

Simulation von STI nach IEC 60268-16:2003

Jakob Kraft

Rahe-Kraft GbR, 10963 Berlin; Email: mail@rahe-kraft.de

Einleitung

Die IEC 60268 „Objektive Bewertung der Sprachverständlichkeit durch den Sprachübertragungsindex“ zielt im Wesentlichen auf die Messung des STI ab, weniger jedoch auf die Vorhersage durch Simulation. Gleichzeitig hat sich der STI auch im Hinblick auf die IEC 60849 in den letzten Jahren zur wichtigsten Kennzahl bei der Simulation von Beschallungsanlagen entwickelt.

Neben der Berechnung des STI und einer Betrachtung der wichtigsten Eingangsdaten und Methoden in der Simulation wird hier insbesondere auf die Möglichkeiten und Schwierigkeiten eingegangen, die sich aufgrund der Neuerungen in der überarbeiteten Version der IEC 60268 von 2003 ergeben.

Bekannte Probleme mit STI

Bei der Messung und Berechnung von STI bestehen vor allem zwei bekannte Probleme:

a) Unzureichende Berücksichtigung des Amplitudengangs

Selbst starke lineare Verzerrungen schlagen sich bei Berechnung des STI nach der Norm von 1998 praktisch nicht nieder; nur durch die Implementierung der Hörschwelle in der Version von 2003 oder die Berechnung mit realistischem Grundgeräusch fallen die Werte bei starkem Abfall zu höheren Frequenzen u.U. leicht ab.

b) Schwankungen des STI bei späten Echos

Bedingt durch die festen Modulationsfrequenzen bei der Berechnung des STI entstehen bei späten Echos abhängig von der Verzögerung zum Direktsignal starke

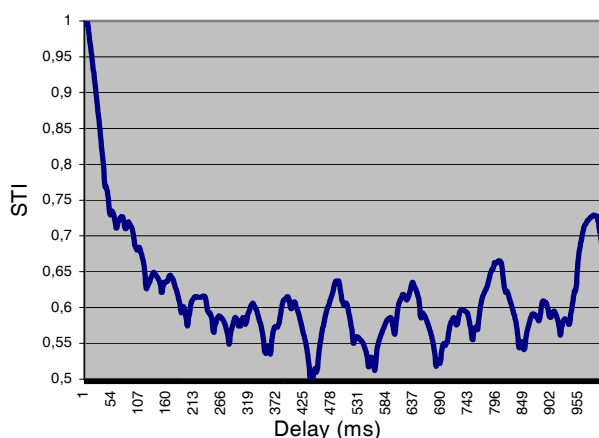


Abbildung 1: Schwankungen des STI (berechnet ohne Masking und Hörschwelle), berechnet für zwei identische Impulse mit unterschiedlichen Verzögerungszeiten

Schwankungen im Endergebnis, die dem subjektiven Hörempfinden keinesfalls entsprechen und ggf. sogar zu

einer Erhöhung des STI führen können. Durch Begutachtung der einzelnen MTFs können solche Effekte identifiziert werden; dies ist jedoch bei den in der Simulation üblichen Audience Area Mappings nicht möglich. Hierfür sind Simulationen mit dedizierten Empfängerpositionen notwendig, die allerdings eine vorherige Identifikation der relevanten Positionen erfordert. Hierfür eignet sich ein STI-mapping nur bedingt, starke örtliche Schwankungen z.B. bei der Schwerpunktszeit können ein Hinweis auf fokussierende Reflexionen sein.

Eingangsdaten

Als entscheidender Unterschied zur Messung von STI in realen Räumen müssen alle Ergebnisse einer Simulation immer im Hinblick auf die erreichbare Genauigkeit bei der Wahl der Eingangsdaten und Simulationsmethoden betrachtet werden. Da in den seltensten Fällen genaue Daten über die Absorptions- Streu- und Transmissionsgrade der am Bau verwendeten Materialien vorliegen und bei geplanten Bauten Messungen nicht möglich sind, müssen diese Daten z.T. geschätzt werden. Gleiches gilt für das verwendete Störgeräusch, welches ebenfalls entscheidenden Einfluß auf die prognostizierte Sprachverständlichkeit hat.

