

# Behindertengerechte akustische Gestaltung

Kurt Eggenschwiler



Abteilung Akustik/Lärmbekämpfung

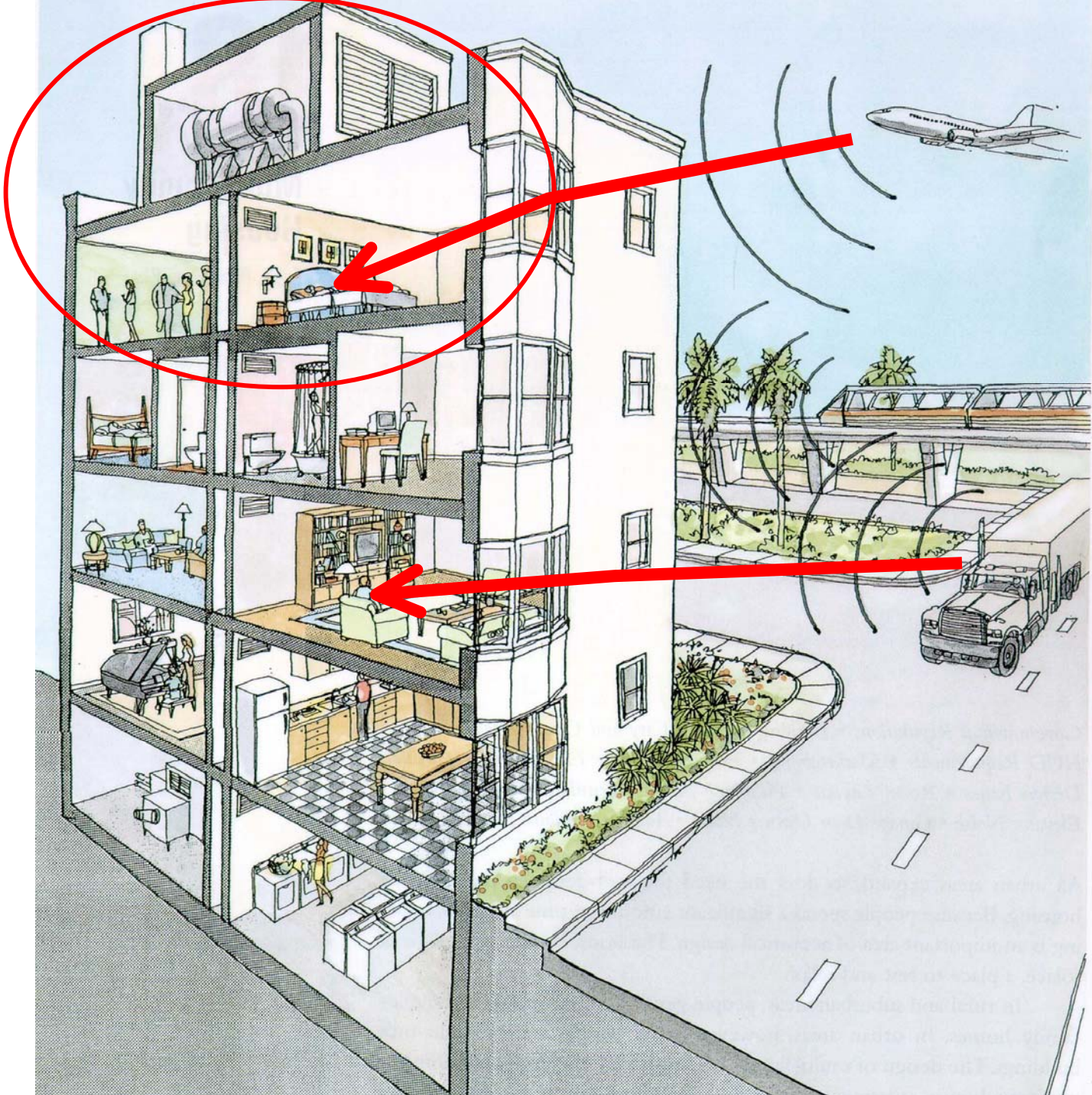
# Behindertengerechte akustische Gestaltung

- Einige Akustische Begriffe
- Bauakustik
- Raumakustik
- Beschallungsanlagen
- Induktive Höranlagen

# Behindertengerechte akustische Gestaltung

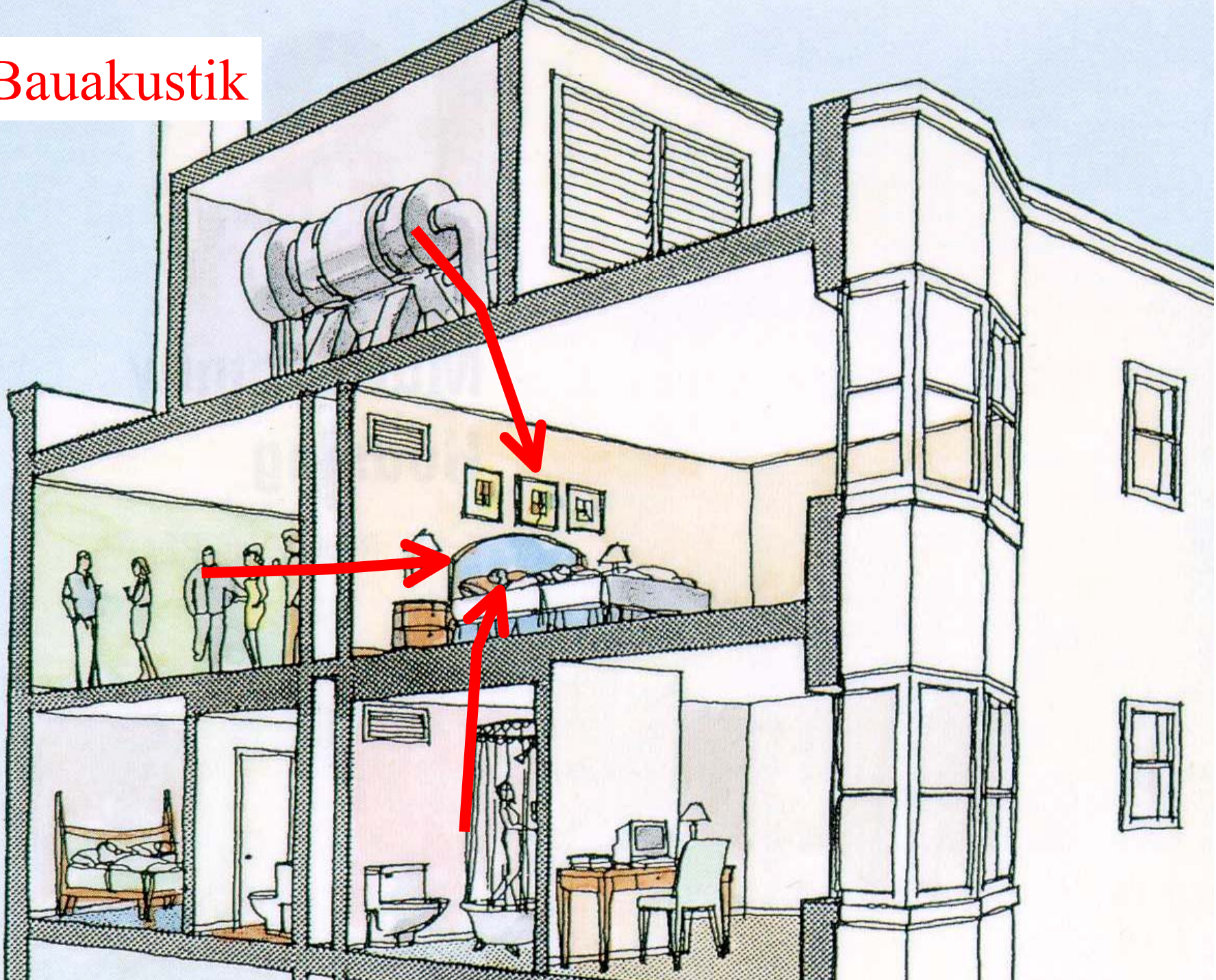
- **Einige Akustische Begriffe**
- Bauakustik
- Raumakustik
- Beschallungsanlagen
- Induktive Höranlagen

