

DIN EN IEC 61828



ICS 01.040.17; 17.140.50

Ersatz für
DIN EN 61828:2002-12
Siehe Anwendungsbeginn

**Ultraschall –
Fokussierende Wandler –
Definitionen und Messverfahren mit Bezug auf die Fokussierung für die
erzeugten Felder
(IEC 61828:2020);
Deutsche Fassung EN IEC 61828:2021**

Ultrasonics –
Transducers –
Definitions and measurement methods regarding focusing for the transmitted fields
(IEC 61828:2020);
German version EN IEC 61828:2021

Ultrasons –
Transducteurs –
Définitions et méthodes de mesure pour la focalisation des champs transmis
(IEC 61828:2020);
Version allemande EN IEC 61828:2021

Gesamtumfang 116 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2021-01-19 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2022-12-01.

Für DIN EN 61828:2002-12 besteht eine Übergangsfrist bis 2024-01-19.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 61828:2016-02.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium DKE/GUK 821.3 „Medizinische Ultraschallgeräte“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

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

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom IEC/TC 87 „Ultrasonics“ erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC .

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieses Dokuments bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu diesem Dokument angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees das Dokument

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 61828:2002-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Abschnitt 6 zu Messverfahren wurde ersetzt durch Abschnitt 6: „Schallfeldmessung: Geräte“ und Abschnitt 7: „Messverfahren“ und damit zusammenhängende Definitionen.
- b) Umstrukturierung des Abschnitts zu Definitionen und Messungen, um besondere Reihen von Messungen für Fokussierung, Nichtlinearität, Ausrichtung der Bündelachse, Bündelfläche, Bündelmaximum, numerische Näherung, ebene Welle, therapeutischen Ultraschall hoher Intensität, mehrere Quellen, räumliche Impulsantwort und zusammengesetzte ebene Wellen abzudecken. Abschnitt 3 wurde in Anhang B verschoben.

- c) Die normativen Verweisungen wurden aktualisiert und die Literaturhinweise wurden von 8 auf 40 Verweisungen erweitert.
- d) Zwölf Bilder wurden aktualisiert und sieben neue Bilder (B.1, B.3, B.7, B.10, B.11, B.12, B.13, B.14) wurden hinzugefügt, um Messungen zu unterstützen und Übereinstimmung mit der Messterminologie zu erreichen.
- e) Neue Messungen für Zeitverzögerungen, Arrays, ebene Wellen und räumliche Impulsantwort wurden hinzugefügt.
- f) Anhang A wurde erweitert, um einen allgemeinen Leitfaden zum Abschätzen von gepulsten Wellen, Systemverhalten, Fokalverstärkung und Mindest-Bündelbreite bereitzustellen.
- g) Neue Anhänge wurden hinzugefügt:
 - Anhang B (informativ) Begründung der Definitionen für fokussierend und nichtfokussierend;
 - Anhang E (informativ) Unsicherheiten;
 - Anhang F (informativ) Systeme für Wandler- und Hydrophonpositionierung;
 - Anhang G (informativ) Planare Abtastung durch ein Hydrophon zur Bestimmung der Schallausgangsleistung;
 - Anhang H (informativ) Eigenschaften von Wasser;

und außerdem wurde Anhang A umstrukturiert und die neuen Abschnitte A.1, A.5 und A.6 wurden hinzugefügt.
- h) Leitfaden für die Einhaltung der Grenzwerte des Herstellers für Druck und Intensität des Hydrophons und für die Bestimmung des Ausmaßes der Nichtlinearität im Feld wurden hinzugefügt.

Frühere Ausgaben

DIN EN 61828: 2002-12

– Leerseite –

EUROPÄISCHE NORM

EN IEC 61828

EUROPEAN STANDARD

NORME EUROPÉENNE

Februar 2021

ICS 17.140.50

Ersatz für EN 61828:2001 und alle Änderungen und Berichtigungen (falls vorhanden)

Deutsche Fassung

Ultraschall – Fokussierende Wandler – Definitionen und Messverfahren
mit Bezug auf die Fokussierung für die erzeugten Felder
(IEC 61828:2020)

Ultrasonics – Transducers – Definitions and measurement
methods regarding focusing for the transmitted fields
(IEC 61828:2020)

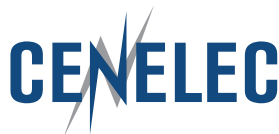
Ultrasons – Transducteurs – Définitions et méthodes
de mesure pour la focalisation des champs transmis
(IEC 61828:2020)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2021-01-19 angenommen. CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC Management Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Europäisches Vorwort

Der Text des Dokuments 87/746/FDIS, zukünftige 2. Ausgabe der IEC 61828, erarbeitet von IEC/TC 87 „Ultrasonics“ wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN IEC 61828:2021 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2021-10-19
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2024-01-19

Dieses Dokument ersetzt EN 61828:2001 und alle seine Änderungen und Berichtigungen (falls vorhanden).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61828:2020 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

IEC 62127-1:2007	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 62127-1:2007 (nicht modifiziert)
IEC 60601-2-62:2013	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60601-2-62:2015 (nicht modifiziert)
IEC/TS 61949:2007	ANMERKUNG	Harmonisiert als CLC/TS 61949:2008 (nicht modifiziert)

Anhang ZA (normativ)

Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen

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).

ANMERKUNG 1 Ist eine internationale Publikation durch gemeinsame Abweichungen modifiziert worden, gekennzeichnet durch (mod.), dann gilt die entsprechende EN oder das HD.

ANMERKUNG 2 Aktualisierte Informationen über die in diesem Anhang aufgelisteten aktuellen Fassungen der Europäischen Normen sind hier verfügbar: www.cenelec.eu

<u>Publikation</u>	<u>Jahr</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Jahr</u>
IEC 61161	-	Ultrasonics - Power measurement - Radiation force balances and performance requirements	EN 61161	-
IEC 61689	2013	Ultrasonics - Physiotherapy systems - Field specifications and methods of measurement in the frequency range 0,5 MHz to 5 MHz	EN 61689	2013
IEC 62127-3	2007	Ultrasonics - Hydrophones - Part 3: Properties of hydrophones for ultrasonic fields up to 40 MHz	EN 62127-3	2007
IEC 62555	-	Ultrasonics - Power measurement - High intensity therapeutic ultrasound (HITU) transducers and systems	EN 62555	-
IEC/TS 62556	2014	Ultrasonics - Field characterization - Specification and measurement of field parameters for high intensity therapeutic ultrasound (HITU) transducers and systems	-	-
ISO/IEC Guide 98-3	2008	Uncertainty of measurement - Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)	-	-

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	6
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen.....	7
Einleitung.....	12
1 Anwendungsbereich.....	13
2 Normative Verweisungen.....	13
3 Begriffe.....	14
4 Symbole.....	46
5 Unabhängige Messung der Gesamt-Schallausgangsleistung.....	49
6 Schallfeldmessung: Messgeräte.....	49
6.1 Hydrophon.....	49
6.1.1 Allgemeines.....	49
6.1.2 Empfindlichkeit eines Hydrophons.....	50
6.1.3 Richtungsempfindlichkeit eines Hydrophons.....	50
6.1.4 Wirksamer Hydrophonradius.....	50
6.1.5 Wahl der Größe eines aktiven Hydrophonelements.....	50
6.1.6 Grenzwerte des Hydrophondrucks.....	51
6.1.7 Intensitätsgrenzwert eines Hydrophons.....	51
6.1.8 Kabellänge und Verstärker für Hydrophone.....	52
6.2 Anforderungen an Positionierung und Wasserbäder.....	52
6.2.1 Allgemeines.....	52
6.2.2 Positionierungssysteme.....	52
6.2.3 Wasserbad.....	53
6.3 Anforderungen an die Systeme zur Datenerfassung und -analyse.....	54
6.4 Anforderungen und Empfehlungen für die zu charakterisierenden Ultraschallgeräte.....	55
7 Messverfahren.....	55
7.1 Allgemeines.....	55
7.2 Vorbereitung und Ausrichtung.....	55
7.2.1 Allgemeine Anregungs- und Feldbedingungen.....	55
7.2.2 Anfangseinstellung der Anregungsspannung.....	56
7.2.3 Vorbereitung des Quellenwandlers.....	57
7.2.4 Ausrichtung eines Ultraschallwandlers und eines Hydrophons.....	57
7.2.5 Ermittlung der Bündelachse.....	57
7.2.6 Messungen zur Bestimmung der Feldpegel-Bedingungen.....	60
7.2.7 Ermittlung, ob ein Wandler fokussiert.....	62
7.2.8 Messung anderer Bündelbreiten-Parameter eines fokussierenden Wandlers.....	63
7.2.9 Messung der Parameter der Bündelfläche.....	64
7.2.10 Messung zusätzlicher Parameter auf der Grundlage des Bündelmaximums.....	64
7.2.11 Alternative: Berechnung von Brennpunktparametern mit numerischem Näherungsverfahren.....	66

7.2.12	Mit ebenen Wellen ausgesendete Felder.....	66
7.2.13	Gesteuerte ebene Wellen.....	67
7.2.14	Messungen von hochintensiven therapeutischen Ultraschallfeldern.....	67
7.2.15	Berechnung von I_{sa}	68
7.2.16	Weitere Auswertungen für Nebenkeulen und vorfokale Höchstwerte.....	68
7.3	Betrachtungen zu abtastenden Wandlern und Wandlern mit mehreren Quellen.....	70
7.3.1	Automatisch abtastende Wandler.....	70
7.4	Räumliche Impulsantwort und Bündeldarstellungen.....	71
7.4.1	Allgemeines.....	71
7.4.2	Punktziel.....	71
7.4.3	Bündeldarstellungen und graphische Darstellungen der Bündelkontur.....	71
7.5	Zusammensetzung ebener Wellen.....	71
Anhang A (informativ) Hintergrund für die Übertragung/Eigenschaften von fokussierenden Wandlern.....		73
A.1	Allgemeines.....	73
A.2	Feld einer Kolbenmembran-Quelle.....	74
A.3	Fokussierung mit einer Linse.....	74
A.4	Fokussierung mit einem konkaven Wandler.....	76
A.5	Geometrische Fokalverstärkungen.....	78
A.6	Schätzung der Bündelbreite.....	79
Anhang B (informativ) Begründung der Definitionen für fokussierend und nichtfokussierend.....		84
B.1	Überblick.....	84
B.1.1	Hintergrundinformationen.....	84
B.1.2	Allgemeines.....	84
B.1.3	Fokussierende Wandler.....	84
B.1.4	Fokussierungsverfahren.....	85
B.1.5	Bekannte und unbekannte fokussierende Wandler.....	86
B.1.6	Fokussierung und Bündelbreite.....	87
B.1.7	Definitionen von Fokussierungsparametern.....	87
B.1.8	Anwendungen von Fokussierungsdefinitionen.....	87
B.1.9	Beziehung der vorliegenden Definitionen zu Physiotherapiewandlern (Behandlungsköpfe).....	87
B.1.10	Beziehung der vorliegenden Definitionen zu therapeutischen Wandlern.....	88
B.2	System- und Messanforderungen.....	88
B.2.1	Allgemeines.....	88
B.2.2	Ausgesendete Druckwellenformen.....	88
B.2.3	Ausgesendete Felder.....	88
B.2.4	Die Abtastebene und die Steuerung von Bündeln.....	88
B.2.5	Impulsecho-Feldmessungen.....	89
Anhang C (informativ) Verfahren zur Ermittlung der Bündelachse für Bündel mit guten Eigenschaften.....		98
C.1	Vergleiche von Verfahren zur Ermittlung der Bündelachse.....	98

