

Messungen nach DIN EN ISO 3382-3:2012-05 (Akustik - Messung von Parametern der Raumakustik - Teil 3: Großraumbüros)

Inhalt

Einleitung	2
Kennwerte	3
Richtwerte	4
Anforderungen an die Messtechnik.....	5
Schallquelle	5
Durchführung einer Messung.....	6
Prüfbericht.....	7
Dienstleistungen und Produkte.....	8
Sprachverständlichkeitsmessungen gemäß DIN60268-16.....	9
Messverfahren	11
RASTI	12
STI-PA	12
Messgeräte.....	13

Einleitung

Seit einigen Jahren hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, dass die Akustik in Büroräumen einen erheblichen Einfluß auf die Konzentrationsfähigkeit und damit die Arbeitsleistung der Mitarbeiter hat.

Die klassischen Anforderungen fanden sich insbesondere in der DIN3382-2 und der DIN18041. Dabei steht eine Optimierung der Nachhallzeit im Vordergrund. Die Annahme ist hierbei, dass damit der Geräuschpegel insgesamt reduziert wird. Durch Absorber werden die Reflektionen reduziert, die Lautstärke von Sprechern reduziert sich durch den Lombard-Effekt.

Über die Jahre hat sich jedoch gezeigt, dass solch behandelte Räume keinesfalls eine günstige Akustik haben. Zwar hat sich die Nachhallzeit reduziert und damit die Sprachverständlichkeit verbessert, allerdings ist genau dieser Effekt kontraproduktiv. „Sprachfetzen“ werden jetzt über weite Distanzen im Büro getragen. Instinktiv reagieren Menschen auf Sprache besonders empfindlich. Ein Mensch versucht unbewusst wichtige Information aus dem Schall zu gewinnen und die Konzentration leidet darunter. Anschaulich läßt sich dieser Effekt mit einem Telefonierenden vergleichen. In einer allgemein lauten Umgebung tritt ein Telefongespräch kaum störend ins Gewicht. Ist die Umgebung jedoch mit hohem Aufwand im klassischen Sinne akustisch optimiert, kann ein solches Telefongespräch sehr störend sein, gerade weil die Sprachverständlichkeit hoch ist.

Diese Erkenntnisse spiegeln sich in der neuen Norm DIN EN ISO 3382-3:2012-05 (Akustik - Messung von Parametern der Raumakustik - Teil 3: Großraumbüros) wieder. Hier werden wesentlich breitere Anforderungen an die Akustik gestellt. Im Vordergrund steht dabei die Reduktion der Sprachverständlichkeit. Der Schwerpunkt liegt dabei auf dem Erreichen einer guten privaten Gesprächsumgebung an den einzelnen Arbeitsplätzen. Daher werden im wesentlichen der Schallpegel und die Sprachverständlichkeit (DIN60268-16) gemessen. Die klassische Nachhallzeit wird nicht mehr direkt gemessen. Allerdings spiegeln sich die Reflektionseigenschaften des Raumes in der Sprachverständlichkeit wieder. Dieser Parameter STI ist wesentlich aussagefähiger als RT60.

Im Rahmen einer ganzheitlichen Untersuchung eines Raumes sollte jedoch zusätzlich die Nachhallzeit nach DIN3382-2 vermessen werden.

Durch den Schwerpunkt auf die Messung die Sprachverständlichkeit steigen die Anforderungen an die Messtechnik sowie den Ausbildungsstand des Messdienstleisters erheblich. Konnten raumakustische Messungen der Nachhallzeit bisher mit vielen Handschallpegelmessern und der bewährten Methode des abgeschalteten Rauschen durchgeführt werden, so ist diese Methode und die Ausrüstung den neuen Anforderungen nicht mehr gewachsen.

Über die letzten Jahre hatte sich gezeigt, dass das existierende Normenwerk keine ausreichende Grundlage zur objektiven Beurteilung von Großraumbüros darstellt. Es ist daher nur konsequent die Erfahrungen auf eine normative Grundlage zu stellen.