# Bauakustik



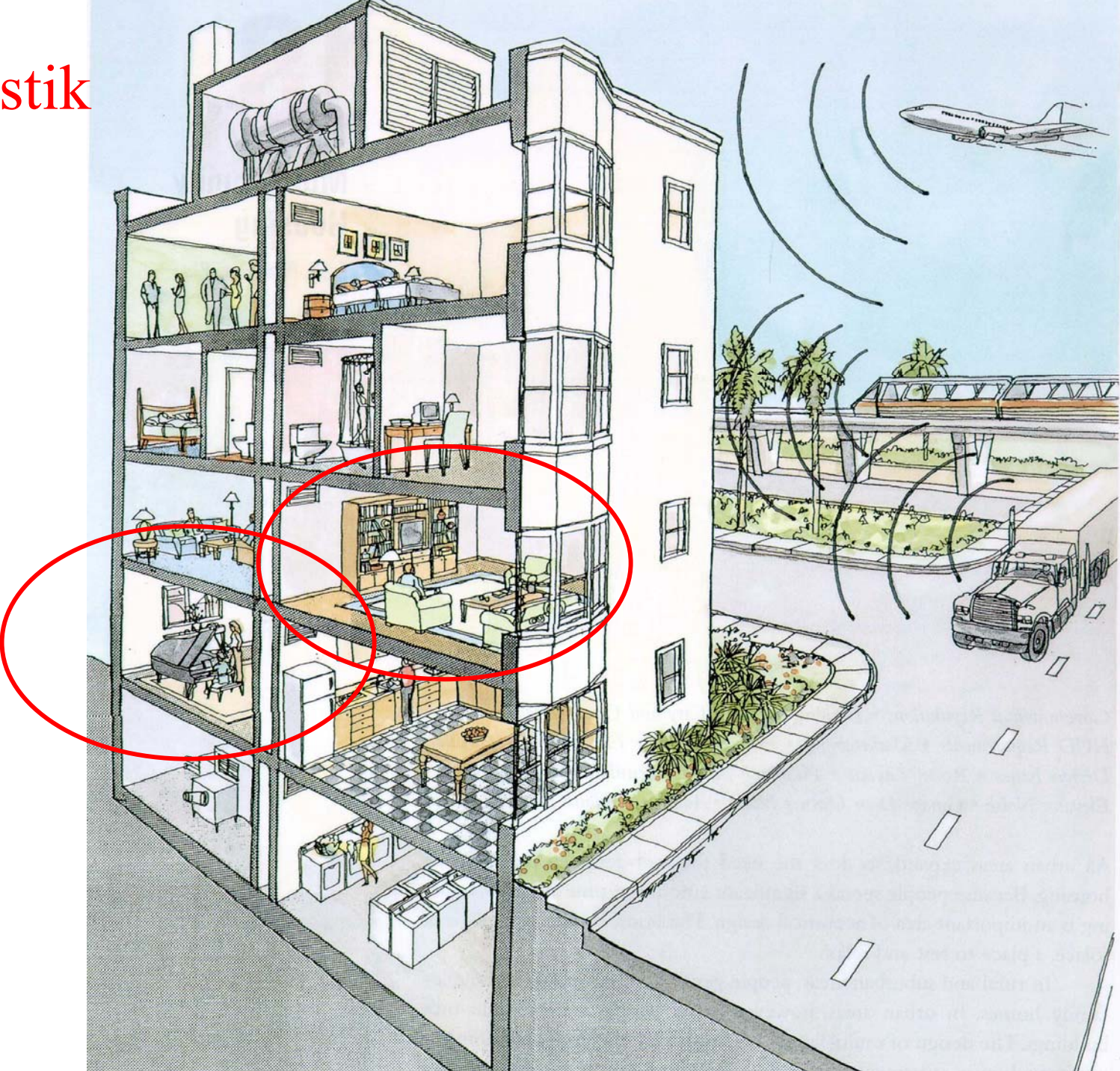


# Bauakustik



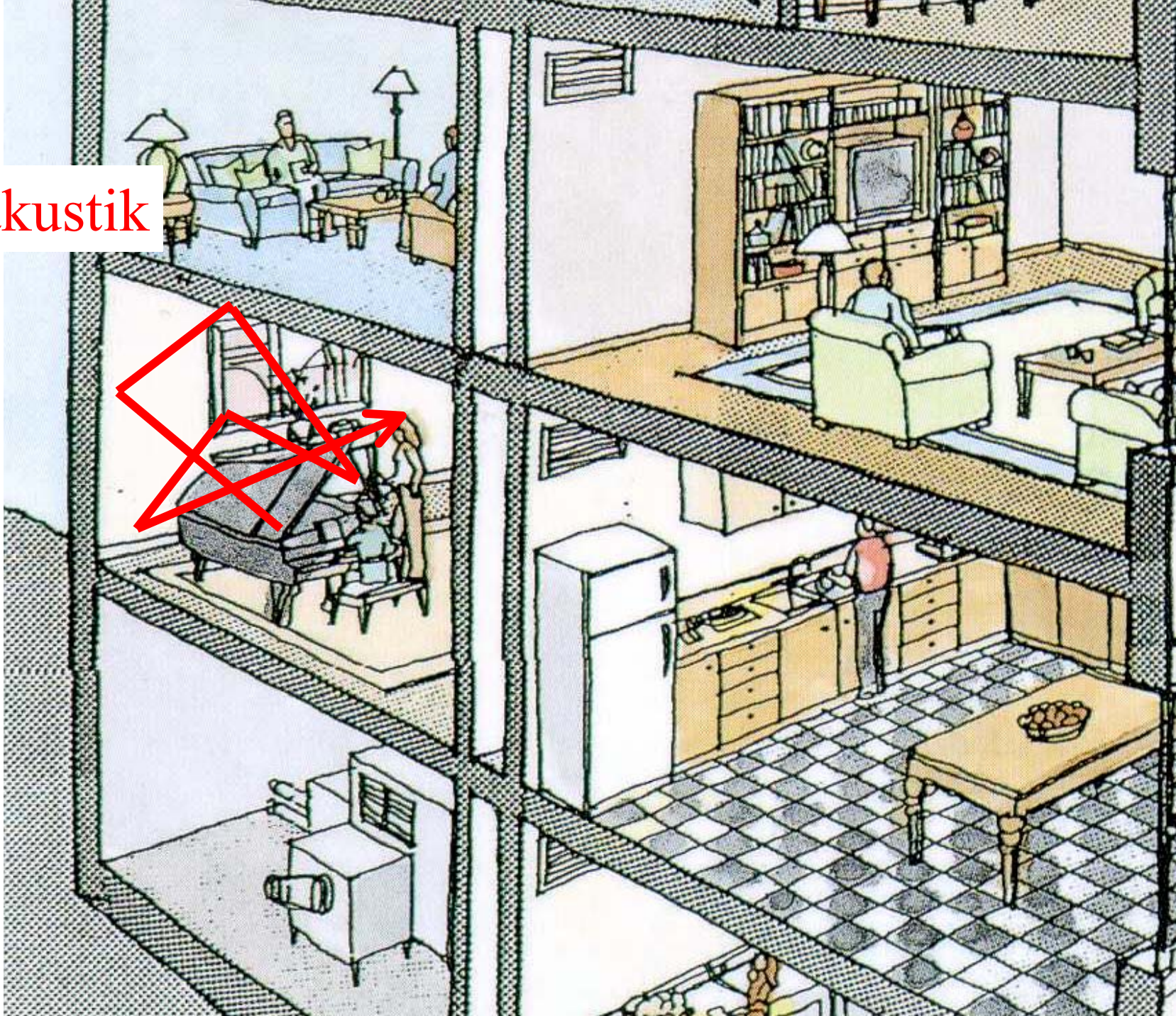


# Raumakustik





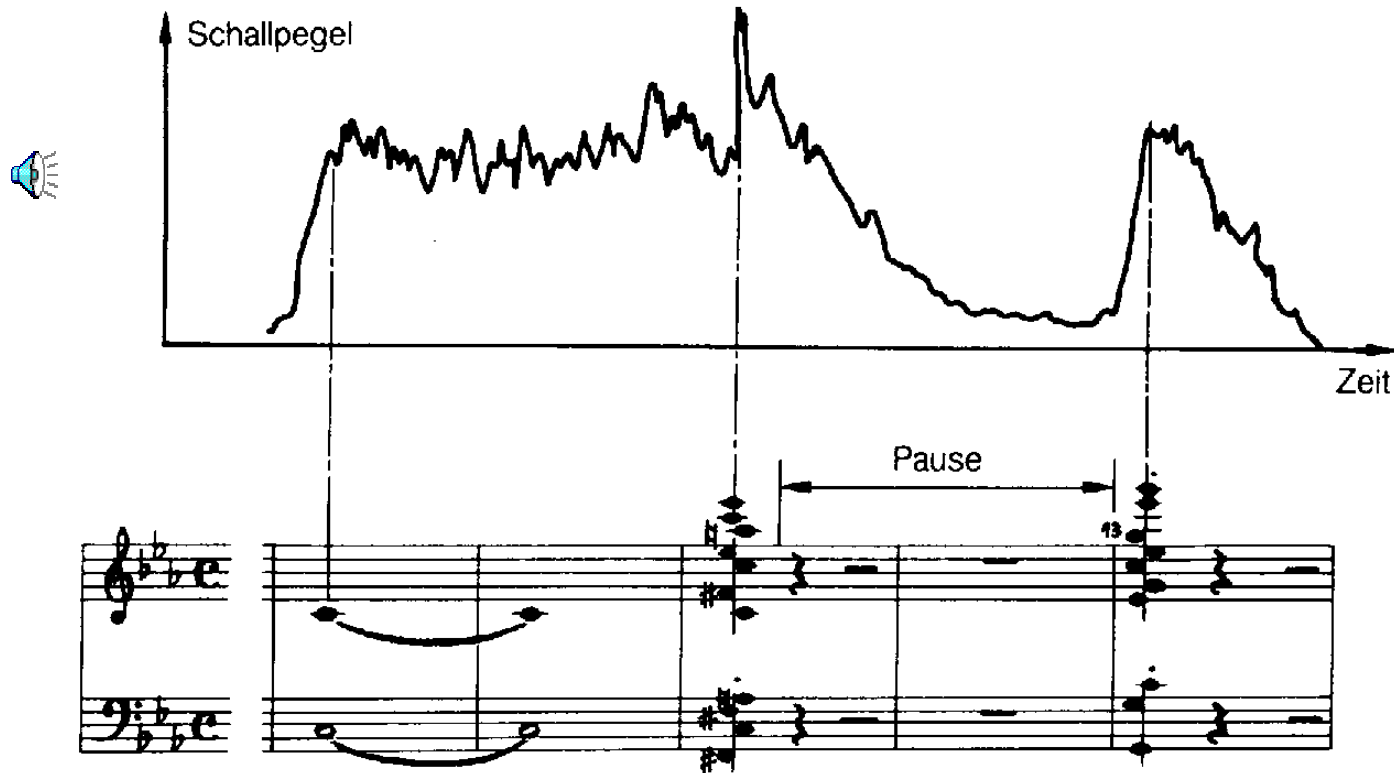
# Raumakustik





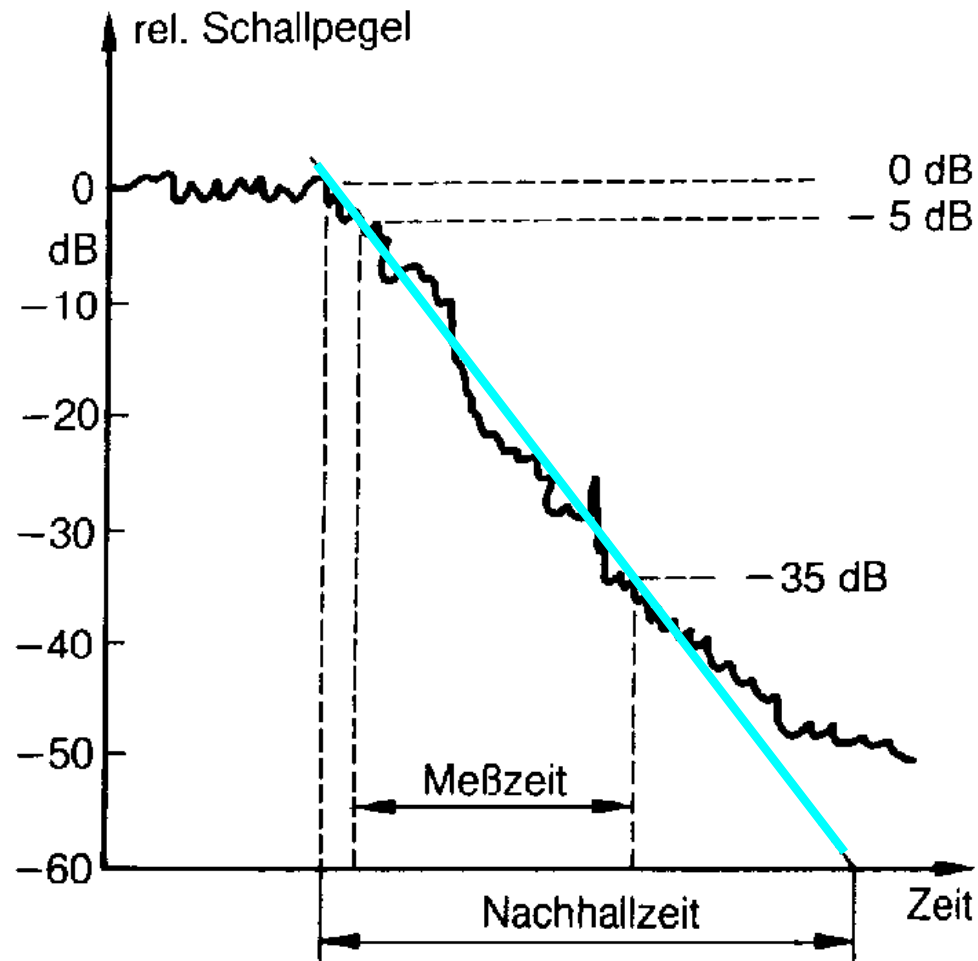
# Nachhalldauer

## Schallpegelverlauf während Konzert.

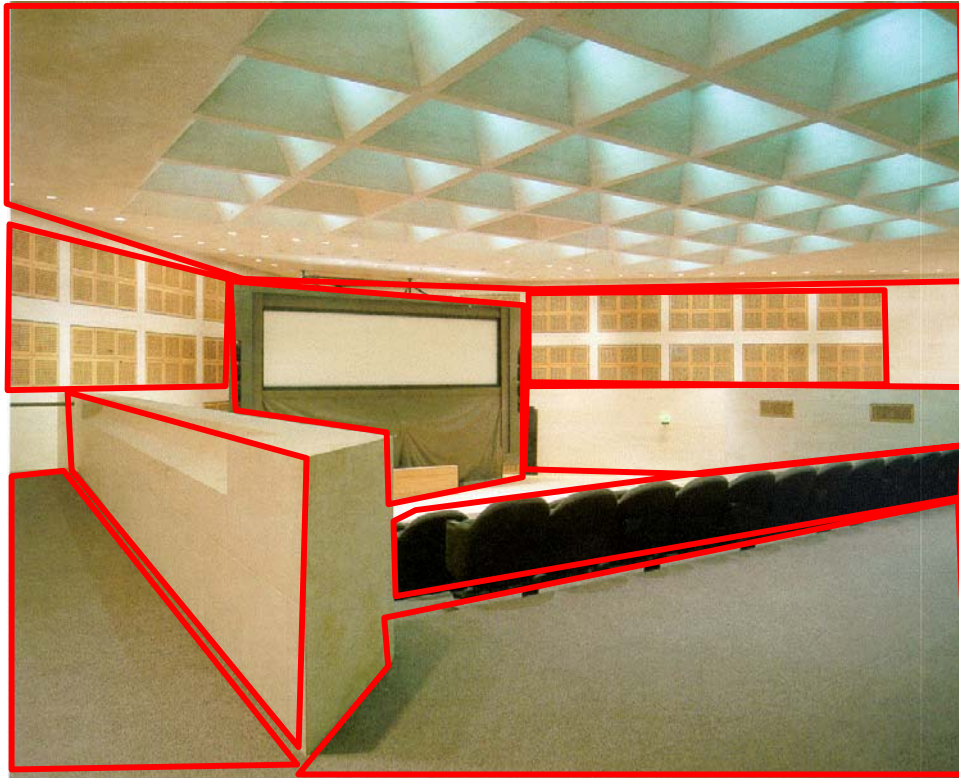




# Nachhallzeit T in Sekunden



# Nachhallzeitformel von Sabine



$$T = \frac{0.16 \cdot V}{A}$$

$T$  = Nachhallzeit [s]  
 $V$  = Volumen [ $\text{m}^3$ ]  
 $A$  = äquivalente  
Absorptions-  
fläche [ $\text{m}^2$ ]

$$A = \sum \alpha_i s_i$$

$\alpha_i$  = Absorptionsgrad der i-ten Fläche     **Material**

$s_i$  = Flächeninhalt der i-ten Fläche [ $\text{m}^2$ ]





Sprachverständlichkeit



Sprachverständlichkeit  
Sprachverständlichkeit  
Sprachverständlichkeit

Sprachverständlichkeit  
Sprachverständlichkeit  
Sprachverständlichkeit  
Sprachverständlichkeit



Sprachverständlichkeit  
Sprachverständlichkeit  
Sprachverständlichkeit  
Sprachverständlichkeit  
Sprachverständlichkeit

Sprachverständlichkeit  
Sprachverständlichkeit  
Sprachverständlichkeit  
Sprachverständlichkeit  
Sprachverständlichkeit  
Sprachverständlichkeit

Sprachverständlichkeit  
Sprachverständlichkeit  
Sprachverständlichkeit  
Sprachverständlichkeit  
Sprachverständlichkeit  
Sprachverständlichkeit















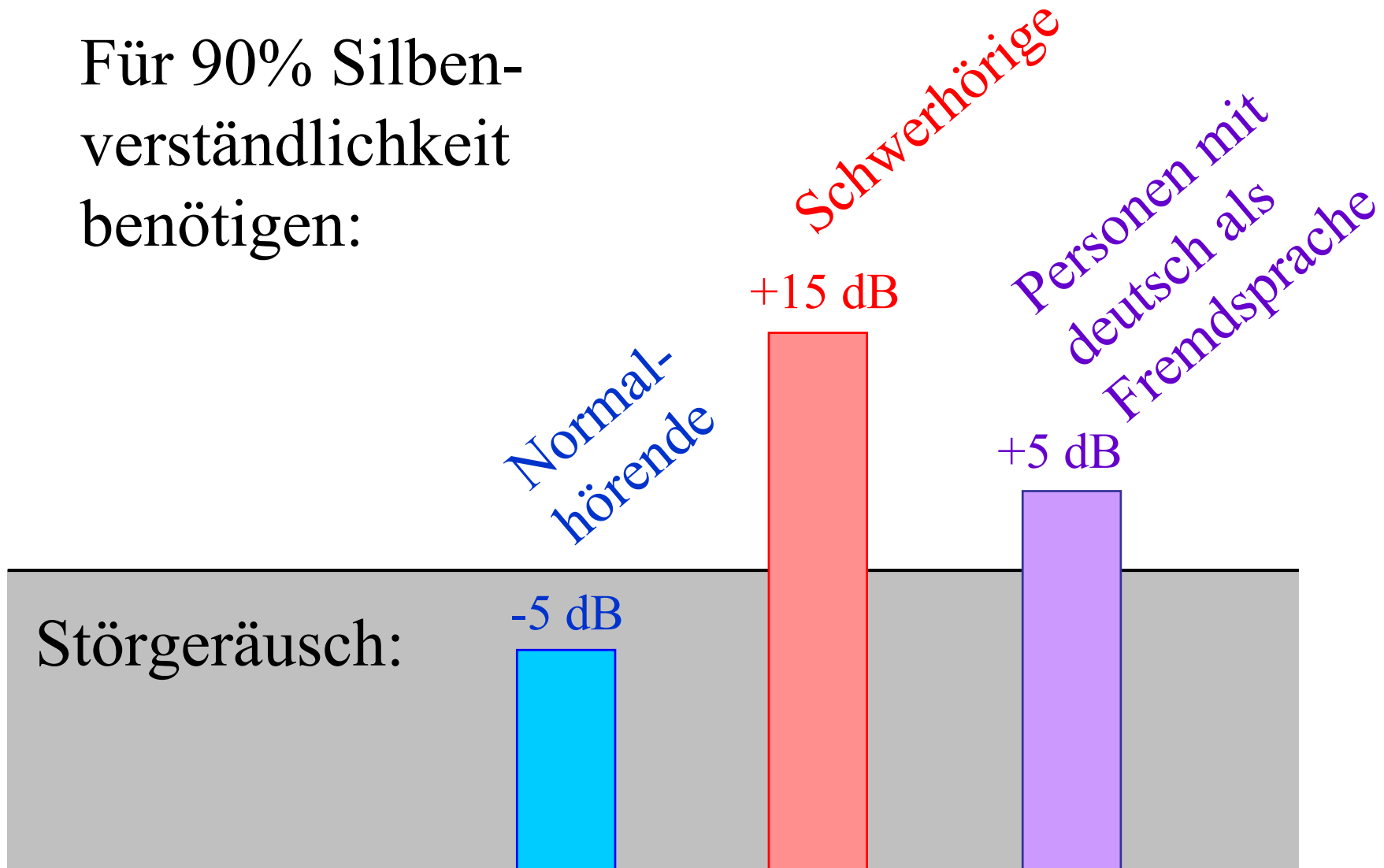
# Gute Sprachverständlichkeit

- Gute Sprachdeutlichkeit
- Starker Direktschall
- Angemessen kurzer Nachhall
- Geringe Echos
- Geringer Störschall
- Ausreichende Sprach-Lautstärke



# Erhöhte Anforderungen für Schwerhörige

Für 90% Silben-  
verständlichkeit  
benötigen:



# Einfluss der Nachhallzeit auf die Sprachverständlichkeit

hallige Räume: langer Nachhall

⇒ schlechte Sprachverständlichkeit

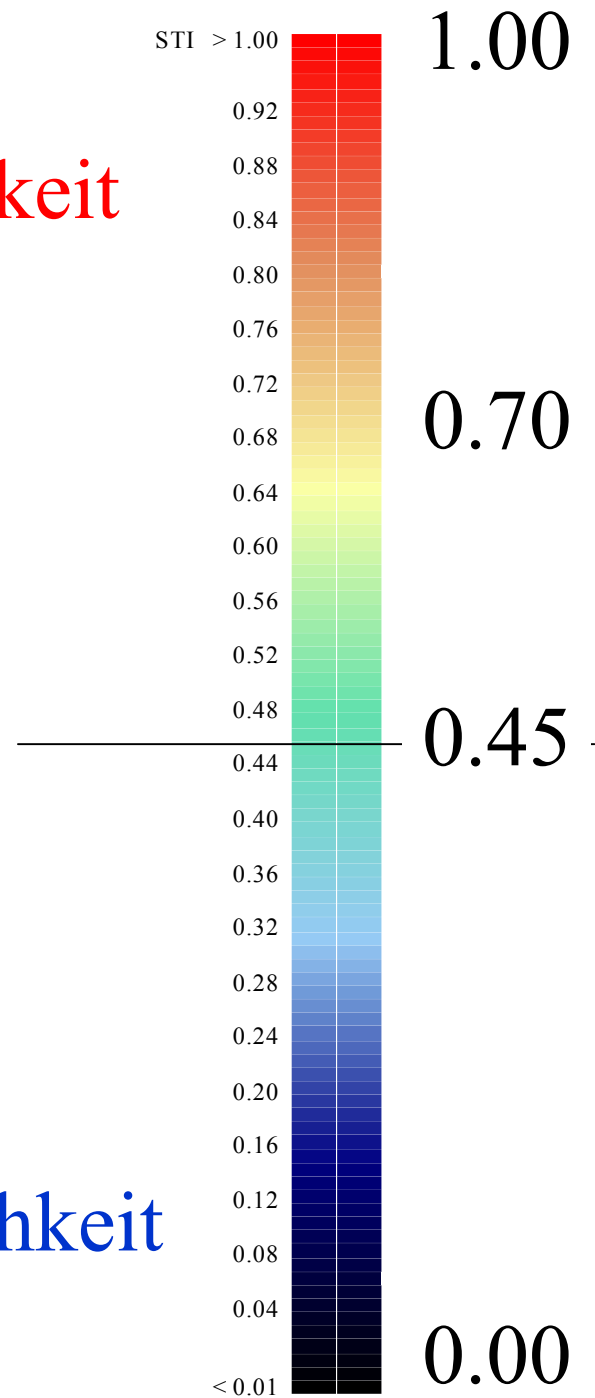
"trockene" Räume: kurzer Nachhall

⇒ gute Sprachverständlichkeit

**gute Sprachverständlichkeit**

Speech  
Transmission  
Index  
STI

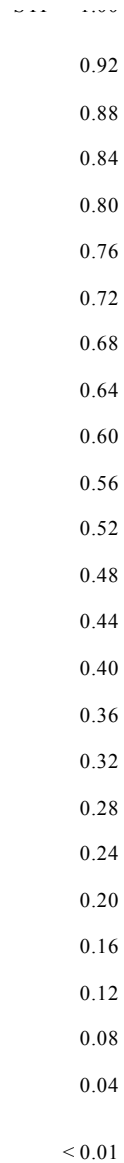
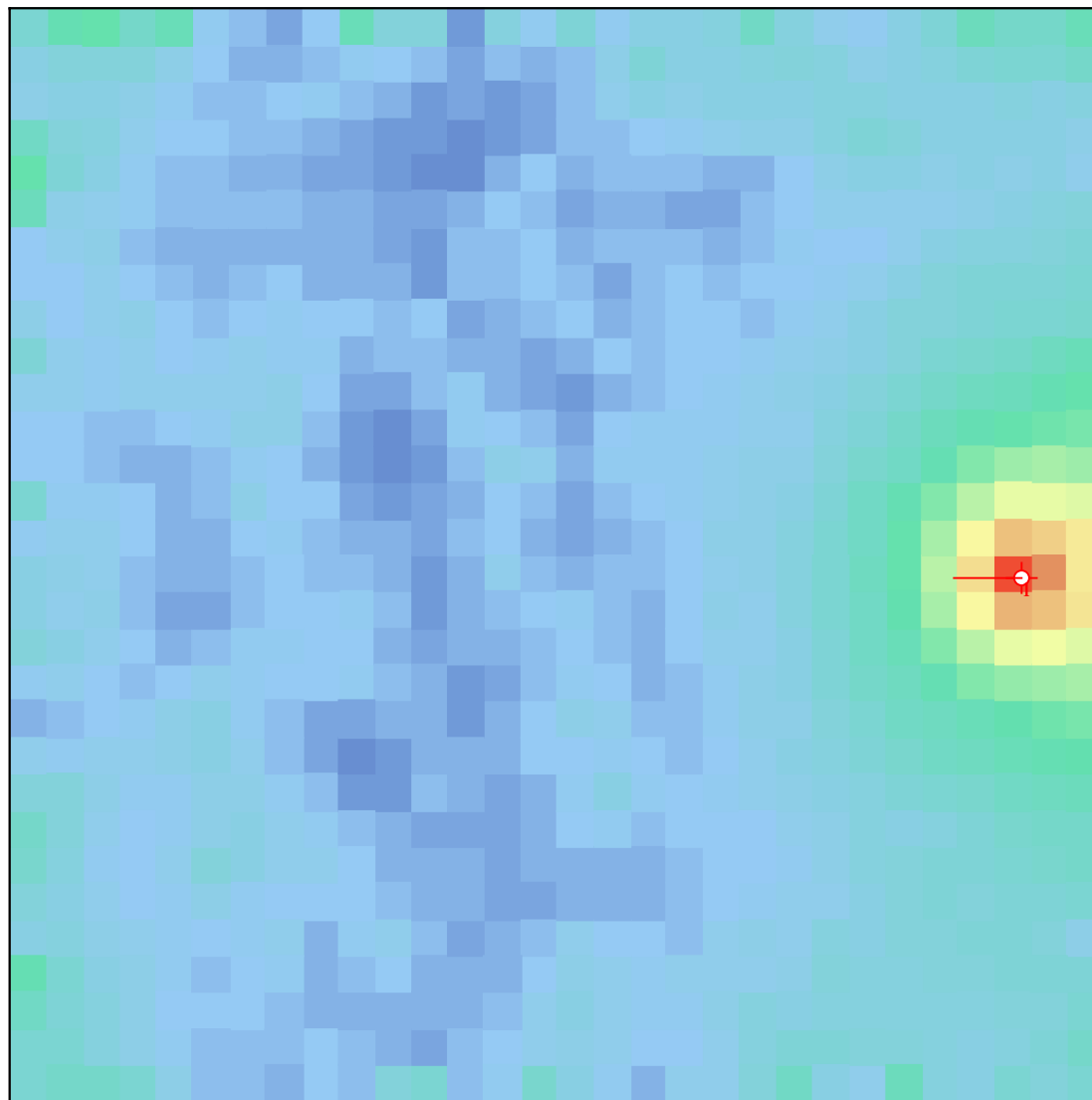
**schlechte Sprachverständlichkeit**