C.2	Bündelbreiten-Mittelpunkt-Verfahren.....	99
	Anhang D (informativ) Verfahren für die Ermittlung der Bündelachse für Bündel ohne gute Eigenschaften..	101
	Anhang E (informativ) Messunsicherheiten.....	103
E.1	Allgemeines.....	103
E.2	Gesamtunsicherheit (erweiterte Unsicherheit).....	103
E.3	Allgemein übliche Quellen der Messunsicherheit.....	103
	Anhang F (informativ) Systeme für Wandler- und Hydrophonpositionierung.....	105
	Anhang G (informativ) Planare Abtastung durch ein Hydrophon zur Bestimmung der Schallausgangsleistung.....	106
G.1	Überblick.....	106
G.2	Allgemeine Grundsätze.....	106
G.3	Methodologie der Hydrophonabtastung.....	107
G.3.1	Allgemeine Methodologie.....	107
G.3.2	Besondere Betrachtungen zur Implementierung von HITU-Feldern.....	108
G.4	Korrekturen und Quellen der Messunsicherheit.....	108
G.4.1	Unsicherheit bei der Hydrophonkalibrierung.....	108
G.4.2	Planare Abtastung.....	108
G.4.3	Dämpfungsfaktor von Wasser: nichtfokussierende Wandler.....	109
G.4.4	Dämpfungsfaktor von Wasser: fokussierende Wandler.....	109
G.4.5	Empfangenes Hydrophonsignal.....	109
G.4.6	Integration.....	110
G.4.7	Endliche Größe des Hydrophons.....	110
G.4.8	Teilweise Größe der Integration.....	110
G.4.9	Nichtlineare Ausbreitung.....	111
G.4.10	Richtungsempfindlichkeit.....	111
G.4.11	Rauschen.....	111
G.4.12	Näherung der Intensität durch abgeleitete Intensität.....	111
	Anhang H (informativ) Eigenschaften von Wasser.....	112
H.1	Allgemeines.....	112
H.2	Dämpfungskoeffizient für Ausbreitung in Wasser.....	113
	Literaturhinweise.....	114
Bilder		
	Bild A.1 – Bündelkonturdarstellung: Konturen bei –6 dB, –12 dB und –20 dB für einen 5-MHz-Wandler mit einem Krümmungsradius von $D = 50$ mm, zentriert in Punkt 0,0 (unten in der Mitte der graphischen Darstellung).....	80
	Bild A.2 – Arten geometrischer Fokussierung.....	80
	Bild A.3 – Wandleroptionen.....	81
	Bild A.4 – Parameter für die Beschreibung eines fokussierenden Wandlers mit bekannter Geometrie.....	82
	Bild A.5 – Wegunterschied-Parameter für die Beschreibung eines fokussierenden Wandlers mit bekannter Geometrie.....	83

Bild B.1 – Elektronische Fokussierung entlang der z-Achse mittels Sende-Bündelbildung in der Abtastebene xz.....	89
Bild B.2 – Feldparameter für einen nichtfokussierenden Wandler mit bekannter Geometrie Für eine kreissymmetrischen Geometrie haben Wandler zum Beispiel einen Durchmesser 2a und eine Bündelachse entlang z.....	90
Bild B.3 – Geometrie eines phasengesteuerten Arrays und Konstruktion für elektronische Fokussierung in der Azimutalebene und mechanische Linsenfokussierung in der Höhenebene.....	90
Bild B.4 – Feldparameter für einen fokussierenden Wandler mit bekannter Geometrie.....	91
Bild B.5 – Definitionen für druckbasierte Feldmessungen für einen Wandler mit unbekannter Geometrie....	91
Bild B.6 – Brennpunkt der Bündelbreite für Wandler mit bekannter und unbekannter Geometrie.....	92
Bild B.7 – Parameter des Bündelmaximums.....	93
Bild B.8 – Druck-Brennpunkt für einen Wandler mit bekannter Geometrie (Konstruktionsfall).....	93
Bild B.9 – Druck-Brennpunkt für einen Wandler mit unbekannter Geometrie (Messfall).....	94
Bild B.10 – Parameter der Bündelfläche.....	94
Bild B.11 – Parameter der Bündelachse: Pulsintegral des quadrierten Schalldrucks in Bezug zum Bündelmaximum, in Dezibel (dB), dargestellt in Abhängigkeit vom axialen Abstand.....	95
Bild B.12 – Parameter der Bündeldarstellung.....	95
Bild B.13 – Schematische Darstellung der verschiedenen Ebenen und Linien in einem Ultraschallfeld für einen rechteckigen Wandler.....	96
Bild B.14 – Schematische Darstellung der verschiedenen Ebenen und Linien in einem Ultraschallfeld für einen kreisförmigen Wandler.....	97
Bild C.1 – x-Achsen-Abtastung bei Tiefe 9 cm für die erste Brennzone mit Bündelzentrum.....	99
Bild C.2 – x-Achsen-Abtastung bei Tiefe 4,4 cm für die zweite Brennzone.....	99
Bild D.1 – Asymmetrisches Bündel mit Darstellung des relativen Schalldrucks als Funktion der Anzahl von Abtastungen für das Bündelbreiten-Mittelpunkt-Verfahren.....	102
Bild F.1 – Schematische Darstellung der Freiheitsgrade des Ultraschallwandlers und des Hydrophons.....	105
Tabellen	
Tabelle C.1 – Standardabweichungen für x- und y-Abtastungen mit Verwendung von drei Verfahren zur Ermittlung des Bündelmittelpunkts.....	98
Tabelle C.2 – Dezibel-Pegel der Bündelbreite zur Bestimmung der Mittelpunkte.....	100
Tabelle H.1 – Schallgeschwindigkeit c und charakteristische akustische Impedanz ρc als Funktion der Temperatur, für Ausbreitung in Wasser.....	112

Einleitung

Bei medizinischen Anwendungen sind **fokussierende** Wandler unbedingt erforderlich, um hochaufgelöste Bilder, Doppler- und Flussdaten zu erhalten und um die Ultraschallenergie an erwünschten Stellen für therapeutische Zwecke zu konzentrieren. Dieses Dokument enthält spezifische Definitionen, die für die theoretische Beschreibung des fokussierten Feldes für Wandler mit bekannten, bestimmungsgemäßen Eigenschaften geeignet sind. Weitere spezifische Definitionen in diesem Dokument, die auf Messverfahren beruhen, bieten Möglichkeiten zur Ermittlung der **Fokussierungseigenschaften**, sofern zutreffend, von Wandlern mit unbekannten Feldeigenschaften. Das Messverfahren und die Definitionen bieten sowohl Kriterien für die Bestimmung, ob der Wandler fokussiert, als auch Mittel für die Beschreibung der **Fokussierungseigenschaften** des Feldes. Sowohl für **fokussierende** als auch **nichtfokussierende** Wandler werden Verfahren für die Ausrichtung der **Bündelachse** und Messungen zur Charakterisierung von Feldern angegeben.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument

- enthält Definitionen für Eigenschaften der von fokussierenden und nichtfokussierenden Wandlern für medizinische Ultraschallanwendungen ausgesendeten Felder;
- setzt diese Definitionen zu theoretischen Beschreibungen, Aufbau und Messungen der von fokussierenden Wandlern ausgesendeten Felder in Beziehung;
- enthält Messverfahren für die Ermittlung festgelegter Eigenschaften fokussierender und nichtfokussierender Wandler;
- legt Verfahren für die Ausrichtung der Bündelachse für fokussierende und nichtfokussierende Wandler fest.

Dieses Dokument bezieht sich auf fokussierende Ultraschallwandler, die in dem für medizinischen Ultraschall geeigneten Frequenzbereich (0,5 MHz bis 40 MHz) sowohl für therapeutische als auch für diagnostische Zwecke eingesetzt werden. Sie zeigt, wie die Eigenschaften des vom Wandler ausgesendeten Feldes beschrieben und gemessen werden können, sowohl bezüglich der Konstruktion als auch entsprechend der Messung durch jemanden, der keine Vorkenntnisse zu Einzelheiten des Aufbaus eines bestimmten Geräts hat. Das bei einer bestimmten Anregung ausgesendete Ultraschallfeld wird mit einem Hydrophon entweder in einem Standard-Prüfmedium (z. B. Wasser) oder in einem anderen gegebenen Medium gemessen. Dieses Dokument gilt nur für Medien, bei denen das Feldverhalten im Wesentlichen gleich dem Feldverhalten in einem Fluid ist (d. h. bei denen der Einfluss von Schubwellen und elastischer Anisotropie gering ist), einschließlich Weichteilgewebe und gewebesimulierende Gels. Auch werden alle Feldaspekte behandelt, die einen Einfluss auf die theoretische Beschreibung haben oder konstruktiv von Bedeutung sind. Diese Definitionen wären nützlich für wissenschaftliche Mitteilungen, in der Systemauslegung und in der Beschreibung der Leistungsfähigkeit und Sicherheit von Systemen, die mit diesen Geräten arbeiten, von Bedeutung sind.

Wo es möglich ist, enthält dieses Dokument Begriffe aus anderen verwandten Normen und eine neue, spezifischere Terminologie sowohl für die Festlegung von Fokussierungseigenschaften als auch zu Bereitstellung einer Grundlage für die Messung dieser Eigenschaften.

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).

