienten Signals wird auf 1 V eingestellt. Der Kanal 2 des Oszilloskops wird so angepasst, dass das transiente Signal zu beobachten ist. Dann wird der Verstärkungssteller des Ultraschallgeräts auf eine Position gesetzt, bei der das beobachtete Signal 80 % der vollen Bildschirmhöhe (FSH) erreicht.

8.4.2 Annahmekriterium

Bei Temperaturveränderungen um jeweils 10 °C darf die Amplitude des Bezugssignals höchstens um ± 5 % und die Signalposition um höchstens ± 1 % schwanken.

8.5 Stabilität bei Spannungsschwankungen

8.5.1 Durchführung

Geräte, die ausschließlich Netzversorgung anwenden, müssen an einen einstellbaren Transformator angeschlossen werden, um die Netzspannung zu steuern. Bei Geräten, die als Primärenergiequelle eine Batterie anwenden, muss die Batterie durch eine geregelte Spannungsversorgung ersetzt werden.

Durchzuführen sind Prüfungen bei

- a) Schwankungen der Netzspannung über den vom Hersteller empfohlenen Bereich hinaus, und
- b) Schwankungen der Batteriespannung über den Spannungsbereich, den eine vollständig aufgeladene Batterie bis zu ihrer Entladung liefert.

Für Geräte, die auch während des Ladens der Batterie mit Spannung versorgt werden und arbeiten können, müssen auch die Schwankungen der Leitungsspannung gegenüber dem Ladegerät geprüft werden.

Wenn das Ultraschallgerät über eine automatische Abschaltung oder Warneinrichtung verfügt, wird die Netz- und/oder Batteriespannung verringert und die Signalamplitude aufgezeichnet, bei der die Abschaltung oder Warnung erfolgt.

Das Gerät wird in den Betrieb mit getrenntem Sender und Empfänger geschaltet. Der Senderausgang wird mit dem ersten Strahl eines Zweistrahloszilloskops und dem Triggereingang eines HF-Signalgenerators verbunden (siehe Bild 1). Der Ausgang des in Torschaltung geschalteten Signalgenerators wird mit dem Empfängereingang des Geräts sowie mit dem zweiten Strahl des Oszilloskops verbunden.

Für eine Geschwindigkeit von 5 920 m/s wird bei vollständiger Gleichrichtung der Prüfbereich auf 50 mm eingestellt. Der Strahl 1 des Oszilloskops wird so eingestellt, dass der Sendeimpuls zu beobachten ist. Der Signalgenerator wird so eingestellt, dass er mit einer Verzögerung von 10 μ s drei Schwingungen eines transienten Signals von 2 MHz bis 6 MHz erzeugt. Die von Spitze zu Spitze gemessene Amplitude des transienten Signals wird auf 1 V eingestellt. Der Strahl 2 des Oszilloskops wird so angepasst, dass das transiente Signal zu beobachten ist. Dann wird der Verstärkungssteller des Ultraschallgeräts auf eine Position gesetzt, bei der das beobachtete Signal 80 % der FSH erreicht.

Beobachtet wird die Veränderung der Amplitude und Lage des Bezugssignals auf der Zeitachse innerhalb der in der technischen Spezifikation festgelegten Bereiche.

8.5.2 Annahmekriterium

Die Amplitude des Bezugssignals darf um nicht mehr als ± 5 % schwanken und die Position darf um nicht mehr als ± 1 % schwanken. Der Betrieb einer automatischen Abschalteinrichtung oder einer Warnleuchte (falls vorhanden) muss erfolgen, bevor sich die Amplitude des Bezugssignals um mehr als ± 2 % der FSH oder der Bereich um mehr als ± 1 % der vollen Bildschirmbreite gegenüber der ursprünglichen Einstellung verändert.

8.6 Abweichung der Zeitachse

8.6.1 Durchführung

Diese Prüfung vergleicht die Linearität der Zeitachse des Ultraschallgerätes mit der eines externen kalibrierten Generators.

