



- **Einführung und pädagogisches Konzept**
Michael Oleck, Stadt Hohen Neuendorf; Ilona Petrausch, Leiterin der Grundschule Hohen Neuendorf
- **Architektur und Technik als integrales Konzept**
Prof. Ingo Lütkemeyer, IBUS - Architekten und Ingenieure; Jens Krause, BLS Energieplan GmbH, Berlin
- **Ökologische und ökonomische Bewertung unter Betrachtung des Lebenszyklus**
Holger König, Karlsfeld b. München; Dr. Günter Löhnert, sol-id-ar - Planungswerkstatt, Berlin
- **Akustik vs. Speichermasse – die Optimierung des Nutzungskomforts**
Dr. Detlef Hennings, Köln
- **Das Monitoringkonzept und erste Erkenntnisse**
Prof. Friedrich Sick und Sebastian Dietz, Hochschule für Technik und Wirtschaft, Berlin





Detlef Hennings

Dr. rer. nat.

Raumakustik in der Plusenergie-Schule

Akustik vs. Speichermasse –
die Optimierung des Nutzungskomforts

Der Anlaß Projektmeeting im Bürogebäude 'Lamparter' (2000)

Der Anlaß Projektmeeting im Bürogebäude 'Lamparter' (2000)



profinfo II/00

BINE
Informationsdienst

Energieeffiziente Bürogebäude

Mit heutigen Planungswerkzeugen, Baustoffen und fortschrittlicher Gebäudetechnik werden Gebäude realisierbar, in denen sich der gewünschte Raumkomfort weitgehend von selbst einstellt, die technischen Anlagen also nur noch phasenweise korrigierend eingreifen müssen. Hierfür existieren unterschiedliche Lösungsansätze, die kostengünstige Gebäude mit zugleich hoher Nutzungsqualität ermöglichen, d. h. geringen Energieverbrauch, „gutmütiges“ thermisches Verhalten und hohe thermische wie visuelle Behaglichkeit.

Der Anlaß Projektmeeting im Bürogebäude 'Lamparter' (2000)



profiinfo II/00

BINE
Informationsdienst

Energieeffiziente Bürogebäude

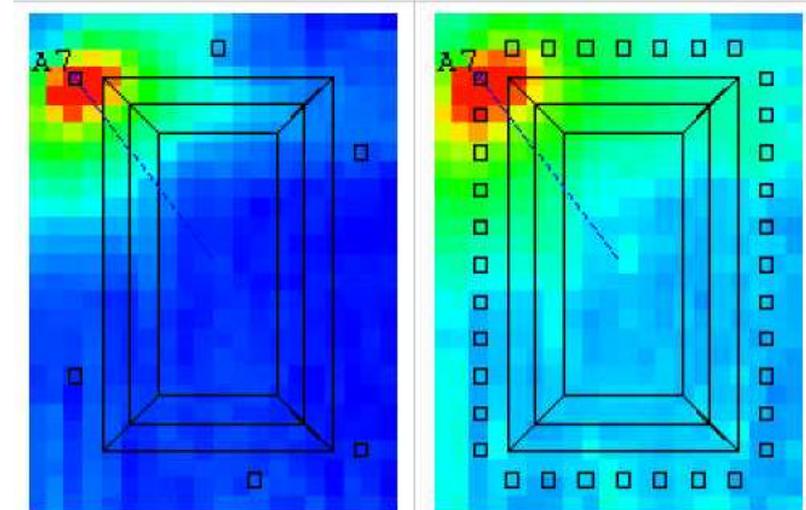
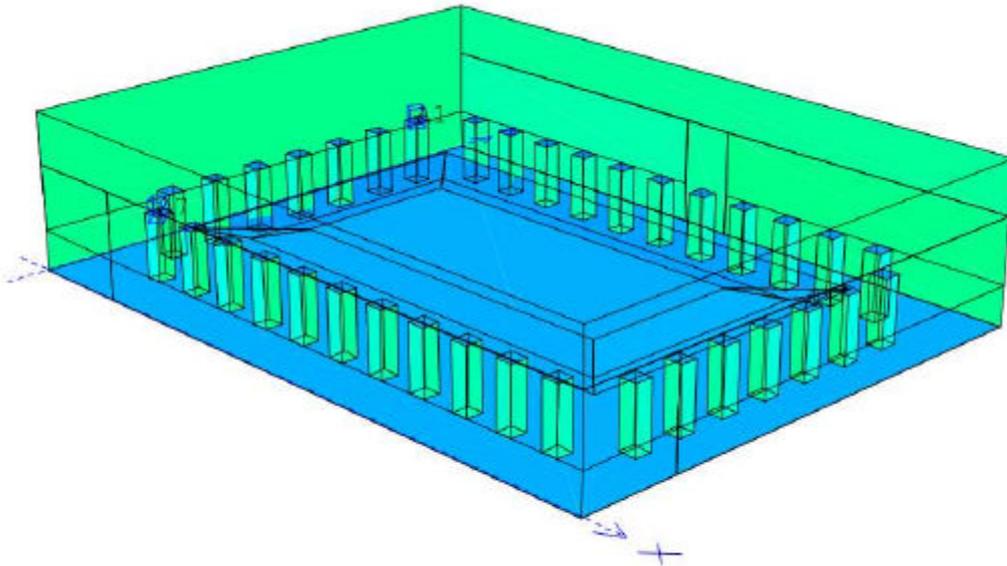
Mit heutigen Planungswerkzeugen, Baustoffen und fortschrittlicher Gebäudetechnik werden Gebäude realisierbar, in denen sich der gewünschte Raumkomfort weitgehend von selbst einstellt, die technischen Anlagen also nur noch phasenweise korrigierend eingreifen müssen. Hierfür existieren unterschiedliche Lösungsansätze, die kostengünstige Gebäude mit zugleich hoher Nutzungsqualität ermöglichen, d. h. geringen Energieverbrauch, „gutmütiges“ thermisches Verhalten und hohe thermische wie visuelle Behaglichkeit.

Nebenergebnis: Die raumakustische Qualität muß verbessert werden

Der Anlaß Projektmeeting im Bürogebäude 'Lamparter' (2000)

Simulationsstudie

Optimierung der Raumakustik in passiv klimatisierten
Räumen mit schallharter Decke. (2001-2002)



Der Anlaß Projektmeeting im Bürogebäude 'Lamparter' (2000)

Simulationsstudie

Optimierung der Raumakustik in passiv klimatisierten Räumen mit schallharter Decke. (2001-2002)

Messungen an gebauten Beispielen

Raumakustisches Monitoring in passiv klimatisierten und Bauteil-aktivierten Gebäuden. (2004-2007)



Der Anlaß Projektmeeting im Bürogebäude 'Lamparter' (2000)

Simulationsstudie

Optimierung der Raumakustik in passiv klimatisierten Räumen mit schallharter Decke. (2001-2002)

Messungen an gebauten Beispielen

Raumakustisches Monitoring in passiv klimatisierten und Bauteil-aktivierten Gebäuden. (2004-2007)

Optimierte Planung

Raumakustische Gestaltung in der Grundschule Hohen Neuendorf. (2009-2011)



Raumakustik in der Grundschule Hohen Neuendorf

- **Was hat Raumakustik mit dem energetischen Optimieren zu tun ?**
- **Worum geht es in der Raumakustik ?**
- **Umsetzung in der Grundschule Hohen Neuendorf**
- **Ein Blick über das Projekt 'Hohen Neuendorf' hinaus**

Raumakustik in der Grundschule Hohen Neuendorf

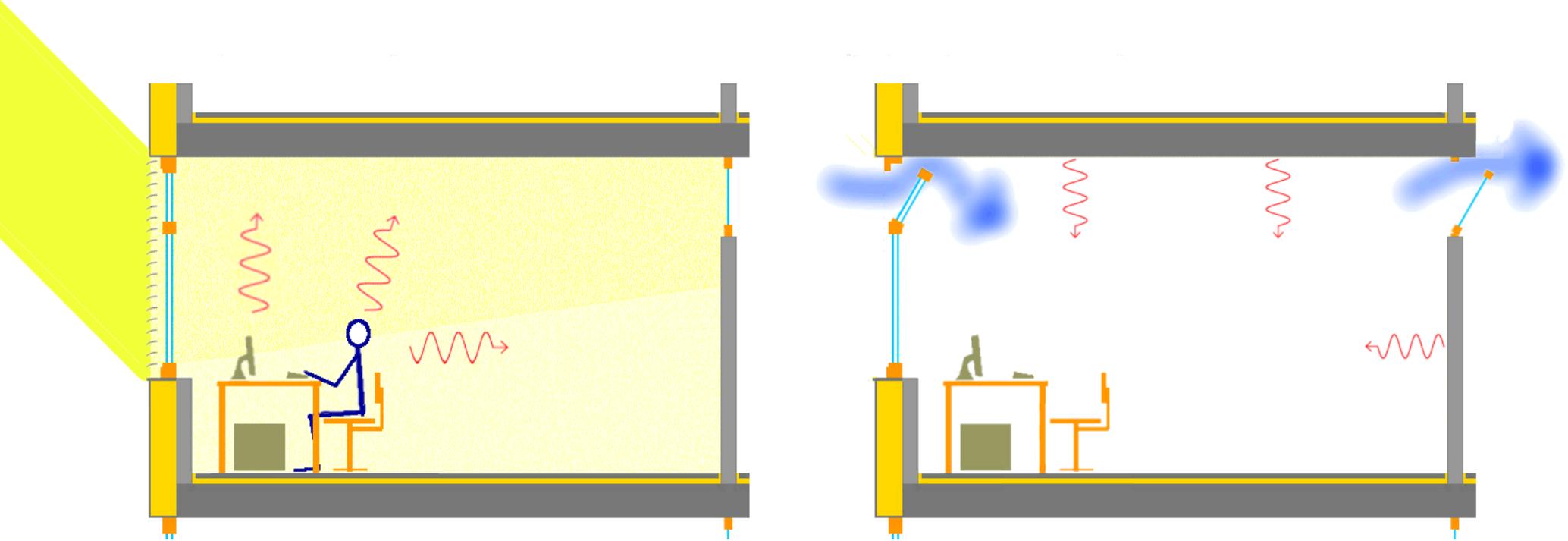
- **Was hat Raumakustik mit dem energetischen Optimieren zu tun ?**
- **Worum geht es in der Raumakustik ?**
- **Umsetzung in der Grundschule Hohen Neuendorf**
- **Ein Blick über das Projekt 'Hohen Neuendorf' hinaus**

