

**Frank Angermann**

Gruppe 8.7.2 Medientechnik in Lern- und Lehrräumen

# **Raumakustik**

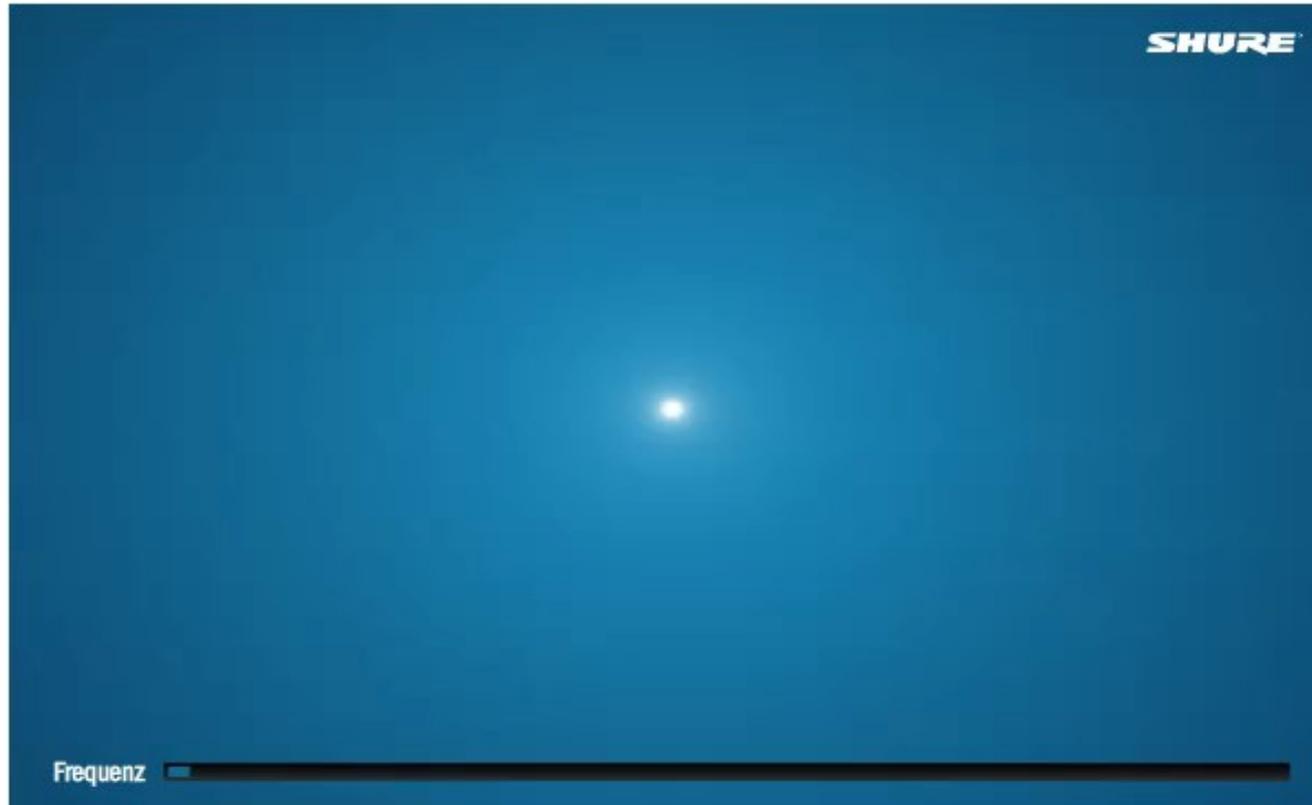
## Sinn und Zweck von Raumakustischen Gutachten im Kontext Video-Konferenz

VCC-Workshop, Dresden 7. + 8.11.2023

# Fahrplan

- **Schallausbreitung im Raum**
  - Direktschall, Nachhall, STI
- **DIN 18041 (2016), Hörsamkeit in kleinen bis Mittelgroßen Räumen**
  - Arbeitsschutzrichtlinie ASR 3.7 ist einzuhalten (verweist auf Din 18041)
  - Unterschiedliche Raum-Kategorien,
- **Was macht so ein Gutachter und was steht in dem Gutachten drin.**
  - Beispiel: Gutachten für einen Seminarraum der TU Dresden.
  - Unterschiede A3 und A4
- **Fazit**

# Schallausbreitung



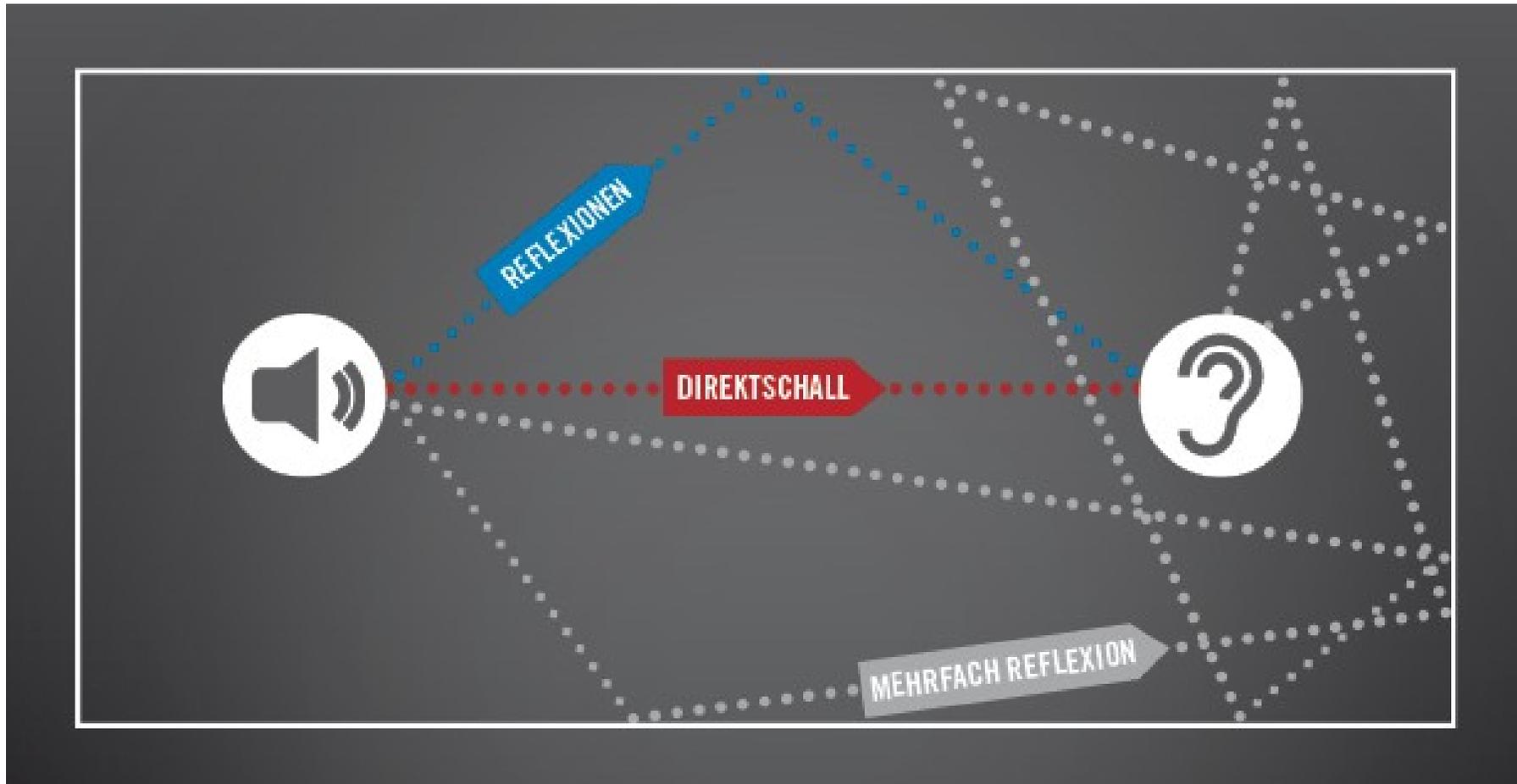
<http://sai.shure.de/e-learning/grundlagen-der-akustik>