Das Gerät wird wie in Bild 6 gezeigt angeschlossen. Der Impulsgenerator wird so eingestellt, dass er eine einfache Sinusschwingung mit der Mittenfrequenz f_0 des breitesten Frequenzbereiches erzeugt. Nacheinander wird die Zeitachse auf den minimalen Bereich, den maximalen Bereich und die mittlere Einstellung geschaltet. Bei jeder Einstellung werden die Trigger-Verzögerung, die Verstärkung des Ultraschallgeräts und der externe kalibrierte Abschwächer so eingestellt, dass ein Signal mit mindestens 80 % der vollen Bildschirmhöhe (FSH) in der Mitte der Zeitachse erreicht wird. Dieser Schritt legt die Zeitbezüge des Impulsgenerators fest.

Die Trigger-Verzögerung des Impulsgenerators wird in Schritten, die kleiner oder gleich 5 % der Bildschirmbreite sind, abgeändert.

Jede Verzögerung wird aufgezeichnet und der Moment, der dem Ort der Anzeige auf dem Ultraschallgerät entspricht (ansteigende Flanke oder maximale Amplitude) wird gemessen.

Für jede Messung wird die Differenz zwischen der am Ultraschallgerät abgelesenen Zeit und der vom Generator ausgegebenen Verzögerung berechnet.

8.6.2 Annahmekriterium

Die maximale Abweichung darf entweder $\pm 0,5$ % der Bildschirmbreite oder die Zeitauflösung des Geräts nicht überschreiten.

8.7 Parameter des Sendeimpulses

8.7.1 Allgemeines

Dieser Unterabschnitt enthält Prüfungen zur Impulsfolgefrequenz und zur effektiven Ausgangsimpedanz. Prüfverfahren und Annahmekriterien bezüglich der Sendespannung, Anstiegszeit und Impulslänge werden in 9.3 angegeben.

8.7.2 Impulsfolgefrequenz

8.7.2.1 Durchführung

Das Ultraschallgerät wird in den Betrieb mit getrenntem Sender und Empfänger geschaltet und an den Senderausgang wird ein Oszilloskop angeschlossen.

Es wird überprüft, ob der Eingang des Oszilloskops durch die hohe Spannung des Sendeimpulses nicht beschädigt wird. Das Oszilloskop wird an den Senderausgang des Ultraschallprüfgeräts unter Anwendung eines 100×- oder 50×-Prüfkopfes angeschlossen.

Das Oszilloskop wird so eingestellt, dass mindestens zwei Impulse angezeigt werden. Die Folgefrequenz ist der Kehrwert der Zeit zwischen den Impulsen. Wegen einer möglichen Wechselwirkung zwischen der Impulsfolgefrequenz (PRF) und der Prüfbereichssteuerung wird nachgeprüft, ob die PRF nicht durch den Prüfbereich eingeschränkt wird. Um sicherzugehen, dass die wahre PRF gemessen wird, müssen Signalverarbeitungsfunktionen wie z. B. die entfernungsabhängige Verstärkungskorrektur (en: distance amplitude correction, DAC) ausgeschaltet sein.

Die Impulsfolgefrequenz wird mit dem Oszilloskop bei der kleinsten, größten und einer typischen Einstellung für die Impulsfolgefrequenz gemessen.

8.7.2.2 Annahmekriterium

Bei jeder Einstellung muss der Messwert für die Impulsfolgefrequenz innerhalb $\pm 5\%$ mit dem gewählten Wert oder mit der Angabe in der technischen Spezifikation übereinstimmen.

8.7.3 Effektive Ausgangsimpedanz

8.7.3.1 Durchführung

Mit den in 9.3.1 aufgeführten Verfahren wird die Spannung V_{50} des Impulssenders gemessen, wobei der Sender mit einem rein Ohmschen Widerstand von $50\ \Omega$ abgeschlossen wird. Dann wird der $50\text{-}\Omega$ -Widerstand durch einen $75\text{-}\Omega$ -Widerstand ersetzt und mithilfe des Oszilloskops die Sendeimpulsspannung V_{75} gemessen, wobei der Sender mit einem $75\text{-}\Omega$ -Widerstand abgeschlossen wird. Die Messung muss für alle Einstellungen der Impulsenergie und der Sendeimpulsfrequenz, bei maximaler und bei minimaler Impulsfolgefrequenz durchgeführt werden, bei jeweils maximaler und minimaler Bedämpfung des Sendeimpulses.