Daher erfordert die neue Norm ein Umdenken bei Planern, Ausrüstern, Ingenieurbüros, die Messungen anbieten, und Betreibern von Großraumbüros.

Kennwerte

Im Detail müssen folgende Parameter gemessen werden

- Ablenkungsabstand, r_D , in m
- Vertraulichkeitsabstand, r_p , in m
- räumliche Abklingrate des A-bewerteten SPL der Sprache, $DL_{2,S}$, in dB
- A-bewerteter SPL der Sprache im Abstand von 4m, $L_{p,A,S,4m}$, in dB
- mittleres A-bewertetes Fremdgeräusch, in Oktavbändern L_p, A, B , in dB
- Abstand von der Schallquelle r

Der **Ablenkungsabstand** r_D ist der Abstand von der Schallquelle, ab der die Sprachverständlichkeit STI unter 0.5 sinkt.

Der **Vertraulichkeitsabstand** r_p ist der Abstand von der Schallquelle, ab der die Sprachverständlichkeit STI unter 0.2 sinkt.

$L_{p,A,S,4m}$ ist der A-bewertete **Nenn-Schalldruckpegel** der normalen Sprache in einem Abstand von 4,0 m von der Schallquelle. Die Messung muss nicht im Abstand von 4m erfolgen, sondern dieser Wert wird durch lineare Regression aus anderen Positionen berechnet.

Das Fremdgeräusch, L_p, A, B ist der Schalldruckpegel in Oktavbändern, am Arbeitsplatz während der Arbeitszeit, jedoch bei Abwesenheit von Personen. Alle durchgängig vorliegenden Geräusche sollen dabei gemessen werden, die nicht durch Menschen verursacht werden, z. B. RLT-Anlagen (Heizung, Lüftung und Klima), Verkehrsgeräusche in der Umgebung, Büroausstattung oder ein System zur künstlichen Erzeugung von verdeckendem Schall (Sound-Masking),

Der Ablenkungsabstand, der Vertraulichkeitsabstand, der Sprachpegel sowie der Fremdgeräuschpegel sollten möglichst niedrig sein. Die Abklingrate hingegen sollte möglichst hoch sein.

Je kleiner der Ablenkungsabstand ist, desto kleiner ist der räumliche Bereich in dem Sprache noch verstanden werden kann und damit zu einer möglichen Ablenkung führt.

Richtwerte

Zur Zeit sind sinnvolle Richtwerte noch Gegenstand aktueller Forschung. Die aktuelle Version der Norm empfiehlt:

- Ablenkungsabstand, $r_D \leq 5m$
- räumliche Abklingrate, $DL_{2,S} \geq 7dB$
- A-bewerteter SPL der Sprache im Abstand von 4m, $L_{p,A,S,4m} \leq 48dB$

Typische Werte in Büros mit ungünstiger Akustik sind:

- Ablenkungsabstand, $r_D > 10m$
- räumliche Abklingrate, $DL_{2,S} < 5dB$
- A-bewerteter SPL der Sprache im Abstand von 4m, $L_{p,A,S,4m} > 50dB$

Hierbei sei angemerkt, dass die Abklingrate unter Freifeldbedingungen 6dB beträgt. Dies sind ideale Ausbreitungsbedingungen ohne jegliche Reflektionen an den Wänden, wie sie in der Praxis nicht auftauchen. Klassische akustische Massnahmen nach DIN18041 haben eine Reduktion der Nachhallzeit auf 0,5-0,8s als Ziel. Dies wird durch großflächige Absorber z.B. an den Decken leicht erreicht.

Vielfach sind diese Räume überdämpft und der Aufwand für die akustische Sanierung ist kontraproduktiv.