# Schallausbreitung im Raum



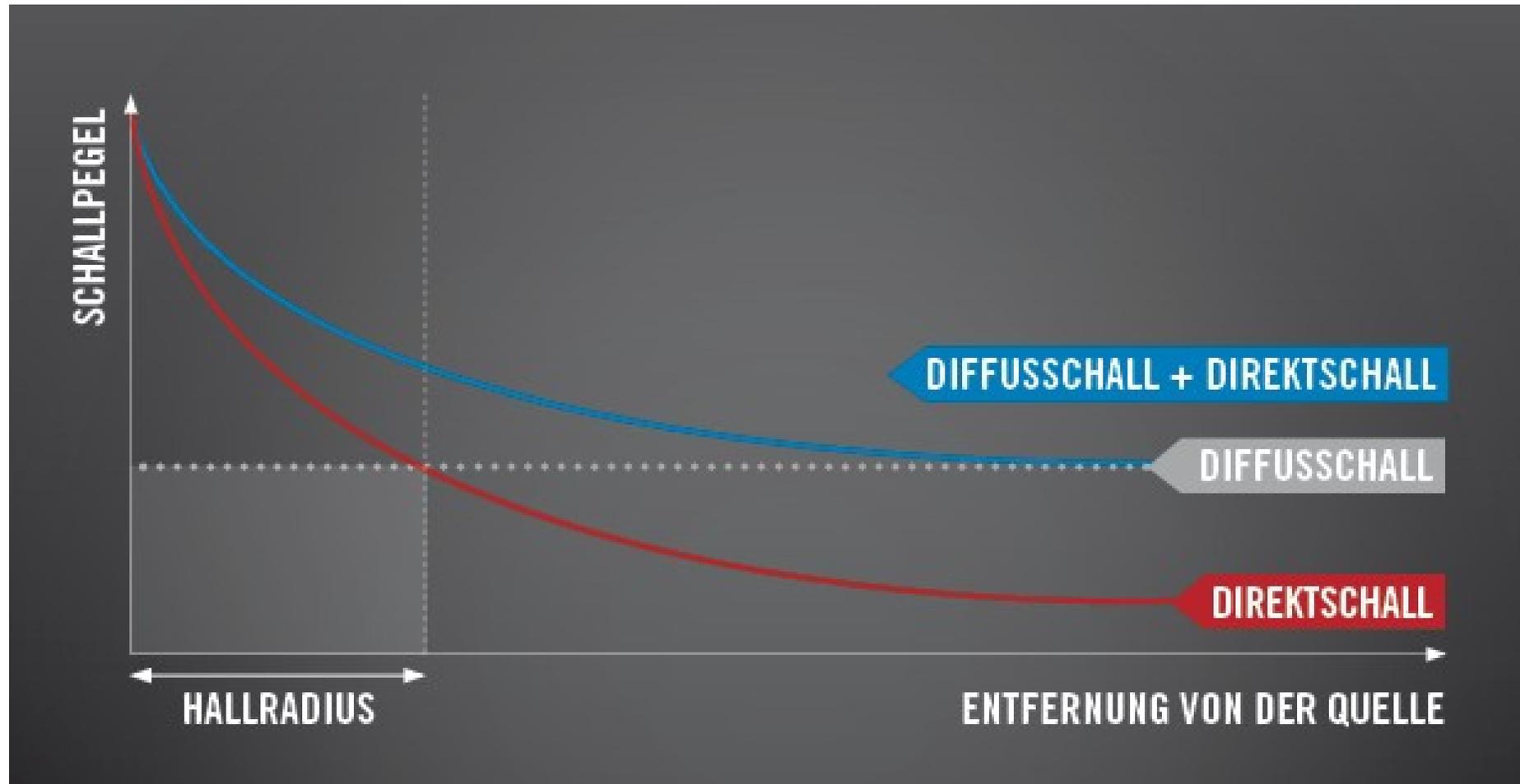
<http://sai.shure.de/e-learning/grundlagen-der-akustik>

# Direktschall, Erste Reflexionen, Mehrfache Reflexionen/Diffusschall



<http://sai.shure.de/e-learning/grundlagen-der-akustik>

# Hallradius



<http://sai.shure.de/e-learning/grundlagen-der-akustik>

# DIN 18041 Hörsamkeit in Räumen

## Sprachkommunikation

- **Sprecher, Übertragung, Hören verstehen**
- **Beeinflusst durch Schallreflexionen Nachhall und Störgeräusche**
- **Raumgruppen:** Hörsamkeit über:
  - A mittlere und große Entfernung, Tagungsräume, Hörsäle
  - B geringe Entfernung, Verkehrsflächen Kantinen etc.

## Nachhallzeit-Anforderungen sind abhängig vom Raumvolumen und der Nutzungsart

- A1: „Musik“;
- A2: „Sprache/Vortrag“;
- A3: „Unterricht/Kommunikation“ sowie „Sprache/Vortrag inklusiv“;
- A4: „Unterricht/Kommunikation inklusiv“;
- A5: „Sport“.

# DIN 18041 Beschreibung der Nutzungsarten der Räume der Gruppe A

Nutzungsart	Kurzbezeichnung und Beschreibung der Nutzungsart	Subjektive Wahrnehmung	Beispiele
A1	Kurzbezeichnung: „Musik“ Vorwiegend musikalische Darbietungen	Gute Hörsamkeit für unverstärkte Musik. Sprachliche Darbietungen sind nur mit gewissen Einschränkungen der Sprachverständlichkeit möglich.	Musikraum mit aktivem Musizieren und Gesang
A2	Kurzbezeichnung: „Sprache/Vortrag“  Sprachliche Darbietungen stehen im Vordergrund, in der Regel von einer (frontalen) Position. Gleichzeitige Kommunikation zwischen mehreren Personen an verschiedenen Stellen im Raum wird selten durchgeführt.	Sprachliche Darbietungen einzelner Sprecher erzielen eine hohe Sprachverständlichkeit. Musikalische Darbietungen werden in der Regel als zu transparent und klar empfunden, jedoch günstig für musikalische Probenarbeit.	Gerichts- und Ratssaal, Gemeindesaal Hörsaal Versammlungsraum Schulaula
A3	Kurzbezeichnung: „Sprache/Vortrag inklusiv“  Räume der Nutzungsart A2 für Personen, die in besonderer Weise auf gutes Sprachverstehen angewiesen sind  Erforderlich für inklusive Nutzung <sup>a</sup>	Sprachliche Darbietungen einzelner Sprecher erzielen eine hohe Sprachverständlichkeit, auch für Personen mit Höreinschränkungen oder bei z. B. fremdsprachlicher Nutzung.	Gerichts- und Ratssaal Gemeindesaal Hörsaal Versammlungsraum Schulaula
	Kurzbezeichnung: „Unterricht/Kommunikation“  Kommunikationsintensive Nutzungen mit mehreren gleichzeitigen Sprechern verteilt im Raum	Sprachliche Kommunikation ist mit mehreren (teilweise gleichzeitigen) Sprechern möglich.	Unterrichtsraum Differenzierungsraum Tagungsraum Besprechungsraum Konferenzraum Seminarraum Gruppenraum in Kindertageseinrichtungen, Pflegeeinrichtungen und Seniorenheimen