IEC 61689:2013, *Ultrasonics – Physiotherapy systems – Field specifications and methods of measurement in the frequency range 0,5 MHz to 5MHz*

IEC 62127–3:2007, *Ultrasonics – Hydrophones – Part 3: Properties of hydrophones for ultrasonic fields up to 40 MHz*

IEC 62127–3:2007/AMD1:2013

IEC TS 62556:2014, *Ultrasonics – Field characterization – Specification and measurement of field parameters for high intensity therapeutic ultrasound (HITU) transducers and systems*

IEC 61161, *Ultrasonics – Power measurement – Radiation force balances and performance requirements*

IEC 62555, *Ultrasonics – Power measurement – High intensity therapeutic ultrasound (HITU) transducers and systems*

ISO/IEC Guide 98–3:2008, *Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

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

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

3.1

Schallpulsform

zeitweilige Wellenform des Augenblickswerts des Schalldrucks in einer festgelegten Position in einem Schallfeld, der über eine ausreichende Zeitspanne angezeigt wird, um alle wichtigen akustischen Daten in einem einzigen Puls, einem **Tonburst** oder einer Schwingung im **Dauerschallbetrieb** zu umfassen

Anmerkung 1 zum Begriff: In einigen Fällen wie beim amplitudenmodulierten Puls kann die gesamte Pulsreihe als Gruppe von Pulsen erscheinen, die in Abständen, die viel geringer als die gesamte Pulsfolgezeit sind, fast unmittelbar aufeinander folgen.

3.2

Ringarray

Ultraschallwandlerelementgruppe mit strahlenden Flächen in derselben Ebene oder gekrümmten Fläche, bestehend aus konzentrischen Elementen mit elektrischer Phasensteuerung, um die Eigenschaften eines Schallbündels zu steuern

3.3

akustische Frequenz

akustische Arbeitsfrequenz

Frequenz eines akustischen Signals auf der Grundlage der Beobachtung der Ausgangsspannung eines **Hydrophons**, das in einem Schallfeld an der Position angeordnet ist, die dem **räumlichen und zeitlichen Spitzenwert des Schalldrucks** entspricht

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Signal wird entweder nach dem **Nulldurchgangsverfahren** oder einem Spektralanalysenverfahren analysiert.

Anmerkung 2 zum Begriff: In einer Vielzahl von Fällen ist die vorliegende Definition nicht sehr hilfreich bzw. zweckmäßig, was insbesondere für **Breitbandwandler** gilt. In diesem Fall sollte eine vollständige Beschreibung des Frequenzspektrums angegeben werden, um jegliche frequenzabhängige Korrekturen am Signal vornehmen zu können.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die **akustische Frequenz** wird in Hertz (Hz) angegeben.

[QUELLE: IEC 62127-1:2007, 3.3]

3.3.1

akustische Arbeitsfrequenz beim Nulldurchgang

Anzahl n von aufeinanderfolgenden Halbschwingungen (unabhängig von der Polarität) geteilt durch die zweifache Zeit zwischen dem Beginn der ersten Halbschwingung und dem Ende der n -ten Halbschwingung

Anmerkung 1 zum Begriff: Keine der n aufeinanderfolgenden Halbschwingungen sollte Anzeichen eines Phasenwechsels zeigen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Frequenz ist nur für Dauerschallsysteme vorgesehen.

[QUELLE: IEC 62127-1:2007/AMD1:2013, 3.3.1, modifiziert – Anmerkung 2 zum Begriff und Anmerkung 3 zum Begriff wurden gestrichen.]

3.3.2

arithmetischer Mittelwert der akustischen Arbeitsfrequenz

f_{awf}

arithmetisches Mittel der zahlenmäßig am weitesten auseinander liegenden Frequenzen f_1 und f_2 innerhalb eines Bereiches des Dreifachen von f_1 , bei denen die Höhe des Schalldruckspektrums 3 dB unter der größten Amplitude liegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Frequenz ist lediglich für Systeme mit gepulsten Schallwellen vorgesehen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Es wird angenommen, dass $f_1 < f_2$.

Anmerkung 3 zum Begriff: Liegt f_2 nicht im Bereich von $< 3 f_1$, wird f_2 als niedrigste Frequenz oberhalb dieses Bereichs angesehen, bei der die Höhe des Spektrums 3 dB unterhalb der größten Amplitude liegt.

Anmerkung 4 zum Begriff: Siehe IEC 62127-1 zu Verfahren der Bestimmung des arithmetischen Mittelwerts der akustischen Arbeitsfrequenz.

[QUELLE: IEC 62127-1:2007 und IEC 62127-1:2007/AMD1:2013, 3.3.2, modifiziert – Anmerkung 4 zum Begriff wurde hinzugefügt.]

3.4

Apertur-Wegunterschied

Δ

Differenz in den Weglängen von einem festgelegten **geometrischen Brennpunkt** zur Peripherie der **Wandlerapertur** und zum Schnittpunkt der **Bündelachse** mit der **Wandleraperturebene** für eine festgelegte **Längsebene** und für ein **ungesteuertes Bündel**

SIEHE: Bild A.5

Anmerkung 1 zum Begriff: Δ wird in Meter, m, angegeben.

3.5

Apodisation

Amplitudengewichtung oder Abblenden der **Wandlerapertur**

3.6

Axialfeldpunkt-Wegunterschied

Δ'

Differenz in den Weglängen von einem festgelegten Feldpunkt auf der **Bündelachse** zur Peripherie der **Wandlerapertur** und zum Schnittpunkt der **Bündelachse** mit der **Wandleraperturebene**

SIEHE Bild A.5

Anmerkung 1 zum Begriff: Er ist in derselben Längsebene wie der Apertur-Wegunterschied festgelegt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Δ' wird in Meter, m, angegeben.

3.7

Azimutalachse

durch die Schnittmenge der **Azimutalebene** und der **Quellenaperturebene** (Messung) oder der **Wandleraperturebene** (Konstruktion) gebildete Achse

SIEHE Bild B.3, Bild B.13, Bild B.14

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Wahl dieser Achse ist beliebig für einen kreissymmetrischen HITU-Wandler, der keine Öffnung in seiner Mitte aufweist aber senkrecht zur Höhenachse liegt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Wenn ein HITU-Wandler eine Öffnung in seiner Mitte aufweist, innerhalb welcher ein Bildgebungswandler angeordnet ist, wird diese Achse an der Azimutalachse des bildgebenden Wandlers ausgerichtet.

3.8

Azimutalebene

Ebene, welche die **Bündelachse** und die Linie der geringsten **Halbwerts-Bündelbreite** enthält

SIEHE Bild B.3, Bild B.13, Bild B.14

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei einer **Ultraschallwandler-Anordnung** (Ultraschallwandler-Array) ist dies die Bildgebungsebene.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei einem einzelnen **Ultraschallwandler** mit Kugel- oder Kreis-Symmetrie ist sie eine beliebige die **Bündelachse** enthaltende Ebene.

3.9

Bandbreite

BW

Differenz zwischen den zahlenmäßig am weitesten auseinanderliegenden Werten f_1 und f_2 , bei denen die Amplitude des Schalldruckspektrums um 3 dB kleiner als der Spitzenwert ist, an einem bestimmten Punkt im Schallfeld

Anmerkung 1 zum Begriff: Die **Bandbreite** wird in Hertz (Hz) angegeben.

[QUELLE: IEC 62127-1:2007, 3.6]

3.10

Bündelfläche

$A_{b,6}$, $A_{b,12}$, $A_{b,20}$

Fläche in einer festgelegten Ebene senkrecht zur **Bündelachse**, die alle Punkte enthält, in denen das **Pulsintegral des quadrierten Schalldrucks** größer als ein festgelegter Anteil des Höchstwerts des **Pulsintegrals des quadrierten Schalldrucks** in dieser Ebene ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Ist die Lage der Ebene nicht gegeben, ist es die Ebene, die durch den Punkt verläuft, der dem Höchstwert des **Pulsintegrals des quadrierten Schalldrucks** im gesamten Schallfeld entspricht.

Anmerkung 2 zum Begriff: In einer Vielzahl von Fällen wird die Benennung **Pulsintegral des quadrierten Schalldrucks** in der vorgenannten Definition überall durch eine im linearen Zusammenhang stehende Größe ersetzt, z. B.:

- a) im Fall eines Dauerschallsignals wird die Benennung **Pulsintegral des quadrierten Schalldrucks** ersetzt durch „Mittelwert des quadrierten Schalldrucks“ entsprechend der Definition in IEC 61689;
- b) in Fällen, bei denen die Signalsynchronisation mit dem Abtastfeld nicht möglich ist, kann die Benennung **Pulsintegral des quadrierten Schalldrucks** ersetzt werden durch **zeitlicher Mittelwert der Intensität**.

Anmerkung 3 zum Begriff: Einige festgelegte Anteile sind 0,25 für die -6 dB-Bündelfläche und 0,01 für die -20-dB-Bündelfläche.

Anmerkung 4 zum Begriff: **Bündelfläche** wird in Quadratmeter (m²) angegeben.

[QUELLE: IEC 62127-1:2007 und IEC 62127-1:2007/AMD1:2013, 3.7, modifiziert – Das Formelzeichen $A_{b,12}$ wurde hinzugefügt.]

3.11

Fokustiefe der Bündelfläche

Abstand entlang der **Bündelfläche** von der **Quellenaperturbene** zum **Brennpunkt der Bündelfläche**

SIEHE Bild B.10

3.12

Brennebene der Bündelfläche

Ebene senkrecht zur **Bündelachse**, die den **Brennpunkt der Bündelfläche** enthält

SIEHE Bild B.10

3.13

Brennpunkt der Bündelfläche

Punkt auf der **Bündelachse**, in dem die **-6-dB-Bündelfläche** ein Minimum ist

SIEHE Bild B.10

3.14

Bündelachse

Gerade, die durch die **Bündelmittelpunkte** von zwei Ebenen verläuft, die senkrecht zu der Gerade stehen, die den Punkt des größten **Pulsintegrals des quadrierten Schalldrucks** mit dem Mittelpunkt der **äußeren Wandlerflächenebene** verbindet

SIEHE Bild B.3, Bild B.13, Bild B.14

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Lage der ersten Ebene entspricht der Lage derjenigen Ebene, die das größte **Pulsintegral des quadrierten Schalldrucks** enthält oder, alternativ betrachtet, einer Ebene, die eine einzelne, in der vorfokalen Zone liegende Hauptkeule enthält. Die Lage der zweiten Ebene befindet sich so weit wie praktisch möglich von der ersten Ebene entfernt und verläuft parallel zur ersten Ebene mit den gleichen orthogonalen Abtastlinien (x und y-Achse), die für die erste Ebene verwendet wurden.

