

DIN EN ISO 18563-1



ICS 19.100

Entwurf

Einsprüche bis 2021-10-20
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 18563-1:2015-11

**Zerstörungsfreie Prüfung –
Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschall-Prüfausrüstung mit
phasengesteuerten Arrays –
Teil 1: Prüfgeräte (ISO/DIS 18563-1:2021);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 18563-1:2021**

Non-destructive testing –
Characterization and verification of ultrasonic phased array equipment –
Part 1: Instruments (ISO/DIS 18563-1:2021);
German and English version prEN ISO 18563-1:2021

Essais non destructifs –
Caractérisation et vérification de l'appareillage de contrôle par ultrasons en multiéléments –
Partie 1: Appareils (ISO/DIS 18563-1:2021);
Version allemande et anglaise prEN ISO 18563-1:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-08-20 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 oder Saatwinkler Damm 42/43, 13627 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 111 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 18563-1:2021) 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 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.

DIN EN ISO 18563 besteht unter dem allgemeinen Titel *Zerstörungsfreie Prüfung — Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschall-Prüfausrüstung mit phasengesteuerten Arrays* aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: Prüfgeräte
- Teil 2: Prüfköpfe
- Teil 3: Vollständige Prüfsysteme

Für die in diesem Dokument zitierten 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 7963	siehe	DIN EN ISO 7963
ISO 18563-2	siehe	DIN EN ISO 18563-2
ISO 18563-3	siehe	DIN EN ISO 18563-3
ISO 22232-1	siehe	DIN EN ISO 22232-1
ISO 23243	siehe	DIN EN ISO 23243

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 18563-1:2015-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) in ISO 22232-1 eingeführte Prüfverfahren wurden hinzugefügt;
- b) das Erscheinungsbild wurde an das Erscheinungsbild der DIN EN ISO 22232-1 angepasst;
- c) die Reihenfolge der aufgeführten Prüfungen wurde an DIN EN ISO 22232-1 angepasst.

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 7963, *Zerstörungsfreie Prüfung — Ultraschallprüfung — Beschreibung des Kalibrierkörpers Nr. 2*

DIN EN ISO 18563-2, *Zerstörungsfreie Prüfung — Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschall-Prüfausrüstung mit Phased-Arrays — Teil 2: Prüfköpfe*

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

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

DIN EN ISO 23243, *Zerstörungsfreie Prüfung — Ultraschallprüfung mit Arrays — Terminologie*

— Leerseite —

<i>Titel de:</i>	Zerstörungsfreie Prüfung — Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschall-Prüfausrüstung mit phasengesteuerten Arrays — Teil 1: Prüfgeräte (ISO/DIS 18563-1:2021)
<i>Titel en:</i>	Non-destructive testing — Characterization and verification of ultrasonic phased array equipment — Part 1: Instruments (ISO/DIS 18563-1:2021)
<i>Titel fr:</i>	Essais non destructifs — Caractérisation et vérification de l'appareillage de contrôle par ultrasons en multiéléments — Partie 1: Appareils (ISO/DIS 18563-1:2021)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	4
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich.....	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Symbole und Abkürzungen.....	8
5 Allgemeine Anforderungen an die Übereinstimmung.....	9
6 Technische Spezifikation des Herstellers für Phased-Array-Ultraschallprüfgeräte	9
7 Anforderungen an die Leistungsfähigkeit von Phased-Array-Ultraschallprüfgeräten	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 Allgemeines.....	17
8.2.2 Durchführung.....	17
8.2.3 Annahmekriterium	18
8.3 Stabilität nach der Aufwärmzeit	18
8.3.1 Durchführung.....	18
8.3.2 Annahmekriterium	20
8.4 Temperaturstabilität.....	20
8.4.1 Durchführung.....	20
8.4.2 Annahmekriterien.....	20
8.5 Stabilität bei Spannungsschwankungen	21
8.5.1 Durchführung.....	21
8.5.2 Annahmekriterien.....	21
8.6 Abweichung der Zeitachse.....	21
8.6.1 Allgemeines.....	21
8.6.2 Durchführung.....	21
8.6.3 Annahmekriterium	23
8.7 Sender	23
8.7.1 Allgemeines.....	23
8.7.2 Impulsfolgefrequenz	23
8.7.3 Effektive Ausgangsimpedanz.....	23
8.7.4 Auflösung der Zeitverzögerung.....	24
8.8 Empfänger	25
8.8.1 Allgemeines.....	25
8.8.2 Übersprechdämpfung zwischen Empfängern	25
8.8.3 Totzeit nach dem Sendeimpuls.....	26
8.8.4 Dynamikbereich und maximale Eingangsspannung.....	28
8.8.5 Empfänger-Eingangsimpedanz.....	30
8.8.6 Zeitkorrigierte Verstärkung (TCG)	30
8.8.7 Auflösung der Zeitverzögerung.....	32
8.8.8 Linearität der vertikalen Anzeige in Abhängigkeit von der Frequenz.....	32
8.8.9 Summierung.....	33
8.9 Blenden.....	33

8.9.1	Allgemeines	33
8.9.2	Linearität der Amplitude in der Blende.....	34
8.9.3	Linearität der Laufzeit in der Blende.....	35
8.9.4	Blenden mit Analogausgängen.....	36
8.10	Höchste digitalisierte Frequenz.....	39
8.10.1	Durchführung	39
8.10.2	Annahmekriterium.....	41
8.11	Ansprechzeit des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts	41
8.11.1	Allgemeines	41
8.11.2	Durchführung	41
8.11.3	Annahmekriterium.....	43
9	Prüfungen der Gruppe 2	43
9.1	Erforderliche Ausrüstung für Prüfungen der Gruppe 2.....	43
9.2	Physikalische Beschaffenheit und äußeres Erscheinungsbild.....	43
9.2.1	Durchführung	43
9.2.2	Annahmekriterien	43
9.3	Sender.....	43
9.3.1	Allgemeines	43
9.3.2	Sendespannung, Impulsanstiegszeit und -länge.....	44
9.3.3	Linearität der Zeitverzögerungen	46
9.4	Empfänger.....	47
9.4.1	Allgemeines	47
9.4.2	Frequenzverhalten	47
9.4.3	Störpegel.....	49
9.4.4	Linearität der Verstärkung.....	50
9.4.5	Abweichung der Kanalverstärkung.....	50
9.4.6	Linearität der vertikalen Achse	51
9.4.7	Linearität der Zeitverzögerung.....	52
	Literaturhinweise.....	54

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 18563-1:2021) 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 ISO 18563-1:2015 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 18563-1:2021 wurde von CEN als prEN ISO 18563-1:2021 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Vorwort

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

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 135, *Non-destructive testing*, Unterkomitee SC 3 *Ultrasonic testing* erarbeitet.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 18563-1:2015), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- die in ISO 22232-1 eingeführten Prüfverfahren wurden aufgenommen;
- das Layout wurde verändert, um dem Layout der ISO 22232-1 zu entsprechen;
- die Reihenfolge der Prüfungen wurde geändert, um die Reihenfolge der Prüfungen in ISO 22232-1 einzuhalten.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 18563 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die funktionellen Eigenschaften eines mehrkanaligen Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts für den Betrieb von Arrayprüfköpfen fest, und liefert Verfahren für deren Messung und Verifizierung.

Dieses Dokument kann teilweise für Phased-Array-Ultraschallprüfgeräte in automatisierten Anlagen herangezogen werden, aber dann können jedoch zusätzliche Prüfungen erforderlich sein, um eine zufriedenstellende Leistung sicherzustellen. Wenn das Phased-Array-Prüfgerät Teil einer automatisierten Anlage ist, können die Annahmekriterien nach Vereinbarung zwischen den beteiligten Parteien modifiziert werden.

Dieses Dokument kann teilweise auch für FMC-Prüfgeräte und TFM-Prüfgeräte angewendet werden.

Dieses Dokument gibt den Umfang der Verifizierung an und legt die Annahmekriterien für den Frequenzbereich von 0,5 MHz bis 10 MHz fest.

Die Bewertung dieser Eigenschaften gestattet eine genau festgelegte Beschreibung des Phased-array-Ultraschallprüfgeräts und die Vergleichbarkeit der Phased-Array-Ultraschallprüfgeräte.

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 2400, *Non-destructive testing — Ultrasonic testing — Specification for calibration block No. 1*

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

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

ISO 23243, *Non-destructive testing — Ultrasonic testing with arrays — Vocabulary*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe und Definitionen nach ISO 5577, ISO 22232-1, ISO 23243 und die folgenden.