Bild durch Klicken auf Symbol hinzufügen



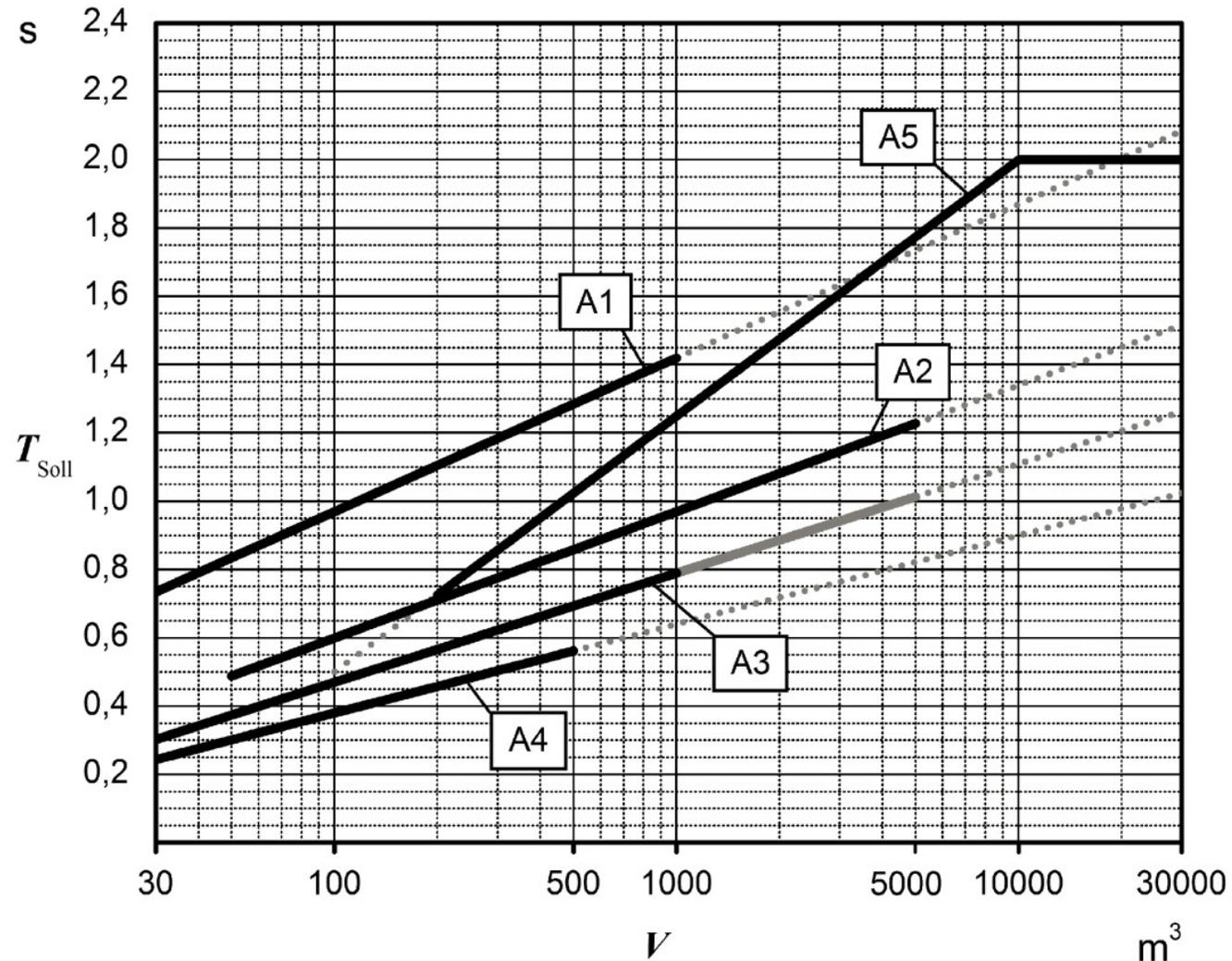
# DIN 18041: Beschreibung der Nutzungsarten der Räume der Gruppe A

			senioreneinrichtungen
<b>A4</b>	<p>Kurzbezeichnung: „Unterricht/Kommunikation inklusiv“</p> <p>Kommunikationsintensive Nutzungen mit mehreren gleichzeitigen Sprechern verteilt im Raum entsprechend Nutzungsart A3, jedoch für Personen, die in besonderer Weise auf gutes Sprachverstehen angewiesen sind</p> <p>Für Räume größer als 500 m<sup>3</sup> und für musikalische Nutzungen ist diese Nutzungsart nicht geeignet.</p> <p>Erforderlich für inklusive Nutzung<sup>a</sup></p>	<p>Sprachliche Kommunikation ist mit mehreren (teilweise gleichzeitigen) Sprechern möglich, auch für Personen mit Höreinschränkungen oder bei z. B. fremdsprachlicher Nutzung.</p>	<p>Unterrichtsraum Differenzierungsraum Tagungsraum Besprechungsraum Konferenzraum Seminarraum Gruppenraum in Kindertageseinrichtungen, Pflegeeinrichtungen und Seniorenheimen Video-Konferenzraum</p>
<b>A5</b>	<p>Kurzbezeichnung: „Sport“</p> <p>In Sport- und Schwimmhallen kommunizieren mehrere Gruppen (auch gleichzeitig) mit unterschiedlichen Inhalten</p>	<p>Sprachliche Kommunikation über kurze Entfernungen ist im Allgemeinen gut möglich.</p>	<p>Sport- und Schwimmhallen für nahezu ausschließliche Nutzung als Sportstätte</p>
<p><sup>a</sup> Aus dem Behindertengleichstellungsgesetz, vergleichbaren Landesregelungen und der UN-Konvention über die Rechte von Menschen mit Behinderungen ergibt sich, dass der Öffentlichkeit zugängliche Neubauten inklusiv zu errichten sind, soweit dies nicht nur mit einem unverhältnismäßigen Mehraufwand erfüllt werden kann. Näheres ist den jeweiligen Landesgesetzen zu entnehmen.</p>			