Mit solchen Maßnahmen lassen sich die Zielvorgaben für die Abklingrate nicht erfüllen. Durch die geforderte Abklingrate von mehr als 7dB sind Abschirmungsmassnahmen zwischen den Arbeitsplätzen unvermeidlich. Und dies ist die wirklich neue Forderung der DIN3382-3. Dies wurde während der letzten Jahren von erfahrenen Planern bereits umgesetzt. Bisher fehlte hierfür eine normative Grundlage. Diese Lücke wird durch die neue Norm geschlossen.

Hierbei gibt es natürlich ein Zielkonflikt zwischen dem Konzept eines Großraumbüros (Open Space) und Abschirmung. Häufig werden absorbierende Teiler, die nicht bis zur Decke reichen, zwischen den Arbeitsplätzen plziert. Durch Beugungseffekte ist die Abschirmung insbesondere frequenzabhängig und vielfach unzureichend.

Anforderungen an die Messtechnik

Für eine normgerechte Messung ergeben sich folgende Anforderungen

- Die Messung muss im vollständig möblierten Zustand erfolgen
- Die Messung erfolgt ohne Personen, aber mit typischen Fremdgeräuschen
- Eine Messung der Sprachverständlichkeit nach DIN60268-16 ist zwingend erforderlich. Dabei muss der vollständige Parametersatz STI gemessen werden. Eine Verwendung der vereinfachten Verfahren wie STI-PA ist nicht zulässig. Damit können Geräte wie der NTI AL1 oder XL2 **nicht** verwendet werden.
- Die Messgeräte müssen die Anforderungen nach DIN 61672- **Klasse 1** erfüllen
- Die Messmikrofone müssen ungerichtet sein (Kugelcharakteristik)
- Die Messung erfolgt in Oktavbändern im Bereich von 125Hz bis 8000Hz
- Lautsprecher und Mikrofon müssen 1,2m über dem Boden positioniert werden
- Omnidirektionale - ungerichtete - Lautsprecher (z.B. **Dodekaeder**) sind vorgeschrieben. Im Entwurf von 2009 wurden diese bevorzugt, waren jedoch nicht zwingend. Hintergrund ist, dass auch ein Mitarbeiter nicht ausschliesslich in eine festgelegte Richtung spricht.
- Der Pegel der Schallquelle muss in Oktavbändern kalibriert sein

Schallquelle

Die Schallquelle muss ungerichtet sein und in alle Raumrichtungen gleichmässig abstrahlen. Dies wird in dem geforderten Frequenzbereich durch einen Dodekaeder nach DIN140 erreicht.

Für die Pegelmessung $L_{p,A,S,4m}$ wird eine Schallquelle benötigt, deren Schalleistungsspektrums einem Mittelwert der normalen menschlichen Sprache entspricht. Diese Mittelwerte fassen männliche und weibliche Sprecher zusammen. Die Referenzwerte beruhen auf ANSI S 3.5-1997 (R2007)

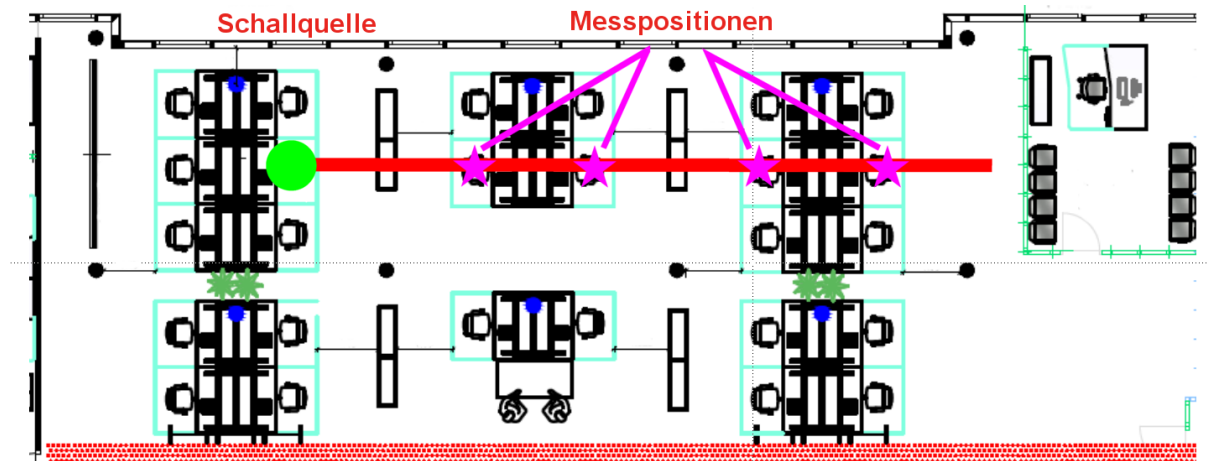
Unter Freifeldbedingungen müssen folgende Werte eingehalten werden:

Oktavband	Frequenz	Schallleistungs- pegel LW,S	Schalldruckpegel Lp,S,1m
	Hz	dB re 1 pW	dB re 20 µPa
1	125	60,9	49,9
2	250	65,3	54,3
3	500	69,0	58,0
4	1 000	63,0	52,0
5	2 000	55,8	44,8
6	4 000	49,8	38,8
7	8 000	44,5	33,5
	A-bewertet	68,4	57,4

Die Schallquelle muss genau auf diese Oktavpegel kalibriert werden. Dies kann nur unter Laborbedingungen erreicht werden. Lautsprecher und Verstärker bilden eine Einheit und werden vom Hersteller eingemessen. Solche System sollten regelmässig (jährlich) in einem geeigneten Labor geprüft werden, da unter normalen Raumbedingungen die Kalibrierung nicht überprüft werden kann.

Durchführung einer Messung

Zunächst wird der Lautsprecher an einer typischen Kopf-Position eines Mitarbeiters platziert. Dabei muss ein Mindestabstand von 0.5m von Tischen und 2m von Wänden oder anderen reflektierenden Flächen eingehalten werden. Danach werden in verschiedenen Abständen von der Schallquelle alle geforderten Parameter gemessen. Die Messpositionen sollten in einer Linie sein, die über die Arbeitsplätze erfolgt. Typischerweise werden sechs bis zehn Messpositionen verwendet, mindestens jedoch vier. Für die räumliche Abklingrate werden nur die Abstände im Bereich von 2-16m verwendet. Die erste Messposition muss sich am nächstgelegenen Arbeitsplatz auf der gedachten Linie befinden. Insgesamt müssen mindestens 2 Positionen der Schallquelle vermessen werden.



Prüfbericht

Ein Prüfbericht muss folgende Angaben enthalten

- a) Eine Aussage, dass die Messungen in Übereinstimmung mit diesem Teil der DIN EN ISO 3382-3:2012
- b) Name und Lage des geprüften Raums;
- c) Grundrisszeichnung des Raums mit einer Angabe des Maßstabs und, sofern relevant, ein Schnitt durch den Raum
- d) Höhe und Hauptmaße des Raums;
- e) Bedingungen im Raum (Möbiliar, Anzahl der anwesenden Personen, Betrieb der Lüftungsanlage)
- f) Beschreibung der Oberfläche von Fußboden und Decke
- g) Beschreibung von Typ und Höhe der Abschirmungen
- h) Art der Schallquelle und Angabe der Richtungskenngrößen
- i) Beschreibung der Schallsignale, der Messeinrichtung und der Mikrophone
- j) Quellen- und Mikrofonpositionen auf der Grundrisszeichnung, einschließlich Abschirmungen und Aufbewahrungseinheiten zwischen Quelle und Mikrofon, sowie die Höhe
- k) Messergebnisse als Einzahl-Werte
- l) Kurven der räumlichen Schallverteilung einschließlich Messdaten für $L_{p,A,S}$, $L_{p,A,B}$ und STI
- m) Messdatum und Name der die Messungen durchführenden Organisation.



