

DIN EN 61094-6

ICS 17.140.50; 33.160.50

**Messmikrofone –
Teil 6: Elektrostatische Anregee Elektroden zur Ermittlung des
Frequenzgangs (IEC 61094-6:2004);
Deutsche Fassung EN 61094-6:2005**

Measurement microphones –
Part 6: Electrostatic actuators for determination of frequency response
(IEC 61094-6:2004);
German version EN 61094-6:2005

Microphones de mesure –
Partie 6: Grilles d'entraînement pour la détermination de la réponse en fréquence
(CEI 61094-6:2004);
Version allemande EN 61094-6:2005

Gesamtumfang 31 Seiten

Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI
DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Nationales Vorwort

Diese Norm beinhaltet die deutsche Fassung der Europäischen Norm EN 61094-6:2005. Die dieser Europäischen Norm zugrunde liegende Internationale Norm IEC 61094-6:2004 ist im Technischen Komitee 29 „Electroacoustics“ der IEC unter deutscher Mitarbeit erstellt worden. Für die deutsche Mitarbeit ist der Gemeinschaftsausschuss NALS/DKE A 3 „Schallmessgeräte“ unter Federführung des NALS zuständig.

IEC 61094 besteht aus den folgenden Teilen mit dem Titel „Messmikrofone“:

- *Teil 1: Anforderungen an Laboratoriums-Normalmikrofone*
- *Teil 2: Primärverfahren zur Druckkammer-Kalibrierung von Laboratoriums-Normalmikrofonen nach der Reziprozitätsmethode*
- *Teil 3: Primärverfahren zur Freifeld-Kalibrierung von Laboratoriums-Normalmikrofonen nach der Reziprozitätsmethode*
- *Teil 4: Anforderungen an Gebrauchs-Normalmikrofone*
- *Teil 5: Verfahren zur Druckkammer-Kalibrierung von Gebrauchs-Normalmikrofonen nach der Vergleichsmethode*
- *Teil 6: Elektrostatische Anregeelektroden zur Ermittlung des Frequenzgangs*
- *Teil 7: Werte für die Differenz zwischen dem Freifeld- und dem Druck-Übertragungsmaß von Laboratoriums-Normalmikrofonen (in Vorbereitung)*

Zu den im Inhalt genannten Internationalen Normen und Schriftstücken wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

IEC 61094-1	siehe DIN EN 61094-1
IEC 61094-2	siehe DIN EN 61094-2
IEC 61094-3	siehe DIN EN 61094-3
IEC 61094-5	siehe DIN EN 61094-5
IEC 61672-1	siehe DIN EN 61672-1
ISO/IEC Guide Express (GUM)	siehe DIN V ENV 13005

Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN V ENV 13005, *Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen*; Deutsche Fassung ENV 13005:1999

DIN EN 61094-1, *Messmikrofone — Teil 1: Anforderungen an Laboratoriums-Normalmikrofone* (IEC 61094-1:2000); Deutsche Fassung EN 61094-1:2000

DIN EN 61094-2, *Messmikrofone — Teil 2: Primärverfahren zur Druckkammer-Kalibrierung von Laboratoriums-Normalmikrofonen nach der Reziprozitätsmethode* (IEC 61094-2:1992); Deutsche Fassung EN 61094-2:1993

DIN EN 61094-3, *Messmikrofone — Teil 3: Primärverfahren zur Freifeld-Kalibrierung von Laboratoriums-Normalmikrofonen nach der Reziprozitätsmethode* (IEC 61094-3:1995); Deutsche Fassung EN 61094-3:1995

DIN EN 61094-5, *Messmikrofone — Teil 5: Verfahren zur Druckkammer-Kalibrierung von Gebrauchs-Normalmikrofonen nach der Vergleichsmethode* (IEC 61094-5:2001); Deutsche Fassung EN 61094-5:2001

DIN EN 61672-1, *Elektroakustik — Schallpegelmesser — Teil 1: Anforderungen* (IEC 61672-1:2002); Deutsche Fassung EN 61672-1:2003

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Messmikrofone
Teil 6: Elektrostatische Anregeeektroden
zur Ermittlung des Frequenzgangs
(IEC 61094-6:2004)

Measurement microphones
Part 6: Electrostatic actuators for
determination of frequency response
(IEC 61094-6:2004)