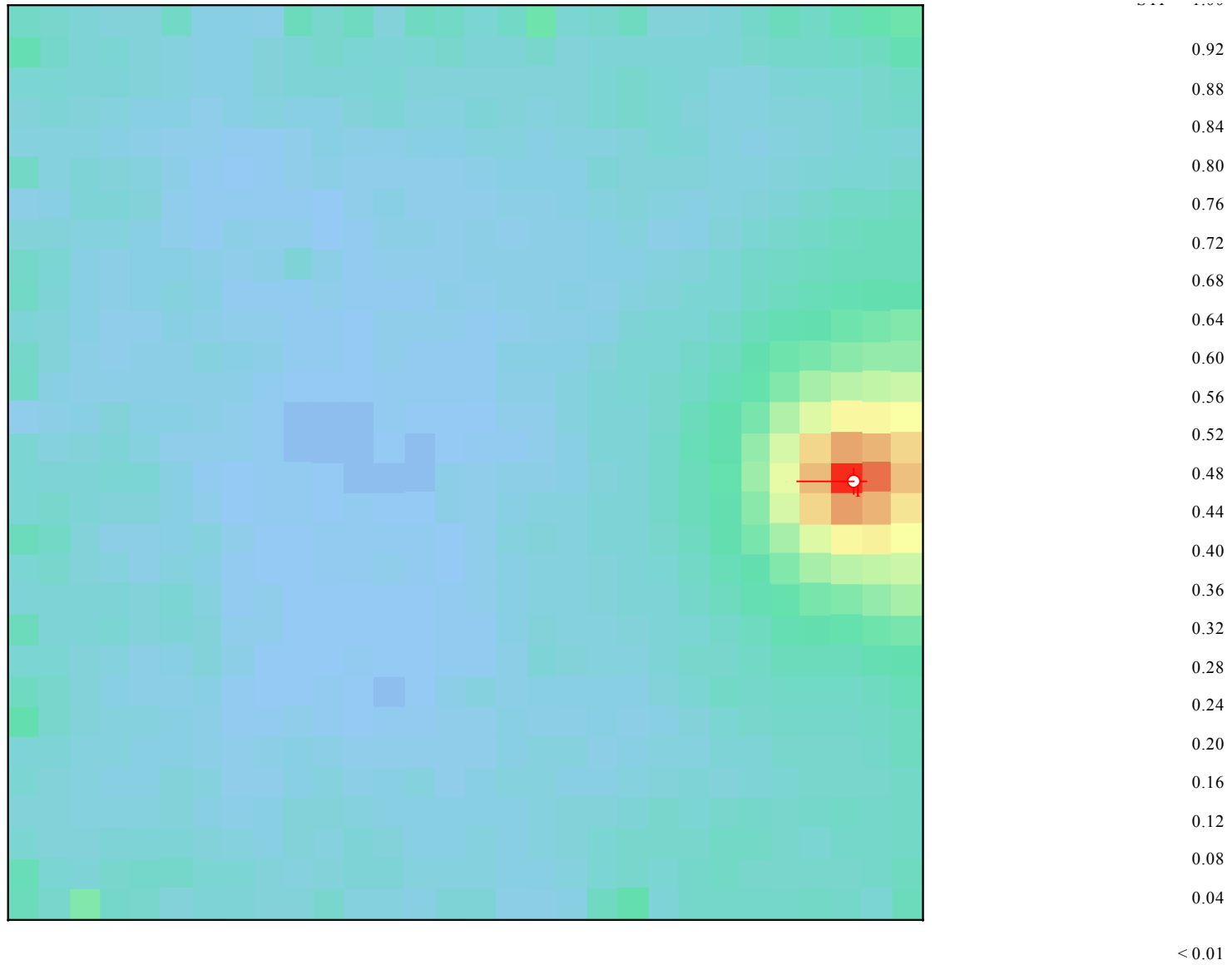


$T \approx 4 \text{ s}$

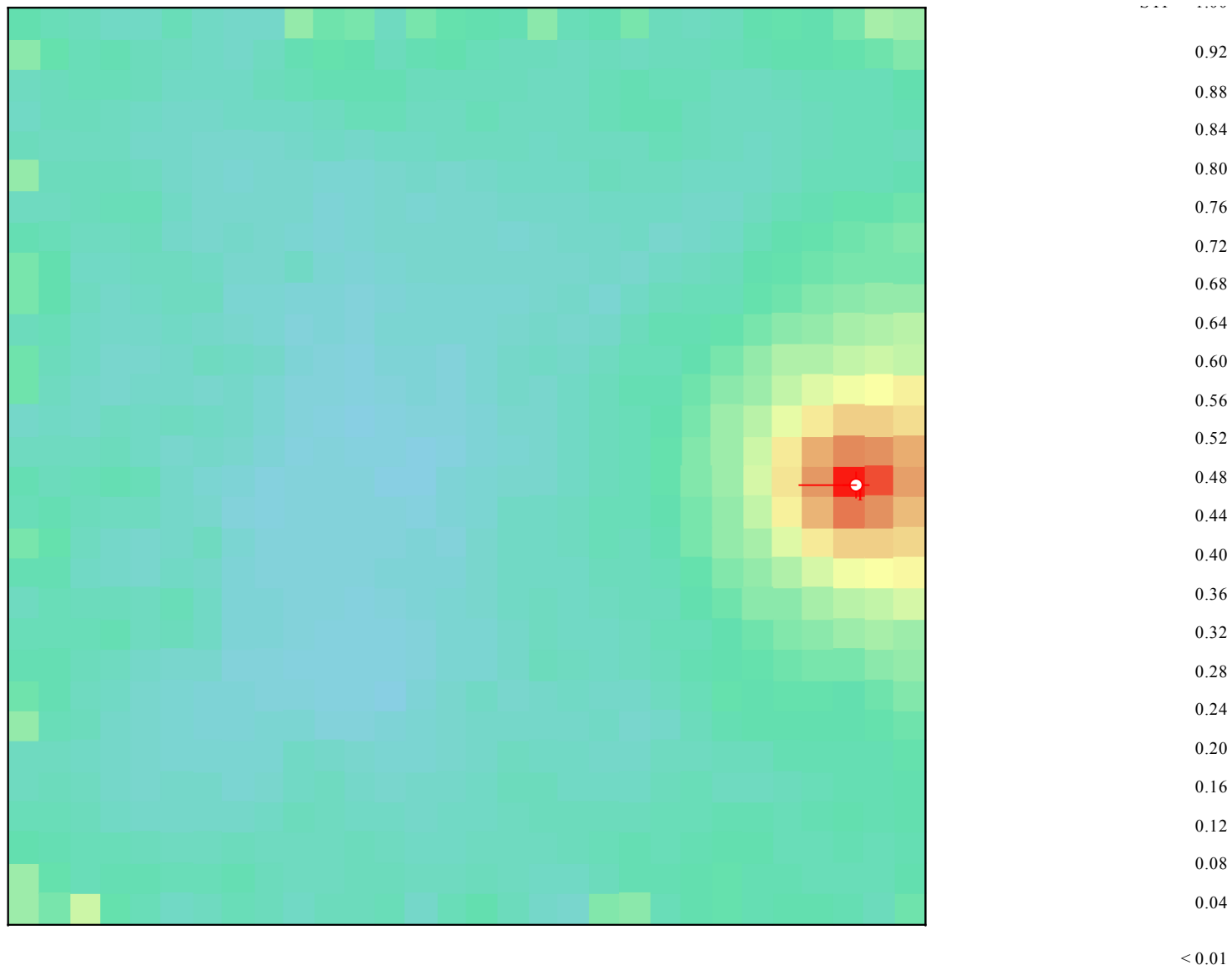
30 m



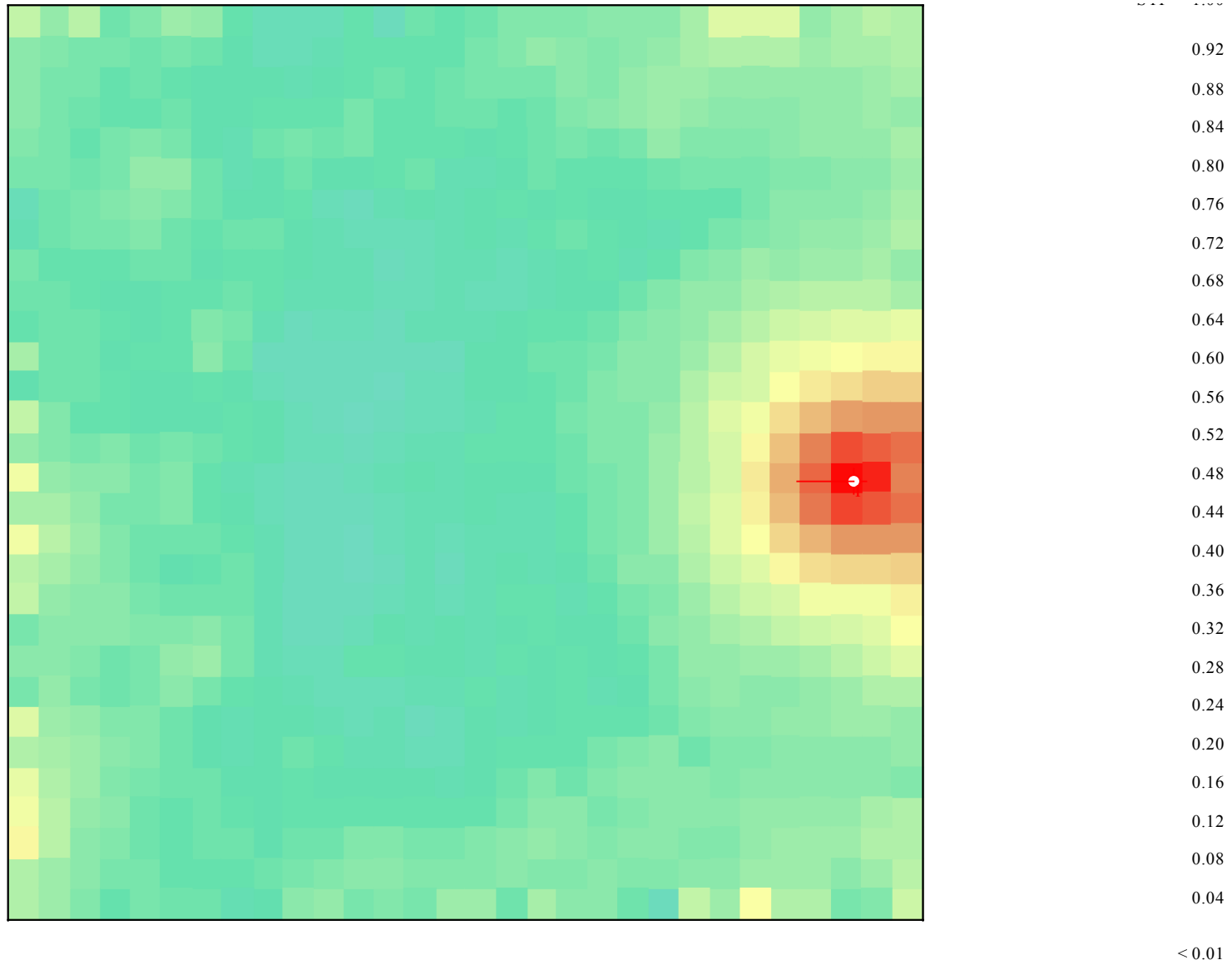
$T \approx 3 \text{ s}$



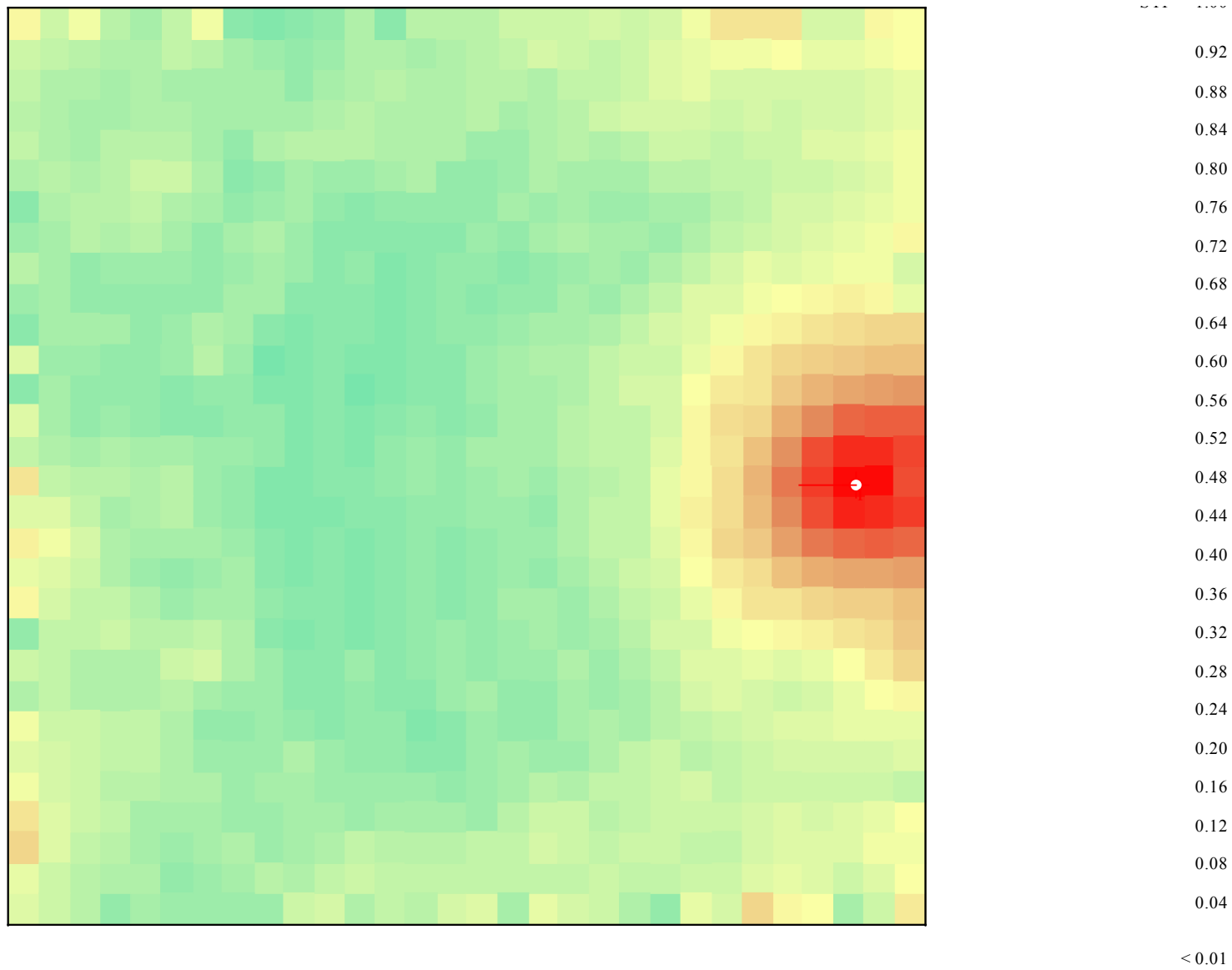
$T \approx 2 \text{ s}$



$T \approx 1.5$  s

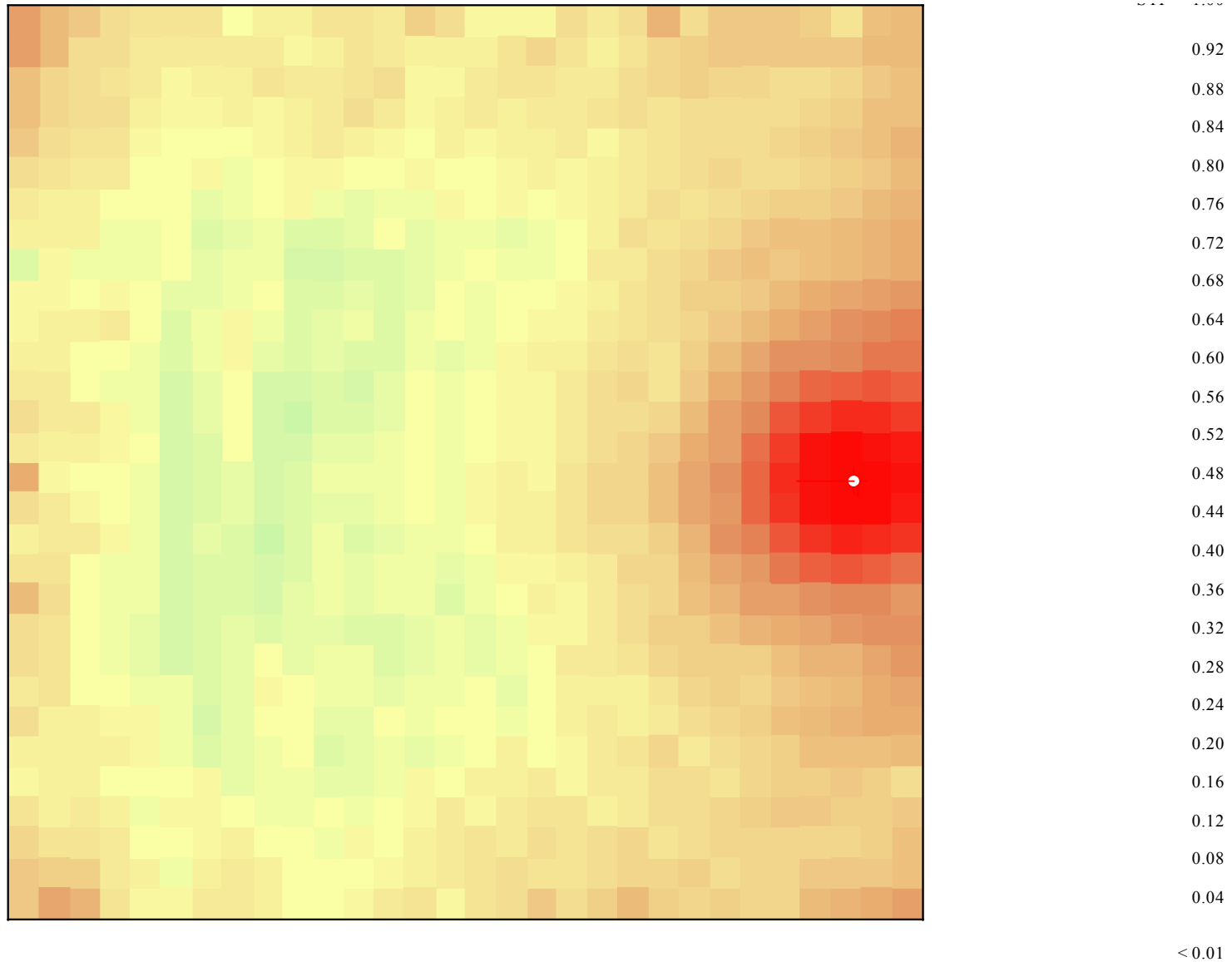


$T \approx 1 \text{ s}$

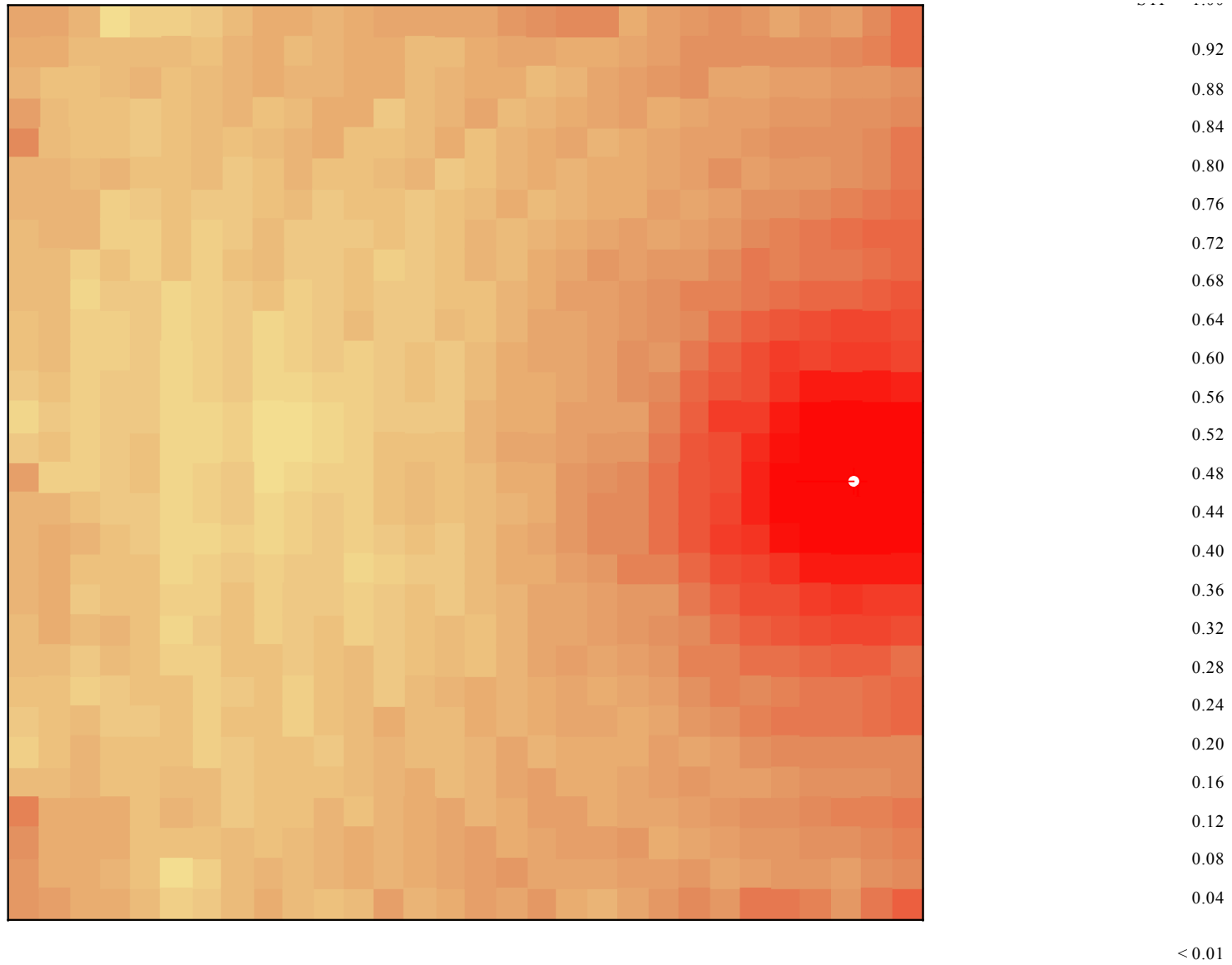




$T \approx 0.8 \text{ s}$



$T \approx 0.6$  s



# Behindertengerechte akustische Gestaltung

- Einige Akustische Begriffe
- Bauakustik
- Raumakustik
- Beschallungsanlagen
- Induktive Höranlagen

Ziele?

# Ziele der behindertengerechten akustischen Gestaltung

## Gute Sprachverständlichkeit

- Auf jeden Fall Anforderungen für Normalhörende erfüllen
  - Bauakustik
  - Raumakustik
  - Beschallungsanlage
- Induktive Höranlage
- Erhöhte Anforderungen für Hörbehinderte

# Behindertengerechte akustische Gestaltung

- Einige Akustische Begriffe
- **Bauakustik**
- Raumakustik
- Beschallungsanlagen
- Induktive Höranlagen



# Bauakustik / Geräusche von Geräten

## Ziel

### Verminderung von Störgeräuschen

- von ausserhalb des Gebäudes
- von innerhalb des Gebäudes
- im Raum selber

# Bauakustik / Geräusche von Geräten

Ziel für Hörbehinderte

weniger als 30 dB(A)

# Bauakustik / Geräusche von Geräten

Anforderungen definiert in

- **SIA 181** Schallschutz im Hochbau  
(in Revision)
- **DIN 18041** Hörsamkeit in kleinen bis  
mittelgrossen Räumen  
(in Revision)
- **erhöhte Anforderungen** für Hörbehinderte

# Behindertengerechte akustische Gestaltung

- Einige Akustische Begriffe
- Bauakustik
- **Raumakustik**
- Beschallungsanlagen
- Induktive Höranlagen

# Raumakustik

Ziel

Förderung der Sprachverständlichkeit durch

**optimale Nachhallzeiten  
und  
richtige Schallenkung**



# Raumakustik

Anforderungen definiert in

- **DIN 18041** Hörsamkeit in kleinen bis mittelgrossen Räumen (in Revision)
- in naher Zukunft durch Arbeitsgruppe der SGA
- provisorische Anforderungen:  
Aufsatz K. Eggenschwiler, Tagung Forum gesundes Bauen, 2002