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

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1

maximale Anzahl der Kanäle, die gleichzeitig aktiviert werden können

maximale Anzahl der Sende- und/oder Empfangskanäle, die für einen Schuss verwendet werden können

3.2

Phased-Array-Ultraschallprüfgerät mit Parallelarchitektur

Phased-Array-Ultraschallprüfgerät, bei dem die *maximale Anzahl der Kanäle, die gleichzeitig aktiviert werden können* (3.1), der Anzahl der Kanäle des Phased-Array-Prüfgeräts entspricht

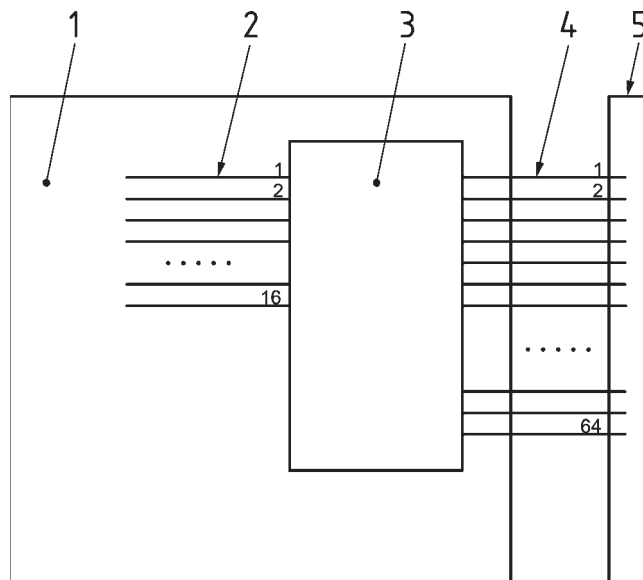
BEISPIEL Bei einem 64/64-Phased-Array-Ultraschallprüfgerät (auch „64 parallel“ genannt) beträgt die maximale Anzahl der Kanäle, die gleichzeitig aktiviert werden können, 64 und die Gesamtzahl der Kanäle des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts beträgt 64.

3.3

Phased-Array-Ultraschallprüfgerät mit Multiplex-Betrieb

Phased-Array-Ultraschallprüfgerät, bei dem die *maximale Anzahl der Kanäle, die gleichzeitig aktiviert werden können* (3.1), kleiner ist als die Gesamtzahl der Kanäle des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts und die durch einen internen Multiplexer gesteuert werden

BEISPIEL Bei einem 16/64-Multiplexer-Phased-Array-Ultraschallprüfgerät beträgt die maximale Anzahl der Kanäle, die gleichzeitig aktiviert werden können, 16 und die Gesamtzahl der verfügbaren Kanäle beträgt 64. Siehe Bild 1.



Legende

- 1 Phased-Array-Ultraschallprüfgerät
- 2 Eingangskanäle des Multiplexers (1 bis 16)
- 3 Multiplexer
- 4 Ausgangskanäle des Multiplexers (1 bis 64)
- 5 Array-Prüfkopf

ANMERKUNG 16 = maximale Anzahl der Kanäle, die gleichzeitig aktiviert werden können
64 = Anzahl der Kanäle des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts (64)

Bild 1 — Schaltbild eines 16/64-Multiplexer-Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts

3.4

zeitliches Auflösungsvermögen des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts

Kehrwert der maximalen Digitalisierungsfrequenz ohne Verarbeitung

4 Symbole und Abkürzungen

Tabelle 1 — Symbole und Abkürzungen

Symbol	Einheit	Bedeutung
$A_{\min}$	%	Auf einem Bildschirm gemessene minimale Amplitude
$A_{\max}$	%	Auf einem Bildschirm gemessene maximale Amplitude
A_0, A_n	dB	Verstärkungseinstellung während der Prüfung
CT	dB	Übersprechdämpfung
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
f_h	Hz	Höchste digitalisierte Frequenz
Δf	Hz	Frequenzbandbreite
f_R	Hz	Impulsfolgefrequenz
FSH		Volle Bildschirmhöhe
ΔG	dB	Abweichung der Kanalverstärkung
G_D	dB	Dynamikbereich des Eingangssignals
G_i	dB	Verstärkung am Kanal i des Prüfgeräts
H_R	%	Referenz-Bildschirmhöhe
$I_{\max}$	A	Amplitude des maximalen Stromes, den der Proportionalausgang liefern kann
N_{in}	$\frac{V}{\sqrt{\text{Hz}}}$	Störpegel am Empfängereingang, bezogen auf die Quadratwurzel der Bandbreite
R_A, R_B, R_l	Ω	Abschlusswiderstände
S	dB	Verstärkungseinstellung
ΔT	s	Zeitabschnitt
t	s	Zeitverzögerung
T_0	s	Zeit am Anfang der Abstand-Amplitude-Kurve
t_1	s	Totzeit
t_d	s	Impulslänge
T_{final}	s	Zeit am Ende der Abstand-Amplitude-Kurve
t_r	s	Anstiegszeit des Sendepulses von 10 % auf 90 % der maximalen Amplitude
t_{RT}	s	Ansprechzeit
$t_{\text{Target } 0}, t_{\text{Target } i}, t_{P_i}, t_{P 0}, t_{\text{difi}}, t_{\text{dif}}$	s	Zeitverzögerung des Senders oder Empfängers
V_A, V_B	V	Amplituden der Impulsspannung
V_{ein}	V	Äquivalenter Störpegel am Empfängereingang

Symbol	Einheit	Bedeutung
V_{in}	V	Eingangsspannung bei Messung des äquivalenten Störpegels am Empfängereingang
V_I	V	Modifizierte Ausgangsspannung bei Messung der Ausgangsimpedanz der Analogblende
V_{min}	V	Minimale Eingangsspannung am Empfänger
V_{max}	V	Maximale Eingangsspannung am Empfänger
V_0	V	Ausgangsspannung, um ein Signal bei 80 % der vollen Bildschirmhöhe zu erreichen, wenn die Ausgangsimpedanz der Analogblende gemessen wird
V_{50}	V	Spannungsamplitude des Sendepulses bei einem Abschlusswiderstand von 50 Ω
Z_0	Ω	Ausgangsimpedanz des Senders
Z_A	Ω	Ausgangsimpedanz des Proportionalausgangs

5 Allgemeine Anforderungen an die Übereinstimmung

Ein Phased-Array-Ultraschallprüfgerät stimmt mit diesem Dokument überein, wenn es alle der folgenden Anforderungen erfüllt:

- a) das Phased-Array-Ultraschallprüfgerät muss Abschnitt 7 entsprechen;
- b) es muss eine Konformitätserklärung 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 Phased-Array-Ultraschallprüfgerät muss eine eindeutige fortlaufende Nummer tragen;
- d) es muss eine technische Spezifikation des Herstellers für das entsprechende Phased-Array-Prüfgerät zur Verfügung stehen, in der die Leistungskriterien nach Abschnitt 6 festgelegt sind.

6 Technische Spezifikation des Herstellers für Phased-Array-Ultraschallprüfgeräte

Die Technische Spezifikation des Herstellers für eine spezielle Serie von Phased-Array-Ultraschallprüfgeräten muss mindestens die in Tabelle 2 aufgeführten Angaben enthalten. Diese Tabelle legt die Informationen fest, die der Hersteller in der technischen Spezifikation des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts zur Verfügung stellen muss (M = Messwert, OI = Sonstige Angaben).

Die Ergebnisse der in Abschnitt 7 beschriebenen Prüfungen müssen als Nennwerte mit den angegebenen Grenzabweichungen festgelegt sein.

Tabelle 2 — Technische Eigenschaften, die in der technischen Spezifikation des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts anzugeben sind

Angabe	Art der Angabe	Bemerkungen
Allgemeine Merkmale		
Größe	OI	Breite (mm) × Höhe (mm) × Tiefe (mm)
Masse	OI	Im betriebsbereiten Zustand einschließlich aller Batterien
Art(en) der Energieversorgung	OI	
Art(en) von Gerätebuchsen	OI	Einschließlich Schaltplan
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 Batterie), innerhalb derer das Phased-Array-Ultraschallprüfgerät 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 niedrigere Batteriespannung dazu führt, dass die Leistung des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts nicht mehr der technischen Spezifikation entspricht	OI	
Impulsfolgefrequenzen (PRF, en: pulse repetition frequencies)	M	Mindest- und Höchstwerte
Höchster Stromverbrauch	OI	VA (Voltampere)
Schutzgrad	OI	
Umgebung	OI	Beispielsweise: Beschränkung gefährlicher Stoffe (RoHS, en: Restriction of Hazardous Substances), explosive Atmosphäre (ATEX, fr: Atmosphère Explosive), Schwingungen, Feuchte
Mehrkanal-Anordnung	OI	Anzahl gleichzeitig gesteuerter Kanäle und Anzahl verfügbarer Kanäle
Erweiterung der Anzahl von Kanälen durch gegenseitige Verbindung von Phased-Array-Ultraschallprüfgeräten	OI	
Verfügbare Maßeinheiten	OI	Beispielsweise: mm, Zoll, %, dB, V
Anzeigeteil		

Angabe	Art der Angabe	Bemerkungen
Größe und Auflösung des Bildschirms	OI	
Bereich der Schallgeschwindigkeiten	OI	
Bereich der Zeitachse	OI	
Verzögerungsbereich der Zeitachse	OI	
Übersicht der verfügbaren Darstellungen	OI	
Ansprechzeit für A-Bild-Darstellungen	M	
Maximale Digitalisierungsfrequenz ohne Verarbeitung	OI	
Digitalisierungsfrequenz mit Verarbeitung	OI	Beispielsweise: Interpolation
Vertikale Auflösung des Digitalisierungsgeräts	OI	In Bits
Höchste digitalisierte Frequenz	M	
Abweichung der Zeitachse	M	
Eingänge/Ausgänge		
An der Ausgangsbuchse verfügbarer Ausgang (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	
Bündelformen		
Maximale Anzahl der gleichzeitig aktiven Kanäle	OI	
Maximale Anzahl der Verzögerungszeiten	OI	
Maximale Anzahl der Gruppen der Schüsse	OI	
Summierung	M	
Sender		
Anzahl der Sender, die gleichzeitig verfügbar sind	OI	
Form des Sendeimpulses und gegebenenfalls Polarität	OI	d. h. Rechtecksignal, unidirektionaler, bidirektionaler, Arbiträr-Impuls