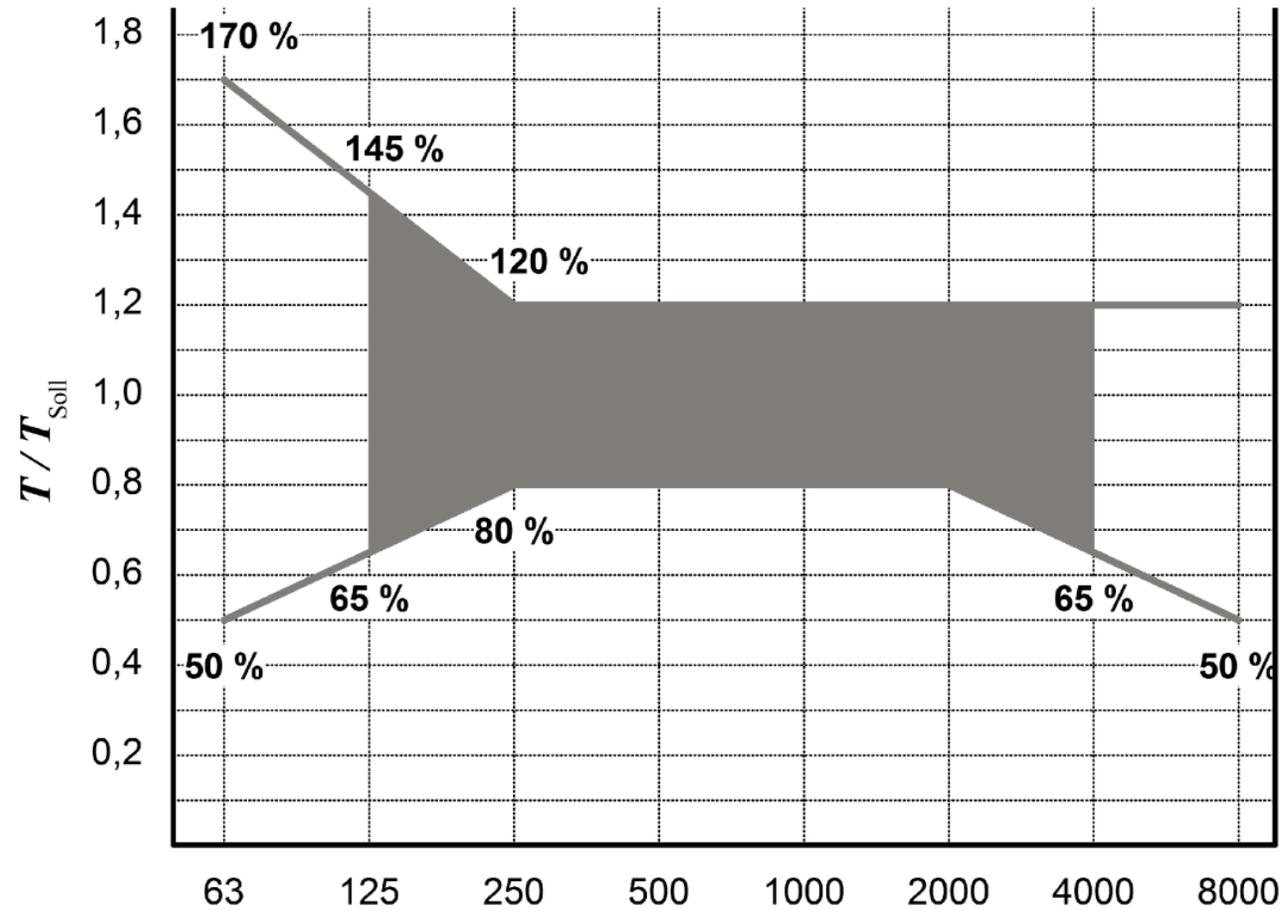
# DIN 18041, Nutzungsart A4

<p><b>A4</b></p>	<p>Kurzbezeichnung: <i>„Unterricht/Kommunikation inklusiv“</i></p> <p>Kommunikationsintensive Nutzungen mit mehreren gleichzeitigen Sprechern verteilt im Raum entsprechend Nutzungsart A3, jedoch für Personen, die in besonderer Weise auf gutes Sprachverstehen angewiesen sind</p> <p>Für Räume größer als 500 m<sup>3</sup> und für musikalische Nutzungen ist diese Nutzungsart nicht geeignet.</p> <p>Erforderlich für inklusive Nutzung<sup>a</sup></p>	<p>Sprachliche Kommunikation ist mit mehreren (teilweise gleichzeitigen) Sprechern möglich, auch für Personen mit Höreinschränkungen oder bei z. B. fremdsprachlicher Nutzung.</p>	<p>Unterrichtsraum Differenzierungsraum Tagungsraum Besprechungsraum Konferenzraum Seminarraum Gruppenraum in Kindertageseinrichtungen, Pflegeeinrichtungen und Seniorenheimen Video-Konferenzraum</p>
------------------	---	--	--

# DIN 18041: Nachhallzeit in Abhängigkeit von Nutzung und Raumvolumen



# DIN 18041: Nachhallzeit in Abhängigkeit von Nutzung und Raumvolumen



# DIN 18041: Hinweise für die Planung für Räume für Gruppe A

Raumgeometrie / Raumstruktur

In Räumen bis 250 m<sup>3</sup> im Allgemeinen keine Überdämpfung zu befürchten.

Flatterechos durch geeignete Anordnung der Absorber verhindern

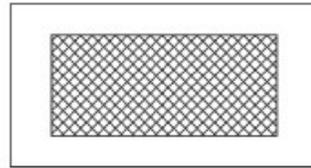
Besonders bei kleinen Räumen können Dröhneffekte auftreten,

geeignete Maßnahmen ergreifen z.B. Kantenabsorber

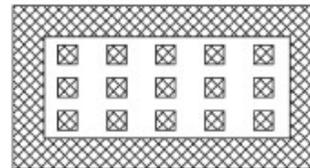
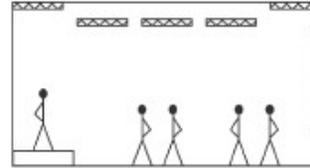
Nachhallzeiten müssen auch bei schwach besetzten Räumen erreicht werden (z.B. Hörsäle)

„Eine Beschallungsanlage kann keine raumakustischen Mängel ausgleichen. Bei ungeeigneten raumakustischen Voraussetzungen können die Anforderungen an den Sprachübertragungsindex STI (Sprachverständlichkeit!) nicht gewährleistet werden.“ (Anhang C)

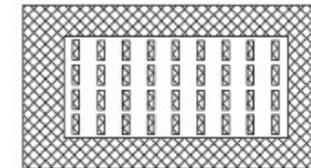
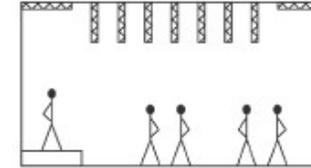
# Hinweise für die Planung für Räume für Gruppe A



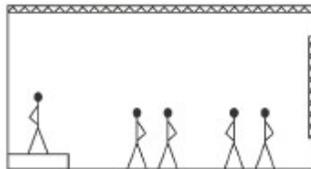
a) ungünstig



b) günstig



c) günstig



d) günstig



e) günstig



f) günstig

# Was macht nun so ein Akustik-Büro?

**Besichtigung und Messung / Simulation**

**Auswertung / Lösungsvorschläge**

**Beispiel: Gutachten zur Raumakustik für einen Seminarraum**

# Beispiel: Gutachten Zur Raumakustik

**2 Seminarräume wurden zu Einem zusammengelegt**

**Seminarraum mit „hybrider Lehre“**

**Kamera und Deckenmikrofon**

**Anforderung: A4 nach DIN 18041**

**erstellt durch:**

**Akustik Bureau Dresden**

Ingenieurgesellschaft mbH

Julius-Otto-Straße 13 | 01219 Dresden

Telefon 0351 4711568 | Telefax 0351 4711599

[mail@abd-online.com](mailto:mail@abd-online.com)



Akustik Bureau Dresden GmbH · Julius-Otto-Straße 13 · 01219 Dresden

**TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN**  
Dezernat 4 Liegenschaften, Technik und Sicherheit  
Sachgebiet 4.2 Bautechnik  
Herrn Fischer  
01062 Dresden

Ihr Zeichen:  
ABS 76000685\_06

Ihre Nachricht vom:  
6. April 2023

Unser Zeichen:  
ABD 23965/23 - ge

Dresden:  
9. Mai 2023

**Gutachten ABD 23965-01/23**

**zur**

**Raumakustik**

für den

**Seminarraum E017 im Haus ABS 83**

der

**Technischen Universität Dresden**

August-Bebel-Str. 20, 30 / Teplitzer Str. 15, 17  
01219 Dresden

# Beispiel: Gutachten Zur Raumakustik



*Abbildung 1: Seminarraum E017 im unfertigen Zustand zum Zeitpunkt der Messung*



*Abbildung 2: vergleichbarer ‚Planzustand‘ (Raum 105) zum Zeitpunkt der Messung ohne akustische Maßnahmen*