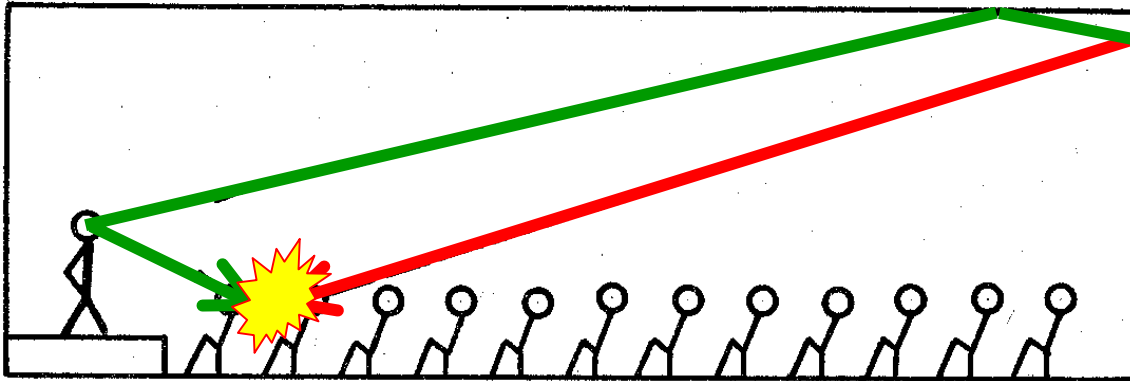
# Anforderungen an Schulzimmer und Auditorien

# Gute Raumform

- Freie Sichtlinie
- Frühe Schallreflexionen fördern
- Späte Schallreflexionen dämpfen
- Echos und Flatterechos vermeiden
- Richtige Anordnung von Absorbern

