

DIN EN 60268-16

ICS 17.140.50; 33.160.01

Ersatz für
DIN EN 60268-16:1999-02
Siehe Vorwort

**Elektroakustische Geräte –
Teil 16: Objektive Bewertung der Sprachverständlichkeit durch den
Sprachübertragungsindex (IEC 60268-16:2003);
Deutsche Fassung EN 60268-16:2003**

Sound system equipment –
Part 16: Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index
(IEC 60268-16:2003);
German version EN 60268-16:2003

Equipements pour systèmes électroacoustiques –
Partie 16: Evaluation objective de l'intelligibilité de la parole au moyen de l'indice de
transmission de la parole (CEI 60268-16:2003);
Version allemande EN 60268-16:2003

Gesamtumfang 29 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE
Normenausschuss Ergonomie (FNErg) im DIN

Nationales Vorwort

Beginn der Gültigkeit

Die EN 60268-16 wurde am 2003-07-01 angenommen.

Daneben darf DIN EN 60268-16:1999-02 noch bis 2006-07-01 angewendet werden.

Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN EN 60268-16:2002-09.

Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium UK 742.5 „Lautsprecher“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 100 „Audio, video and multimedia systems and equipment“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zum Jahr 2005 unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

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

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

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

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

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60268-16:1999-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Neu hinzugekommen sind das STIPA-Verfahren und ein informativer Anhang zur Qualifizierung des STI und Zusammenhang mit einigen subjektiven Verständlichkeitsmaßen.
- b) Gestrichen wurde der informative Anhang zur Abschätzung der Korrektur bei starken Reflektionen.

Frühere Ausgaben

DIN EN 60268-16:1999-02

Elektroakustische Geräte
Teil 16: Objektive Bewertung der Sprachverständlichkeit durch den
Sprachübertragungsindex
(IEC 60268-16:2003)

Sound system equipment
Part 16: Objective rating of speech intelligibility
by speech transmission index
(IEC 60268-16:2003)

Equipements pour systèmes électroacoustiques
Partie 16: Evaluation objective de l'intelligibilité
de la parole au moyen de l'indice de
transmission de la parole
(CEI 60268-16:2003)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2003-07-01 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

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

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

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

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 100/650/FDIS, zukünftige 3. Ausgabe von IEC 60268-16, ausgearbeitet von dem IEC TC 100 „Audio, video and multimedia systems and equipment“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2003-07-01 als EN 60268-16 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2004-04-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2006-07-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.

Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.

In dieser Norm sind die Anhänge A und ZA normativ und die Anhänge B bis E sind informativ.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60268-16:2003 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe und Abkürzungen	5
4 Beschreibung der Verfahren.....	6
4.1 Allgemeines	6
4.2 Das STI-Verfahren.....	7
4.3 Das STITEL-Verfahren	8
4.4 Das STIPA-Verfahren	8
4.5 Das RASTI-Verfahren.....	9
4.6 Messverfahren	11
5 Weitere Verfahren zur Bestimmung der Verständlichkeit.....	12
5.1 Wortprüfungen	13
5.2 Modifizierte Reimtests	13
5.3 Sprachverständlichkeitsindex	13
5.4 Verständlichkeitsverlust von Konsonanten.....	13
Anhang A (normativ) Messverfahren für Sprachübertragungsindex (STI) und verbesserten Sprachübertragungsindex (STI _r)	14
A.1 Hintergrund.....	14
A.2 Das STI-Verfahren.....	16
A.3 Die Prüfsignale	21
Anhang B (informativ) Das STITEL-Verfahren	22
Anhang C (informativ) Das STIPA-Verfahren.....	23
Anhang D (informativ) Das RASTI-Verfahren.....	24
Anhang E (informativ) Qualifizierung des STI und Zusammenhang mit einigen subjektiven Verständlichkeitsmaßen	25
Literaturhinweise.....	26
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	27