Dienstleistungen und Produkte

Wir führen deutschlandweit Messungen gemäß DIN 3382-3 durch. Auf Anfrage auch weltweit. Dabei verwenden wir modernste Messtechnik, mit der wir die Parameter mit Chirp-Signalen messen, die eine Weiterentwicklung der rosa MLS-Signale darstellen.

Wir bieten auch ein solches Messsystem als Komplettsystem an.

Weiterhin vermitteln wir auch die notwendigen Grundlagen sowie das Hintergrundwissen, das Sie für Messungen bzw. die Interpretation benötigen. Dieses Wissen vermitteln wir als Schulungen / Seminare bei Ihnen vor Ort, die Sie bei uns buchen können.

Sprachverständlichkeitsmessungen gemäß DIN60268-16

Die Sprachverständlichkeit spielt bei der DIN3382-3 eine zentrale Bedeutung. Daher fassen wir hier die wichtigsten Grundlagen zusammen.

Sprachverständlichkeit ist der Schlüssel menschlicher Kommunikation. Für Notfallwarnsysteme, Telekommunikationssysteme, Durchsagesysteme (z.B. in Bahnhöfen) oder allgemein Räume zur Sprachdarbietung (Schulungsräume) verringert eine ungünstige Sprachverständlichkeit nicht nur deren Funktion sondern ist auch sicherheitskritisch.

In vielen Ländern existieren daher gesetzliche Mindestanforderungen an die Sprachverständlichkeit. Für öffentliche Neubauten muss die Sprachverständlichkeit durch Messungen dokumentiert werden. In den meisten Fällen muss dabei die Norm IEC 60849 oder ISO 7240-16 berücksichtigt werden.

Für die Akustik in Großraumbüros wird hingegen im Fernbereich eines Arbeitsplatzes eine möglichst geringe Sprachverständlichkeit angestrebt.

Ein Mensch reagiert auch unbewusst besonders empfindlich auf Sprache, die auch gar nicht direkt an ihn gerichtet ist. Ist die Sprachverständlichkeit zu hoch, kann die Konzentrationsfähigkeit deutlich verringert werden.

Im Umfeld der DIN3382-3 wurde daher der Begriff des Ablenkungsabstand geprägt. Dies ist der Abstand in dem Sprache gerade noch verstanden werden kann. Im Zuge einer optimalen Akustik in einem Büro, sollte dieser Ablenkungsabstand möglichst gering sein.

Daher wird zur objektiven Beurteilung der Sprachverständlichkeit ein objektives Messverfahren benötigt.

Die ersten Messungen der Sprachverständlichkeit basierten auf einer statistischen Analyse von Hörtests. Diese *subjektiven* Verfahren sind sehr aufwendig und kaum handhabbar. Im Gegensatz hierzu sind die STI-Verfahren gemäß DIN 60268-16 eine *objektive* Methode. Es werden spezielle Testsignale aus moduliertem Rauschen verwendet. Diese Signale simulieren die menschliche Sprache. Von besonderem Interesse ist hierbei die Verschlechterung des Signals während der Ausbreitung durch den Raum. Aus den Veränderungen des Testsignals kann die Sprachverständlichkeit durch aufwendige Verfahren berechnet werden kann.

Die Sprachverständlichkeit wird beeinflusst von:

- Pegel des Sprachsignals. Ein zu geringer Pegel verringert die Sprachverständlichkeit. Mit zunehmendem Pegel verbessert sich die Sprachverständlichkeit. Ab einem gewissen Pegel nimmt die Sprachverständlichkeit wieder ab.
- Frequenzgang. Fehlen im Spektrum wichtige Bereiche im Sprachfrequenzbereich (300Hz-3000Hz) so kann die Sprache dumpf klingen.
- Nicht-lineare Verzerrungen. Lautsprecher oder Verstärkersystem können zu Verzerrungen führen, die die Sprachverständlichkeit verringern
- Pegel des Hintergrundgeräuschs. Entscheidend für die Sprachverständlichkeit ist der Abstand zwischen dem Sprachsignal und dem Hintergrundgeräusch. Je höher dieser Störabstand ist, desto höher ist die Sprachverständlichkeit. Werte über 15dB führen dann aber zu keiner Verbesserung mehr.
- Echos (Reflektionen mit einer Verzögerung > 100ms)