# DIN 18041

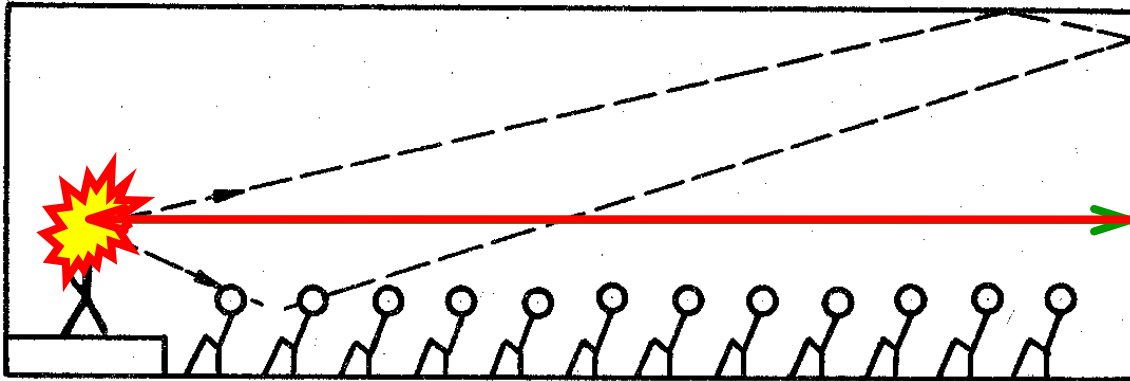
Alte und bewährte Regeln



UNGÜNSTIG

# DIN 18041

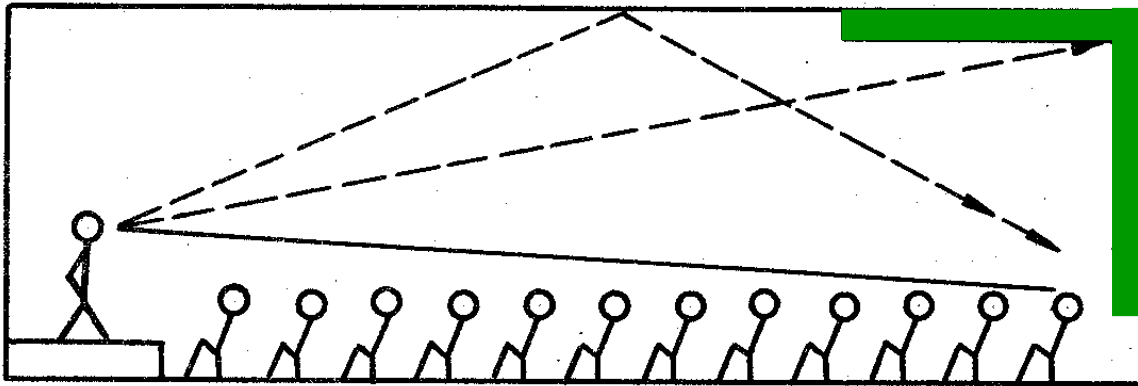
Alte und bewährte Regeln



UNGÜNSTIG

# DIN 18041

Schallabsorption

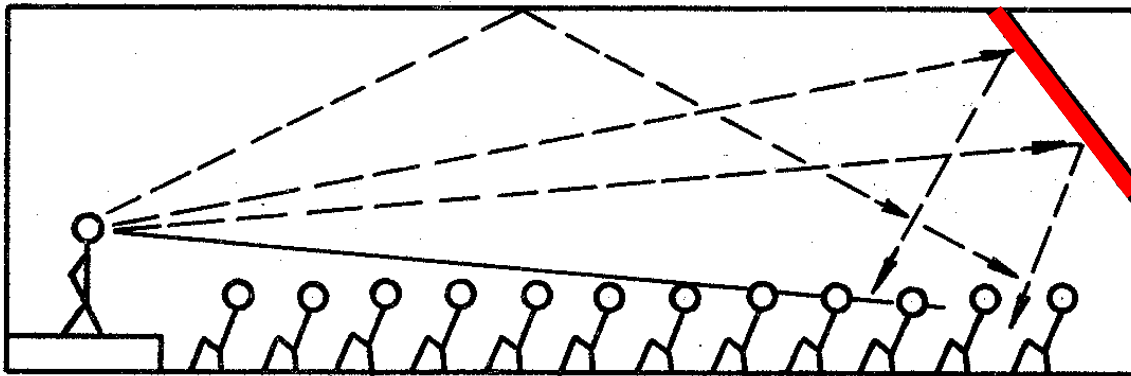


BESSER



# DIN 18041

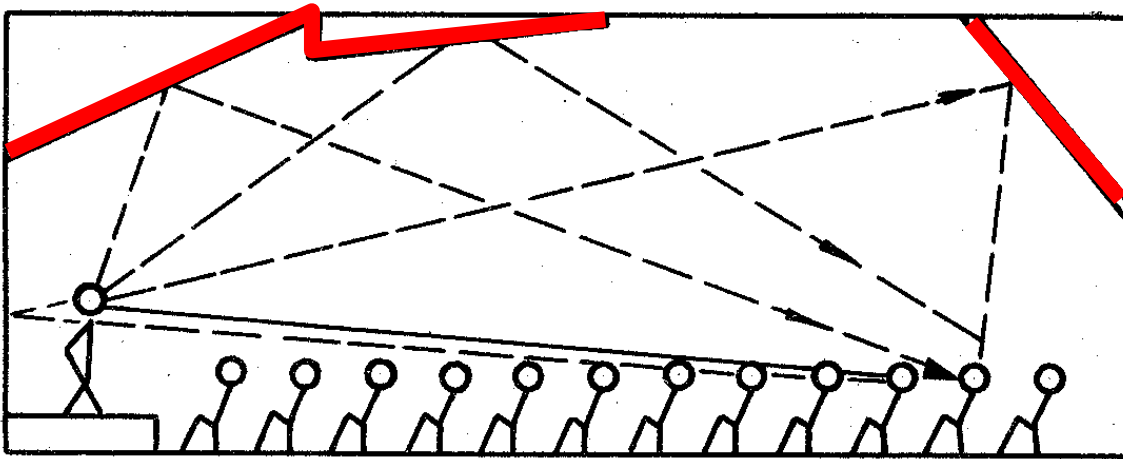
Schallreflektor



BESSER

# DIN 18041

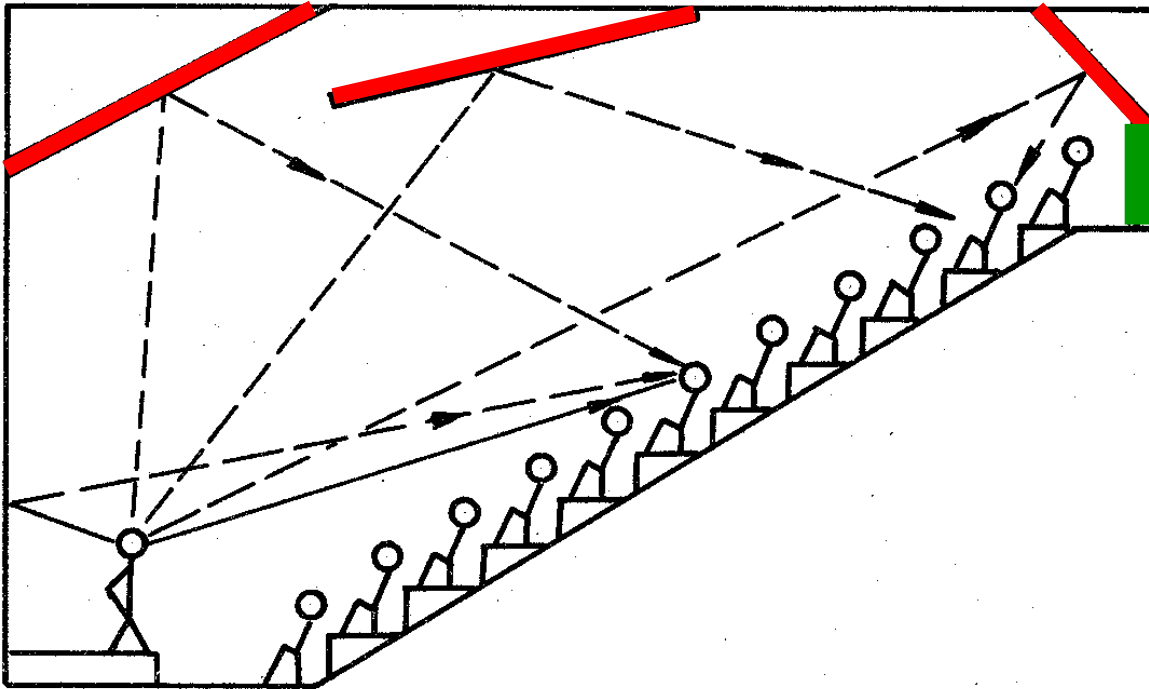
Schallreflektoren



GÜNSTIG

# DIN 18041

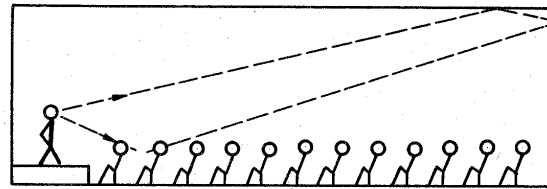
## Schallreflektoren



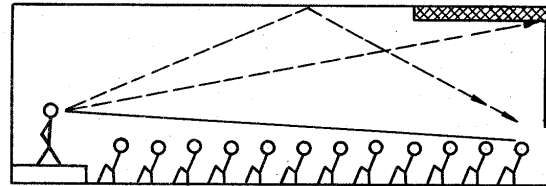
GÜNSTIGER

# DIN 18041

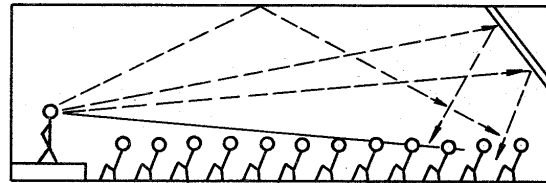
Quelle:  
DIN 18041



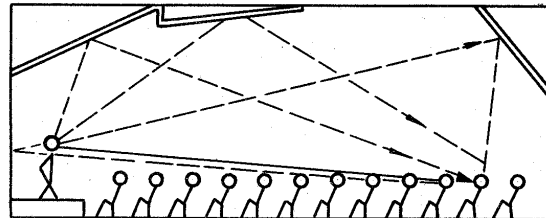
UNGÜNSTIG



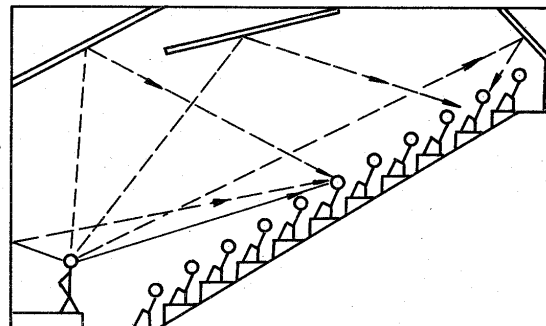
BESSER



BESSER



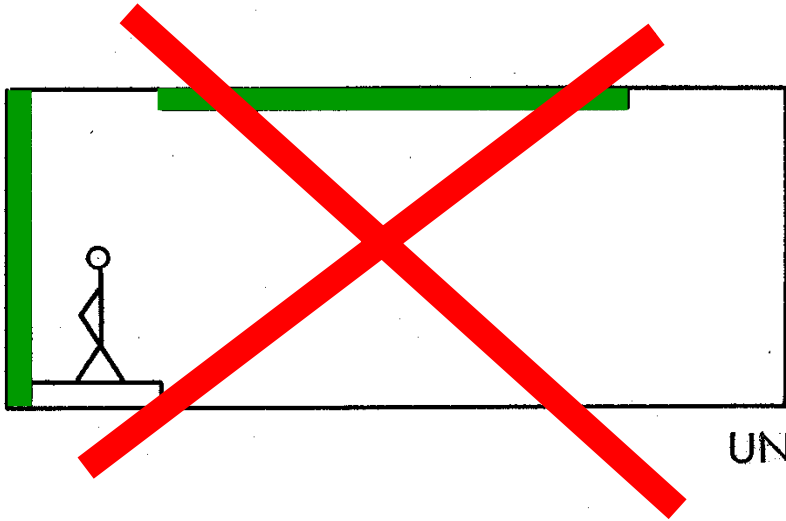
GÜNSTIG



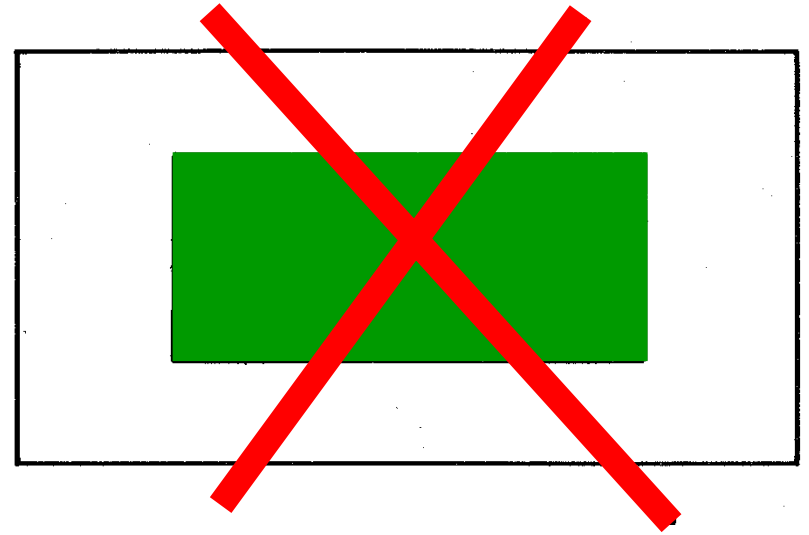
GÜNSTIGER

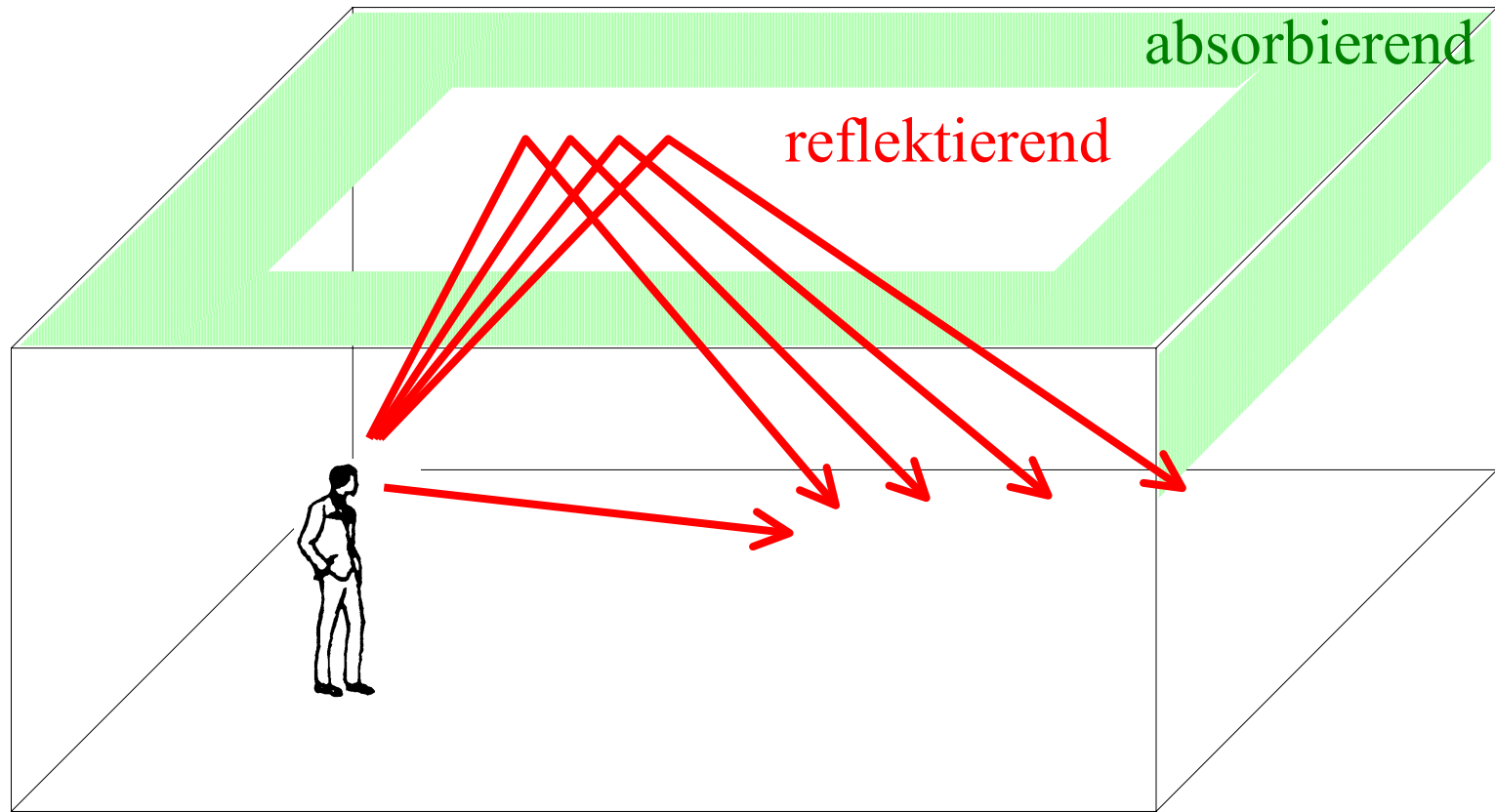
# Anordnung von Schallabsorptionsmaterial

# DIN 18041

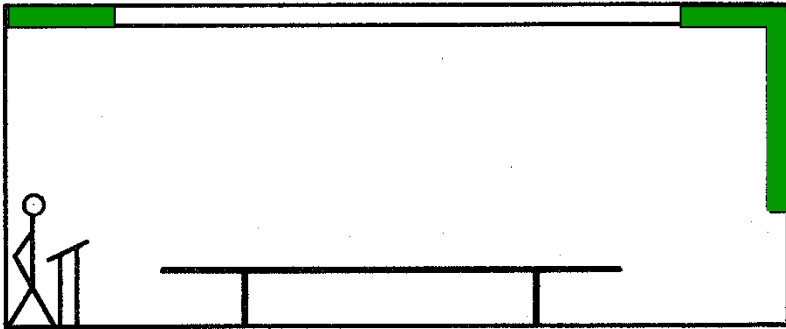


UNGÜNSTIG

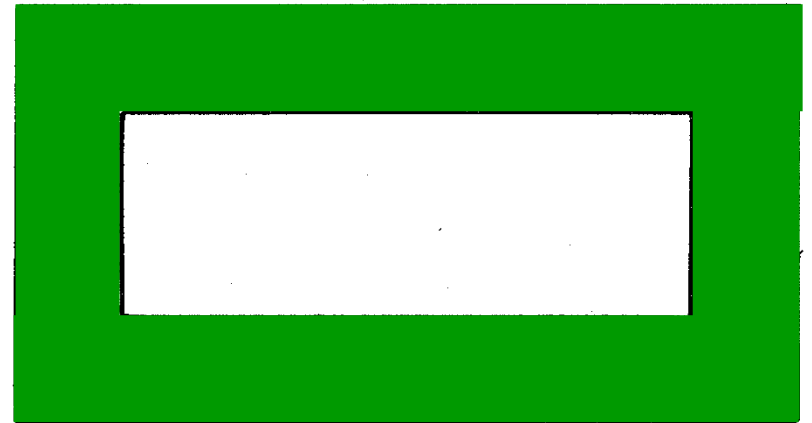




# DIN 18041

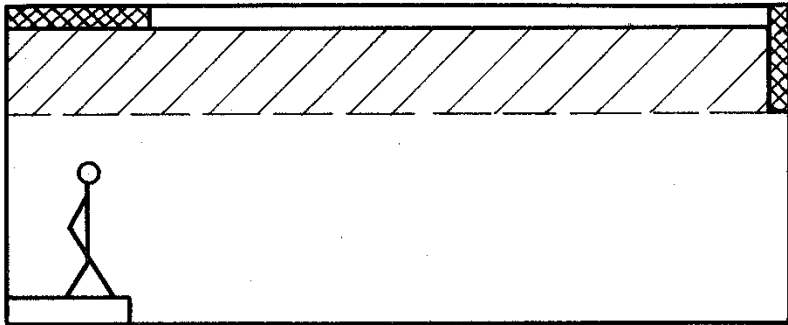


BESSER

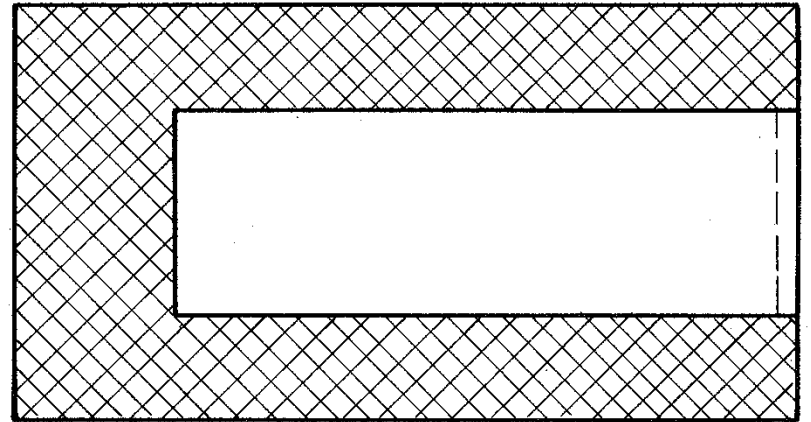




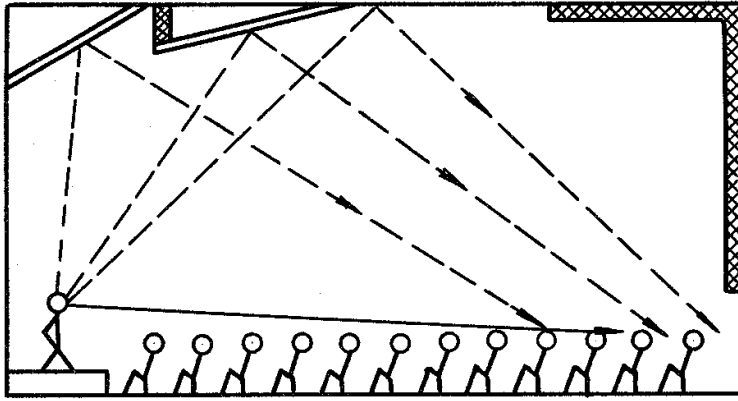
# DIN 18041



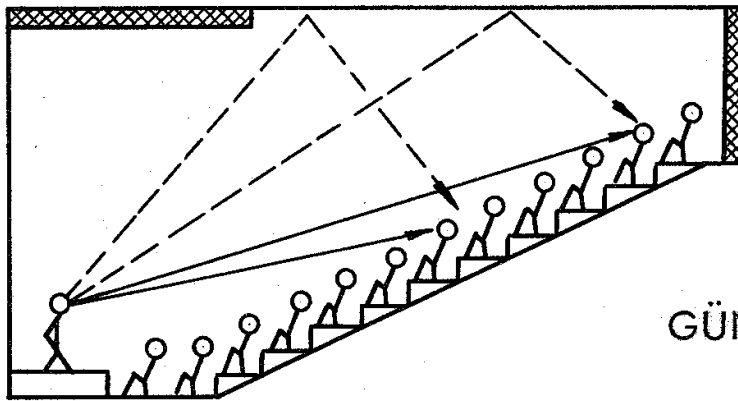
BESSER



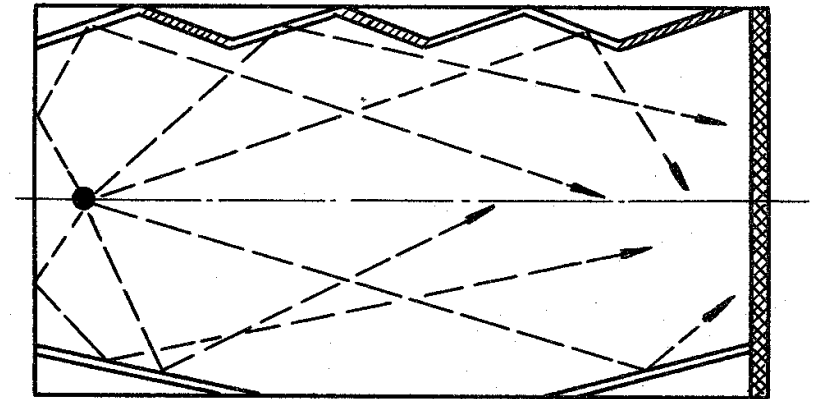
# DIN 18041



GÜNSTIG

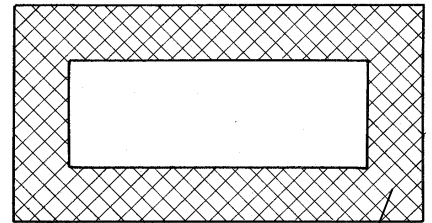
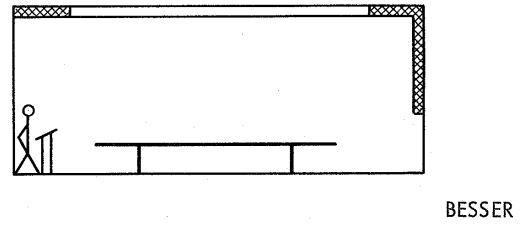
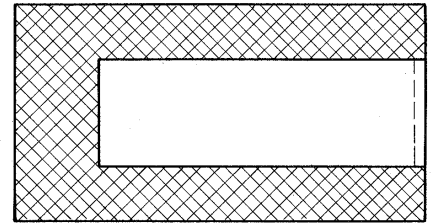
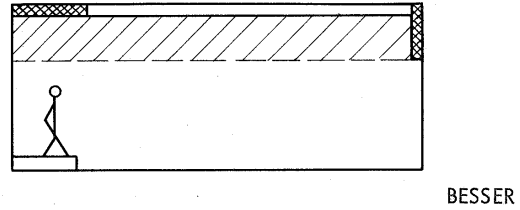
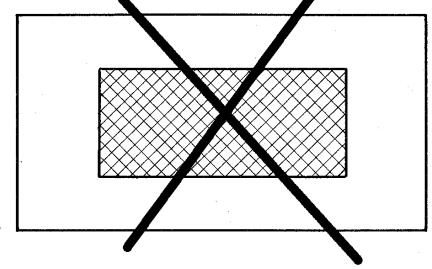
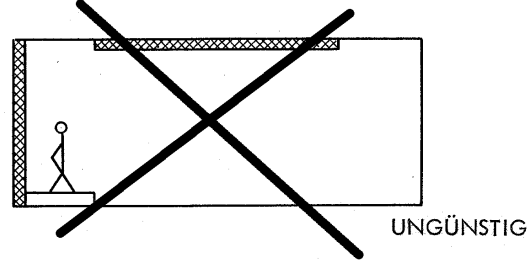


GÜNSTIGER

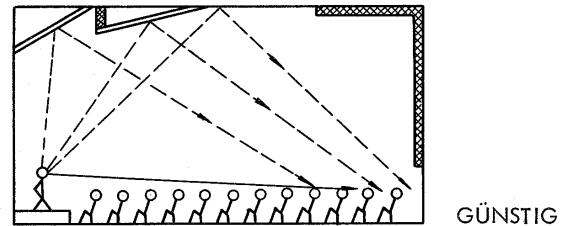


# DIN 18041

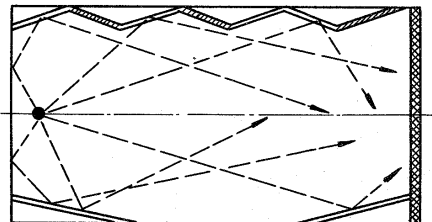
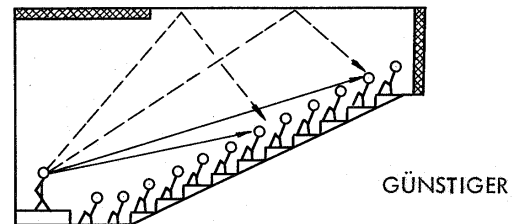
Quelle:  
DIN 18041



Deckenuntersicht



Absorption



# Nachhallzeit

- Empfehlung bis zum Vorliegen neuer Richtlinien
  - Schulzimmer:  $0.5 - 0.7$  s  
 $0.3$  s für Hörbehinderte
  - Auditorien  $0.6 - 1.0$  s je nach Grösse
- 
- Wahl von geeignetem Absorptionsmaterial
  - Berechnung mit Formel von Sabine
  - Grössere Räume: Raumakustische Simulation

Empfehlungen für Nachhallzeit im  
Entwurf der Revision der **DIN 18041**:

- **Generell tiefere Nachhallzeiten als früher**
- **Anforderungen für Hörbehinderte:  
20 % tiefere Werte**



# Einfache Tabelle zur Berechnung der notwendigen Flächen

Grundfläche:  $72 \text{ m}^2$   
Höhe:  $3.5 \text{ m}$   
Volumen:  $250 \text{ m}^3$   
Nachhallzeit:  $1.3 \text{ s}$

	$T_{\text{soll}} = 0.7 \text{ s}$	$T_{\text{soll}} = 0.5 \text{ s}$	$T_{\text{soll}} = 0.3 \text{ s}$
$\alpha \approx 0.8$	$35 \text{ m}^2$	$60 \text{ m}^2$	$130 \text{ m}^2$
$\alpha \approx 0.6$	$45 \text{ m}^2$	$85 \text{ m}^2$	$175 \text{ m}^2$
$\alpha \approx 0.4$	$90 \text{ m}^2$	$165 \text{ m}^2$	$350 \text{ m}^2$



# Behindertengerechte akustische Gestaltung

- Einige Akustische Begriffe
- Bauakustik
- Raumakustik
- **Beschallungsanlagen**
- Induktive Höranlagen





# Häufige Mängel an Beschallungsanlagen für Sprache

- Nicht geeignete Lautsprecher
- Falsche Position der Lautsprecher
- Zu kompliziertes Layout
- Falscher Frequenzgang
- Keine Zeitverzögerung eingebaut
- Raumakustische Probleme
- Optimiert auf Musik statt Sprache

