

Einleitung

Akustische Grundlagen

Messverfahren

Messpraxis

Zusammenfassung

Sprachverständlichkeit

Dipl.-Ing. Markus Bertram

Einleitung

Akustische Grundlagen

Messverfahren

Messpraxis

Zusammenfassung

Fragen:

- Welche Faktoren beeinflussen die Sprachverständlichkeit?
- Wer ist verantwortlich für eine hohe Sprachverständlichkeit?
- Wie können wir die Sprachverständlichkeit messen?
- Wie funktioniert die Messung in der Praxis?

Einleitung

Akustische Grundlagen

Messverfahren

Messpraxis

Zusammenfassung

Frage: Welche Faktoren beeinflussen die Sprachverständlichkeit?

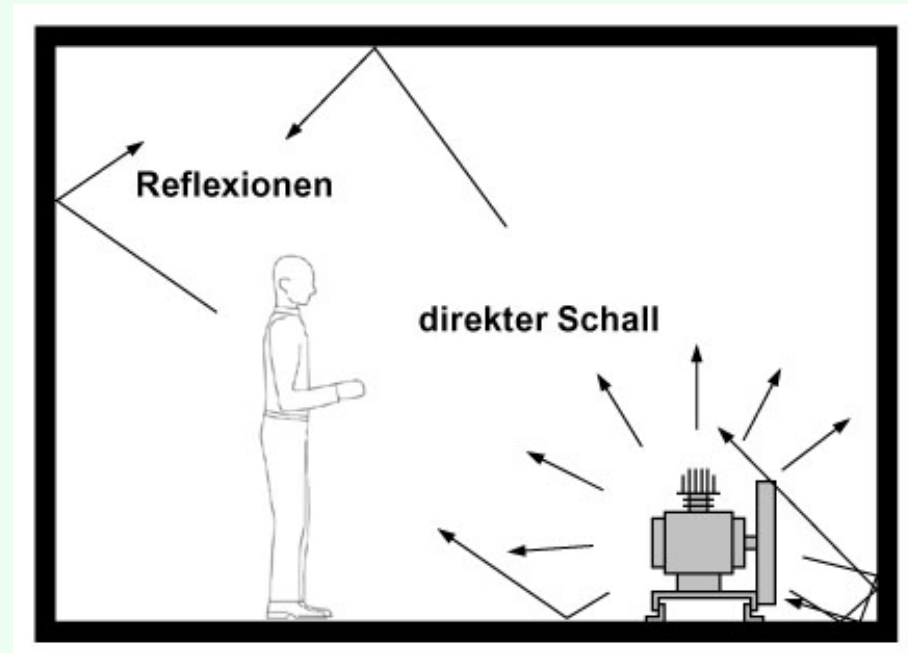
→ *Übertragungskette*

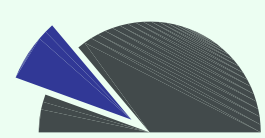


- Sprecher/Zuhörer: kaum Einfluss
- Raumakustik: Architekt/Akustiker und ELA-Planer
- ELA: Planer/Installateur

Zum Einfluss der Raumakustik auf die Sprachverständlichkeit:

- beim Hörer treffen Direktschall und Reflexionen ein → „**Nachhall**“
- Reflektion findet an reflektierenden („**schallharten**“) Oberflächen statt
- schallharte Flächen sind z. B. Glas, Beton, Mauerwerk, Fliesen etc.
- Maß für den Nachhall: **Nachhallzeit RT_{60}** in Sekunden





