DK 621.317.799 : 534.612.2 : 534.793
: 001.4 : 620.1 : 621.317.3

DEUTSCHE NORM

Dezember 1981

Schallpegelmesser

DIN
IEC 651

Sound level meters

Sonomètres

Ersatz für
DIN 45 633 Teil 1/03.70,
DIN 45 633 Teil 2/11.69 und
DIN 45 634/09.74

Die Internationale Norm IEC 651, Ausgabe 1979, ist in diese Deutsche Norm unverändert übernommen worden.

Nationales Vorwort

Diese Norm ist im Einvernehmen mit der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt, Braunschweig und Berlin, herausgegeben worden.

Die Übersetzung ist vom Gemeinschaftsausschuß FANAK/DKE B1 „Meßgerate für Lautstärke- und Geräuschmessungen" erstellt worden.

Im Jahr 1961 erschien die IEC-Publikation 123 „Empfehlungen für Schallpegelmesser". Die Toleranzen waren relativ groß. Fortschritte der Gerätetechnik und steigende Anforderungen der Anwender führten 1965 zur Veröffentlichung der IEC-Publikation 179 für Präzisions-Schallpegelmesser, die im Jahre 1973 in einigen Punkten neugefaßt und durch die IEC-Publikation 179A über zusätzliche Anforderungen für die Messung von Impulsgeräuschen ergänzt wurde.

Die Publikationen 179 und 179A bildeten die Grundlage der Deutschen Normen für Schallpegelmesser DIN 45 633 Teil 1 und Teil 2 sowie der Anlage 21 der Eichordnung, wobei im wesentlichen nur bei dem Prüfverfahren für die Gleichrichtereigenschaften und für den Einfluß von mechanischen Schwingungen sowie in der Aufstellung des Beobachters bei der Prüfung von der IEC-Vorlage abgewichen wurde.

Die zunehmenden Anwendungen von Schallpegelmessern im Umweltschutz, im Arbeitsschutz und bei der Kennzeichnung der Schallabstrahlung von Maschinen und Fahrzeugen sowie weitere Entwicklungen der Elektronik und der Prüftechnik erforderten eine Überarbeitung der o.g. IEC-Publikationen. Das Ergebnis liegt als IEC-Publikation 651 vor.

Der besondere Vorteil der IEC-Publikation 651 liegt darin, daß vier Genauigkeitsklassen von Schallpegelmessern, die sich nur in den Fehlergrenzen unterscheiden, beschrieben werden. Auf diese Weise kann der Benutzer sofort die Unterschiede erkennen. Aus Gründen der Kontinuität sind die Anforderungen der IEC-Publikationen 123 und 179 mit geringen Abweichungen in den Gerätèklassen 3 und 1 übernommen worden, so daß diese IEC-Publikationen zurückgezogen werden können, ohne daß eine Lücke entsteht.

Diese Zuordnung und der Zusammenhang mit den entsprechenden bisherigen deutschen Normen wird in der Tabelle aufgezeigt:

Genauigkeitsklasse	0	1	2	3
Fehlergrenzen	± 0,4 dB	± 0,7 dB	± 1,0 dB	± 1,5 dB
bisherige IEC-Publikationen	–	IEC 179	–	IEC 123
bisherige DIN-Norm	–	DIN 45 633 Teil 1 u. Teil 2	DIN 45 634	–

Da die Schallpegelmesser nach den zurückgezogenen Normen DIN 45 633 Teil 1, Teil 2 und DIN 45 634 im wesentlichen den Klassen 1 und 2 nach DIN IEC 651 entsprechen, dürfen bereits in Verwendung befindliche Schallpegelmesser auch weiter benutzt werden.

Schallpegelmesser der Klasse 0 sind nur für Anwendungen im Laboratorium gedacht, wo auch die übrigen Beiträge zur Meßunsicherheit genügend klein gehalten werden können, um diesen Geräteaufwand ausnützen zu können. Geräte der Klasse 3 sind im allgemeinen klein, handlich und nicht sehr teuer, und sie sind vor allem für orientierende Messungen bestimmt. Für die zwischen diesen beiden Extremen liegenden Aufgaben der Schallmessung stehen die Geräte der Klassen 1 und 2 zur Verfügung.

Fortsetzung Seite 2 bis 16

Normenausschuß Akustik und Schwingungstechnik (FANAK) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

3CA
01. MRZ. 1982

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet

Auslieferung der Normen durch Beuth Verlag GmbH, Berlin 30

DIN IEC 651 Dez 1981 Preisgr. 11
Verk.-Nr. 2911

Schallpegelmesser für den Einsatz in Fabrikhallen und im Freien müssen strengen Anforderungen an Umgebungseinflüsse genügen. Für Anwendungen im Laboratorium sind diese Forderungen weniger streng, Laborgeräte müssen mit dem Buchstaben „L" gekennzeichnet werden.

Von den weiteren Besonderheiten der IEC-Publikation sind vor allem die folgenden erwähnenswert:

- die Anforderungen an die Richtcharakteristik sind als Schwankungsbereich und nicht mehr als Abweichung von dem Übertragungsmaß in Bezugsrichtung formuliert
- der genaue Verlauf der Frequenzbewertung ist durch Pole und Nullstellen festgelegt
- für das dynamische Verhalten wird die Bezeichnung „Zeitbewertung" eingeführt. Die bisherigen Benennungen Langsam (Slow), Schnell (Fast) und Impuls sind durch die Kennbuchstaben S, F und I ersetzt, und die Eigenschaften der Zeitbewertungen sind durch RC-Glieder mit bestimmten Zeitkonstanten definiert worden.
- die Anforderungen an die Linearität erfassen auch Geräte mit automatischer Bereichsumschaltung
- für die Prüfung der Effektivwert-Anzeige ist das bereits in DIN 45 633 Teil 1 und Teil 2 verwendete Impulsverfahren eingeführt worden.

Zitierte Normen und Unterlagen

IEC 537 Frequenzbewertung für die Messung von Flugzeuglärm (D-Bewertung) (keine entsprechende Deutsche Norm)

I.E.V.-Wörterbuch, Kapitel 801, Akustik und Elektroakustik

ISO 266 Akustik – Vorzugsfrequenzen für akustische Messungen
(= DIN 45 401 Akustik, Elektroakustik; Normfrequenzen für akustische Messungen)

Frühere Ausgaben

DIN 5045 : 04.42, 01.59x, 05.63

DIN 45 633 Teil 1: 11.66x, 05.68, 07.68, 03.70

DIN 45 633 Teil 2: 05.68, 11.69

DIN 45 634: 09.74

Änderungen

Gegenüber DIN 45 633 Teil 1/03.70, DIN 45 633 Teil 2/11.69, und DIN 45 634/09.74, wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) Die Anforderungen an die Richtcharakteristik sind als Schwankungsbereich und nicht mehr als Abweichung von dem Übertragungsmaß in Bezugsrichtung formuliert.

b) Der genaue Verlauf der Frequenzbewertung ist durch Pole und Nullstellen festgelegt.

c) Für das dynamische Verhalten wird die Bezeichnung „Zeitbewertung" eingeführt. Die bisherigen Benennungen Langsam (Slow), Schnell (Fast) und Impuls sind durch die Kennbuchstaben S, F und I ersetzt, und die Eigenschaften der Zeitbewertungen sind durch RC-Glieder mit bestimmten Zeitkonstanten definiert worden.

d) Die Anforderungen an die Linearität erfassen auch Geräte mit automatischer Bereichsumschaltung.

e) Für die Prüfung der Effektivwert-Anzeige ist das bereits in DIN 45 633 Teil 1 und Teil 2 verwendete Impulsverfahren eingeführt worden.

f) Auch Anzeigenbereiche über 20 dB und Ziffernanzeige sowie andere diskontinuierliche Anzeigearten sind berücksichtigt.

g) Eine Übersteuerungsanzeige ist nicht nur für Impulsschallpegelmesser vorgesehen.

Deutsche Übersetzung

Falls bei Verhandlungen mit englisch- oder französischsprechenden Partnern Zweifelsfälle auftreten, ist die entsprechende Originalfassung der Internationalen Norm heranzuziehen.

Inhalt

		Seite
Vorwort		4
Einleitung		4
1	Anwendungsbereich	5
2	Zweck und allgemeine Anforderungen	5
3	Begriffe	6
4	Allgemeine Merkmale	6
5	Richtcharakteristiken von Mikrophon und Gerätegehäuse	7
6	Anforderungen an Frequenzbewertung und Verstärker	7
7	Anforderungen an Gleichrichtungs- und Anzeigeteil	9
8	Einflüsse von Umgebungsbedingungen	11
9	Kalibrierung und Prüfung der Grundeigenschaften des Schallpegelmessers	12
10	Einrichtungen für die Anwendung mit Zusatzgeräten	14
11	Kennzeichnung und Betriebsanleitung	14
Anhang A	Prüfungen der Übersteuerungs- und Gleichrichtungseigenschaften	15
Anhang B	Übertragungsfaktor im diffusen Feld	16
Anhang C	Theoretisches Verhalten bei Tonimpulsen	16

INTERNATIONALE ELEKTROTECHNISCHE KOMMISSION

Schallpegelmesser

Vorwort

1. Die formellen Beschlüsse oder Vereinbarungen der IEC über technische Angelegenheiten, die durch Technische Komitees vorbereitet werden, in denen alle daran besonders interessierten nationalen Komitees vertreten sind, drücken, soweit möglich, eine internationale übereinstimmende Meinung zu den behandelten Themen aus.
2. Sie haben die Form von Empfehlungen für internationale Anwendung, und in diesem Sinne werden sie von den nationalen Komitees angenommen.
3. Um die internationale Vereinheitlichung zu fördern, wünscht die IEC, daß alle nationalen Komitees den Text der IEC-Publikationen für ihre nationalen Vorschriften annehmen sollten, sofern es die nationalen Bedingungen gestatten. Jede Abweichung zwischen der IEC-Publikation und den entsprechenden nationalen Vorschriften sollte, soweit möglich, deutlich in den letzteren angegeben werden.

Einleitung

Diese Publikation wurde vom Unterkomitee 29C, Meßeinrichtungen, des Technischen Komitees Nr 29 der IEC, Elektroakustik, ausgearbeitet.

Ein erster Entwurf wurde auf der Sitzung 1974 in Moskau erörtert und 1975 durch einen zweiten ersetzt. Als Ergebnis des Treffens in Gaithersburg (USA) 1976 wurde ein Entwurf, Dokument 29C(Central Office)32, den nationalen Komitees zur Genehmigung unter der 6-Monats-Regel im Juni 1977 vorgelegt. Er wurde durch das Dokument 29C(Central Office)36 ersetzt, das den nationalen Komitees im März 1978 zur Genehmigung unter dem 2-Monats-Verfahren vorgelegt wurde.

Die folgenden Länder stimmten ausdrücklich für eine Veröffentlichung:

Ägypten	Norwegen
Argentinien	Polen
Australien	Republik Südafrika
Belgien	Rumänien
Dänemark	Schweden
Deutschland	Schweiz
Frankreich	Spanien
Kanada	Tschechoslowakei
Niederlande	Türkei

Die Vereinigten Staaten von Amerika stimmten gegen die Veröffentlichung dieser Publikation und baten darum, die folgende Erklärung als Begründung ihrer Ablehnung in der vorliegenden Einleitung abzudrucken:

„Nach Meinung der Vereinigten Staaten enthält diese Publikation wesentliche Verbesserungen in der Standardisierung von Schallpegelmessern. Es wird erwartet, daß die meisten dieser Verbesserungen in eine überarbeitete Amerikanische Nationale Norm aufgenommen werden. Jedoch ist die Freiheit, jeden beliebigen Einfallswinkel, auch einen Einfall von 0^{o}, für die Kalibrierung zu wählen, zu weit gefaßt. In vielen praktischen Situationen, wenn ein hochfrequentes Geräusch vorliegt, wird diese Freiheit zu gemessenen Schallpegeln führen, die deutlich zu niedrig sind."

Diese Publikation ersetzt die IEC-Publikationen 123 (1961), 179 (1965 und 1973) und 179A (1973). Die Festlegungen dieser Publikation fur Schallpegelmesser der Klasse 1 wurden, mit einigen Änderungen, der IEC 179 entnommen, die für Schallpegelmesser der Klasse 3, mit nur geringfügigen Änderungen, der IEC 123. Der Ausdruck „dynamisches Verhalten", der in früheren Publikationen für die Bezeichnung der zeitabhängigen (Übergangs-)Ansprechverhalten von Schallpegelmessern benutzt wurde, wurde in dieser Norm in den allgemeinen Begriff „Zeitbewertung" geändert und die früheren Bezeichnungen „LANGSAM", „SCHNELL" und „IMPULS" wurden in S, F bzw. I umgewandelt, wodurch man unterstrich, daß es sich bei diesen Eigenschaften um Konventionen handelt.

Andere, in dieser Publikation zitierte IEC-Publikationen:

IEC-Publikation 537 „Frequenzbewertung für die Messung von Flugzeuglärm (D-Bewertung)"

Schallpegelmesser

1 Anwendungsbereich

1.1 Allgemeines

Diese Norm beschreibt Geräte (Schallpegelmesser) für die Messung von frequenz- und zeitbewerteten Schalldruckpegeln.

1.2 Klassen

Die Norm legt Schallpegelmesser von 4 Genauigkeitsklassen fest, Klasse 0, 1, 2 und 3.

1.3 Fehlergrenzen

Die Sollwerte der Schallpegelmesser-Eigenschaften sind für die Klassen 0, 1, 2 und 3 identisch. Die Klassen unterscheiden sich nur in den vorgegebenen Fehlergrenzen. Mit höher werdender Klassennummer nehmen die Fehlergrenzen im allgemeinen derart zu, daß eine wesentliche Verminderung der Herstellungskosten erreicht wird.

1.4 Geräteeigenschaften

Diese Norm legt die Anforderungen für folgende Geräteeigenschaften von Schallpegelmessern fest:

a) Richtcharakteristik
b) Frequenzbewertungskurven
c) Zeitbewertung, Gleichrichtung und Anzeigecharakteristik
d) Einflüsse von Umgebungsbedingungen.

1.5 Prüfungen

Diese Norm beschreibt elektrische und akustische Prüfungen, um die Übereinstimmung mit den Anforderungen festzustellen (siehe Abschnitt 1.4). Sie beschreibt außerdem das Verfahren für die Bestimmung des Freifeld-Übertragungsmaßes.

2 Zweck und allgemeine Anforderungen

2.1 Zweck

Wegen der Komplexität der Funktion des menschlichen Gehörs ist es gegenwärtig nicht möglich, ein Gerät für die objektive Geräuschmessung zu entwickeln, dessen Anzeige für alle Geräuscharten mit der subjektiven Lautstärkeempfindung übereinstimmt. Es soll vielmehr ein Gerät genormt werden, mit dem ein Geräusch unter genau definierten Bedingungen gemessen werden kann, so daß die von einem Anwender eines solchen Gerätes gewonnenen Meßergebnisse innerhalb angegebener Fehlergrenzen reproduzierbar sind.

Diese Norm soll eine festgelegte Genauigkeit und Stabilität eines bestimmten Schallpegelmessers in der Praxis sicherstellen, damit die Unterschiede der Meßergebnisse bei gleichwertigen Messungen mit normgerechten Geräten verschiedener Hersteller bzw. verschiedener Ausführung auf ein dem Anwendungsfall angemessenes Minimum reduziert werden.

2.2 Anwendung

Der Schallpegelmesser der Klasse 0 ist als Laboratoriums-Bezugsnormal vorgesehen. Die Geräte der Klasse 1 sind insbesondere für die Benutzung im Labor vorgesehen sowie für Felduntersuchungen, wenn die akustische Umgebung genau spezifiziert und/oder kontrolliert werden kann. Die Meßgenauigkeit, die ein solches Gerät ermöglicht, wird im allgemeinen nur unter Laborbedingungen erreicht. Schallpegelmesser der Klasse 2 sind für allgemeine Felduntersuchungen geeignet (z. B. Betriebsmessung). Die Geräte der Klasse 3 sind in erster Linie für Orientierungsmessungen vorgesehen, z. B. um festzustellen, ob eine festgesetzte Geräuschgrenze wesentlich überschritten wurde.

Schallpegelmesser, die für Felduntersuchungen vorgesehen sind, müssen gegen Umgebungseinflüsse besonders gut geschützt sein. Bei Schallpegelmessern, die nur unter kontrollierten Laboratoriumsbedingungen eingesetzt werden, ist es nicht gerechtfertigt, derartig hohe Anforderungen an den Schutz gegen Umgebungseinflüsse zu stellen. Die Geräte für Felduntersuchungen unterscheiden sich deshalb durch zusätzliche Anforderungen (siehe Abschnitte 8.5 und 8.6) von den Laborgeräten.

2.3 Frequenz- und Zeitbewertung

2.3.1 Frequenzbewertung

Ein Schallpegelmesser muß ein oder mehrere Frequenzbewertungsnetzwerk(e) enthalten, die mit A, B und C bezeichnet werden. Zusätzlich dürfen folgende Frequenzbewertungsnetzwerke eingebaut werden:

i) eine mit „Lin" bezeichnete Charakteristik, für die das Freifeld-Übertragungsmaß in Abhängigkeit von der Frequenz konstant ist;
ii) eine mit D bezeichnete Bewertung nach IEC-Publikation 537, Frequenzbewertung für die Messung von Flugzeuglärm (D-Bewertung).

2.3.2 Zeitbewertung

Ein Schallpegelmesser muß eine oder mehrere der mit S, F, I und „Spitze" („Peak") bezeichneten Zeitbewertungen enthalten.

2.3.3 Bedeutung von Bewertungscharakteristiken

In der Vergangenheit wurden Frequenz- und Zeitbewertung von gewissen Merkmalen des Gehörs abgeleitet. Neuere Arbeiten haben diese Zusammenhänge jedoch nicht voll bestätigt, so daß Frequenz- und Zeitbewertungscharakteristiken von Schallpegelmessern als Konventionen angesehen werden müssen. Die A-Bewertung wird heute zur Kennzeichnung von Geräuschen unabhängig von der Höhe des Pegels benutzt, ist also nicht mehr auf Geräusche mit niedrigen Pegeln beschränkt. Außerdem darf aus der Normung der Zeitbewertung I nicht geschlossen werden, daß bei impulshaltigen Geräuschen der Zusammenhang zwischen der Lautstärke oder dem Hörschädigungsrisiko und der physikalischen Eigenschaft des Geräusches völlig richtig beschrieben werden kann. Für eine genaue Messung des Impulsschalls muß das Gerät einen hohen Dynamikbereich und eine Übersteuerungsanzeige besitzen und Signale mit hohen Scheitelfaktoren verarbeiten können. Diese Norm spezifiziert diese Eigenschaften für Schallpegelmesser, die die Zeitbewertung I enthalten.