Raumakustik und energetisches Optimieren

Passive Klimatisierung

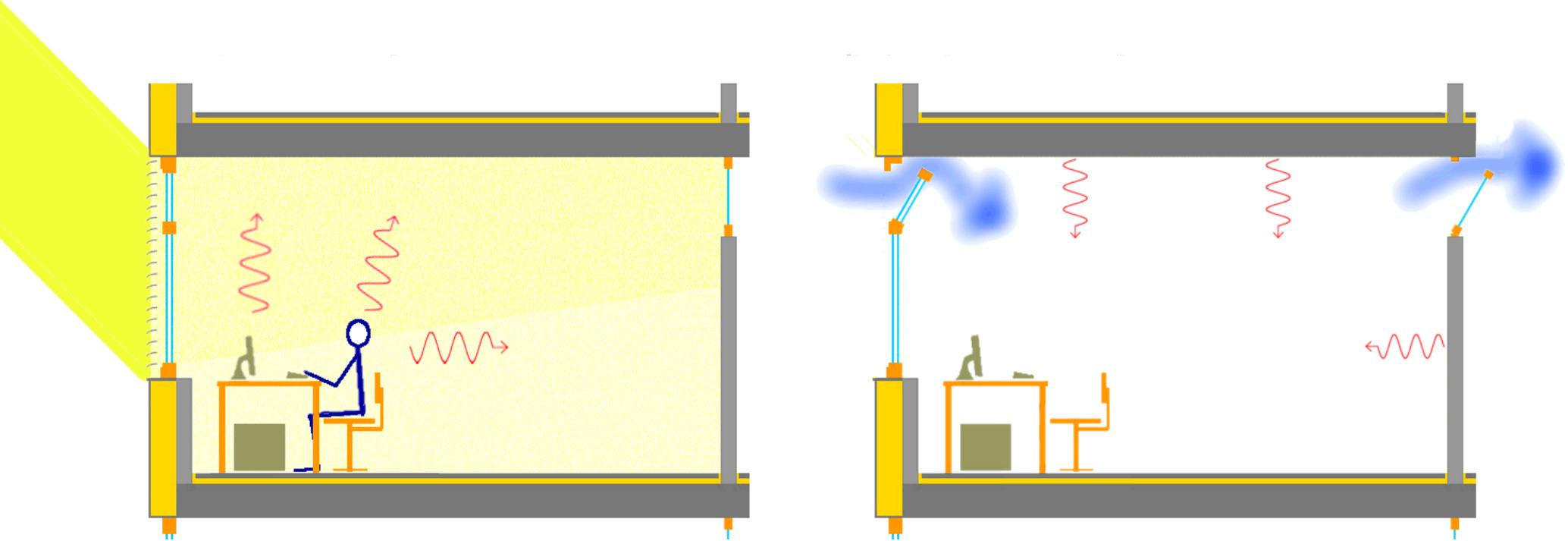
Raumakustik und energetisches Optimieren

Passive Klimatisierung - Decken als Tag-Nacht Speicher



Raumakustik und energetisches Optimieren

Passive Klimatisierung - Decken als Tag-Nacht Speicher

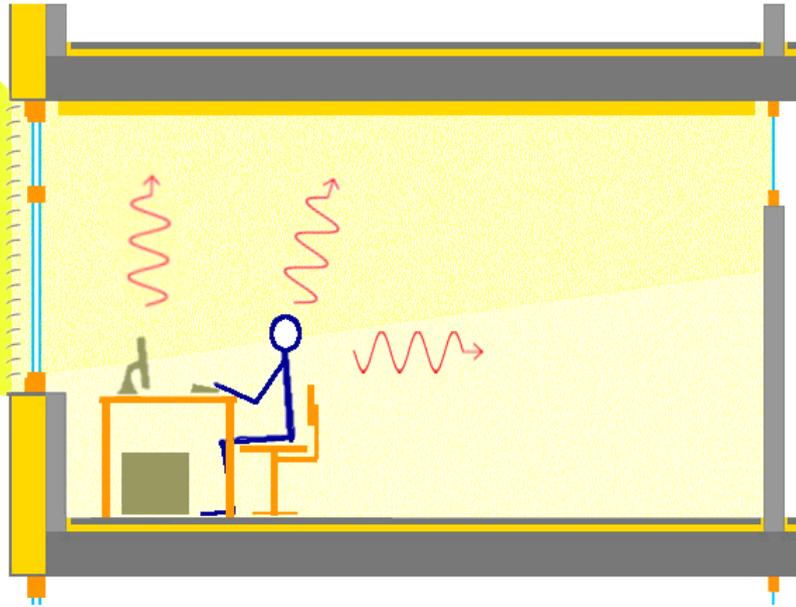


Decken benötigen großflächig ungehinderten Kontakt zum Innenraum

- konvektiv und radiativ -

Raumakustik und energetisches Optimieren

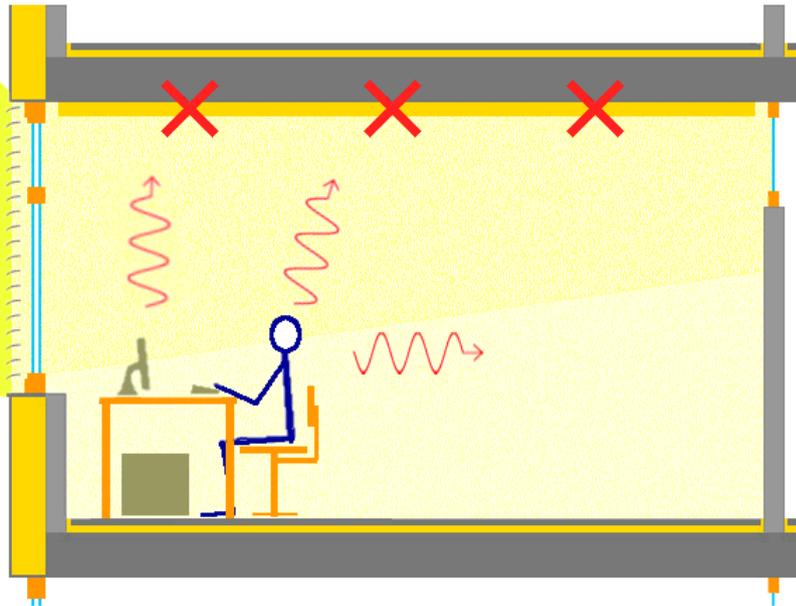
Passive Klimatisierung - Decken als Tag-Nacht Speicher