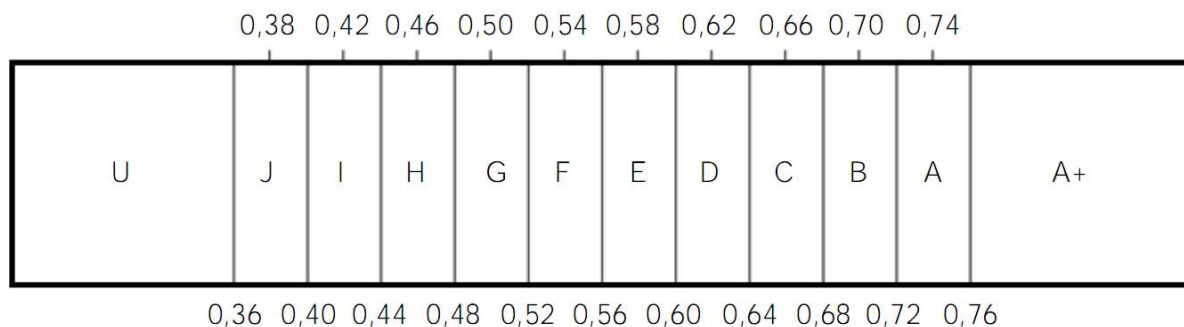
- Nachhall. Die Raumakustik hat einen entscheidenden Einfluss auf die Sprachverständlichkeit. Je höher der Hallanteil ist, desto geringer ist die Sprachverständlichkeit.

Die STI-Methode verwendet 7 Oktavbänder im Bereich 125Hz bis 8kHz. Aus allen Bändern wird ein Einzahl-Wert berechnet. Dieser Wert kann zwischen 0 und 1.0 liegen. Ein Wert von 0 bedeutet das keine Sprachverständigung möglich ist. 1.0 bedeutet eine ideale Sprachverständlichkeit.

Der Sprachverständlichkeitsindex STI kann im Bereich von 0.0 (unverständlich) bis 1.0 (exzellent verständlich) liegen.

STI Index	Kommentar
0.0-0.3	unverständlich/bad
0.3-0.43	schwach/poor
0.43-0.6	angemessen/fair
0.6-0.75	gut/good
0.75-1.00	ausgezeichnet/excellent

Im Zuge der 2011 Norm, wurde die Bewertung verfeinert. Hier wurden die Gruppen U bis A+ eingeführt.



Die folgende Tabelle zeigt typische STI-Werte, sowie die Kategorien für verschiedene Räume.

Kategorie	typischer STI	Beispiel
A+	>0,76	Aufnahmestudio
A	0,74	Theater, Hörsaal, Parlamentssaal, Gerichtssaal
B	0,7	Theater, Hörsaal, Parlamentssaal, Gerichtssaal
C	0,66	Theater, Telekonferenzraum
D	0,62	Klassenraum, Konzerthalle
E	0,58	Konzerthalle, moderne Kirche
F	0,54	PA Anlagen in Einkaufsgalerien, öffentliche Gebäude, Kathedralen
G	0,5	PA Anlagen in Einkaufsgalerien, öffentliche Gebäude, Kathedralen