Für jede Impulseinstellung wird die effektive Ausgangsimpedanz Z_0 mittels Gleichung (1) berechnet:

$$Z_0 = 50 \times 75 \frac{(V_{75} - V_{50})}{75V_{50} - 50V_{75}} \Omega \quad (1)$$

ANMERKUNG Die Spannungen V_{50} und V_{75} sind die Werte zu den maximalen Auslenkungen der betreffenden Impulse von der Grundlinie.

8.7.3.2 Annahmekriterium

Die effektive Ausgangsimpedanz muss innerhalb von $\pm 5\%$ des in der technischen Spezifikation angegeben Wertes liegen und darf nicht mehr als $50\ \Omega$ betragen.

8.8 Empfänger

8.8.1 Allgemeines

In diesem Unterabschnitt werden Prüfungen zum Messen des Übersprechens zwischen Sender und Empfänger, der Empfänger-Empfindlichkeit, der Totzeit nach dem Sendeimpuls, des Dynamikbereichs, der Eingangsimpedanz, der entfernungsabhängigen Amplitudenkorrektur und des zeitlichen Auflösungsvermögens angegeben. Die Verfahren und Annahmekriterien für die Verstärker-Bandbreite, den äquivalenten Eingangs-Störpegel, die Genauigkeit des kalibrierten Abschwächers und die Vertikallinearität des Bildschirms sind in 9.4 angegeben.

8.8.2 Übersprechen zwischen Sender und Empfänger während des Sendens

8.8.2.1 Durchführung

Der Impulsgeber und der Empfänger werden mit einem $50\text{-}\Omega$ -Widerstand abgeschlossen und das Gerät wird in den Betrieb mit getrenntem Sender und Empfänger geschaltet. Die Spannungen (Spitze-Spitze) am Ausgang des Impulsgebers V_{50} und am Empfängereingang V_E werden mit einem Oszilloskop gemessen, wie im Bild 3 gezeigt. Der Logarithmus des Verhältnisses beider Spannungen wird als Übersprechen während des Sendens D_s [angegeben in Dezibel (dB)] festgelegt. Um ein zusätzliches Übersprechen aufgrund der Messanordnung zu verhindern, werden für den Sender und den Empfänger jeweils gesonderte Messungen unter Anwendung lediglich eines Kanals des Oszilloskops durchgeführt, siehe Gleichung (2).

$$D_s = 20 \log_{10} \left(\frac{V_{50}}{V_E} \right) \quad (2)$$

8.8.2.2 Annahmekriterium

Der Wert des Übersprechens während des Sendens (D_s) muss höher als 80 dB sein.

Bei Mehrkanalsystemen muss der Wert des Übersprechens während des Sendens (D_s) höher sein als der in der technischen Spezifikation des Herstellers festgelegte Wert.

8.8.3 Totzeit nach dem Sendeimpuls

8.8.3.1 Durchführung

Die volle Bildschirmbreite des Ultraschallgerätes wird für das Zeitintervall von $0\ \mu\text{s}$ bis $25\ \mu\text{s}$ kalibriert. Die Nullpunktverschiebung wird dann so eingestellt, dass die Anstiegsflanke des Sendeimpulses gerade bei der Nullmarke liegt.

Der Aufbau nach Bild 4 wird mit dem im Einzelschwingerbetrieb (verbundener Sender und Empfänger) befindlichen Ultraschallgerät verbunden.

ANMERKUNG Die Schaltung nach Bild 2 dient zum Schutz des Signalgenerators vor dem Sendeimpuls.