Eine herkömmliche 'Akustikdecke' wirkt wärmedämmend

Raumakustik und energetisches Optimieren

Passive Klimatisierung - Decken als Tag-Nacht Speicher



Eine herkömmliche 'Akustikdecke'
wirkt wärmedämmend

→ **ist nicht mehr einsetzbar**

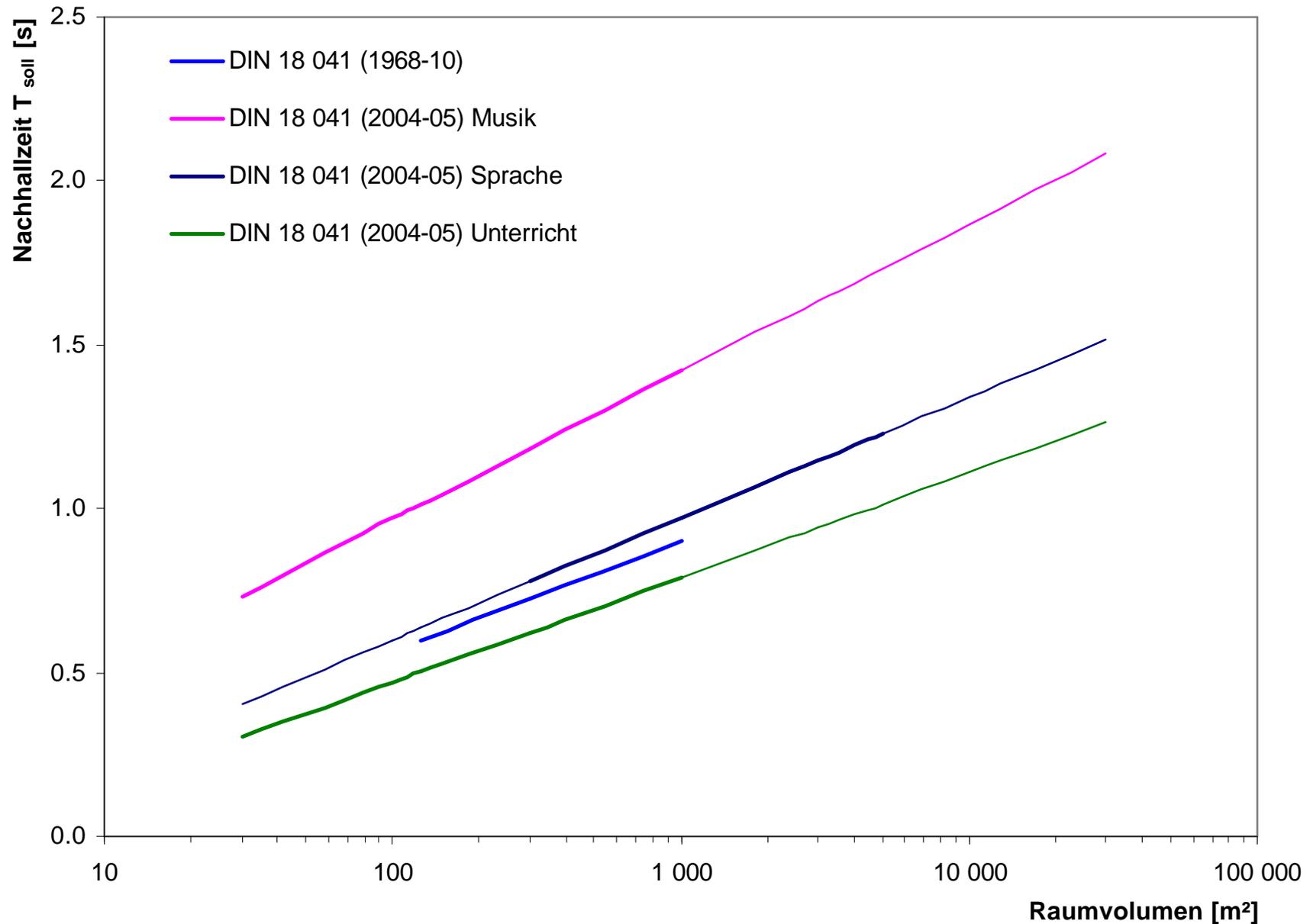
→ **neue Lösungen sind gefragt**

Raumakustik und energetisches Optimieren

Der Flächenbedarf für raumakustische Bedämpfung

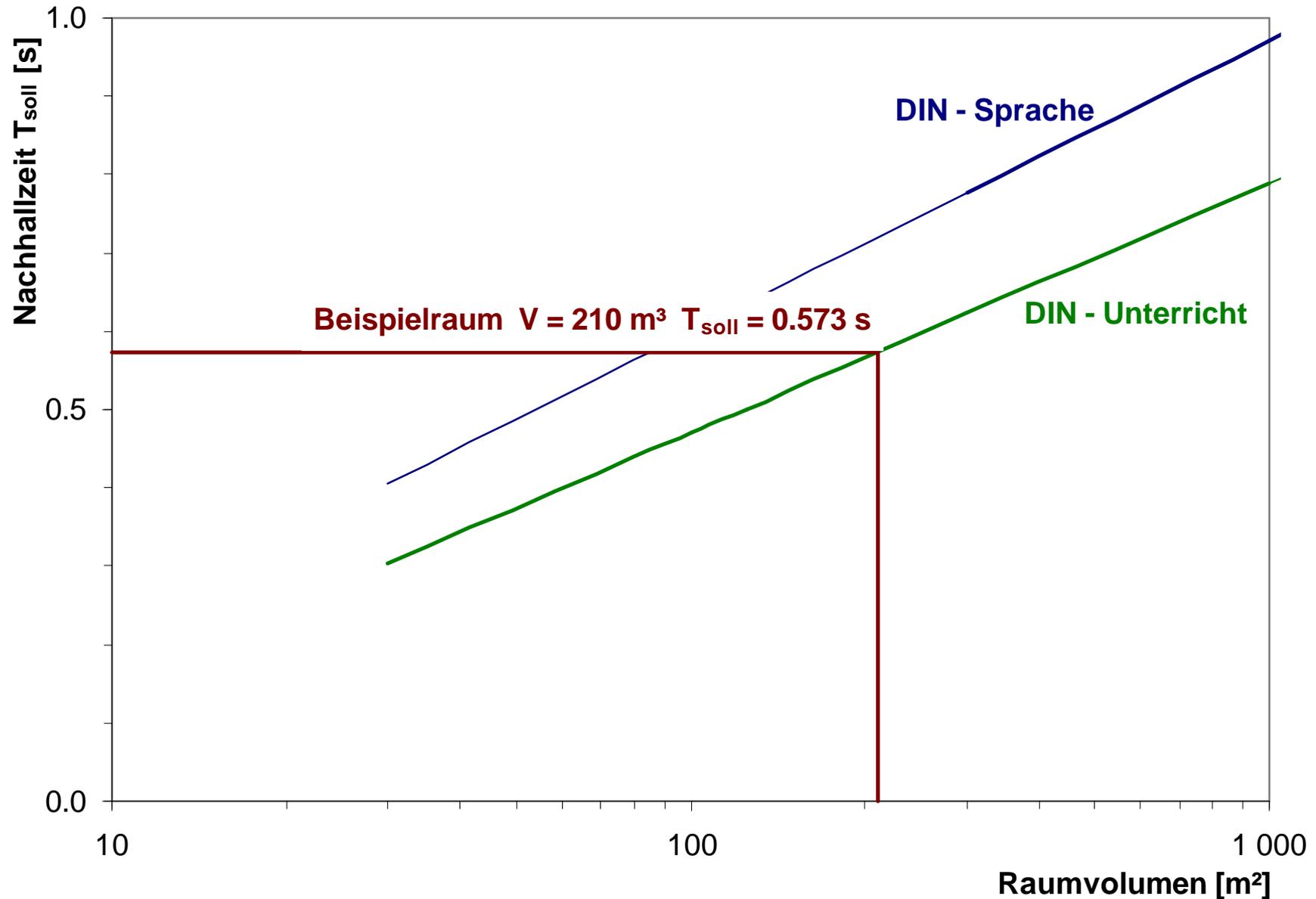
Raumakustik und energetisches Optimieren

DIN - Empfehlung: Nachhallzeiten für verschiedene Nutzungsarten



Raumakustik und energetisches Optimieren

DIN - Anforderung an einen Beispielraum



Raumakustik und energetisches Optimieren

DIN - Anforderung an einen Beispielraum

$$T_{\text{soll}} = 0.573 \text{ s}$$

→ nach Sabine'scher Näherungs-Formel
in umgekehrter Form

$$T = 0.163 \text{ V} / A$$

$$A = 0.163 \text{ V} / T$$

nötige äquivalente (100%-)Absorberfläche

$$A = 60 \text{ m}^2$$

Raumakustik und energetisches Optimieren

DIN - Anforderung an einen Beispielraum

$$T_{\text{soll}} = 0.573 \text{ s}$$

→ nach Sabine'scher Näherungs-Formel
in umgekehrter Form

$$T = 0.163 V / A$$

$$A = 0.163 V / T$$

nötige äquivalente (100%-)Absorberfläche

$$A = 60 \text{ m}^2$$

→ **hier Absorberfläche in Größenordnung der Raumgrundfläche**

→ deshalb 'funktioniert' die herkömmliche 'Akustikdecke' in vielen Fällen.

Raumakustik und energetisches Optimieren

DIN - Anforderung an einen Beispielraum

$$T_{\text{soll}} = 0.573 \text{ s}$$

→ nach Sabine'scher Näherungs-Formel
in umgekehrter Form

$$T = 0.163 V / A$$

$$A = 0.163 V / T$$

nötige äquivalente (100%-)Absorberfläche

$$A = 60 \text{ m}^2$$

→ **hier Absorberfläche in Größenordnung der Raumgrundfläche**

→ deshalb 'funktioniert' die herkömmliche 'Akustikdecke' in vielen Fällen.

Aber mit thermischer Deckennutzung nicht verträglich.