Bilder

Bild 1 – Modulations-Übertragungsfunktion: Vergleich Eingang/Ausgang	6
Bild 2 – Beziehung zwischen dem theoretischen nach dem RASTI-Verfahren ermittelten STI und dem mit einem speziellen Gerät mit einer Messzeit von ungefähr 12 s gemessenen STI	9
Bild 3 – Bedingungen unter denen sich RASTI-Ergebnisse um nicht mehr als 0,5 % unterscheiden	10
Bild A.1 – Hüllkurvenfunktion (Teilbild A) eines 10-s-Sprachsignals für das 250-Hz-Oktavband und entsprechendes Hüllkurvenspektrum (Teilbild B).....	14
Bild A.2 – Theoretische Darstellung der MTF.....	16
Bild A.3 – Anordnung und Frequenzen der Messung für das STI-Verfahren.....	17

	Seite
Bild A.4 – Stärke der Verdeckung von Oktavband ($k - 1$) in dem Oktavband oberhalb (k)	18
Bild A.5 – Beziehung zwischen dem effektiven Signal-Rausch-Verhältnis und dem Übertragungsindex für eine Verschiebung von 15 dB und einen Bereich von 30 dB.....	20
Bild D.1 – Darstellung eines geeigneten RASTI-Prüfsignals	24
Bild E.1 – STI-Qualifikation und Beziehung zu einigen subjektiven Verständlichkeitsmaßen.....	25

Tabellen

Tabelle A.1 – Oktavpegel-spezifischer Verdeckungsabfall und entsprechender Hörverdeckungsfaktor (amf).....	19
Tabelle A.2 – STI_r , männliche und weibliche Bewertungsfaktoren für die einzelnen Oktavbänder.....	21
Tabelle A.3 – Oktavbandpegel (dB) bezogen auf den A-bewerteten Langzeit-Sprachpegel	21
Tabelle B.1 – STITEL: Modulationsfrequenzen der sieben Oktavbänder.....	22
Tabelle C.1 – STIPA: Modulationsfrequenzen der sechs Oktavbänder	23
Tabelle C.2 – STI_r , an STIPA angepasste männliche und weibliche Bewertungsfaktoren für die einzelnen Oktavbänder	23

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60268 legt objektive Verfahren zur Bewertung der Übertragungsqualität von Sprache im Hinblick auf die Verständlichkeit fest. Die vier eng zusammenhängenden Verfahren werden als „STI“- „STITEL“- „STIPA“- und „RASTI“-Verfahren bezeichnet (siehe Abschnitt 3). Die Verfahren sind für die Bewertung der Sprachübertragung mit oder ohne Beschallungsanlage bestimmt.

Ein Überblick über weitere Verfahren zur Bestimmung der Sprachverständlichkeit ist auch enthalten, zusammen mit einem Verfahren um die Ergebnisse der verschiedenen Bestimmungsverfahren miteinander in Beziehung zu setzen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 4870:1991, *Acoustics – The construction and calibration of speech intelligibility tests*.

ITU-T P.51:1996, *Artificial mouth*.^{N1)}

3 Begriffe und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Teils der IEC 60268 gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Sprach-Übertragungs-Index (STI)

eine physikalische Größe, die die Übertragungsqualität für Sprache im Hinblick auf ihre Verständlichkeit beschreibt

3.2

Sprach-Übertragungs-Index für Telekommunikationssysteme (STITEL)

Maßzahl, die durch eine gekürzte Version des STI-Verfahrens ermittelt wird, aber bei Verzerrungen in Kommunikationssystemen noch aussagekräftig ist

3.3

Sprach-Übertragungs-Index für Beschallungsanlagen (STIPA)

Maßzahl, die durch eine gekürzte Version des STI-Verfahrens ermittelt wird, aber bei Verzerrungen in der Raumakustik einschließlich Beschallungsanlagen noch aussagekräftig ist

3.4

Raumakustik-Sprach-Übertragungs-Index (RASTI)

Maßzahl, die durch eine gekürzte Version des STI-Verfahrens ermittelt wird und für Übersichtsmessungen verwendet wird. RASTI ist auf die direkte Kommunikation zwischen Personen ohne Gebrauch eines Kommunikationssystems ausgerichtet. RASTI berücksichtigt Geräuschstörungen und Verzerrungen im Zeitbereich (Echo, Nachhall)

^{N1)} Nationale Fußnote: Die Empfehlung ITU-T P.51 kann vom Beuth-Verlag (www.beuth.de) bezogen werden.