Anmerkung 2 zum Begriff: In einer Vielzahl von Fällen wird die Benennung **Pulsintegral des quadrierten Schalldrucks** in der vorgenannten Definition durch eine beliebige im linearen Zusammenhang stehende Größe ersetzt, z. B.:

- a) im Fall eines Dauerschallsignals wird der Begriff **Pulsintegral des quadrierten Schalldrucks** ersetzt durch „Mittelwert des quadrierten Schalldrucks“ entsprechend der Definition in IEC 61689;
- b) in Fällen, bei denen die Signalsynchronisation mit dem Abtastfeld nicht möglich ist, kann der Begriff **Pulsintegral des quadrierten Schalldrucks** ersetzt werden durch **zeitlicher Mittelwert der Intensität**.

Anmerkung 3 zum Begriff: Siehe Anhang C und Anhang D.

[QUELLE: IEC 62127-1:2007, 3.8, modifiziert – In der Definition wurde „**äußeren Wandlerapertur**“ ersetzt durch „**äußeren Wandlerflächenebene**“.]

3.15

Bündelmittelpunkt

Punkt, in dem sich zwei durch die **Bündelbreiten-Mittelpunkte** zweier orthogonaler Ebenen, xz und yz, gehende Linien schneiden

3.16

Bündelmaximum

bm

größtes gemessenes **Pulsintegral des quadrierten Schalldrucks** auf der **Bündelachse**

SIEHE Bild B.7

[QUELLE: IEC TS 62556:2014, 3.10]

3.17

Tiefe des Bündelmaximums

L_{bm}

kürzester Abstand zwischen zwei Punkten auf der **Bündelachse**, bei dem das **Pulsintegral des quadrierten Schalldrucks** dessen Maximum auf der **Bündelachse** um 6 dB unterschreitet

SIEHE Bild B.7

Anmerkung 1 zum Begriff: In einigen Fällen wird die Benennung **Pulsintegral des quadrierten Schalldrucks** in der vorstehenden Definition durch eine linear zusammenhängende Größe ersetzt, z. B. wird bei einem Dauerschallsignal die

Benennung **Pulsintegral des quadrierten Schalldrucks** durch den in IEC 61689 definierten „Mittelwert des quadrierten Schalldrucks“ ersetzt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die **Tiefe des Bündelmaximums** wird in Meter (m) angegeben.

[QUELLE: IEC TS 62556:2014, 3.11]

3.18

Länge des Bündelmaximums

z_p
Abstand von der Quellenaperturebene zum Punkt auf der **Bündelachse**, an dem das größte **Pulsintegral des quadrierten Schalldrucks** gemessen wird

SIEHE Bild B.7

Anmerkung 1 zum Begriff: In einigen Fällen wird die Benennung **Pulsintegral des quadrierten Schalldrucks** in der vorgenannten Definition durch eine beliebige im linearen Zusammenhang stehende Größe ersetzt, z. B. durch den in IEC 61689 definierten „Mittelwert des quadrierten Schalldrucks“ im Fall eines Dauerschallsignals.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die **Länge des Bündelmaximums** wird in Meter (m) angegeben.

[QUELLE: IEC TS 62556:2014, 3.12, modifiziert – „Abstand von der Quellenaperturebene zum“ wurde zur Definition hinzugefügt.]

3.19

Ebene des Bündelmaximums

Ebene senkrecht zur **Bündelachse**, die das **Bündelmaximum** enthält

SIEHE Bild B.7

3.20

Punkt des Bündelmaximums

Punkt auf der **Bündelachse**, an dem das größte **Pulsintegral des quadrierten Schalldrucks** vorliegt

SIEHE Bild B.7

3.21

Volumen des Bündelmaximums

V_{bm}
Volumen in einem festgelegten Raum, der alle Punkte umfasst, bei denen das **Pulsintegral des quadrierten Schalldrucks** größer als der -6-dB-Wert des **Pulsintegrals des quadrierten Schalldrucks** am **Punkt des Bündelmaximums** ist

SIEHE Bild B.7

Anmerkung 1 zum Begriff: In einigen Fällen wird die Benennung **Pulsintegral des quadrierten Schalldrucks** in der vorgenannten Definition durch eine beliebige im linearen Zusammenhang stehende Größe ersetzt, z. B. wird bei einem Dauerschallsignal die Benennung **Pulsintegral des quadrierten Schalldrucks** durch den in IEC 61689 definierten „Mittelwert des quadrierten Schalldrucks“ ersetzt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Das **Volumen des Bündelmaximums** wird in Kubikmeter (m³) angegeben.

[QUELLE: IEC TS 62556:2014, 3.13]

3.22

Bündelbreiten-Mittelpunkt

linearer Mittelwert der Lage der Mittelpunkte der **Bündelbreiten** in einer Ebene

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Mittelwert wird über so viele Pegel der Bündelbreite bestimmt, wie in Abschnitt C.2 und

in Tabelle C.2 angegeben.

3.23

Bündelminimum

Position entlang der **Bündelachse** in einer festgelegten **Längsebene**, an der das Feld eines **nichtfokussierenden Wandlers** die geringste **-6 dB-Bündelbreite** hat

SIEHE Bild B.6

Anmerkung 1 zum Begriff: Unter idealen Bedingungen entspricht diese Position dem **Übergangsabstand** für kreissymmetrische Felder oder nahezu dem **Übergangsabstand** bei anderen Geometrien.

3.24

Tiefe des Bündelminimums

$b_{\min}$

Abstand vom **Bündelminimum** zur **Wandleraperturbene**, oder im Fall einer Messung, zur **Quellenaperturbene**

SIEHE Bild B.6

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Tiefe des **Bündelminimums** wird in Meter (m) angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die **Tiefe des Bündelminimums** eines **nichtfokussierenden Wandlers** war früher bekannt als „natürliche Brennweite“.

3.25

Bündelbreite

w_6, w_{12}, w_{20}

größter Abstand zwischen zwei Punkten auf einer festgelegten Achse senkrecht zur **Bündelachse**, an denen das **Pulsintegral des quadrierten Schalldrucks** seinen Höchstwert auf der festgelegten Achse um einen festgelegten Betrag unterschreitet

SIEHE Bild B.4, Bild B.6 und Bild B.12

Anmerkung 1 zum Begriff: In einer Vielzahl von Fällen wird die Benennung **Pulsintegral des quadrierten Schalldrucks** in der vorgenannten Definition durch eine beliebige im linearen Zusammenhang stehende Größe ersetzt, z. B.:

- im Fall eines Dauerschallsignals wird die Benennung **Pulsintegral des quadrierten Schalldrucks** ersetzt durch „Mittelwert des quadrierten Schalldrucks“ entsprechend der Definition in IEC 61689;
- in Fällen, bei denen die Signalsynchronisation mit dem Abtastfeld nicht möglich ist, kann die Benennung **Pulsintegral des quadrierten Schalldrucks** ersetzt werden durch **zeitlicher Mittelwert der Intensität**.

Anmerkung 2 zum Begriff: Häufig angewendete **Bündelbreiten** sind bei den Pegeln **-6 dB**, **-12 dB** und **-20 dB** unter dem Maximum festgelegt. Die Dezibel-Berechnung bedeutet die Verwendung des 10-Fachen vom Logarithmus der Verhältnisse der Integrale.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die **Bündelbreite** wird in Metern (m) angegeben.

[QUELLE: IEC 62127-1:2007, 3.11]

3.26

Brennweite der Bündelbreite

Abstand von der **Quellenaperturbene** entlang der **Bündelachse** zum **Brennpunkt der Bündelbreite**

3.27

Brennlinie der Bündelbreite

in einer festgelegten **Längsebene** die Linie senkrecht zur **Bündelachse**, die durch den **Brennpunkt der Bündelbreite** verläuft

SIEHE Bild B.6b

3.28

Brennpunkt der Bündelbreite

in einer festgelegten **Längsebene** der Punkt auf der **Bündelachse**, für den die senkrecht zur Achse gemessene **-6-dB-Bündelbreite** ein Minimum ist, und dessen Bandbreite die Kriterien eines **fokussierenden Wandlers** erfüllt

SIEHE Bild B.6b

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn für verschiedene **Längsebenen** eine zweidimensionale Fokussierung angewendet wurde, können die **Bündelbreiten** im Allgemeinen unterschiedlich sein.

3.29

Breitbandsignal

Signal mit einer relativen **-3-dB-Teilbandbreite** größer als 0,25, wobei die relative **-3-dB-Teilbandbreite** gleich der **Bandbreite** geteilt durch die **akustische Mittenfrequenz** ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Breitbandwandler, IEC 62127-1:2007, 3.12.

3.30

mittlere Abtastlinie

zentrale Abtastlinie

<bei automatischen Abtastsystemen>

die **Ultraschallabtastlinie**, die der Symmetrieachse der **Abtastebene** am nächsten liegt

[QUELLE: IEC 62127-1:2007, 3.13]

3.31

Kreiswellenzahl

k

Verhältnis von 2π geteilt durch die **wirksame Wellenlänge**

3.31.1

Vektorkomponente des Wellenlängenvektors entlang der x-Achse

k_x

<bei einer ebenen Welle>

Produkt aus der Kreiswellenzahl und dem Kosinus des Winkels, der zwischen der Ausbreitungsrichtung und der x-Achse gebildet wird

$$k_x = k \cdot \hat{\mathbf{r}} \cdot \hat{\mathbf{x}}$$

Dabei ist $\hat{\mathbf{r}}$ der Einheitsvektor in Ausbreitungsrichtung und $\hat{\mathbf{x}}$ ist der Einheitsvektor in Richtung der x-Achse

3.31.2

Vektorkomponente des Wellenlängenvektors entlang der y-Achse

k_y

<bei einer ebenen Welle>

Produkt aus der Kreiswellenzahl und dem Kosinus des Winkels, der zwischen der Ausbreitungsrichtung und der y-Achse gebildet wird

$$k_y = k \cdot \hat{\mathbf{r}} \cdot \hat{\mathbf{y}}$$

Dabei ist $\hat{\mathbf{r}}$ der Einheitsvektor in Ausbreitungsrichtung und $\hat{\mathbf{y}}$ ist der Einheitsvektor in Richtung der y-Achse

3.32

klinische Anregungsbedingungen

Einstellungen des Tastverhältnisses und der **Wandler-Anregungsspannung**, wenn ein **Ultraschallwandler** für Behandlungszwecke betrieben wird

3.33

Dauerschallsignal

Signal, das monochromatisch eine einzige Frequenz enthaltend und nicht amplitudenmoduliert ist

3.34

krummliniges Array

Array oder **Ultraschallwandlerelementgruppe**, die aus aneinander gereihten **Ultraschallwandlerelementen** besteht, die auf einer gekrümmten Fläche angeordnet sind und elektrisch gesteuert werden können, um die Eigenschaften und/oder Richtung eines Schallbündels zu ändern

3.35

Feldtiefe

Δ_{DOF}

in einer festgelegten **Längsebene** der Abstand zwischen zwei Punkten entlang der **Bündelachse**, die durch die Punkte auf beiden Seiten des **Brennpunkts der Bündelbreite** definiert sind, in denen die **-6-dB-Bündelbreiten** um einen Faktor zwei zunehmen

SIEHE Bild B.6b

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei einer Konstruktion, bei der ein solcher Punkt zwischen dem **Brennpunkt der Bündelbreite** und der **Wandleraperturbene** nicht vorhanden ist, gilt die Lage des dem **Ultraschallwandler** am nächsten gelegenen Punktes der **Feldtiefe** als die **Wandleraperturbene**. Bei einer Messung, bei der ein solcher Punkt zwischen dem **Brennpunkt der Bündelbreite** und der **Quellenaperturbene** nicht vorhanden ist, gilt die Lage des dem **Ultraschallwandler** am nächsten gelegenen Punktes der **Feldtiefe** als die **Wandleraperturbene**.