→ **neue Lösungswege, die thermische Nutzung nicht beeinträchtigen**

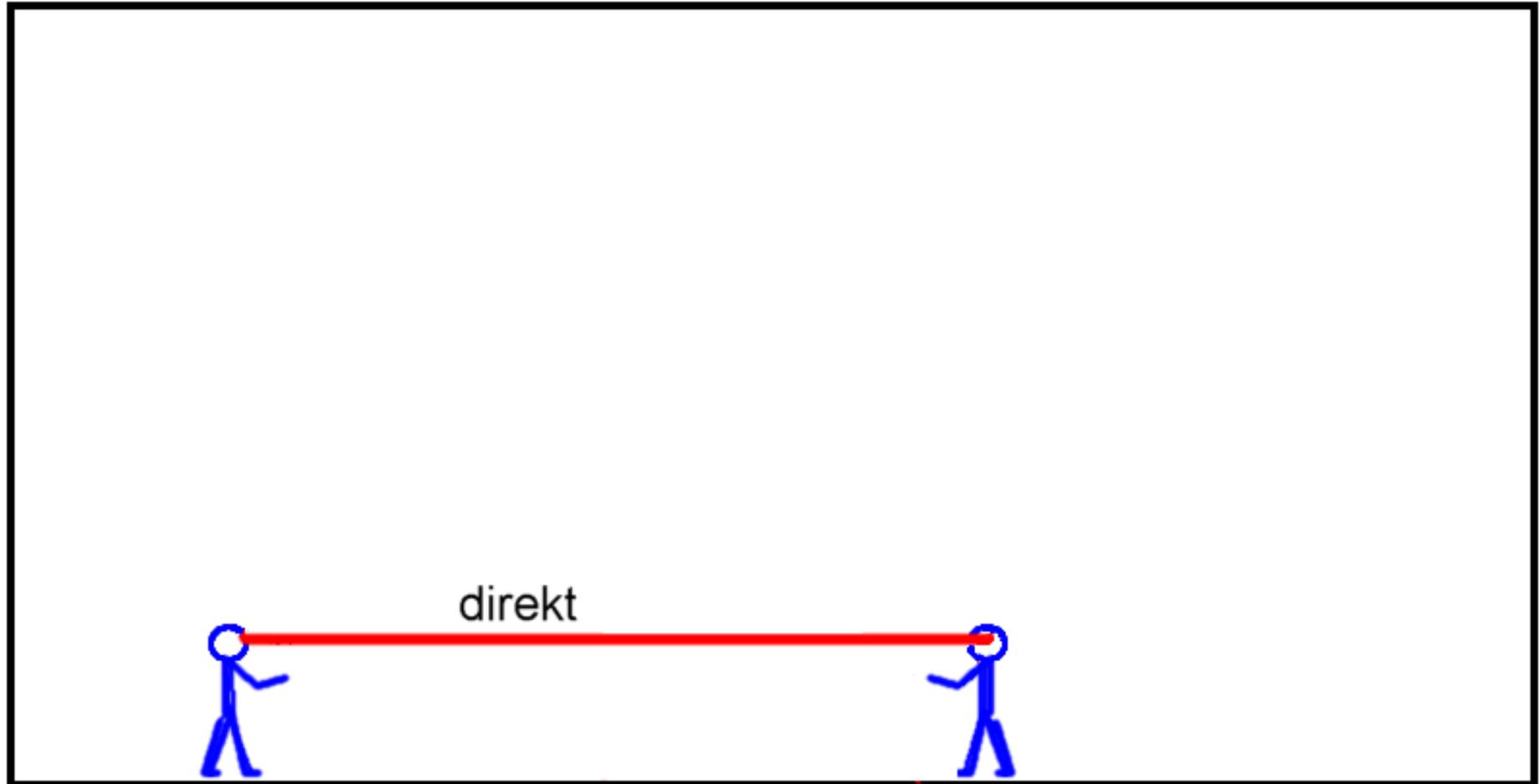
Raumakustik in der Grundschule Hohen Neuendorf

- **Was hat Raumakustik mit dem energetischen Optimieren zu tun ?**
- **Worum geht es in der Raumakustik ?**
- **Umsetzung in der Grundschule Hohen Neuendorf**
- **Ein Blick über das Projekt 'Hohen Neuendorf' hinaus**

Worum geht es in der Raumakustik ?

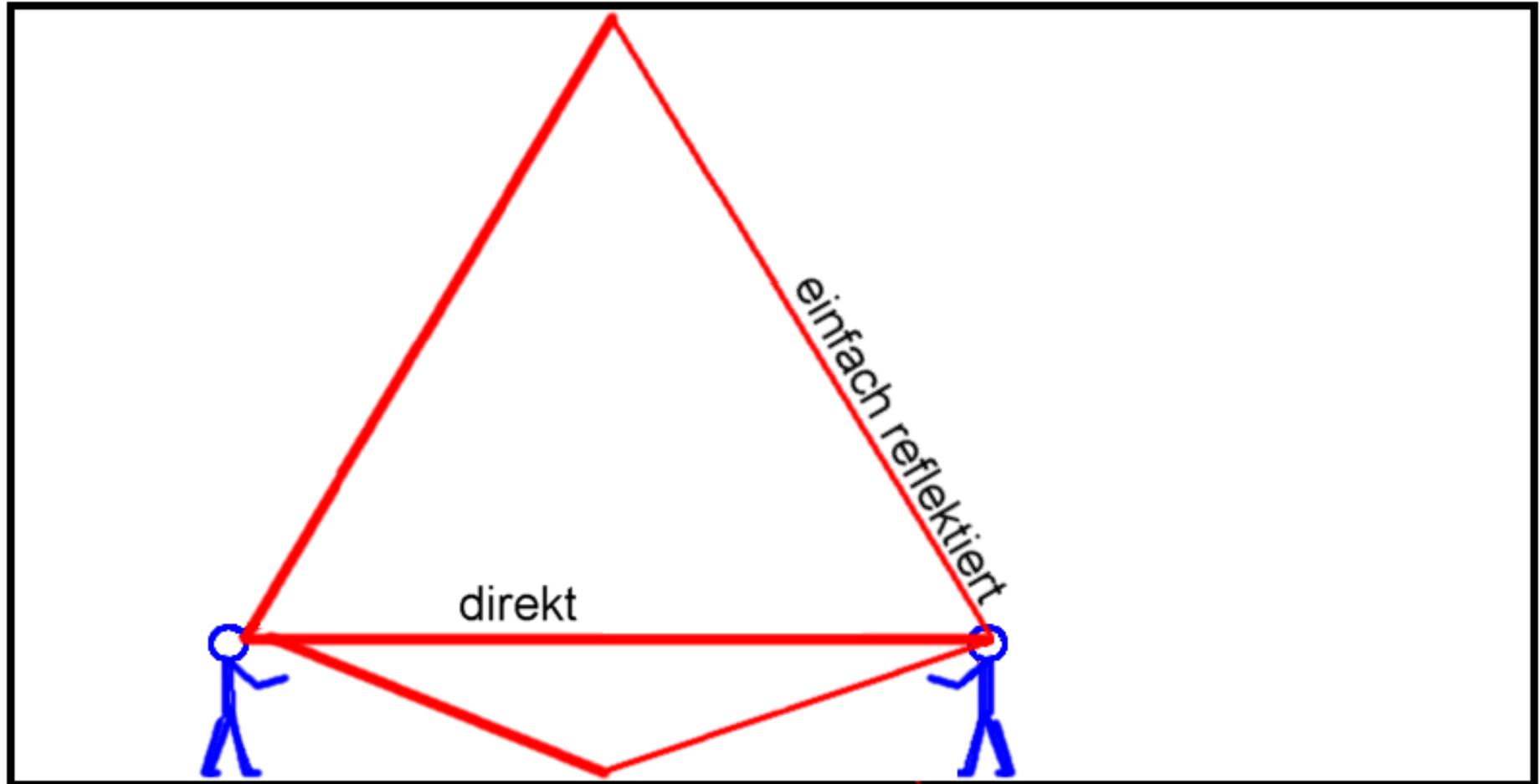
Worum geht es in der Raumakustik ?

Schallwege in einem Kommunikationsraum



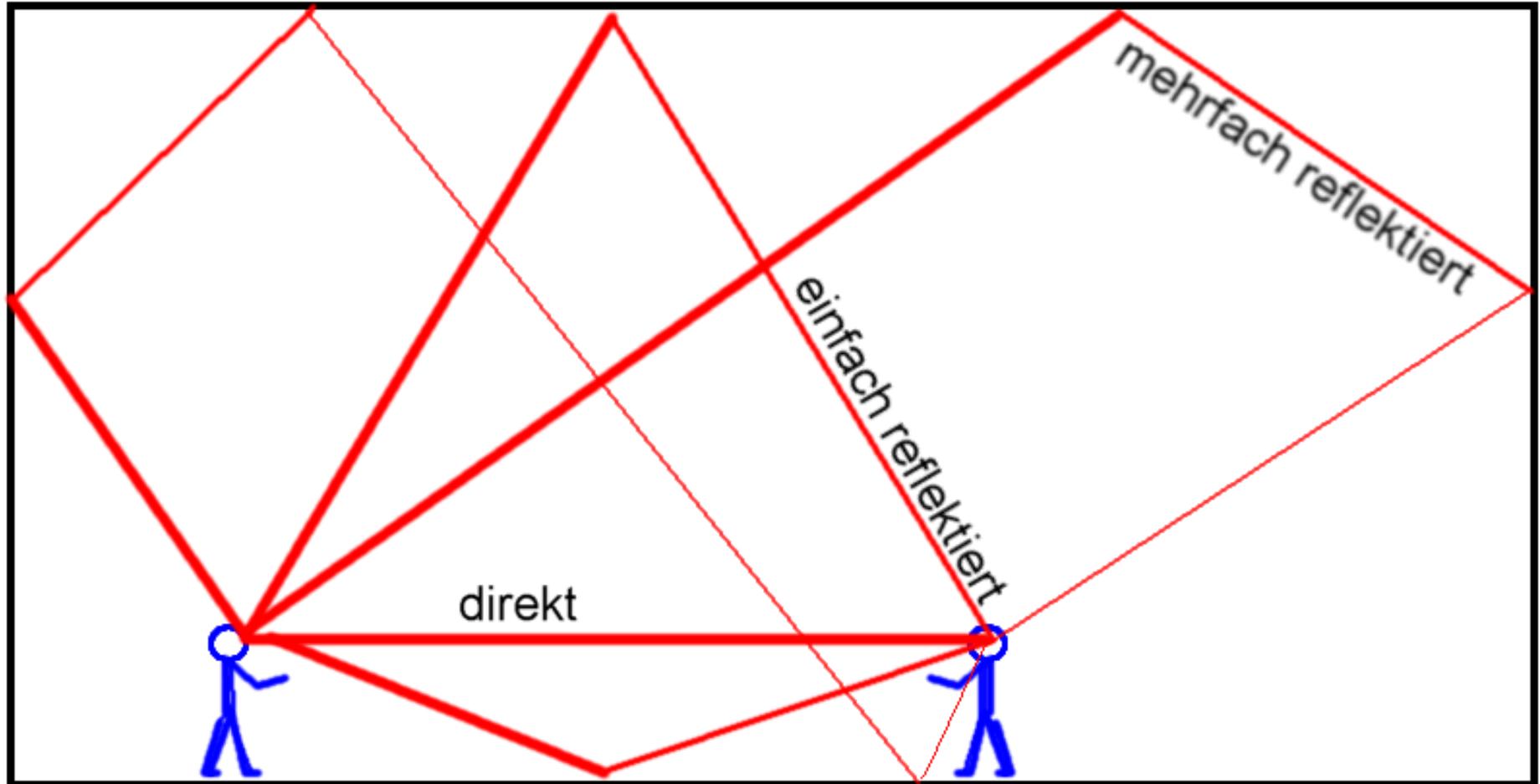
Worum geht es in der Raumakustik ?

