

DIN EN 62127-2/A2

ICS 11.040.60; 17.140.50

EntwurfEinsprüche bis 2016-05-18
Vorgesehen als Änderung von
DIN EN 62127-2:2013-11**Ultraschall –
Hydrophone –
Kalibrierung für Ultraschallfelder bis zu 40 MHz
(IEC 87/584/CD:2015)**Ultrasonics –
Hydrophones –
Part 2: Calibration for ultrasonic fields up to 40 MHz
(IEC 87/584/CD:2015)Ultrasons –
Hydrophones –
Partie 2: Etalonnage pour les champs ultrasonores jusqu' à 40 MHz
(IEC 87/584/CD:2015)**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2016-03-18 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de 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 dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

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 21 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	3
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe und Symbole	4
4 Liste der Formelzeichen	4
9 Freifeld-Reziprozitätskalibrierung	5
9.1 Allgemeines	5
9.4 Reziprozitäts-Kalibriermethode mit zwei Wandlern.....	5
9.4.1 Vorrichtung	5
9.4.1 Hilfswandler	5
9.4.2 Verfahren	6
9.4.2 Reflektortarget	6
9.4.3 Messfeld	6
9.4.4 Reziprozitätsansatz	6
9.4.5 Messverfahren	6
Anhang K (informativ) Zwei-Wandler-Reziprozitätskalibrierung	7
K.1 Einführung	7
K.2 Grundlagen der Reziprozität	7
K.3 Elektrische Größen	8
K.4 Beugungskorrektur	9
K.5 Ultraschallfeld	9
K.6 Experimenteller Messaufbau	10
Literaturhinweise	12
Bilder	
Bild K.1 – Experimentelle Messanordnung mit drehbarem Reflektor [85]	10
Bild K.2 – Experimentelle Messanordnung mit translatorischem Reflektor [81]	11
Bild K.3 – Experimentelle Messanordnung mit translatorischem Hilfswandler [82]	11

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 87/584/CD:2015 „Ultrasonics – Hydrophones – Part 2: Calibration for ultrasonic fields up to 40 MHz“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 87 „Ultrasonics“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

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

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.

Ultraschall – Hydrophone – Kalibrierung für Ultraschallfelder bis zu 40 MHz

2 Normative Verweisungen

Fügen Sie die folgende Literaturstelle ein:

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

3 Begriffe und Symbole

3.26

ABGELEITETER AUGENBLICKSWERT DER INTENSITÄT

(en: derived instantaneous intensity)

Näherung des Augenblickswerts der Intensität

Löschen Sie die Textzeile unter dem Begriff:

Näherung des Augenblickswerts der Intensität

und ersetzen Sie den ersten vorhandenen Textabsatz vor der Gleichung (1) durch:

Quotient aus dem Quadrat des **momentanen Schalldrucks** und der charakteristischen Schallimpedanz des Mediums zu einem bestimmten Zeitpunkt und an einem bestimmten Punkt in einem akustischen Feld

4 Liste der Formelzeichen

Ersetzen Sie:

ρ_c spezifische Schallimpedanz

durch

ρ_c spezifische Schallimpedanz der Messflüssigkeit (Wasser)

Fügen Sie die folgenden neuen Formelzeichen hinzu:

d_1 Abstand zwischen dem Hilfswandler und dem Reflektortarget, gemessen entlang der Symmetrieachse

d_h Abstand zwischen dem Hilfswandler und dem aktiven Element des Hydrophons, gemessen entlang der Symmetrieachse

d_m letztes Minimum der Druckamplitude entlang der Symmetrieachse des Hilfswandlers

R_{RT} Amplitudenreflexionsfaktor der Reflektor/Wasser-Grenzfläche

Z_{RT} spezifische akustische Impedanz des Reflektortargets

J_p Reziprozitätskoeffizient von ebenen Wellen

S_t^2 scheinbare Sendestromreaktion eines Hilfswandlers

M_t^2 scheinbare Empfangsspannungsreaktion eines Hilfswandlers

p_a von einem Wandler an seiner Oberfläche erzeugter Ultraschalldruck

p_i senkrecht auf eine Wandleroberfläche auftreffender Druck

p_h senkrecht auf eine Hydrophonoberfläche auftreffender Druck

I_t	einem Wandler zugeführter Sendestrom
U_t	von einem Wandler im Empfangsmodus erzeugte Spannung
G_{th}	Korrektur, die die Beugung im Ausbreitungsfeld ausgleicht und in Zusammenhang steht mit der Erzeugung der Kurvenform durch den Wandler und dem Empfang durch das Hydrophon
G_{tt}	Korrektur, die die Beugung im Ausbreitungsfeld ausgleicht und in Zusammenhang steht mit der Erzeugung und dem Empfang durch den Wandler
U_{Last}	Spannung, die mit dem am System angekoppelten Wandler gemessen wird
I_{sc}	Strom, der in einem Kurzschlussbügel, der den Wandler ersetzt, gemessen wird

9 Freifeld-Reziprozitätskalibrierung

9.1 Allgemeines

Ersetzen Sie den bestehenden Text durch folgenden Wortlaut:

In diesem Abschnitt wird die Primärkalibrierung als Referenzverfahren (VIM 2.8 – siehe [79]) von **Hydrophonen** unter **Freifeld**-Bedingungen nach dem Reziprozitätsgesetz beschrieben.