Angabe	Art der Angabe	Bemerkungen
Anstiegszeit der Sendespannung	M	
Abfallzeit der Sendespannung	M	
Dauer der Sendespannung	M	
Ausgangsimpedanz	M	
Höchste Zeitverzögerung	OI	
Auflösung der Zeitverzögerung	M	
Linearität der Zeitverzögerung	M	
Möglichkeit der Anwendung verschiedener Spannungen auf jedem Kanal	OI	
Je Sender verfügbare Höchstleistung	OI	
Empfänger		
Anzahl gleichzeitig verfügbarer Empfänger	OI	
Eigenschaften des Verstärkungsstellers, d. h. Bereich in dB, Wert von Schritten	OI	
Eigenschaften des logarithmischen Verstärkers	OI	
Eingangsspannung bei voller Bildschirmhöhe (FSH, en: full screen height)	OI	
Eingangs-Höchstspannung	M	
Linearität der vertikalen Achse	M	
Linearität der vertikalen Achse über die Frequenzbereiche des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts	M	
Frequenzverhalten	M	
Totzeit nach dem Sendeimpuls	M	
Äquivalenter Eingangsstörpegel	M	$\frac{V}{\sqrt{Hz}}$
Dynamikbereich	M	
Eingangsimpedanz	M	
Maximale Zeitverzögerung	OI	
Auflösung der Zeitverzögerung	M	
Zeitkorrigierte Verstärkung (TCG, en: time-corrected gain)	M	
Möglichkeit der Anwendung verschiedener Verstärkungswerte an jedem Kanal	OI	

Angabe	Art der Angabe	Bemerkungen
Übersprechen zwischen Empfängern	M	
Linearität von Zeitverzögerungen	M	
Linearität der Verstärkung	M	
Abweichung der Kanalverstärkung	M	
Datenerfassung		
Übertragungsrate zwischen der externen Speichereinheit und dem Phased-Array-Ultraschallprüfgerät (Art der Schnittstelle)	OI	
Maximale Anzahl der je Sekunde gespeicherten A-Bilder	OI	A-Bild-Eigenschaften müssen angegeben werden
Maximale Anzahl der je Sekunde gespeicherten C-Bilder	OI	Die C-Bild-Eigenschaften müssen angegeben werden
Maximale Anzahl der Proben je A-Bild	OI	
Speicherkapazität	OI	Mbytes
Blenden		
Anzahl der Blenden	OI	
Schwellenwertbetrieb	OI	Beispielsweise: Koinzidenz oder Antikoinzidenz
Messart	OI	Beispielsweise: Schwellenwert, Spitzenamplitude, Nulldurchgang
Synchronisierung von Blenden	OI	Beispielsweise: Sendeimpuls, erstes Echo
Eigenschaften von Blenden	OI	Schwellenwert, Position, Dauer
Auflösung der Messwerte	OI	
Auslösen von Warnungen	OI	Beispielsweise: Anzahl von Sequenzen, bevor ein Alarm ausgelöst wird
Linearität der Amplitude in der Monitorblende	M	
Linearität der Laufzeit in der Blende	M	
Impedanz des Analogausgangs	M	
Linearität des Analogausgangs	M	
Einfluss der Position des Messsignals im Analogausgang der Blende	M	
Anstiegszeit des Analogausgangs der Blende	M	
Abfallzeit des Analogausgangs der Blende	M	
Haltezeit des Analogausgangs der Blende	M	

Angabe	Art der Angabe	Bemerkungen
Signalverarbeitung		
Verarbeitungsmerkmale	OI	Beispielsweise: Mittelung, schnelle Fourier-Transformation (en: Fast Fourier-Transform, FFT), Gleichrichtung, Hüllkurve, Datenkomprimierung, Dimensionsmessungen
M Messwert OI Sonstige Angaben (en: other information).		

7 Anforderungen an die Leistungsfähigkeit von Phased-Array-Ultraschallprüfgeräten

Um die Anforderungen nach diesem Dokument zu erfüllen, müssen Phased-Array-Ultraschallprüfgeräte nach den beiden folgenden Gruppen von Prüfungen verifiziert werden:

Gruppe 1: Prüfungen, die vom Hersteller (oder seinem Beauftragten) an einer repräsentativen Probe der Phased-Array-Ultraschallprüfgeräte durchgeführt werden müssen.

Für diese Prüfungen sind hochgenaue Messgeräte erforderlich.

Gruppe 2: Prüfungen, die an jedem Phased-Array-Ultraschallprüfgerät durchgeführt werden müssen:

- durch den Hersteller (oder seinen Beauftragten) vor der Auslieferung des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts (Nullmessungen);
- durch den Hersteller, den Eigentümer oder ein Labor, in Abständen von 12 Monaten, um die Leistungsfähigkeit des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts während seiner Lebensdauer nachzuweisen;
- nach der Reparatur des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts.

Bei Prüfungen der Gruppe 2 sind nur einfache elektronische Messgeräte erforderlich. Durch Vereinbarung zwischen den beteiligten Parteien dürfen diese Prüfungen durch zusätzliche Prüfungen aus der Gruppe 1 ergänzt werden.

Eine dritte Gruppe von Prüfungen für das vollständige Prüfsystem (Phased-Array-Ultraschallprüfgerät und dazugehörige Prüfköpfe) ist in ISO 18563-3 festgelegt.

Während ihrer Lebensdauer müssen diese Prüfungen in regelmäßigen Abständen vor Ort durchgeführt.

Für Phased-Array-Ultraschallprüfgeräte, die vor der Veröffentlichung dieses Teils der ISO 18563 auf den Markt gebracht wurden, muss die anhaltende Gebrauchseignung dadurch nachgewiesen werden, dass die (wiederkehrenden) Prüfungen der Gruppe 2 alle 12 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.

Tabelle 3 enthält alle die Prüfungen, die an Phased-Array-Ultraschallprüfgeräten durchgeführt werden müssen.

Tabelle 3 — Zusammenstellung der Prüfungen für Phased-Array-Ultraschallprüfgeräte

Bezeichnung der Prüfung	Gruppe 1 Prüfungen durch den Hersteller	Gruppe 2 wiederkehrende Prüfungen und Prüfungen nach Reparatur
	Unterabschnitt	Unterabschnitt
Sichtprüfung	9.2	9.2
Batteriebetriebene Phased-Array-Ultraschallprüfgeräte		
Arbeitszeit der Batterie	8.2	
Stabilität		
Stabilität bei Spannungsschwankungen	8.5	
Temperaturstabilität	8.4	
Stabilität nach der Aufwärmzeit	8.3	
Anzeigeteil		
Abweichung der Zeitachse	8.6	
Ansprechzeit des Phased-Array- Ultraschallprüfgeräts	8.11	
Maximale Digitalisierungsfrequenz	8.10	
Bündelformen		
Summierung	8.8.9	
Sender		
Impulsfolgefrequenz	8.7.2	
Sendespannung, Impulsanstiegszeit, Impulsabfallzeit und -länge	9.3.2	9.3.2
Effektive Ausgangsimpedanz	8.7.3	
Auflösung der Zeitverzögerung	8.8.7	
Linearität der Zeitverzögerungen	9.3.3	9.3.3
Empfänger		
Maximale Eingangsspannung	8.8.4	
Linearität der vertikalen Achse	9.4.6	9.4.6
Linearität der vertikalen Achse über die Frequenzbereiche des Phased-Array- Ultraschallprüfgeräts	8.8.8	
Frequenzverhalten	9.4.2	9.4.2
Totzeit nach dem Sendeimpuls	8.8.3	
Äquivalenter Eingangsstörpegel	9.4.3	9.4.3
Dynamikbereich	8.8.4	
Auflösung der Zeitverzögerung	8.8.7	
Zeitkorrigierte Verstärkung (TCG, en: time corrected gain)	8.8.6	

Bezeichnung der Prüfung	Gruppe 1 Prüfungen durch den Hersteller	Gruppe 2 wiederkehrende Prüfungen und Prüfungen nach Reparatur
	Unterabschnitt	Unterabschnitt
Übersprechdämpfung zwischen Empfängern	8.8.2	
Linearität der Zeitverzögerungen	9.4.7	9.4.7
Linearität der Verstärkung	9.4.4	9.4.4
Abweichung der Kanalverstärkung	9.4.5	9.4.5
Empfänger-Eingangsimpedanz	8.8.5	
Monitorblende		
Linearität der Amplitude in der Monitorblende	8.9.2	
Linearität der Laufzeit in der Blende	8.9.3	
Impedanz des Analogausgangs	8.9.4.1	
Linearität des Analogausgangs	8.9.4.2	
Einfluss der Signalposition innerhalb der Blende	8.9.4.3	
Anstiegszeit des Analogausgangs	8.9.4.4	
Abfallzeit des Analogausgangs	8.9.4.4	
Verzögerungszeit des Analogausgangs	8.9.4.4	
Haltezeit des Analogausgangs	8.9.4.4	

8 Prüfungen der Gruppe 1

8.1 Erforderliche Ausrüstung für Prüfungen der Gruppe 1

Die zur Gewinnung der geforderten Informationen verwendete Ausrüstung darf die Eigenschaften des betrachteten Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts nicht beeinträchtigen.