# Beispiel: Gutachten Zur Raumakustik

Für den Seminarraum *E017* ergeben sich schließlich je nach Zuordnung der Nutzungsart *A3* oder *A4* die in Tabelle 1 aufgeführten Anforderungen als Ziel der Planung:

Raum	Nutzungsart	Raumvolumen	Anforderung
Seminarraum <i>E017</i>	<i>A3: „Unterricht/Kommunikation“</i>	ca. 176 m <sup>3</sup>	$T_{\text{soll}} = 0,55 \text{ s}$
	<i>A4: „Unterricht/Kommunikation inklusiv“</i>		$T_{\text{soll}} = 0,44 \text{ s}$

*Tabelle 1: Anforderungen an den Seminarraum E017 gemäß DIN 18041 [1]*

# Beispiel: Gutachten Zur Raumakustik

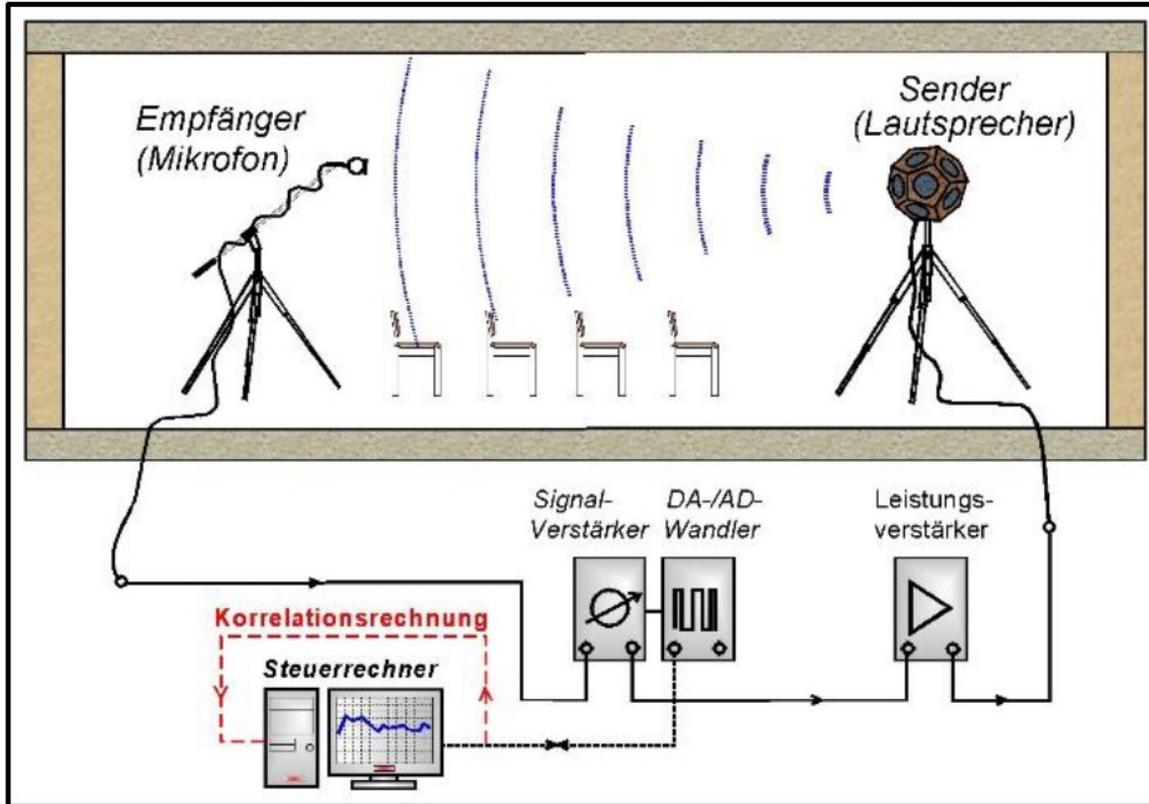


Abbildung 4: Prinzip des Messaufbaus



Abbildung 8: Seminarraum 105 im Zustand zum Zeitpunkt der Messung (2)