Der Reihe nach werden jetzt alle Prüfkopf-Frequenzeinstellungen des Ultraschallgerätes ausgewählt und der Ausgang des Signalgenerators wird auf die Bandmittenfrequenz der Prüfkopf-Frequenzeinstellung eingestellt, wobei der Ausgangspegel des Signalgenerators so einzustellen ist, dass auf dem Bildschirm die

maximale Signalthöhe erreicht wird, wie in Bild 5 dargestellt. Die Signalamplitude wird mithilfe des Verstärkungsstellers des Gerätes bei maximalem Bildschirmbereich auf 50 % der FSH gesetzt.

Als Totzeit in Mikrosekunden (μs) wird die Zeit zwischen dem Fußpunkt bis zu dem Punkt auf der Zeitachse angegeben, an dem die Amplitude 25 % der FSH erreicht (d. h. 50 % der Amplitude am Ende des Bildschirms).

8.8.3.2 Annahmekriterium

Die Totzeit des Geräts darf höchstens dem in der technischen Spezifikation des Herstellers angegebenen Wert entsprechen.

8.8.4 Dynamikbereich

8.8.4.1 Durchführung

Der Dynamikbereich wird bei der Mittenfrequenz f_0 jedes Frequenzbandes ermittelt mit der Prüfausrüstung nach Bild 6 und dem in 9.4.2 beschriebenen Verfahren. Das Prüfsignal mit zehn Schwingungen, das mit dieser Ausrüstung zu erzeugen ist, wird im Bild 7 gezeigt. Die Steller des Ultraschallgerätes für Abschwächung/Verstärkung (kalibriert und unkalibriert) werden auf minimale Verstärkung gestellt. Die Amplitude des Eingangssignals wird jetzt so lange erhöht, bis das Signal bei 100 % der FSH abgebildet wird oder bis bei einer Erhöhung des Eingangssignals keine erkennbare lineare Änderung der Signalamplitude mehr auftritt. Jetzt wird die Amplitude der Eingangsspannung V_{max} (unter gebührender Berücksichtigung der Standardeinstellung des Abschwächers) gemessen.

Anschließend werden die Verstärkungssteller des Ultraschallgerätes (kalibriert und unkalibriert) auf maximale Verstärkung gestellt.

Wenn der Störpegel bei dieser Verstärkungseinstellung über 5 % der FSH liegt, wird die Verstärkung vermindert, bis der Störpegel 5 % der FSH beträgt.

Die Amplitude des Eingangssignals wird so eingestellt, dass das Signal bei 10 % der FSH abgebildet wird. Jetzt wird die Amplitude der Eingangsspannung V_{min} (unter gebührender Berücksichtigung der Standardeinstellung des Abschwächers) gemessen.

Der nutzbare Dynamikbereich G_D ist durch Gleichung (3) gegeben:

$$G_D = 20 \log_{10} \left(\frac{V_{\text{max}}}{V_{\text{min}}} \right) \quad (3)$$

es sei denn, V_{min} ist kleiner als der äquivalente Eingangs-Störpegel V_{ein} , dann ist der nutzbare Dynamikbereich beschränkt auf:

$$G_D = 20 \log_{10} \left(\frac{V_{\text{max}}}{V_{\text{ein}}} \right) \quad (4)$$

8.8.4.2 Annahmekriterien

Die folgenden Kriterien müssen eingehalten werden:

- der nutzbare Dynamikbereich G_D ist abhängig von V_{max} und muss mindestens $100 \text{ dB} - 20 \log_{10} \left(\frac{40 \text{ V}}{V_{\text{max}}} \right) \text{ dB}$ in mindestens einem festgelegten Frequenzbereich entsprechen; und
- die kleinste Eingangsspannung V_{min} darf höchstens dem in der technischen Spezifikation des Herstellers angegebenen Wert entsprechen.