Anmerkung 2 zum Begriff: Δ_{DOF} wird in Meter (m) angegeben.

3.36

diametrale Bündelabtastung

Reihe von Messungen der **Hydrophon**-Ausgangsspannung, die während der Bewegung des **Hydrophons** entlang einer Geraden, die durch einen Punkt auf der **Bündelachse** und in einer Richtung senkrecht zur **Bündelachse** verläuft, durchgeführt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die **diametrale Bündelabtastung** kann sich über verschiedene Abstände auf jeder Seite der **Bündelachse** erstrecken.

[QUELLE: IEC 62127-1:2007, 3.14]

3.37

Abstand z_e

z_e

Abstand entlang der **Bündelachse** zwischen der **Patienteneintrittsebene** und der **äußeren Wandlerflächenebene**

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Abstand z_e wird in Meter (m) angegeben.

3.38

Abstand z_{slpta}

z_{slpta}

Abstand entlang der **Bündelachse** zwischen der Ebene, in der der **Nebenkeulenspitzen- und zeitliche Mittelwert der Intensität** liegt, und der **Quellenaperturbene**

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Abstand z_{slpta} wird in Meter (m) angegeben.

3.39

Abstand z_p

z_p

Abstand entlang der **Bündelachse** zwischen der Ebene, in der der **Fokuspunkt** liegt (oder bei nichtfokussierenden Wandlern die Ebene mit dem Bündelmaximum), und der **Quellenaperturbene**

SIEHE Bild B.7 und Bild B.9

Anmerkung 1 zum Begriff: **Abstand** z_p ist der Abstand zwischen der Quellenaperturebene und dem **Druck-Brennpunkt** bei **fokussierenden Wandlern**.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der **Abstand** z_p wird in Meter (m) angegeben.

[QUELLE: IEC TS 62556:2014, 3.21, modifiziert – Anmerkung 1 wurde dem Eintrag hinzugefügt.]

3.40

Tastverhältnis relative Einschaltdauer

F_d

Verhältnis der **Pulsdauer** zur **Pulswiederholperiodendauer**

[QUELLE: IEC 60469:2013, 3.2.9, modifiziert – Die Verweisung auf den spezifischen Kontext einer periodischen Pulsreihe und die ursprüngliche Anmerkung zum Begriff wurden gestrichen.]

3.41

effektive Fokussierfläche

Fläche konstanter Phase, deren Peripherie mit der **äußeren Wandlerflächenebene** zusammenfällt

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Fall eines Arrays ergibt sich die Fokussierung aus der Anwendung einer Phasenverzögerung auf die elektrische Anregung, die auf die einzelnen Elemente eines Arrays angewendet wird, um eine Fokussierung und Steuerung einer **Abtastlinie** zu bewirken. In diesem Fall kann eine Gesamtphasenverzögerung entlang einer Linie senkrecht zu jedem Element berechnet werden, indem die Phasenverzögerung der Anregung zur Ausbreitungsverzögerung, die der Schallgeschwindigkeit und dem Abstand entlang der Linie entspricht, addiert wird. Eine Fläche konstanter Phase kann dann als eine Fläche festgelegt werden, die derart in allen solchen Senkrechten liegt, dass alle Punkte der Schnittlinie die gleiche Gesamtphase haben.

[QUELLE: IEC TS 62556:2014, 3.23]

3.42

wirksamer Hydrophonradius

a_h, a_{h3}, a_{h6}

Radius eines Empfangs-**Hydrophons** mit starrer Piezoscheibe, das eine vorhergesagte Funktion der Richtungsempfindlichkeit mit einem Öffnungswinkel gleich dem beobachteten Öffnungswinkel hat

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Öffnungswinkel wird bei einem festgelegten Pegel unterhalb des Spitzenwerts der **Richtungsempfindlichkeits**-Funktion bestimmt. Für die festgelegten Pegel von 3 dB und 6 dB werden die Radien als a_{h3} bzw. a_{h6} bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Radius ist üblicherweise eine Funktion der Frequenz. Bezüglich repräsentativer Versuchsdaten siehe [5].

Anmerkung 3 zum Begriff: Der wirksame Hydrophonradius wird in Meter (m) angegeben.

[QUELLE: IEC 62127-3:2007, 3.2]

3.43

effektive Weglänge

d_{eff}

Abstand, der die äquivalente gesamte akustische Weglänge zwischen einem festgelegten Feldpunkt und einem festgelegten Punkt auf einer effektiven Fokussierfläche eines Wandlers festlegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Falle eines Wandlers mit einer Linse wird der Teil des Weges durch die Linse mit dem Verhältnis c_w/c_L multipliziert, wobei c_L die Schallgeschwindigkeit in der Linse und c_w die Schallgeschwindigkeit in Wasser (oder im Messmedium) ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: In den meisten Fällen gilt diese Definition für Wandler bekannter Konstruktion, anderenfalls kann sie als Zeitverzögerung zwischen den zwei oben festgelegten Punkten, dividiert durch die Schallgeschwindigkeit in Wasser (oder in dem Messmedium) gemessen werden. Siehe auch **geometrischer Brennpunkt** und **effektive Fokussierfläche**.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die **effektive Weglänge** wird in Meter (m) angegeben.

3.44

wirksamer Radius eines fokussierenden Ultraschallwandlers

a_f

Radius eines **fokussierenden Ultraschallwandlers**, der eine vorausgesagte axiale Schalldruckverteilung hat, die der beobachteten axialen Schalldruckverteilung in der axialen **Fokuszone** annähernd gleich ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Der **wirksame Radius eines fokussierenden Ultraschallwandlers** wird in Meter (m) angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein Wandler mit einer Öffnung in seiner Mitte hat keinen wirksamen Radius.

3.45

wirksamer Radius eines nicht fokussierenden Ultraschallwandlers

a_i

Radius eines idealen Kolbenmembran-**Ultraschallwandlers**, der eine vorausgesagte axiale Schalldruckverteilung hat, die der beobachteten axialen Schalldruckverteilung über einen axialen Abstand bis mindestens zum **Punkt des Bündelmaximums** annähernd gleich ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Der **wirksame Radius eines nicht fokussierenden Ultraschallwandlers** wird in Meter (m) angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein Wandler mit einer Öffnung in seiner Mitte hat keinen wirksamen Radius.

3.46

effektive Wellenlänge

λ

longitudinale Schallgeschwindigkeit im Ausbreitungsmedium, dividiert durch die **akustische Mittenfrequenz**

Anmerkung 1 zum Begriff: Die **effektive Wellenlänge** wird in Meter (m) angegeben.

3.47

elektrische Lastimpedanz

Z_L

komplexe elektrische Eingangsimpedanz (bestehend aus einem Realteil und einem Imaginärteil), an die das Ausgangskabel der Einheit angeschlossen ist oder angeschlossen werden soll

Anmerkung 1 zum Begriff: Die **elektrische Lastimpedanz** wird in Ohm (Ω) angegeben.

[QUELLE: IEC 62127-3:2007, 3.3, modifiziert – Das Formelzeichen wurde von Z_L in Z_L geändert. „der Ausgang des **Hydrophons** oder der **Hydrophoneinheit**“ wurde ersetzt durch „das Ausgangskabel der Einheit“.]

3.48

Höhenachse

Linie in der **Quellenaperturbene** (Messung) oder **Wandleraperturbene** (Konstruktion), die senkrecht zur **Azimutalachse** und zur **Bündelachse** verläuft

SIEHE Bild B.3 und Bild B.12

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Wahl dieser Achse ist willkürlich für einen kreissymmetrischen HITU-Wandler, der keine Öffnung in seiner Mitte aufweist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Wenn ein HITU-Wandler eine Öffnung in seiner Mitte aufweist, innerhalb welcher ein Bildgebungswandler angeordnet ist, wird diese Achse an der Azimutalachse des Bildgebungswandlers ausgerichtet.

3.49

Höhenebene

Längsebene, welche die **Höhenachse** und die **Bündelachse** enthält

SIEHE Bild B.3 und Bild B.12

3.50

Empfindlichkeit bei Last am Kabelende

$M_L(f)$

<bei einem Hydrophon oder einer Hydrophoneinheit>

Quotient des Fourier-transformierten Spannung-Zeit-Signals $F(p(t))$ eines **Hydrophons** am Ende eines beliebigen integrierten Kabels oder Ausgangssteckverbinders eines **Hydrophons** oder einer **Hydrophoneinheit** bei Anschluss an eine festgelegte **elektrische Lastimpedanz** zur Fourier-transformierten **Schallpulsform** $F(p(t))$ einer ebenen Welle am Ort des Bezugsmittelpunkts des **Hydrophons**, wenn das **Hydrophon** entfernt worden wäre:

$$M_L(f) = \frac{F(u_L(t))}{F(p(t))}$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Die **Empfindlichkeit bei Last am Kabelende** ist ein komplexer Parameter. Ihr Betrag wird in Volt je Pascal (V/Pa) angegeben. Der Phasenwinkel wird in Grad angegeben und ist die Phasendifferenz zwischen der elektrischen Spannung und dem Schalldruck.