Hieraus ergibt sich eine hohe Verantwortung für den Berater bei der Schätzung der Daten einerseits und der Dokumentation und Interpretation der Ergebnisse andererseits.

Berechnungsmethoden, Berechnungszeit

Neben den unterschiedlichen Berechnungsalgorithmen der verschiedenen Softwareanbieter sowie unterschiedlicher Handhabung von Lautsprecherdaten bei Line-Arrays haben bei der Berechnung von STI vor allem die Strahlenverfolgungszeit und die Anzahl der verwendeten Strahlen besonderen Einfluss auf das Ergebnis. Die

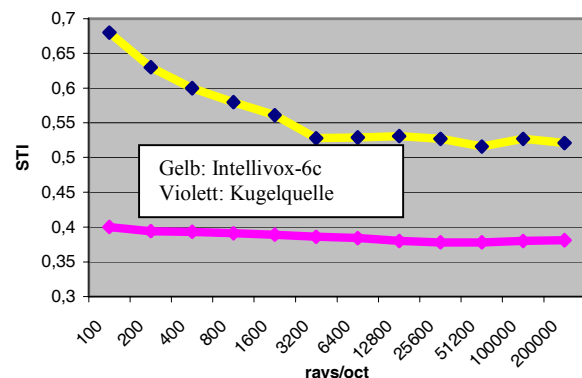


Abbildung 2: Schwankungen des STI abhängig von der Strahlenanzahl mit verschiedenen Lautsprechern, Berechnung aus CATT-Acoustic, Beispielraum mit etwa 6 sec. Nachhallzeit

notwendige Anzahl von Strahlen hängt jedoch auch stark von der Richtwirkung der verwendeten Lautsprecher ab. In großen Gebäuden mit vielen Lautsprechern kann es nötig sein, die Anzahl der Strahlen auf das notwendige Maß zu reduzieren, um Berechnungszeit zu sparen. Aufgrund der Abhängigkeit der Ergebnisse auch von den verwendeten Richtcharakteristika ist hier große Vorsicht bei der Wahl der Strahlenanzahl geboten.

Neuerungen durch die IEC 60268:2003

Die wesentlichen Neuerungen durch die Überarbeitung der Norm in 2003 bestehen sind:

- Einführung des STIPA
- Unterscheidung STImale/STIfemale
- Implementation der Hörschwelle
- Pegelabhängige Verdeckung

Die pegelabhängige Verdeckung ist bei Beschallungen mit Notrufpegel von Bedeutung und bildet die nicht unerhebliche Verminderung der Sprachverständlichkeit bei hohem Pegeln besser ab. Aus der Hörschwelle sowie der höheren Verdeckung bei hohen Pegeln ergibt sich eine stärkere Abhängigkeit des STI vom Amplitudengang der Beschallungsanlage sowie dem absoluten Pegel in der Simulation oder Messung.

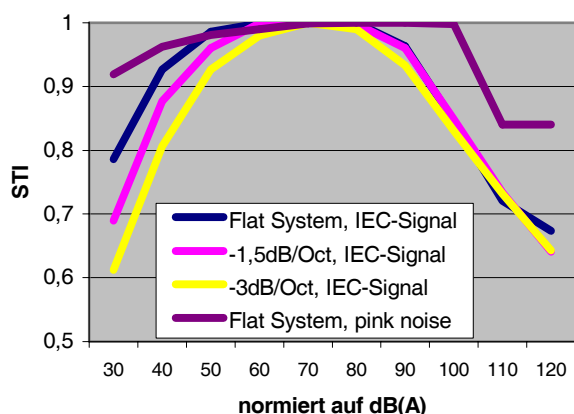


Abbildung 3: STI in Abhängigkeit vom Frequenzgang der Anlage bei verschiedenen Anregungsspektren

Die Unterscheidung zwischen dem Amplitudengang der Beschallungsanlage und dem verwendeten Eingangsspektrum ist hier besonders wichtig; es muss immer das in der Norm genannte Anregungssignal für die Simulation/Messung genutzt werden; bei Verwendung eines rosa oder weißem Rauschen wird der Signal-Störabstand, der Einfluss der Hörschwelle und vor allem die Pegelabhängige Verdeckung nicht richtig berücksichtigt; Abweichungen im STI nach oben sind die Folge.

