DIN EN 61094-2:2026-01 (D)

Elektroakustik - Messmikrofone - Teil 2: Primärverfahren zur Druckkammer-Kalibrierung von Laboratoriums-Normalmikrofonen nach der Reziprozitätsmethode (IEC 61094-2:2009 + AMD1:2022); Deutsche Fassung EN 61094-2:2009 + A1:2022

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort 7

A1 Europäisches Vorwort der Änderung A1 8

Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen 9

1 Anwendungsbereich 10

2 Normative Verweisungen 10

3 Begriffe 10

4 Referenz-Umgebungsbedingungen 11

5 Grundlagen der Druckkammer-Reziprozitätskalibrierung 11
5.1 Allgemeine Grundlagen 11
5.1.1 Allgemeines 11
5.1.2 Allgemeine Grundlagen bei Verwendung von drei Mikrofonen 11
5.1.3 Allgemeine Grundlagen bei der Verwendung von zwei Mikrofonen und einer Hilfsschallquelle 11
5.2 Grundgleichungen 12
5.3 Ersatzspannungsverfahren 13
5.4 Berechnung der akustischen Transferimpedanz 13
5.5 Wärmeleitungskorrektur 15
5.6 Kapillarkorrektur 16
5.7 Gleichungen des Druck-Übertragungskoeffizienten 17
5.7.1 Verfahren mit drei Mikrofonen 17
5.7.2 Verfahren mit zwei Mikrofonen und einer Hilfsschallquelle 17

6 Einflussgrößen auf den Druck-Übertragungskoeffizienten eines Mikrofons 17
6.1 Allgemeines 17
6.2 Polarisationsspannung 18
6.3 Referenz-Abschirmkonfiguration 18
6.4 Druckverteilung auf der Membran 18
6.5 Abhängigkeit von Umgebungsbedingungen 19
6.5.1 Luftdruck 19
6.5.2 Temperatur 19
6.5.3 Luftfeuchte 19
6.5.4 Umrechnung auf Referenz-Umgebungsbedingungen 19
6.6 A1 Einfluss von Undichtigkeiten A1 20

7 Beiträge zur Unsicherheit der Kalibrierung 20
7.1 Allgemeines 20
7.2 Elektrische Transferimpedanz 20
7.3 Akustische Transferimpedanz 20
7.3.1 Allgemeines 20
7.3.2 Eigenschaften des Kupplers 21
7.3.3 Mikrofonparameter 22
7.4 Vereinfachungen bei den Annahmen 23
7.5 Unsicherheit des Druck-Übertragungsmaßes 23

Anhang A (normativ) Verluste durch Wärmeleitung und aufgrund der Viskosität in einer geschlossenen Kavität ... 26
A.1 Allgemeines ... 26
A.2 Ermittlungsverfahren für tiefe Frequenzen ... 26
A.3 Ermittlungsverfahren für einen breiten Frequenzbereich ... 28
A.4 Literaturangaben ... 29

Anhang B (normativ) Akustische Impedanz eines Kapillarröhrchens ... 30
B.1 Allgemeines ... 30
B.2 Literaturangabe ... 33

Anhang C (informativ) Beispiele zylindrischer Kuppler für die Kalibrierung von Mikrofonen ... 34
C.1 Allgemeines ... 34
C.2 Kuppler mit ebener Wellenausbreitung ... 34
C.3 Große Kuppler ... 36
C.4 Literaturangaben ... 38

Anhang D (informativ) Umgebungseinflüsse auf den Übertragungskoeffizienten von Mikrofonen ... 39
D.1 Allgemeines ... 39
D.2 Grundlegende Verhältnisse ... 39
D.3 Abhängigkeit vom Luftdruck ... 39
D.4 Abhängigkeit von der Temperatur ... 40
D.5 Literaturangaben ... 41

Anhang E (informativ) Verfahren zur Ermittlung von Mikrofonparametern ... 42
E.1 Allgemeines ... 42
E.2 Vorraumtiefe ... 42
E.3 Vorraumvolumen und Äquivalentvolumen ... 42
E.4 Akustische Impedanz des Mikrofons ... 43
A1 E.5 Literaturangabe ... 44

Anhang F (informativ) Physikalische Eigenschaften von feuchter Luft ... 45
F.1 Allgemeines ... 45
F.2 Dichte von feuchter Luft ... 46
F.3 Schallgeschwindigkeit in Luft ... 47
F.4 Verhältnis der spezifischen Wärmekapazitäten von Luft ... 47
F.5 Viskosität von Luft ... 48
F.6 Thermische Diffusität von Luft ... 48
F.7 Beispiele ... 48
F.8 Literaturangaben ... 50

Bilder

Bild 1 — Ersatzschaltung zur Berechnung der akustischen Transferimpedanz $Z_{a,12}$ ... 13

Bild 2 — Ersatzschaltung zur Berechnung von $Z_{a,12'}$, wenn die Dimensionen des Kupplers klein im Vergleich zur Wellenlänge sind ... 14

Bild 3 — Ersatzschaltung zur Berechnung von $Z_{a,12'}$, wenn im Kuppler die Ausbreitung ebener Wellen angenommen werden kann ... 15

Bild C.1 — Aufbau von Kupplern mit ebener Wellenausbreitung ... 35

Bild C.2 — Aufbau von großen Kupplern ... 37

Bild D.1 — Beispiel für den Druckkoeffizienten von LS1P- und LS2P-Mikrofonen, bezogen auf den Wert bei tiefen Frequenzen als Funktion der relativen Frequenz f/f_0 ... 40

Bild D.2 — Prinzipieller Verlauf der Frequenzabhängigkeit der von der Änderung der Impedanz der eingeschlossenen Luft herrührenden Komponente des Temperaturkoeffizienten von LS1P- und LS2P-Mikrofonen 41

Tabellen

Tabelle 1 — Beiträge zur Unsicherheit 24

Tabelle A.1 — Werte für Δ_H 28

Tabelle B.1 — Realteil von Za, C in GPa·s/m³ 31

Tabelle B.2 — Imaginärteil von Za, C in GPa·s/m³ 32

Tabelle C.1 — Nennmaße für Kuppler mit ebener Wellenausbreitung 36

Tabelle C.2 — Nennmaße und Toleranzen für große Kuppler 37

Tabelle C.3 — Experimentell ermittelte Wellenkorrekturen für den mit Luft gefüllten, großen Kuppler, der mit LS1P-Mikrofonen verwendet wird 37

Tabelle F.1 — Berechnete Werte für die Größen in den Abschnitten F.1 bis F.5[N1] für zwei verschiedene Umgebungsbedingungen 48

Tabelle F.2 — Koeffizienten in den Gleichungen für die Eigenschaften von feuchter Luft 49