# Häufige Mängel an Beschallungsanlagen für Sprache

- Kein Pflichtenheft
  - Anlage leistet zu wenig
  - Anlage leistet zu viel
  - Anlage leistet das Falsche
- Anlage zu kompliziert für Laien
- Keine geeignete Bedienungsanleitung
- Benutzer sind nicht instruiert
- Anlage für Schwerhörige funktioniert nicht oder nur schlecht

# Beschallungsanlagen für Sprache 2001



Swiss Acoustical Society  
Société Suisse d'Acoustique  
Schweizerische Gesellschaft für Akustik  
Società Svizzera di Acustica  
c/o Suva Akustik, Luzern



Swiss Acoustical Society  
Société Suisse d'Acoustique  
Schweizerische Gesellschaft für Akustik  
Società Svizzera di Acustica  
Internet: [www.sga-ssa.ch](http://www.sga-ssa.ch)

Besch


Archite

## Installations de sonorisation pour la parole

Recommandations  
pour  
les architectes et les Maîtres d'ouvrage

1ère édition, janvier 2001

→ [www.sga-ssa.ch](http://www.sga-ssa.ch)

- 
- Pflichtenheft erstellen
  - Raumakustik abklären
  - Konzept der Anlage
  - Eventuell Probebeschallung
  - Ausschreibung
  - Vergleich der Offerten
  - Realisierung
  - Abnahme der Anlage

# Beschallungsanlagen für Sprachen

- Sprachverständlichkeit
- Lautstärke
- Lautstärkeverteilung
- Klangqualität
- Ortung
- Bedienung , Betriebssicherheit, Äussere Einflüsse, Ästhetik

# Beschallungsanlagen für Sprachen

- Gute Raumakustik
- Richtige Lautsprecher  
Typ, Platzierung, Ausrichtung
- Richtige Ansteuerung (Zeitverzögerung, ...)
- Richtige Einstellungen (Lautstärke Klang, ...)
- Einfache Bedienung  
→ Fachgerechte Planung mit modernen  
Werkzeugen

# Behindertengerechte akustische Gestaltung

- Einige Akustische Begriffe
- Bauakustik
- Raumakustik
- Beschallungsanlagen
- **Induktive Höranlagen**

# Höranlagen für Hörbehinderte

- Induktive Anlagen
- IR
- FM

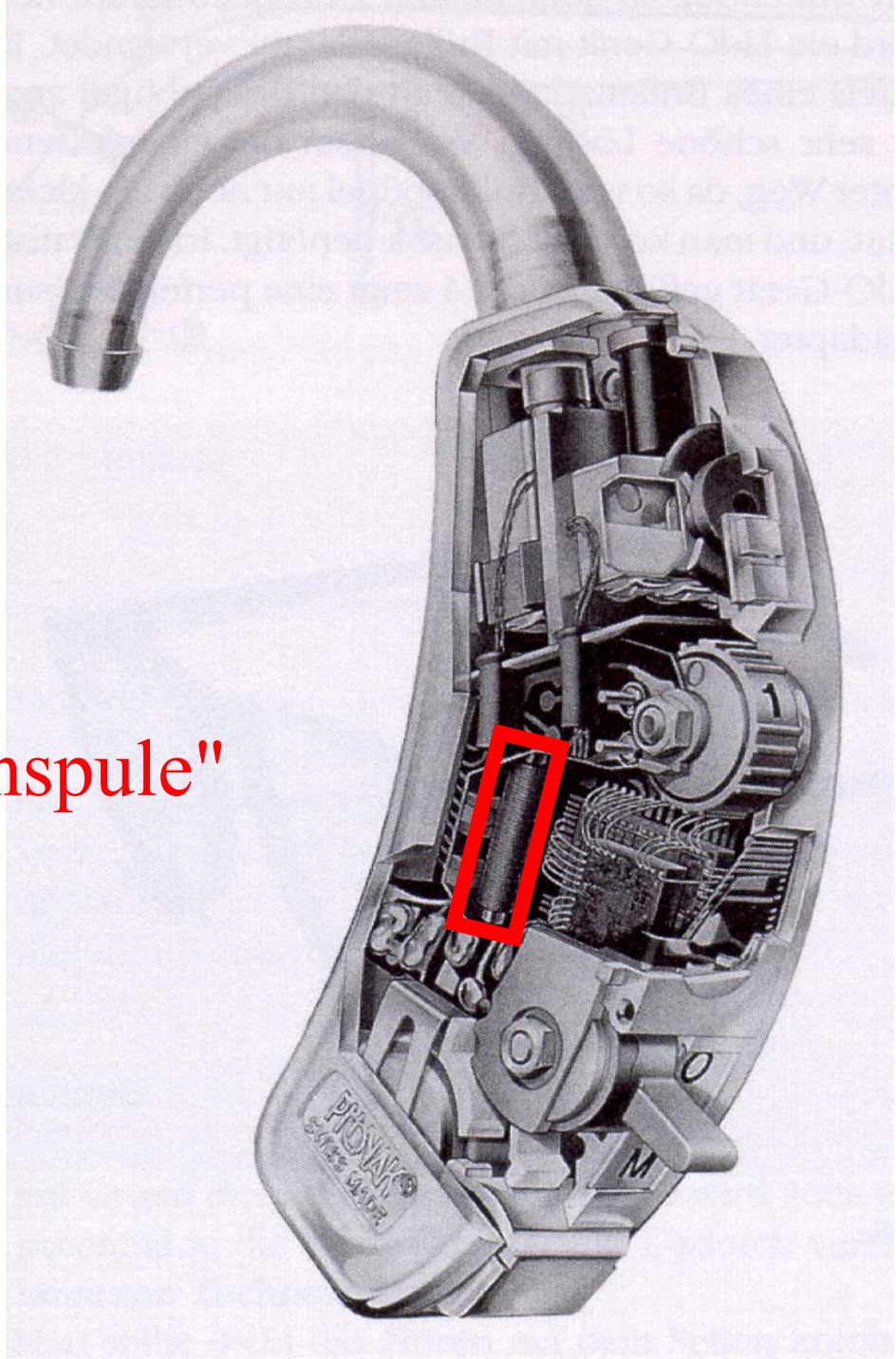


# Induktive Höranlage

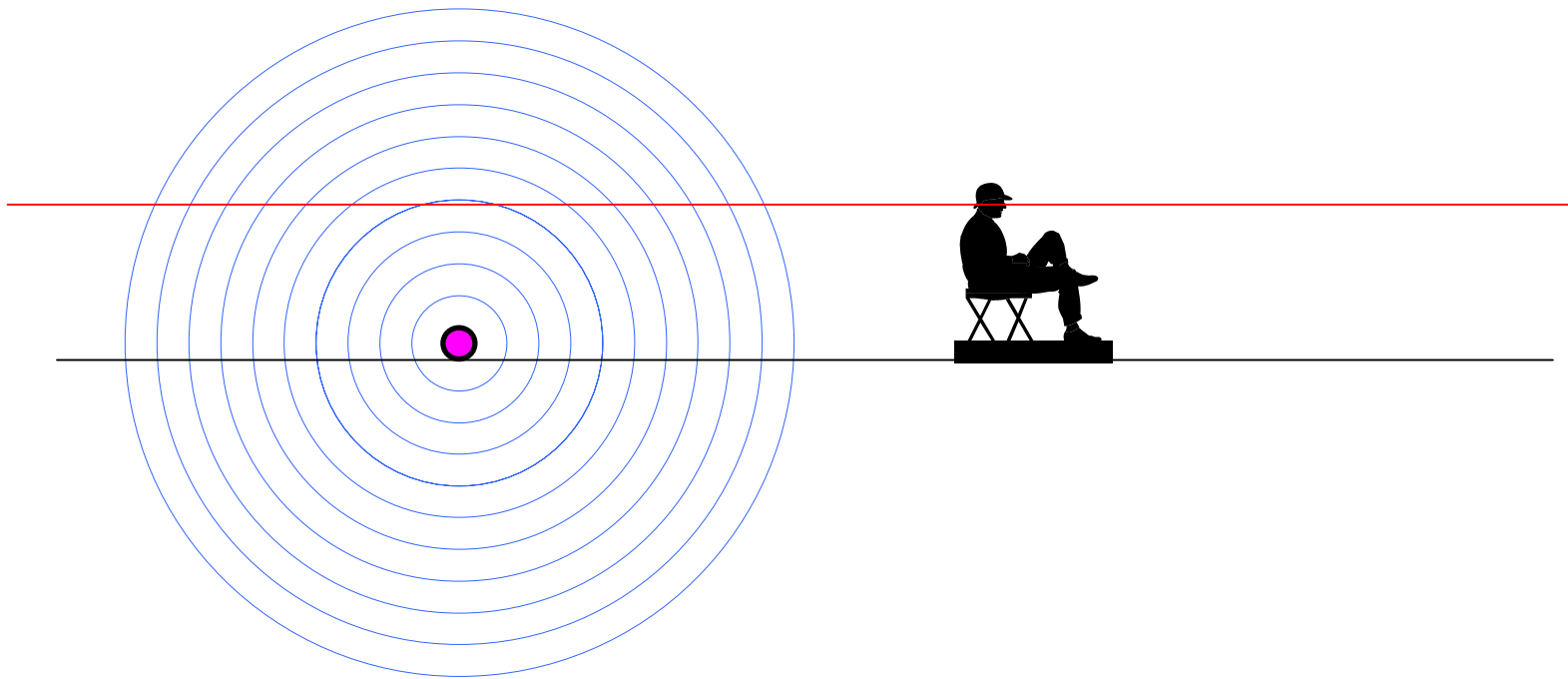


# Induktionsspule im Hörgerät

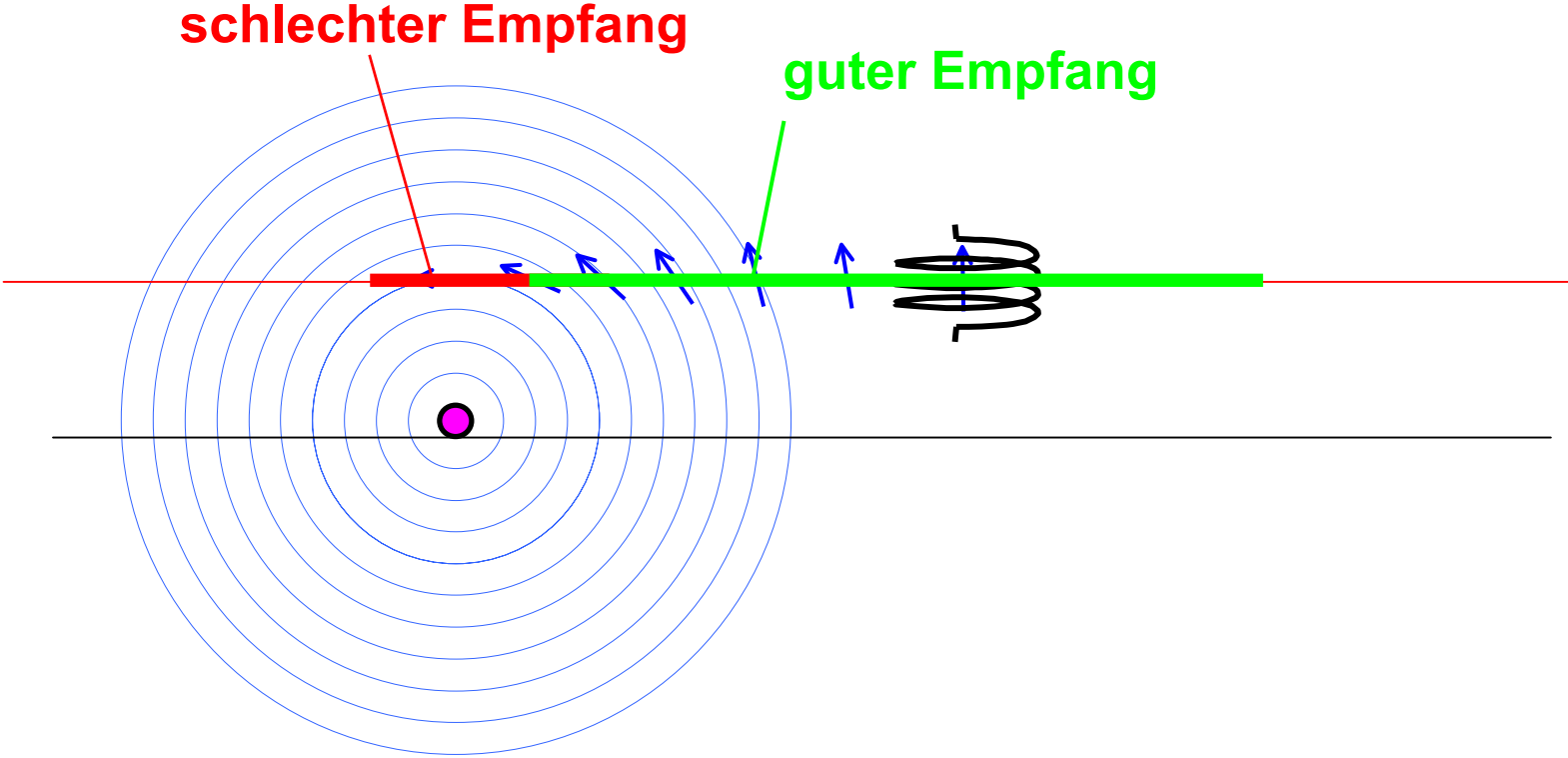
"Telefonspule"



# Induktive Höranlage

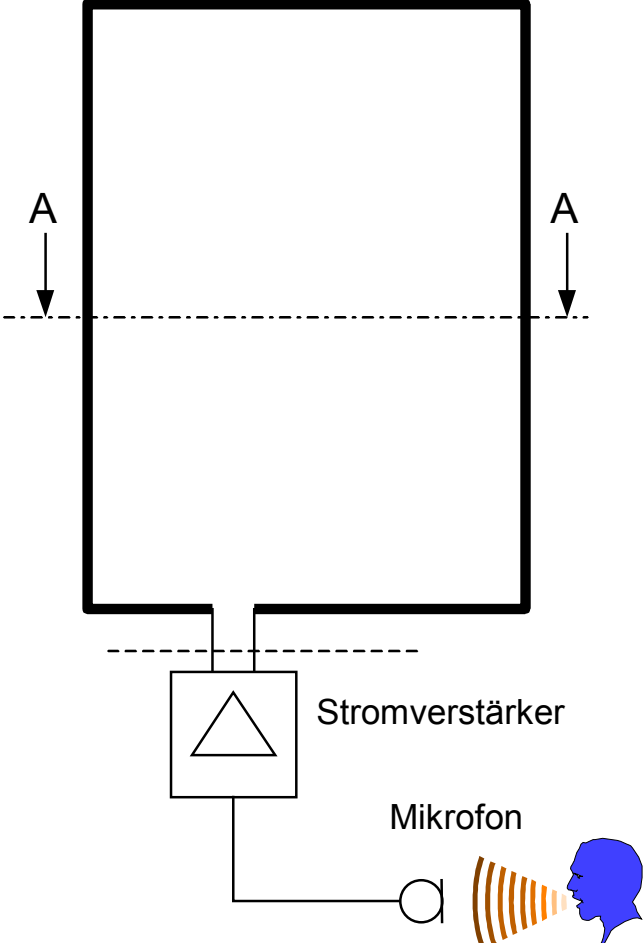


# Induktive Höranlage



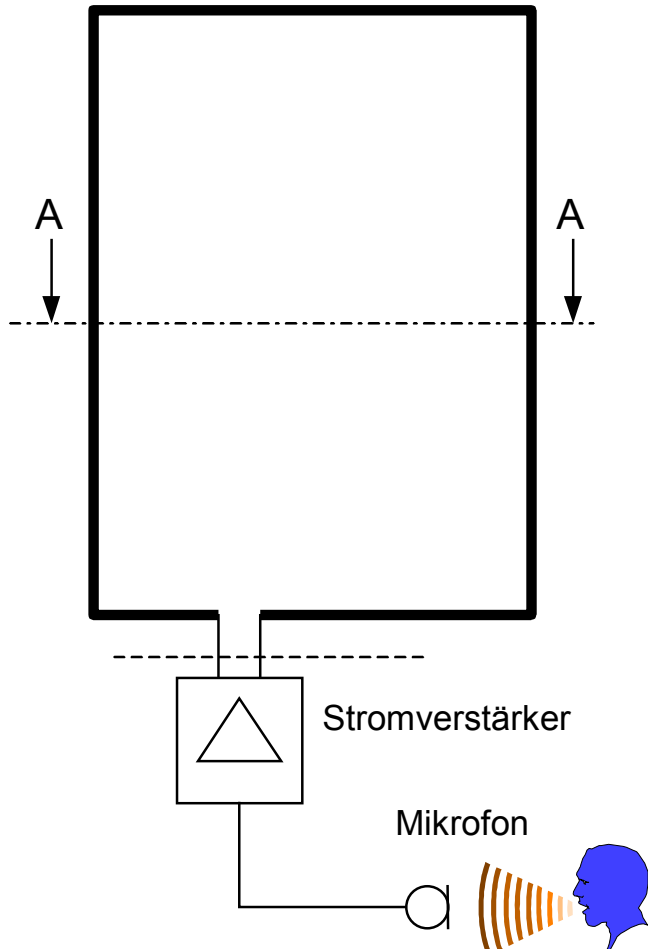
# Induktive Höranlage

Induktionsschleife rund um den Raum verlegt.

