

Richard Merget
RM_AUDIO ENGINEERING

www.richard-merget.de

RM_AUDIO ENGINEERING

Richard Merget Dipl. Ing.
Planung, Simulation und
Messung elektroakustischer Anlagen



ZVEI LGB Arbeitskreis und Erstellung von ELA Infos und Merkblättern bis 2015

ZVEI Arbeitskreis Störschall bis 2015

ARGE DIN 14675 Prüfungsfragen Erstellung und Schulung Planer- und
Errichter-Zertifizierung ZVEI und UDS bis 2016

DKE Erneuerung der 0883 Teil 4 bis Ende 2014

DKE neue Produktnorm Aktivlautsprecher seit November 2017 abgeschlossen

DEGA Arbeitskreis Qualität in Beschallungsanlagen bis 2013

Arbeitskreis "DFB Leitfadens Beschallungstechnik" seit 2017

Thema: Einflussgrößen der Sprachverständlichkeit aus
elektroakustischer Sicht





ein grösseres Stadion...



Schleyer Halle Stuttgart

Zwei Dinge zu denen jeder !!! Mensch taugt...

Eine Eigenschaft ist negativ ...und eine ist positiv.
Gibt es das ???
Doch schon....

Hinweis: nicht alle Folien liegen
Ihnen als pdf vor, weil
Urheberrechte dies
einschränken !

NEGATIV

1. Jeder Mensch taugt zur **Störschallquelle**, viele Menschen, viel Störschall
Konsequenz für uns als Beschaller :

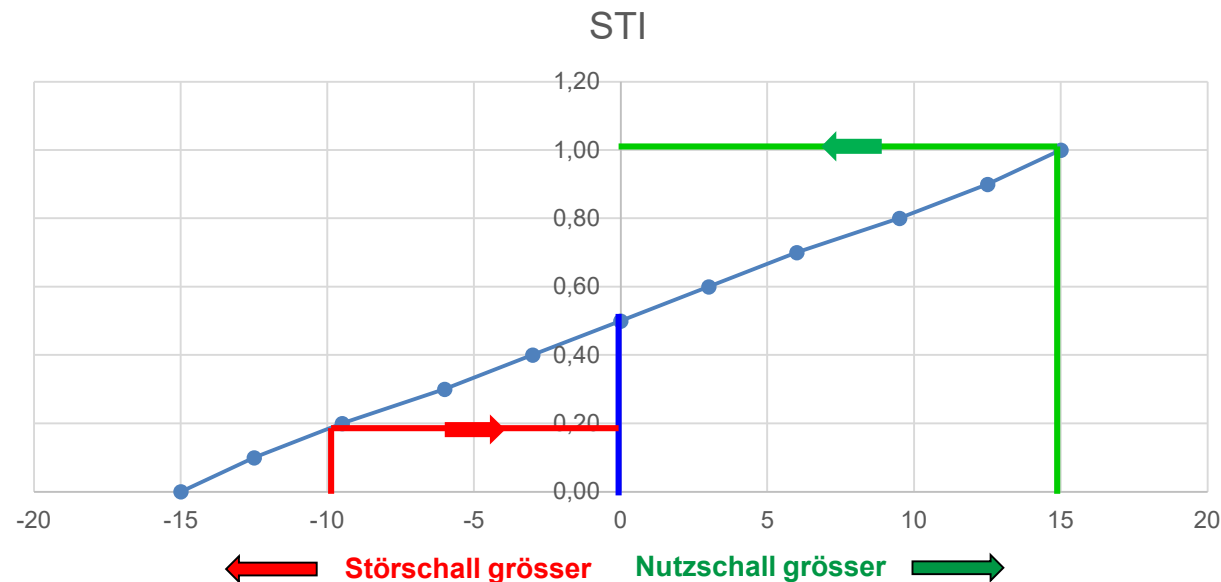
Wir müssen mit unseren Ansagen deutlich lauter sein als der Störschall, damit diese verstanden werden ! Denken Sie an Fussball, Bahnhof, Mall usw.

POSITIV

2. Jeder Mensch taugt als **Absorber**, im Winter besser, im Sommer schlechter,
viele Leute gleich viel Absorption. ..*die einzige positive Eigenschaft jedes Menschen*
Konsequenz für uns als Beschaller:

Wir erreichen durch die zusätzliche Absorption günstigere Nachhallzeit-
Werte, die Erreichung normgemässer Werte der Sprachverständlichkeit wird
einfacher...aber wir brauchen bei vielen Menschen (und damit viel Störpegel)
eben auch hohe Nutzpegel...

Störschalleinfluss auf den STI



diese Betrachtung erfolgt unabhängig von sonstigen Einflussgrössen wie Maskierung oder Nachhall

Der Störschall ist eine ganz wesentliche Einflussgrösse auf die Sprachverständlichkeit und laut Normenvorgabe, genauso wie die Maskierung, entsprechend zu berücksichtigen.

Wenn der Störschallpegel genauso gross ist wie der Nutzschaalpegel haben wir einen STI von 0,5 => Normenanforderung

Wenn der Störschallpegel 10dB grösser als der Nutzschaalpegel ist, ergibt sich ein STI von ca. 0,2

Wenn der Störschallpegel 15dB kleiner als der Nutzschaalpegel ist, ergibt sich ein STI von 1

Anmerkung: dies sind Bedingungen welche bei der **Messung** des STI herrschen sollten

Nachhallzeit und Störpegel - Ermittlung

Bei vorhandenen Objekten: **Messung.....**



Vorteil: einfaches Handling, laut genug auch im Stadion, breitbandig genug

Nachteil: in Banken, Bahnhöfen, Flughäfen nicht gerne gesehen

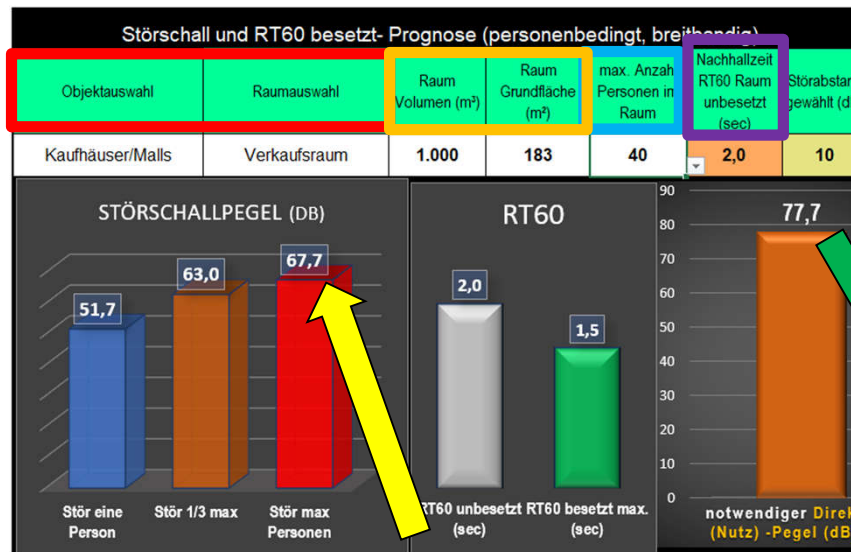
Vorteil: einfaches Handling, laut genug, breitbandig genug

Nachteil: geht gerne mal mechanisch kaputt, ist ziemlich gross

Vorteil: einfaches Handling, laut genug, breitbandig genug

Nachteil: geht gerne mal mechanisch kaputt, ist ziemlich gross

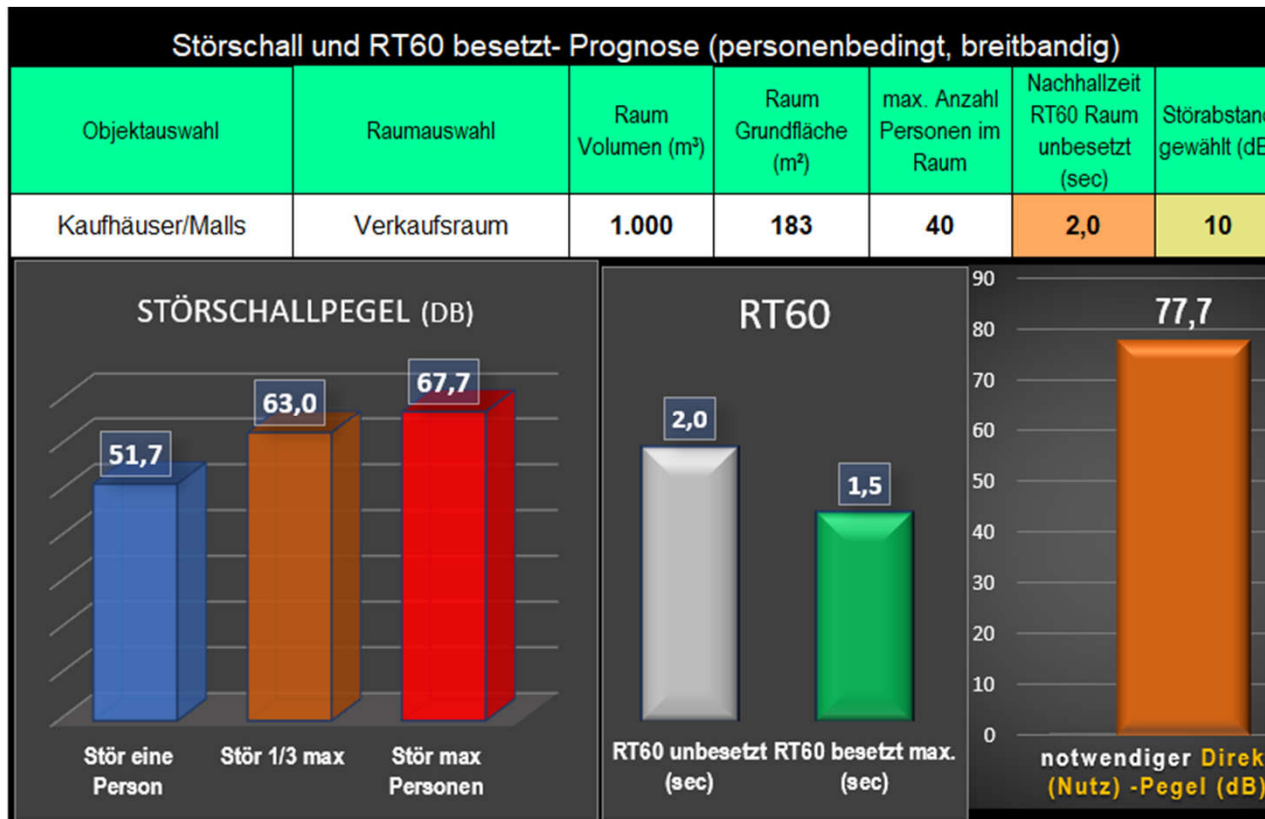
Bei geplanten Objekten: abgesicherte Prognose, abhängig von:



Art der Räumlichkeit
Raumvolumen / Raumgrundfläche
Besucherzahl
Nachhallzeit

erforderlicher Nutzpegel

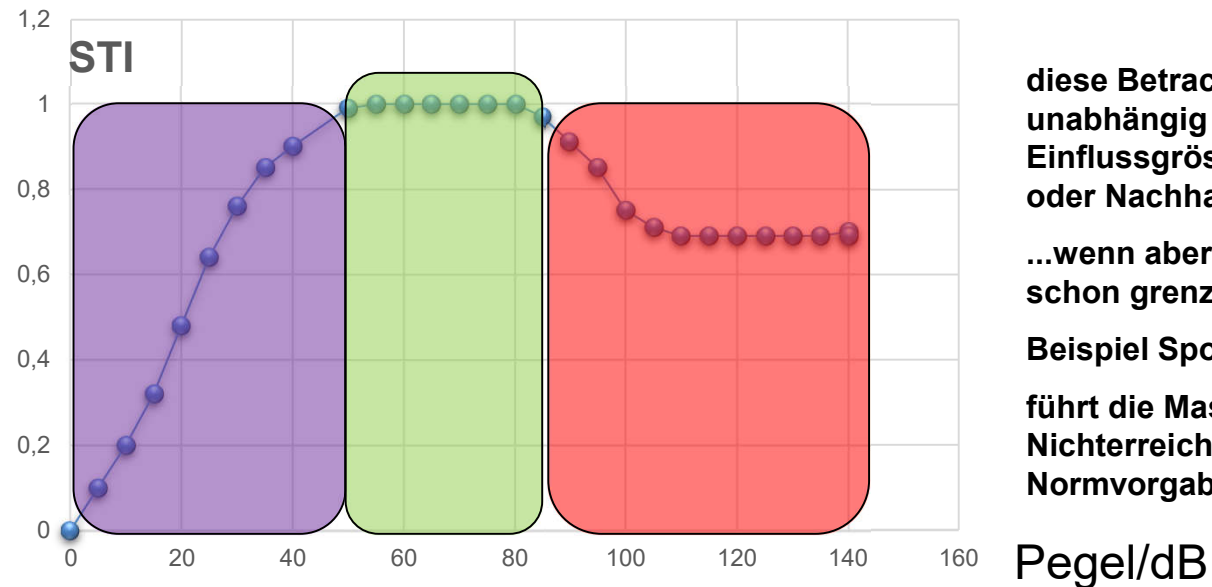
(1-4kHz gemittelte Werte)