Microphones de mesure
Partie 6: Grilles d'entraînement
pour la détermination
de la réponse en fréquence
(CEI 61094-6:2004)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2004-12-01 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäische 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 Zentralsekretariat 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 Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

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

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B - 1050 Brüssel

Inhalt

Seite

Vorwort.....	3
1 Anwendungsbereich.....	4
2 Normative Verweisungen.....	4
3 Begriffe	4
4 Referenz-Umgebungsbedingungen	5
5 Funktionsprinzip elektrostatischer Anregeelektroden	5
5.1 Allgemeines	5
5.2 Elektrostatisch erzeugter Druck.....	6
5.3 Mikrofonfrequenzgang mit einer elektrostatischen Anregeelektrode.....	8
6 Konstruktive Ausführung von Anregeelektroden	9
6.1 Allgemeines	9
6.2 Konstruktive Ausführung	9
7 Nachweis der Richtigkeit	10
7.1 Allgemeines	10
7.2 Wiederholbarkeit der Messwerte.....	11
7.3 Gleichartigkeit von Anregeelektroden desselben Typs.....	11
7.4 Identische Pegeldifferenz zwischen dem Mikrofonfrequenzgang mit der Anregeelektrode und dem Druck-Frequenzgang.....	11
8 Messung des Frequenzgangs mit einer elektrostatischen Anregeelektrode	11
8.1 Messsysteme zur Ermittlung des Frequenzgangs mit einer Anregeelektrode	11
8.2 Unsicherheitsbeiträge	13
9 Einsatzbereiche einer elektrostatischen Anregeelektrode.....	14
9.1 Allgemeines	14
9.2 Nachprüfung des Frequenzgangs eines Messsystems	14
9.3 Ermittlung der Abhängigkeit eines Schallmesssystems von Umgebungsbedingungen.....	15
9.4 Ermittlung des Freifeld- und des Druck-Frequenzgangs	15
9.5 Messung des Frequenzgangs mit einer elektrostatischen Anregeelektrode bei sehr hohen Frequenzen	16
Anhang A (informativ) Beispiele für die konstruktive Ausführung von elektrostatischen Anregeelektroden	17
Anhang B (informativ) Messaufbau zur Ermittlung des Frequenzgangs mit einer elektrostatischen Anregeelektrode.....	20
Anhang C (informativ) Beispiel für die Berechnung der Messunsicherheit.....	22
Anhang D (informativ) Pegeldifferenz zwischen dem Mikrofonfrequenzgang mit einer elektrostatischen Anregeelektrode und dem Freifeld- bzw. dem Druck-Frequenzgang bei typischen Messmikrofonen	25
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen.....	27

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 29/562/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 61094-6, ausgearbeitet von dem IEC/TC 29 „Electroacoustics“, wurde der IEC-CENELEC-Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2004-12-01 als EN 61094-6 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop) 2005-09-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow) 2007-12-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61094-6:2004 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 61094

- enthält Hinweise zur konstruktiven Ausführung von Anregeelektroden (Anregegitter, Kalibriegitter) für Mikrofone, die eine elektrisch leitende Membran haben,
- gibt Vorgehensweisen zum Nachweis der Richtigkeit von elektrostatischen Anregeelektroden an,
- legt ein Verfahren zur Ermittlung des Mikrofonfrequenzgangs mit einer elektrostatischen Anregeelektrode fest.

Die Einsatzbereiche elektrostatischer Anregeelektroden sind in dieser Norm nicht erschöpfend beschrieben; Anregeelektroden können auch verwendet werden

- zum Aufspüren von Veränderungen des Frequenzgangs eines Mikrofons,
- zur Ermittlung des Umgebungseinflusses auf das Übertragungsverhalten eines Mikrofons,
- zur Ermittlung des Freifeld- und des Druck-Frequenzgangs eines Mikrofons ohne eine Prüfumgebung mit besonderen akustischen Eigenschaften, indem vorab bestimmte Korrekturwerte angewandt werden, die für den Mikrofontyp und die benutzte Anregeelektrode spezifisch sind,
- bei hohen Frequenzen, die bei Kalibrierverfahren mit Anregung über ein Schallfeld typischerweise nicht möglich sind.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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 61094-1, *Measurement microphones — Part 1: Specifications for laboratory standard microphones*

IEC 61094-2, *Measurement microphones — Part 2: Primary method for pressure calibration of laboratory standard microphones by the reciprocity technique*

IEC 61094-3, *Measurement microphones — Part 3: Primary method for free-field calibration of laboratory standard microphones by the reciprocity technique*

IEC 61094-5, *Measurement microphones — Part 5: Methods for pressure calibration of working standard microphones by comparison*

ISO/IEC GUIDE EXPRESS:1995, *Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die in IEC 61094-1 angegebenen und die folgenden Begriffe.