2.4 Besondere Ausstattung

Die Norm schließt die Ausstattung eines Schallpegelmessers mit besonderen Einrichtungen wie z. B. einem größeren Anzeigebereich, einer Ziffernanzeige, einer Pegelaufzeichnung und einer automatischen Bereichsänderung nicht aus.

2.5 Handhabung

Schallpegelmesser sind für vielfältige Anforderungen bei Geräuschmessungen unter verschiedenen Umgebungsbedingungen konzipiert und werden zu den unterschiedlichsten Zwecken eingesetzt. Für jeden Anwendungsfall sollte das Meßverfahren sorgfältig ausgewählt und durchgeführt werden, damit zuverlässige und übereinstimmende Ergebnisse erzielt werden. Die Sorgfalt bei der Handhabung eines Schallpegelmessers kann sich mindestens im gleichen Maße auf das Meßergebnis auswirken wie die Qualität des Gerätes selbst. Oft ergeben sich Fehler durch Umgebungseinflüsse und – insbesondere bei tragbaren Geräten – durch die Anwesenheit eines Beobachters in Mikrophonnähe.

3 Begriffe

3.1 Bezüglich der Definition von in dieser Norm benutzten Ausdrücken wird auf das Internationale Elektrotechnische Vokabular (International Electrotechnical Vocabulary, I.E.V.), Kapitel 801, Akustik und Elektroakustik (in Vorbereitung) verwiesen. Einzelne zusätzliche Begriffe werden im folgenden definiert.

3.2 Der bewertete Schalldruckpegel in Dezibel (dB) ist der zwanzigfache Zehnerlogarithmus des Verhältnisses eines bewerteten Schalldrucks zum Bezugsschalldruck. Der Schalldruck wird mit einem der in dieser Norm festgelegten Bewertungsnetzwerke A, B oder C frequenzbewertet und durch eine der in dieser Norm festgelegten Bewertungen S, F, I oder „Spitze" („Peak") zeitbewertet. Der Bezugsschalldruck beträgt 20 µPa (20 $\mu N/m^2$) und hängt nicht von der Frequenz- und Zeitbewertung ab. Bei der Angabe des bewerteten Schalldruckpegels muß stets die eingestellte Frequenz- und Zeitbewertung genannt werden.

Anmerkung: Der Ausdruck „bewerteter Schalldruckpegel", der in dieser Norm benutzt wird, wird in englischsprachigen Ländern oft abgekürzt als „weighted sound level" oder „sound level" bezeichnet.

3.3 Der Scheitelfaktor eines Signals ist das Verhältnis des Spitzenwertes zum Effektivwert des Signals in einem bestimmten Zeitraum, wobei die Momentanwerte des Signals auf den arithmetischen Mittelwert bezogen werden. Die Zusammenhänge zwischen Scheitelfaktor und Tastgrad sind für Rechteckpulse und Tonimpulse im Anhang A angegeben.

3.4 Der primäre Meßbereich eines Schallpegelmessers ist ein bestimmter Teil des Anzeigebereiches, für den die in den Abschnitten 7.9 und 7.10 angegebenen besonders engen Fehlergrenzen für die Pegellinearität gelten.

3.5 Pegellinearität bedeutet, daß die Anzeige des Schallpegelmessers innerhalb festgesetzter Fehlergrenzen eine lineare Funktion des Eingangssignalpegels ist.

3.6 Die Bezugsrichtung ist die vom Hersteller angegebene Richtung des Schalleinfalls, die für die Prüfung des Freifeld-Übertragungsmaßes in den einzelnen Frequenzbewertungen und der Richtcharakteristik eines Schallpegelmessers zugrunde zu legen ist.

3.7 Die Bezugsfrequenz ist eine vom Hersteller angegebene Frequenz im Bereich von 200 Hz bis 1000 Hz, die für die Kalibrierung eines Schallpegelmessers unter Bezugsbedingungen benutzt wird.

Anmerkung: Die bevorzugte Bezugsfrequenz ist 1000 Hz.

3.8 Der Bezugswert des Schalldruckpegels ist ein vom Hersteller angegebener Schalldruckpegel, der für die Kalibrierung des Schallpegelmessers unter Bezugsbedingungen benutzt wird.

Anmerkung: Der bevorzugte Bezugswert beträgt 94 dB, oder, wenn dieser Pegel nicht innerhalb des Meßbereichs des Gerätes liegt, 84 dB oder 74 dB.

3.9 Der Bezugsmeßbereich eines Schallpegelmessers ist ein vom Hersteller für die Kalibrierung angegebener Meßbereich, der den Bezugswert des Schalldruckpegels enthält.

4 Allgemeine Merkmale

4.1 Ein Schallpegelmesser besteht im allgemeinen aus einem Mikrophon, einem Verstärker mit bestimmten Frequenzbewertungen und einem Gleichrichtungs- und Anzeigeteil mit bestimmten Zeitbewertungen. In den Abschnitten 5, 6 und 7 werden die Eigenschaften dieser Schallpegelmesserteile festgelegt und Fehlergrenzen für vier Klassen angegeben. Alle Zusatzeinrichtungen, die notwendig sind, um eine der Anforderungen zu erfüllen (wie Mikrophonverlängerungen oder Schalldiffusoren), werden als Bestandteile des Schallpegelmessers angesehen.

4.2 Die Anzeige des Schallpegelmessers unter den in den Abschnitten 9.1 und 9.2.1 definierten Bezugsbedingungen muß nach einer vom Hersteller angegebenen Anlaufzeit innerhalb folgender Fehlergrenzen richtig sein:

Klasse 0	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3
± 0,4 dB	± 0,7 dB	± 1,0 dB	± 1,5 dB

Es muß eine Einrichtung verfügbar sein, mit deren Hilfe die Kalibrierung des Gerätes für die Bezugsfrequenz kontrolliert und, wenn nötig, korrigiert werden kann.

4.3 Im Idealfall ist die Anzeige des Schallpegelmessers unabhängig vom Schalleinfallswinkel. Die Anforderungen an die Richtcharakteristik des Mikrophons und des Schallpegelmessergehäuses nach Abschnitt 5 sind einzuhalten.

4.4 Das Ausgangssignal des Mikrophons wird mit Hilfe einer der drei mit A, B und C bezeichneten Bewertungskurven frequenzbewertet. Die Anforderungen an die Frequenzbewertungsnetzwerke und den Verstärker sind in Abschnitt 6 festgelegt. Darüber hinaus darf die Frequenz-Charakteristik „Lin" vorgesehen sein, welche den nicht-frequenzbewerteten Schalldruckpegel zu messen erlaubt oder den Schallpegelmesser als Vorverstärker für ein Zusatzgerät verwendbar macht. Der Hersteller muß den Frequenzübertragungsbereich und die Fehlergrenzen für diese Charakteristik angeben. Die Fehlergrenzen dürfen nicht größer sein als für die Frequenzbewertungen A, B und C (siehe Tabelle 5).

4.5 Das frequenzbewertete Signal wird gleichgerichtet und zur Anzeige gebracht, wobei das Signal mit Hilfe einer der in den Abschnitten 7 und 9.4 beschriebenen Charakteristiken S, F, I und „Spitze" („Peak") zeitbewertet wird. Schallpegelmesser dürfen auf mehrere

dieser Zeitbewertungen umschaltbar sein; sie müssen aber mindestens eine der beiden Zeitbewertungen S und F enthalten. Die Zeitbewertung „Spitze" gestattet die Messung des absoluten Spitzenwertes eines akustischen Signals.

4.6 Obwohl die Frequenzbewertung und die weitere Signalumformung bis zur Anzeige gewöhnlich an abgrenzbare Schaltungsteile innerhalb des Schallpegelmessers gebunden sind, müssen die Prüfungen nach Abschnitt 9 dieser Norm am Gesamtgerät durchgeführt werden, so daß jede Wechselwirkung zwischen den verschiedenen Teilen des Gerätes berücksichtigt wird.

4.7 Der Hersteller muß dafür sorgen, daß das vom Mikrophon abgegebene Signal für Prüfzwecke durch ein elektrisches Signal ersetzt ist.

4.8 Batteriebetriebene Schallpegelmesser müssen geeignete Vorrichtungen enthalten, um nachprüfen zu können, daß die Batteriespannung ausreicht, um die Anforderungen dieser Norm zu erfüllen.

4.9 Nach einer vom Hersteller anzugebenden Anlaufzeit, die weniger als 10 Minuten betragen muß, darf sich die Anzeige innerhalb 1 Stunde ununterbrochenen Betriebs unter konstanten Prüfbedingungen um nicht mehr als den in Tabelle 1 angegebenen Wert ändern.

Tabelle 1. **Maximal zulässige Änderung der Anzeige innerhalb 1 Betriebsstunde, in dB**

Klasse 0	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3
0,2	0,3	0,5	0,5

5 Richtcharakteristiken von Mikrophon und Gerätegehäuse

5.1 Der Hersteller muß eine Bezugsrichtung für den Schalleinfall angeben, in der die Anforderungen an den Frequenzgang nach Abschnitt 6 eingehalten werden. Bei Änderung des Einfallswinkels innerhalb der Grenzen ± 30° gegen die Bezugsrichtung darf sich die Anzeige – unter sonst gleichen Bedingungen – im ganzen Winkelbereich um nicht mehr als die in Tabelle 2 angegebenen Werte ändern. Bei Änderung des Einfallswinkels innerhalb der Grenzen ± 90° gegen die Bezugsrichtung darf sich die Anzeige – unter sonst gleichen Bedingungen – im ganzen Winkelbereich um nicht mehr als die in Tabelle 3 angegebenen Werte ändern. Die Tabellen gelten für die vom Hersteller für den üblichen Geräteeinsatz vorgeschriebene Gerätekonfiguration. Das Schallfeld am Mikrophon darf während der Messung nicht durch einen Beobachter gestört werden. Die Prüfung ist bei allen Schalleinfallswinkeln mit derselben Gerätekonfiguration durchzuführen.

Tabelle 2. **Maximal zulässige Änderung der Anzeige für Schalleinfallswinkel innerhalb der Grenzen ± 30° gegen die Bezugsrichtung, in dB**

Frequenz in Hz	Klasse 0	1	2	3
von 31,5 bis 1000	0,5	1	2	4
über 1000 bis 2000	0,5	1	2	4
über 2000 bis 4000	1	1,5	4	8
über 4000 bis 8000	2	2,5	9	12
über 8000 bis 12 500	2,5	4	–	–

Tabelle 3. **Maximal zulässige Änderung der Anzeige für Schalleinfallswinkel innerhalb der Grenzen ± 90° gegen die Bezugsrichtung, in dB**

Frequenz in Hz	Klasse 0	1	2	3
von 31,5 bis 1000	1	1,5	3	8
über 1000 bis 2000	1,5	2	5	10
über 2000 bis 4000	2	4	8	16
über 4000 bis 8000	5	8	14	30
über 8000 bis 12 500	7	16	–	–

6 Anforderungen an Frequenzbewertung und Verstärker

6.1 Das Gesamtgerät, bestehend aus Mikrophon, Verstärker, Bewertungsnetzwerk, Gleichrichtungs- und Anzeigeteil, muß mindestens eine der Frequenzbewertungs-Eigenschaften haben, welche in Tabelle 4 oder in der IEC-Publikation 537 festgelegt sind. Die Fehlergrenzen sind in Tabelle 5 angegeben. Sie gelten für Schalleinfall aus der Bezugsrichtung und sind für alle Frequenzbewertungskurven einschließlich der D-Bewertung einer gegebenen Klasse gleich.

6.2 Die in Tabelle 4 angegebenen Werte entsprechen folgenden Pol-Nullstellen-Anordnungen in der komplexen Frequenzebene:

Die C-Bewertung wird im Idealfall realisiert durch zwei Pole, die auf der reellen Achse bei 20,6 Hz ($10^{1,31}$ Hz) liegen, um für den Abfall bei tiefen Frequenzen zu sorgen, und durch zwei Pole auf der reellen Achse bei 12 200 Hz ($10^{4,09}$ Hz), um für den Abfall bei hohen Frequenzen zu sorgen. Der untere Halbwerts- oder 3-dB-Punkt in bezug auf das 1-kHz-Übertragungsmaß liegt bei 31,62 Hz ($10^{1,50}$ Hz), der obere Halbwertspunkt bei 7943 Hz ($10^{3,90}$ Hz). Die Flankensteilheiten nähern sich asymptotisch sowohl bei niedrigen als auch bei hohen Frequenzen 12 dB je Oktave.

Die B-Bewertung wird im Idealfall realisiert, indem man der C-Bewertung einen Pol auf der reellen Achse bei einer Frequenz von 158,5 Hz ($10^{2,20}$ Hz) hinzufügt.

Die A-Bewertung wird im Idealfall realisiert, indem man der C-Bewertung zwei Pole auf der reellen Achse bei Frequenzen von 107,7 Hz ($10^{2,03}$ Hz) und 737,9 Hz ($10^{2,87}$ Hz) hinzufügt.

Die A-, B- und C-Bewertungen können mit passiven RC-Schaltungen realisiert werden.

6.3 Die durch Umschaltung des Meßbereiches gegenüber dem vom Hersteller angegebenen Bezugsmeßbereich entstehende Anzeigeänderung darf die in Tabelle 4 festgelegten Fehlergrenzen in keinem Meßbereich überschreiten. Der Bezugsmeßbereich muß den in Abschnitt 3.8 definierten Bezugswert des Schalldruckpegels einschließen, von dem bei der Prüfung auszugehen ist.

6.7 Bei Schallpegelmessern, die einen Filteranschluß oder einen Wechselspannungsausgang haben, darf der Gesamtklirrfaktor des Ausgangssignals im Frequenzbereich von 31,5 Hz bis 8 kHz höchstens 1% betragen, wenn der Pegel eines sinusförmigen Prüfsignals 10 dB oder mehr unterhalb des Maximalwertes des bewerteten Schalldruckpegels liegt, für dessen Messung das Gerät ausgelegt ist.

An der vom Hersteller anzugebenden oberen Grenze des (unbewerteten) Schalldruckpegels für sinusförmige Eingangssignale mit Frequenzen im Bereich von 200 Hz bis 1000 Hz darf der Gesamtklirrfaktor des Ausgangssignals höchstens 10% betragen.

6.8 Um die Gefahr einer Übersteuerung auf ein Mindestmaß zu beschränken und um einen möglichst großen Dynamikbereich bei hohen Schalldruckpegeln zu realisieren, dürfen doppelte Bereichsumschalter vorhanden sein, mit denen die Verstärkung vor und hinter den Frequenzbewertungsnetzwerken unabhängig voneinander eingestellt werden kann.

Anmerkung: Wenn derartige doppelte Bereichsumschalter vorgesehen sind, sollte ein Hinweisschild mit einer genauen Betriebsanleitung am Gerät angebracht sein.

Wenn eine automatische Bereichsumschaltung vorgesehen ist, muß deren Einstellzeit angegeben werden.

6.9 Für alle Frequenzbewertungen muß der Hersteller für den oberen Grenzwert des primären Meßbereichs die jeweils niedrigste Frequenz angeben, bei der nichtlineare Verzerrungen zwischen Geräteeingang und -ausgang Anzeigeabweichungen von höchstens ± 1 dB verursachen.

Anmerkung: Es wird empfohlen, daß diese Fehlergrenzen von ± 1 dB mindestens ab 31,5 Hz eingehalten werden.

7 Anforderungen an Gleichrichtungs- und Anzeigeteil

7.1 Bei eingeschalteten Zeitbewertungen F oder S muß der Schallpegelmesser den Effektivwert des Signals anzeigen, wobei die Mittelungszeiten für F und S unterschiedlich festgelegt sind. Bei eingeschalteter Zeitbewertung I bezieht sich die Anzeige des Schallpegelmessers auf das Maximum des Kurzzeit-Effektivwertes des Signals. Diese Anzeigecharakteristik wird mit Hilfe eines Effektivwertgleichrichters mit kurzer Mittelungszeit und eines Spitzenwertdetektors mit langer Abfallzeitkonstante erreicht.

7.2 Im Prinzip läßt sich ein Schallpegelmesser, der die Zeitbewertungen F und S enthält, durch folgendes Blockschaltbild charakterisieren:

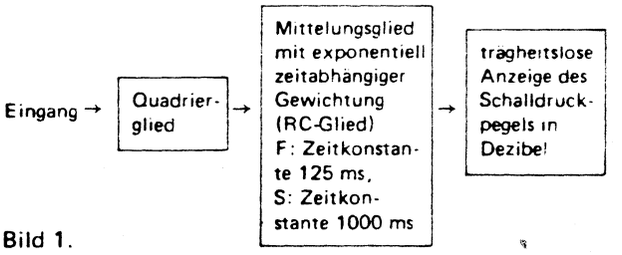


Bild 1.

Prüfmethoden für die Effektivwertbildung und die Zeitbewertung sind in Abschnitt 9.4 angegeben. Fehlergrenzen für verschiedene Scheitelfaktoren enthält Tabelle 7. Für die Zeitbewertung von Tonimpulsen gelten die in Tabelle 8 angegebenen Werte. Bei plötzlichem Einschalten eines Dauertons oder bei einem Pegelsprung darf die Anzeige die in der Tabelle 9 angegebenen Höchstwerte nicht überschreiten. Bei plötzlichem Abschalten des Signals dürfen für einen Abfall der Anzeige um 10 dB bei F höchstens 0,5 s und bei S höchstens 3 s benötigt werden.

Anmerkung: Es wird empfohlen, daß der Hersteller die Sollwerte und die Fehlergrenzen für diejenigen Signale angibt, für welche in Tabelle 8 keine Fehlergrenzen festgelegt sind.

Tabelle 7. **Fehlergrenzen des Gleichrichtungs- und Anzeigeteils, in dB**

Scheitelfaktor / Klasse	⩽ 3	⩽ 5	⩽ 10
0 I 0	± 0,5	± 0,5	± 1
1 I	± 0,5	± 1	± 1,5
1		–	–
2 I	± 1	± 1	–
2		–	–
3	± 1,5	–	–

Anmerkung 1: Die Bezeichnung „Klasse 0I" bezieht sich zum Beispiel auf ein Gerät der Klasse 0, das die I-Bewertung enthält.