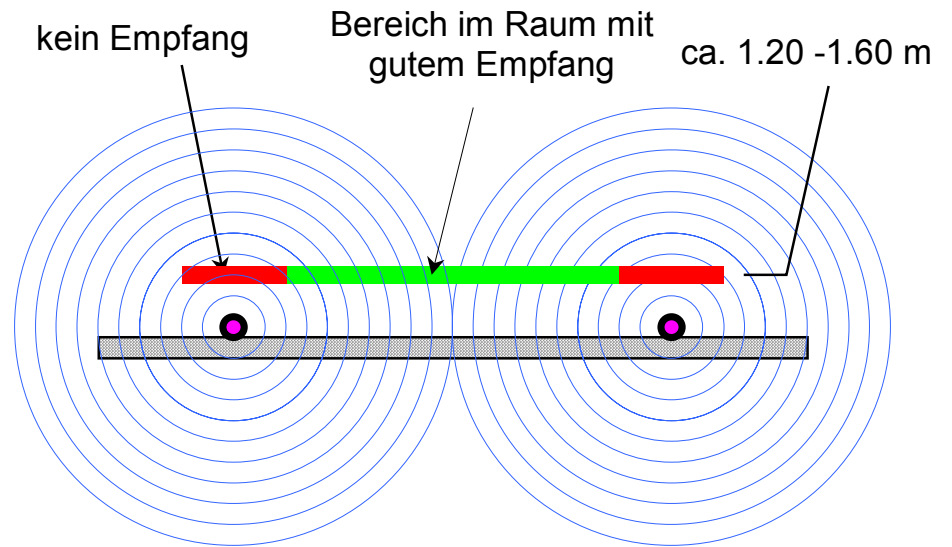


# Induktive Höranlage

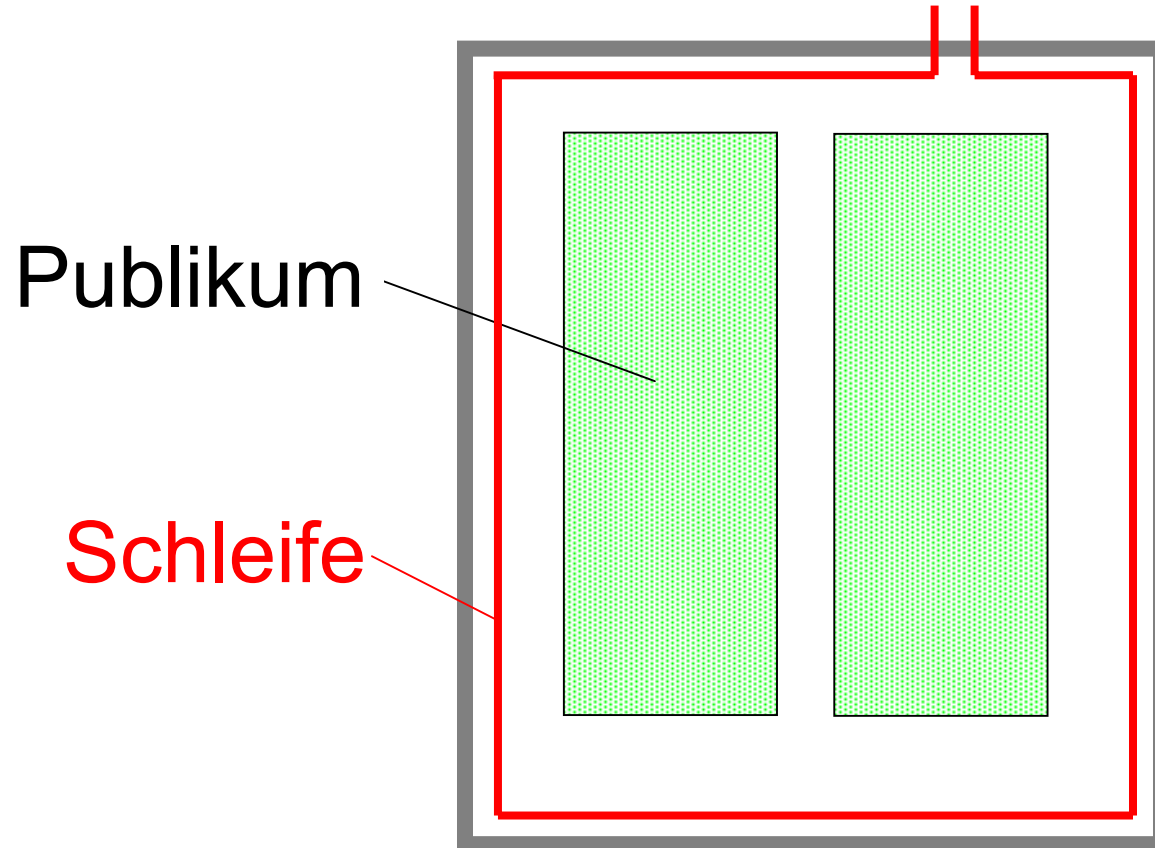
Induktionsschleife rund um den Raum verlegt.



Schnitt A-A



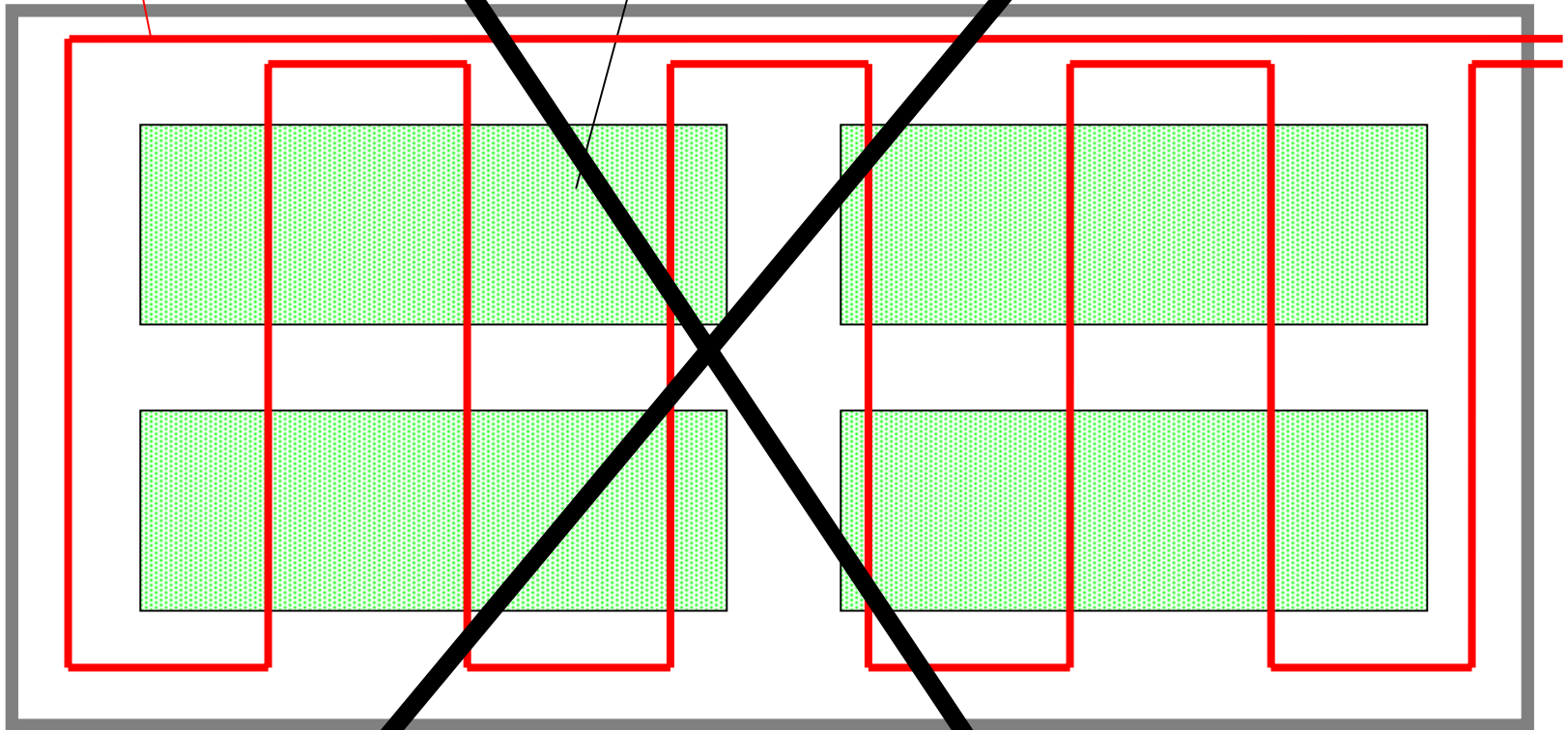
# Verlegen der Schleife



# Falsches Verlegen der Schleife

Schleife

Publikum

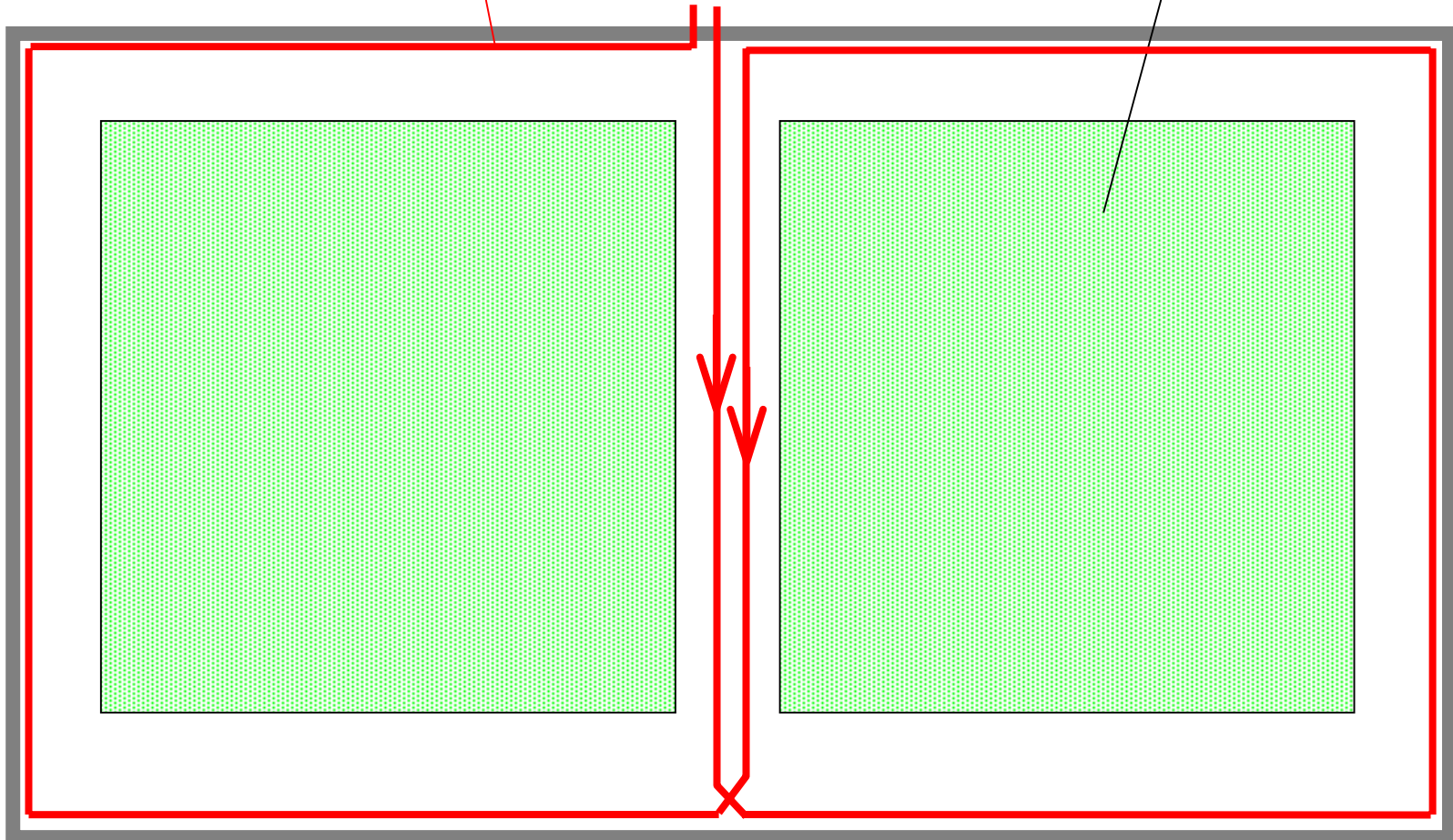




# Verlegen der Schleife

Schleife

Publikum



# Induktive Höranlage

- Schleife verlegen
  - möglichst weit ausserhalb Publikum
  - Verlegen auf Bodenniveau
  - ev. in Decke
- Achtung bei Stahlkonstruktionen
- Überprüfen: Störfelder?
- Dimensionierung mit spezieller Software

# Induktive Höranlage

- ~~Schleifentrafo~~ → Verluste bei hohen Freq.
- Stromverstärker
- AGC Automatic Gain Control
- Bandpassfilter
- Kompensationsmöglichkeit für Armierungsverluste

# Akustische Beratung

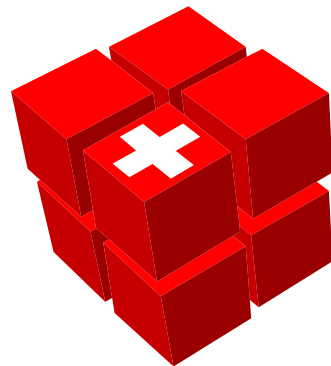
- Dipl. Akustiker SGA

## Wichtige Richtlinien

- DIN 18041
- SIA 181
- Richtlinien der SGA zu Beschallungsanlagen
- Fachstelle behindertengerechtes Bauen:  
Beschallungsanlagen, Höranlagen und  
Raumakustik

<http://www.arch.ethz.ch/eggenschwiler/>

<http://www.empa.ch>



**EMPA**