Indikation von:

1. zu erwartendem **Störschall** abhängig vom Raumeinfluss und Besetzung.
2. Nachhallzeit bei gewählter Besetzung.
3. erforderlicher Nutzschallpegel.

hörphysiologischer Verdeckungs (Maskierungs) - Effekt



diese Betrachtung erfolgt unabhängig von sonstigen Einflussgrößen wie Störpegel oder Nachhall

...wenn aber der STI sowieso schon grenzwertig ist,

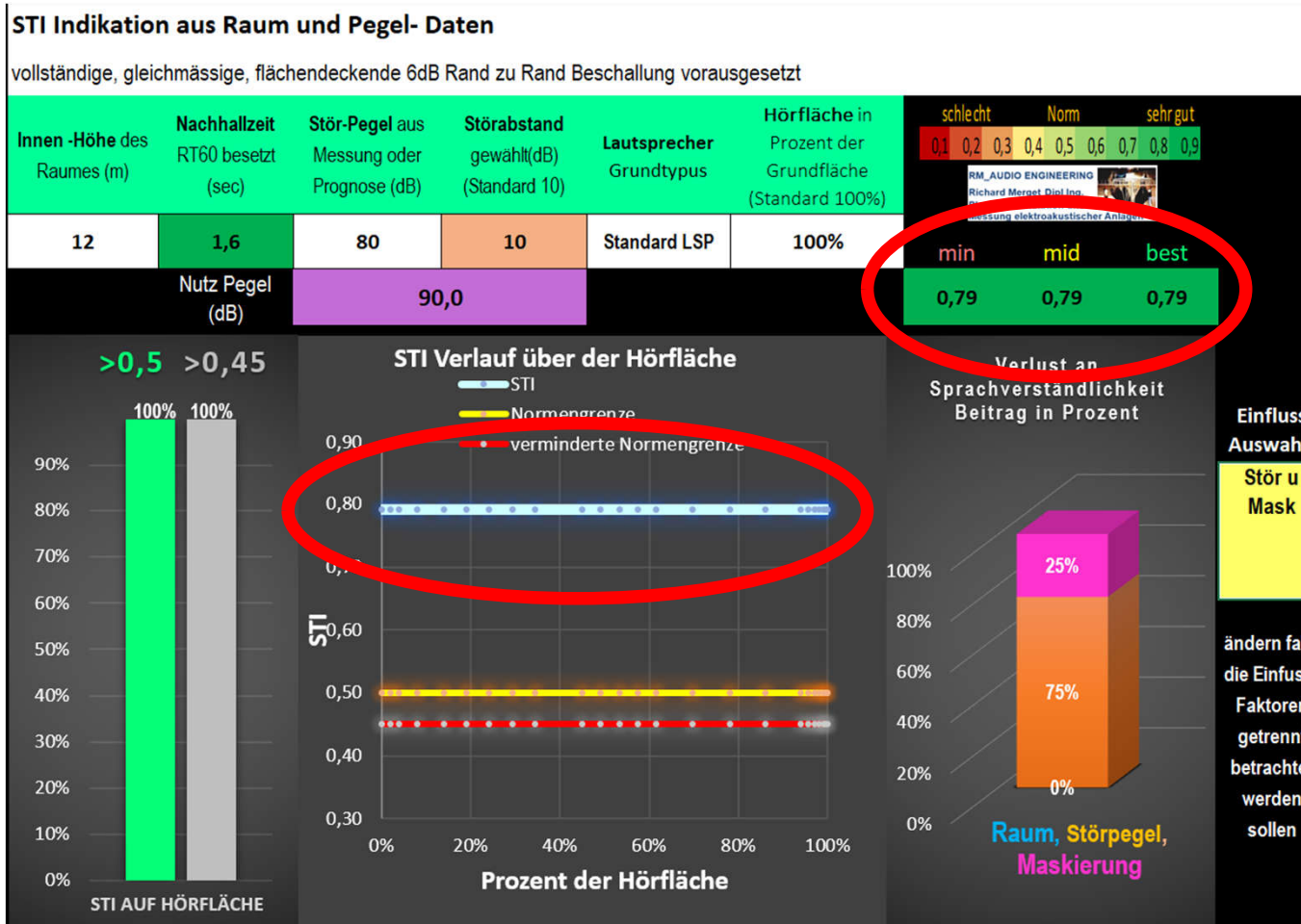
Beispiel Sportbeschallung....

führt die Maskierung oft zur Nichterreicherung von Normvorgaben !

dieser sagt aus: dass bei sehr leisen Sprachinformationen (bis 49 dB) ein Verstehen von Sprache schwierig ist ...trivial

dass bei mittleren Sprachpegeln (50-84 dB) Sprache sehr gut verstanden wird

dass bei hohen Sprachpegeln (ab 85 dB) Sprache schlechter verstanden wird



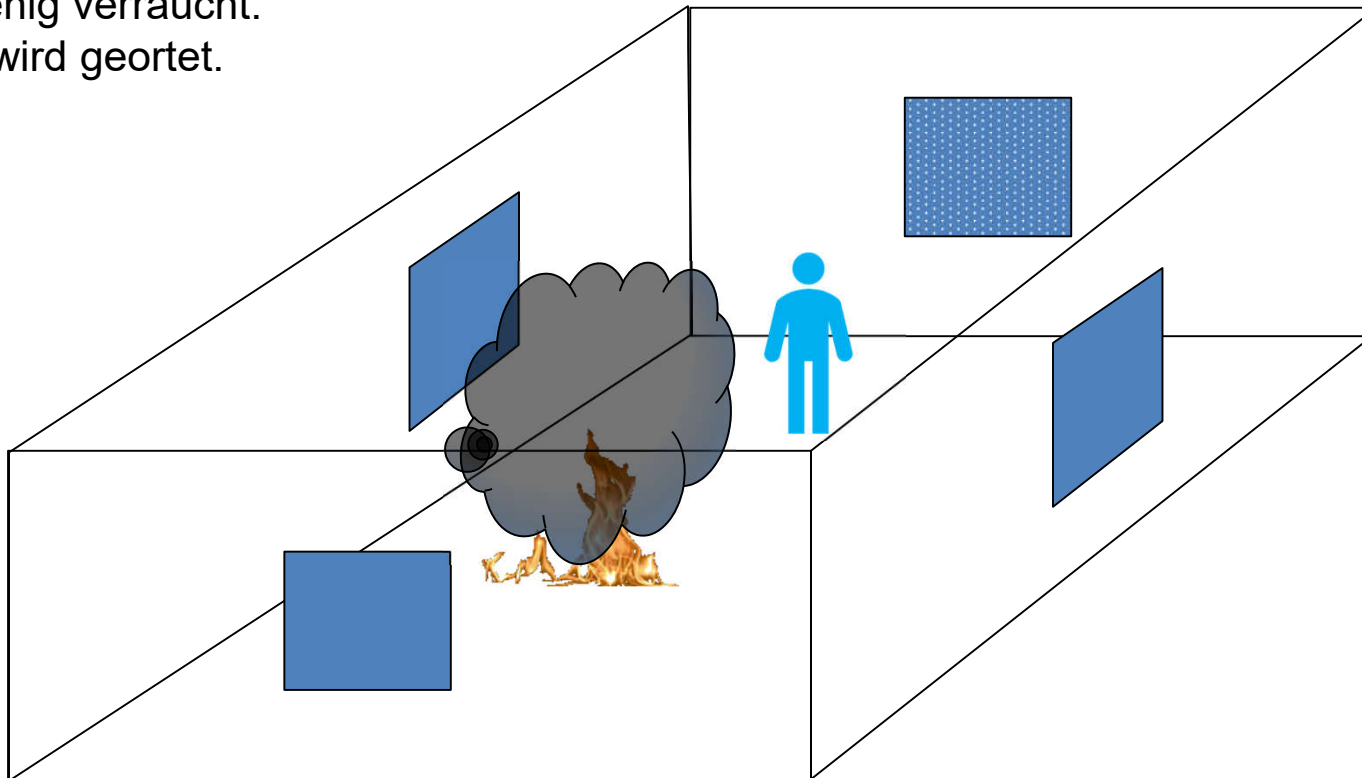
1. Sprachverständlichkeit abhängig von Raumeigenschaften und LSP Konfiguration.
2. Einbeziehung und Bewertung von Störschall und Maskierung.

Hier NUR Störpegel und Maskierung aktiviert.

Unter diesen Bedingungen (ohne Raumeinfluss) ist noch ein STI von 0,79 möglich....

Rauch im Raum / Direkter Schall, Diffuser Schall ...eine Analogie

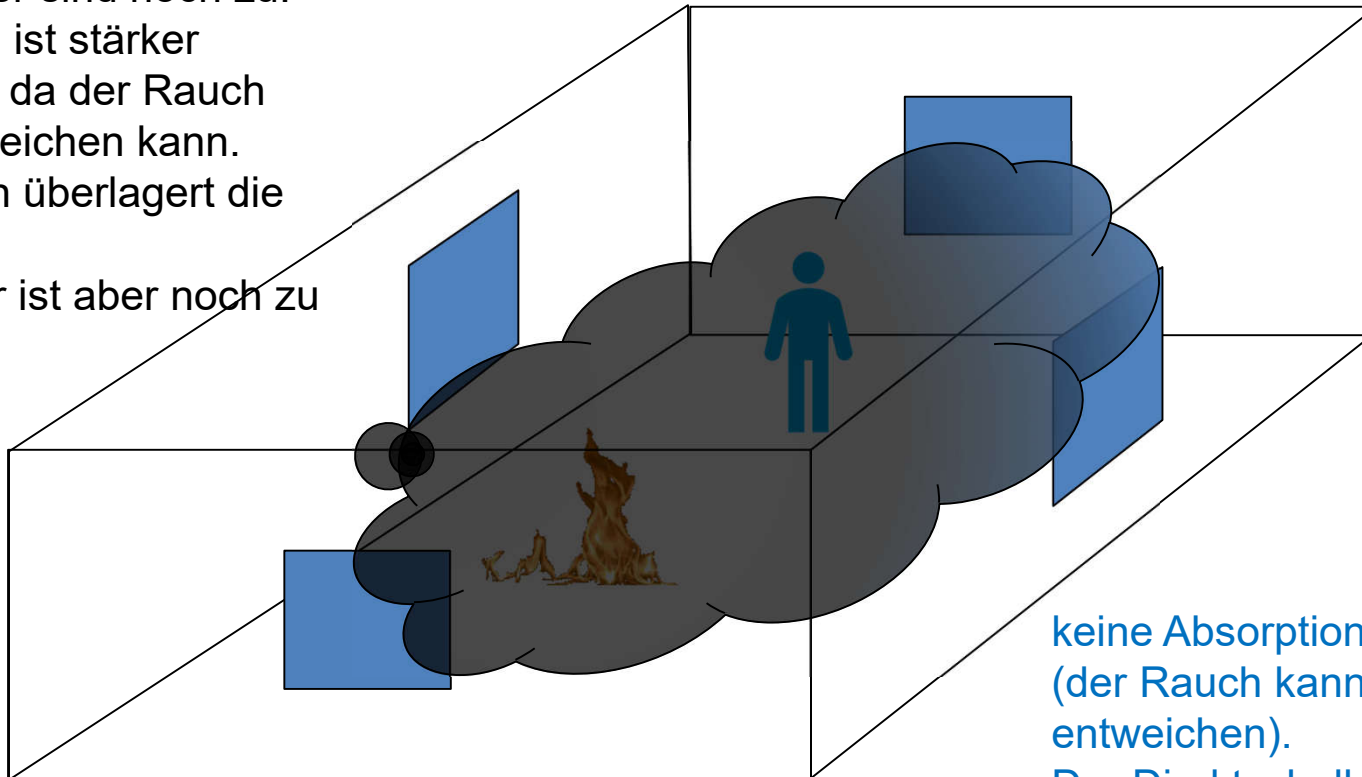
Die Fenster sind geschlossen.
Der Raum ist kurz nach Entstehung des
Brandes wenig verraucht.
Das Feuer wird geortet.