Anmerkung 2: Bezüglich der Klasse 3I, siehe Abschnitte 7.3 und 9.4.3.

Tabelle 8. **Anzeige für Tonimpulse, F und S**

Zeitbewertung	Dauer des Tonimpulses in ms	Sollwert des Unterschieds zwischen dem Maximalwert der Anzeige für den Tonimpuls und der Anzeige für einen Dauerton gleicher Amplitude (s. Anh. C) in dB	Fehlergrenzen für die einzelnen Klassen in dB			
			0	1	2	3
	Dauerton	0				
F	200	– 1,0	± 0,5	± 1	+ 1 – 2	+ 1 – 3
	50	– 4,8	± 2	–	–	–
	20	– 8,3	± 2	–	–	–
	5	– 14,1	± 2	–	–	–
S	2000	– 0,6	± 0,5	–	–	–
	500	– 4,1	± 0,5	± 1	± 2	± 2
	200	– 7,4	± 2	–	–	–
	50	– 13,1	± 2	–	–	–

Tabelle 9. **Höchstwert für Überschwingen nach plötzlichem Einschalten eines Dauersignals oder nach einem Pegelsprung, in dB**

Zeitbewertung	Klasse 0	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3
F	0,5	1,1	1,1	1,1
S	1	1,6	1,6	1,6

7.3 Im Prinzip läßt sich ein Schallpegelmesser, der die Zeitbewertung I enthält, durch folgendes Blockschaltbild charakterisieren:

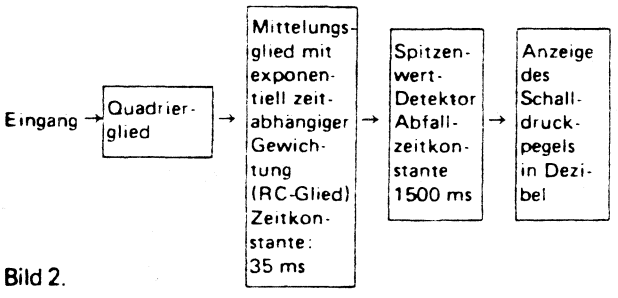


Bild 2.

Die Schaltelemente der I-Zeitbewertung sind denen der Zeitbewertungen F und S ähnlich mit der Ausnahme, daß ein Spitzenwertdetektor in die Kette eingefügt ist. Die Zeitkonstante des Mittelungsgliedes ist für Anstieg und Abfall gleich groß. Der Spitzenwertdetektor macht die Anzeige so träge, daß sie sich auch bei schnell veränderlichen Signalen ablesen läßt.

Die Einschwingzeitkonstante des Spitzenwertdetektors muß klein sein. Verglichen mit der 35-ms-Zeitkonstanten des Mittelungsgliedes. Seine Abfallgeschwindigkeit muß 2,9 dB/s betragen mit einer Fehlergrenze von ± 0,5 dB/s für Geräte der Klassen 0 und 1 bzw. ± 1,0 dB/s für Geräte der Klassen 2 und 3. Diese Abfallgeschwindigkeit entspricht ungefähr einer Zeitkonstanten von (1500 ± 250) ms für Geräte der Klassen 0 und 1 bzw. von (1500 ± 500) ms für Geräte der Klassen 2 und 3. Die Genauigkeit der I-Anzeige für einzelne sinusförmige Tonimpulse und für eine fortlaufende Folge von Tonimpulsen wird nach Abschnitt 9 geprüft. Sollwerte mit Fehlergrenzen sind in den Tabellen 10 und 11 angegeben. Wenn die I-Bewertung in einem Gerät der Klasse 3 enthalten ist, muß es die Anforderungen an die I-Bewertung eines Gerätes der Klasse 2 erfüllen.

7.4 Für sinusförmige Dauertöne im Frequenzbereich von 315 Hz bis 8000 Hz dürfen sich die Meßwerte bei Anwendung der Zeitbewertungen S, F und I bei Geräten der Klassen 0, 1 und 2 höchstens um 0,1 dB, bei Geräten der Klasse 3 höchstens um 0,2 dB unterscheiden. Bei einer Prüfung mit einzelnen kurzen Impulsen oder einer kontinuierlichen Folge von Impulsen mit niedriger Wiederholfrequenz ergibt die I-Bewertung grundsätzlich eine höhere Anzeige als die F- oder S-Bewertung.

7.5 Der Schallpegelmesser darf auch Einrichtungen zum Messen des Spitzenwert-Pegels enthalten. In diesem Fall muß der Hersteller die Anstiegszeit des Spitzenwertdetektors angeben. Bei einem Gerät der Klasse 0 darf sich die Anzeige für einen einzelnen positiven oder negativen Rechteckimpuls um höchstens 2 dB vermindern, wenn die Impulsdauer unter Beibehaltung der Impulshöhe von 10 ms auf 50 µs verkürzt wird.

Anmerkung: Bei den anderen Klassen soll diese Forderung für eine Verkürzung der Impulsdauer auf 100 µs erfüllt werden.

Tabelle 10. **Anzeige für einzelne Tonimpulse Zeitbewertung I**

Dauer T in ms	Sollwert des Unterschieds zwischen dem Maximalwert der Anzeige für den Tonimpuls und der Anzeige für einen Dauerton gleicher Amplitude (siehe Anhang C) in dB	Fehlergrenzen in dB	
		Klassen 0 und 1	Klasse 2
Dauerton	0		
20	− 3,6	± 1,5	± 2
5	− 8,8	± 2	± 3
2	− 12,6	± 2	keine Messung

Tabelle 11. **Anzeige für eine kontinuierliche Folge von Tonimpulsen Zeitbewertung I**

Wiederholfrequenz f_p in Hz	Sollwert des Unterschieds der Anzeigen für die Tonimpulsfolge und einen Dauerton gleicher Amplitude (siehe Anhang C) in dB	Fehlergrenzen in dB	
		Klassen 0 und 1	Klasse 2
Dauerton	0		
100	− 2,7	± 1	± 1
20	− 7,6	± 2	± 2
2	− 8,8	± 2	± 3

7.6 Der Anzeigebereich, ob Skalen- oder Ziffernanzeige, muß mindestens 15 dB umfassen. Mindestens 10 dB müssen als primärer Meßbereich vom Hersteller angegeben werden.

7.7 Wenn die Anzeige auf einer Skale (Zeigerinstrument- oder Schreiber) erfolgt, so muß diese Skale über einen Bereich von mindestens 15 dB in Stufen von nicht größer als 1 dB geteilt sein. Jede Dezibel-Stufe muß mindestens 1 mm breit sein.

7.8 Schallpegelmesser mit Ziffernanzeige oder einer anderen diskontinuierlichen Anzeige müssen wenigstens eine Betriebsart haben, in welcher der Maximalwert des bewerteten Schalldruckpegels in einem Meßintervall gespeichert wird. Zusätzliche Betriebsarten zur Anzeige des momentanen Pegels in festen Zeittakten oder auf

Abruf dürfen auch vorhanden sein. Wenn eine Mittelungseinrichtung vorgesehen ist, soll der energetisch gemittelte Pegel angezeigt werden.

Anmerkung: Falls feste Taktzeiten vorgesehen sind, sollte eine solche von 1 Sekunde einstellbar sein.

Stehen Ergebnisse in digitaler Form an einem elektrischen Ausgang zur Verfügung, muß die Ausgabegeschwindigkeit angegeben werden.

Eine Ziffernanzeige muß eine Auflösung von 0,1 dB oder besser haben.

Wird eine diskontinuierliche Skalenanzeige verwendet, ist eine verminderte Auflösung erlaubt. Die Auflösung muß gleich oder besser sein als 0,2 dB bei Geräten der Klassen 0 und 1, 1 dB bei Geräten der Klasse 2 und 3 dB bei Geräten der Klasse 3. Wegen der geringen Auflösung werden spezielle Prüfverfahren benötigt, um nachzuweisen, daß alle Forderungen dieser Norm erfüllt werden.

7.9 Die Pegellinearität des Gleichrichtungs- und Anzeigeteils muß unter Einbeziehung aller vorhandener – manuell oder automatisch einstellbarer – Bereichsschalter geprüft werden und muß die Anforderungen von Tabelle 12 erfüllen.

Der Bezugspegel zur Prüfung der Linearität ist der Bezugsschalldruckpegel.

Anmerkung: In früheren Normen, die ausschließlich für Schallpegelmesser mit Skalenanzeige galten, wurde die Pegellinearität als Summe des Skalenteilungsfehlers des Zeigerinstruments und des Fehlers des Meßbereichsschalters angegeben. Da diese Norm auch andere Anzeigesysteme zuläßt, wird die Pegellinearität hier anders, im Ergebnis aber gleich spezifiziert.

Tabelle 12. **Fehlergrenzen für die Pegellinearität, bezogen auf die Anzeige beim Bezugswert des Schalldruckpegels, im Frequenzbereich von 31,5 Hz bis 8000 Hz (20 Hz bis 12500 Hz für Klasse 0), in dB**

Anzeige	Klasse			
	0	1	2	3
Innerhalb des primären Meßbereichs	± 0,4	± 0,7	± 1	± 1,5
Außerhalb des primären Meßbereichs	± 0,6	± 1	± 1,5	± 2

7.10 Zusätzlich zu der Prüfung nach Abschnitt 7.9 muß das Gerät eine Prüfung auf differentielle Pegellinearität bestehen. Hierbei werden Pegeldifferenzen bis zu 10 dB in beliebig ausgewählten Teilen des Anzeigebereichs gemessen. Die Fehlergrenzen sind für jede Klasse sowohl innerhalb als außerhalb des primären Meßbereichs für Punkte, die 1 dB auseinanderliegen, und für Punkte, die bis 10 dB auseinanderliegen, in Tabelle 13 angegeben.

8 Einflüsse von Umgebungsbedingungen

Alle Schallpegelmesser müssen den Anforderungen nach den Abschnitten 8.1 bis 8.6 entsprechen. Die Anforderungen der Abschnitte 8.5 und 8.6 gelten jedoch zum Teil nur für Schallpegelmesser, die für Felduntersuchungen konzipiert sind.

Tabelle 13. **Fehlergrenzen für die differentielle Pegellinearität, im Frequenzbereich von 31,5 Hz bis 8000 Hz (20 Hz bis 12500 Hz für Klasse 0), in dB**

Anzeige	Klasse			
	0	1	2	3
Innerhalb des primären Meßbereichs für Pegeldifferenzen von 1 dB	± 0,2	± 0,2	± 0,3	± 0,3
Innerhalb des primären Meßbereichs für Pegeldifferenzen von 1 dB bis 10 dB	± 0,4	± 0,4	± 0,6	± 1,0
Außerhalb des primären Meßbereichs für Pegeldifferenzen von 1 dB	± 0,3	± 0,3	± 0,4	± 0,4
Außerhalb des primären Meßbereichs für Pegeldifferenzen von 1 dB bis 10 dB	± 0,6	± 1,0	± 1,5	± 2,0

Anmerkung: Geräte, die nur für den Laborgebrauch geeignet sind, müssen mit „L" gekennzeichnet sein (siehe Abschnitt 11.1)

8.1 Bei einer Änderung des statischen Luftdrucks um ± 10% darf sich das Übertragungsmaß des gesamten Gerätes
um bis zu ± 0,3 dB bei Geräten der Klassen 0 und 1
und ± 0,5 dB bei Geräten der Klassen 2 und 3
ändern. Die Prüfung ist bei einer Frequenz zwischen 200 Hz und 1 kHz durchzuführen.

8.2 Wenn die Mikrophonkapsel durch eine gleichwertige elektrische Impedanz ersetzt und der Schallpegelmesser im freien Schallfeld aus der Bezugsrichtung beschallt wird, muß die Anzeige des Schallpegelmessers mindestens 20 dB unter dem entsprechenden Wert bei üblichen Betriebsbedingungen bleiben. Dies muß bei allen Frequenzen im Bereich von 31,5 Hz bis 8 kHz bei einem Prüfpegel von 100 dB bzw. bei der oberen Grenze des Gesamtmeßbereiches erfüllt sein, sofern diese unter 100 dB liegt. Wenn die Prüfung mit gleitenden Sinustönen ausgeführt wird, darf die Frequenzänderung je Zeiteinheit höchstens 0,1 Oktave/s betragen.

8.3 Der Einfluß von mechanischen Schwingungen muß so gering wie möglich sein. Vom Hersteller ist für den gesamten Schallpegelmesser einschließlich Mikrophon der maximale äquivalente Schalldruckpegel bei Einwirken einer sinusförmigen Beschleunigung von 1 m/s² im Frequenzbereich von 20 Hz bis 1 kHz anzugeben. Bei Geräten, für die im üblichen Betrieb das Mikrophon über ein Kabel angeschlossen wird, ist diese Angabe wenigstens für die Mikrophonanordnung zu machen. Bei der Prüfung ist die breitbandigste im Gerät vorgesehene Frequenzbewertung einzuschalten. Die Schwingungsanregung muß in Richtung der Stativachse erfolgen, sofern eine Stativbefestigung für den Schallpegelmesser vorgesehen ist. Sind mehrere Befestigungsarten möglich, so

ist die Prüfung für jede Befestigungsart durchzuführen. Wenn keine Stativbefestigung vorgesehen ist, muß der Hersteller die Art der Befestigung für die Prüfung angeben. In diesem Fall und bei einstellbaren Befestigungsteilen ist die Schwingung senkrecht zur Membranebene des Mikrophons einzuleiten. Um gleichzeitig den Luftschallanteil zu ermitteln, der bei der mechanischen Anregung der Schallpegelmesser entsteht, ist ein Schallpegelmesser zu verwenden, der nicht dem Einfluß der mechanischen Schwingungen ausgesetzt ist. Die Anzeigen beider Schallpegelmesser sind anzugeben.

8.4 Die Einflüsse magnetischer und elektrostatischer Felder müssen so gering wie möglich sein. Für den gesamten Schallpegelmesser einschließlich Mikrophon ist der maximale äquivalente Schalldruckpegel für ein Magnetfeld der Stärke 80 A/m bei 50 Hz oder 60 Hz zu ermitteln. Dabei ist das Gerät so auszurichten, daß man die maximale Anzeige erhält. Dieser Wert ist für jede der vorgesehenen Frequenzbewertungen anzugeben. Bei Geräten mit über Kabel angeschlossenem Mikrophon ist die Prüfung auch für das Mikrophon durchzuführen. Die rüffrequenz ist anzugeben.

8.5 Der Hersteller muß den Temperaturbereich angeben, in dem sich die Anzeige des Schallpegelmessers einschließlich Mikrophon um nicht mehr als

± 0,5 dB bei Geräten der Klassen 0, 1 und 2 und
± 1 dB bei Geräten der Klasse 3

gegenüber der Anzeige bei der Bezugstemperatur von 20 °C ändert. Wenn bei Geräten, die für Felduntersuchungen konzipiert sind, der Temperatureinfluß mehr als ± 0,5 dB im Temperaturbereich von −10 °C bis + 50 °C beträgt, sind vom Hersteller Korrektionswerte anzugeben. Die Prüfung ist bei einer Frequenz im Bereich von 200 Hz bis 1 kHz vorzunehmen.

Anmerkung: Die relative Luftfeuchte, bei der die Prüfung durchgeführt wird, soll angegeben werden (siehe Abschnitt 8.6).

8.6 Der Hersteller muß den Bereich der relativen Luftfeuchte angeben, in dem das Gerät einschließlich Mikrophon dauernd arbeiten kann. Bei Geräten, die für Feldntersuchungen konzipiert sind, darf sich die Anzeige des Schallpegelmessers im Bereich der relativen Luftfeuchte von 30% bis 90% um nicht mehr als

± 0,5 dB für Geräte der Klassen 0, 1 und 2 und
± 1 dB für Geräte der Klasse 3

gegenüber der Anzeige bei einer relativen Luftfeuchte von 65% ändern. Die Prüfung ist bei einer Temperatur von 40 °C und einer Frequenz zwischen 200 Hz und 1 kHz durchzuführen.

9 Kalibrierung und Prüfung der Grundeigenschaften des Schallpegelmessers

9.1 Die in den Abschnitten 9.2, 9.3 und 9.4 beschriebenen Prüfungen dienen zur Kontrolle der Einhaltung der Anforderungen nach den Abschnitten 4, 5, 6 und 7. Alle Messungen sind unter Bezugsbedingungen, d. h. bei einer Temperatur von 20 °C, einer relativen Luftfeuchte von 65% und einem statischen Luftdruck von 101,3 kPa 1013 mbar), durchzuführen oder auf diese zu beziehen. Falls nicht anders angegeben, sind zur Prüfung sinusförmige Signale zu verwenden.

Während des Meßvorgangs darf das Schallfeld durch die Anwesenheit eines Beobachters nicht wesentlich gestört werden.

Anmerkung: Der Beobachter sollte sich vorzugsweise nicht im Schallfeld befinden, z. B. durch Verwendung einer Fernablesung. Wenn dies nicht möglich ist, sollen bei der Feststellung der Einhaltung der Anforderungen die Geräteklasse und die entsprechenden Toleranzen berücksichtigt werden.

9.2 Das Kalibrierverfahren und die Prüfungen, die sich auf den gesamten Schallpegelmesser beziehen, werden in den Abschnitten 9.2.1, 9.2.2 und 9.2.3 beschrieben. Die Prüfungen dürfen teilweise akustisch und teilweise elektrisch durchgeführt werden, soweit dies die Meßunsicherheit nicht erhöht.

Anmerkung: Der Hersteller sollte grundsätzliche Angaben zur Durchführung dieser Messungen machen.

9.2.1 Das Freifeld-Übertragungsmaß des gesamten Gerätes ist im Schallfeld ebener, fortschreitender Wellen bei der Bezugsfrequenz und bei Betönung mit dem Bezugswert des Schalldruckpegels aus der Bezugsrichtung zu ermitteln. Vor dieser Prüfung ist der Schallpegelmesser gemäß den Angaben des Herstellers einzustellen und zu überprüfen. Wenn dafür ein akustischer Kalibrator vorgeschrieben ist, wird er als Bestandteil des Schallpegelmessers angesehen.