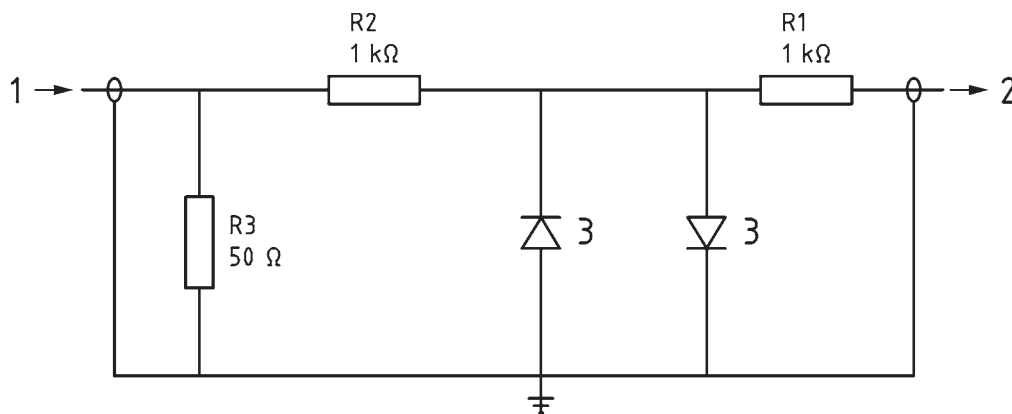
Für die Durchführung der Prüfungen der Gruppe 1 an Phased-Array-Ultraschallprüfgeräten ist die folgende Ausrüstung erforderlich:

- Oszilloskop mit einer Mindestbandbreite von 100 MHz;
- nicht induktive Widerstände mit $(50 \pm 0,5) \Omega$;
- nicht induktive Widerstände mit Werten R_A und R_B ;
- üblicher 50- Ω -Abschwächer mit 1-dB-Stufen bei einem Gesamtumfang von 100 dB. Der Abschwächer muss für Signale mit einer Frequenz bis zu 15 MHz eine kumulierte Abweichung von weniger als 0,3 dB innerhalb eines 10-dB-Intervalls haben;
- Schalter;
- Arbiträr-Funktionsgenerator, der in der Lage ist, innerhalb von Blenden Burst-Signale mit sinusförmigen Schwingungen zu erzeugen.

- g) Schutzschaltung (siehe Bild 2);
- h) Impedanz-Messgerät;
- i) Klimaprüfkammer;
- j) einstellbare Gleichstromversorgung (für die Prüfung der Leistungen batteriebetriebener Phased-Array-Ultraschallprüfgeräte);
- k) Array-Prüfkopf (2 MHz bis 6 MHz);
- l) Referenzkörper zur Erzeugung eines Rückwandechos (z. B. Kalibrierkörper Nr. 1 nach ISO 2400).

Alle Prüfungen der Gruppe 1, mit Ausnahme der Prüfung der Temperaturstabilität (siehe 8.4), benötigen zur Erzeugung der erforderlichen Signale elektronische Hilfsmittel. Die Eigenschaften und die Stabilität der verwendeten Geräte müssen für den Zweck der Prüfungen angemessen sein.

Vor dem Anschließen des Oszilloskops an den Sender des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts, wie es für einige Prüfungen in diesem Dokument erforderlich ist, muss überprüft werden, ob das Oszilloskop nicht durch die hohe Spannung des Sendeimpulses beschädigt wird.



Legende

- 1 vom Phased-Array-Ultraschallprüfgerät
- 2 zum Signalgenerator/Oszilloskop
- 3 Silizium-Schalttdioden
- R1, R2, R3 Widerstände

Bild 2 — Schaltung zum Schutz des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts gegen den Sendeimpuls

8.2 Arbeitszeit der Batterie

8.2.1 Allgemeines

Diese Prüfung gilt nur für Phased-Array-Ultraschallprüfgeräte, die über einen Batteriebetrieb-Modus verfügen.

8.2.2 Durchführung

Die Arbeitszeit des unbelasteten Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts (ohne einen angeschlossenen Prüfkopf), das nur Batterien verwendet (d. h. das Phased-Array-Ultraschallprüfgerät sollte von der Netzversorgung getrennt sein), sollte unter folgenden Bedingungen gemessen werden:

- a) vollständig geladene neue Batterie(n);

- b) Umgebungstemperatur bei 20 °C bis 30 °C;
- c) Verstärkung auf die mittlere Einstellung eingestellt.

Wenn das Phased-Array-Ultraschallprüfgerät mit einem Bildschirm ausgestattet ist:

- d) Ausgaben der A-Bild- und S-Bild-Darstellung;
- e) Helligkeit ist auf den mittleren Bereich eingestellt.

Sofern es die Eigenschaften des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts ermöglichen:

- f) Impulsfolgefrequenz auf 1 kHz eingestellt;
- g) 16 Kanäle gleichzeitig aktiv;
- h) 10 Verzögerungszeiten;
- i) Impulsspannung auf 50 V eingestellt;
- j) Impulslänge auf 100 ns eingestellt;
- k) Zeitachse auf 50 µs eingestellt.

In allen anderen Fällen werden diese Parameter auf ihre üblichen Werte eingestellt.

Geänderte Parameter müssen vom Hersteller festgelegt werden.

8.2.3 Annahmekriterium

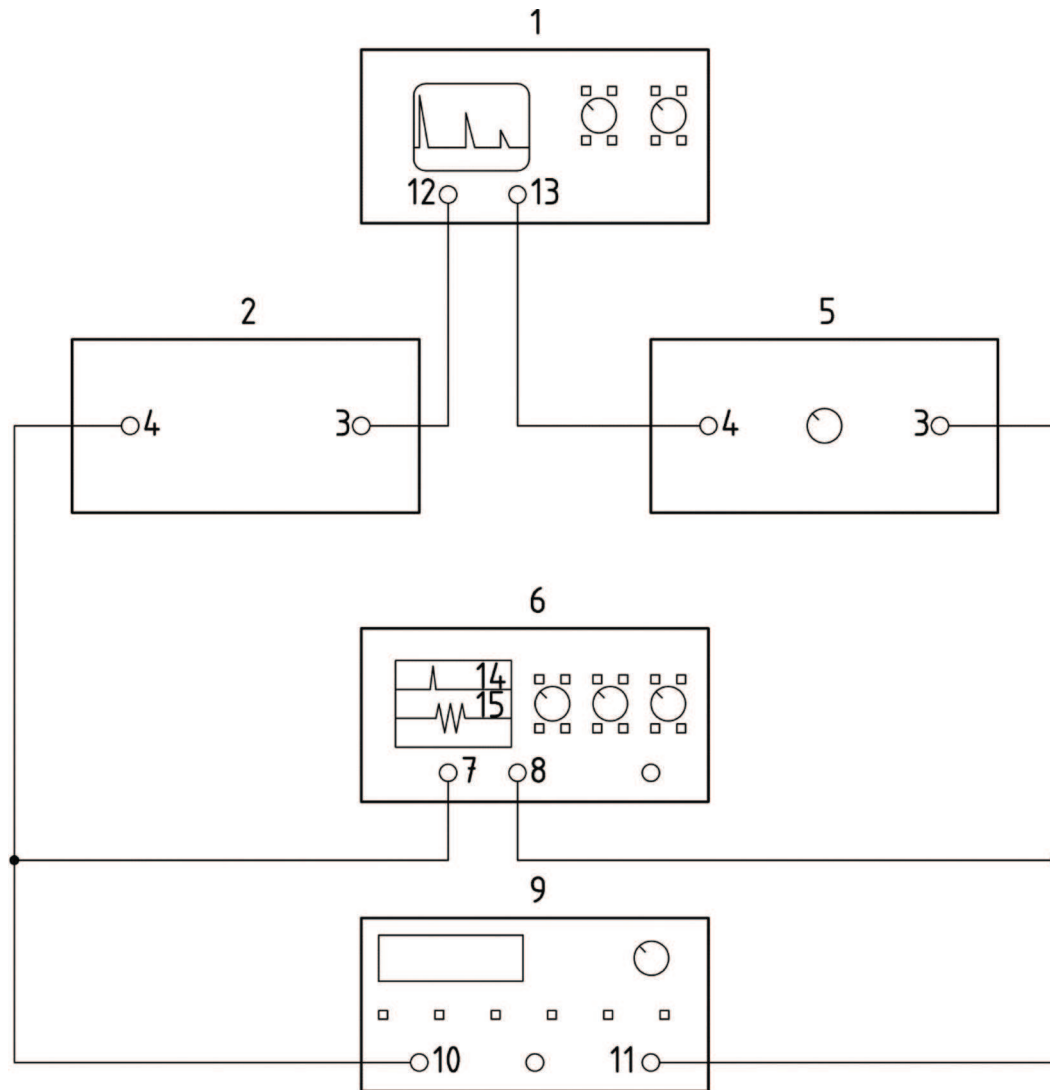
Die gemessene Dauer muss größer oder gleich der vom Hersteller festgelegten Dauer sein.