8.8.5 Empfänger-Eingangsimpedanz

8.8.5.1 Durchführung

Real- und Imaginärteil der Empfänger-Eingangsimpedanz werden mit einem Impedanz-Messgerät ermittelt, wobei das Ultraschallgerät sowohl für den Betrieb mit getrenntem Sender und Empfänger (SE-Betrieb) als auch für den Betrieb mit kombiniertem Sender/Empfänger (Einzelschwingerbetrieb) geschaltet wird. Bei der Messung der Eingangsimpedanz im Einzelschwingerbetrieb sollte der Sendeimpuls ausgeschaltet werden, ohne dass der Empfänger vom Sender getrennt wird. Diese Messungen müssen bei einer Signalfrequenz von 4 MHz bei der minimalen ($R_{\min}$, $C_{\min}$) und der maximalen ($R_{\max}$, $C_{\max}$) Verstärkungseinstellung durchgeführt werden. Ein Dämpfungssteller sollte, falls vorhanden, während der Prüfung auf den Mindestwert eingestellt werden.

Im Allgemeinen kann die Eingangsimpedanz ausreichend durch einen Eingangswiderstand mit einer parallel geschalteten Kapazität beschrieben werden.

8.8.5.2 Annahmekriterium

Bei 4 MHz muss der Realteil der Impedanz $R_{\max}$ bei maximaler Verstärkung größer oder gleich $50\ \Omega$ sein und kleiner oder gleich $1\ \text{k}\Omega$ sein. Die Parallelkapazität $C_{\max}$ muss kleiner oder gleich $200\ \text{pF}$ sein. Die Realteile der Eingangsimpedanz bei maximaler Verstärkung $R_{\max}$ und bei minimaler Verstärkung $R_{\min}$ müssen die Bedingung in Gleichung (5) erfüllen:

$$\frac{|R_{\max} - R_{\min}|}{R_{\max}} \leq 0,1 \quad (5)$$

und die kapazitiven Teile der Eingangsimpedanz bei minimaler Verstärkung $C_{\min}$ und bei maximaler Verstärkung $C_{\max}$ müssen die Bedingung in Gleichung (6) erfüllen:

$$\frac{|C_{\max} - C_{\min}|}{C_{\max}} \leq 0,15 \quad (6)$$

8.8.6 Zeitkorrigierte Verstärkung (TCG)

8.8.6.1 Durchführung

Die Leistung der zeitkorrigierten Verstärkung (en: time-corrected gain, TCG) oder der entfernungsabhängigen Verstärkungskorrektur (DAC, en: distance amplitude correction) wird durch Vergleich der vom Prüfer gewünschten theoretischen DAC-Kurve mit der durch das Ultraschallgerät erzeugten tatsächlichen Kurve verifiziert. Die theoretische Kurve wird mit den Angaben des Herstellers zur Wirkungsweise der DAC-Steller berechnet. Sie wird verglichen mit der tatsächlichen Kurve, die an Hand der Veränderung der Amplitude eines Prüfimpulses gemessen wird, wenn dieser an mehreren Stellen auf der horizontalen Zeitachse innerhalb des Wirkungsbereiches der DAC positioniert wird. Die für diese Prüfung ausgewählte DAC-Kurve muss den für das Ultraschallgerät größtmöglichen Anstieg der Korrekturfunktion enthalten.

Das Ultraschallgerät wird in den Betrieb mit getrenntem Sender und Empfänger geschaltet, und die Prüfausrüstung wird wie in Bild 6 dargestellt angeschlossen. Die Verstärkung des Ultraschallgerätes wird so eingestellt, dass der maximale Dynamikbereich der DAC zur Verfügung steht. Während der gesamten Prüfung wird die Sättigung des Vorverstärkers vor der DAC-Schaltung vermieden.

Die für die Prüfung ausgewählte DAC wird jetzt eingeschaltet. Das Prüfsignal wird auf der horizontalen Zeitachse kurz vor den Startpunkt der DAC-Kurve gesetzt, und der externe Norm-Abschwächer so eingestellt, dass die Amplitude des Prüfsignals bei 80 % der FSH liegt, und die Standardeinstellung des Abschwächers wird als A_n bezeichnet.