9.2.2 Die Frequenzbewertung des Schallpegelmessers ist im Schallfeld ebener fortschreitender Wellen bei Betönung aus der Bezugsrichtung zu prüfen. Der unbewertete Schalldruckpegel muß bei der Bezugsfrequenz gleich dem Bezugswert des Schalldruckpegels sein oder um höchstens 20 dB unter diesem liegen.

Diese Messungen dürfen zum Teil so ausgeführt werden, daß man das Mikrophon durch eine gleichwertige elektrische Impedanz ersetzt und ein elektrisches Signal einspeist. In diesem Fall ist bei der Überprüfung gemäß Abschnitt 6.1 der gemessene Frequenzgang von Mikrophon und Gehäuse als Korrektion beim Frequenzgang der elektrischen Schaltung zu berücksichtigten.

9.2.3 Die Abhängigkeit der Anzeige vom Einfallswinkel ist bei einer ausreichenden Anzahl von Winkeln und Frequenzen zu prüfen, um sicherzustellen, daß die Anforderungen nach Abschnitt 5 eingehalten werden.

9.3 Die Prüfung der Verstärkereigenschaften wird in den Abschnitten 9.3.1 bis 9.3.3 beschrieben.

9.3.1 Wenn eine Übersteuerungsanzeige im Gerät enthalten ist (Abschnitt 6.5), so muß sie bei den folgenden Prüfungen den Anforderungen entsprechen:

Die erste Prüfung betrifft nur Geräte mit eingebauter Frequenzbewertung A. Die Bewertungskurve A ist einzuschalten, das Mikrophon durch eine gleichwertige Impedanz zu ersetzen und ein sinusförmiges Signal der Frequenz 1 kHz einzuspeisen. Die Amplitude ist so zu wählen, daß sich eine Anzeige von 5 dB unter der des maximalen A-bewerteten Schalldruckpegels ergibt, für dessen Messung das Gerät ausgelegt ist. Getrennt einstellbare Meßbereichsumschalter sind – soweit vorhanden – den Anweisungen des Herstellers gemäß einzustellen. Die Frequenz des Eingangssignals wird dann schrittweise auf 20 Hz gesenkt, wobei die Amplitude gleichzeitig um den Faktor erhöht wird, der der Umkehrung der in Tabelle 4

angegebenen A-Bewertung entspricht. Falls bei irgendeiner Frequenz die Anzeige des Gerätes vom Ausgangswert bei 1 kHz um mehr als die zulässige Fehlergrenze (in der Praxis die untere Fehlergrenze) abweicht, die in Tabelle 5 für die entsprechende Frequenz angegeben ist, muß die Übersteuerungsanzeige deutlich ansprechen.

Ebenso muß bei Rechteckimpulsen die Übersteuerungsanzeige ansprechen, wenn die Anzeige des Gerätes um mehr als die Fehlergrenzen abweicht, die in Tabelle 7 für Signale verschiedener Scheitelfaktoren (siehe Anhang A) angegeben sind. Die Prüfung ist 2 dB unter der oberen Grenze des primären Meßbereichs durchzuführen. Die Übersteuerungsanzeige muß bei der Prüfung mit einzelnen positiven oder negativen Rechteckimpulsen mit einer Dauer zwischen 200 µs und 10 ms in gleicher Weise ansprechen.

9.3.2 Wenn eine Meßbereichsumschaltung vorgesehen ist, muß sie gemäß den Anforderungen in Tabelle 6 geprüft werden.

9.3.3 Der äquivalente frequenzbewertete Eigenstörschalldruckpegel des Schallpegelmessers ist gemäß der Anforderung in Abschnitt 6.6 zu ermitteln.

9.4 Die Prüfungen der Eigenschaften des Gleichrichtungs- und Anzeigeteils werden in den Abschnitten 9.4.1 bis 9.4.4 beschrieben. Die Linearität der Gleichrichtung, des Anzeigeteils sowie der Bereichsumschaltung ist gemäß den Anforderungen nach den Abschnitten 7.9 und 7.10 zu prüfen.

Anmerkung: Die Prüfungen können elektrisch durchgeführt werden, indem man ein Signal über eine dem Mikrophon gleichwertige elektrische Impedanz einspeist.

9.4.1 Prüfung der Eigenschaften der Zeitbewertungen F und S:

Das Einschwingverhalten der Zeitbewertungen F und S ist mit einzelnen Tonimpulsen einer Frequenz im Bereich von 1000 Hz bis 2000 Hz zu prüfen. Hierzu stellt man erst mit einem Dauerton gleicher Frequenz eine Anzeige von 4 dB unterhalb der oberen Grenze des primären Meßbereichs her. Für einen einzelnen Tonimpuls gleicher Amplitude und der Dauer T ist eine Anzeige gemäß der Tabelle 8 vorgeschrieben. Diese Anforderungen müssen in allen Meßbereichen des Schallpegelmessers erfüllt werden. Für Prüfsignale kurzer Dauer kann es erforderlich sein, den Pegel des Eingangssignals um 10 dB zu erhöhen, um eine Anzeige im Meßbereich zu bekommen.

Anmerkung: Es wird empfohlen, das Einschwingverhalten auch für einen Dauertonpegel von 5 dB oberhalb der unteren Grenze des Meßbereiches mit einer Tonimpulsdauer von 200 ms für F und 500 ms für S zu prüfen.

Das Überschwingen bei den Zeitbewertungen F und S ist durch plötzliches Einschalten eines Dauertons mit einer Frequenz zwischen 100 Hz und 8000 Hz zu prüfen. Die maximalen Anzeigen dürfen die Anzeige für den Dauerton um nicht mehr als die in Tabelle 9 angegebenen Werte überschreiten.

Wenn der Anzeigebereich nur 20 dB oder weniger umfaßt, muß die Anforderung für einen Pegel des Dauertons von 4 dB unter der oberen Grenze des primären Meßbereiches erfüllt werden.

Anmerkung: Die Anforderungen sollten auch bei anderen Pegelwerten erfüllt werden.

Umfaßt der Anzeigebereich mehr als 20 dB, so sind die Prüfungen des Einschwingverhaltens und des Überschwingens mit Signalen auszuführen, deren Pegel plötzlich um 20 dB erhöht werden. Die Prüfung soll bei einer Anzeige von 4 dB unter der oberen Grenze des primären Meßbereiches beginnen und in Abständen von 10 dB darunter für alle Signale durchgeführt werden, die eine Anzeige im Meßbereich ergeben.

Anmerkung: Bei Schallpegelmessern mit Ziffernanzeige wird empfohlen, diese Prüfungen in der Betriebsart „Maximalwert speichern" („maximum hold") durchzuführen.

Die Abfallzeit bei den Zeitbewertungen F und S ist durch plötzliches Abschalten des gleichen Signals zu kontrollieren, das beim Prüfen des Überschwingens angewandt wurde.

9.4.2 Prüfung des Gleichrichters:

Die Genauigkeit der Effektivwertbildung ist zu prüfen, indem man die Anzeige für Rechteck- und Tonimpulsfolgen mit der Anzeige für ein sinusförmiges Referenzsignal vergleicht (siehe Anhang A).

Für die Rechteckimpulse ist eine Dauer von 200 µs und eine Anstiegszeit von weniger als 10 µs vorgeschrieben. Das Tonimpulssignal muß aus einer ganzzahligen Anzahl von Sinusschwingungen bestehen, die mit einer Folgefrequenz von 40 Hz im Nulldurchgang anfangen und enden.

Anmerkung: Für das Sinussignal wird eine Frequenz von 2000 Hz empfohlen.

Der Effektivwert des frequenzbewerteten Prüfsignals muß gleich dem des sinusförmigen Referenzsignals sein. Dabei muß die Frequenzbewertung des Bezugsmeßgerätes innerhalb der Fehlergrenzen nach Tabelle 5 mit der des zu prüfenden Schallpegelmessers übereinstimmen. Nach Möglichkeit sind die C-Bewertung oder die „Lin"-Charakteristik zu benutzen. Verfügt das Gerät nur über eine A- oder B-Bewertung, dann ist nur die Tonimpulsprüfung durchzuführen.

Das Prüfsignal wird an den elektrischen Eingang des Schallpegelmessers gelegt. Die Prüfung ist mit der Zeitbewertung S durchzuführen, oder wenn diese nicht vorhanden ist, mit der Zeitbewertung F. Werden Korrektionsnetzwerke zum Ausgleich für den Mikrophon-Frequenzgang verwendet, so daß der über den elektrischen Eingang gemessene Frequenzgang des Schallpegelmessers nicht innerhalb der Fehlergrenzen nach Tabelle 5 liegt, so ist der Frequenzgang dieser Netzwerke vom Hersteller anzugeben.

Die Prüfung mit Rechteckimpulsen ist sowohl mit positiven als auch mit negativen Pulsen durchzuführen. Geprüft wird bei einer Anzeige von 2 dB unter der oberen Grenze des primären Meßbereichs und in 10-dB-Schritten unter diesem Pegel bis zum niedrigsten Pegel, der noch eine Anzeige von mehr als 3 dB über der unteren Grenze des primären Meßbereiches liefert.

Die Fehlergrenzen in Tabelle 7 müssen über den gesamten Bereich der bewerteten Schalldruckpegel eingehalten werden, für deren Messung das Gerät ausgelegt ist.

Enthält ein Gerät der Klasse 3 die Zeitbewertung I, so ist zu prüfen, ob seine Anzeige für Tonimpulse die Anforderungen für Geräte der Klasse 2 erfüllt (Abschnitt 7.3).

9.4.3 Prüfung der Eigenschaften der Zeitbewertung I:
Bei Prüfung mit einem einzelnen Tonimpuls einer Tonfrequenz von 2000 Hz, einer Dauer T und einer Amplitude, die für einen Dauerton eine Anzeige am oberen Ende des primären Meßbereichs ergibt, muß die Anzeige die Anforderungen in Tabelle 10 erfüllen. Wenn in einem Gerät der Klasse 3 die Zeitbewertung I enthalten ist, muß diese die Anforderungen für ein Gerät der Klasse 2 erfüllen.

Wenn man bei Tonimpulsen mit einer Dauer von 2 ms die Amplitude um 10 dB erhöht, muß die Anzeige des Schallpegelmessers bei Geräten der Klassen 0 und 1 um (10 ± 1) dB ansteigen. Bei Geräten der Klassen 2 und 3 ist die Prüfung bei einer Tonimpulsdauer von 5 ms und einer Amplitudenänderung von 5 dB durchzuführen.

Die Abfallzeitkonstante der Zeitbewertung I ist nach Abschnitt 7.3 zu prüfen, indem man ein Dauersignal, das eine Anzeige am oberen Ende des primären Meßbereichs liefert, plötzlich abschaltet und die Abnahme der Anzeige beobachtet.

Bei Prüfung mit einer fortlaufenden Folge von sinusförmigen Tonimpulsen einer Tonfrequenz von 2000 Hz, einer Dauer von 5 ms, einer Folgefrequenz f_p und einer Amplitude, die bei einem Dauerton eine Anzeige am oberen Ende des primären Meßbereichs liefert, muß die Anzeige des Schallpegelmessers den Anforderungen nach Tabelle 11 entsprechen.

Wenn man bei Tonimpulsen (siehe Abschnitt 7.3) mit einer Folgefrequenz von 2 Hz die Amplitude um 5 dB erhöht, muß die Anzeige des Schallpegelmessers um (5 ± 1) dB ansteigen.

Die obengenannten Anforderungen müssen in allen Pegelbereichen des Schallpegelmessers erfüllt werden.

Umfaßt der Anzeigebereich mehr als 20 dB, so müssen die Anforderungen bei der Prüfung mit einzelnen Tonimpulsen sowie mit einer Folge von Tonimpulsen in 10-dB-Schritten unterhalb der oberen Grenze des primären Meßbereichs bis hinunter zum niedrigsten Pegel, der noch eine Anzeige im Meßbereich liefert, erfüllt werden.

9.4.4 Ist der Schallpegelmesser mit der Zeitbewertung „Spitze" („Peak") ausgestattet, so ist die Anstiegszeit des Spitzenwert-Detektors zu prüfen, indem man die Anzeige eines kurzzeitigen Rechteckimpulses mit der eines Rechteckimpulses gleicher Amplitude und der Dauer von 10 ms vergleicht. Die vom Hersteller anzugebende Anstiegszeit ist gleich der Impulsdauer, die eine Anzeige von 2 dB unter der des 10-ms-Bezugsimpulses liefert. Die Amplitude des 10-ms-Bezugsimpulses ist so zu wählen, daß sie eine Anzeige ergibt, die 1 dB unter der oberen Grenze des primären Meßbereiches liegt. Die Prüfung ist sowohl mit positiv als auch negativ gerichteten Impulsen durchzuführen.

Anmerkung: Die Prüfung sollte auch bei anderen Pegelwerten durchgeführt werden, die eine Anzeige im primären Meßbereich liefern.

10 Einrichtungen für die Anwendung mit Zusatzgeräten

10.1 Kann der Schallpegelmesser mit einem Kabel zwischen dem Mikrophon und dem Verstärker betrieben werden, müssen die bei dieser Art der Anwendung notwendigen Korrektionen vom Hersteller angegeben werden.

Anmerkung: Korrektionen für die Verwendung anderer Zusatzeinrichtungen wie Windschirme und Regenabschirmungen sollten ebenfalls angegeben werden.

10.2 Ist der Schallpegelmesser mit einem oder mehreren Ausgängen für die Benutzung von Kopfhörern, Analysatoren und anderen Geräten ausgestattet, dann gelten die folgenden Anforderungen:

i) wenn der Anschluß eines externen Gerätes mit einer bestimmten Eingangs-Impedanz die Anzeige des Schallpegelmessers um mehr als 0,1 dB bei Geräten der Klasse 0, 0,2 dB bei Geräten der Klasse 1, 0,5 dB bei Geräten der Klasse 2 und 1 dB bei Geräten der Klasse 3 beeinflussen würde, muß die Anzeige selbsttätig stillgelegt oder abgeschaltet werden;

ii) alle Eigenschaften des Ausgangssignals müssen angegeben werden.

Anmerkung: Es wird empfohlen, den Ausgang so auszuführen, daß er mit jeder beliebigen Impedanz abgeschlossen werden kann, ohne daß die Geräteanzeige oder die Linearität der Ausgangsschaltung beeinflußt werden.

10.3 Sind Anschlüsse für ein externes Filter vorgesehen, müssen die dem Schallpegelmesser beigegebenen Betriebsanleitungen deutlich angeben, wie diese Anschlüsse zu benutzen sind.

Anmerkung: Der Schallpegelmesser sollte einen ausreichenden Dynamikbereich haben, um Übersteuerung zu vermeiden, wenn ein externes Filter benutzt wird. Dazu kann er z. B. mit getrennt einstellbaren Meßbereichsschaltern ausgestattet werden.

10.4 Ist ein Gleichspannungsausgang vorgesehen, darf bei der Prüfung nach Abschnitt 9.4.1 die Abfallzeitkonstante des Ausgangssignals nicht niedriger als die des Anzeigeinstrumentes sein. Alle Eigenschaften des Ausgangssignals sind anzugeben.

11 Kennzeichnung und Betriebsanleitung

11.1 Ein Schallpegelmesser nach dieser Norm ist durch Angabe der betreffenden Geräteklasse zu kennzeichnen (siehe Abschnitt 1.2). Ist das Gerät nur für die Benutzung im Laboratorium vorgesehen, so ist es zusätzlich mit dem Buchstaben „L" (z. B. Klasse 2L) zu kennzeichnen. Es muß ebenfalls mit dem Namen des Herstellers, der Typbezeichnung und der Fabrikationsnummer gekennzeichnet sein.

11.2 Jedem Schallpegelmesser ist eine Betriebsanleitung beizufügen; sie muß mindestens die nachstehend aufgeführten Angaben enthalten:

1) Die Arbeitsweise des Mikrophons (piezoelektrisches Mikrophon, Kondensatormikrophon usw.) und der Anschluß des Mikrophons, der erforderlich ist, um die für die betreffende Schallpegelmesserklasse geltenden Fehlergrenzen einzuhalten.
2) Die Bezugsrichtung gemäß Abschnitt 3.6.
3) Den Bereich von frequenzbewerteten Schalldruckpegeln, für deren Messung innerhalb der Fehlergrenzen dieser Norm das Gerät ausgelegt ist. Die Grenzen müssen, wenn notwendig, für jede realisierte Frequenzbewertung getrennt angegeben werden.

4) Den Bezugswert des Schalldruckpegels gemäß Abschnitt 3.8.
5) Die in Tabelle 4 angegebenen Sollwerte der realisierten Frequenzbewertungen und, falls zutreffend, die in der IEC-Publikation 537 angegebene Frequenzbewertung D.
6) Eine Beschreibung der in den Abschnitten 7 und 9 angegebenen Gleichrichtungs- und Anzeigeeigenschaften für die Zeitbewertungen F, S, I und „Spitze" („Peak"), soweit vorhanden.
7) Den Einfluß von mechanischen Schwingungen auf die Funktion des Schallpegelmessers in Übereinstimmung mit der Prüfung nach Abschnitt 8.3.
8) Den Einfluß von Magnetfeldern in Übereinstimmung mit der Prüfung nach Abschnitt 8.4.
9) Den Temperatureinfluß in Übereinstimmung mit der Prüfung nach Abschnitt 8.4.
10) Den Einfluß der Anwesenheit eines Beobachters bei einer Messung im freien Schallfeld.
11) Den Einfluß der relativen Luftfeuchte in Übereinstimmung mit der Prüfung nach Abschnitt 8.6.
12) Die Temperatur- und Luftfeuchtegrenzen, außerhalb derer bleibender Schaden am Schallpegelmesser entstehen kann.
13) Die erforderlichen Korrektionen, wenn ein Mikrophonverlängerungskabel benutzt wird.
14) Die Änderung der Geräteeigenschaften bei Benutzung von empfohlenen Mikrophonzusatzeinrichtungen, wie etwa Windschirme usw.
15) Das notwendige Kalibrierverfahren, um die Anforderungen nach Abschnitt 4.2 einzuhalten.
16) Die Positionen des Gerätegehäuses und des Beobachters relativ zum Mikrophon, bei denen das Schallfeld am Mikrophon am wenigsten gestört wird.
17) Ein Verfahren, um optimale Betriebsbedingungen zu gewährleisten, wenn der Schallpegelmesser in Verbindung mit externen Filtern oder Analysatoren benutzt wird.
18) Der Mindestwert der elektrischen Impedanz, mit der vorhandene Ausgänge abgeschlossen werden dürfen.
19) Die Bezugsfrequenz nach Abschnitt 3.7.
20) Den Bezugsmeßbereich nach Abschnitt 3.9.
21) Die Anlaufzeit, bevor zuverlässige Messungen vorgenommen werden können, nach Abschnitt 4.9.
22) Kontinuierliche Frequenzgangkurven für Geräte der Klasse 0.
23) Für Geräte der Klassen 0, 1 und 2 die Differenz zwischen dem Übertragungsmaß in einem diffusen Schallfeld und dem Freifeld-Übertragungsmaß bei Betönung aus der Bezugsrichtung in Abhängigkeit von der Frequenz. Diese Daten müssen für die Frequenzen von Tabelle 4 mindestens bis zu 10 000 Hz angegeben werden (siehe Anhang B).
24) Die Richtcharakteristik des Schallpegelmessers bei verschiedenen Frequenzen, einschließlich mindestens 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz und 8000 Hz (für Geräte der Klassen 2 und 3) sowie 12 500 Hz für Geräte der Klassen 0 und 1.
25) Den Wert der elektrischen Impedanz, durch die das Mikrophon für Prüfzwecke ersetzt wird.
26) Den primären Meßbereich entsprechend den Anforderungen in Abschnitt 7.6.
27) Bei Schallpegelmessern mit automatischer Bereichsumschaltung die Einstellzeit (siehe Abschnitt 6.8).
28) Die niedrigste Frequenz, bei der die Anzeigeabweichung infolge von nichtlinearen Verzerrungen kleiner als ± 1 dB ist, entsprechend den Anforderungen in Abschnitt 6.9.