8.3 Stabilität nach der Aufwärmzeit

8.3.1 Durchführung

Die Prüfung der Stabilität nach der Aufwärmzeit muss wie folgt durchgeführt werden:

- a) Das Phased-Array-Ultraschallprüfgerät wird mit einem aktiven Sendekanal und einem anderen aktiven Empfangskanal programmiert.
- b) Das Signal des aktiven Sendekanals wird als Trigger für den Signalgenerator verwendet.
- c) Der Signalgenerator-Blendenausgang wird mit dem aktiven Empfangskanal verbunden, siehe Bild 3.



Legende

- | | | | |
|---|-----------------------------------|----|-------------------------------------|
| 1 | Phased-Array-Ultraschallprüfgerät | 9 | HF-Signalgenerator mit Torschaltung |
| 2 | Schutzschaltung (siehe Bild 2) | 10 | externer Triggereingang |
| 3 | Eingang | 11 | HF-Ausgang |
| 4 | Ausgang | 12 | Senderausgang |
| 5 | variabler Abschwächer | 13 | Empfängereingang |
| 6 | 100-MHz-Oszilloskop | 14 | Sendeimpuls mit Spannungsbegrenzung |
| 7 | Eingang Kanal A | 15 | Prüfsignal |
| 8 | Eingang Kanal B | | |

Bild 3 — Prüfaufbau zur Messung der Temperaturstabilität

- d) Für eine Geschwindigkeit von 5 920 m/s wird bei vollständiger Gleichrichtung der Prüfbereich des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts auf 50 mm eingestellt.
- e) Der Signalgenerator wird so eingestellt, dass er einen Burst aus drei zyklischen Sinuswellen bei 2 MHz bis 6 MHz mit einer Verzögerung von 10 µs erzeugt.
- f) Die Burstamplitude wird auf 100 mV Spitze-Spitze eingestellt.
- g) Die Verstärkung des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts wird so eingestellt, dass das beobachtete Signal 80 % der FSH erreicht.

- h) Die Amplitude und die Position des Signals auf der Zeitachse werden in Abständen von 10 min in Abständen von 10 min über eine Zeitspanne von 30 min beobachtet.
- i) Die Prüfung wird in einer Umgebung durchgeführt, deren Temperatur bis auf $\pm 5^\circ\text{C}$ innerhalb des Temperaturbereiches beibehalten wird, der in der technischen Spezifikation des Herstellers des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts festgelegt ist.
- j) Es wird sichergestellt, dass die Netzspannung oder Batteriespannung innerhalb der in der Spezifikation des Herstellers geforderten Bereiche liegt.

8.3.2 Annahmekriterium

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

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

8.4 Temperaturstabilität

8.4.1 Durchführung

Die Prüfung der Temperaturstabilität muss wie folgt durchgeführt werden:

- a) Das Phased-Array-Ultraschallprüfgerät wird mit einem aktiven Sendekanal und einem anderen aktiven Empfangskanal programmiert.
- b) Das Signal des aktiven Sendekanals wird als Trigger für den Signalgenerator verwendet.
- c) Der Signalgenerator-Blendenausgang wird mit dem aktiven Empfangskanal verbunden. Siehe Bild 3.
- d) Für eine Geschwindigkeit von 5 920 m/s wird bei vollständiger Gleichrichtung der Prüfbereich des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts auf 50 mm eingestellt.
- e) Der Signalgenerator wird so eingestellt, dass er einen Burst aus drei zyklischen Sinuswellen bei 2 MHz bis 6 MHz mit einer Verzögerung von 10 μs erzeugt.
- f) Die Burstamplitude wird auf 100 mV Spitze-Spitze eingestellt.
- g) Die Verstärkung des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts wird so eingestellt, dass das beobachtete Signal 80 % der vollen Bildschirmhöhe (FSH) erreicht.
- h) Das Phased-Array-Ultraschallprüfgerät wird in eine Klimakammer gebracht und verschiedenen Umgebungstemperaturen ausgesetzt.
- i) Die Höhe und die Position des Referenzechos müssen in Schritten von höchstens 10°C über den vom Hersteller festgelegten Temperaturbereich abgelesen und aufgezeichnet werden.

8.4.2 Annahmekriterien

Bei Temperaturveränderungen um jeweils 10°C dürfen die Amplitude und Position des Bezugsechos höchstens um $\pm 5\%$ der vollen Bildschirmhöhe bzw. $\pm 1\%$ der vollen Bildschirmbreite abweichen.

8.5 Stabilität bei Spannungsschwankungen

8.5.1 Durchführung

Die Prüfung der Stabilität bei Spannungsschwankungen muss wie folgt durchgeführt werden:

- a) Das Phased-Array-Ultraschallprüfgerät wird an eine einstellbare Energieversorgung angeschlossen.

Die angelegte Spannung muss in der Mitte des in der technischen Spezifikation des Herstellers für die Anwendung des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts angegebenen Bereiches liegen.
- b) An alle verfügbaren Kanäle wird eine Verzögerungszeit von Null gleichzeitig angelegt.
- c) Die summierte A-Bild-Darstellung (z. B. mit Hilfe eines Array-Prüfkopfes mit einer Mittenfrequenz von 2 MHz bis 6 MHz) und ein Prüfkörper zur Erzeugung eines Rückwandechos werden auf dem Bildschirm angezeigt.
- d) Die Amplitude des Echos muss auf 80 % der FSH eingestellt werden und die Zeitachse muss so eingestellt werden, dass das beobachtete Signal bei 50 % der vollen Bildschirmbreite angezeigt wird, mit einem Abstand, der mindestens 50 mm Stahl für Longitudinalwellen beträgt.

Während der Prüfung müssen Vorkehrungen zur Vermeidung von Ankoppelschwankungen getroffen werden.
- e) Beobachtet wird die Veränderung der Amplitude und Lage des Bezugssignals auf der Zeitachse innerhalb des Bereiches der Betriebsspannung.
- f) Wenn eine automatische Abschaltung oder Warneinrichtung vorhanden ist, wird die Netz- und/oder Batteriespannung verringert und die Signalamplitude aufgezeichnet, bei der die Abschaltung oder die Warneinrichtung arbeitet.

8.5.2 Annahmekriterien

Die Amplitude und Position des Bezugssignals müssen innerhalb der in der technischen Spezifikation des Herstellers angegebenen Grenzwerte konstant bleiben.

Der Betrieb einer automatischen Abschalteinrichtung oder einer Warnleuchte (falls vorhanden) muss erfolgen, bevor sich die Amplitude des Bezugssignals um mehr als $\pm 2\%$ der FSH oder der Bereich um mehr als $\pm 1\%$ der vollen Bildschirmbreite gegenüber der ursprünglichen Einstellung verändert.