Bedeutung für die Simulation von STI

Die Neuerungen in der Norm ermöglichen insbesondere bei hohen Beschallungspegeln eine genauere und hörgerechtere Simulation des STI. Dies ist insbesondere für den Nachweis der in der IEC 60849 geforderten Werte für Notrufdurchsageanlagen besonders wichtig (z.B. Fußballstadien) und als notwendig einzustufen. Für die Vorhersage von STI im Normalbetrieb (Durchsagen auf

Flughäfen, Bahnhöfen etc.) sind Hörschwelle und pegelabhängige Verdeckung allerdings von nachrangiger Bedeutung. Da auch das Störgeräusch und der tatsächliche Nutzpegel im späteren Betrieb bei der Simulation i.d.R. noch nicht genau bekannt sind, ist für solche Anlagenzustände eine Simulation des STI mit Grundgeräusch daher ohnehin nicht sinnvoll und hat allenfalls indikativen Charakter.

Bislang konnte der STI ohne Grundgeräusch (und ohne Masking und Hearing Threshold) in der Simulation sehr gut für den Vergleich verschiedener Anlagen in einem Raum als auch für die Optimierung der Anlage in der Simulation herangezogen werden, ohne dass auf absoluten Pegel, Entzerrung oder Anregungsspektrum für die jeweiligen Lautsprecher Rücksicht genommen werden musste.

Mit Implementierung der Hörschwelle und der pegelabhängigen Verdeckung entsteht auch ohne Berücksichtigung des Grundgeräuschs nun eine Abhängigkeit des STI von Pegel und Entzerrung, was für eine reine Betrachtung der Interaktion zwischen Lautsprecher und Raum jedoch weder notwendig noch sinnvoll ist.

Interpretation und Dokumentation

Durch die erhöhte Zahl der relevanten Eingangsparameter für die Berechnung von STI steigt der Dokumentationsaufwand. Um eine Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, ist bei Messungen für jeden Messpunkt die Angabe des Nutzpegels zwingend notwendig. Die bei Simulationen übliche Darstellung als Mapping ist weniger geeignet, da eine gleichzeitige Angabe der Oktavbandpegel in übersichtlicher Form nicht möglich ist. Sinnvoller sind im Hinblick auf spätere Kontrolle im realen Raum daher Angaben für einzelne Empfängerpositionen.

Insgesamt erfordert die Dokumentation der Berechnungsergebnisse des STI nach IEC 60268 in der Version von 2003 höhere Sorgfalt als bisher.

Fazit

Für die tägliche Praxis mit Simulationsprogrammen ist die Implementierung der Änderungen in gängige Software nötig, um Nachweise der erreichbaren Sprachverständlichkeit nach IEC 80649 führen zu können. Dies erfordert hohe Sorgfalt seitens des Beraters und ist nicht für alle Aufgaben sinnvoll und notwendig. Gleichzeitig ist für Simulationen die Berechnung des STI ohne Grundgeräusch, Maskierung und Hörschwelle für technische Vergleiche von zentraler Bedeutung.

Wünschenswert wären explizite Hinweise für die Simulation von STI in kommenden Versionen der Norm, insbesondere die Aufnahme des STI ohne Grundgeräusch, Hörschwelle und Maskierung als Verfahren für technische Vergleiche.

Die sich anbahnende breite Akzeptanz und Umsetzung der Norm als Messvorschrift sollte mittelfristig auch die für Standardisierung von Simulationsverfahren unter Berücksichtigung der spezifischen Unterschiede angestrebt werden.