Anmerkung: Es wird empfohlen, auch die folgenden Angaben in die Betriebsanleitung aufzunehmen:

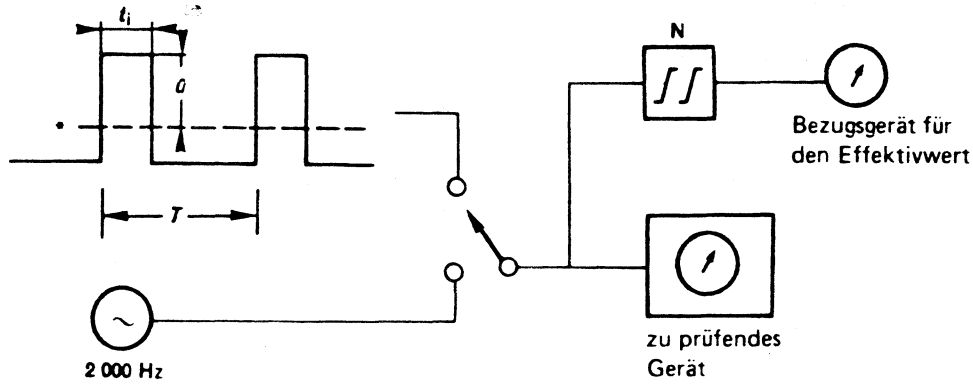
i) Den Frequenzgang des Schallpegelmessers bei Betönung aus der vom Hersteller anzugebenden Bezugsrichtung für eine der oder alle Frequenzbewertungen.
ii) Das Verhalten des Schallpegelmessers, wenn er mit Tonimpulsen in Übereinstimmung mit den Abschnitten 7.2 und 7.3 geprüft wird.

Anhang A

Prüfungen der Übersteuerungs- und Gleichrichtungseigenschaften

Die Prüfungen der Übersteuerungs- und Gleichrichtungseigenschaften des Gerätes auf Einhaltung der Anforderungen in Abschnitt 7 werden gemäß Abschnitt A 1 bzw. A 2 mit Rechteckpulsen und mit Tonimpulsfolgen durchgeführt.

A 1 Rechteckpulsprüfung



*) Der Nullwert der Amplitudenskale ist der arithmetische Mittelwert des Rechtecksignals

Bild A 1.

Das sinusförmige Signal der Frequenz 2000 Hz wird an den Eingang des zu prüfenden Gerätes und gleichzeitig an den eines Bezugsmeßgerätes gelegt, das eine genaue Effektivwertanzeige und ein Frequenzbewertungsnetzwerk N hat, das innerhalb der in Tabelle 5 angegebenen Fehlergrenzen demjenigen des zu prüfenden Schallpegelmessers entspricht. Die Anzeige des Bezugsmeßgerätes wird vermerkt.

Anschließend wird die Rechteckimpulsfolge angelegt und ihre Amplitude so eingestellt, daß sich auf dem Bezugsmeßgerät für den Effektivwert eine Anzeige ergibt, die mit der für das sinusförmige Signal übereinstimmt. Die Anzeige des zu prüfenden Gerätes muß dann innerhalb der in dieser Norm festgelegten Fehlergrenzen liegen.

Für den in Bild A 1 gezeigten Rechteckpuls gilt folgende Beziehung zwischen dem Scheitelfaktor $\hat{u}/u$ und dem Tastgrad t_i/T:

$$\hat{u}/u = \sqrt{(T/t_i) - 1}$$

Dabei ist:

$\hat{u}$ der Spitzenwert des Signals, wobei der Momentanwert auf den arithmetischen Mittelwert bezogen wird (siehe Abschnitt 3.3),

u der Effektivwert des Signals, wobei der Momentanwert auf den arithmetischen Mittelwert bezogen wird (siehe Abschnitt 3.3),

T die Periodendauer des Signals,

t_i die Zeit, während der die Signalamplitude gleich dem Spitzenwert u ist.

A 2 Tonimpulsprüfung

Der Rechteckpulsgenerator in Abschnitt A 1 wird durch einen Tonimpulsgenerator ersetzt, und der oben beschriebene Vorgang wird mit dem geforderten Scheitelfaktor wiederholt. Die Beziehung zwischen dem Scheitelfaktor und dem Tastgrad ist in diesem Fall durch

$$\hat{u}/u = \sqrt{2T/t_i}$$

gegeben.

Dabei sind:

$\hat{u}$, u und T wie oben definiert, und t_i die Zeit, während der die Signalamplitude einen von Null verschiedenen Wert hat.

Anhang B

Übertragungsfaktor im diffusen Feld

Der Übertragungsfaktor S des gesamten Gerätes in einem diffusen Schallfeld wird als die Quadratwurzel aus der Summe der Quadrate der Übertragungsfaktoren für alle Orientierungen in einem freien Feld definiert. Zu diesem Zweck wird es im allgemeinen ausreichen, die Übertragungsfaktoren bei Einfallswinkeln von 0°, 30°, 60°, 90°, 120°, 150° und 180° von einer Symmetrieachse des Mikrophons zu messen und S mit der folgenden Gleichung zu ermitteln, die für jede Orientierung den Bereich des entsprechenden Flächenelementes berücksichtigt:

$$S = \sqrt{K_1 S_0^2 + K_2 S_{30}^2 + K_3 S_{60}^2 + \ldots + K_7 S_{180}^2}$$

Dabei sind:

$S_0, S_{30}, S_{60} \ldots S_{180}$ die Übertragungsfaktoren (ausgedrückt in linearen Einheiten, z. B. Millivolt pro Pascal) bei den entsprechenden Winkeln.

$K_1 = K_7 = 0{,}018$

$K_2 = K_6 = 0{,}129$

$K_3 = K_5 = 0{,}224$

$K_4 = 0{,}258$

Anhang C

Theoretisches Verhalten bei Tonimpulsen

Die in den Tabellen 8, 10 und 11 angegebenen Werte erhält man, indem man die folgenden Gleichungen anwendet:

Für den Einzelimpuls in den Tabellen 8 und 10 gilt:

$$\Delta L = 10 \log_{10} \left\{1 - \exp\left(-t_i/\tau\right)\right\} \text{dB}$$

Für die fortlaufende Folge von Impulsen, die in Tabelle 11 angegeben ist, gilt:

$$\Delta L = 10 \log_{10} \left\{\frac{1 - \exp\left(-t_i/\tau\right)}{1 - \exp\left(-T/\tau\right)}\right\} \text{dB}$$

Dabei ist:

t_i die Impulsdauer in Sekunden,

τ die Zeitkonstante des Mittelungsgliedes nach Bild 1 und 2,

T $1/f_p$ in Sekunden, wobei f_p die Folgefrequenz der Impulse in Hz ist.

DK 534.793 : 621.317.39 : 681.8 DEUTSCHE NORMEN März 1970

Präzisionsschallpegelmesser

Allgemeine Anforderungen

DIN 45633 Blatt 1

Precision sound-level-meter

Sonomètre de précision

Шумомер точный

Zusammenhang mit der IEC-Publikation Nr 179 siehe Erläuterungen

Zur Kennzeichnung der Stärke von Schallvorgängen werden Meßgeräte benötigt, deren unter festgelegten Bedingungen an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten gewonnene Meßwerte miteinander vergleichbar sind. Die in dieser Norm für die Meßgeräte geforderten Eigenschaften geben gegenwärtig die besten Voraussetzungen für Zuverlässigkeit und geringe Fehlergrenzen einer objektiven Messung.

Eine Annäherung an die subjektiv empfundene Lautstärke (siehe DIN 1318), die mit der DIN-Lautstärke nach DIN 5045 angestrebt, aber nur teilweise erreicht wurde, steht heute nicht mehr im Vordergrund. Nach Erscheinen dieser Norm wurde deshalb DIN 5045 „Meßgerät für DIN-Lautstärken, Richtlinien" zurückgezogen.

Zur Beurteilung der Meßergebnisse auf den verschiedensten Anwendungsgebieten sind der speziellen Fragestellung (siehe Erläuterungen) angepaßte Verfahren anzuwenden, die nicht in dieser Norm enthalten sind.

Inhalt

	Seite		Seite
1. Zweck und Geltungsbereich	1	5. Kennzeichnung	6
2. Begriffe	1	6. Angaben in Datenblättern	6
3. Anforderungen	2	7. Hinweise für die Anwendung	6
4. Kalibrierung und Prüfung	4	Erläuterungen	7

1. Zweck und Geltungsbereich

1.1. Die vorliegende Norm legt die Anforderungen fest, die an Geräte zu stellen sind, mit denen Schallpegel innerhalb möglichst kleiner Fehlergrenzen gemessen und bewertet werden sollen. Für die frequenzabhängige Bewertung der Pegel werden drei Bewertungskurven A, B und C angegeben. Diese Kurven tragen bestimmten Eigenschaften des Gehörs Rechnung; sie sind als eine Vereinbarung aufzufassen und international festgelegt (siehe Tabelle).

1.2. Die Anforderungen dieser Norm gelten vorzugsweise für die Anwendung des Präzisionsschallpegelmessers im freien Schallfeld. Im diffusen Schallfeld ist die Abweichung des Übertragungsmaßes nach Abschnitt 4.2 zu beachten.

1.3. Die Norm gilt für Präzisionsschallpegelmesser, die zum Messen von Schallvorgängen verwendet werden, soweit diese nicht kurzdauernd oder impulshaltig sind.

Anmerkung: Gerät zum Messen kurzdauernder (weniger als etwa 200 ms andauernder) und impulshaltiger Schallvorgänge siehe DIN 45633 Blatt 2.

2. Begriffe

2.1. Der Schalldruckpegel L, im folgenden kurz Schallpegel genannt, ist der zwanzigfache Zehnerlogarithmus des Verhältnisses der Effektivwerte des in einem anzugebenden Frequenzbereich gemessenen Schalldruckes und des Bezugsschalldruckes. Er wird in Dezibel (Kurzzeichen: dB) angegeben; also

$$L = 20 \lg \frac{p}{p_0} \text{ dB}$$

Der Bezugsschalldruck p_0 ist 20 µN/m².

Anmerkung: Einem Schallpegel von 0 dB entspricht ein Schalldruck von 20 µN/m². Einer Zunahme des Schallpegels um 1 dB entspricht eine Zunahme des Schalldruckes von etwa 12 Prozent.

Der Frequenzbereich kann bestimmt sein durch

a) die untere (f_u) und die obere (f_o) Grenzfrequenz des Übertragungsbereiches des Präzisionsschallpegelmessers. In diesem Fall wird gesagt: (Unbewerteter) Schallpegel im Frequenzbereich f_u und f_o.

b) eingeschaltete Netzwerke bestimmter Bandbreite, z. B. Oktav- oder Terzfilter. In diesen Fällen wird gesagt: Bandpegel, Oktavpegel, Terzpegel, usw.

Fortsetzung Seite 2 bis 7
Erläuterungen Seite 7

Fachnormenausschuß Akustik und Schwingungstechnik im Deutschen Normenausschuß (DNA)
Fachnormenausschuß Elektrotechnik im DNA

Frühere Ausgaben: 11.66 x, 5.68, 7.68

Nachdruck auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Deutschen Normenausschusses, Berlin 30, gestattet.

Änderung März 1970: siehe Seite 7

2.2. Der bewertete Schalldruckpegel, im folgenden A-bewerteter Schallpegel (A-Schallpegel) L_A bzw. B-bewerteter Schallpegel (B-Schallpegel) L_B bzw. C-bewerteter Schallpegel (C-Schallpegel) L_C genannt, ist:

$$L_A = 20 \lg \frac{p_A}{p_0} \text{ dB}$$

$$L_B = 20 \lg \frac{p_B}{p_0} \text{ dB}$$

$$L_C = 20 \lg \frac{p_C}{p_0} \text{ dB}$$

dabei sind p_A, p_B, p_C die Effektivwerte des mit den Bewertungskurven A, B oder C bewerteten Schalldruckes.

Anmerkung: „Bewertung" eines sinusförmigen Schallsignals bedeutet z. B., daß bei Anwendung der Bewertungskurve A ein Ton der Frequenz 250 Hz eine um 8,6 dB kleinere Anzeige liefert als ein Ton der Frequenz 1000 Hz, wenn in beiden Fällen der Schalldruck gleich ist (siehe Tabelle).

Tabelle

Differenz zwischen dem Freifeld-Übertragungsmaß bei festgelegten Frequenzen und dem Bezugswert bei 1000 Hz für die Bewertungskurven A, B und C und zugehörige zulässige Abweichungen. Die zulässigen Abweichungen sind bei der im Einzelfall gewählten Bezugsfrequenz (siehe Abschnitt 4) abweichend von dieser Tabelle gleich Null zu setzen.

Frequenz Hz	Bewertungskurve A dB	Bewertungskurve B dB	Bewertungskurve C dB	zulässige Abweichungen dB
10	−70,4	−38,2	−14,3	+5 −∞
12,5	−63,4	−33,2	−11,2	+5 −∞
16	−56,7	−28,5	− 8,5	+5 −∞
20	−50,5	−24,2	− 6,2	+5 −5
25	−44,7	−20,4	− 4,4	+5 −5
31,5	−39,4	−17,1	− 3,0	+3 −3
40	−34,6	−14,2	− 2,0	+3 −3
50	−30,2	−11,6	− 1,3	+3 −3
63	−26,2	− 9,3	− 0,8	+3 −3
80	−22,5	− 7,4	− 0,5	+2 −2
100	−19,1	− 5,6	− 0,3	+1 −1
125	−16,1	− 4,2	− 0,2	+1 −1
160	−13,4	− 3,0	− 0,1	+1 −1
200	−10,9	− 2,0	0	+1 −1
250	− 8,6	− 1,3	0	+1 −1
315	− 6,6	− 0,8	0	+1 −1
400	− 4,8	− 0,5	0	+1 −1
500	− 3,2	− 0,3	0	+1 −1
630	− 1,9	− 0,1	0	+1 −1
800	− 0,8	0	0	+1 −1
1 000	0	0	0	+1 −1
1 250	0,6	0	0	+1 −1
1 600	1,0	0	− 0,1	+1 −1
2 000	1,2	− 0,1	− 0,2	+1 −1
2 500	1,3	− 0,2	− 0,3	+1 −1
3 150	1,2	− 0,4	− 0,5	+1 −1
4 000	1,0	− 0,7	− 0,8	+1 −1
5 000	0,5	− 1,2	− 1,3	+1,5 −1,5
6 300	− 0,1	− 1,9	− 2,0	+1,5 −2
8 000	− 1,1	− 2,9	− 3,0	+1,5 −3
10 000	− 2,5	− 4,3	− 4,4	+2 −4
12 500	− 4,3	− 6,1	− 6,2	+3 −6
16 000	− 6,6	− 8,4	− 8,5	+3 −∞
20 000	− 9,3	−11,1	−11,2	+3 −∞

Anmerkung: Die Zahlenwerte sind für die Frequenzen nach der Beziehung $1000 \cdot 10^{\frac{n}{10}}$ berechnet, wobei n eine positive oder negative ganze Zahl ist. Die angegebenen Frequenzen sind entsprechend DIN 45 401 „Normfrequenzen für akustische Messungen" gerundet.

Die angegebenen Zahlenwerte der Bewertungskurven sind unter der Annahme folgender RC-Kombinationen errechnet:

Bewertungskurve C:

Zwei gleichartige unverkoppelte RC-Hochpässe mit der Grenzfrequenz 20,60 Hz und zwei gleichartige unverkoppelte RC-Tiefpässe mit der Grenzfrequenz 12 195 Hz.

Bewertungskurve B:

Ein RC-Hochpaß mit der Grenzfrequenz 158,5 Hz, zusätzlich und unverkoppelt mit den Gliedern der Bewertungskurve C.

Bewertungskurve A:

Zwei miteinander verkoppelte RC-Hochpässe mit der Grenzfrequenz 281,8 Hz (unverkoppelt gerechnet) mit $R_1 = R_2$ und $C_1 = C_2$ oder

zwei unverkoppelte RC-Hochpässe mit der Grenzfrequenz 107,7 Hz und der Grenzfrequenz 738,0 Hz einzusetzen an Stelle des RC-Hochpasses der Bewertungskurve B und unverkoppelt mit den Gliedern der Bewertungskurve C.

Diese RC-Glieder werden hier gegenüber der IEC-Publikation 179 zusätzlich angegeben.

Da dieser bewertete Schallpegel ebenfalls in Dezibel (dB) angegeben wird, muß aus der Angabe ersichtlich sein, welche Bewertungskurve benutzt wurde, z. B. A-Schallpegel = x dB.

Anmerkung: In Tabellen und Meßprotokollen finden auch die Kurzformen Verwendung: Bewerteter Schallpegel x dB(A), x dB(B), x dB(C).