3.1

elektrostatische Anregeelektrode

Vorrichtung zur Ermittlung des Frequenzgangs eines Mikrofons, die eine elektrisch leitende starre Platte enthält, die in geringem Abstand vor der Mikrofonmembran angeordnet wird, sodass eine zwischen der Platte und der Membran angelegte zeitlich veränderliche Spannung eine elektrostatische Kraft erzeugt, welche einen gleichmäßig über die Membran verteilten Schalldruck simuliert

3.2

Mikrofonfrequenzgang mit einer elektrostatischen Anregelelektrode

auf diejenige bei einer festgelegten Frequenz bezogene Ausgangsgröße eines Mikrofons als Funktion der Frequenz, welche mit einer elektrostatischen Anregelelektrode einer bestimmten Bauart gemessen wird, an der eine Spannung anliegt, die bei allen Frequenzen dieselbe Amplitude hat

ANMERKUNG Der Frequenzgang mit einer elektrostatischen Anregelelektrode wird in dB angegeben.

3.3

akustische Strahlungsimpedanz

akustische Impedanz, die der äußeren Oberfläche der Mikrofonmembran entgegenwirkt

ANMERKUNG 1 Die akustische Strahlungsimpedanz wird in $\text{Pa} \cdot \text{s/m}^3$ angegeben.

ANMERKUNG 2 Die Strahlungsimpedanz ist vom Vorhandensein und der konstruktiven Ausführung der Anregelelektrode abhängig.

4 Referenz-Umgebungsbedingungen

Die Referenz-Umgebungsbedingungen sind:

Temperatur: 23,0 °C;

Luftdruck: 101,325 kPa;

Relative Luftfeuchte: 50 %.

5 Funktionsprinzip elektrostatischer Anregelelektroden

5.1 Allgemeines

In der Praxis wird Schall in ganz verschiedenen Umgebungen gemessen, in denen unterschiedliche Arten von Schallfeldern vorkommen. Da der Übertragungskoeffizient und der Frequenzgang von Messmikrofonen von der Art des Schallfelds abhängen, sollten Mikrofone vorzugsweise in einem solchen Schallfeld kalibriert werden, das dem am Messort bestehenden ähnlich ist. Die unterschiedlichen Arten von Schallfeldern lassen sich im Allgemeinen näherungsweise durch drei idealisierte Felder charakterisieren: Freifeld, Diffusfeld und Druckfeld.

Die praktische Realisierung solcher idealisierter Schallfelder, die zur Kalibrierung von Messmikrofonen über den jeweils interessierenden Frequenzbereich geeignet sind, ist jedoch schwierig und erfordert eine teure akustische Laborausstattung. Deshalb werden zur Ermittlung eines bezogenen Frequenzgangs von Messmikrofonen elektrostatische Anregelelektroden benutzt. Dieses Verfahren benötigt keine derartige Laborausstattung, sondern berücksichtigt die Art des Schallfelds durch die Anwendung bestimmter spezifischer Korrekturen.

Bei höheren Frequenzen wird der Freifeld-Übertragungskoeffizient eines Mikrofons zum einen durch das Verhalten der Mikrofonmembran und zum anderen durch die Schallbeugung und -reflexion an der Mikrofonkapsel bestimmt.

Da das Verhalten der Mikrofonmembran signifikante Unterschiede in den bezogenen Frequenzgängen von einzelnen Mikrofonen desselben Typs bedingen kann, muss der Frequenzgang individuell ermittelt werden. Diese Ermittlung des Frequenzgangs erfolgt mit einer elektrostatischen Anregelelektrode.

Die Schallbeugung und -reflexion hängen von der Art des Schallfelds sowie der Form und den Abmessungen der Mikrofonkapsel ab. Da diese Parameter für alle Mikrofone desselben Typs im Wesentlichen dieselben sind, unterscheidet sich der Einfluss der Beugung und Reflexion zwischen einzelnen Mikrofonen desselben Typs nicht signifikant.