3.51

Empfindlichkeit bei Leerlauf am Kabelende

$M_c(f)$

<bei einem **Hydrophon**>

Quotient des Fourier-transformierten Leerlauf-Spannung-Zeit-Signals $F(p(t))$ eines **Hydrophons** am Ende eines beliebigen integrierten Kabels oder Ausgangssteckverbinders eines **Hydrophons** zur Fourier-transformierten **Schallpulsform** $F(p(t))$ im ungestörten Freifeld einer ebenen Welle am Ort des Bezugsmittelpunkts des **Hydrophons**, wenn das **Hydrophon** entfernt worden wäre:

$$M_c(f) = \frac{F(u_c(t))}{F(p(t))}$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Die **Empfindlichkeit bei Leerlauf am Kabelende** ist ein komplexer Parameter. Ihr Betrag wird in Volt je Pascal (V/Pa) angegeben. Der Phasenwinkel wird in Grad angegeben und ist die Phasendifferenz zwischen der elektrischen Spannung und dem Schalldruck.

3.52

äußere Wandlerfläche

äußere Wandlerapertur

Teil der Oberfläche des **Ultraschallwandlers** oder der **Ultraschallwandlerelementgruppe**, die Ultraschall in das Ausbreitungsmedium aussendet

SIEHE Bild B.5

Anmerkung 1 zum Begriff: Es wird angenommen, dass diese Fläche für Messungen mit einem Hydrophon in einem gewählten Ausbreitungsmedium (gewöhnlich Wasser) zugänglich ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Oberfläche steht entweder direkt in Berührung mit dem Patienten oder ist in Kontakt mit dem Patienten über einen Schallweg durch Wasser oder eine andere Flüssigkeit.

3.53

äußere Wandlerflächenebene

äußere Wandleraperturebene

Ebene, die orthogonal zur **Bündelachse** eines ungesteuerten Bündels oder bei einem automatischen Scanner orthogonal zur Symmetrieachse der **Azimutalebene** ist und physikalisch an den **Ultraschallwandler** und die **äußere Wandlerfläche** grenzt

SIEHE Bild B.6b, Bild B.7, Bild B.9, Bild B.10, Bild B.13 und Bild B.14

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn der **Ultraschallwandler** flach ist, ist die Ebene koplanar mit der strahlenden Fläche des **Ultraschallwandlers**; ist er konkav, berührt die Ebene die Peripherie der strahlenden Fläche; ist er konvex, verläuft die Ebene tangential zum Mittelpunkt der strahlenden Fläche im Berührungspunkt (siehe Bild B.5).

3.54

Blendenzahl

N_F

Verhältnis der **geometrischen Brennweite** zur **Wandleraperturbreite** in einer festgelegten **Längsebene**

Anmerkung 1 zum Begriff: N_F ist dimensionslos.

3.55

Fernfeld

Bereich des Feldes, in dem $z > z_T$ entlang der **Bündelachse** ist, für ebene, nicht **fokussierende Ultraschallwandler**

SIEHE Bild B.2

Anmerkung 1 zum Begriff: Im **Fernfeld** breitet sich der Schalldruck von einem Punkt auf oder nahe der strahlenden Oberfläche sphärisch divergent aus. Damit ist der durch die Schallquelle erzeugte Druck umgekehrt proportional zum Abstand von dieser Schallquelle.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Benennung **Fernfeld** wird in diesem Dokument nur im Zusammenhang mit Wandlern mit nichtfokussierender Quelle angewendet. Bei fokussierenden Wandlern gilt für die verschiedenen Teile des ausgesendeten Feldes eine andere Terminologie (siehe Bild B.4).

Anmerkung 3 zum Begriff: Wenn die Form der Wandlerapertur verschiedene **Übergangsabstände** erzeugt, wird der am weitesten vom Wandler entfernte verwendet.

Anmerkung 4 zum Begriff: Entspricht der früheren Benennung „Fraunhofer-Zone“

[QUELLE: IEC 62127-1:2007/AMD1:2013, 3.28]

3.56

ferner Übergangsabstand

z_{FTD}

bei einem **fokussierenden Wandler** der Abstand, über welchen hinaus die **nachfokale Zone** beginnt

SIEHE Bild B.4

Anmerkung 1 zum Begriff: Der **ferne Übergangsabstand** ist der größte Abstand vom **Ultraschallwandler**, bei dem der Absolutbetrag der Differenz zwischen Apertur-Wegunterschied und Axialfeldpunkt-Wegunterschied gleich der Hälfte einer effektiven Wellenlänge ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Auch gegeben durch Gleichung (A.16).

Anmerkung 3 zum Begriff: Siehe Anhang A.

Anmerkung 4 zum Begriff: z_{FTD} wird in Meter (m) angegeben.

3.57

Fokustiefe

L_6

Tiefe des Bündelmaximums für einen fokussierenden Wandler

SIEHE Bild B.9

Anmerkung 1 zum Begriff: **Fokustiefe** wird in Meter (m) angegeben.

[QUELLE: IEC TS 62556:2014, 3.36]

3.58

Fokalverstärkung am Bündelmaximum

G_p

Verstärkung am Punkt des Bündelmaximums für einen fokussierenden Wandler

[QUELLE: IEC TS 62556:2014, 3.37, modifiziert – „Punkt des“ wurde in der Definition hinzugefügt.]

3.59

Fokusvolumen

V_{foc}

Volumen des Bündelmaximums für einen fokussierenden Wandler

SIEHE Bild B.7

Anmerkung 1 zum Begriff: Das **Fokusvolumen** wird in Kubikmeter (m³) angegeben.

3.60

Fokuszone

Bereich entlang der **Bündelachse**, der von dem **nahen Übergangsabstand** und dem **fernen Übergangsabstand** begrenzt ist

SIEHE Bild B.4, Bild A.1, Bild A.4 und Bild A.5

Anmerkung 1 zum Begriff: Bezüglich weiterer Einzelheiten und der räumlichen Ausdehnung dieses Bereichs siehe Anhang A.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Benennung entspricht der früheren Benennung „fokale Fraunhofer-Zone“.

Anmerkung 3 zum Begriff: Entsprechend, der Bereich eines Ultraschallfeldes um einen **geometrischen Brennpunkt** in einer festgelegten Längsebene, wobei der Axialfeldpunkt-Wegunterschied sich vom **Apertur-Wegunterschied** um weniger als eine halbe **Wellenlänge** unterscheidet

3.61

fokussierender Wandler

elektroakustisches Gerät, das eine schmalere –6-dB-**Bündelbreite** in einer **Längsebene** erzeugt, die geringer ist die eines flachen **Wandlers** mit einer **Quellenapertur** gleicher Größe (und **Apodisation**, sofern vorhanden) und gleicher Anregung in einem Abstand geringer als der **Übergangsabstand** von der **Quellenaperturebene**

SIEHE Bild B.6

3.62

Halbwertsbreite

FWHM

(en: full width half maximum)

Mindestabstand zwischen zwei Halbwert-Amplitudenpunkten

SIEHE Bild B.12

Anmerkung 1 zum Begriff: Die **Halbwertsbreite** wird in Meter (m) angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die **Halbwertsbreite** entspricht für Bündelbreiten w_6 .

Anmerkung 3 zum Begriff: **Halbwertsbreite** kann auch für Hüllkurven und Signale verwendet werden.

3.63

Verstärkung am Bündelmaximum

G_{bm}

Verhältnis der größten Druckamplitude am **Bündelmaximum** zur mittleren Druckamplitude in der **äußeren Wandlerflächenebene**

[QUELLE: IEC TS 62556:2014, 3.41]

3.64

geometrische Bündelgrenze

Fläche, die durch den **geometrischen Brennpunkt** verlaufende Geraden und alle Punkte an der Peripherie der **Wandlerapertur** enthält

SIEHE Bild A.4

Anmerkung 1 zum Begriff: Gilt für **Ultraschallwandler** mit bekannter Konstruktion.

3.65

geometrische Fokalverstärkung

G_{focal}

Verhältnis der Amplitude des geometrischen Brennpunkts zur Eingangsamplitude

3.65.1

geometrische Fokalverstärkung

<für den Fall einer Messung, bei der die geometrischen Brennpunkte aller Längsebenen zusammenfallen>
die Quadratwurzel des Verhältnisses des **Pulsintegrals des quadrierten Schalldrucks** im **geometrischen Brennpunkt**, dividiert durch das mittlere **Pulsintegral des quadrierten Schalldrucks** über dem aktiven Teilbereich des Wandlers (d. h. dem Bereich, welcher der **Wandleraperturfläche** entspricht)

3.65.2

geometrische Fokalverstärkung

$$G_{focal} = A_{TA} / (\lambda F_{geo})$$

<bei nichtapodisierten Wandlern bekannter Konstruktion>

Verhältnis der Wandleraperturfläche zum Produkt aus geometrischer Brennweite und effektiver Wellenlänge

3.65.2.1

geometrische Fokalverstärkung

<bei einer kreissymmetrischen Quelle>

$$G_{focal} = \pi z_T / F_{geo}, \text{ wobei } z_T \text{ der Übergangsabstand ist}$$

3.65.2.2

geometrische Fokalverstärkung

<bei einem fokussierenden Wandler> Verhältnis der **Wandleraperturbreite** in einer festgelegten **Längsebene** zur Quadratwurzel des Produkts aus der **effektiven Wellenlänge** und der **geometrischen Brennweite** in dieser Ebene

Anmerkung 1 zum Begriff: Anwendbar für **Ultraschallwandler**-Fälle, in denen die Brennpunkte in verschiedenen **Längsebenen** nicht zusammenfallen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die theoretischen Definitionen der Fokalverstärkung gelten nicht für HITU-Wandler mit einer mittigen Öffnung.

3.66

geometrische Brennweite

F_{geo}

Abstand vom **geometrischen Brennpunkt** zum Punkt, wo die **Bündelachse** die **effektive Fokussierfläche** schneidet

SIEHE Bild A.3 und Bild B.4

Anmerkung 1 zum Begriff: Gilt für Wandler bekannter Konstruktion.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die **geometrische Brennweite** wird in Meter (m) angegeben.

Anmerkung 3 zum Begriff: Diese Definition gilt nur für **fokussierende Wandler**.

3.67

geometrischer Brennpunkt

räumlicher Punkt, für den alle **effektiven Weglängen** in einer festgelegten Längsebene gleich sind.

SIEHE Bild A.3 und Bild A.5

Anmerkung 1 zum Begriff: Entsprechend, der räumliche Punkt für welchen alle Wellen vom Wandler dieselbe Verzögerung in Bezug auf die Spannungsanregung des Wandlers aufweisen, wie in der Näherung des geometrischen Schalls unter Vernachlässigung der Beugung, betrachtet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Definition gilt nur für fokussierende Wandler.