2.3. Meßgeräte, die zur Bestimmung des Schallpegels geeignet sind, werden Schallpegelmesser (Abkürzung: SM) genannt. Schallpegelmesser, die den Anforderungen nach dieser Norm entsprechen, werden Präzisionsschallpegelmesser (Abkürzung: PSM) genannt.

3. Anforderungen

3.1. Allgemeine Anforderungen

3.1.1. Ein Präzisionsschallpegelmesser besteht im allgemeinen aus: Mikrophon, Verstärker, Bewertungsnetzwerken, Meßbereichsschalter, Anzeigeinstrument mit bestimmten dynamischen Eigenschaften, Mikrophonkabel sowie ggf. anderen Zubehörteilen, die Voraussetzung für das Einhalten der Forderungen dieser Norm sind. Als Ergänzung oder an Stelle des Anzeigeinstrumentes kann ein Registriergerät mit gleichen dynamischen Eigenschaften verwendet werden.

3.1.2. Zum Messen des bewerteten Schallpegels muß der Präzisionsschallpegelmesser mindestens eines der drei mit A, B, C bezeichneten Bewertungsnetzwerke (vorzugsweise A) enthalten. Diese Bewertungsnetzwerke müssen dem Gerät ein Freifeld-Übertragungsmaß geben, das den Werten der Tabelle innerhalb der dort ebenfalls angegebenen zulässigen Abweichungen entspricht.

Die zulässigen Abweichungen beziehen sich auf die ganze Anlage, d. h., sie schließen die zulässigen Abweichungen von Mikrophon, Verstärker, Bewertungsnetzwerk, Bereichsschalter und Anzeigeinstrument ein. Sie gelten für die Anwendung im freien Schallfeld in der vom Hersteller anzugebenden Schalleinfallsrichtung.

Wenn bei Anwendung im diffusen Schallfeld zum Einhalten der in der Tabelle angegebenen zulässigen Abweichungen besondere Hilfsmittel (z. B. Abschaltungskörper, Verlängerungskabel) erforderlich sind, so ist dies vom Hersteller anzugeben.

3.1.3. Im freien Schallfeld der Frequenz 1000 Hz oder bei einer Bezugsfrequenz nach Abschnitt 4.8 und in der vom Hersteller anzugebenden Schalleinfallsrichtung muß der Präzisionsschallpegelmesser unter anzugebenden Bedingungen

(siehe Abschnitt 4.8) mit einer zulässigen Abweichung von ± 1 dB den Schallpegel anzeigen, der am Meßort ohne Anwesenheit des Meßgerätes und des Beobachters vorhanden war.

Anmerkung: Die Prüfbedingungen nach Abschnitt 4.1 sind zu beachten.

3.1.4. Falls der Präzisionsschallpegelmesser auch zum Messen des unbewerteten Schallpegels eingerichtet ist, gelten die in der Tabelle angegebenen zulässigen Abweichungen vom Übertragungsmaß bei der Bezugsfrequenz.

3.1.5. Für Umschaltungen innerhalb des Gesamtmeßbereiches ist vorzugsweise eine Stufung von 10 dB vorzusehen. Benachbarte Anzeigebereiche müssen sich mindestens um 5 dB überlappen.

Anmerkung: Der Anzeigebereich ist der Unterschied zwischen dem größten und dem kleinsten ablesbaren Schallpegel innerhalb einer Schaltstufe. Er setzt sich zusammen aus dem Überlappungsbereich und dem Meßbereich (siehe auch DIN 1319).

Der Gesamtmeßbereich erstreckt sich von dem kleinsten bis zu dem größten mit dem Gerät meßbaren Schallpegel. Die dem kleinsten meßbaren Schallpegel entsprechende, am Anzeigeinstrument liegende Spannung muß mindestens 5 dB größer sein als die Störspannung.

3.2. Mikrophon

3.2.1. Das Mikrophon muß ein Druckempfänger sein; es soll nach Möglichkeit richtungsunabhängig sein. Die Schalleinfallsrichtung für die Verwendung des Schallpegelmessers im freien Schallfeld muß vom Hersteller angegeben werden, sofern sie nicht mit der Symmetrieachse des Mikrophons übereinstimmt.

3.2.2. Die Abweichungen des Feld-Übertragungsmaßes dürfen für alle Schalleinfallsrichtungen im Winkelbereich bis ± 90° gegenüber der vom Hersteller angegebenen Schalleinfallsrichtung folgende Werte nicht überschreiten:

von 31,5 bis 1 000 Hz:	± 1 dB
über 1 000 bis 2 000 Hz:	+ 1 dB und − 2 dB
über 2 000 bis 4 000 Hz:	+ 1 dB und − 3 dB
über 4 000 bis 8 000 Hz:	+ 1 dB und − 6 dB
über 8 000 bis 12 500 Hz:	+ 1 dB und − 10 dB

Bei Einfallswinkeln kleiner als 30° dürfen die Abweichungen des Feld-Übertragungsmaßes folgende Werte nicht überschreiten:

bis 2 000 Hz:	± 0,5 dB
über 2 000 bis 4 000 Hz:	+ 0,5 dB und − 1 dB
über 4 000 bis 8 000 Hz:	+ 0,5 dB und − 1,5 dB
über 8 000 bis 12 500 Hz:	+ 0,5 dB und − 2 dB

Die Abweichungen dürfen auch symmetrisch sein, dürfen aber die angegebene Toleranz nicht überschreiten, z. B. bei 4000 Hz anstatt + 1 dB und − 3 dB dann ± 2 dB.

Anmerkung: Die Prüfbedingungen nach Abschnitt 4.1 sind zu beachten.

3.2.3. Bei Änderung des statischen Druckes um ± 10 % darf sich das Feld-Übertragungsmaß des Mikrophons um nicht mehr als ± 0,5 dB ändern.

3.3. Anzeigeteil

3.3.1. Die Anzeige des Instrumentes soll dem Effektivwert des Schalldruckes entsprechen. Bei der Prüfung nach Abschnitt 4.5 müssen die angegebenen zulässigen Abweichungen eingehalten werden.

3.3.2. Die Skale muß mindestens 15 dB umfassen und der Skalenwert (siehe DIN 1319) darf höchstens 1 dB betragen. Ein kleinerer Skalenwert ist zulässig.

3.3.3. Als Skalenendwerte sind vorzugsweise − 5 dB und + 10 dB vorzusehen; der Bereich von − 5 bis 0 dB ist der Überlappungsbereich; der Bereich oberhalb 0 dB ist der Meßbereich.

3.3.4. Der Fehler bei Umschaltung des Bereichsschalters muß kleiner als ± 0,5 dB sein.

3.3.5. Der Teilungsfehler der Skale darf im Meßbereich nicht größer als ± 0,2 dB sein. Nur im Überlappungsbereich ist ein Fehler von ± 0,5 dB zugelassen. Die Ausführung des Anzeigeinstrumentes muß so beschaffen sein, daß die Ablesefehler in den gleichen Grenzen gehalten werden können.

Anmerkung: Die Gesamt-Toleranz für Bereichsumschaltung (siehe Abschnitt 3.3.4) und Skalenteilung (siehe Abschnitt 3.3.5) kann für Geräte mit einem Meßbereich größer als 20 dB auch in anderer Weise aufgeteilt werden, jedoch darf der Gesamtfehler für Bereichsumschaltung und Skalenteilung nicht größer als ± 0,7 dB sein. Diese Möglichkeit ist in der IEC-Publikation 179 nicht vorgesehen.

3.3.6. Der Präzisionsschallpegelmesser muß folgende, „schnell" („fast") genannte dynamische Gesamteigenschaften haben:

3.3.6.1. Ein sinusförmiges Signal einer mittleren Frequenz (z. B. 1000 Hz) und der Dauer 0,2 s muß eine Anzeige von 1 dB unter dem Wert eines Dauersignals gleicher Frequenz und gleicher Amplitude mit einer zulässigen Abweichung von ± 1 dB ergeben.

Anmerkung: Bei Registrierung mit Pegelschreibern wird eine Schreibgeschwindigkeit von 100 bis 160 dB s empfohlen.

Wenn der Meßbereich (z. B. bei Registriergeräten) größer ist als 20 dB, muß diese Forderung für eine 0,2 s dauernde sprunghafte Erhöhung des Pegels des sinusförmigen Signals der Frequenz 1000 Hz um 20 dB erfüllt sein.

3.3.6.2. Bei plötzlichem Einschalten eines sinusförmigen Dauersignals beliebiger Frequenz zwischen 100 und 12 500 Hz darf das Überschwingen 0,6 dB mit einer zulässigen Abweichung von + 0,5 dB und − 0,6 dB betragen.

Anmerkung: In der IEC-Publikation 179 wird nur eine Abweichung von ± 0,5 dB zugelassen.

3.3.7. Der Präzisionsschallpegelmesser kann zusätzlich folgende, „langsam" („slow") genannte dynamische Gesamteigenschaften besitzen:

3.3.7.1. Ein sinusförmiges Signal einer mittleren Frequenz (z. B. 1000 Hz) und der Dauer 0,5 s muß eine Anzeige von 4 dB unter dem Wert eines Dauersignals gleicher Frequenz und Amplitude mit einer zulässigen Abweichung von ± 1 dB ergeben.

Wenn der Meßbereich (z. B. bei Registriergeräten) größer ist als 20 dB, muß diese Forderung für eine 0,5 s dauernde sprunghafte Erhöhung des Pegels des sinusförmigen Signals der Frequenz 1000 Hz um 20 dB erfüllt sein.

Anmerkung: Bei Registrierung mit Pegelschreibern wird eine Schreibgeschwindigkeit von 25 bis 40 dB s empfohlen.

3.3.7.2. Bei plötzlichem Einschalten eines sinusförmigen Dauersignals beliebiger Frequenz zwischen 100 und 12 500 Hz darf das Überschwingen 0,6 dB mit einer zulässigen Abweichung von + 1 dB und − 0,6 dB betragen.

Anmerkung: In der IEC-Publikation 179 wird nur eine Abweichung von ± 1 dB und − 0,5 dB zugelassen.

3.3.7.3. Die Anzeige darf für ein sinusförmiges Dauersignal beliebiger Frequenz über 315 Hz und bis 12 500 Hz höchstens um 0,1 dB und von 31,5 bis 315 Hz höchstens um 0,7 dB von der „schnellen" Anzeige abweichen.

Anmerkung: In der IEC-Publikation 179 ist im gesamten Frequenzbereich von 31,5 bis 12 500 Hz nur eine Abweichung von 0,1 dB zugelassen.

3.3.8. Die in Abschnitt 3.3.6 und Abschnitt 3.3.7 angegebenen dynamischen Eigenschaften müssen für alle Bewertungskurven und alle Meßbereiche des Präzisionsschallpegelmessers eingehalten werden.

3.4. Verstärker

3.4.1. Verstärkereingang und Verstärkerausgang sollen zugänglich sein, damit der Präzisionsschallpegelmesser elektrisch geprüft werden kann.

3.4.2. Bei batteriegespeisten Präzisionsschallpegelmessern ist eine geeignete Kontrolle der Batteriespannungen unter üblicher Belastung vorzusehen, durch die sichergestellt wird, daß die Genauigkeit des Präzisionsschallpegelmessers innerhalb der angegebenen zulässigen Abweichungen bleibt.

3.4.3. Wenn der Präzisionsschallpegelmesser auch mit einem Kabel zwischen Mikrophon und Verstärker verwendet werden kann, sind die dann etwa erforderlichen Korrekturen vom Hersteller anzugeben.

3.4.4. Wenn die Mikrophonkapsel durch eine gleichwertige elektrische Impedanz ersetzt wird, muß der Pegel der am Anzeigeinstrument liegenden Störspannung wenigstens 5 dB unter dem Wert liegen, der dem unteren Ende des Anzeigebereiches oder des Gesamtmeßbereiches entspricht, unabhängig von der benutzten Bewertungskurve.

3.4.5. Wenn die Mikrophonkapsel durch eine gleichwertige elektrische Impedanz ersetzt und der Präzisionsschallpegelmesser im freien Schallfeld aus der Bezugsrichtung beschallt wird, soll die Anzeige des Präzisionsschallpegelmessers mindestens 20 dB unter dem entsprechenden Wert bei üblichen Betriebsbedingungen bleiben. Dies soll bis zur oberen Grenze des Gesamtmeßbereiches im Frequenzbereich 20 bis 12 500 Hz erfüllt sein.

3.4.6. Der Einfluß von mechanischen Schwingungen soll so gering wie möglich sein. Vom Hersteller ist für den gesamten Präzisionsschallpegelmesser (einschließlich Mikrophon) der maximale äquivalente Schallpegel für jede vorgesehene Bewertungskurve anzugeben beim Einwirken einer sinusförmigen Beschleunigung von 1 m/s² vorzugsweise im Frequenzbereich von 20 bis 1000 Hz und Einleitung der Schwingung an den vorgesehenen Befestigungspunkten, ggf. in Richtung der Stativ-Gewindeachsen. Bei getrennter Ausführung von Mikrophon und Anzeigegerät ist dies mindestens für den Mikrophonteil in der vom Hersteller vorgesehenen Befestigungsvorrichtung anzugeben.

Anmerkung: In der IEC-Publikation 179 wird die Prüfung bis 5000 Hz bei einer Beschleunigung von 10 m/s² gefordert.

Es wird empfohlen, daß der Hersteller Maßnahmen zur Verringerung der Schwingungseinflüsse angibt.

3.4.7. Die Einflüsse magnetischer und elektrostatischer Felder sollen so gering wie möglich gehalten werden. Für den gesamten Präzisionsschallpegelmesser einschließlich Mikrophon soll der maximale äquivalente Schallpegel für ein Magnetfeld der Stärke 80 A/m (≈ 1 Oersted) bei 50 Hz bei verschiedener Orientierung des Präzisionsschallpegelmessers im Magnetfeld für alle im Präzisionsschallpegelmesser enthaltenen Bewertungskurven angegeben werden (siehe DIN 45 410).

3.4.8. Der Hersteller soll den Temperaturbereich angeben, in dem die Anzeige des Präzisionsschallpegelmessers einschließlich Mikrophon um nicht mehr als 0,5 dB gegenüber der Anzeige bei der Bezugstemperatur von 20 °C beeinflußt wird. Für größere Temperatureinflüsse als 0,5 dB sind vom Hersteller Korrekturwerte im Temperaturbereich −10 bis +50 °C anzugeben. Bei der Meßtemperatur ist jeweils der vom Hersteller nach Abschnitt 6.1 vorgesehene Abgleich der Verstärkung vorzunehmen.

Vom Hersteller sind die Temperaturgrenzen, deren Überschreiten zu Dauerschäden am Präzisionsschallpegelmesser führen kann, anzugeben.

3.4.9. Der Einfluß der Luftfeuchte gegenüber dem Bezugswert 65 % relativer Feuchte soll im Bereich bis 90 % relativer Feuchte kleiner sein als ± 0,5 dB. Vom Hersteller ist der Feuchtebereich anzugeben, in dem der gesamte Präzisionsschallpegelmesser (einschließlich Mikrophon) arbeiten kann.

3.4.10. Bei Übersteuerung mit einer Sinusspannung, deren Spitzenwert 12 dB größer ist als der zum oberen Endwert des Anzeigeinstrumentes gehörende Effektivwert, darf der Gesamtklirrfaktor 10 %, gemessen vor dem Gleichrichter für eine Frequenz von 1000 Hz, nicht überschreiten.

Anmerkung: Übersteuerung von 12 dB entspricht der IEC-Empfehlung 179 [1]). Eine größere Übersteuerbarkeit ist anzustreben.

3.4.11. Wenn Ausgänge für von außen anzuschließende Geräte (z. B. Kopfhörer, Registriergerät) am Präzisionsschallpegelmesser vorgesehen sind, so muß beim Anschließen dieser Geräte das Anzeigeinstrument des Präzisionsschallpegelmessers automatisch abgeschaltet werden oder es muß die Impedanz angegeben werden, die das anzuschließende Gerät mindestens haben muß, damit die Anzeige um nicht mehr als 0,5 dB beeinflußt wird.

3.4.12. Anschlüsse für Filter sollen vorzugsweise zum Anschalten von Oktavfiltern nach DIN 45 651 oder Terzfiltern nach DIN 45 652 vorgesehen werden.

Anmerkung: Messungen mit Filtern sind z. B. nach DIN 45 631, Berechnung des Lautstärkepegels aus dem Geräuschspektrum, und nach DIN 52 210, Messung zur Bestimmung des Luft- und Trittschall-Schutzes, sowie als Unterlagen für Lärmminderungsmaßnahmen erforderlich.

3.4.13. Nach einer vom Hersteller anzugebenden Einschaltzeit des Präzisionsschallpegelmessers darf sich die Anzeige innerhalb einer Stunde, bei konstanten Betriebsbedingungen, um nicht mehr als 0,5 dB ändern.

4. Kalibrierung und Prüfung

4.1. Der Präzisionsschallpegelmesser soll im Schallfeld ebener, fortschreitender Wellen im Frequenzbereich 20 bis 12 500 Hz kalibriert werden. Der Schall soll in der vom Hersteller angegebenen Richtung auf das Mikrophon des Präzisionsschallpegelmessers treffen. Der Beobachter muß sich in ausreichendem Abstand vom Mikrophon des Präzisionsschallpegelmessers befinden. Wenn ein Verlängerungskabel zwischen Mikrophon und Verstärker zum Erfüllen dieser Forderungen verwendet werden muß, so ist dies ausdrücklich anzugeben.

Auf diese Weise soll geprüft werden, ob das Übertragungsmaß die in der Tabelle angegebenen Werte innerhalb der zulässigen Abweichungen einhält. Diese Prüfung kann in eine Reihe von akustischen und elektrischen Prüfungen aufgeteilt werden, soweit dies ohne Verlust an Genauigkeit möglich ist.

Anmerkung: Die Kalibrierung soll so durchgeführt werden, daß der Beobachter das Schallfeld am Mikrophon nicht merklich stört. Nach der IEC-Publikation 179 [1]) wird dieses nicht besonders gefordert.

4.2. Die frequenzabhängige Differenz zwischen dem Übertragungsmaß im diffusen Schallfeld und dem Übertragungsmaß in der ebenen fortschreitenden Schallwelle kann aus der Richtcharakteristik des Schallpegelmessers errechnet werden.