# Beispiel: Gutachten Zur Raumakustik

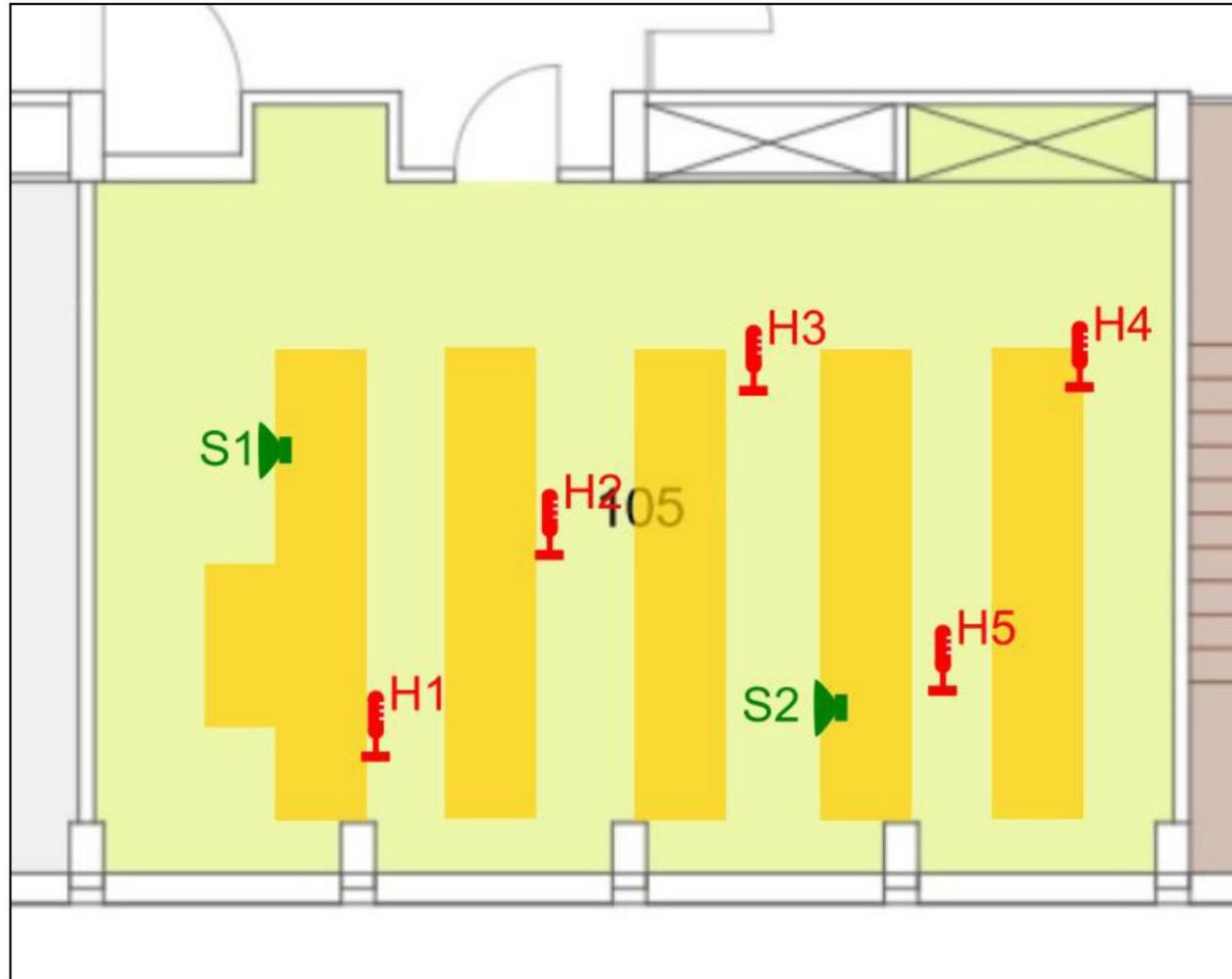


Abbildung 9: Im Seminarraum 105 verwendete *Sender*- und *Hörer*positionen

# Beispiel: Gutachten Zur Raumakustik

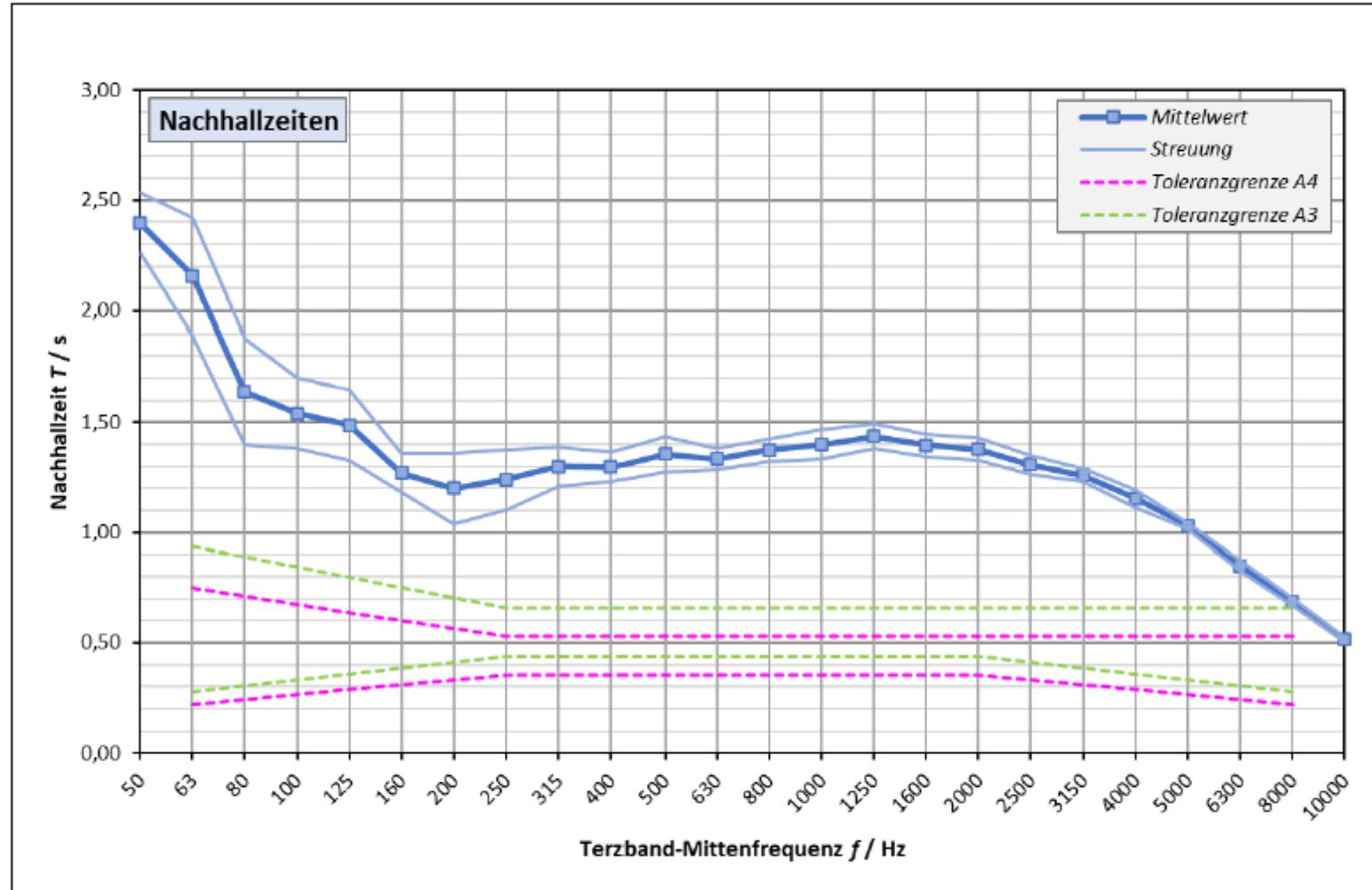


Abbildung 10: mittlere gemessene Nachhallzeit im Seminarraum 105 und Toleranzgrenze für die Nutzungsarten

# Beispiel: Gutachten Zur Raumakustik

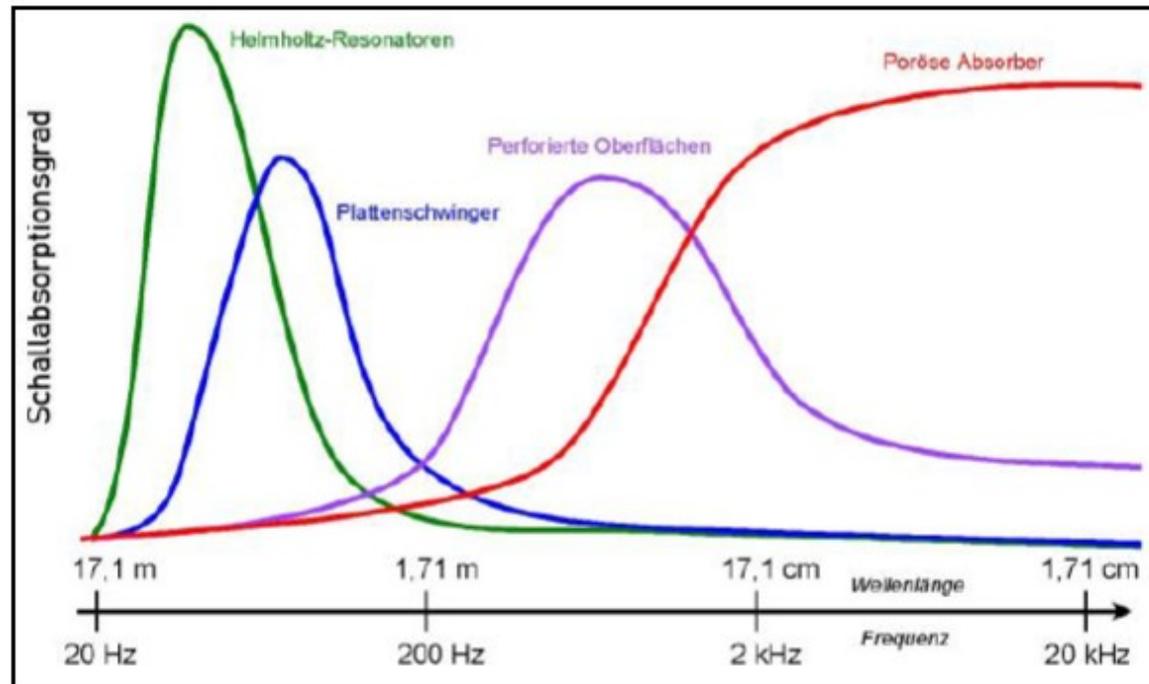


Abbildung 11: Typische Form der frequenzabhängigen Wirkungsgrade verschiedener Absorbententypen