3.68

geometrischer Linienbrennpunkt

Linie, für die alle **effektiven Weglängen** im Wesentlichen in allen Ebenen senkrecht zu dieser Linie gleich sind

SIEHE Bild A.2

3.69

geometrisch-kugelförmiger Brennpunkt

Punktfokus

geometrischer Brennpunkt für einen kugelförmigen **Ultraschallwandler** (oder Reflektor), oder **effektive Fokussierfläche**

SIEHE Bild A.2

3.70

HITU-Gerät

hochintensives therapeutisches Ultraschallgerät HITU

(en: high intensity therapeutic ultrasound equipment)

Gerät für die Erzeugung und Anwendung von Ultraschall am Patienten zu therapeutischen Zwecken mit dem Ziel, lebendes Gewebe oder Nichtgewebeelemente (Flüssigkeiten, Blasen, Mikrokapseln) zu zerstören, zu zerbrechen oder zu denaturieren und welches vor allem zur Behandlung durch Einwirkung von Ultraschall mit mechanischen, thermischen oder, allgemeiner ausgedrückt, physikalischen, chemischen oder biochemischen Effekten dient

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Wesentlichen besteht das **HITU-Gerät** aus einem elektrischen Hochfrequenzleistungsgenerator und einem Wandler, der diese Leistung in Ultraschall umwandelt. In einer Vielzahl von Fällen enthält dieses Gerät auch eine Ziel- und Überwachungseinrichtung.

Anmerkung 2 zum Begriff: Als betriebsbedingte Nebenwirkung kann ein **HITU-Gerät** eine Hyperthermie (Wärmetherapie) induzieren, bei der die Erwärmung viel langsamer und auf viel niedrigere therapeutische Temperaturen (im Allgemeinen 42 °C bis 50 °C und thermisch gleiche Zeiten von 0,2 min bis 120 min) erfolgt, als im Vergleich zu den wesentlichen HITU-induzierten Erwärmungen von über 55 °C und viel kürzeren Zeiten und auch ultraschallinduzierten, nicht wärmebedingten Biowirkungen.

Anmerkung 3 zum Begriff: Diese Definition gilt nicht für: **Ultraschallgeräte** für Physiotherapie, **Ultraschallgeräte** für Lithotripsie (Steinzertrümmerung) oder **Ultraschallgeräte** für allgemeine Schmerzlinderung.

Anmerkung 4 zum Begriff: Siehe IEC 60601-2-62:2013, Anhang AA [2], für einige Beispiele für Geräte, für welche dieses Dokument angewendet werden sollte.

[QUELLE: IEC 60601-2-62:2013, 201.3.218, modifiziert – Anmerkungen 2 und 3 wurden abgeändert.]

3.71

Hydrophon

Wandler, der zu Wasserschallsignalen analoge elektrische Signale erzeugt

[QUELLE: IEC 60050-801:1994 [3], 801-32-26]

3.72

Hydrophoneinheit

Kombination aus **Hydrophon** und **Hydrophon-Vorverstärker**

[QUELLE: IEC 62127-3:2007, 3.10]

3.73

Überdruckgrenzwert eines Hydrophons

p_{+lim}

Grenzwert des höchsten Überdrucks, dem ein **Hydrophon** ohne Beschädigung oder Verfälschung der Messung standhalten kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Größe wird vorzugsweise vom **Hydrophon**-Hersteller festgelegt, oder kann durch den Anwender auf der Grundlage von Messergebnissen festgelegt werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der **Überdruckgrenzwert eines Hydrophons** wird in Pascal (Pa) angegeben.

[QUELLE: IEC TS 62556:2014, 3.48, modifiziert – Zusätzliche Informationen wurden aus der Definition in die Anmerkung 1 zum Begriff verschoben.]

3.74

geometrischer Hydrophonradius

a_g

Radius, der durch die Maße des aktiven **Hydrophonelements** definiert ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Der **geometrische Hydrophonradius** wird in Meter (m) angegeben.

[QUELLE: IEC 62127-3:2007, 3.8]

3.75

Intensitätsgrenzwert eines Hydrophons

$I_{ta,lim}$

Grenzwert des höchsten **zeitlichen Mittelwerts der Intensität**, dem ein **Hydrophon** ohne Beschädigung oder Verfälschung der Messung standhalten kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Größe wird vorzugsweise von Hydrophon-Hersteller festgelegt, oder kann durch den Anwender auf der Grundlage von Messergebnissen festgelegt werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der **Intensitätsgrenzwert eines Hydrophons** wird in Watt je Quadratmeter (W/m^2) angegeben.

[QUELLE: IEC TS 62556:2014, 3.50]

3.76

Hydrophon-Vorverstärker

aktives elektronisches Gerät, das an ein bestimmtes Hydrophon angeschlossen ist bzw. angeschlossen werden soll und die Ausgangsimpedanz des **Hydrophons** verringert

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein **Hydrophon-Vorverstärker** benötigt eine Versorgungsspannung (oder Versorgungsspannungen).

3.77

Grenzwert des negativen Drucks eines Hydrophons

p_{lim}

Grenzwert des höchsten negativen Drucks, dem ein **Hydrophon** ohne Beschädigung oder Verfälschung der Messung standhalten kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Größe wird vorzugsweise vom **Hydrophon**-Hersteller festgelegt, oder kann durch den Anwender auf der Grundlage von Messergebnissen festgelegt werden

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Grenzwert des negativen Drucks eines Hydrophons wird in Pascal (Pa) angegeben.

[QUELLE: IEC TS 62556:2014, 3.52]

3.78

Aperturebenenabstand

Inset

h

bei konkaven Wandlern der Abstand von der **Wandleraperturbene** zur **äußeren Wandlerfläche** entlang der **Bündelachse**

SIEHE Bild B.4, Bild A.4 und Bild A.5

3.79

Augenblickswert des Schalldrucks

$p(t)$

Druck minus Umgebungsdruck zu einem bestimmten Zeitpunkt und an einem bestimmten Punkt in einem Schallfeld

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch IEC 60050-801:1994, 801-21-19.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der **Augenblickswert des Schalldrucks** wird in Pascal (Pa) angegeben.

[QUELLE: IEC 62127-1:2007, 3.33]

3.80

Augenblickswert der Intensität

$I(t)$

Schallenergie, die je Zeiteinheit in der Ausbreitungsrichtung der Schallwelle je Flächeneinheit senkrecht zu dieser Richtung zu einem bestimmten Zeitpunkt und an einem bestimmten Punkt eines Schallfelds ausgesendet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der **Augenblickswert der Intensität** ist das Produkt des **Augenblickswerts des Schalldrucks** und der Teilchengeschwindigkeit. Es ist schwierig, die Intensität im Frequenzbereich des Ultraschalls zu messen. Für die in diesem Dokument angeführten Messzwecke und unter Bedingungen mit ausreichendem Abstand von der **äußeren Wandlerapertur** (mindestens ein Wandlerdurchmesser oder ein gleichwertiges Wandlermaß im Falle eines nicht kreisförmigen Wandlers) kann der **Augenblickswert der Intensität** durch den **Augenblickswert der abgeleiteten Intensität** angenähert werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der **Augenblickswert der Intensität** wird in Watt je Quadratmeter (W/m^2) angegeben.

[QUELLE: IEC 62127-1:2007 und IEC 62127-1:2007/AMD1:2013, 3.34]

3.80.1

Augenblickswert der abgeleiteten Intensität

Quotient des quadrierten **Augenblickswerts des Schalldrucks** und der Schall-Kennimpedanz des Mediums zu einem bestimmten Zeitpunkt und an einem bestimmten Punkt im akustischen Feld

$$I(t) = \frac{p(t)^2}{\rho c} \quad (1)$$

Dabei ist

- $p(t)$ der **Augenblickswert des Schalldrucks**;
 ρ die Dichte des Mediums;
 c die Schallgeschwindigkeit im Medium.

Anmerkung 1 zum Begriff: Für die in diesem Dokument angeführten Messzwecke ist der **Augenblickswert der abgeleiteten Intensität** eine Annäherung an den **Augenblickswert der Intensität**.

Anmerkung 2 zum Begriff: Für Messungen sehr nah am Wandler sollte eine erhöhte Unsicherheit berücksichtigt werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Der **Augenblickswert der abgeleiteten Intensität** wird in Watt je Quadratmeter (W/m²) angegeben.

[QUELLE: IEC 62127-1:2007/AMD1:2013, 3.78]

3.81

lokaler Flächenfaktor

L_{af}

Quadratwurzel des Verhältnisses der **Quellenaperturfläche** zur **Bündelfläche** am betrachteten Punkt.

$$L_{af} = \sqrt{\frac{0,69 A_{SAeff}}{A_{b,6}}} \quad (2)$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn das Schallbündel-Profil im betrachteten Abstand näherungsweise gaußförmig ist und der Bereich bei einem Pegel von -6dB, $A_{b,6}$, bekannt ist, kann die lokale **Bündelfläche** berechnet werden als $A_b = A_{b,6} / 0,69$; ($0,69 = 3 \ln(10)/10$).

Anmerkung 2 zum Begriff: Die betrachtete lokale Bündelfläche, A_b , ist diejenige, für die das **Pulsintegral des quadrierten Schalldrucks** größer als das 0,135-Fache (also e^{-2}) des Höchstwerts im Querschnitt ist.

[QUELLE: IEC TS 61949:2007, 3.11, modifiziert – Die Definition von Quelle bezieht sich eher auf „Quellenfläche“ als auf „**Quellenaperturfläche**“, und der zweite Satz der Definition wurde geändert und als Anmerkung zum Begriff verfasst.]

3.82

lokaler Verzerrungsparameter

σ_q

Index, der die Vorhersage einer nichtlinearen Verzerrung des Ultraschalls für einen bestimmten **Ultraschallwandler** erlaubt

$$\sigma_q = z_p \rho_m \frac{2 \pi f_{awf} \beta}{\rho \cdot c^3} \frac{1}{\sqrt{L_{af}}} \quad (3)$$

Dabei ist

- z_p der axiale Abstand des betrachteten Punkts zur **Quellenaperturbene**;
 ρ_m der **mittlere Scheitelwert des Schalldrucks** an dem Punkt im akustischen Feld, der dem **räumlichen und zeitlichen Spitzenwert des Schalldrucks entspricht**;

β	der Nichtlinearitätsparameter ($\beta = 3,5$ für reines Wasser bei 20 °C);
f_{awf}	die akustische Arbeitsfrequenz ;
L_{af}	der lokale Flächenfaktor .