Einleitung

Akustische Grundlagen

Messverfahren

Messpraxis

Zusammenfassung

Nachhallzeit RT_{60}

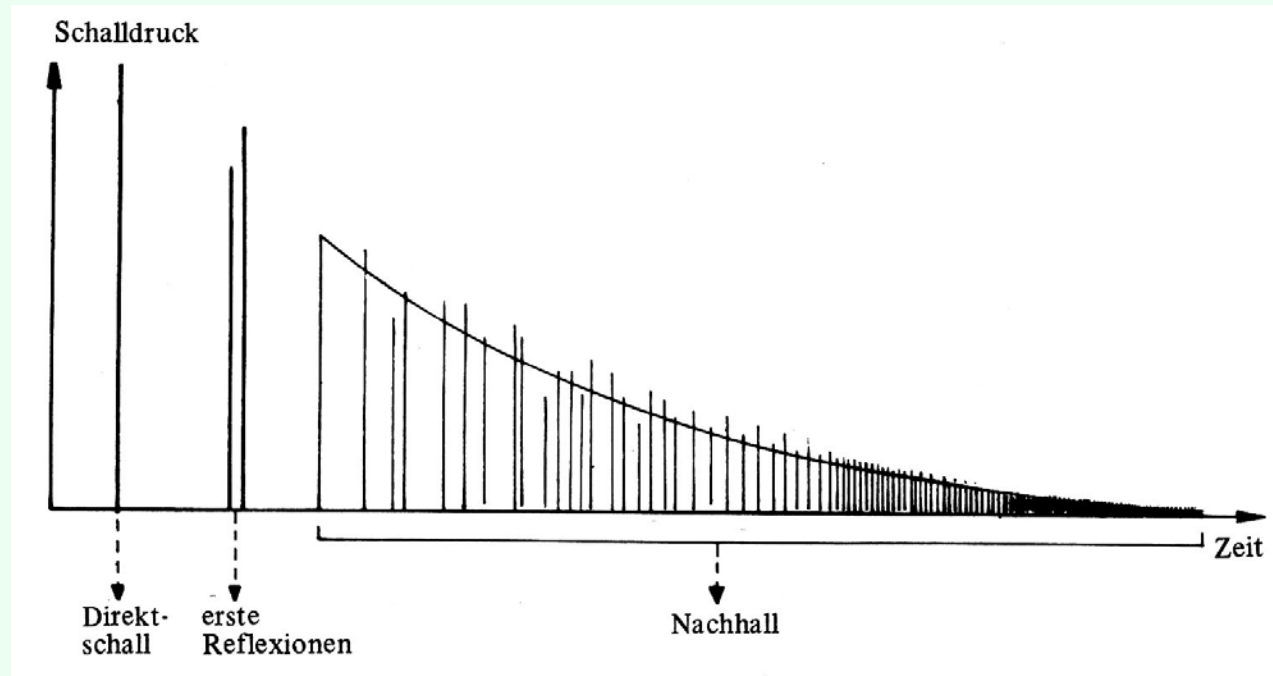
typische Werte:

Wohnraum:
0,4 - 0,8s


Vortragsraum:
 $\approx 1,0$ s


Konzertsaal:
1,5 - 2,2s


Kirche:
2,0 - 15s

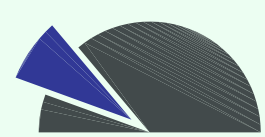


Hörbeispiele:

$RT_{60} = 0,0$ sec 

$RT_{60} = 1,0$ sec 

$RT_{60} = 2,0$ sec 



Einleitung

Akustische Grundlagen

Messverfahren

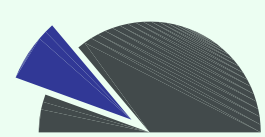
Messpraxis

Zusammenfassung

In der Praxis:

- Vorsicht bei schallharten Oberflächen wie Glas, Beton, Mauerwerk, Fliesen usw.
- Inneneinrichtung (Pflanzen, Papier, Staub, Textilien etc.) wirkt häufig absorbierend, daher Vorsicht bei spärlich eingerichteten Räumen
- eine gute bis sehr gute Sprachverständlichkeit ist nicht nur für Seminar- und Konferenzräume wichtig: auch Büro- und Empfangsräume, Korridore, Ruhezonen, Kantinen, Callcenter, Sportstätten, Kneipen und Restaurants usw. profitieren hiervon
- alle Räume, in denen Menschen miteinander kommunizieren, profitieren von einer guten Akustik





1. Hörtests mit realen Sprechern und realen Zuhörern

→ extrem aufwändig oder statistisch unsicher und nicht reproduzierbar

2. Objektives Messverfahren: *STI* (*Speech Transmission Index*)

→ gut geeignet bei Unklarheiten oder Diskussionen, da international genormtes (IEC 60268 16:1998), physikalisches Messverfahren

→ Funktionsweise: in die ELA- Anlage wird ein Testsignal eingespeist, an den Hörerplätzen nimmt ein Messmikrofon die empfangenen Testsignale auf und ein Computer berechnet nach einer Analyse die Sprachverständlichkeit.