Die Sichtbarkeit des Feuers entspricht dem Direktschall.
Der Rauch im Raum entspricht dem Diffusschall.
Die Fenstergrösse entspricht der Absorption (wenn sie offen sind).

Die Sichtbarkeit des Feuers entspricht dem Direktschall.
Der Rauch im Raum entspricht dem Diffusschall.
Die Fenstergrösse entspricht der Absorption (wenn sie offen sind).

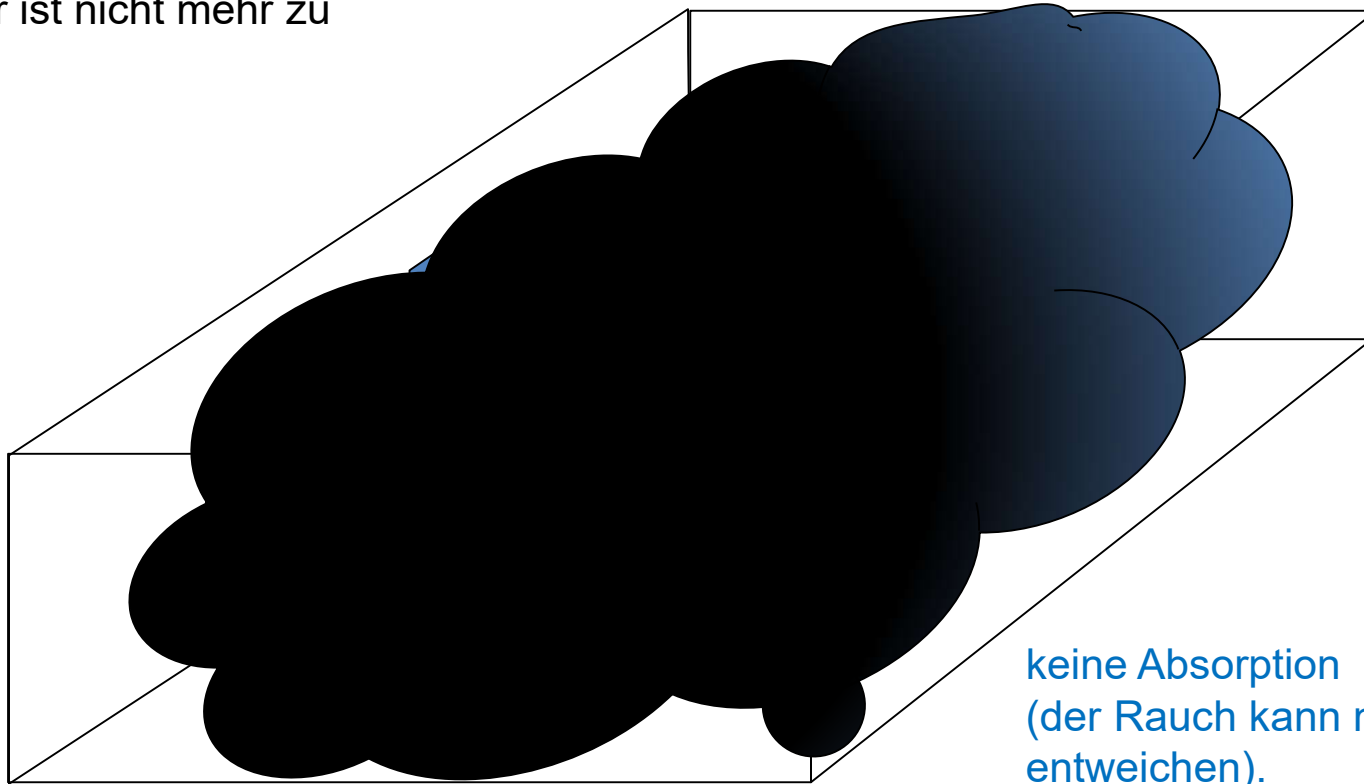
Die Fenster sind noch zu.
Der Raum ist stärker
verraucht, da der Rauch
nicht entweichen kann.
Der Rauch überlagert die
Flammen.
Das Feuer ist aber noch zu
sehen.



keine Absorption vorhanden,
(der Rauch kann nicht
entweichen).
Der Direktschall wird vom
Diffusschall überlagert.
Die Sprachverständlichkeit
wird schlechter.

Der Raum stark verraucht.
Das Feuer ist nicht mehr zu sehen.

Die Sichtbarkeit des Feuers entspricht dem Direktschall.
Der Rauch im Raum entspricht dem Diffusschall.
Die Fenstergrösse entspricht der Absorption (wenn sie offen sind).



keine Absorption
(der Rauch kann nicht
entweichen).
Der Diffusschall überdeckt
den Direktschall völlig...
Sprache ist nicht mehr zu
verstehen.

Direkter Schall, Diffuser Schall

Raum ist stark verraucht.

Die Fenster werden geöffnet.

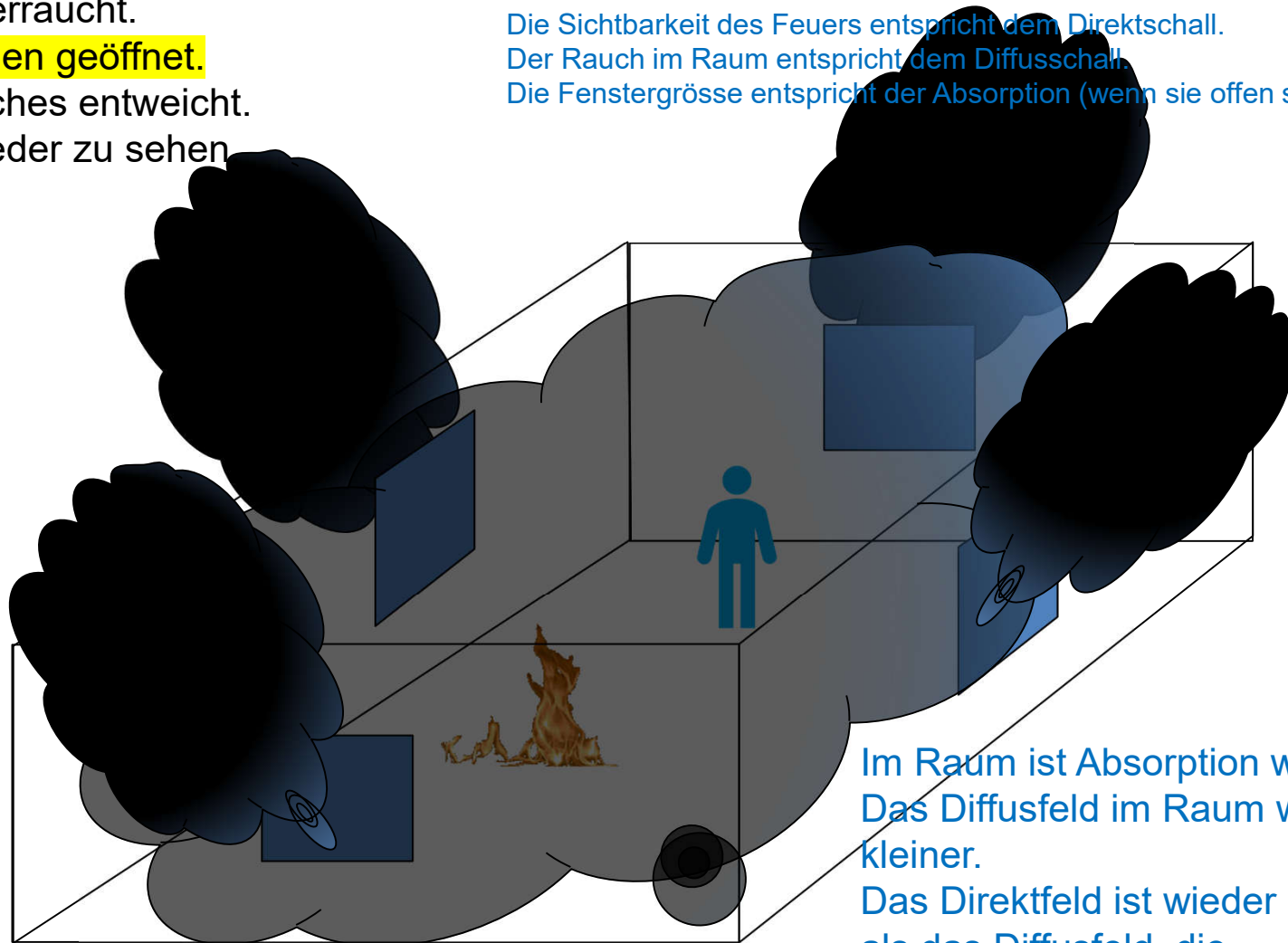
Ein Teil des Rauches entweicht.

Das Feuer ist wieder zu sehen

Die Sichtbarkeit des Feuers entspricht dem Direktschall.

Der Rauch im Raum entspricht dem Diffusschall.

Die Fenstergrösse entspricht der Absorption (wenn sie offen sind).

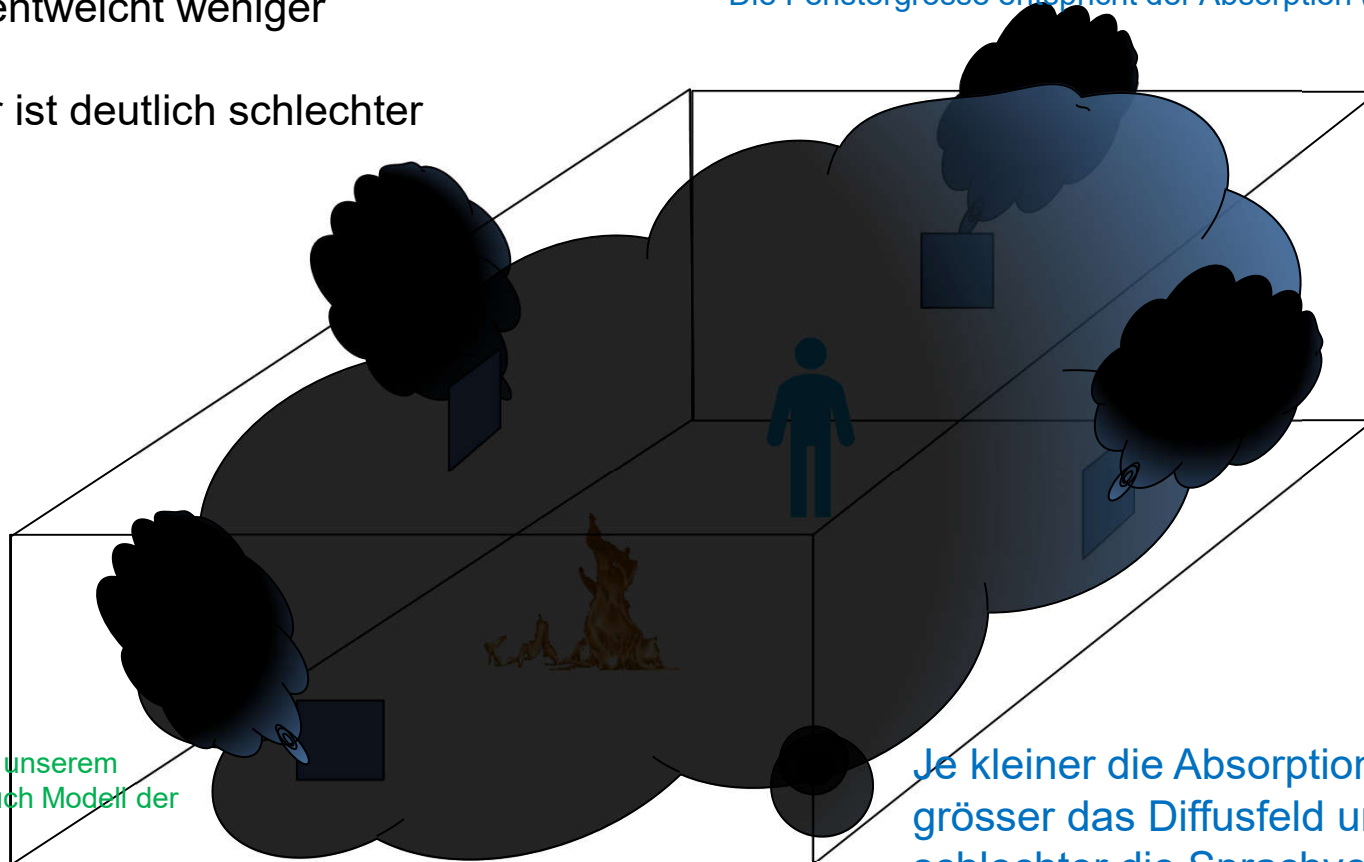


Im Raum ist Absorption wirksam.
Das Diffusfeld im Raum wird
kleiner.