Schallwege in einem Kommunikationsraum



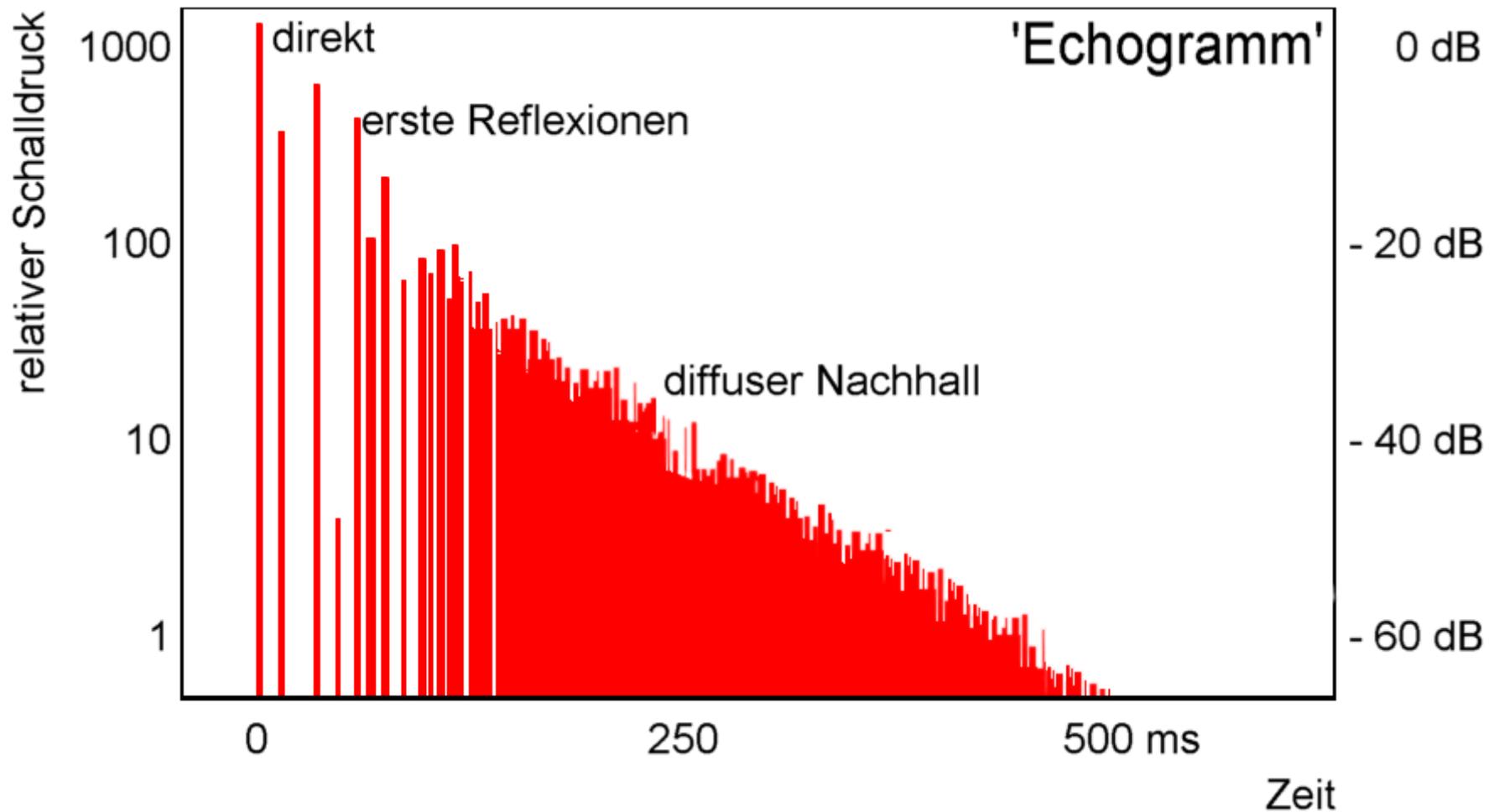
Worum geht es in der Raumakustik ?

Schallwege in einem Kommunikationsraum



Worum geht es in der Raumakustik ?

Schallwege in einem Kommunikationsraum



Worum geht es in der Raumakustik ?