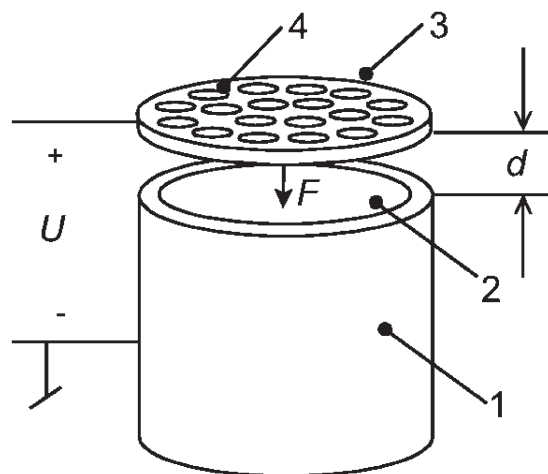
Daher können Korrekturen für die jeweiligen Schallfeldarten für einen speziellen Mikrofontyp einmal bestimmt und dann auf den mit einer elektrostatischen Anregeelektrode ermittelten Frequenzgang jedes beliebigen Mikrofons dieses Typs angewandt werden.

Freifeld- und Druckfeld-Korrekturen werden berechnet, indem von den entsprechenden Frequenzgängen eines oder mehrerer Mikrofone desselben Typs, die mit akustischen Kalibrierverfahren (z. B. nach IEC 61094-2 und IEC 61094-3) ermittelt wurden, der Mikrofonfrequenzgang mit der elektrostatischen Anregeelektrode abgezogen wird.

Prinzipiell kann mit einer elektrostatischen Anregeelektrode von sehr tiefen bis zu sehr hohen Frequenzen kalibriert werden. Die Anregeelektrode regt allerdings nur die Mikrofonmembran an und nicht auch die Kapillare des Ausgleichssystems für den statischen Luftdruck, auf die aber in der Regel Schall einwirkt, wenn im Freifeld gemessen wird. Die Anregung durch die Anregeelektrode entspricht derjenigen im Druckfeld; daher kann die für Freifeldbedingungen geltende untere Grenzfrequenz eines Mikrofons nicht ermittelt werden. Mit einer elektrostatischen Anregeelektrode sollte der Freifeld-Frequenzgang nur bei solchen Frequenzen ermittelt werden, die mindestens zehnmal so hoch wie die untere Grenzfrequenz des Mikrofons sind, welche sich aus der Zeitkonstante des Ausgleichssystems für den statischen Luftdruck ergibt. Ein kleines Loch in der Mikrofonmembran hätte bei tiefen Frequenzen unterschiedliche Auswirkungen auf den Frequenzgang mit einer Anregeelektrode und den Frequenzgang in einem Druckfeld oder einem Freifeld. Bei hohen Frequenzen hängt der Grad, bis zu dem die Anregung durch eine Anregeelektrode diejenige in einem Druckfeld approximiert, von dem Zusammenhang zwischen der akustischen Impedanz der Mikrofonmembran und der akustischen Strahlungsimpedanz der Membran bei aufgesetzter Anregeelektrode ab. Dieser Zusammenhang wird in 5.3 beschrieben, während in 9.3 einige praktische Folgerungen für die Ermittlung der Abhängigkeit eines Mikrofons von Umgebungsbedingungen behandelt werden.

5.2 Elektrostatisch erzeugter Druck

Die starre und elektrisch leitende Platte der Anregeelektrode wird in geringem Abstand parallel zur Mikrofonmembran angeordnet (siehe Bild 1). Sie bildet zusammen mit der Mikrofonmembran, die ebenfalls elektrisch leitend sein muss, einen Kondensator. Wenn an den Platten des Kondensators eine Spannung anliegt, beaufschlagt die Anregeelektrode die Membran über ihre ganze Fläche mit der Kraft F , siehe Gleichung (1).



Legende

- | | |
|--|--|
| 1 Gehäuse der Mikrofonkapsel | 3 Anregeelektrode mit der Fläche S_{act} |
| 2 Mikrofonmembran mit der Fläche S_{dia} | 4 Bohrungen |

Bild 1 — Funktionsprinzip von Mikrofon und Anregeelektrode