4 Beschreibung der Verfahren

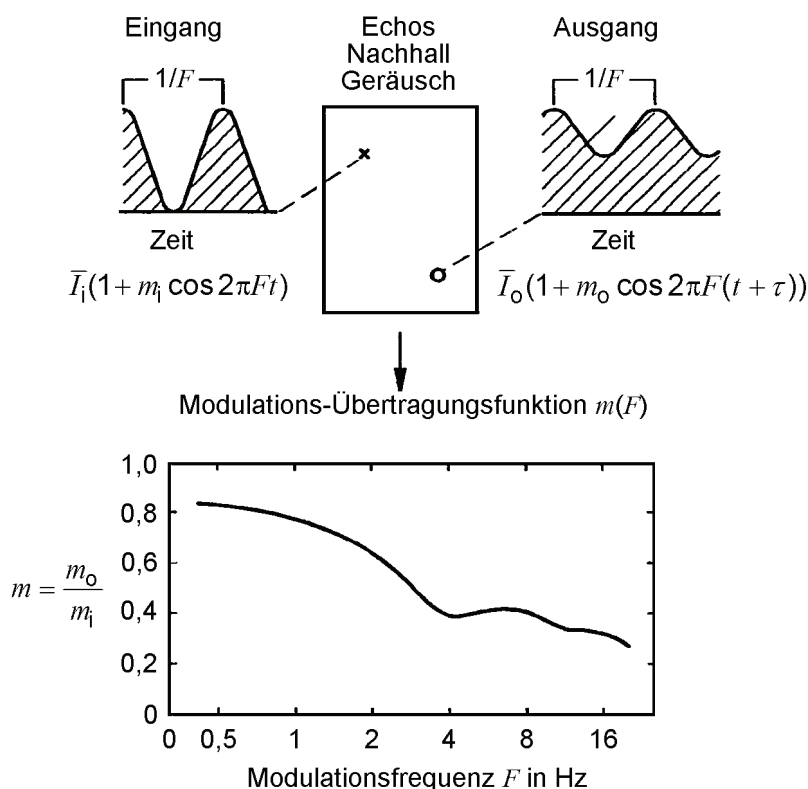
4.1 Allgemeines

Die Verfahren können dazu benutzt werden, die Sprachübertragungsqualität an verschiedenen Stellen und bei verschiedenen Bedingungen innerhalb desselben Hörraumes zu vergleichen, besonders zur Beurteilung der Auswirkung von Veränderungen der akustischen Eigenschaften. Dies schließt Auswirkungen durch Vorhandensein von Zuhörern oder durch Veränderungen an der Beschallungsanlage ein [1]¹. Die Verfahren sind auch in der Lage, die absolute Bewertung der Sprachübertragungsqualität bezüglich der Verständlichkeit zu bestimmen, wenn unterschiedliche Hörräume unter ähnlichen Bedingungen verglichen werden, oder einen Kommunikationskanal für Sprache zu beurteilen. Anhang A bringt eine ausführlichere Beschreibung der Grundlagen des Sprachübertragungsindex.

Die Bestimmung der Übertragungsqualität von Sprache bezüglich der Verständlichkeit beruht auf der Verringerung des Modulationsgrades m_i eines Prüfsignals, das bei der Wiedergabe in einem Raum oder über einen Kommunikationskanal die Spracheigenschaften eines realen Sprechers simuliert. Das Prüfsignal wird von einer an der Sprecherposition angeordneten Schallquelle zu einem Messmikrofon an der Hörerposition übertragen, an der dann der Modulationsgrad m_o beträgt.

Die wichtigsten Eigenschaften der Schallquelle sind: die physikalische Größe, die Richtwirkung, die Position und der Schalldruckpegel.

Das typische Prüfsignal besteht aus einem Rauschen mit einem sprachtypischen Frequenzspektrum als Träger, das mit der Frequenz F sinusförmig moduliert wird (siehe Bild 1).



ANMERKUNG m_i und m_o sind die Modulationsindizes des Eingangs- bzw. des Ausgangssignals, $\bar{I}_i$ und $\bar{I}_o$ sind die Eingangs- und Ausgangsintensitäten. Die Intensitäten sind gleich dem Quadrat des Schalldruckpegels (p^2).