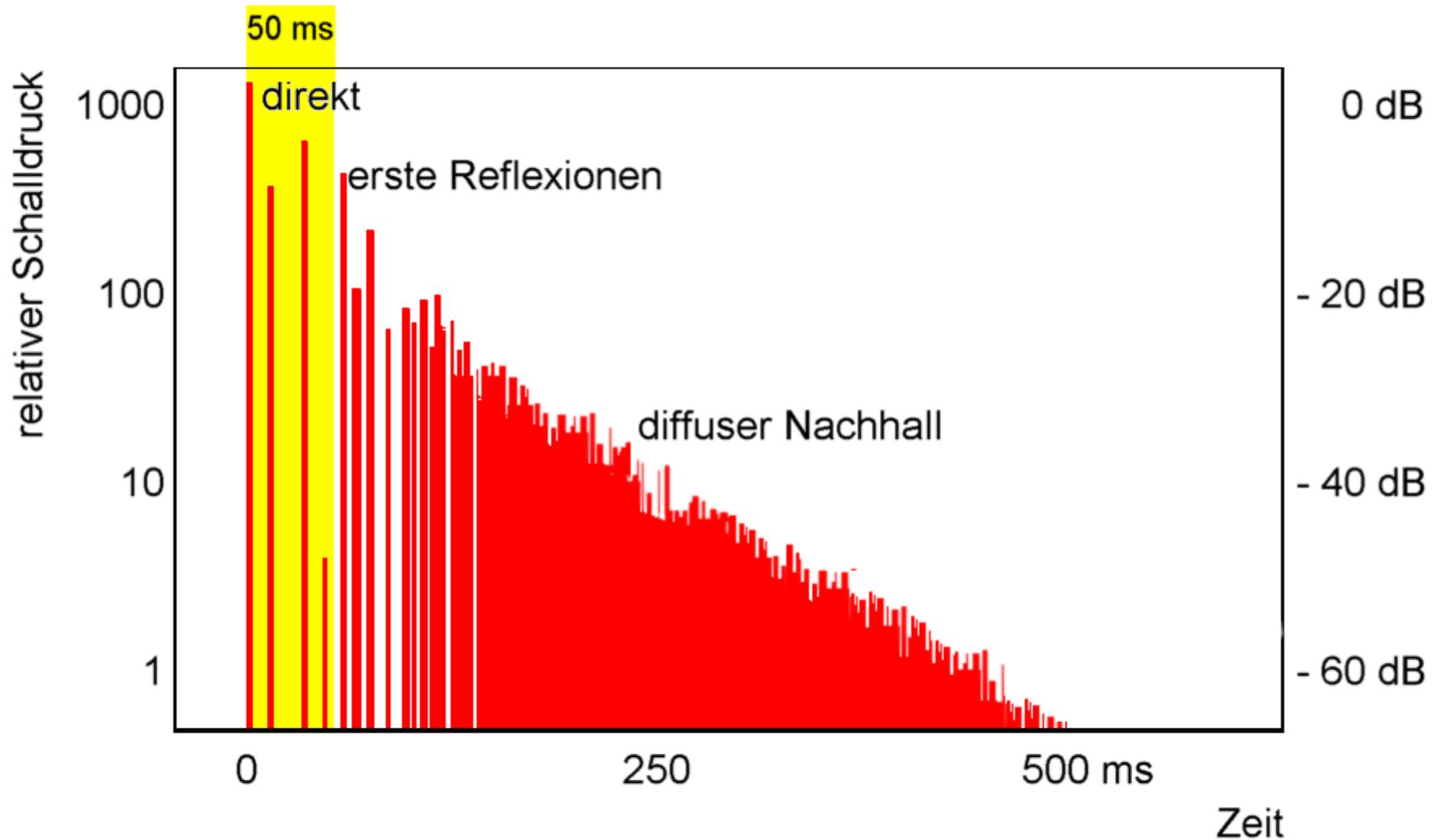
Zeitverlauf eines Sprachsignals



Artikulation spielt sich in Zeitabschnitten von 50 - 200 ms ab

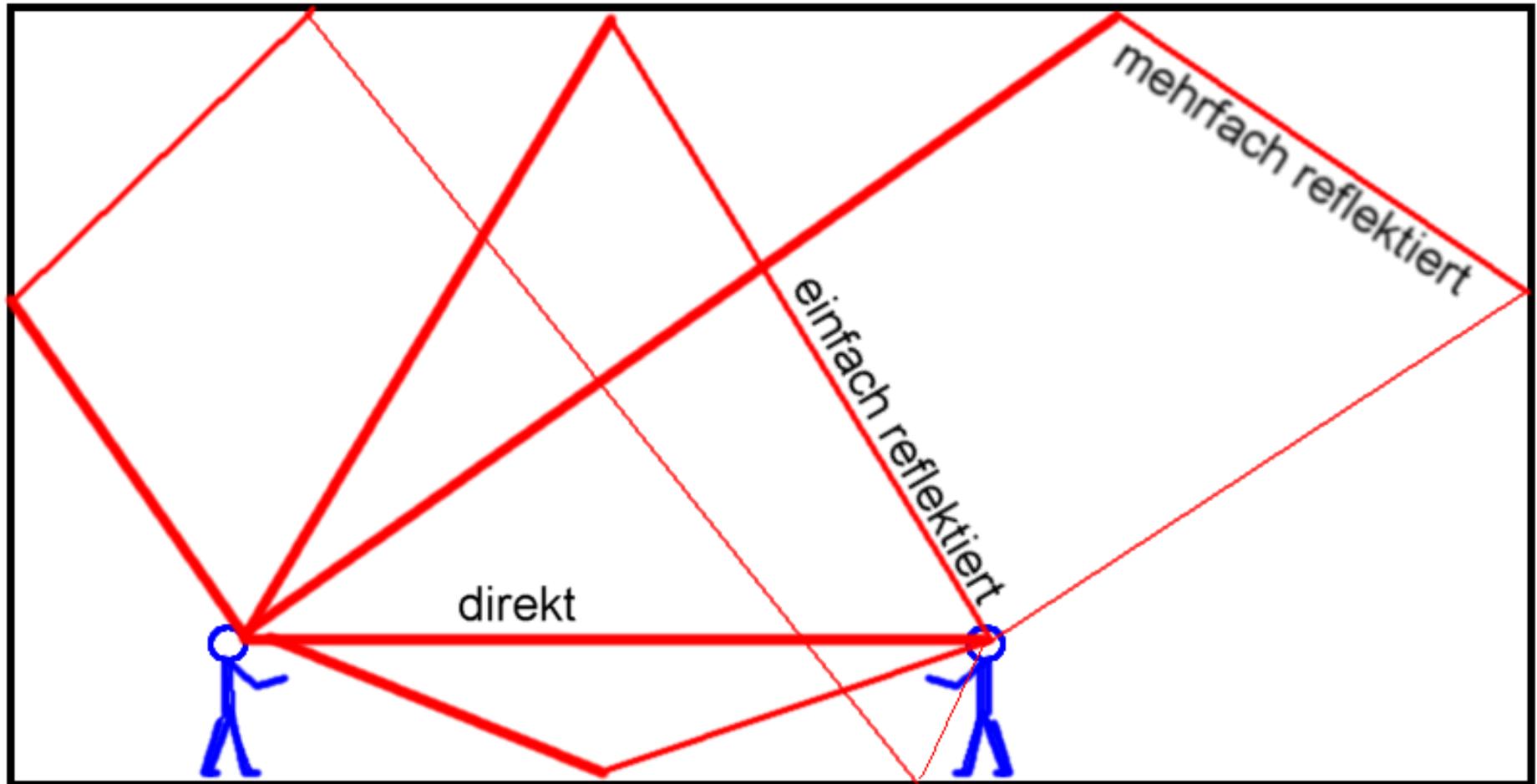
Worum geht es in der Raumakustik ?

Schallwege in einem Kommunikationsraum



Worum geht es in der Raumakustik ?

Schallwege in einem Kommunikationsraum

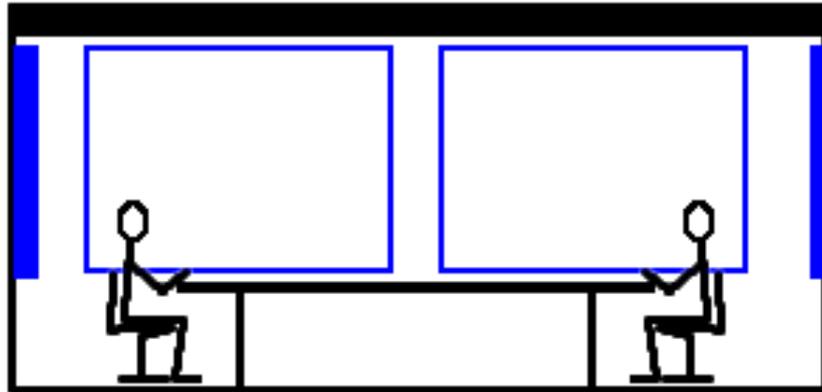


Von Boden und Decke kommen häufig die frühesten Reflexionen

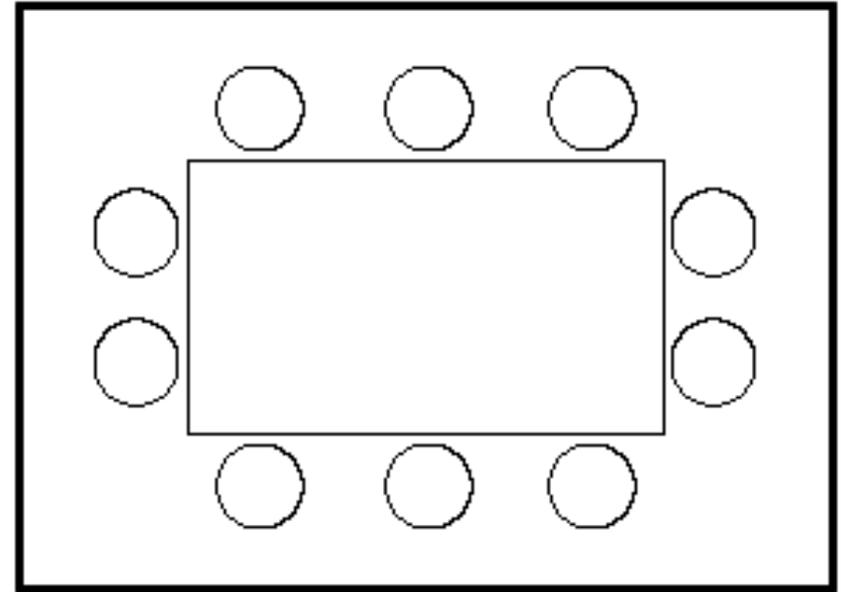
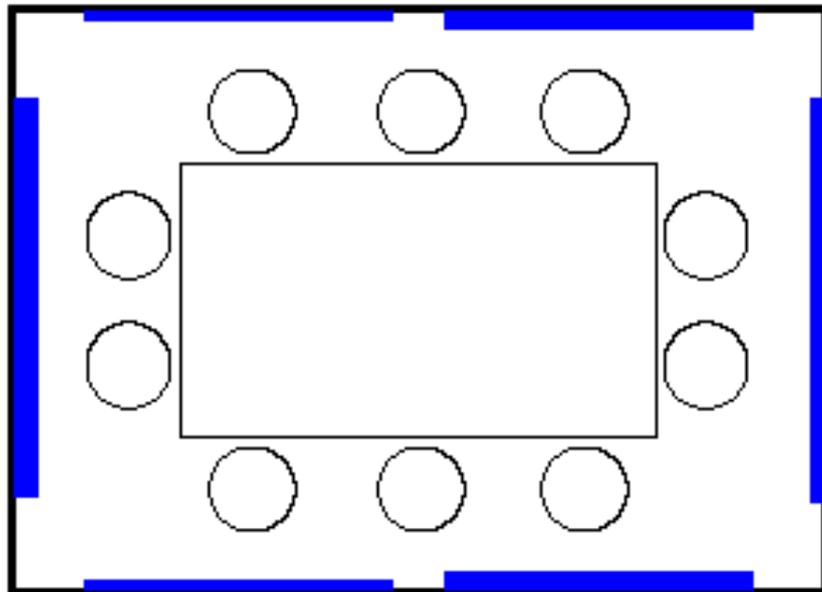
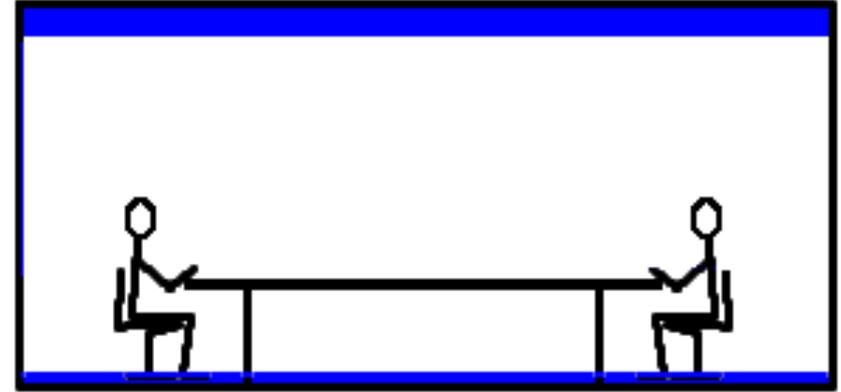
Worum geht es in der Raumakustik ?