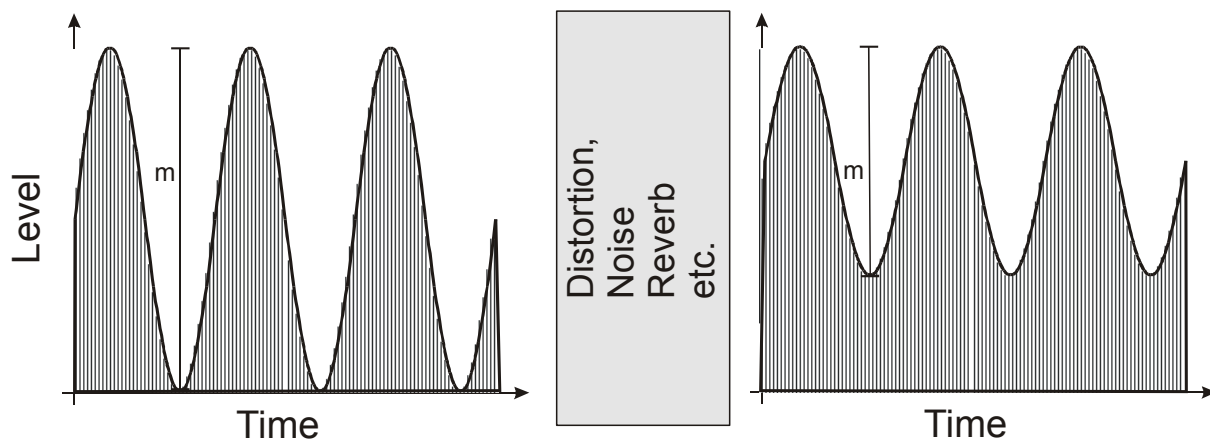
H	0,46	PA System in schwieriger akustischer Umgebung
I	0,42	PA System in sehr schwieriger akustischer Umgebung
J	0,38	ungeeignet für PA Systeme
U	<0,36	ungeeignet für PA Systeme

Für die DIN3382-3 sind die Grenzwerte von $STI=0.5$ und $STI=0.2$ von zentraler Bedeutung. Die Entfernung von der Sprachquelle bei der die Sprachverständlichkeit von 0.5 unterschritten wird, bezeichnet man als Ablenkungsabstand. Bei dem Grenzwert von 0.2 ist Sprach nicht mehr verständlich. Hier spricht man vom Vertraulichkeitsabstand. Im Rahmen einer optimierten Büroakustik wird eine möglichst geringer Ablenkungsabstand und Vertraulichkeitsabstand angestrebt. Ein Sprecher soll möglichst nur im geringen Umfeld „stören“.

Der Vertraulichkeitsabstand kann vielfach nicht gemessen werden, da die Sprachverständlichkeit im gesamten Raum oberhalb von 0,2 liegt.

Messverfahren

Das folgende Bild zeigt das modulierte Rauschsignal mit dem Modulationsgrad m . Durch den Übertragungsweg verringert sich die Modulation und damit auch die Sprachverständlichkeit.



Die relative Veränderung der Modulation kann über der Frequenz gemessen werden. Diese Funktion bezeichnet man als Modulations-Transfer-Funktion (MTF). Die Messung erfolgt in 7 Oktavbändern mit den folgenden Frequenzen 125Hz 250Hz 500Hz 1000Hz 2000Hz 4000Hz 8000Hz. Für jedes Band werden 14 Modulationsfrequenzen benutzt. Dies ist die vollständige STI-Methode.

Hz	0.63	0.8	1.0	1.25	1.6	2.0	2.5	3.15	4.0	5.0	6.3	8.0	10	12
----	------	-----	-----	------	-----	-----	-----	------	-----	-----	-----	-----	----	----

Damit ergibt sich folgende Matrix

Band [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Mod. Freq. 1 [Hz]	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63
Mod. Freq. 2 [Hz]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Mod. Freq. 3 [Hz]	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Mod. Freq. 4 [Hz]	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25

Mod. Freq. 5 [Hz]	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
Mod. Freq. 6 [Hz]	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Mod. Freq. 7 [Hz]	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Mod. Freq. 8 [Hz]	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15
Mod. Freq. 9 [Hz]	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Mod. Freq. 10 [Hz]	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Mod. Freq. 11 [Hz]	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
Mod. Freq. 12 [Hz]	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
Mod. Freq. 13 [Hz]	10	10	10	10	10	10	10
Mod. Freq. 14 [Hz]	12	12	12	12	12	12	12