→ Bewertung anhand einer einfachen Einzahl-Skala.

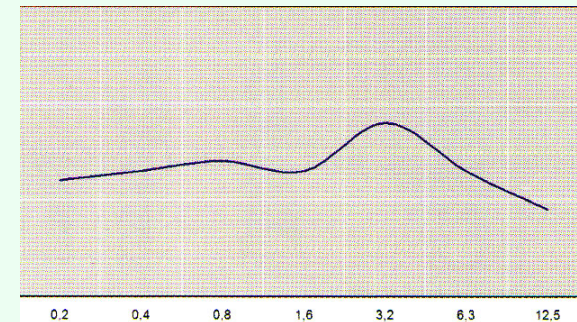
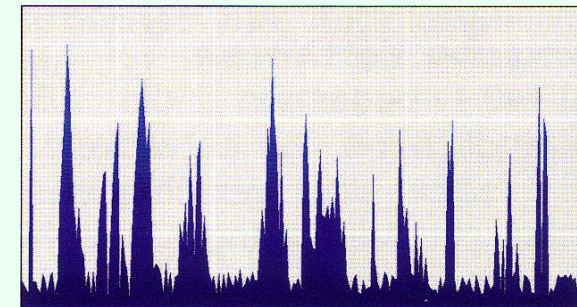
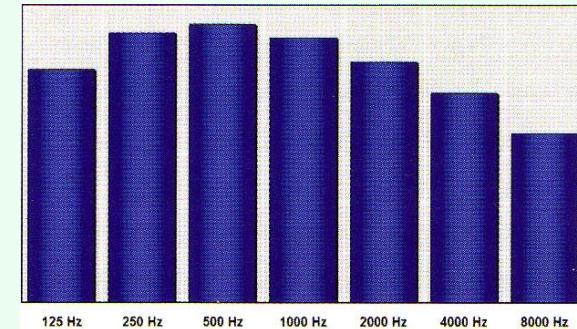
<i>STI Bewertungsskala:</i>	
<0,3	sehr schlecht
0,3 bis 0,45	ungenügend
0,45 bis 0,6	befriedigend
0,6 bis 0,75	gut
>0,75	hervorragend

STI Verfahren benutzt : **MTF**

Modulation Transfer Function oder
Modulationsübertragungsfunktion

Sprachmodell: Frequenzmodulation

- Aufteilung der Stimme in 7 Frequenzgruppen:
125Hz, 250Hz, 500Hz, 1kHz, 2kHz, 4kHz, 8kHz
- Darstellung der Pegeländerungen in diesen
Frequenzgruppen als Hüllkurve
- Spektrum der Hüllkurve beschreibt diese
Modulation: Zerlegung in 14 Terzbänder:
0,63Hz, 0,8Hz, 1Hz, 1,25Hz, 1,6Hz, 2Hz, 2,5Hz,
3,15Hz, 4Hz, 5Hz, 6,3Hz, 8Hz, 10Hz, 12,5Hz