Vergleich Absorber-Anordnungen

Decke schallhart, Wände absorb.



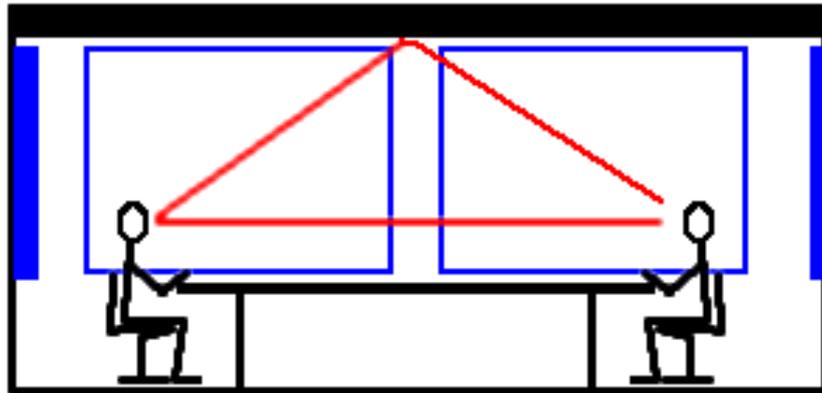
Wände schallhart, Decke absorb.



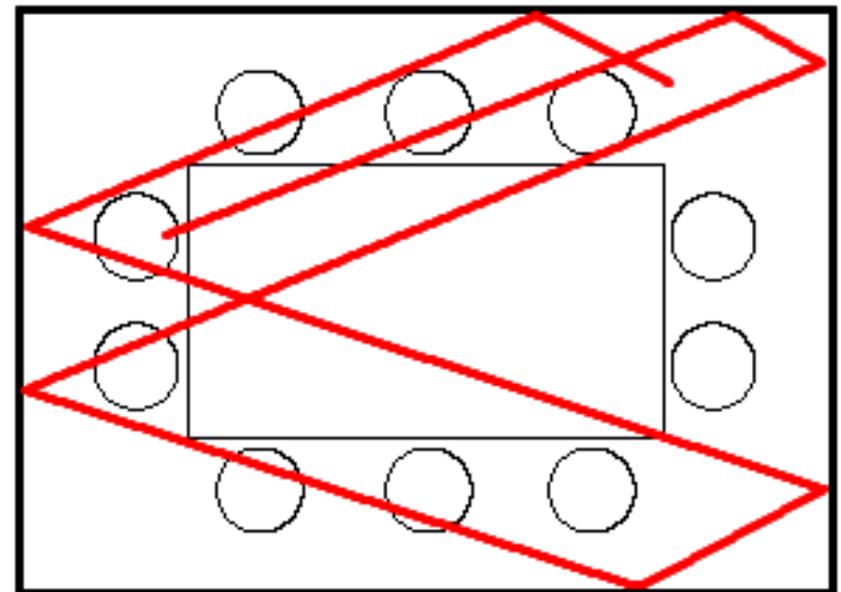
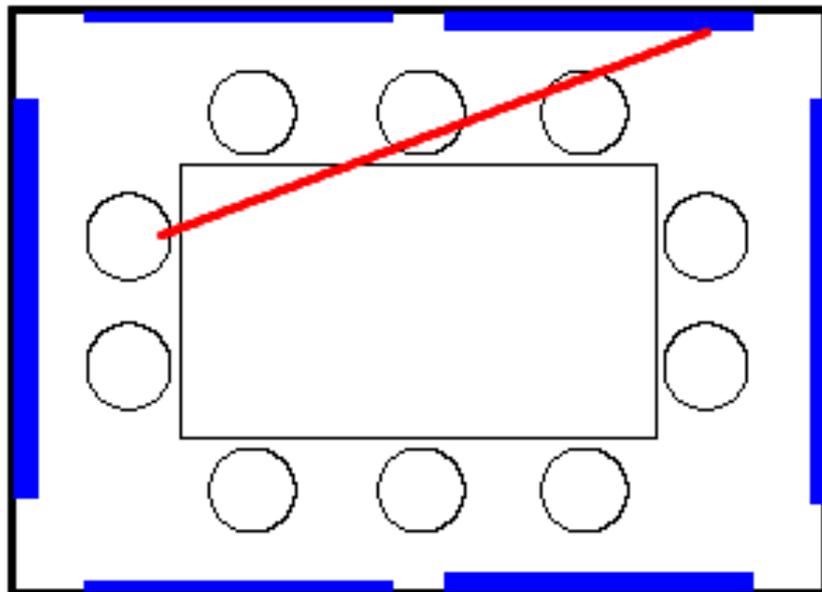
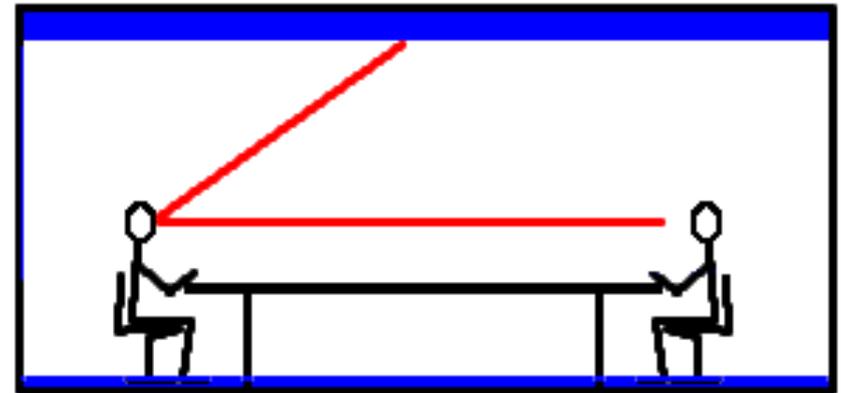
Worum geht es in der Raumakustik ?

Vergleich Absorber-Anordnungen

Decke schallhart, Wände absorb.



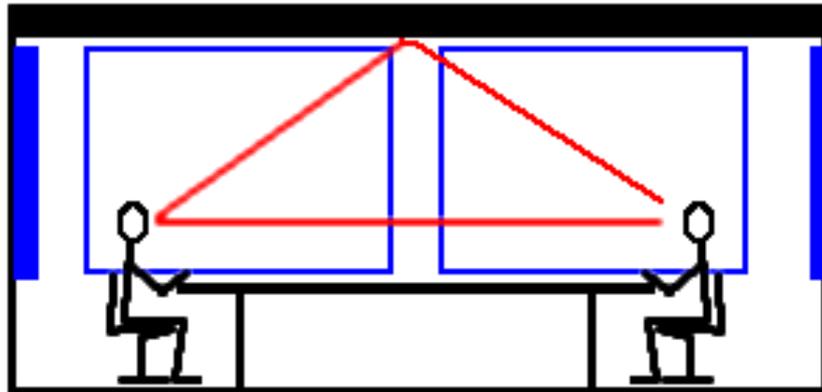
Wände schallhart, Decke absorb.



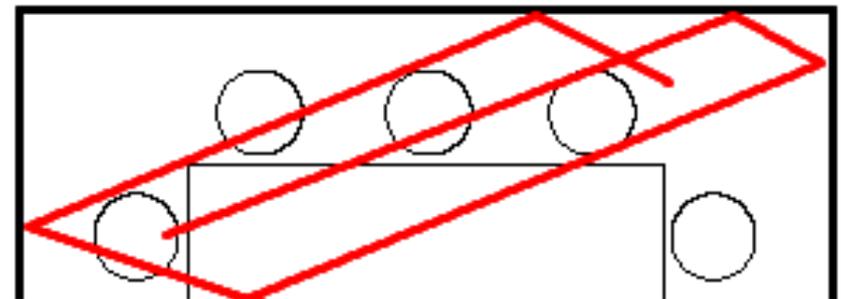
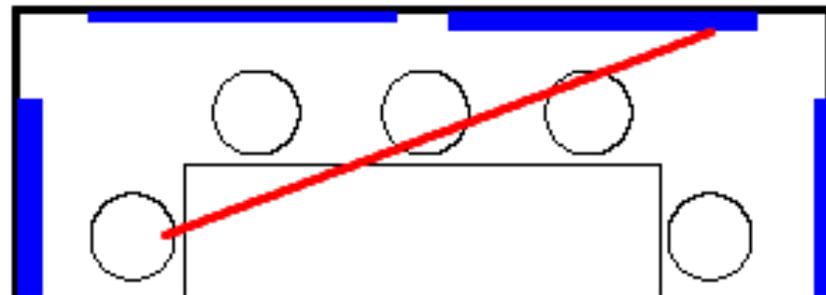
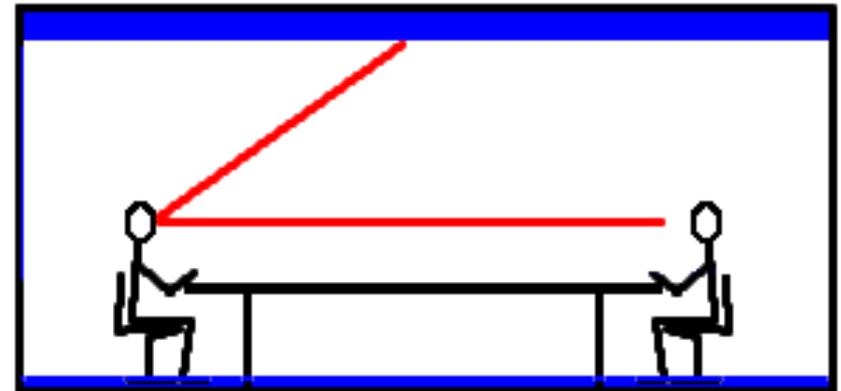
Worum geht es in der Raumakustik ?