8.6 Abweichung der Zeitachse

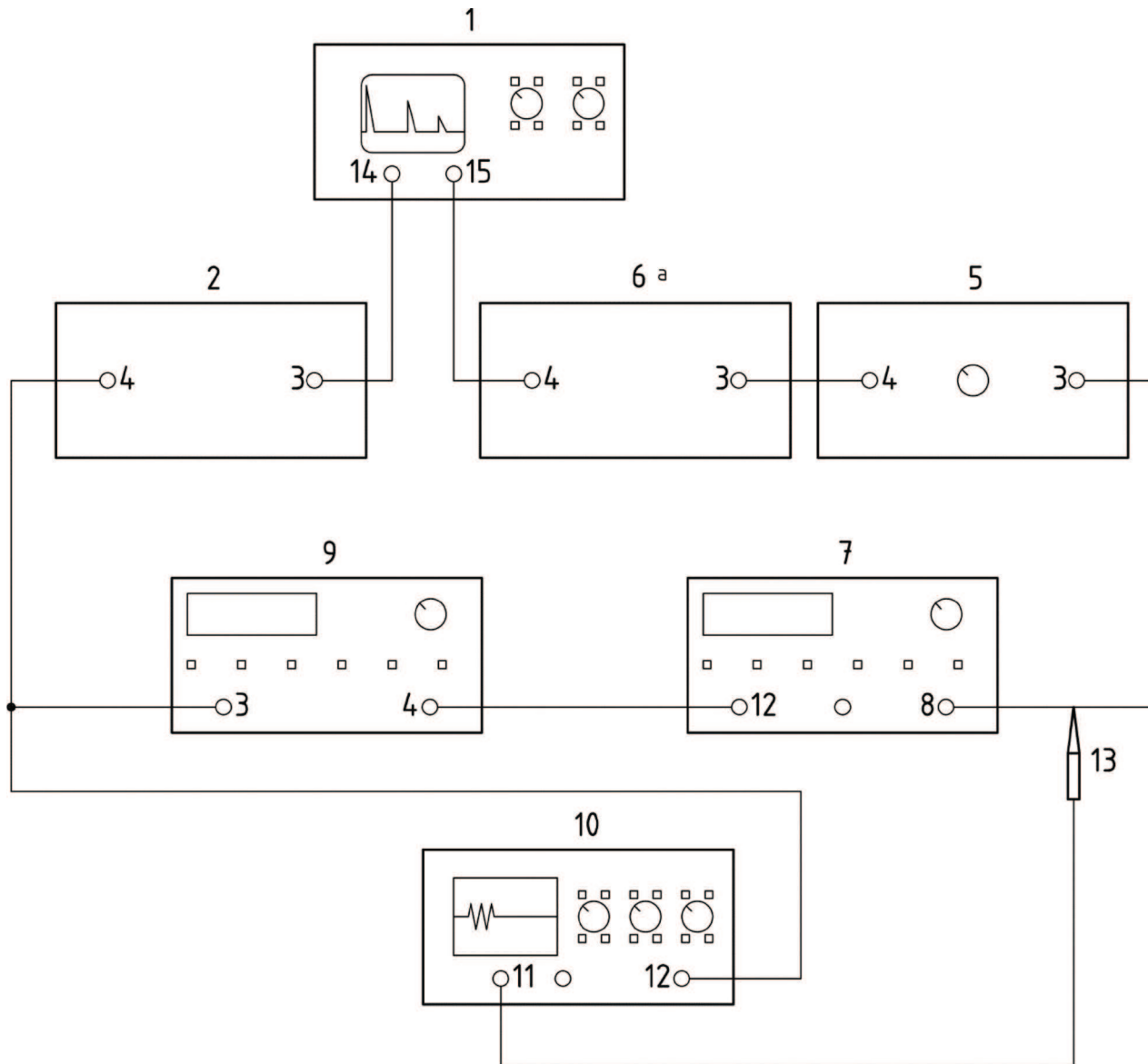
8.6.1 Allgemeines

Die in den folgenden Unterabschnitten beschriebenen Prüfungen müssen mindestens an einem Kanal durchgeführt werden.

8.6.2 Durchführung

Diese Prüfung vergleicht die Linearität der Zeitachse des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts mit der eines externen kalibrierten Generators.

- a) Das Phased-Array-Ultraschallprüfgerät wird wie in Bild 4 gezeigt angeschlossen.
- b) Der Impulsgenerator wird so eingestellt, dass er eine einfache Sinusschwingung mit der Mittenfrequenz f_0 des breitesten Frequenzbereiches erzeugt.



Legende

- | | | | |
|---|--|----|--------------------------------------|
| 1 | Phased-Array-Ultraschallprüfgerät | 9 | Impulsgenerator/-zähler ^b |
| 2 | Schutzschaltung (siehe Bild 2) | 10 | 100-MHz-Oszilloskop |
| 3 | Eingang | 11 | Eingang Kanal A |
| 4 | Ausgang | 12 | externer Triggereingang |
| 5 | variabler HF-Abschwächer | 13 | ×10 Oszilloskop-Tastkopf (100 MHz) |
| 6 | Impedanzanpassung | 14 | Senderausgang |
| 7 | HF-Signalgenerator mit Torschaltung ^b | 15 | Empfängereingang |
| 8 | HF-Ausgang | | |

^a Die Impedanzanpassung ist nur erforderlich, um die Impedanz des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts auf den Oszillator abzustimmen.

^b Der HF-Signalgenerator mit Torschaltung (7) und der Impulsgenerator/-zähler (9) können durch einen Arbiträrfunctionsgenerator ersetzt werden.

Bild 4 — Messaufbau für allgemeine Anwendungen

c) Die Zeitachse wird nacheinander auf die Minimal-, Maximal- und Mittelstellung eingestellt.

- d) Bei jeder Einstellung werden die Trigger-Verzögerung, die Verstärkung des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts und der externe kalibrierte Abschwächer so eingestellt, dass ein Signal mit mindestens 80 % der FSH in der Mitte der Zeitachse erreicht wird.

Dieser Schritt legt die Zeitbezüge des Impulsgenerators fest.

- e) Die Trigger-Verzögerung des Impulsgenerators wird in Schritten, die kleiner oder gleich 5 % der vollen Bildschirmbreite sind, abgeändert.
- f) Jede Verzögerung wird aufgezeichnet und der Moment, der dem Ort der Anzeige auf dem Ultraschallgerät entspricht (ansteigende Flanke oder maximale Amplitude) wird gemessen.
- g) Für jede Messung wird die Differenz zwischen der am Phased-Array-Ultraschallprüfgerät abgelesenen Zeit und der vom Generator ausgegebenen Verzögerung berechnet.

8.6.3 Annahmekriterium

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

8.7 Sender

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 9.3.2 angegeben.

8.7.2 Impulsfolgefrequenz

8.7.2.1 Durchführung

Die Prüfung zur Messung der Impulsfolgefrequenz muss wie folgt durchgeführt werden:

- a) Das Oszilloskop wird an einen Senderausgang angeschlossen.
- b) Die Impulsfolgefrequenz wird mit dem Oszilloskop bei 10 gleichmäßig verteilten Werten gemessen, einschließlich der in der technischen Spezifikation festgelegten Mindest- und Höchstwerte.

8.7.2.2 Annahmekriterium

Der Messwert für die Impulsfolgefrequenz darf nicht um mehr als ± 5 % von dem programmierten Wert abweichen.

8.7.3 Effektive Ausgangsimpedanz

8.7.3.1 Durchführung

Bevor das Oszilloskop angeschlossen wird, muss überprüft werden, ob der Eingang des Oszilloskops nicht durch die hohe Spannung des Sendeimpulses beschädigt wird.

Die Messungen müssen bei einer mittleren Impulsspannung, Impulsbreite und Impulsfolgefrequenz durchgeführt werden.

Die auf dem Phased-Array-Ultraschallprüfgerät abgebildeten Parameter müssen aufgezeichnet werden.

- a) Mit Hilfe des Oszilloskops wird die Spannung des Sendeimpulses V_A gemessen, wobei der Sender mit einem nicht induktiven Widerstand R_A abgeschlossen wird (z. B. 50 Ω).
- b) Dieser Widerstand wird durch einen R_B -Widerstand (z. B. 75 Ω) ersetzt und die Sendeimpulsspannung V_B wird gemessen.
- c) Die Messung muss bei einem Wert im mittleren Bereich der Impulsenergie und Sendeimpulsfrequenz durchgeführt werden.
- d) Diese Messung wird an mindestens 10 % der verfügbaren Sendekanäle wiederholt (z. B. bei einem 16/64-Multiplexer-Phased-Array-Ultraschallprüfgerät, die Messung muss an sechs Kanälen durchgeführt werden).
- e) Für jeden Sender wird die Ausgangsimpedanz Z_0 nach Gleichung (1) berechnet:

$$Z_0 = R_A \times R_B \times \frac{(V_B - V_A)}{(R_B V_A - R_A V_B)} \quad (1)$$

Dabei sind

V_A und V_B die Werte zu den maximalen Auslenkungen der betreffenden Sendeimpulse von der Grundlinie, mit Ausnahme von Spitzenwerten (Überschwingung oder Unterschwingung).

8.7.3.2 Annahmekriterium

Die effektive Ausgangsimpedanz muss innerhalb von ± 20 % des in der technischen Spezifikation angegebenen Wertes liegen oder innerhalb von ± 5 Ω , wenn die Impedanz weniger als 25 Ω beträgt.

8.7.4 Auflösung der Zeitverzögerung

8.7.4.1 Durchführung

Die Prüfung zur Messung der Zeitverzögerung muss wie folgt durchgeführt werden:

- a) Die maximale Anzahl der Kanäle, die gleichzeitig aktiviert werden können, wird ausgewählt.
- b) Die Amplitude des Sendeimpulses wird auf einen mittleren Wert eingestellt.
- c) Das Oszilloskop wird mit Hilfe des Synchronisationssignals des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts abgestimmt (standardmäßig kann der Impuls vom ersten Kanal verwendet werden).
- d) Für jeden Kanal wird die Sendeimpulsverzögerung auf Null eingestellt.
- e) Für jeden Kanal wird am Oszilloskop die Zeit t_{p0} zwischen dem Synchronisationssignal und dem Impuls gemessen.
- f) Für jeden Kanal wird eine Sendeverzögerung angewendet, die der Auflösung der Zeitverzögerung in der Spezifikation entspricht.
- g) Für jeden Kanal wird am Oszilloskop die Zeit t_{p1} zwischen dem Synchronisationssignal und dem Impuls gemessen.

Die gemessene Auflösung der Zeitverzögerung entspricht dem Mittelwert der Zeitdifferenzen $t_{p1} - t_{p0}$, gemessen an allen Kanälen.

- h) Diese Messung wird an allen Kanälen wiederholt (z. B. bei einem 16/64-Multiplexer-Phased-Array-Ultraschallprüfgerät an 16 Kanälen).

8.7.4.2 Annahmekriterium

Die gemessene Auflösung der Zeitverzögerung muss mit dem in der technischen Spezifikation des Herstellers angegebenen Wert übereinstimmen, plus/minus ein Auflösungsschritt.