Einleitung

Akustische Grundlagen

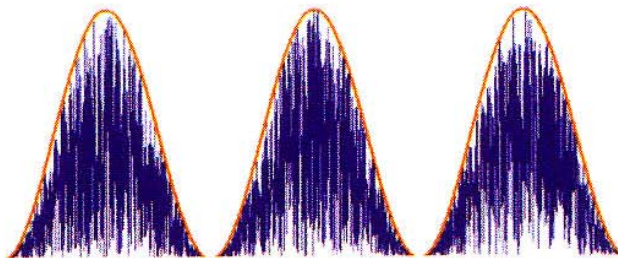
Messverfahren

Messpraxis

Zusammenfassung

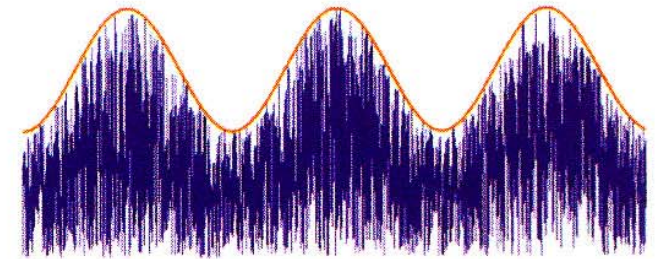
Idee des STI Verfahren:

Für gute Sprachverständlichkeit müssen Modulationen des Sprachsignals erhalten bleiben, daher Messung der MTF als Maß für die Sprachverständlichkeit.



Modulated Octave Band Noise

Reverb
Reflections



Resulting signal

Zusätzlich Auswertung von weiteren physikalischen Parametern

Einleitung

Akustische Grundlagen

Messverfahren

Messpraxis

Zusammenfassung

Die Testverfahren im einzelnen:

1) *STI (Speech Transmission Index)*

aufwändig: 7 Sprachfrequenzgruppen x 14 Frequenzbänder der Hüllkurve = 98 Einzelmessungen

→ heute nur in Einzelfällen interessant

2) *RASTI (Room Acoustics Speech Transmission Index)*

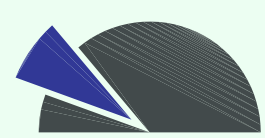
Beschränkung auf 9 Einzelmessungen, dadurch schneller und praktikabler, jedoch auch deutlich ungenauer als STI

→ bislang Stand der Messpraxis

3) *STI-PA (Speech Transmission Index for Public Address Systems)*

Beschränkung auf 12 Einzelmessungen, geschicktere Auswahl dieser Messparameter, schnell und deutlich genauer als RASTI

→ neues Messverfahren, dass sich momentan durchsetzt



Einleitung

Akustische Grundlagen

Messverfahren

Messpraxis

Zusammenfassung

Außerdem:

%ALcons: Artikulationsverlust, in den USA populär, gute Werte < 10%

$$\%ALcons = \frac{200 \cdot D^2 \cdot RT_{60}^2}{V \cdot Q}$$

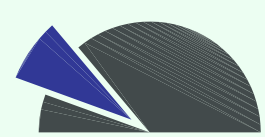
D Entfernung zur Schallquelle in Metern

RT₆₀ Nachhallzeit in Sekunden

V Volumen des betrachteten Raumes

Q Bündelungsgrad der Schallquelle

(gilt ca. bis zum 3-fachen Hallradius)



Einleitung

Akustische Grundlagen

Messverfahren

Messpraxis

Zusammenfassung

Außerdem:

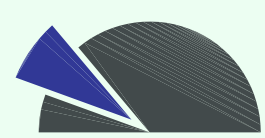
%ALcons: Artikulationsverlust, in den USA populär, gute Werte $< 10\%$

STI Bewertungsskala:

$<0,3$	sehr schlecht
0,3 bis 0,45	ungenügend
0,45 bis 0,6	befriedigend
0,6 bis 0,75	gut
$>0,75$	hervorragend

%ALcons Bewertungsskala:

60 – 24	ungenügend
23 – 12	mangelhaft
11 – 4,9	befriedigend
4,8 – 1,5	gut
1,4 – 0,0	sehr gut



Einleitung

Akustische Grundlagen

Messverfahren

Messpraxis

Zusammenfassung

Messpraxis



Einleitung

Akustische Grundlagen

Messverfahren

Messpraxis

Zusammenfassung

Zusammenfassung:

- ✓ Raumakustik und ELA beeinflussen die Sprachverständlichkeit
- ✓ Architekten/Akustiker und ELA Planer sind für eine hohe Sprachverständlichkeit verantwortlich
- ✓ Messung der Sprachverständlichkeit als STI, RASTI und STI-PA
- ✓ Die Messung in der Praxis

Fragen?

www.akustik-institut.de