# Beispiel: Gutachten Zur Raumakustik

Die für den Seminarraum *E017* erforderlichen Flächen zum Erreichen der Anforderungen gemäß Nutzungsart *A4*: „*Unterricht/Kommunikation inklusiv*“ sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Oktav-Mittelfrequenz	Nachhallzeit in s		erf. äquivalente Schallabsorptionsfläche in m <sup>2</sup>	Abschätzung der Maßnahmen	
	Optimalwert	Ausgangszustand		Schallabsorptionsgrad	erf. Fläche in m <sup>2</sup>
63 Hz	0,49	1,86	35,9	0,5	55
125 Hz	0,46	1,35	32,7		
250 Hz	0,44	1,37	35,4		
500 Hz	0,44	1,46	36,6	0,7	52
1 kHz	0,44	1,47	36,8		
2 kHz	0,44	1,38	35,6	0,8	18
4 kHz	0,41	1,08	34,7		
8 kHz	0,37	0,65	24,8		

Tabelle 2: *Gegenüber dem Ausgangszustand erforderliche Schallabsorberflächen zum Erreichen der Anforderungen der Nutzungsart A4*

# Beispiel: Gutachten Zur Raumakustik

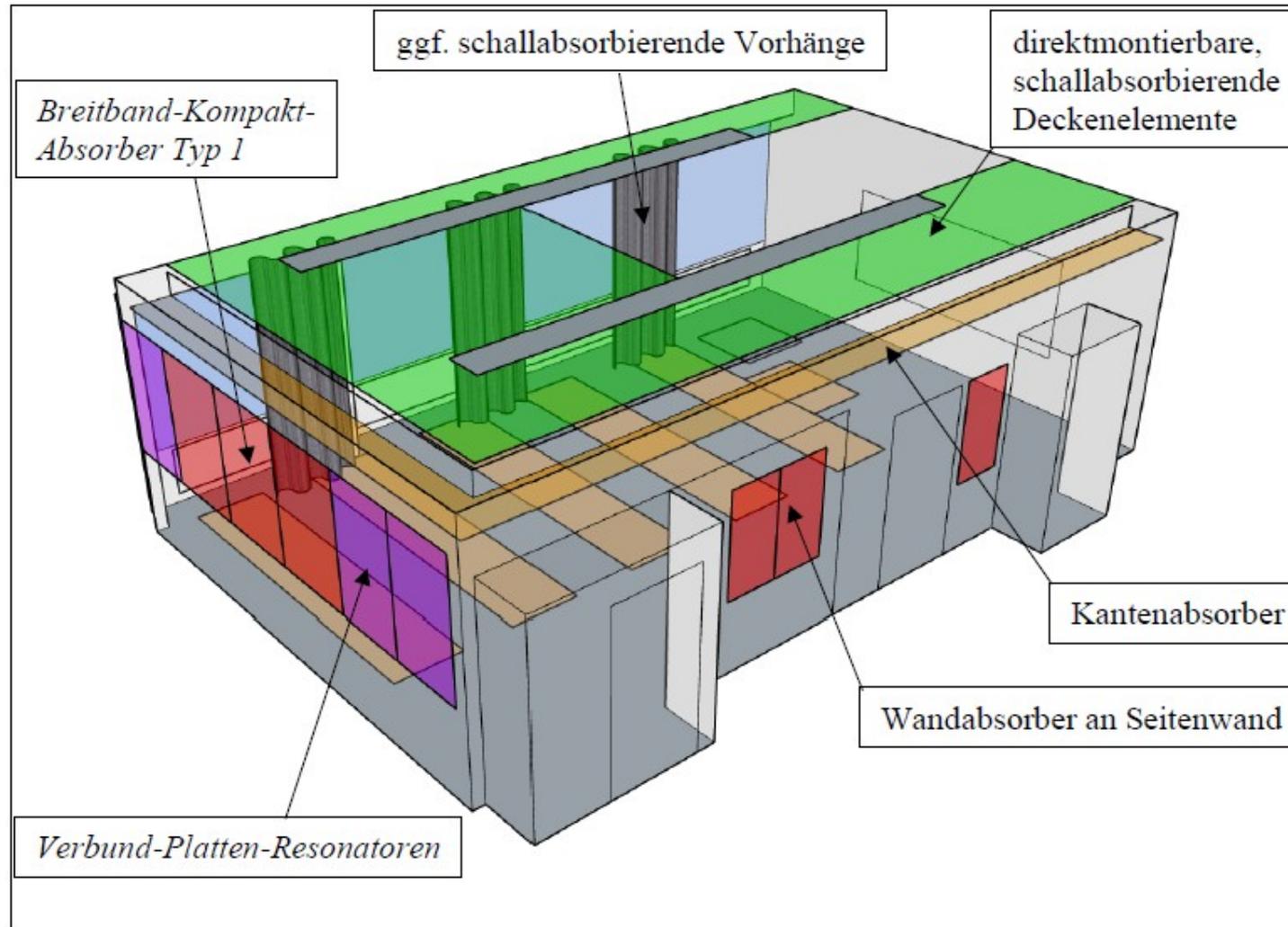


Abbildung 12: 3D-Modell des Seminarraums E017 mit empfohlenen Maßnahmen (Nutzungsart A4)

# Beispiel: Gutachten Zur Raumakustik

Die für den Seminarraum *E017* erforderlichen Flächen zum Erreichen der Anforderungen gemäß Nutzungsart *A3*: „*Unterricht/Kommunikation*“ sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Oktav-Mittelfrequenz	Nachhallzeit in s		erf. äquivalente Schallabsorptionsfläche in m <sup>2</sup>	Abschätzung der Maßnahmen	
	Optimalwert	Ausgangszustand		Schallabsorptionsgrad	erf. Fläche in m <sup>2</sup>
63 Hz	0,60	1,86	27,2	0,5	40
125 Hz	0,57	1,35	23,8		
250 Hz	0,55	1,37	26,1		
500 Hz	0,55	1,46	27,3	0,7	39
1 kHz	0,55	1,47	27,4		
2 kHz	0,55	1,38	26,3	0,8	12
4 kHz	0,50	1,08	24,7		
8 kHz	0,46	0,65	13,9		

Tabelle 3: Gegenüber dem Ausgangszustand erforderliche Schallabsorberflächen zum Erreichen der Anforderungen der Nutzungsart *A3*