Fügen Sie die folgende neue Anmerkung ein:

ANMERKUNG Die Freifeldbedingung kann in einem begrenzten Wasserreservoir mit verschiedenen Messverfahren erreicht werden wie z. B. durch die Verwendung von Tonbursts (zeitlich getaktete Sinuswelle) oder durch frequenzmodulierte Chirp-Signale (siehe [80]).

9.4 Reziprozitäts-Kalibriermethode mit zwei Wandlern

9.4.1 Vorrichtung

Ersetzen Sie den Titel und Text des vorhandenen Unterabschnitts durch folgenden Wortlaut:

9.4.1 Hilfswandler

Zur Erzeugung des Ultraschallfeldes im interessierenden Frequenzbereich, der auf den maximalen Bereich zwischen 1 MHz und 15 MHz begrenzt ist, sollten Hilfswandler mit kreisförmigem ebenem Kolben benutzt werden. Die effektive Abstrahlungsfläche (A_{ER}) muss entsprechend IEC 61689 für jeden Wandler und für alle Frequenzen, bei denen der Wandler benutzt werden soll, ermittelt werden. Wenn ein frequenzmoduliertes Chirp-Signal zur Anregung benutzt werden soll, muss A_{ER} mindestens für die minimale, maximale oder eine dazwischen liegende interessierende Frequenz bestimmt werden.

Die Positionen des letzten Minimalwerts der Druckamplitude d_m entlang der Symmetrieachse muss mit einer Unsicherheit von höchstens 1 mm bestimmt werden. Dies muss gemäß IEC 61689 mit einem Rasterscan entlang der Achse geschehen und zwar mit denselben Frequenzen, bei denen A_{ER} ermittelt wurde. Der vom Hilfswandler erzeugte Nahfeldabstand ist definiert als $N_1 = a_t^2/\lambda$, wobei λ die Ultraschallwellenlänge in Wasser bei der Betriebsfrequenz angibt, und $a_t = \sqrt{(2\lambda d_m + \lambda^2)}$ ist der Wirkradius des Ultraschallwandlers.

ANMERKUNG Fokussierende Hilfswandler können benutzt werden, doch müssen dabei verschiedene Korrekturen vorgenommen werden, und die vorliegende Norm ist nur für Wandler mit ebenem Kolben gedacht. Eine detaillierte Implementierung einer auf Reziprozität beruhenden Kalibriermethode mit fokussierenden Wandlern ist in Literaturstelle [81] beschrieben.

9.4.2 Verfahren

Ersetzen Sie den Titel und Text des vorhandenen Unterabschnitts durch folgenden Wortlaut:

9.4.2 Reflektortarget

Der Reflektor sollte eine flache Oberfläche besitzen, deren geringste lineare Abmessung mindestens das Vierfache des Wirkradius a_t des Ultraschallwandlers betragen muss. Der Reflektor muss eine Planität von $\pm 10 \mu\text{m}$ mit einer Oberflächengüte von $\pm 5 \mu\text{m}$ (Oberflächenrauigkeit $R_v < 5 \mu\text{m}$, $R_p < 5 \mu\text{m}$, $R_a < 1 \mu\text{m}$) haben. Die Dicke des Reflektors muss so sein, dass sich die erste Reflexion von der Rückfläche und die direkte Reflexion von der Vorderfläche bei keinem der zu verwendenden Anregungssignal gegenseitig beeinflussen. Besondere Beachtung muss auf lange Bursts oder niedrige frequenzmodulierte Chirps gerichtet werden, was besonders für die niedrigsten interessierenden Frequenzen zutrifft.

Der Amplitudenreflexionskoeffizient der Reflektor/Wasser-Grenzfläche R_{RT} muss experimentell bestimmt werden, beispielsweise anhand der Gleichung $R_{RT} = (Z_{RT} - \rho c) / (Z_{RT} + \rho c)$, wobei ρc die spezifische Schallimpedanz von Wasser und Z_{RT} die spezifische Schallimpedanz des Reflektortargets ist.

ANMERKUNG R_v ist das Kurvenminimum, R_p ist das Kurvenmaximum und R_a ist der arithmetische Mittelwert, mit denen der Amplitudenparameter der Rauigkeit des Reflektorprofils beschrieben wird.