Für die Forderung dieser Norm genügt es, bei rotationssymmetrischer Richtcharakteristik die Richtfaktoren (siehe DIN 45 590) bei den Einfallswinkeln 30°, 60°, 90°, 120°, 150°

[1]) Siehe Abschnitt 1 der Erläuterungen

und 180°, gerechnet von der Symmetrieachse, zu messen. Bei der in Anlehnung an DIN 45 591 durchgeführten Berechnung wird der Einfluß der unterschiedlich großen Raumwinkel, aus denen die Schallwellen eintreffen, durch die Faktoren K_1 bis K_7 berücksichtigt.

Es ist:

$$B_{\mathrm{diff}}/B_0 = \left(K_1 + K_2\, I^2_{30^\circ} + K_3\, I^2_{60^\circ} + \ldots + K_7\, I^2_{180^\circ}\right)^{\frac{1}{2}}$$

Dabei ist:

B_{diff} Übertragungsfaktor im diffusen Schallfeld

B_0 Übertragungsfaktor in der ebenen fortschreitenden Welle bei 0° Einfallswinkel

$K_1 = K_7 = 0{,}018 \qquad K_2 = K_6 = 0{,}129$

$K_3 = K_5 = 0{,}024 \qquad K_4 = 0{,}258$

I_{30° Richtungsfaktor bei 30° Einfallswinkel usw.

Die Differenz zwischen dem Übertragungsmaß im diffusen Schallfeld bei einer Frequenz und dem Übertragungsmaß in der ebenen fortschreitenden Schallwelle bei derselben Frequenz ist

$$20 \lg \frac{B_{\mathrm{diff}}}{B_0}\,\mathrm{dB}$$

4.3. Die Messungen zu Abschnitt 4.2 sollen gleichzeitig der Überprüfung der Einhaltung der Forderung zu Abschnitt 3.2.2 dienen. Wenn diese Anforderungen nur unter Benutzung des in Abschnitt 3.4.3 erwähnten Verlängerungskabels erfüllt werden können, so muß dies am Präzisionsschallpegelmesser entsprechend gekennzeichnet werden.

4.4. Die dynamischen Eigenschaften des Anzeigeinstrumentes (siehe Abschnitt 3.3.6 und 3.3.7) sollen mit Dauertönen, die Pegel von 4 dB unter Vollausschlag, und solchen, die Pegel von 5 dB über dem niedrigsten Skalenpegelwert besitzen, geprüft werden. Diese Prüfung soll mit einem elektrischen Signal, vorzugsweise in Serie mit dem Mikrophon, für alle Bewertungskurven des Präzisionsschallpegelmessers ausgeführt werden.

4.5. Die Abweichung der Anzeige vom Effektivwert des Meßsignals soll in der Stellung „langsam" oder, falls diese nicht vorhanden, in der Stellung „schnell" nach folgenden Verfahren bei einer Anzeige von 1 dB unter Vollausschlag und am unteren Ende des Meßbereiches geprüft werden:

4.5.1. Vorzugsweise soll das in DIN 45 402 Blatt 1, Ausgabe August 1959, „Meßverfahren 1", beschriebene Impulsverfahren benutzt werden. Die Pulsfrequenz soll 200 Hz betragen. Bis zu einem Scheitelfaktor 3 (Tastverhältnis $\frac{T}{\tau} = 10$) darf der Anzeigefehler ±0,5 dB nicht überschreiten.

Diese Prüfung kann nur ausgeführt werden, wenn der Verstärkereingang zugänglich ist und die Verstärkung frequenzunabhängig ist oder der Bewertungskurve C entspricht. Bei der Anwendung dieses Verfahrens wird vorausgesetzt, daß die Bedingungen des Abschnittes 4.5.2 und der nachfolgenden Anmerkung ebenfalls erfüllt werden.

4.5.2. Bei Präzisionsschallpegelmessern, die nur die Bewertungskurven A und/oder B enthalten, soll das Tonimpulsverfahren (DIN 45 402 Blatt 1, Ausgabe August 1959, „Meßverfahren 2") mit einer Tonfrequenz von 2000 Hz benutzt werden. Die Pulsfrequenz soll 40 Hz betragen. Bis zu einem Scheitelfaktor 3 (Tastverhältnis $\frac{T}{\tau} = 4{,}5$) darf der Anzeigefehler ±0,5 dB nicht überschreiten.

Anmerkung: In der IEC-Publikation 179 ist für die Prüfung der Anzeige das Zweitonverfahren vorgesehen. Dieses Verfahren wird wegen der geringen Genauigkeit für unzureichend gehalten und hier nicht empfohlen.

Für dieses Verfahren ist ein Zweitgenerator oder eine ähnliche Einrichtung, die zwei nicht harmonische Frequenzen erst nacheinander und dann gleichzeitig liefert, erforderlich. Die Prüfung soll für verschiedene Kombinationen nicht harmonischer Frequenzen und verschiedene Stellungen des Bereichsschalters vorgenommen werden.

Durchführung der Messung: An den Eingang des Mikrophonverstärkers wird ein elektrisches Signal der Frequenz f_1 gelegt, dessen Effektivwert einen bestimmten Ausschlag x auf dem Anzeigeinstrument liefert. In gleicher Weise wird dann ein Signal der Frequenz f_2 mit dem gleichen Ausschlag x an Stelle des Signals der Frequenz f_1 angelegt.

Bei gleichzeitigem Anlegen der Signale f_1 und f_2 werden beide Signale in gleicher Weise so gedämpft, daß sich der gleiche Ausschlag x einstellt. Die dazu erforderliche Dämpfung soll für jedes Signal 3 ± 0,1 dB betragen. Die Signale sollen sich gegenseitig nicht beeinflussen.

Der Ausschlag x soll 1 dB unter dem Vollausschlag des Anzeigeinstruments liegen.

4.6. Die Teilung der Skale des Anzeigeinstrumentes (nach Abschnitt 3.3.5) soll mit einem elektrischen Verfahren bei den Frequenzen 31,5; 1000 und 8000 Hz geprüft werden.

4.7. Zur Prüfung der Genauigkeit des Bereichsschalters sollen an den Eingang des Verstärkers sinusförmige Spannungen einstellbarer Amplitude bei den Frequenzen 31,5; 1000 und 8000 Hz gelegt werden. Die Abweichung gegenüber dem Zeigerausschlag, der einem Schallpegel von 80 dB entspricht, soll stets kleiner als 0,5 dB sein.

4.8. Das gesamte Gerät wird bei der vom Hersteller angegebenen Frequenz, die „Bezugsfrequenz" genannt wird, und die im Bereich von 200 bis 1000 Hz vorzugsweise bei 1000 Hz liegen soll, in Absolutwerten kalibriert. Der Fehler des Präzisionsschallpegelmessers bei der Bezugsfrequenz muß einschließlich der Fehler des Schallfeldes und der Fehler der elektroakustischen Messungen, bezogen auf die einem Schallpegel von 80 dB entsprechende Anzeige, stets kleiner als ±1 dB sein. Dieser zulässige Fehler gilt für Bezugsbedingungen: Temperatur 20 °C, rel. Luftfeuchte 65 % und Luftdruck 1000 mbar.

4.9. Präzisionsschallpegelmesser, die für Schallpegel über 100 dB ausgelegt sind, sollen unter Ersatz des Mikrophons durch eine gleichwertige elektrische Impedanz bei allen Frequenzen bzw. Oktavbändern im Frequenzbereich von 20 bis 12 500 Hz mit Sinustönen oder Rauschen mit der Bandbreite höchstens einer Oktave mit einem Schallpegel von 100 dB aus der vom Hersteller angegebenen Einfallsrichtung (vgl. Abschnitt 3.1.2) beschallt werden. Dabei sollen keine besonderen Schutzmaßnahmen gegen Erschütterungen oder sonstige Einflüsse angewendet werden.

Wenn gleitende Sinustöne benutzt werden, soll die Frequenzänderung innerhalb von 10 s höchstens eine Oktave betragen. Die Stellung des Bereichsschalters soll einem Vollausschlag des Anzeigeinstrumentes von 100 dB entsprechen.

Der größte Zeigerausschlag ist anzugeben, wenn er unter diesen Bedingungen weniger als 20 dB unter dem Vollausschlag liegt.

Die Prüfung kann — wenn nötig — bei höheren Schallpegeln wiederholt werden. Vom Hersteller ist der maximale Schallpegel anzugeben, mit dem der Präzisionsschallpegelmesser getestet wurde und bei dem die durch Mikrophonie hervorgerufene Anzeige 20 dB unter Vollausschlag bleibt. Wenn die Prüfung mit Schalldruckpegeln über 100 dB nur in engeren Frequenzbereichen durchgeführt wird, muß dies ausdrücklich angegeben werden.

Bei Präzisionsschallpegelmessern, die nicht für Schallpegel von 100 dB ausgelegt sind, soll die Prüfung bei entsprechend tieferem Pegel ausgeführt werden.

Anmerkung zu Abschnitt 4.1 bis 4.9: Die Prüfung aller in dieser Norm geforderten Eigenschaften erfordert einen erheblichen Aufwand, zahlreiche Eigenschaften wie z. B.:

Übersteuerung, Einflüsse von Temperatur, Feuchtigkeit, elektrischen und magnetischen Feldern u. ä., sind durch den Aufbau oder durch einzelne Bauteile bestimmt. Diese Eigenschaften sind bei Geräten gleichen Typs annähernd gleich. Es genügt im allgemeinen, für folgende Eigenschaften eine Bauartprüfung vorzunehmen:

a) Einfluß des statischen Druckes (siehe Abschnitt 3.2.3)

b) Prüfung der dynamischen Eigenschaften in allen Meßbereichen für alle Bewertungskurven (siehe Abschnitt 3.3.8)

c) Einfluß mechanischer Schwingungen (siehe Abschnitt 3.4.6)

d) Einfluß magnetischer und elektrostatischer Felder (siehe Abschnitt 3.4.7)

e) Temperaturbereich (siehe Abschnitt 3.4.8)

f) Luftfeuchte-Einfluß (siehe Abschnitt 3.4.9)

g) Übersteuerung (siehe Abschnitt 3.4.10)

Beeinflussung der Anzeige durch außen angeschlossene Geräte (siehe Abschnitt 3.4.11)

i) Richtungsabhängigkeit (siehe Abschnitt 4.2)

k) Differenz zwischen dem Übertragungsmaß im diffusen Schallfeld und dem Übertragungsmaß in der ebenen fortschreitenden Welle für eine Reihe von Frequenzen (siehe Abschnitt 4.2)

l) Einfluß großer Schallpegel (siehe Abschnitt 4.9)

Für folgende Eigenschaften ist eine Einzelprüfung erforderlich:

a) Übertragungsmaß im freien Schallfeld (siehe Abschnitt 4.1)

b) Dynamische Eigenschaften des Anzeigegerätes (siehe Abschnitt 4.4)

c) Effektivwertanzeige (siehe Abschnitt 4.5)

d) Teilung der Skale des Anzeigeinstrumentes (siehe Abschnitt 3.3.5 und 4.6)

e) Genauigkeit der Bereichsumschaltung (siehe Abschnitt 4.7)

f) Absolutwert bei der Bezugsfrequenz (siehe Abschnitt 4.8)

g) Eigenstörung des Gerätes (siehe Abschnitt 3.4.4)

5. Kennzeichnung

Geräte, die dieser Norm entsprechen, sollen mit der Benennung „Präzisionsschallpegelmesser", dem Namen des Herstellers, der Typbezeichnung und Fabriknummer gekennzeichnet sowie mit Angaben über das zu verwendende Mikrophon versehen sein.

6. Angaben in Datenblättern

6.1. In Datenblättern und in der jedem Präzisionsschallpegelmesser beizugebenden Betriebsanleitung sollen insbesondere folgende Angaben enthalten sein:

Arbeitsprinzip des Mikrophons (z. B. elektrostatisch)

Fabriknummer und Typ des Mikrophons

Schalleinfallsrichtung nach Abschnitt 3.1.2 und 3.2.2

Grenzen der Gesamtmeßbereiche (untere Grenze für die einschaltbaren Bewertungskurven getrennt).

Anmerkung: Die obere Grenze ist im allgemeinen durch die Bauart des Mikrophons bestimmt und gilt für den unbewerteten Schallpegel eines sinusförmigen Eingangssignals. Bei bewertetem Schallpegel ist daher die obere Grenze der Anzeige von der Frequenzzusammensetzung des Geräusches abhängig.

Einfluß von Erschütterungen, magnetischen und elektrostatischen Feldern, von Temperatur und Luftfeuchte auf die Anzeige der gesamten Anlage, einschließlich der Frequenzen bzw. der Frequenzbereiche, bei denen die Prüfungen ausgeführt werden.

Die Grenzen für Temperatur und Feuchte, deren Überschreitung bleibende Schäden am Präzisionsschallpegelmesser zur Folge haben

Falls erforderlich, Korrekturen für die Kalibrierung bei Benutzung eines Mikrophon-Verlängerungskabels

Abgleichvorschrift zur Einhaltung der in Abschnitt 4.8 angegebenen zulässigen Abweichungen (zum Abgleich eignen sich insbesondere Prüfschallquellen und im Verstärker eingebaute Einrichtungen wie stabile Bezugsspannungen oder Rückkopplungsschaltungen. Wenn solche Einrichtungen benutzt werden, soll der Hersteller die Arbeitsweise und die zulässigen Abweichungen angeben).

Bereich der Betriebsspannung des Präzisionsschallpegelmessers, in dem die Genauigkeit des Präzisionsschallpegelmessers innerhalb der angegebenen zulässigen Abweichungen bleibt

Eingangs- und Ausgangswiderstände etwa anzuschließender Filter.

6.2. Es wird empfohlen, auch folgende Angaben in die Betriebsanleitung aufzunehmen:

Den Bezugsschalldruck nach Abschnitt 2.1

Die Bewertungskurven nach Abschnitt 3.1.2

Die Impedanz des Mikrophons ggf. in Abhängigkeit von der Frequenz

Das Freifeld-Übertragungsmaß in Abhängigkeit von der Frequenz für die vom Hersteller angegebene Einfallsrichtung

Die Richtcharakteristiken bei den in Abschnitt 3.2.2 angegebenen Frequenzen

Die Differenz zwischen dem Übertragungsmaß im freien und dem im diffusen Schallfeld nach der in Abschnitt 4.2 beschriebenen Rechenvorschrift bei Aufstellung des Mikrophons entsprechend der üblichen Anwendung.

7. Hinweise für die Anwendung

7.1. Die Güte der Meßgeräte ist entscheidend für den Fehler bei der Messung des Schallpegels; sie kann die Streuung der Ergebnisse bei Wiederholungsmessungen an verschiedenen Tagen und in verschiedenen Meßreihen unter vergleichbaren Bedingungen bestimmen.

Mit Präzisionsschallpegelmessern werden sehr unterschiedliche Schallvorgänge unter wechselnden Umständen für die verschiedenen Zwecke gemessen. Die Schallvorgänge können sich in der Frequenzzusammensetzung und in der Zeitfunktion unterscheiden, und diese Eigenschaften können noch zeitabhängig sein. Die Schallvorgänge können von einer oder von mehreren Schallquellen ausgehen. Es kann im Freien in ebenen, fortschreitenden Schallwellen, in oder zwischen Gebäuden mit reflektierenden Wänden, im Hallraum oder im schallgedämpften Raum gemessen werden. Zweck der Messung kann es z. B. sein, die Gefahr von Gehörschäden oder Belästigungen abzuschätzen, die Wirksamkeit akustischer Maßnahmen zu beurteilen, Baustoffe bzw. Baukonstruktionen zu vergleichen, oder die Einhaltung von gesetzlich vorgeschriebenen oder in Lieferbedingungen garantierten Schallpegelgrenzwerten zu kontrollieren. In jedem Fall muß die Meßtechnik der Aufgabe angepaßt sein, da die Art der Anwendung (z. B. Art des Schallfeldes, Aufstellung des Beobachters, Betriebsbedingungen der Schallquelle) zu einem erheblichen Teil den Wert aller Messungen, die mit dieser Norm entsprechenden Geräten ausgeführt wurden, beeinflußt.

7.2. Der Beobachter muß sich beim Ablesen des Anzeigeinstrumentes so aufstellen, daß er das Schallfeld am Ort des

DK 534.793 : 621.317.39 : 681.88 DEUTSCHE NORMEN November 1969

Präzisionsschallpegelmesser

Sonderanforderungen für die Anwendung auf kurzdauernde und impulshaltige Vorgänge (Impulsschallpegelmesser)

DIN 45633 Blatt 2

Additional requirements for the extension of the precision sound level meter to an impulse sound level meter

Frühere Ausgaben: 5.68

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Deutschen Normenausschusses, Berlin 30, gestattet.

Änderung November 1969: Titel „impulsartige" in „impulshaltige" geändert. Abschnitt 3.1.3 hinzugefügt. Redaktionelle Textverbesserungen, insbesondere im Abschnitt 1.1, 3.2 und 3.4.1.

1. Zweck und Anwendungsbereich

1.1. Das im folgenden beschriebene Gerät dient zum Messen von Schallvorgängen einschließlich von Geräuschen sehr kurzer Dauer, von Einzelimpulsen und von Impulsfolgen (Pulsen). Es bewertet bei Anwendung auf impulshaltige Geräusche die Zeitfunktion des Schalldruckes so, daß das Verhalten des Gehörs beim Aufbau der Lautstärkeempfindung annähernd nachgebildet wird.

1.2. Das Gerät ist eine Erweiterung des Präzisionsschallpegelmessers nach DIN 45 633 Blatt 1, der allein nicht zum Messen impulshaltiger Geräusche geeignet ist. Die Erweiterung kann mit Bauteilen vorgenommen werden, die entweder an den Präzisionsschallpegelmesser außen angeschaltet werden oder darin eingebaut sind.

1.3. Ein Präzisionsschallpegelmesser, der die Forderungen dieser Norm erfüllt, wird Präzisions-Impulsschallpegelmesser (Kurzzeichen PIM), kurz auch Impulsschallpegelmesser, genannt.

2. Begriffe

2.1. Ein Einzelimpuls und ein Geräusch sehr kurzer Dauer im Sinne dieser Norm haben eine Dauer von etwa 1 bis 200 ms.

Anmerkung: Als Impulse werden im folgenden außer einzelnen Druckspitzen auch Geräusche und Töne sehr kurzer Dauer bezeichnet. (Siehe auch DIN 5488.)