Bild 1 – Modulations-Übertragungsfunktion: Vergleich Eingang/Ausgang

¹ Zeichen in eckigen Klammern beziehen sich auf die Literaturhinweise.

Die Verringerung des Modulationsgrades wird als Modulations-Übertragungsfunktion $m(F)$ ausgedrückt. Sie ist

$$m(F) = \frac{m_o}{m_i}$$

Sie wird in Form eines scheinbaren Signal-Rausch-Verhältnisses (SNR) interpretiert, ungeachtet der Gründe der Verringerung, die Nachhall, Echos oder Geräusche sein können. Es wird nach folgender Gleichung ermittelt:

$$SNR_{App} = 10 \lg \left(\frac{m(F)}{1 - m(F)} \right)$$

Die Werte des scheinbaren Signal-Rausch-Verhältnisses sind auf einen Bereich von ± 15 dB begrenzt. Werte kleiner -15 dB ergeben den Wert -15 dB und Werte größer als 15 dB ergeben den Wert von 15 dB.

4.2 Das STI-Verfahren

4.2.1 Allgemeines

Das im Anhang A beschriebene STI-Verfahren beruht auf der Bestimmung der Modulations-Übertragungsfunktion $m(F)$ für 98 Datenpunkte, die für 14 Modulationsfrequenzen in Terzabständen von 0,63 Hz bis und einschließlich 12,5 Hz und für sieben Oktavbänder mit den Mittenfrequenzen von 125 Hz bis und einschließlich 8 kHz ermittelt werden (siehe Bild A.3).

4.2.2 Genauigkeit des STI-Verfahrens

Da das Prüfsignal ein bandbegrenztes Rauschen oder ein Pseudoräuschen ist, wird die Wiederholung der Messung üblicherweise keine identischen Ergebnisse liefern, nicht einmal bei stationären Störungen. Die Ergebnisse werden aber mit einer bestimmten Standardabweichung um einen Mittelwert streuen. Dies hängt neben anderen Faktoren von der Anzahl der diskreten Messungen der Modulations-Übertragungsfunktion (beim STI-Verfahren üblicherweise 98) und der gewählten Messzeit ab. Der Wert der Standardabweichung beträgt typischerweise ungefähr 0,02 für eine Messzeit von 10 s für jede $m(F)$ und mit stationärem Geräusch. Mit sich änderndem Geräusch (z. B. Stimmengemurmel) darf eine höhere Standardabweichung auftreten, möglicherweise mit einem systematischen Fehler. Dies kann durch eine Messung in Abwesenheit des Prüfsignals überprüft werden. Es sollte sich ein Rest-STI-Wert von weniger als 0,20 ergeben. Eine Abschätzung der Standardabweichung sollte durch Wiederholen der Messungen für mindestens einen beschränkten Satz von Bedingungen durchgeführt werden.

4.2.3 Grenzen des STI-Verfahrens

Auf Grund der Form des Prüfsignals und der Analyse sind die nicht berücksichtigten Verzerrungsarten: Frequenzverschiebung (wie von Einrichtungen zum Vermeiden akustischer Rückkopplung und bei Einseitenband-Rundfunkübertragungen), Frequenzvervielfachung (z. B. bei falscher Abspielgeschwindigkeit analoger Bandaufzeichnung) und Systeme wie Vocoder, die Bruchstücke von Sprache codieren (z. B. lineare prädiktive Codierung, die Fehler bezüglich der Folge stimmhafter/stimmloser Sprachteile und Tonhöhenfehler einbringen).

Das Verfahren sollte nicht für Übertragungskanäle verwendet werden,

- a) die Frequenzverschiebungen oder Frequenzvervielfachung verursachen oder
- b) die Vocoder enthalten (d. h. lineare prädiktive Sprachcodierer (LPC), code-excited lineare Codierung (CELP), residual-excited lineare predictive Coder (RELPC) usw.).

Ohne spezifische Korrekturen ist das STI-Verfahren kein zuverlässiges Verfahren für die Prognose der Sprachverständlichkeit von Hörbehinderten [17] oder Gehörschutzträgern.