8.8 Empfänger

8.8.1 Allgemeines

Dieser Unterabschnitt enthält Prüfungen zur Messung der Übersprechdämpfung zwischen Sender und Empfänger, der Empfänger-Empfindlichkeit, der Totzeit nach dem Sendeimpuls, des Dynamikbereiches, der Eingangsimpedanz, der entfernungsabhängigen Amplitudenkorrektur und des zeitlichen Auflösungsvermögens des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts. Die Verfahren und Annahmekriterien für die Verstärker-Bandbreite, den äquivalenten Eingangs-Störpegel, die Genauigkeit des kalibrierten Abschwächers und die Linearität der vertikalen Achse sind in 9.4.6 angegeben.

8.8.2 Übersprechdämpfung zwischen Empfängern

8.8.2.1 Durchführung

Die Messbedingungen müssen wie folgt sein:

- i) ein einzelner aktiver Kanal;
- ii) alle Messungen werden in einer 50-Ω-Umgebung durchgeführt (Sender und Empfänger mit 50-Ω-Last abgeschlossen);
- iii) alle Sender deaktiviert.

Die Prüfung zur Messung der Übersprechdämpfung zwischen Empfängern muss wie folgt durchgeführt werden:

- a) An Kanal 1 wird die Verstärkung (G_1) des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts auf den Mindestwert eingestellt und dann wird er um 10 dB erhöht.
- b) Mit einem externen Generator wird an Kanal 1 ein Signal mit kontinuierlicher Sinusschwingung und einer Frequenz von 5 MHz angelegt (siehe Bild 4).
- c) Die Amplitude wird so eingestellt, dass die Spitzenamplitude des Signals an Kanal 1 60 % der FSH erreicht.

Falls erforderlich, wird die Sendeverstärkung (G_1) erhöht, um 60 % der FSH zu erreichen.

- d) Der aktive Kanal wird zu Kanal 2 gewechselt, und die Verstärkung (G_2) des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts wird so erhöht, dass die Spitzenamplitude des Signals von Kanal 2 60 % der FSH erreicht.

Die Übersprechdämpfung zwischen Kanal 1 und Kanal 2 ist in dB nach Gleichung (2) festgelegt:

$$CT_{2,1} = G_2 - G_1 \quad (2)$$

- e) Die Messung wird wiederholt, wobei der aktive Kanal und die Verstärkung nacheinander zu den anderen Kanälen gewechselt werden.

Die Übersprechdämpfung zwischen Kanal 1 und Kanal i ist nach Gleichung (3) festgelegt:

$$CT_{i,1} = G_i - G_1 \quad (3)$$

Die Übersprechdämpfung des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts ist der kleinste aufgezeichnete dB-Wert.

8.8.2.2 Annahmekriterium

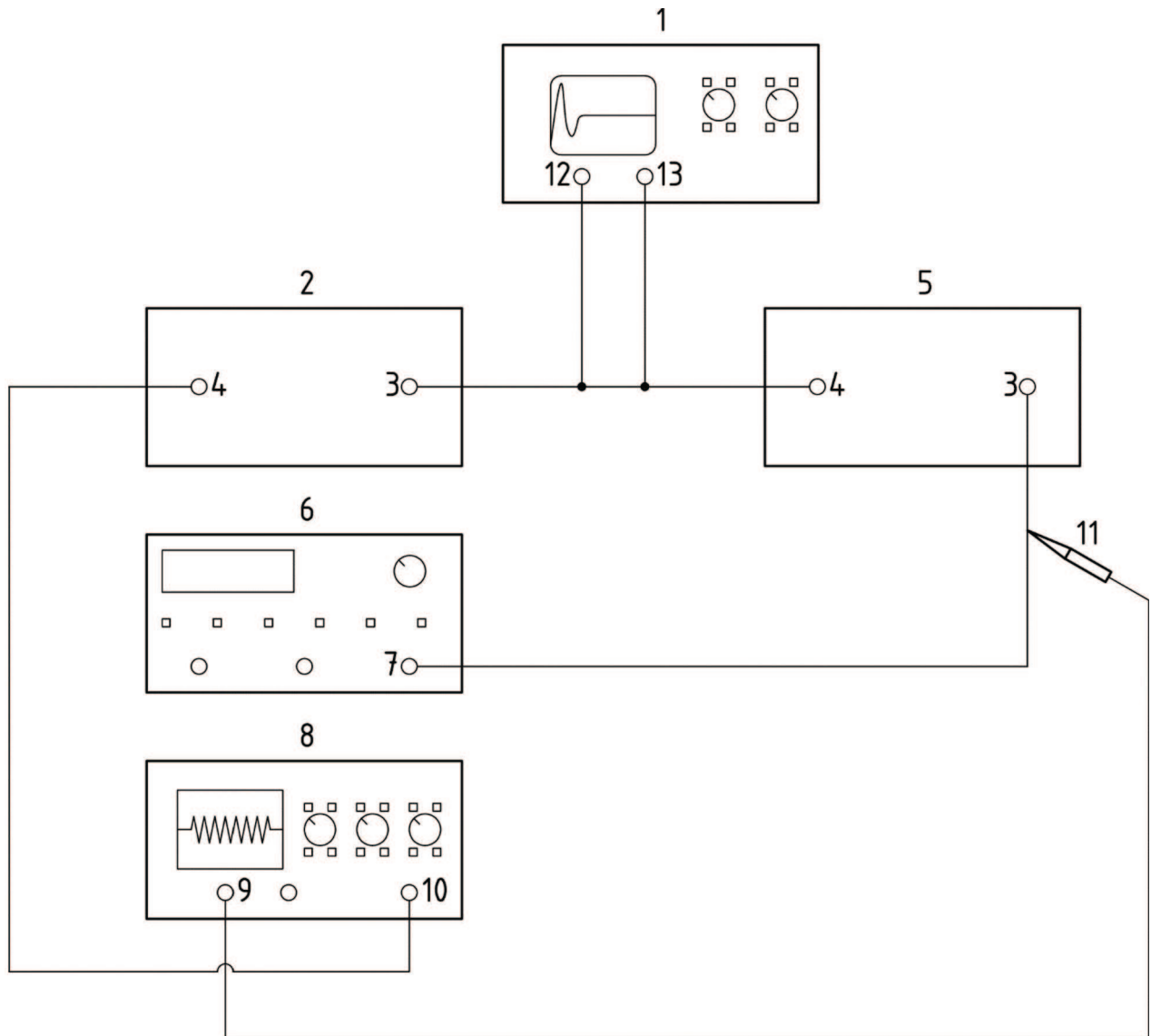
Die Übersprechdämpfung des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts muss größer sein als der in der technischen Spezifikation angegebene Wert.

8.8.3 Totzeit nach dem Sendeimpuls

8.8.3.1 Durchführung

Die Prüfung zur Messung der Totzeit nach dem Sendeimpuls muss wie folgt durchgeführt werden:

- a) Die volle Bildschirmbreite des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts wird auf 0 μs bis 25 μs eingestellt.
- b) Die Nullpunktverschiebung wird dann so eingestellt, dass die Anstiegsflanke des Sendeimpulses bei der Nullmarke des Bildschirms liegt.
- c) Der Aufbau nach Bild 5 wird mit dem im Einzelschwingerbetrieb (verbundener Sender und Empfänger) befindlichen Phased-Array-Ultraschallprüfgerät verbunden.

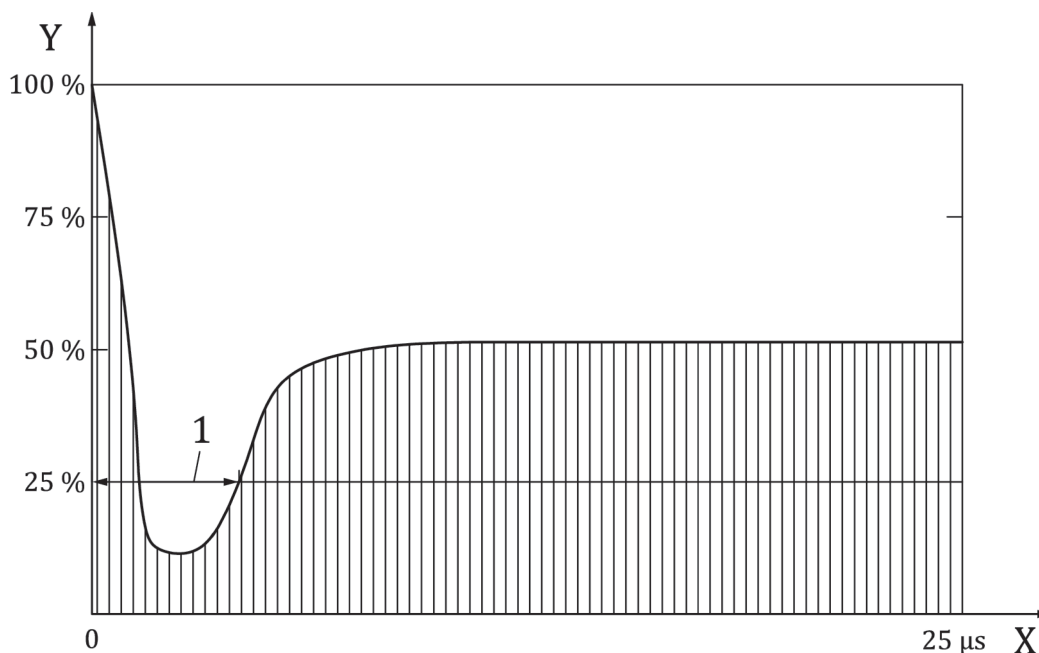


Legende

- | | | | |
|---|-----------------------------------|----|------------------------------------|
| 1 | Phased-Array-Ultraschallprüfgerät | 8 | 100-MHz-Oszilloskop |
| 2 | fester Abschwächer | 9 | Eingang Kanal A |
| 3 | Eingang | 10 | Triggereingang |
| 4 | Ausgang | 11 | ×10-Oszilloskop-Tastkopf (100 MHz) |
| 5 | fester Abschwächer | 12 | Senderausgang |
| 6 | Signalgenerator | 13 | Empfängereingang |
| 7 | HF-Ausgang | | |