Das Direktfeld ist wieder grösser
als das Diffusfeld, die
Sprachverständlichkeit steigt.

Mit kleineren geöffneten Fenstern entweicht weniger Rauch.
Das Feuer ist deutlich schlechter zu sehen.

Die Sichtbarkeit des Feuers entspricht dem Direktschall.
Der Rauch im Raum entspricht dem Diffusschall.
Die Fenstergrösse entspricht der Absorption (wenn sie offen sind).



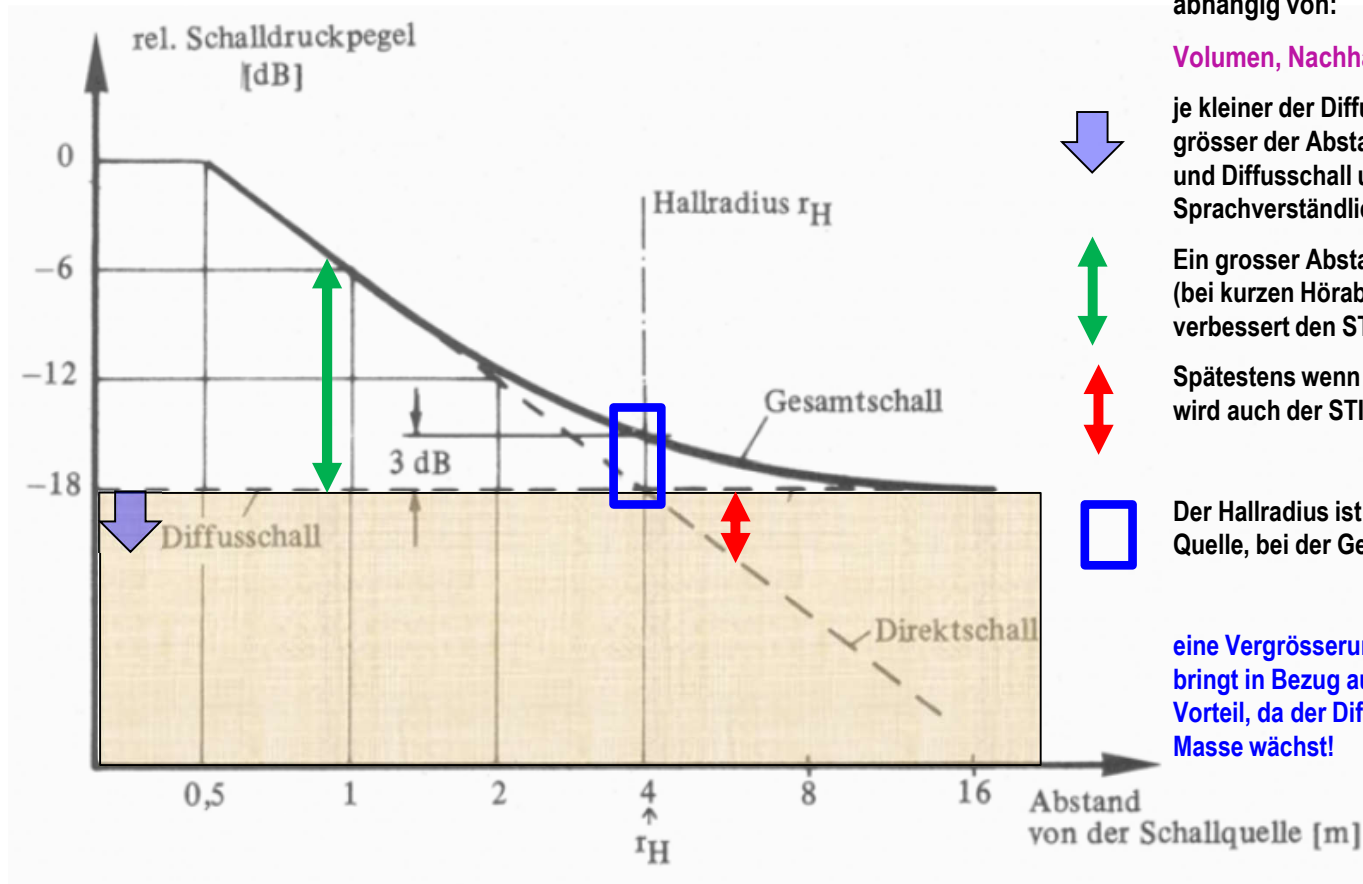
Frage:
was entspricht in unserem Raum/Feuer/Rauch Modell der Nachhallzeit ?

Antwort:
Die Zeit die vergeht bis der Rauch bei geöffneten Fenstern komplett entwichen ist, wenn das Feuer gelöscht ist.

Je kleiner die Absorption desto grösser das Diffusfeld und desto schlechter die Sprachverständlichkeit.
Die Höhe der Absorption bestimmt ganz wesentlich die Sprachverständlichkeit.

Die Konsequenz aus der Analogie:

Zurück zum akustischen Modell:



Die Höhe des Diffusschallpegels ist abhängig von:

Volumen, Nachhallzeit, Direktpegel.

je kleiner der Diffusschallpegel, desto grösser der Abstand zwischen Direktschall und Diffusschall und.....desto besser die Sprachverständlichkeit.

Ein grosser Abstand zwischen Dir und Diff (bei kurzen Hörabständen der Fall) verbessert den STI.

Spätestens wenn Dir kleiner als Diff wird, wird auch der STI schlecht.

Der Hallradius ist die Entfernung zur Quelle, bei der Ges. 3dB grösser ist als Diff.

eine Vergrösserung des Direktschallpegles bringt in Bezug auf den Diffusschall keinen Vorteil, da der Diffusschall im selben Masse wächst!

die Nachhallzeit errechnet sich aus:

0,163 * Volumen / absorbierende (normierte) Fläche

dies ist ein umgekehrt proportionaler Zusammenhang !

Die Nachhallzeit lässt sich relativ einfach messen, im Gegensatz zur Absorption...
Infolge dessen ist die Nachhallzeit die für den Elektroakustiker die massgebende Grösse,
welche zur Berechnung (Simulation) der Sprachverständlichkeit unverzichtbar ist !

Die raumakustische Nachhallzeit geht quadratisch in die Sprachverständlichkeit ein.

Der Nachweis der Sprachverständlichkeit muss laut den massgebenden Normen verbindlich
unter Berücksichtigung von Störgeräuschpegel und Maskierung erfolgen (Erklärung folgt).

D.h. ein Nachweis von zu erreichenden Pegeln ist **nicht mehr zwingend notwendig**, da der
ermittelte STI diese Werte einschliesst.

Als Faustformel kann bei der Planung des notwendigen Nutzpegels trotzdem von 10dB über
Störpegel ausgegangen werden. Dies setzt die Kenntnis des Störpegels voraus.....
und genau das ist das Problem !

Beispiel: Besucher und Nachhallzeit

die Nachhallzeit errechnet sich aus:
 $0,163 * \text{Volumen} / \text{absorbierende (normierte) Fläche}$

Halle: 40m x 20m x 10m; Nachhallzeit gemessen leere Halle: **2,5 sec**

Volumen: $40 \times 20 \times 10 = 8.000 \text{ m}^3$

Oberfläche (innen): $2 \times 40 \times 20 + 2 \times 40 \times 10 + 2 \times 20 \times 10 = 2.800 \text{ m}^2$

Hörfläche: $40 \times 20 = 800 \text{ m}^2$

Absorptionsfläche: $0,163 \times 8000 / 2,5 = 522 \text{ m}^2$

wie wir wissen: Besucher bringen elektroakustisch zwei Dinge mit:

1. Absorption, je nach Jahreszeit $0,3 \dots 0,7 \text{ m}^2$gemittelt **0,5 m²** pro Person
Für die Hörfläche kann mit **2 m²** pro Person rechnen
also **400** Personen bei 100% Besetzung...200 Personen bei 50% Besetzung
400 Personen bringen demnach **200 m²** ZUSÄTZLICHE Absorption
Nachhallzeit bei 100% besetzter Halle ist damit $0,163 * 8.000 / (522+200) = 1,8 \text{ sec}$

2. Störschall, pro Person je nach Umgebung (Volumen, Nachhallzeit) und Emotion auf 10 Meter **40....80 dB**

Pro Verdopplung der Personenzahl muss mit **+3dB** gerechnet werden.

Mit dem Mittelwert **60 dB** ergibt sich für **2 : 63dB ; 4 : 66dB ; 8 : 69dB ; 100 : 80dB..... 10.000 : 100dB** Störpegel !

Jeder zusätzliche Besucher verkleinert die Nachhallzeit
Erhöht aber den Störpegel und erfordert damit einen höherem Nutzpegel

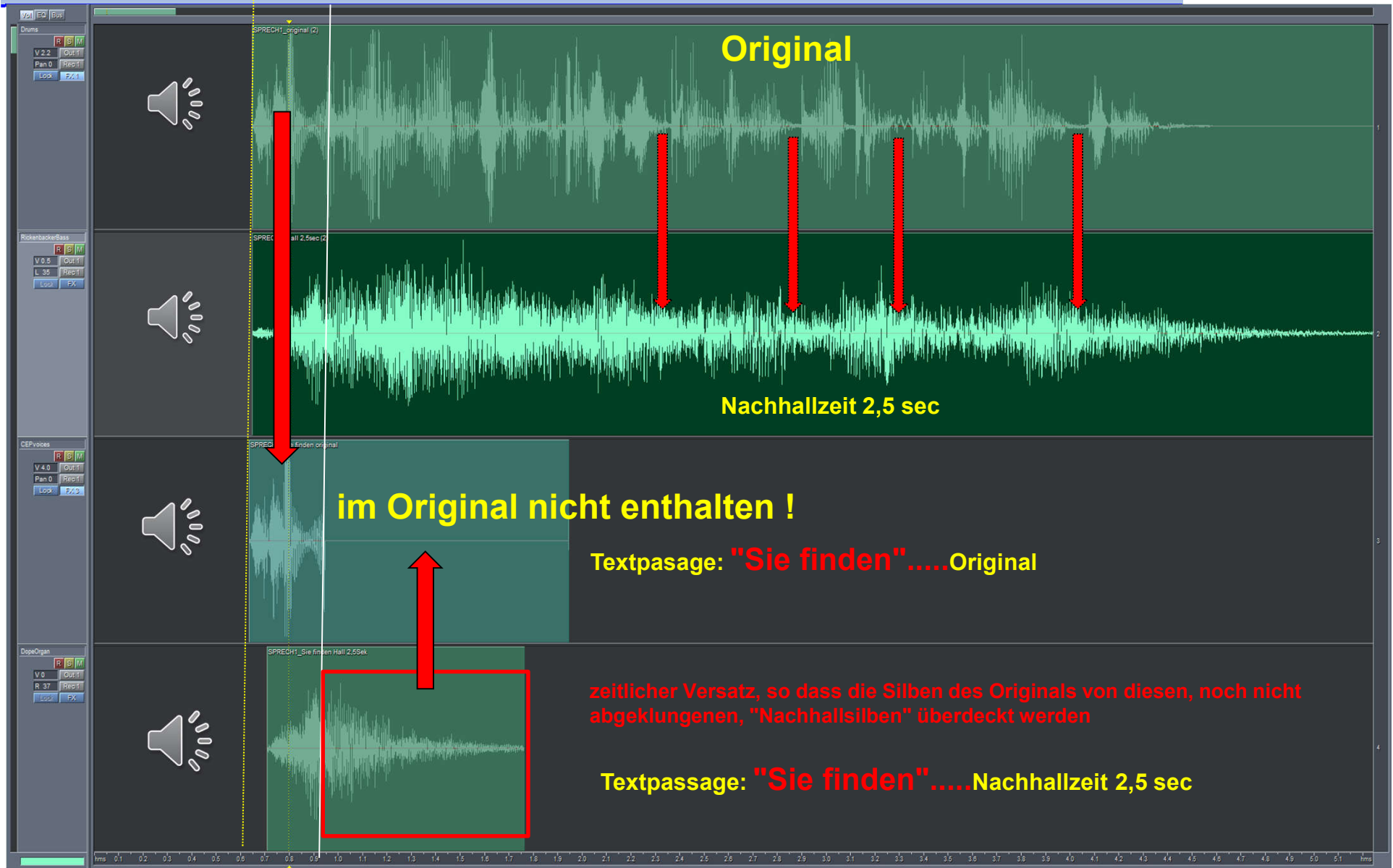
gut

schlecht





Sprachverständlichkeit und Nachhallzeit



Ein kurzer Rückgriff in die Schulzeit:

r : Abstand des LSP von der Hörfläche, leider oft auch D (Distanz) genannt...