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn der **Versatzabstand** nicht Null ist, kann dessen Wert abgeschätzt und zum Wert von z in Gleichung (3) addiert werden. Hierdurch wird ein neuer und genauer berechneter Wert des **lokalen Verzerrungsparameters** erhalten, der verwendet werden muss.

[QUELLE: IEC TS 61949:2007, 3.12, modifiziert – Die Definition wurde geändert, um auf eine nichtlineare Verzerrung des Ultraschalls zu verweisen, und eine Anmerkung zum Begriff wurde hinzugefügt.]

3.83

Längsebene

Ebene, die von der **Bündelachse** und einer festgelegten orthogonalen Achse definiert ist

SIEHE Bild B.6, Bild B.13 und Bild B.14

3.84

mittlerer Scheitelwert des Schalldrucks

ρ_m
arithmetischer Mittelwert aus dem **negativen Spitzenschalldruck** und dem **positiven Spitzenschalldruck**

Anmerkung 1 zum Begriff: Der mittlere Scheitelwert des Schalldrucks ist gleich $(p_r + p_c)/2$.

[QUELLE: IEC TS 61949:2007, 3.13]

3.85

Nahfeld

Bereich des Feldes, in dem $z < z_T$ entlang der Bündelachse ist, für ebene, **nicht fokussierende Ultraschallwandler**

SIEHE Bild B.2

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei kreisförmigen ebenen Ultraschallwandlern liegt dieser Bereich in einem geringeren Abstand als $A_{ob}/\pi\lambda$, wobei A_{ob} die Fläche des Ausgangsbündels und λ die Wellenlänge des Ultraschalls der entsprechenden akustischen Arbeitsfrequenz ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Wenn die Form der Wandlerapertur verschiedene Übergangsabstände erzeugt, muss der am nächsten zum Wandler liegende verwendet werden.

[QUELLE: IEC 62127-1:2007/AMD1:2013, 3.37]

3.86

naher Übergangsabstand

Z_{NTD}
bei einem **fokussierenden Wandler** der Abstand, über welchen hinaus die **fokale Zone** beginnt

SIEHE Bild B.4

Anmerkung 1 zum Begriff: Der **nahe Übergangsabstand** ist der geringste Abstand vom **Ultraschallwandler**, bei dem der Absolutbetrag der Differenz zwischen Apertur-Wegunterschied und Axialfeldpunkt-Wegunterschied gleich der Hälfte einer effektiven Wellenlänge ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Anhang A für Einzelheiten.

Anmerkung 3 zum Begriff: Auch gegeben durch Gleichung (A.14).

Anmerkung 4 zum Begriff: z_{NTD} wird in Meter (m) angegeben.

3.87

nichtfokussierender Wandler

Ultraschallwandler, dessen Feld nicht die Kriterien für einen **fokussierenden Wandler** erfüllt

SIEHE Bild B.2

3.88

nicht abtastender Modus

Betriebsart eines **Systems**, bei der mit einer Folge von Ultraschallpulsen Ultraschallabtastlinien erzeugt werden, die demselben akustischen Pfad folgen

3.89

normierte Brennweite

S_F

für eine gegebene **Längsebene**, für die Konstruktion, die **geometrische Brennweite** dividiert durch den **Übergangsabstand**

Anmerkung 1 zum Begriff: S_F ist dimensionslos.

3.90

Versatzabstand

d_{offset}

Abstand zwischen der **Quellenaperturbene** und der **äußeren Wandlerflächenebene**, gemessen entlang der Bündelachse

Siehe: Bild B.5, Bild B.6b, Bild B.7, Bild B.9, Bild B.10, Bild B.13 und Bild B.14.

Anmerkung 1 zum Begriff: Der **Versatzabstand** wird in Meter (m) angegeben.

3.91

Fläche des Ausgangsbündels

A_{ob}

Fläche des Ultraschallbündels, abgeleitet aus der **-12 dB-Bündelfläche** an der **äußeren Wandlerapertur**

Anmerkung 1 zum Begriff: Für Zwecke der Messgenauigkeit kann die **-12-dB-Fläche des Ausgangsbündels** aus Messungen bei einem entsprechend gewählten Abstand abgeleitet werden, dass diese Fläche so nah wie möglich am Äußeren des Wandlers und, falls möglich, nicht mehr als 1 mm davon entfernt positioniert ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei einzelnen Kontaktwandlern kann diese Fläche als geometrische Fläche des **Ultraschallwandlers** oder der **Ultraschallwandlerelementgruppe** übernommen werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die **Fläche des Ausgangsbündels** wird verglichen (**-12 dB** in Bezug auf die **Quellenaperturfläche**).

Anmerkung 4 zum Begriff: Die **Fläche des Ausgangsbündels** wird in Quadratmeter (m²) angegeben.

[QUELLE: IEC 62127-1:2007, 3.40, modifiziert – Anmerkung 2 zum Begriff und Anmerkung 3 zum Begriff wurden hinzugefügt.]

3.92

Maße des Ausgangsbündels

$X_{\text{ob}}, Y_{\text{ob}}$

Maße des Ultraschallbündels (**-12-dB-Bündelbreite**) in festgelegten Richtungen senkrecht zueinander und senkrecht zur **Bündelachse** und an der **äußeren Wandlerapertur**

Anmerkung 1 zum Begriff: Aus Gründen der Messgenauigkeit können die **-12-dB-Maße des Ausgangsbündels** aus Messungen in einem so nah wie möglich zur Austrittsfläche des Wandlers gewählten Abstand, möglichst nicht mehr als 1 mm zur Austrittsfläche, abgeleitet werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei Kontaktwandlern können die geometrischen **Maße** des **Ultraschallwandlers** oder der Ultraschallwandlerelementgruppe als Maße des Ausgangsbündels verwendet werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: **Maße des Ausgangsbündels** werden in Meter (m) angegeben.

[QUELLE: IEC 62127-1:2007, 3.41]

3.93

Ausgangsleistung

P

zeitlich gemittelte Ultraschallleistung, die von einem **Ultraschallwandler** in ein nahezu ideales Freifeld unter festgelegten Bedingungen in einem bestimmten Medium, vorzugsweise Wasser, emittiert wird

Anmerkung 1 zum Begriff: **Ausgangsleistung** wird in Watt (W) angegeben.

[QUELLE: IEC 61161:2013, 3.3]

3.94

Ausgangsleistung unter klinischen Anregungsbedingungen

P_c

von einem **Ultraschallwandler** emittierte **Ausgangsleistung**, wenn dieser unter **klinischen Anregungsbedingungen** in Bezug auf **Wandleranregungsspannung** und **Tastverhältnis** betrieben wird

3.95

P_q

von einem **Ultraschallwandler** emittierte Ausgangsleistung, wenn dieser unter reduzierten quasi-linearen Bedingungen betrieben wird

3.96

Patienteneintrittsebene

äußerer Wandlerfläche nächstgelegene Ebene, die senkrecht zur **Bündelachse** liegt und mit einem beliebigen Teil eines Patienten zusammenfällt

3.97

Spitzenschalldruck

p_- oder p_+

positiver Spitzenschalldruck oder **negativer Spitzenschalldruck**, der größere Wert gilt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Benennung wird für Relativbestimmungen verwendet.

Anmerkung 2 zum Begriff: **Spitzenschalldruck** wird in Pascal (Pa) angegeben.

Anmerkung 3 zum Begriff: p_r ist eine gleichwertige Angabe für p_- .

Anmerkung 4 zum Begriff: p_c ist eine gleichwertige Angabe für p_+ .

[QUELLE: IEC 62127-1:2007 und IEC 62127-1:2007/AMD1:2013, 3.43, modifiziert – Der Wortlaut „der größere Wert gilt“ wurde zur Definition hinzugefügt.]

3.98

positiver Spitzenschalldruck

p_c

höchster positiver **Augenblickswert des Schalldrucks** in einem Schallfeld oder in einer vorgegebenen Ebene während einer **akustischen Wiederholperiodendauer**

Anmerkung 1 zum Begriff: Der **positive Spitzenschalldruck** wird in Pascal (Pa) angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Definition des **positiven Spitzenschalldrucks** gilt auch für den Begriff des **Spitzen-**

Überschalldrucks, der ebenfalls in der Literatur verwendet wird.

Anmerkung 3 zum Begriff: p_+ ist eine veraltete aber gleichwertige Angabe für p_c .

[QUELLE: IEC 62127-1:2007 und IEC 62127-1:2007/AMD1:2013, 3.45]

3.99

negativer Spitzenschalldruck

p_-

höchster Wert des Betrags des negativen **Augenblickswerts des Schalldrucks** in einem Schallfeld oder in einer vorgegebenen Ebene während einer **akustischen Wiederholperiodendauer**

Anmerkung 1 zum Begriff: Der **negative Spitzenschalldruck** wird als positiver Wert angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der **negative Spitzenschalldruck** wird in Pascal (Pa) angegeben.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die Definition des **negativen Spitzenschalldrucks** gilt auch für den Begriff des negativen Spitzen-Überdrucks, der ebenfalls in der Literatur verwendet wird.

Anmerkung 4 zum Begriff: p_- eine veraltete aber gleichwertige Angabe für p_- .

[QUELLE: IEC 62127-1:2007 und IEC 62127-1:2007/AMD1:2013, 3.44]

3.100

phasengesteuertes Array

Ultraschallwandlerelementgruppe, bestehend aus **Ultraschallwandlerelementen**, die elektrisch konfiguriert werden können, um die Eigenschaften und die Richtung eines Schallbündels zu steuern

SIEHE Bild B.3

3.101

nachfokale Zone

Bereich jenseits der **Fokuszone** bei einem **fokussierenden Wandler** in einer festgelegten **Längsebene**

SIEHE Bild B.4, Bild A.1, Bild A.4 und Bild A.5

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Gleichung A.16

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Benennung entspricht der früheren Benennung „ferne Fresnel-Zone“.

Anmerkung 3 zum Begriff: Eine nachfokale Zone ist nicht vorhanden, wenn die geometrische Brennweite größer als der Übergangsabstand ist.

3.102

Leistung beim Bündelmaximum unter klinischen Bedingungen

$P_{c,6}$

innerhalb einer -6-dB-Kontur enthaltene Leistung in der Ebene senkrecht zur Bündelachse beim **Punkt des Bündelmaximums** unter **klinischen Anregungsbedingungen**

3.103

Leistung beim Bündelmaximum unter quasi-linearen Bedingungen

$P_{q,6}$

innerhalb einer -6-dB-Kontur enthaltene Leistung in der Ebene senkrecht zur Bündelachse beim **Punkt des Bündelmaximums** unter **reduzierten quasi-linearen Anregungsbedingungen**