Die Verzögerung des Prüfsignals wird vergrößert, so dass es auf der Zeitachse um ΔT verschoben wird, wobei gilt:

$$\Delta T = \frac{T_{\text{final}} - T_0}{N} \quad (7)$$

Dabei ist

T_0 die Zeit bis zum Start der DAC-Kurve;

T_{final} die Zeit bis zum Ende der DAC-Kurve;

N die Anzahl der vorzunehmenden Messungen; N muss größer oder gleich elf sein.

Der Norm-Abschwächer wird so eingestellt, dass das Prüfsignal 80 % der FSH erreicht und die Abschwächer-Einstellung A_n wird aufgezeichnet. Der Bereich des Prüfsignals wird durch Vergrößern der Zeitverzögerung um ein weiteres ΔT vergrößert, und wieder wird die Abschwächer-Einstellung aufgezeichnet, die erforderlich ist, um das Prüfsignal auf 80 % der FSH zu bringen. Die Vergrößerung der Zeitverzögerung und Einstellung des Norm-Abschwächers werden so lange fortgeführt, bis alle N Messungen durchgeführt worden sind.

Nach der letzten Messung wird die DAC auf Sättigung geprüft, indem die externe kalibrierte Abschwächung um 6 dB erhöht und sichergestellt wird, dass das Signal zwischen 38 % und 42 % der FSH liegt. Wenn das Signal nicht innerhalb dieser Grenzen liegt, wird der Bereich um ΔT verkleinert und die Sättigungsprüfung wiederholt. Der Dynamikbereich der DAC wird an dem Punkt gemessen, an dem keine Sättigung mehr auftritt.

Die tatsächliche und die theoretische DAC-Kurve werden in einem Diagramm aufgetragen.

Die Messung wird für die Mittenfrequenz jeder Filtereinstellung und für die maximale, mittlere und kleinste DAC-Verstärkungseinstellung wiederholt.

8.8.6.2 Annahmekriterium

Die Differenz zwischen der vom Betreiber geforderten theoretischen DAC-Kurve und der tatsächlichen DAC-Korrektur darf nicht größer sein als $\pm 1,5$ dB.

8.8.7 Zeitliches Auflösungsvermögen

8.8.7.1 Durchführung

Die größtmögliche Bandbreite des Ultraschallgerätes wird ausgewählt. Die Messausrüstung in Bild 6 wird so eingestellt, dass zwei Messimpulse mit einer Schwingung bei der nach dem Unterabschnitt 9.4.2 gemessenen Mittenfrequenz f_0 des gewählten Frequenzbandes erzeugt werden. Diese Impulse sollten einen solchen Abstand voneinander haben, dass sie sich nicht gegenseitig beeinflussen. Die Anzeigen werden auf 80 % der FSH gesetzt.

Der Abstand zwischen den beiden Messimpulsen wird verkleinert, bis der Einbruch zwischen ihnen nur noch 6 dB beträgt. Dabei dürfen sich die Amplituden der beiden Impulse um nicht mehr als 10 % der FSH verändern. Der Abstand vom Beginn des ersten Messimpulses bis zum Beginn des zweiten Messimpulses (am Impulsgenerator gemessen) ist das zeitliche Auflösungsvermögen t_A .

8.8.7.2 Annahmekriterium

Das Messergebnis muss innerhalb der in der technischen Spezifikation des Herstellers angegebenen Grenzabweichungen liegen.

8.9 Blenden

8.9.1 Allgemeines

Für alle Prüfungen von Blenden wird der in Bild 6 dargestellte Geräteaufbau verwendet. Für alle Messungen wird das Ultraschallgerät in den Betrieb mit getrenntem Sender und Empfänger gestellt. Der Generator ermöglicht, dass mit dieser Prüfanordnung ein Prüfsignal erzeugt wird, wie in Bild 9 gezeigt. Die Prüfsignale werden innerhalb der Blende positioniert.

8.9.2 Blenden mit Wert-Ausgang

8.9.2.1 Linearität der Amplitude in der Blende

8.9.2.1.1 Durchführung

Unter Anwendung der in Bild 6 dargestellten Anordnung wird ein Prüfpuls erzeugt, der auf den Sendeimpuls abgestimmt ist. Die Einstellung des Ultraschallgeräts wird so gewählt, dass der Verstärkungssteller auf die mittlere Verstärkungseinstellung gestellt ist und die größte Bandbreite des Gerätes ausgewählt ist.