N : Anzahl aller LSP

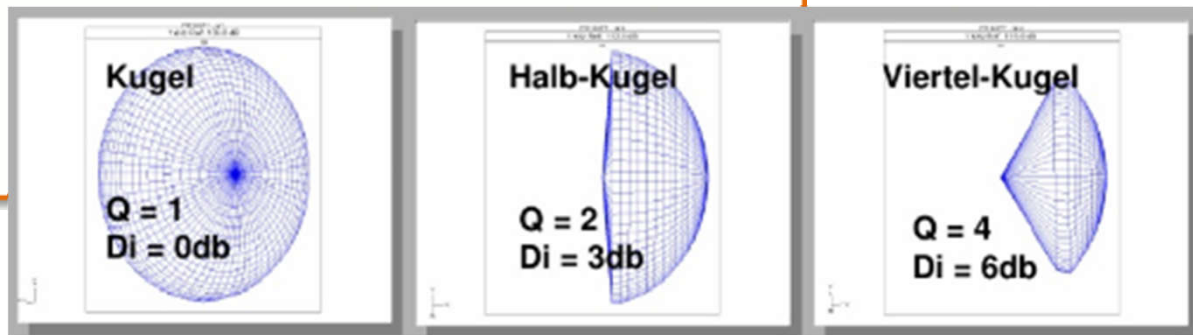
Kugel berechnen: Oberfläche und Volumen

Der **Q**- Faktor bestimmt die Grösse des Kugelausschnittes.
 Grosses **Q** bedeutet kleinen Ausschnitt und grosse Bündelung
und umgekehrt

mit einem kleinen **Q** wird ein grösserer Flächenbereich beschallt,
 mit einem grossen **Q** ein kleinerer Flächenabschnitt....

$$\text{Oberfläche } O = 4 \cdot \pi \cdot r^2 = \pi \cdot d^2$$

$$\text{Volumen } V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 = \pi \cdot \frac{d^3}{6}$$



beschallte Fläche 1 LSP:
 $4 \cdot \pi \cdot r^2 / Q$

beschallte Fläche alle LSP:
 $N \cdot 4 \cdot \pi \cdot r^2 / Q$

In der 200 steckt $4 \cdot \pi$ (aus $4 \cdot \pi \cdot r^2$) d.h. hier steckt eine Kugel-Oberfläche drinnen. Diese ergibt aus dem Abstand ($D = r$) des LSP zur Hörfläche. Da nicht die komplette Kugel-Oberfläche wirksam ist, sondern nur ein Winkelbereich, wird durch Q geteilt. Da in der Regel viele Lautsprecher vorhanden sind, wird mit der Anzahl N multipliziert. Dies entspricht am Ende der zu beschallenden Fläche, denn man braucht N (Stück) Lautsprecher um die Fläche vollständig zu beschallen.

$$\%AL_{CONS} = \frac{200 \cdot D_x^2 \cdot RT_{60}^2 \cdot N}{V \cdot Q}$$

Abstand Lautsprecher-Zuhörer

Nachhallzeit

„Anzahl“ der Quellen (D/R Leistungsverhältnis)

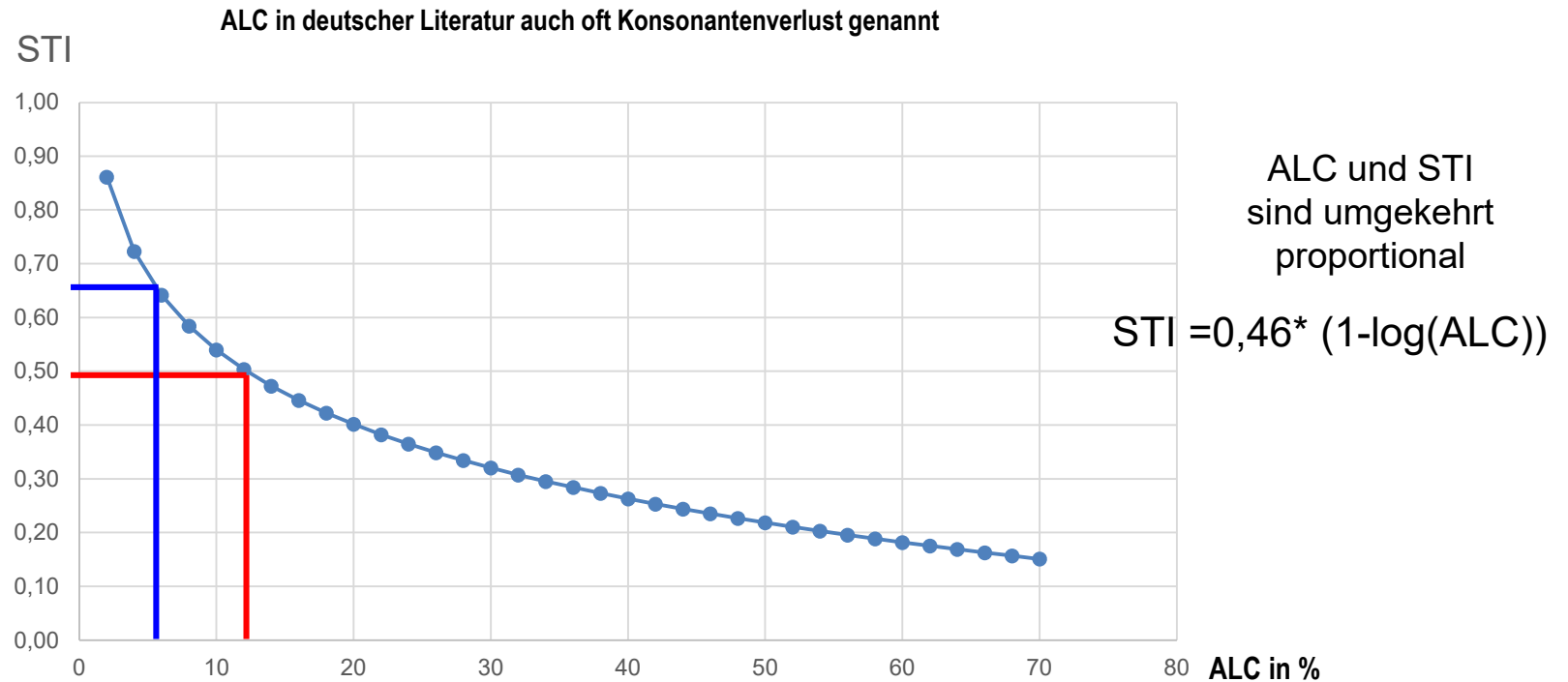
Raumvolumen

Bündelungsfaktor

Der Lautsprecher-Bündelungsfaktor Q ist eine komplexe, frequenzabhängige Kenn-Grösse (in Terzen), welche die Prognose des STI massgeblich beeinflusst

100 %	80 %	60 %	33 %	20 %	11 %	7 %	4 %	2 %	1 %	0 %	ALcons
schlecht			mangelhaft		befriedigend		gut	sehr gut			
0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	STI

Zusammenhang ALC (Artikulationsverlust) / STI

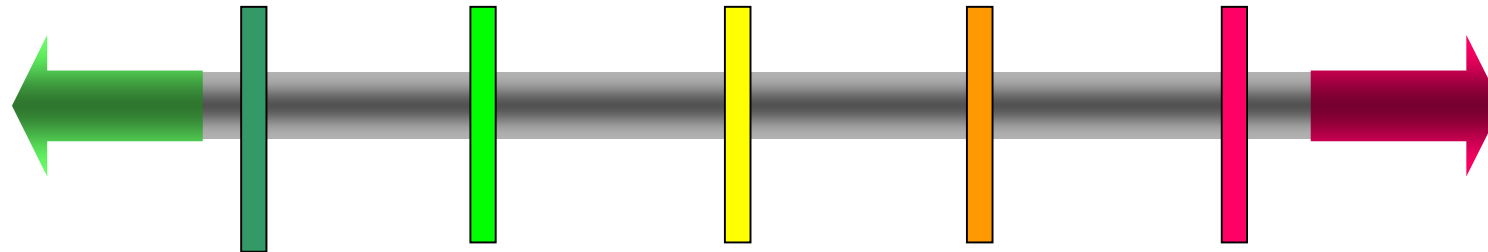


einem STI von 0,5 entspricht ein Artikulationsverlust ALC von 12,5 %

einem STI von 0,66 entspricht ein Artikulationsverlust ALC von 7 %

d.h. je weniger Konsonanten verloren gehen, desto besser ist die Sprachverständlichkeit !

Welche Grössen sind für die Sprachverständlichkeit massgebend vorgezogen



sti	> 0,66	0,66	0,5	0,4	< 0,4
	sehr gut	gut	neutral (min.Forderung)	mäßig	schlecht

Wenn der Nutzpegel (Lautsprecherpegel) deutlich grösser als Störpegel ist gilt:

sti proportional $\frac{V \times Q}{Rt60^2 \times D^2 \times N}$

trocken 

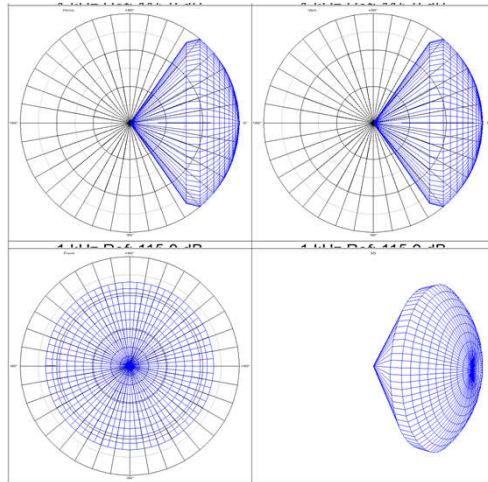

2,5 sec

- Rt60** = Nachhallzeit
- D** = Abstand LSP zur Hörfläche
- V** = Volumen der Halle
- N** = Anzahl der Lautsprecher
- Q** = Bündelungsfaktor des Lautsprechers

Die Wirklichkeit:

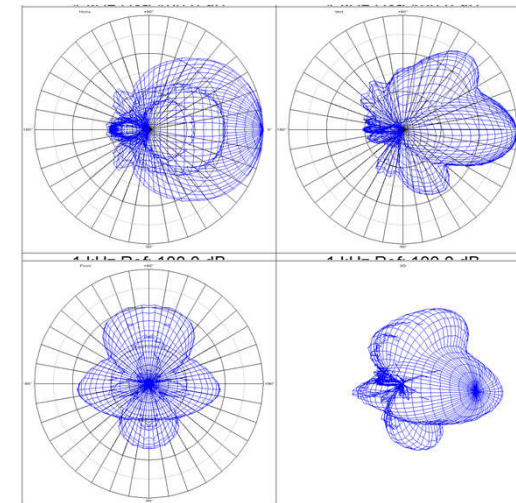
1. ein idealer 110° Lautsprecher

theoretisches Modell



2. ein realer 110° Lautsprecher

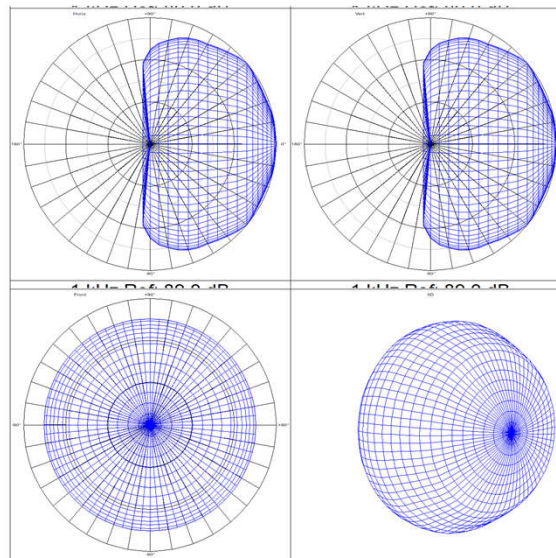
aus dem Pro Sound Bereich 1.800 Euro
ohne Hersteller Lüge ohne Paintshop Pro



3. ein Paintshop Pro

110° Decken-Lautsprecher

eines deutschen Herstellers aus
der 40 Euro Klasse



mittlerweile halten viele Hersteller
eine LSP –Datenbank eher für einen
Zielort einer Werbeveranstaltung, als
für eine Berechnungsgrundlage

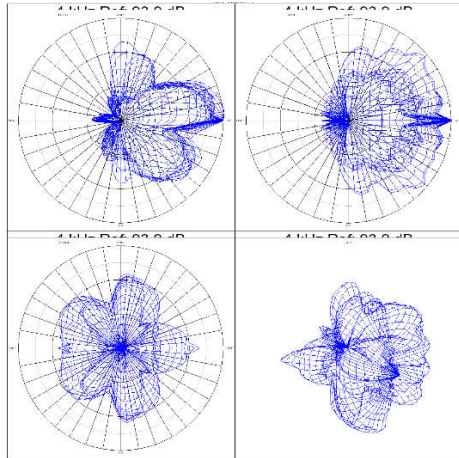
....mit dahinter liegen Datensätzen

**Mit diesen Datensätzen soll der
Planer rechnen**

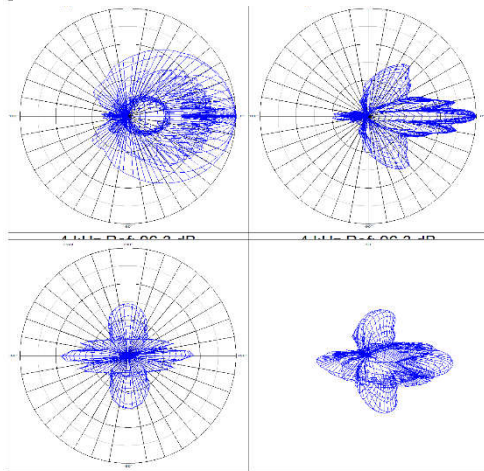
heisst aber auch:

Es muss ein **Lautsprecher-Korrektur-Faktor** eingeführt werden, welcher die nicht ideale Pegelverteilung auf der Hörfläche und die nicht gewollte Beschallung von Wänden und Decke einbezieht. Wir erinnern uns, **Direktschall** ausserhalb der Hörfläche vergrößert die Berechnungsfläche und **verschlechtert den STI**

Die traurige Realität

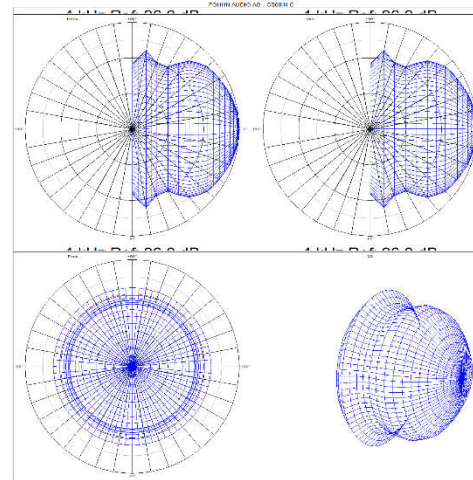


Fa. Toa hat den Mut die Realität zu veröffentlichen...Hut ab !!!

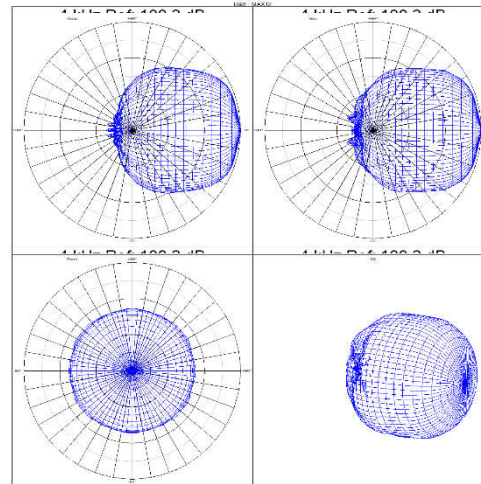


alles 4kHz Isobaren....

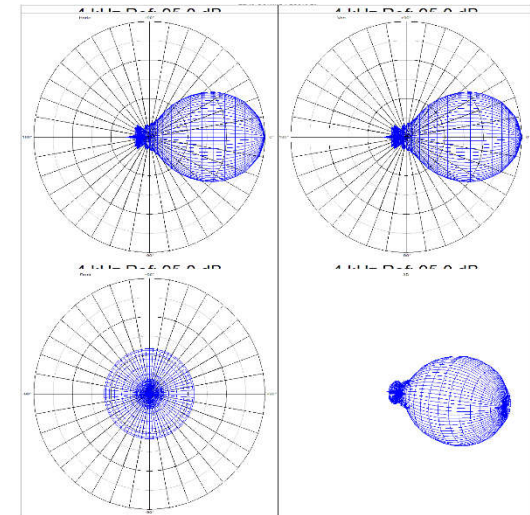
Die Wirklichkeit ??? in den Simulations-Datenbanken:



Vorbild: Klopapier-Rolle



Vorbild: Presskopf (hessisch)



Vorbild: Ballon der aufgeblasen wird

verschiedene andere Hersteller lügen wie gedruckt..

Wie soll man damit zu vernünftigen Prognosen kommen

Faktor 4π hier vernachlässigt !

sti proportional

$$\frac{V \times Q}{Rt60^2 \times D^2 \times N}$$

beschallte Fläche

die beschallte Fläche (Hörfläche) steht im Nenner, d.h. je grösser die Hör-Fläche desto kleiner der STI !

Rt60 = Nachhallzeit /sec

D = Abstand der Hörer zur Quelle /m

V = Volumen der Halle /m³

N = Anzahl der Lautsprecher

Q = Bündlungsfaktor des Lautsprechers

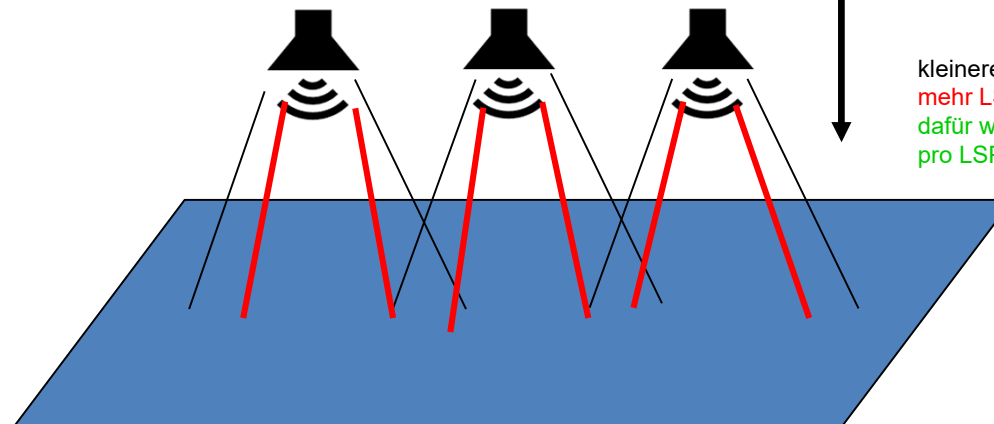
die Hörfläche soll in der Regel komplett abgedeckt werden

größerer Abstand heisst:
weniger LSP nötig
aber mehr Pegel pro LSP erforderlich

kleinerer Abstand heisst:
mehr LSP nötig
dafür weniger Pegel pro LSP erforderlich

grösseres Q heisst stärkere Bündelung
mehr LSP notwendig,

kleineres Q heisst schwächere Bündelung
weniger LSP notwendig,



Gilt nicht für Linienstrahler !!!

$$\text{sti proportional } \frac{V \times Q}{Rt60^2 \times D^2 \times N}$$

Rt60 = Nachhallzeit /sec

D = Abstand der Hörer zur Quelle /m

V = Volumen der Halle /m³

N = Anzahl der Lautsprecher

Q = Bündelungsfaktor des Lautsprechers

Für die Sprachverständlichkeit ist es unerheblich ob die Beschallung über viele nahe Lautsprecher erfolgt, oder über wenige Entfernte.

Voraussetzung der Pegel im Hörbereich passt.

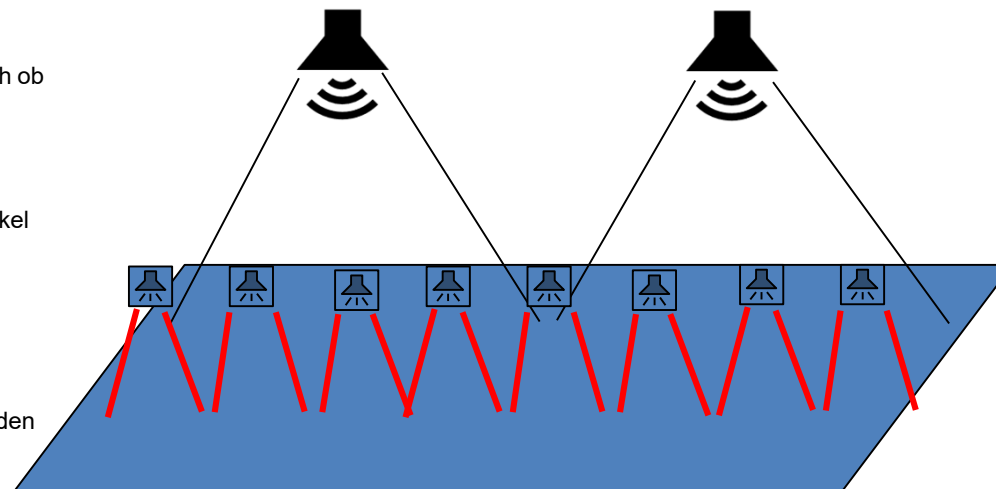
Es ist unerheblich ob über enge oder weite Winkel beschallt wird.

Voraussetzung: Die Schallanteile werden ausschliesslich auf die Hörfläche konzentriert.

Es gibt keinen Beschallungsansatz der grundsätzlich besser ist, als ein Anderer.

Der Beschallungsansatz ergibt sich immer aus den Rahmenbedingungen.

Stichworte: Architektur, Statik, Reflektierende Flächen, Pegelbedarf, Montagemöglichkeiten usw.



die Hörfläche soll in der Regel komplett abgedeckt werden

Sti proportional

$$\frac{V \times Q}{Rt60^2 \times D^2 \times N}$$

- Rt60 = Nachhallzeit /sec
- D = Abstand der Hörer zur Quelle /m
- V = Volumen der Halle /m³
- N = Anzahl der Lautsprecher
- Q = Bündlungsfaktor des Lautsprechers



=> $D^2 \times N / Q = \text{Grösse der beschallten Fläche in m}^2 !$

da wir in der Regel die Fläche komplett beschallen, wird auch die komplette Fläche bei der Berechnung angesetzt !

STI ist somit proportional : $\frac{\text{Raumvolumen}}{RT60^2} \times \frac{1}{\text{beschallte Fläche}}$

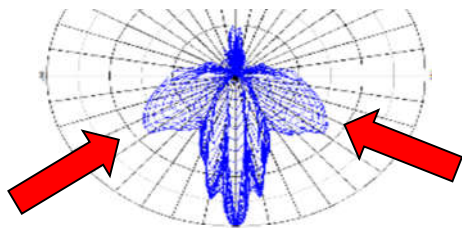
je grösser das Raumvolumen desto besser der STI ! warum ???

je grösser die zu beschallende Fläche desto schlechter der STI ! warum ???

je grösser die Nachhallzeit desto schlechter der STI !!! (quadratisch) warum ???