2.2. Eine Impulsfolge im Sinne dieser Norm liegt vor, wenn das Zeitintervall zwischen dem Einsatz aufeinanderfolgender Impulse größer als etwa 10 ms und kleiner als 1 s ist.

2.3. Der Impulsschalldruckpegel (Impulsschallpegel) ist:

$$L_{\mathrm{I}} = 20 \lg \frac{p_{\mathrm{I}}}{p_0} \,\mathrm{dB}$$

Dabei sind p_{I} der Schalldruck, gemessen mit einem der vorliegenden Norm entsprechenden Gerät, und p_0 der Bezugsschalldruck

$$20\ \mu\mathrm{N/m^2} = 2 \cdot 10^{-4}\ \mathrm{dyn/cm^2}.$$

Anmerkung: Oktav-Impulsschallpegel werden mit L_{OI}, Terz-Impulsschallpegel mit L_{TI} bezeichnet.

2.4. Der A-bewertete Impulsschalldruckpegel ist:

$$L_{\mathrm{AI}} = 20 \lg \frac{p_{\mathrm{AI}}}{p_0} \,\mathrm{dB}$$

Dabei ist p_{AI} der mit der Bewertungskurve A bewertete, mit einem der vorliegenden Norm entsprechenden Gerät gemessene Schalldruck. Da der Impulsschallpegel ebenso wie der Schalldruckpegel in Dezibel (dB) angegeben wird, ist ein Hinweis auf die benutzte Bewertungskurve und die Anzeigedynamik „Impuls" erforderlich.

Beispiel:

A-bewerteter Impulsschallpegel $L_{\mathrm{AI}} = x$ dB oder Impulsschallpegel x dB (AI).

Anmerkung: Bewertete Impulsschallpegel haben besondere Bedeutung. Es wird aber empfohlen, den B-bewerteten Impulsschalldruckpegel L_{BI} und den C-bewerteten Impulsschalldruckpegel L_{CI} nicht zu verwenden.

3. Anforderungen

Zusätzlich zu den Anforderungen in DIN 45 633 Blatt 1 werden folgende Sonderanforderungen gestellt:

3.1. Gesamtgerät

3.1.1. In Stellung „Impuls" darf die Anzeige des Impulsschallpegelmessers bei sinusförmigen Dauersignalen beliebiger Frequenz über 315 und bis 12 500 Hz höchstens um 0,1 dB und von 31,5 bis 315 Hz höchstens um 0,7 dB von der Anzeige in den Stellungen „schnell" und „langsam" abweichen; dagegen ergibt sich im allgemeinen ein höherer Anzeigewert bei kurzdauernden und impulshaltigen Geräuschen (siehe Abschnitt 3.4.2).

3.1.2. Es wird empfohlen, Anschlüsse für Filternetzwerke vorzusehen.

3.1.3. Die Anzeige „langsam" ("slow") muß vorhanden sein.

3.2. Verstärkerteil

Übersteuerungen von Verstärkerstufen (einschließlich Gleichrichter) müssen deutlich angezeigt werden.

Anmerkung: Wenn die Übersteuerungsanzeige das Mikrophon und den Impedanzwandler nicht erfaßt, ist dies vom Hersteller anzugeben.

Die Übersteuerungsanzeige muß ansprechen, wenn bei Einspeisen eines sinusförmigen Eingangssignals am elektrischen Eingang des Schallpegelmessers der Gesamtklirrfaktor am Eingang der Filter- und Bewertungsnetzwerke größer wird als 5 % und/oder wenn für Rechteckimpulse mit Scheitelfaktor größer als 5 (Tastverhältnis $\frac{T}{\tau} > 26$) die Anzeige um mehr als 1 dB von dem Effektivwert, der für ein sinusförmiges Dauersignal einer Anzeige von 1 dB unter Vollausschlag entspricht, abweicht. Die Übersteuerungsanzeige muß in gleicher Weise auf positive und negative Rechteckimpulse mit einer Dauer von 10 ms bis herunter zu 1 ms ansprechen.

Anmerkung: Bei Übersteuerung kann am Stufenschalter der nächsthöhere Teil-Meßbereich eingestellt und die Messung wiederholt werden. Besteht auch dort die Übersteuerung, so ist dies bei dem Meßergebnis zu vermerken, da ohne Übersteuerung ein etwas größerer Meßwert zu erwarten ist.

3.3. Gleichrichterteil

3.3.1. Die Abweichung der Anzeige vom Effektivwert wird in Stellung „langsam" mit dem Meßverfahren 1 nach DIN 45 402 Blatt 1, Ausgabe August 1959, mit einer Pulsfrequenz von 200 Hz und einer Anstiegszeit der Pulse kleiner als 10 µs geprüft. Das Prüfsignal muß dem Gleichrichterteil unbewertet zugeführt werden. Bis zum Scheitelfaktor 3 (entspricht dem Tastverhältnis 10) darf die Abweichung nicht größer als ± 0,5 dB, bis zum Scheitelfaktor 5 (entspricht dem Tastverhältnis 26) nicht größer als ± 1 dB sein. Es ist bei einer Anzeige von − 1 dB bezogen auf Vollausschlag und am unteren Ende des Meßbereiches zu prüfen.

Es wird vorausgesetzt, daß die Bedingungen ebenfalls erfüllt werden, wenn Tonimpulse (Frequenz 2000 Hz, Puls-

Fortsetzung Seite 2
Erläuterungen Seite 2

Fachnormenausschuß Akustik und Schwingungstechnik im Deutschen Normenausschuß (DNA)
Fachnormenausschuß Elektrotechnik im DNA

frequenz 40 Hz) mit Scheitelfaktoren bis 3 (Tastverhältnis ' ') bzw. bis 5 (Tastverhältnis 12,5) benutzt werden (siehe N 45402 Blatt 1, Ausgabe August 1959, Meßverfahren 2).

3.3.2. Das in dem Gleichrichterteil enthaltene Integrations-Glied muß so bemessen werden, daß in der Stellung „Impuls" die im Abschnitt 3.4.2 geforderten dynamischen Eigenschaften erreicht werden.

3.4. Anzeigeteil

3.4.1. Die am Ausgang des Gleichrichterteiles (einschließlich Integrations-Glied) auftretenden Spitzenwerte der Spannungen sollen so gespeichert werden, daß sie an dem Anzeigeinstrument abgelesen werden können. Die Anstiegszeit der Speichereinrichtung muß klein sein gegenüber der Zeitkonstanten des Integrations-Gliedes, die Rücklaufzeitkonstante muß 3 s ± 0,5 s betragen.

3.4.2. Der Impulsschallpegelmesser soll in Stellung „Impuls" folgende dynamischen Eigenschaften der Anzeige besitzen:

3.4.2.1. Für Einzelimpulse eines sinusförmigen Signals der Frequenz 2000 Hz, der Dauer t_i und einer konstanten Amplitude, die für Dauersignal dem Vollausschlag entspricht, müssen sich gegenüber der Anzeige des Dauersignals die in Tabelle 1 angegebenen Unterschiede ergeben.

Tabelle 1. **Anzeige für Einzelimpulse**

Dauer t_i ms	Anzeige bezogen auf Vollausschlag dB	Toleranz dB
Dauersignal	0	
50	−1,2	±1
20	−3,6	±1,5
10	−6,0	±2
5	−8,8	±2

3.4.2.2. Für Pulse eines sinusförmigen Signals der Frequenz 2000 Hz, der Dauer 5 ms, der Pulsfrequenz f_p und einer konstanten Amplitude, die für Dauersignal dem Vollausschlag entspricht, müssen sich gegenüber der Anzeige des Dauersignals die in Tabelle 2 angegebenen Unterschiede ergeben:

Tabelle 2. **Anzeige für Impulsfolgen**

Pulsfrequenz f_p Hz	Anzeige bezogen auf Vollausschlag dB	Toleranz dB
Dauersignal	0	
100	−2,7	+1 −0,5
50	−5,1	+1,5 −1
20	−7,6	±2
10	−8,5	±2
5	−8,7	±2
2	−8,8	±2

Anmerkungen: Die Zahlenwerte der Tabellen 1 und 2 sind für eine Zeitkonstante für das Integrations-Glied im Gleichrichter von 35 ms für den Auflade- und Entladevorgang berechnet.

Wenn der Impulsschallpegelmesser außerdem für die Anzeige des Spitzenwertes eingerichtet ist, wird für die zugehörige Schalterstellung die Benennung „Spitzenwert" empfohlen.

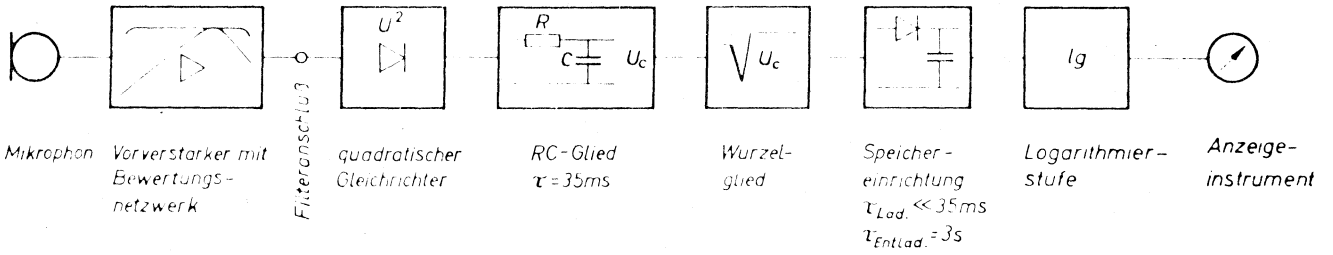
Erläuterungen

Der in DIN 45633 Blatt 1 beschriebene Präzisionsschallpegelmesser ist nicht für Schallpegelmessungen von kurzdauernden und impulshaltigen Geräuschen geeignet. Kurzdauernde und impulshaltige Geräusche treten jedoch häufig auf. Deshalb erschien es dringend notwendig, die Forderungen festzulegen, denen der Präzisionsschallpegelmesser zusätzlich entsprechen muß, damit auch die Schallpegel dieser Geräusche gemessen werden können.

Die Forderungen betreffen vor allem die dynamischen Eigenschaften der Anzeige und die Übersteuerungsfestigkeit der Verstärkerstufen und des quadratischen Gleichrichters. Die Forderungen an die dynamischen Eigenschaften der Anzeige gehen von einem Modell aus, das aus subjektiven Untersuchungen über die Lautstärke von Impulsen abgeleitet wurde. Danach können die dynamischen Eigenschaften des Gehörs für die Bildung der Lautstärke näherungsweise nachgebildet werden, wenn der dem Schalldruck entsprechende Spannungswert zunächst quadriert, dann einem RC-Glied mit für Ladung und Entladung gleicher Zeitkonstante zugeführt und schließlich aus dem am Kondensator des RC-Gliedes entstehenden Spannungswert die Wurzel gezogen wird.

Bei subjektiven Untersuchungen zeigte sich, daß der Streubereich bei Impulsen größer ist als bei Dauerschall. Trotzdem müssen die Daten für das dynamische Verhalten des Impulsschallpegelmessers festgelegt werden. Die in den Tabellen enthaltenen Fehlergrenzen entsprechen nicht dem Streubereich der subjektiven Untersuchungen, sondern sind der technischen Ausführung der Geräte angepaßt.

Im Prinzip entspricht der Impulsschallpegelmesser folgendem Blockschaltbild (Ersatzschema):



Die Sollwerte der Anzeige wurden für Einzelimpulse (Tabelle 1) aus der Beziehung

$$\Delta L = 10 \lg \left(1 - e^{-t_i/\tau}\right)$$

und für Pulse (Tabelle 2) aus der Beziehung

$$\Delta L = 10 \lg \frac{1 - e^{-t_i/\tau}}{1 - e^{-T/\tau}} \quad \text{berechnet} \left(\frac{1}{T} = f_p \text{ Pulsfrequenz}\right).$$

Tabelle 4. **Frequenzbewertungskurven**
Relatives Freifeldübertragungsmaß (Frequenzgang) für Schalleinfall aus der Bezugsrichtung, in dB

Nennfrequenz *) in Hz	Exakte Frequenz *) in Hz	A-Bewertung	B-Bewertung	C-Bewertung
10	10,00	−70,4	−38,2	−14,3
12,5	12,59	−63,4	−33,2	−11,2
16	15,85	−56,7	−28,5	− 8,5
20	19,95	−50,5	−24,2	− 6,2
25	25,12	−44,7	−20,4	− 4,4
31,5	31,62	−39,4	−17,1	− 3,0
40	39,81	−34,6	−14,2	− 2,0
50	50,12	−30,2	−11,6	− 1,3
63	63,10	−26,2	− 9,3	− 0,8
80	79,43	−22,5	− 7,4	− 0,5
100	100,0	−19,1	− 5,6	− 0,3
125	125,9	−16,1	− 4,2	− 0,2
160	158,5	−13,4	− 3,0	− 0,1
200	199,5	−10,9	− 2,0	− 0,0
250	251,2	− 8,6	− 1,3	− 0,0
315	316,2	− 6,6	− 0,8	− 0,0
400	398,1	− 4,8	− 0,5	− 0,0
500	501,2	− 3,2	− 0,3	− 0,0
630	631,0	− 1,9	− 0,1	− 0,0
800	794,3	− 0,8	− 0,0	− 0,0
1 000	1 000	0	0	0
1 250	1 259	+ 0,6	− 0,0	− 0,0
1 600	1 585	+ 1,0	− 0,0	− 0,1
2 000	1 995	+ 1,2	− 0,1	− 0,2
2 500	2 512	+ 1,3	− 0,2	− 0,3
3 150	3 162	+ 1,2	− 0,4	− 0,5
4 000	3 981	+ 1,0	− 0,7	− 0,8
5 000	5 012	+ 0,5	− 1,2	− 1,3
6 300	6 310	− 0,1	− 1,9	− 2,0
8 000	7 943	− 1,1	− 2,9	− 3,0
10 000	10 000	− 2,5	− 4,3	− 4,4
12 500	12 590	− 4,3	− 6,1	− 6,2
16 000	15 850	− 6,6	− 8,4	− 8,5
20 000	19 950	− 9,3	−11,1	−11,2

*) Die Nennfrequenzen stimmen mit denen der Internationalen Norm ISO 266 überein. Die exakten Frequenzen (hier auf vier geltende Ziffern angegeben) ergeben sich aus $1000 \cdot 10^{n/10}$, wobei n eine positive oder negative ganze Zahl ist.

6.4 Manuell umschaltbare Meßbereiche müssen sich um mindestens 5 dB überlappen, wenn die Schaltstufen 10 dB betragen. Bei größeren Schaltstufen müssen sie sich um mindestens 10 dB überlappen.

6.5 Der Verstärker muß Signale mit hinreichend großem Scheitelfaktor verarbeiten können, um die Anforderungen nach Abschnitt 7.2 zu erfüllen. Schallpegelmesser der Klasse 0 müssen eine Übersteuerungsanzeige enthalten.

Anmerkung: Für Schallpegelmesser der Klassen 1 und 2 wird eine Übersteuerungsanzeige empfohlen.

Schallpegelmesser mit der Zeitbewertung I müssen eine Übersteuerungsanzeige enthalten.

Tabelle 5. **Fehlergrenzen*) für die in Tabelle 4 angegebenen Frequenzbewertungskurven für die einzelnen Klassen der Schallpegelmesser, in dB**

Nennfrequenz Hz	Klasse 0	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3
10	+ 2; − ∞	+ 3; − ∞	+ 5; − ∞	+ 5; − ∞
12,5	+ 2; − ∞	+ 3; − ∞	+ 5; − ∞	+ 5; − ∞
16	+ 2; − ∞	+ 3; − ∞	+ 5; − ∞	+ 5; − ∞
20	± 2	± 3	± 3	+ 5; − ∞
25	± 1,5	± 2	± 3	+ 5; − ∞
31,5	± 1	± 1,5	± 3	± 4
40	± 1	± 1,5	± 2	± 4
50	± 1	± 1,5	± 2	± 3
63	± 1	± 1,5	± 2	± 3
80	± 1	± 1,5	± 2	± 3
100	± 0,7	± 1	± 1,5	± 3
125	± 0,7	± 1	± 1,5	± 2
160	± 0,7	± 1	± 1,5	± 2
200	± 0,7	± 1	± 1,5	± 2
250	± 0,7	± 1	± 1,5	± 2
315	± 0,7	± 1	± 1,5	± 2
400	± 0,7	± 1	± 1,5	± 2
500	± 0,7	± 1	± 1,5	± 2
630	± 0,7	± 1	± 1,5	± 2
800	± 0,7	± 1	± 1,5	± 2
1 000	± 0,7	± 1	± 1,5	± 2
1 250	± 0,7	± 1	± 1,5	± 2,5
1 600	± 0,7	± 1	± 2	± 3
2 000	± 0,7	± 1	± 2	± 3
2 500	± 0,7	± 1	± 2,5	± 4
3 150	± 0,7	± 1	± 2,5	± 4,5
4 000	± 0,7	± 1	± 3	± 5
5 000	± 1	± 1,5	± 3,5	± 6
6 300	+ 1; − 1,5	+ 1,5; − 2	± 4,5	± 6
8 000	+ 1; − 2	+ 1,5; − 3	± 5	± 6
10 000	+ 2; − 3	+ 2; − 4	+ 5; − ∞	+ 6; − ∞
12 500	+ 2; − 3	+ 3; − 6	+ 5; − ∞	+ 6; − ∞
16 000	+ 2; − 3	+ 3; − ∞	+ 5; − ∞	+ 6; − ∞
20 000	+ 2; − 3	+ 3; − ∞	+ 5; − ∞	+ 6; − ∞

*) Die Fehlergrenzen sind für alle Frequenzbewertungskurven gleich. Die Fehlergrenze bei der Bezugsfrequenz (siehe Abschnitt 3.7) ist gleich null.

Tabelle 6. **Fehlergrenzen der Meßbereichsumschaltung für verschiedene Frequenzbereiche, in dB**

Frequenz in Hz	Klasse 0	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3
31,5 bis 8 000	± 0,3	± 0,5	± 0,7	± 1,0
20 bis 12 500	± 0,5	± 1,0	–	–

6.6 Wenn das Mikrophon durch eine gleichwertige elektrische Impedanz ersetzt wird, muß die Anzeige des Schallpegelmessers mindestens 5 dB unter dem niedrigsten meßbaren Schalldruckpegel liegen, der für die jeweilige Frequenzbewertung angegeben ist.