Der Trigger des Prüfsignals wird so eingestellt, dass bei jedem Sendeimpuls ein Signal erzeugt wird.

Die Amplitude des Prüfsignals wird so eingestellt, dass eine Anzeige bei 80 % der FSH von der Blende des Geräts erreicht wird, wobei diese als Bezugsamplitude bezeichnet wird.

Die Amplitude des Prüfsignals wird in Stufen entsprechend der relativen Abschwächung in Tabelle 4 verändert.

Die Abweichung des Amplitudenwerts in der Blende vom Nennwert (siehe Tabelle 4) ist aufzuzeichnen.

Tabelle 4 — Erwartete Blendenamplitude für festgelegte Abschwächungs-Einstellungen

Relative Abschwächung dB	Nennwert % der FSH; oder % des Höchstwerts
+1	90
0	80
–2	64
–4	50
–6	40
–8	32
–10	25
–12	20
–14	16
–16	13
–18	10

Bei Geräten, die in der Lage sind, Signalamplituden mit einer Blende über 100 % der FSH zu messen, z. B. angezeigt als Wert, muss die Vertikallinearität bis zum größten möglichen Amplitudenwert geprüft werden.

Die Verstärkung wird so eingestellt, dass das Signal auf 80 % des Höchstwerts der Blendenamplitude als Bezugswert gestellt ist. Die Verstärkung wird in Schritten von 6 dB verringert und es wird bestätigt, dass die Signalamplitude auf etwa die Hälfte und ein Viertel des Werts der Bezugsamplitude abfällt, sofern anwendbar.

8.9.2.1.2 Annahmekriterium

Die Messergebnisse müssen den Nennwerten in Tabelle 4 innerhalb von ± 2 % der FSH entsprechen. Bei Geräten, die in der Lage sind, Signalamplituden mit einer Blende über 100 % der FSH zu messen, müssen die Ergebnisse den Werten in Tabelle 4 innerhalb von ± 2 % des Höchstwerts entsprechen.

8.9.2.2 Linearität der Laufzeit in der Blende

8.9.2.2.1 Durchführung

Unter Anwendung der in Bild 6 dargestellten Geräteanordnung wird ein Prüfsignal für jeden Sendeimpuls erzeugt. Eine mittlere Verstärkungs-Einstellung und die größtmögliche Bandbreite des Ultraschallgerätes werden gewählt. Der Trigger des Prüfsignals wird so eingestellt, dass bei jedem Sendeimpuls ein Signal erzeugt wird.

Die Amplitude des Signals mit der Mittenfrequenz f_0 wird so eingestellt, dass eine Anzeige bei 80 % der FSH erhalten wird. Die Zeitachse wird von 0 μs bis 40 μs eingestellt. Die Monitorblende wird von 5 μs bis 35 μs und die Höhe auf 50 % der FSH eingestellt.

Das Prüfsignal wird im ersten Fünftel der Bildschirmbreite positioniert, der Wert der Laufzeit (en: time of flight, TOF) von der Blende des Geräts wird abgelesen und als Bezugswert verwendet.

Die TOF des Prüfsignals wird in Schritten entsprechend der Verzögerung in Tabelle 5 unter Verwendung des externen Generators geändert.

Die Abweichung des TOF-Werts in der Blende vom Nennwert der TOF (siehe Tabelle 5) ist aufzuzeichnen.

Tabelle 5 — Erwartete TOF der Blende für festgelegte Positionen innerhalb der Bildschirmbreite

Position innerhalb der Bildschirmbreite %	Nennwert der Laufzeit μs
20	Bezugswert
40	Bezugswert + 8 μs
60	Bezugswert + 16 μs
80	Bezugswert + 24 μs

8.9.2.2.2 Annahmekriterium

Die Messergebnisse müssen innerhalb von ± 40 ns der in Tabelle 5 angegebenen Werte liegen.