Fügen Sie die folgenden neuen Unterabschnitte ein:

9.4.3 Messfeld

Da sowohl der Hilfswandler als auch das **Hydrophon** eine endliche Öffnung haben, ist im Ultraschallfeld ein Beugungsmuster vorhanden. Um die Unsicherheiten auf Grund der analytischen oder zahlenmäßigen Korrekturen, die bei den Messgrößen einzuführen sind, minimal zu halten, muss die nächstgelegene Messung bei mindestens $0,9 \times N_1$ durchgeführt werden, während der längste Abstand nicht größer als $2,2 \times N_1$ sein darf. Die Wasser-Luft-Grenzfläche und die Wände des Wasserreservoirs müssen weit genug vom Ultraschallweg entfernt sein, so dass die Wellen am Messpunkt nicht durch reflektierte Wellen gestört werden.

ANMERKUNG Falls sich in der Nähe des Ausbreitungswegs der direkten Ultraschallwelle eine mechanische Struktur befindet, muss sie mit absorbierendem Material abgedeckt werden, um die Störung des Messsignals minimal zu halten, und bei der Unsicherheitsberechnung muss diese Störeinkwirkung berücksichtigt werden.

9.4.4 Reziprozitätsansatz

Die Reziprozität kann als primäre Kalibriermethode für das **Hydrophon** festgelegt werden, wobei einige praktische und theoretische Details zu beachten sind. Grundlagen des Reziprozitätsansatzes sind in Anhang K beschrieben.

9.4.5 Messverfahren

Verschiedene unterschiedliche Arten des Messaufbaus (siehe Anhang K [81], [82]) können für die Anordnung der drei Hauptelemente (Hilfswandler, Reflektortarget und **Hydrophon**) der Reziprozitäts-Kalibriermethode mit zwei Wandlern eingesetzt werden.

Unabhängig von der gewählten Konfiguration ist die Selbstkalibrierung des Hilfswandlers der erste Schritt, der zur Quantifizierung des vom Wandler an einem definierten Punkt des Ultraschallfeldes erzeugten Drucks dient.

Anhang K (informativ)

Zwei-Wandler-Reziprozitätskalibrierung

Ersetzen Sie den vorhandenen Text von Anhang K durch den folgenden Wortlaut:

K.1 Einführung

Zur Reziprozitäts-Kalibriermethode mit zwei Wandlern gehört die Beurteilung des Ultraschalldrucks an einem definierten Punkt im Ultraschallfeld. Der erste Schritt dazu ist die Beurteilung des Ultraschallfeldes, das von einem Hilfswandler erzeugt wird. Der zweite Schritt besteht darin, das aktive Element des zu kalibrierenden **Hydrophons** an einer definierten Stelle anzuordnen, an der der Ultraschalldruck so exakt wie möglich bestimmt werden kann.

Von den zu messenden Werten sind folgende Messgrößen von besonderer Bedeutung:

I_t	Sendestrom, der dem Wandler zugeführt wird
U_t	Leerlaufspannung, die von einem Wandler im Empfangsmodus erzeugt wird
d_1	Abstand zwischen dem Hilfswandler und dem Reflektortarget, gemessen entlang der Symmetrieachse
d_h	Abstand zwischen dem Hilfswandler und dem aktiven Element des Hydrophons , gemessen entlang der Symmetrieachse
R_{RT}	Amplitudenreflexionsfaktor an der Reflektor/Wasser-Grenzfläche
G_{th}	Korrektur, die die Beugung im Ausbreitungsfeld ausgleicht und in Zusammenhang steht mit der Erzeugung der Kurvenform durch den Wandler und dem Empfang durch das Hydrophon
G_{tt}	Korrektur, die die Beugung im Ausbreitungsfeld ausgleicht und in Zusammenhang steht mit der Erzeugung und dem Empfang des Signals durch den Wandler
p_h	senkrecht auf eine Hydrophon -Oberfläche auftreffender Druck

K.2 Grundlagen der Reziprozität

Ein reziprok wirkender Wandler hat eine scheinbare Sendestromreaktion $S_t^*(\omega)$ und eine scheinbare Empfangsspannungsreaktion $M_t^*(\omega)$, die gegeben sind als

$$S_t^* = \frac{p_0(\omega)}{I_t(\omega)} \quad \text{und} \quad M_t^* = \frac{U_t(\omega)}{p_1(\omega)} \quad (\text{K.1})$$

wobei p_0 = vom Hilfswandler an seiner Oberfläche erzeugter Schalldruck, I_t = Sendestrom des Wandlers, p_1 = senkrecht an der Wandleroberfläche vorhandener Druck und U_t = vom Wandler im Empfangsmodus erzeugte Spannung.

Der Reziprozitätskoeffizient für ebene Wellen J_p ist das Verhältnis von $M_t^*(\omega)$, zu $S_t^*(\omega)$:

$$J_p = \frac{M_t^*(\omega)}{S_t^*(\omega)} \quad (\text{K.2})$$

Gemäß Definition ist $J_p = \frac{2A_{ER}}{\rho c}$