Bild 5 — Geräteanordnung zur Messung der Totzeit nach dem Sendeimpuls

- d) Der Reihe nach werden alle Frequenzbandeinstellungen des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts ausgewählt und der Ausgang des Signalgenerators wird auf die Bandmittenfrequenz der Prüfkopf-Frequenzeinstellung eingestellt.
- e) Mit Hilfe der mittleren Verstärkungseinstellung des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts wird der Ausgangspegel des Signalgenerators so eingestellt, dass das Signal 50 % der FSH bei der maximalen Signalhöhe auf dem Bildschirm erreicht wird, wie in Bild 6 dargestellt.



Legende

- 1 Totzeit
- X Zeit
- Y Bildschirmhöhe

Bild 6 — Während der Prüfung abgebildeter Schwingungsverlauf zur Messung der Totzeit nach dem Sendeimpuls

- f) Die Sendeimpulsspannung wird auf 50 % des Höchstwerts eingestellt und die Impulslänge wird gegebenenfalls dementsprechend auf einen halben Zeitzyklus der ausgewählten Frequenz eingestellt.

Die Totzeit nach dem Sendeimpuls t_1 entspricht der Zeit zwischen der Anstiegsflanke des Sendeimpulses bis zur Stabilisierung der Amplitude bei 45 % bis 55 % der FSH.

- g) Die für die Messung angewendeten Werte für die Impulslänge und Sendeimpulsspannung müssen aufgezeichnet werden.

ANMERKUNG Die Schaltung nach Bild 2 dient zum Schutz des externen Triggereingangs des Oszilloskops. Der feste Abschwächer dient zum Schutz des Signalgenerators vor dem Sendeimpuls.

8.8.3.2 Annahmekriterium

Die Totzeit des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts muss kleiner oder gleich dem in der technischen Spezifikation des Herstellers angegebenen Wert sein.

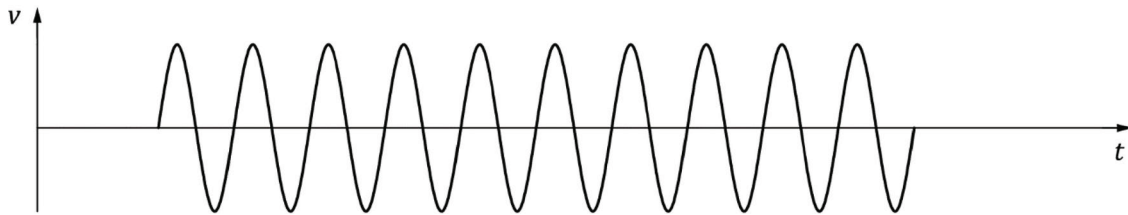
8.8.4 Dynamikbereich und maximale Eingangsspannung

8.8.4.1 Durchführung

Die Prüfung zur Messung des Dynamikbereiches und der maximalen Eingangsspannung muss wie folgt durchgeführt werden:

- a) Der Dynamikbereich muss mit der Prüfausrüstung nach Bild 4 überprüft werden, wobei die Mittenfrequenz f_0 jedes Frequenzbandes wie in 9.4.2 gemessen wird.

- b) Das Prüfsignal mit 10 Schwingungen, das mit dieser Ausrüstung erzeugt werden muss, ist in Bild 7 dargestellt.



Legende

- v Spannung
 t Zeit

Bild 7 — Prüf-Schwingungsverlauf, der von einem HF-Signalgenerator mit Torschaltung erzeugt wird

- c) Die Verstärkungssteller des Phased-Array-Ultraschallgeräts werden auf minimale Verstärkung gestellt.
- d) Die Amplitude des Eingangssignals wird bis zur Sättigung erhöht (auf dem Bildschirm oder mit den Blenden gemessen).
- e) Mit Hilfe eines Oszilloskops wird die Amplitude der Eingangsspannung $V_{\max}$ (unter gebührender Berücksichtigung der Standardeinstellung des Abschwächers) gemessen und die entsprechende Bildschirmhöhe.
- f) Wenn die vom Signalgenerator gelieferte maximale Spannung nicht ausreicht, wird die Verstärkung des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts auf 20 dB über den Mindestwert der Verstärkung eingestellt und die erforderliche Messkorrektur wird durchgeführt.
- g) Die Verstärkungssteller werden auf maximale Verstärkung gestellt.
- h) Wenn der Störpegel über 5 % der FSH liegt, wird die Verstärkung vermindert, bis der Störpegel 5 % der FSH beträgt.
- i) Die Amplitude des Eingangssignals wird so eingestellt, dass das Signal bei 10 % der FSH abgebildet wird.
- j) Die Amplitude der Eingangsspannung $V_{\min}$ (unter gebührender Berücksichtigung der Standardeinstellung des Abschwächers) wird gemessen.
- k) Diese Messung wird für jeden Empfangskanal wiederholt (z. B. bei einem 16/64-Multiplexer-Phased-Array-Ultraschallprüfgerät muss die Messung an 16 Kanälen durchgeführt werden).

Der nutzbare Dynamikbereich G_D ist durch Gleichung (4) gegeben:

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

Der Dynamikbereich des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts ist charakterisiert durch den kleinsten an allen Kanälen gemessenen Dynamikbereich.

8.8.4.2 Annahmekriterium

Der Dynamikbereich des Phased-Array-Ultraschallgeräts und $V_{\max}$ des Phased-Array-Ultraschallgeräts müssen größer oder gleich dem in der technischen Spezifikation des Herstellers angegebenen Wert sein.

8.8.5 Empfänger-Eingangsimpedanz

8.8.5.1 Durchführung

Die Prüfung zur Messung der Empfänger-Eingangsimpedanz muss wie folgt durchgeführt werden:

- a) Real- und Imaginärteil der Empfänger-Eingangsimpedanz werden mit einem Impedanz-Messgerät ermittelt. Bei der Messung der Eingangsimpedanz muss der Sendeimpuls ausgeschaltet sein.
- b) Die Messungen müssen bei der Mittenfrequenz des Phased-Array-Ultraschallgeräts und bei mittlerer Verstärkung durchgeführt werden.
- c) Diese Messung wird an mindestens 10 % der verfügbaren Empfangskanäle wiederholt (z. B. bei einem 16/64-Multiplexer-Phased-Array-Ultraschallgerät muss die Messung mindestens an sechs Kanälen durchgeführt werden).

8.8.5.2 Annahmekriterium

Der für jeden Kanal ermittelte Modul der Eingangsimpedanz muss innerhalb von $\pm 20\%$ des in der technischen Spezifikation des Herstellers angegebenen Wertes liegen.

8.8.6 Zeitkorrigierte Verstärkung (TCG)

8.8.6.1 Allgemeines

Die Leistung der zeitkorrigierten Verstärkung (TCG, en: time-corrected gain) oder der entfernungsabhängigen Verstärkungskorrektur (DAC, en: distance amplitude correction) muss durch Vergleich der vom Prüfer gewünschten theoretischen DAC-Kurve mit der durch das Phased-Array-Ultraschallprüfgerät erzeugten tatsächlichen Kurve verifiziert werden.

Die theoretische Kurve muss mit den Angaben des Herstellers zur Wirkungsweise der TCG-Steller berechnet werden.

Diese muss mit der tatsächlichen Kurve verglichen werden, die anhand der Veränderung der Amplitude eines Prüfpulses (eine Sinuswellenschwingung) gemessen wird, wenn dieser an einer Anzahl von n Positionen auf der horizontalen Zeitachse innerhalb des Wirkungsbereiches der TCG positioniert wird.

8.8.6.2 Durchführung

Die Prüfung zur Messung der zeitkorrigierten Verstärkung muss wie folgt durchgeführt werden:

- a) Ein Kanal wird aktiviert.
- b) Die Sendefunktion des verwendeten Kanals wird deaktiviert und der Kanal wird an einen externen Generator angeschlossen.
- c) Die Prüfausrüstung wird wie in Bild 4 dargestellt angeschlossen.
- d) Die Verstärkung des Phased-Array-Ultraschallprüfgeräts wird auf den kleinsten Wert so eingestellt, dass der maximale Dynamikbereich der TCG zur Verfügung steht.
- e) Die für diese Prüfung ausgewählte DAC-Kurve muss den für das Phased-Array-Ultraschallprüfgerät größtmöglichen Anstieg enthalten, damit die Aufnahme von mindestens 11 Messpunkten in regelmäßigen Abständen möglich ist.