Es fehlen für die tatsächliche Berechnung des STI über den Artikulationsverlust ALC noch zwei Faktoren, auf die ich hier nicht näher eingehe.....

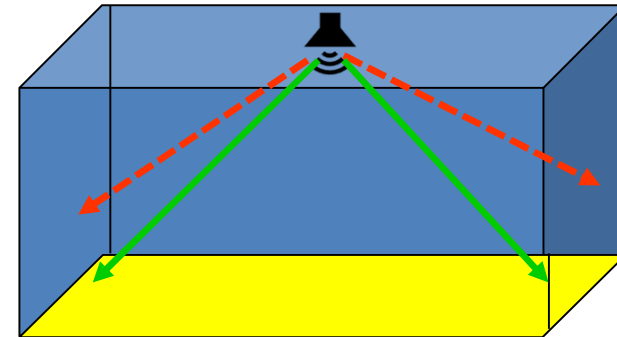
Lautsprecher haben keine idealen Eigenschaften, sondern strahlen auch Energie in Bereiche ausserhalb der Hörfläche ab und erzeugen damit diffuse Energie welche den STI verschlechtert.



In unserem Beispiel wäre die beschallte Fläche damit grösser als die Hörfläche (Aufenthaltsfläche des Publikums) und würde den STI damit verschlechtern. Je **kleiner die beschallte Fläche, desto besser der STI...das ist allgemeingültig**

Je idealer Lautsprecher **nur** die Hörfläche abdecken, ohne doppelt zu versorgen..... also jeder Lautsprecher nur seinen Bereich abdeckt, ohne sich zu mit anderen Lautsprechern überschneiden, desto besser das Ergebnis

Dies führt zu einem Lautsprecher-abhängigen Korrekturfaktor



—→ gewollt

- - -→ oft real

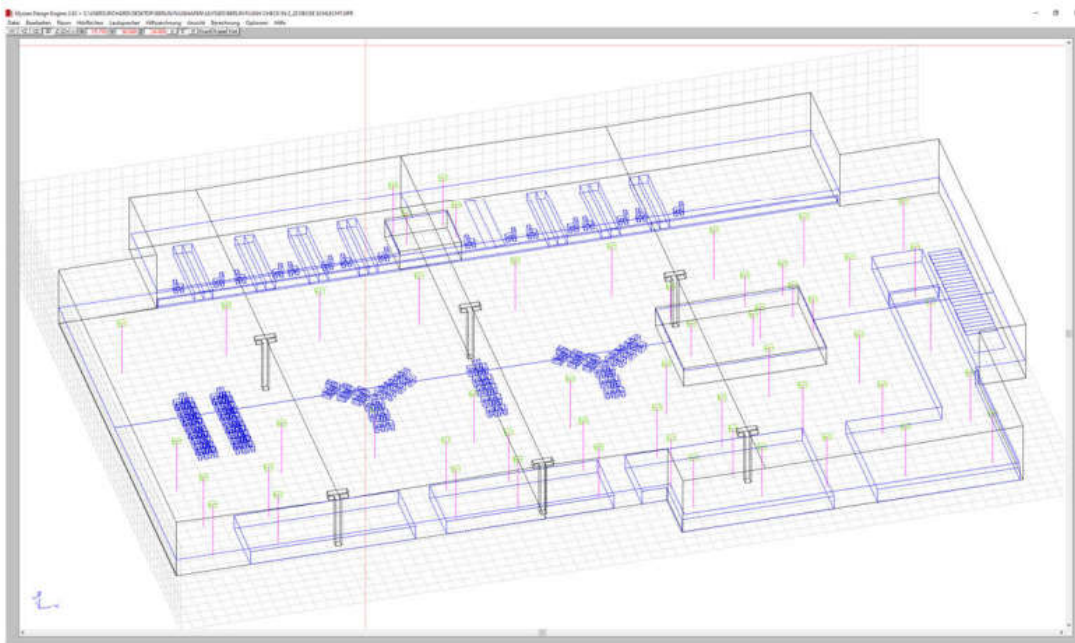
bekannt:

STI ist proportional : $\frac{\text{Raumvolumen}}{\text{RT60}^2 \times \text{Grundfläche}}$

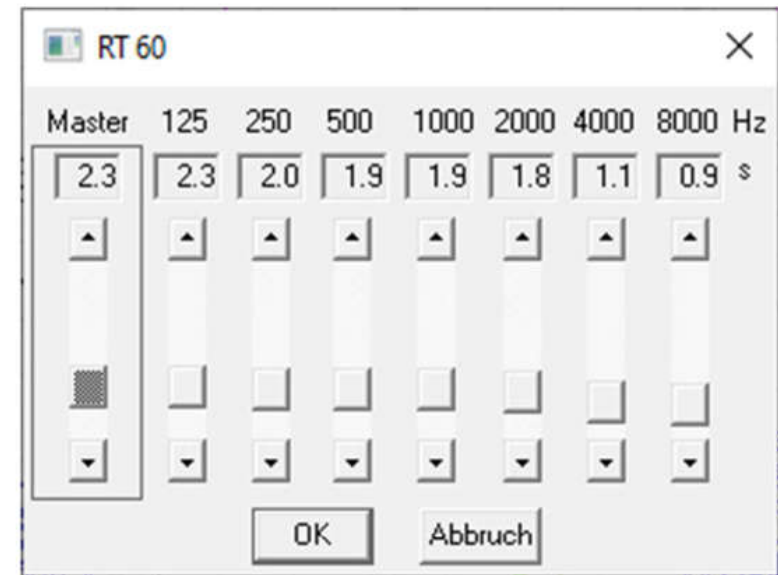
noch einfacher !!!

STI ist proportional : $\frac{\text{Raumhöhe} \times \text{Korr}}{\text{RT60}^2}$

Beispiel: Check In Bereich eines Flughafens



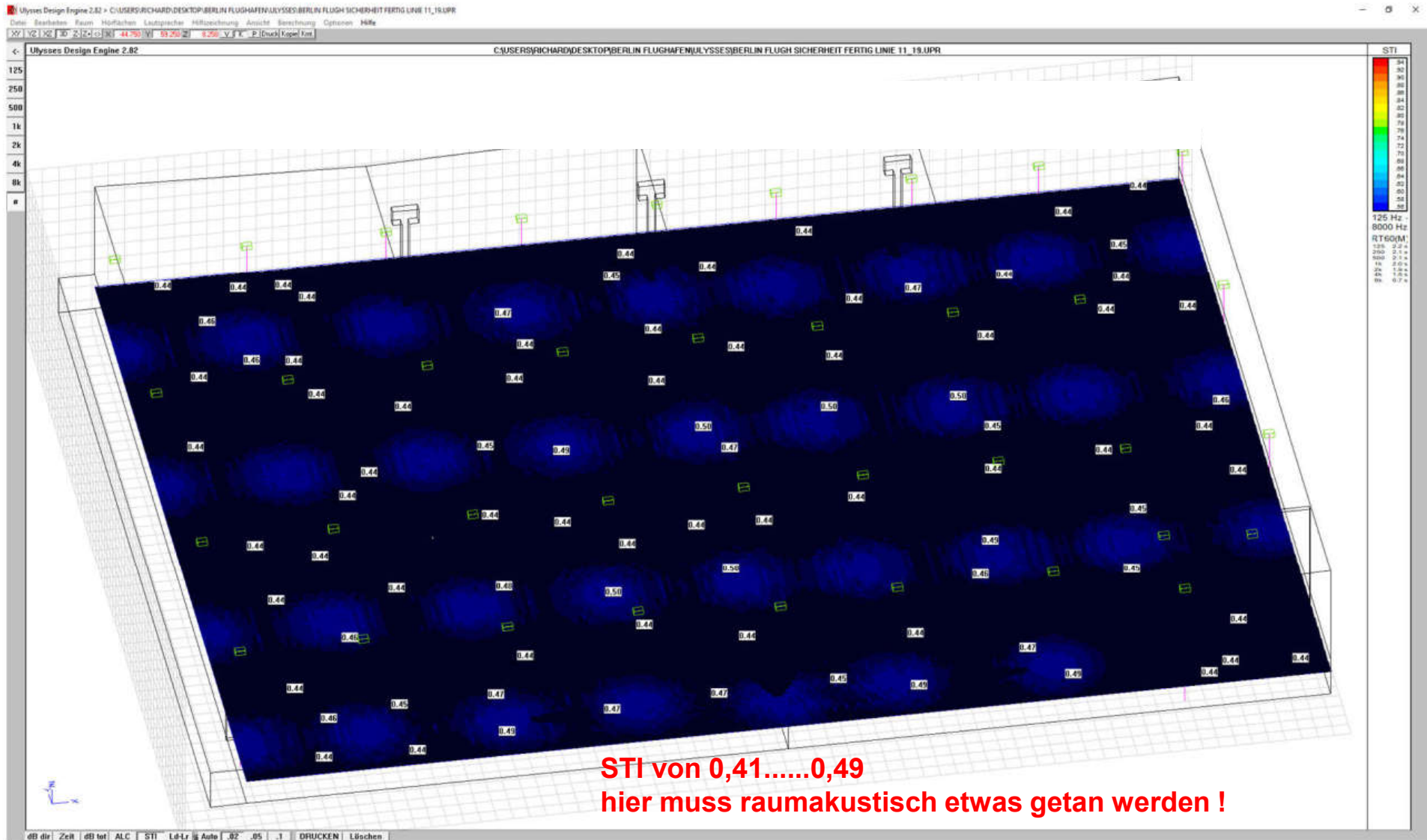
3 D Modell mit LSP



Nachhallzeit unbesetzt

Beispiel: Check In Bereich eines Flughafens

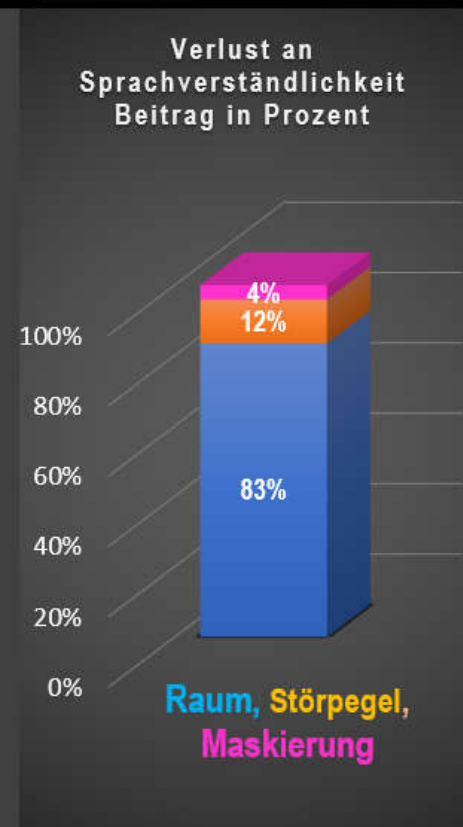
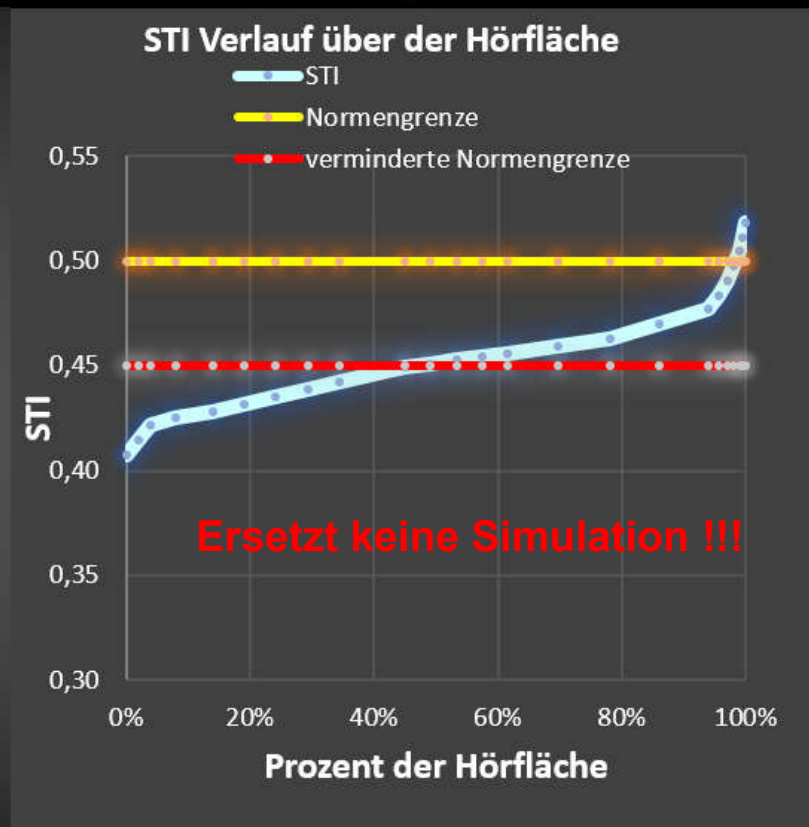
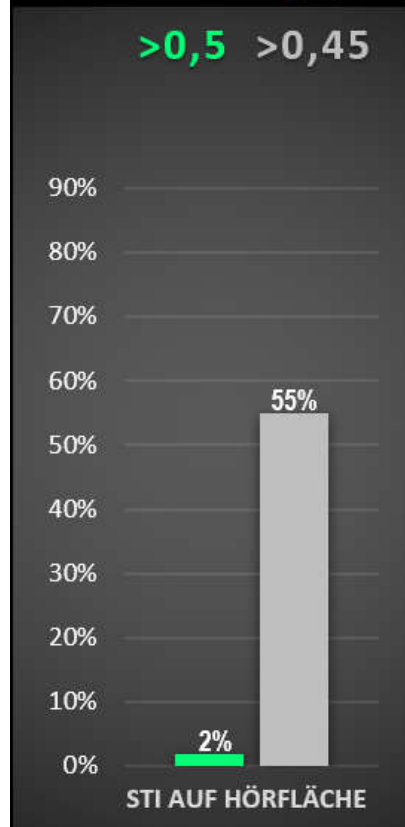
Sprachverständlichkeit nach STI breitbandig