# Beispiel: Gutachten Zur Raumakustik

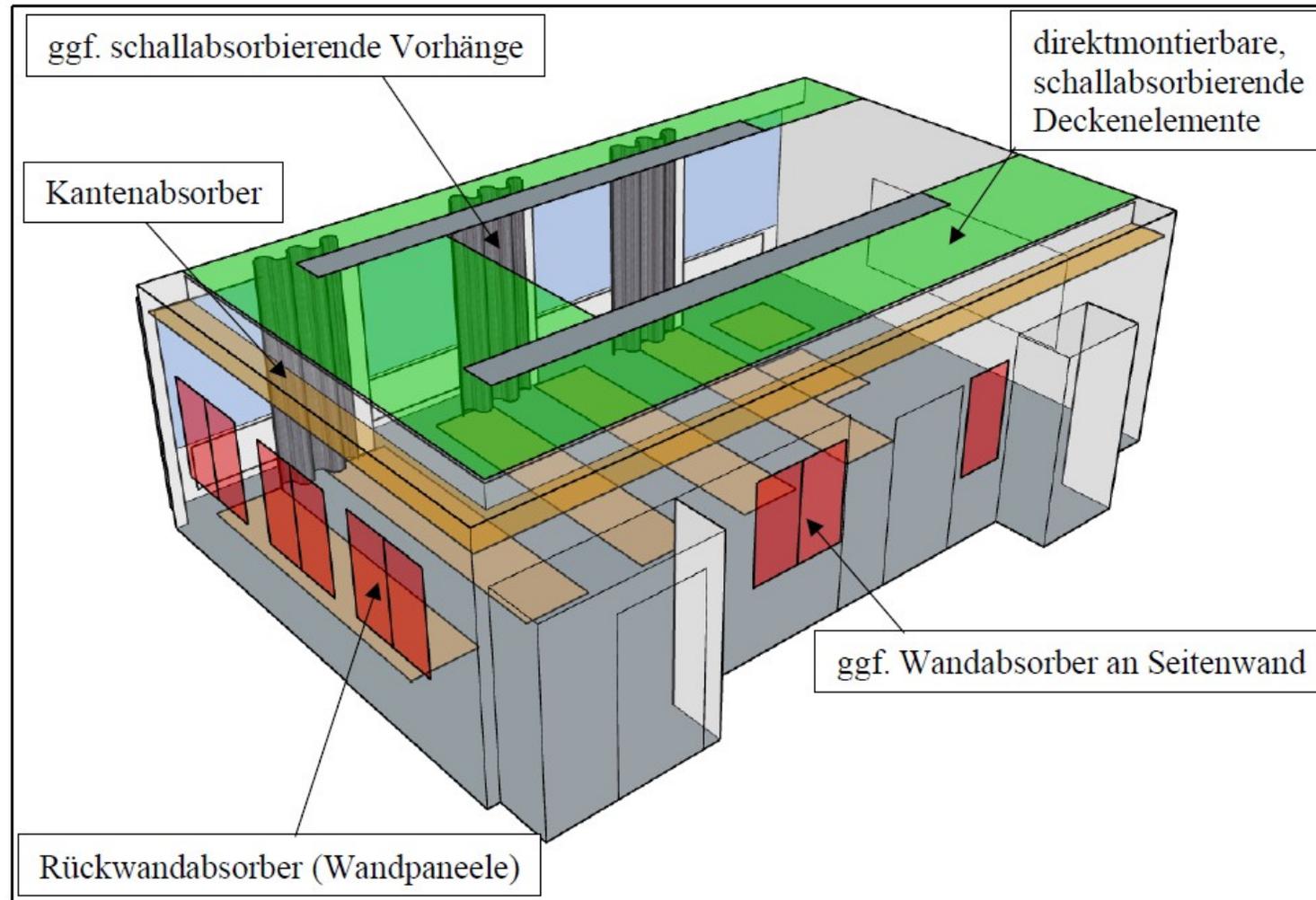


Abbildung 13: 3D-Modell des Seminarraums E017 mit empfohlenen Maßnahmen (Nutzungsart A3)

# Beispiel: Gutachten Zur Raumakustik

- ECOPHON [I]: *Master SQ, B*
- ROCKFON [II]: *Sonar/Blanka Activity, Kante B / G oder Koral, Kante As;*



Abbildung 14: Mineralfaser-Deckenplatten in Direktmontage als berandete Teilflächen



Abbildung 15: Vollflächig verlegte Mineralfaser-Deckenplatten

# Beispiel: Gutachten Zur Raumakustik

AKUSTIK \* BUREAU \* DRESDEN

Raumakustik

TUD Haus ABS 83, Raum E017



Abbildung 19: Kantenabsorber zwischen Wand und Decke

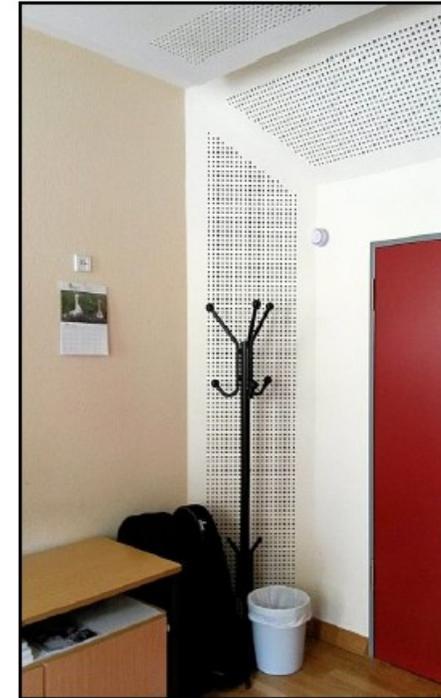


Abbildung 20: Kantenabsorber als Abschrägung aus Gipskarton-Lochplatten

# Beispiel: Gutachten Zur Raumakustik

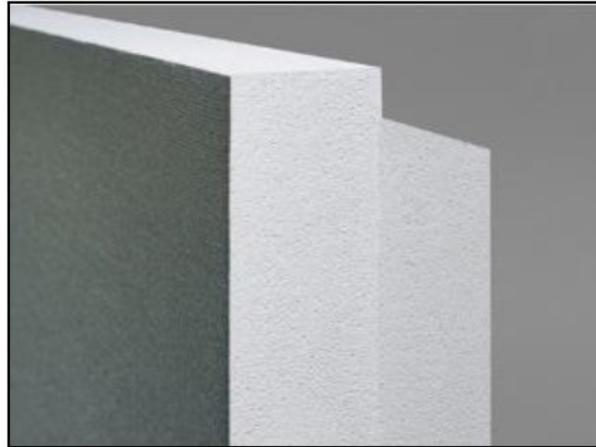


Abbildung 21: ECOPHON Akusto One BBA



Abbildung 22: ECOPHON Akusto

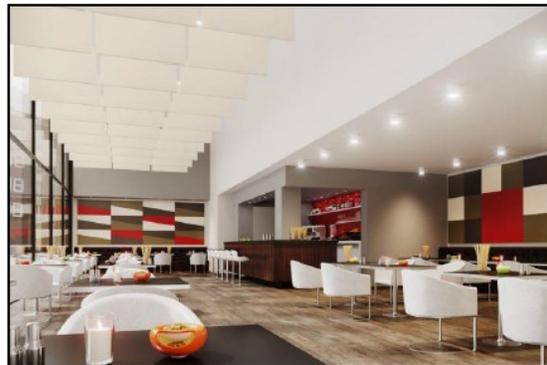


Abbildung 23: OWA FreeStyle Wandabsorber



Abbildung 24: KNAUF MINERAL Wallcoustic Line

# Beispiel: Gutachten Zur Raumakustik



Abbildung 25: Molton-Vorhänge als Schallabsorberflächen in einem Überaum



Abbildung 29: Standard-Lochblech



Abbildung 30: Streckmetall



Abbildung 31: Stoffverkleidung

## Verbundplatten-Resonatoren

# Fazit:

## **Raumakustik und Medientechnik von Anfang an mitdenken!**

- Raumakustik vs. Architekten
- Raumakustik vs. Buchhalter

## **Gute Raumakustik ist kein „nice to have“ sondern eine allgemein zu erfüllende Anforderung!**

(Deutsches Architektenblatt 1.10.2021)

## **Schlechte Raumakustik ist nicht durch Technik heilbar!**

## **Wirklich nicht!!!**

# Quellen:

**Shure Audio-Institute:** <http://sai.shure.de/e-learning/grundlagen-der-akustik>

- (Website nicht mehr abrufbar)

**DIN 18041- 2016**

**Gutachten ABD 23965-01/23, Akustik-Bureau Dresden**

**Raumakustik im Büro: Grundwissen, Anforderungen, Maßnahmen; Deutsches Architektenblatt**

<https://www.dabonline.de/2021/10/01/raumakustik-buero-grundwissen-normen-anforderungen-grenzwerte-massnahmen-deckensegel-grossraumbuero/>

# Vielen Dank!

**Frank Angermann**

Gruppe 8.7.2 Medientechnik in Lern- und Lehrräumen

## **Raumakustik**

# Sinn und Zweck von Raumakustischen Gutachten im Kontext Video-Konferenz

VCC-Workshop, Dresden 7. + 8.11.2023