RASTI

Für die Berechnung von STI werden alle 98 Meßpunkte verwendet. Mit klassischer Meßtechnik war dies nur mit einem enormen Zeitaufwand möglich (ca. 10s pro Meßpunkt und damit etwa 2min für eine Messung). Daher wurde die RASTI-Messung definiert, die nur mit zwei Oktavbändern (500Hz und 2kHz) arbeitet. Im 500Hz Band werden nur die Modulationsfrequenzen 1.0 2.0 4.0 und 8Hz verwendet, bei 2kHz 0.7 1.4 2.8 5.6 11.2Hz. Dadurch reduziert sich der Aufwand auf 9 Meßpunkte. Diese 9 Meßpunkte wurden in der STI-Matrix markiert. Im 2kHz Band verwendet RASTI allerdings etwas abweichende Modulationsfrequenzen.

Die ersten Meßgeräte boten lediglich die RASTI-Methode an, die aber weniger mit der subjektiven Meßmethode übereinstimmt.

Unser Messystem verwendet die indirekte Meßmethode über die Raumimpulsantwort und kann alle 98 Modulationsindices simultan berechnen.

STI-PA

Wie bereits erwähnt ist die STI-Methode bei direkter Umsetzung sehr zeitaufwendig. Die RASTI-Methode ist zwar deutlich einfacher. Sie zeigt aber eine geringere Korrelation mit subjektiven Tests. Einen guten Kompromiss stellt die STI-PA (Speech Transmission Index – Public Access) dar, die wie die STI-Methode breitbandig arbeitet (125-8kHz). Pro Band werden lediglich zwei Modulationsfrequenzen verwendet. Dadurch ist es möglich alle Meßpunkte in einem Signal simultan zu übertragen. Eine direkte Messung dauert lediglich 10s. Unser Messystem kann STI-PA direkt über die speziell modulierten Rauschsignale messen. Der Umweg über die Raumimpulsantwort entfällt. Der Meßaufbau ist auch deutlich einfacher. Es muß lediglich das spezielle STI-PA Signal über die zu messende Anlage oder Raum abgespielt werden. Über ein Mikrofon analysiert das System das Signal und bestimmt in Echtzeit den Modulationsverlust. Damit steht auch ein alternatives Meßverfahren zur Verfügung mit dem Fehlerquellen schnell eingekreist werden können.

Band [Hz]	125/250	500	1000	2000	4000	8000
Mod. Freq. 1 [Hz]	1	0.63	2	1.25	0.8	2.5
Mod. Freq. 2 [Hz]	5	3.15	10	6,25	4	12.5

Messgeräte

Heutzutage werden zwei verschiedene Messverfahren angeboten. Die *direkte* Methode verwendet das oben beschriebene modulierte Rauschen und ist bei STI sehr zeitaufwendig. Diese Methode wird bei der Messung der Sprachverständlichkeit von Notfall-Durchsagesystemen häufig verwendet. Durch den geringeren Aufwand können kompakte STI-PA Messsysteme verwendet werden. Insgesamt ist der Aufbau auch etwas einfacher.

Die *indirekte* Methode misst zunächst die Raumimpulsantwort und berechnet daraus die Sprachverständlichkeit. Hierbei wird die vollständige STI-Matrix ausgewertet. Andere raumakustische Parameter wie z.B. die Nachhallzeit können dabei gleichzeitig mit ausgewertet werden.

Im Rahmen der DIN3382-3 wird ausdrücklich die vollständige Auswertung der STI Matrix gefordert. Das vereinfachte STI-PA Verfahren wie z.B. vom NTI XL2 unterstützt wird, ist ausdrücklich **nicht** zugelassen.

Messungen im Bereich der neuen DIN 3382-3 werden daher ausschließlich mit computerunterstützten Messsystemen wie z. B. unserer Lösung AkuLap durchgeführt.