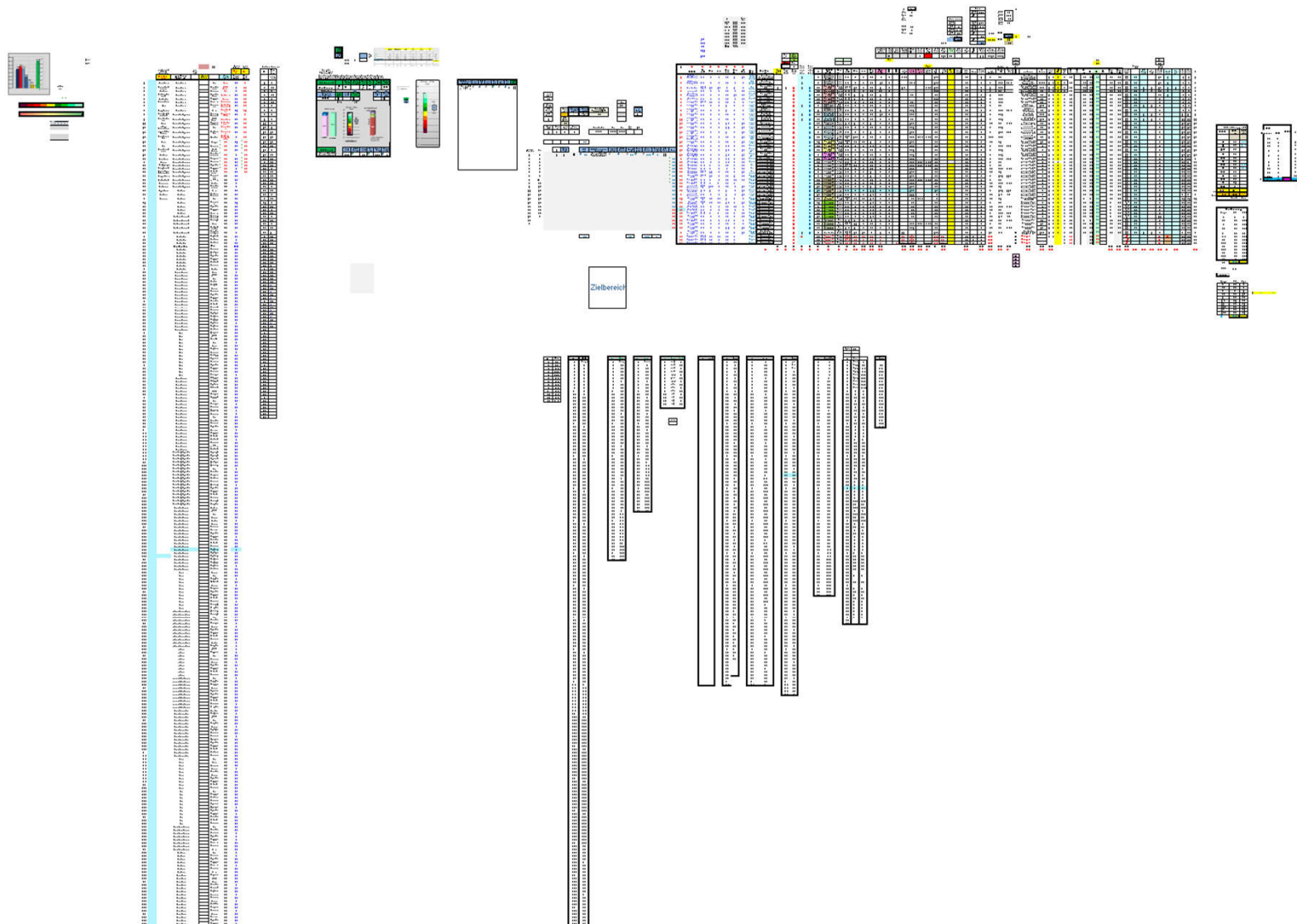
STI Indikations -Tool, Beta Version, 1-4kHz gemittelt

Innen -Höhe des Raumes (m)	Nachhallzeit RT60 besetzt (sec)	Stör-Pegel aus Messung oder Prognose (dB)	Störabstand gewählt(dB) (Standard 10)	Lautsprecher Grundtypus	Hörfläche in Prozent der Grundfläche (Standard 100%)	schlecht	Norm	sehr gut
10	2	80	10	Standard LSP	100%	0,1	0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9	
Nutz Pegel (dB)		90,0			min		mid	best
					0,41		0,46	0,52

RM_AUDIO ENGINEERING
Richard Merget Dipl Ing.
Planung, Simulation und Messung elektroakustischer Anlagen



Die Datenbanken dahinter.....



Licht und Ton.... wo liege die Unterschiede, oder was ist **"schwerer ☺"**



Schall in unserem Gebäude -Bereich:

hat Wellenlängen zwischen 2cm und 16 Metern, d.h. der Raumeinfluss ist sehr gross (Die Raumgeometrie liegt im Wellenlängen- Bereich)

hat Frequenzen zwischen 40Hz bis 18kHz, d.h. in der Regel müssen phys. Auswirkungen getrennt betrachtet werden

ist kohärent, d.h. bei Überlagerung bilden sich Frequenz und-ortsabhängig Interferenzen

hat eine Laufzeit von 330m/sec, d.h. Schall aus verschiedenen Quellen im gleichen Ortsbereich führt entfernungsabhängig zu grossen Problemen

Schall wird reflektiert, gestreut und absorbiert, diese Auswirkungen müssen berücksichtigt werden

Schall erzeugt bei hohen Pegeln Maskierungseffekte

Schall mit sehr hohen Pegeln ist gesundheitsgefährdend

Licht im Gebäude -Bereich:

die Wellenlänge hat bis auf die Farbe keine Auswirkung

die Frequenz ist konstant

ist inkohärent, d.h. es bilden sich keine Interferenzen

hat eine sehr hohe Laufzeit welche nicht berücksichtigt werden muss

wird reflektiert, gestreut und absorbiert, diese Auswirkungen müssen berücksichtigt werden

Schall erzeugt bei hohen Pegeln Maskierungseffekte
Bei hellem Licht blendet das Auge ab

Licht ist im Allgemeinen nicht gesundheitsgefährdend

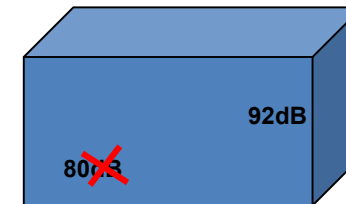
**Ton ist vor allem in der Planung deutlich
"schwerer"**

zum Abschluß... Fehler die man vermeiden sollte:

Keine unterschiedlichen Direktpegel in EINEM abgeschlossenen Luftraum !

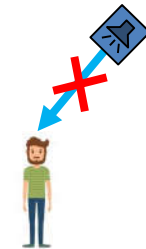
Warum? Weil das Diffusfeld überall gleich gross ist und bei kleinerem Direktfeld durch das schlechtere Verhältnis Direkt / Diffus der STI schlechter wird.

Man kann in einer Sporthalle z.B. NICHT den Bereich für die Presse leiser machen.



Keine Beschallung von hinten !

Warum? Weil dann akustische und optische Achse 180° versetzt sind, dies wird als unangenehm empfunden und passt nicht zu dem natürlichen Empfinden nachdem ein Geräusch immer aus der Richtung der Erzeugung kommt.



Keine Beschallung von mehr als einer Quelle in EINEN Ortsbereich.

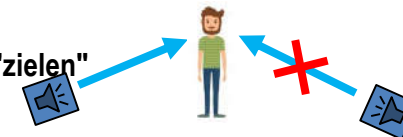
Warum? Weil die Überlagerung mehrerer Quellen immer zu Interferenzen (Phasenproblemen) und Laufzeiteffekten am Ort der Überlagerung führen.

Einfach gesagt: **EINE** Quelle für **EINEN** Zielbereich, die Zielbereiche können (sollen) aneinander anschliessen, sich aber nicht überlagern.



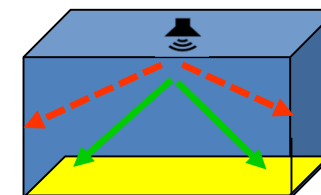
Nach Möglichkeit keine Beschallung mit Zielrichtungen welche sich kreuzen, bzw. gegeneinander "zielen"

Warum? Weil sich der oben beschriebene Effekt auch bei diesem Ansatz auswirkt.



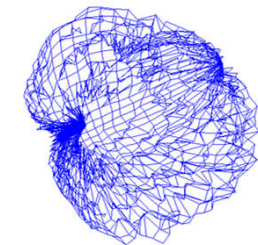
Keine (ungewollte) Beschallung von nicht zum Zielbereich gehörenden Flächen.

Warum? Weil dies zu Erhöhung des Diffusfeldpegels beiträgt und damit den STI verschlechtert.



Bei kritischer Raumakustik keine Lautsprecher mit undefinierte Abstrahlcharakteristik (kein constant directivity) verwenden.

Warum? Weil dann zwangsläufig vielen Schallanteile nicht im Zielbereich landen, sondern an Wänden und Decken.



zur Vertiefung empfehle ich
das Merkblatt des ZVEI,
welches sich ausführlich
mit dem heutigen Thema
auseinandersetzt.

Danke für Ihr Interesse !

RM_AUDIO ENGINEERING

**Richard Merget Dipl. Ing.
Planung, Simulation und
Messung elektroakustischer Anlagen**



ZVEI | MERKBLATT

ZVEI:
Sicherheit



Leistungsgemeinschaft Beschallungstechnik im ZVEI

IMPRESSUM

Herausgeber:

ZVEI - Zentralverband
Elektrotechnik- und
Elektronikindustrie e.V.
Fachverband Sicherheit
Lyoner Straße 9
60528 Frankfurt am Main

Redaktion:

Edith Hoffmann
Fachkreis Leistungsgemeinschaft
Beschallungstechnik
im FV Sicherheit
Fon: 069 6302-250
Fax: 069 6302-288
mail: sicherheit@zvei.org
www.sicherheit.org
Alle Rechte vorbehalten

Stand: Dezember 2010

Elektroakustische Alarmierungseinrichtungen

– Erläuterungen und
Ergänzungen zu Normen,
rechtlichen Grundlagen
und technischen Regeln

33004:2010-12