Vergleich Absorber-Anordnungen

Decke schallhart, Wände absorb.



Wände schallhart, Decke absorb.



bevorzugt kurze Schallwege

günstig

bevorzugt lange Schallwege

ungünstig

Worum geht es in der Raumakustik ?

Vergleich Absorber-Anordnungen

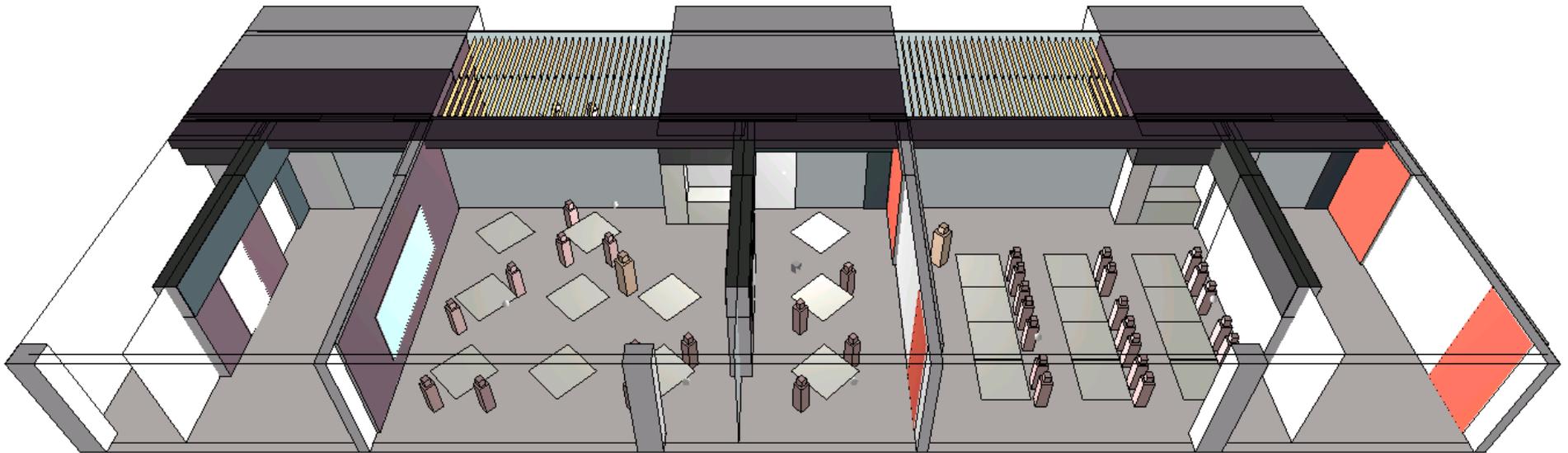
**Eine schallharte Decke
und schallabsorbierende Wände
sind vorteilhaft für Kommunikationsräume**

Raumakustik in der Grundschule Hohen Neuendorf

- **Was hat Raumakustik mit dem energetischen Optimieren zu tun ?**
- **Worum geht es in der Raumakustik ?**
- **Umsetzung in der Grundschule Hohen Neuendorf**
- **Ein Blick über das Projekt 'Hohen Neuendorf' hinaus**

Umsetzung in der Grundschule Hohen Neuendorf

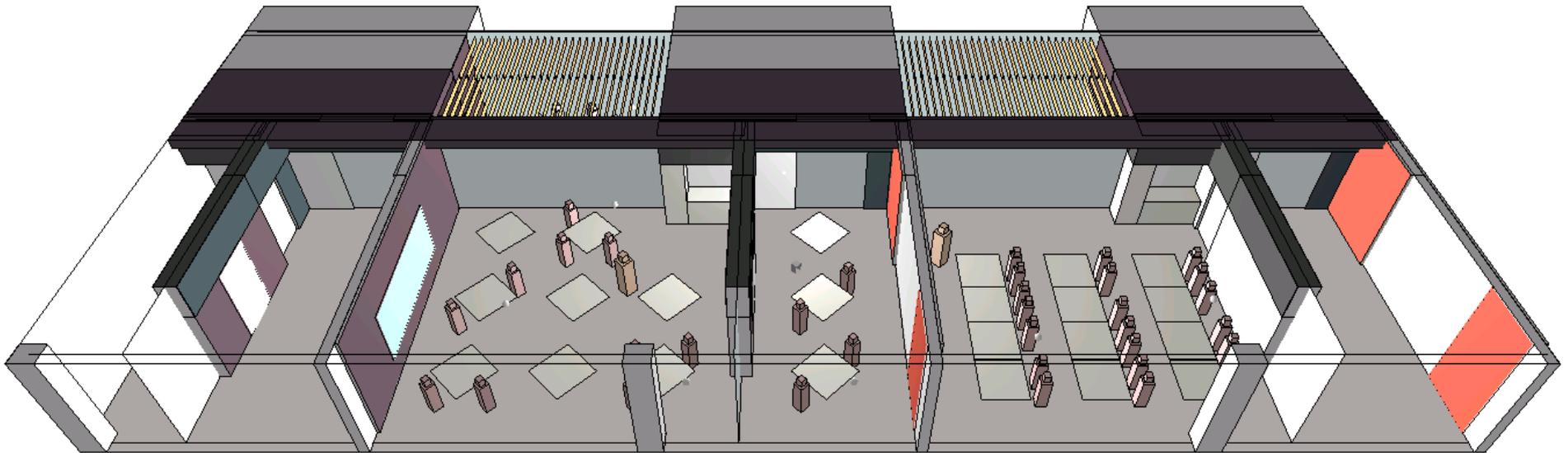
Klassentrakt - Geometriemodell für die Simulation



ghn 207

Umsetzung in der Grundschule Hohen Neuendorf

Klassentrakt - Basisdaten und Flächen

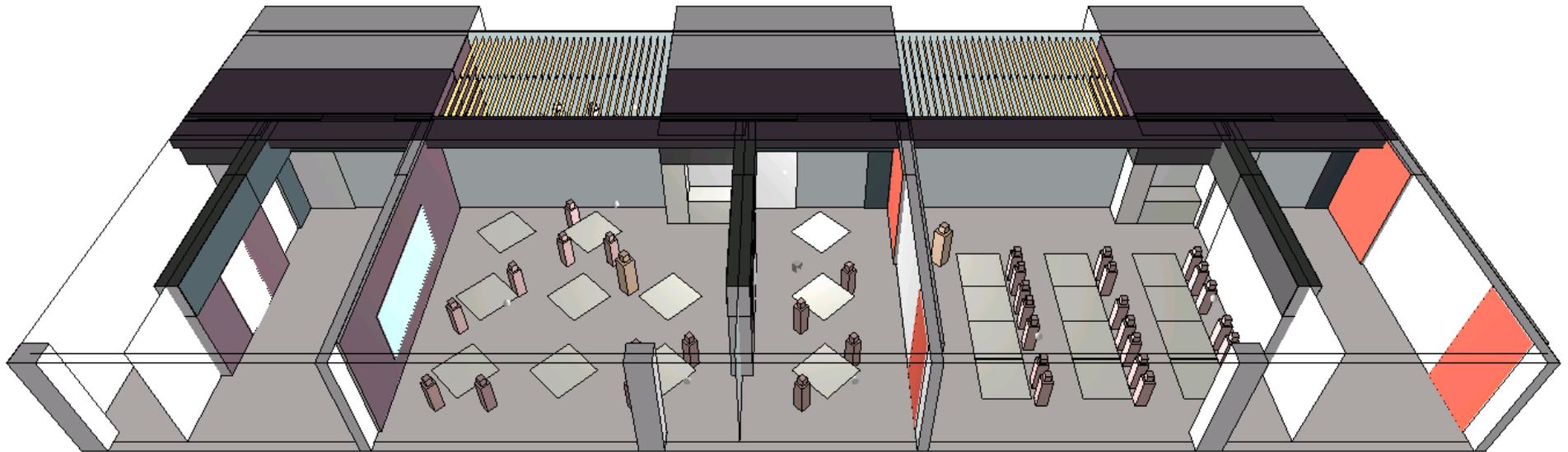


typische Daten der Unterrichtsräume:

- | | |
|---|------------------------|
| - Grundfläche | ca. 50 m ² |
| - Netto-Volumen | ca. 150 m ³ |
| - empfohlene Nachhallzeit nach DIN | 0.53 s |
| - dafür notwendige äquivalente Absorberfläche | ca. 46 m ² |

Umsetzung in der Grundschule Hohen Neuendorf

Klassentrakt - verfügbare Flächen für Schallabsorption

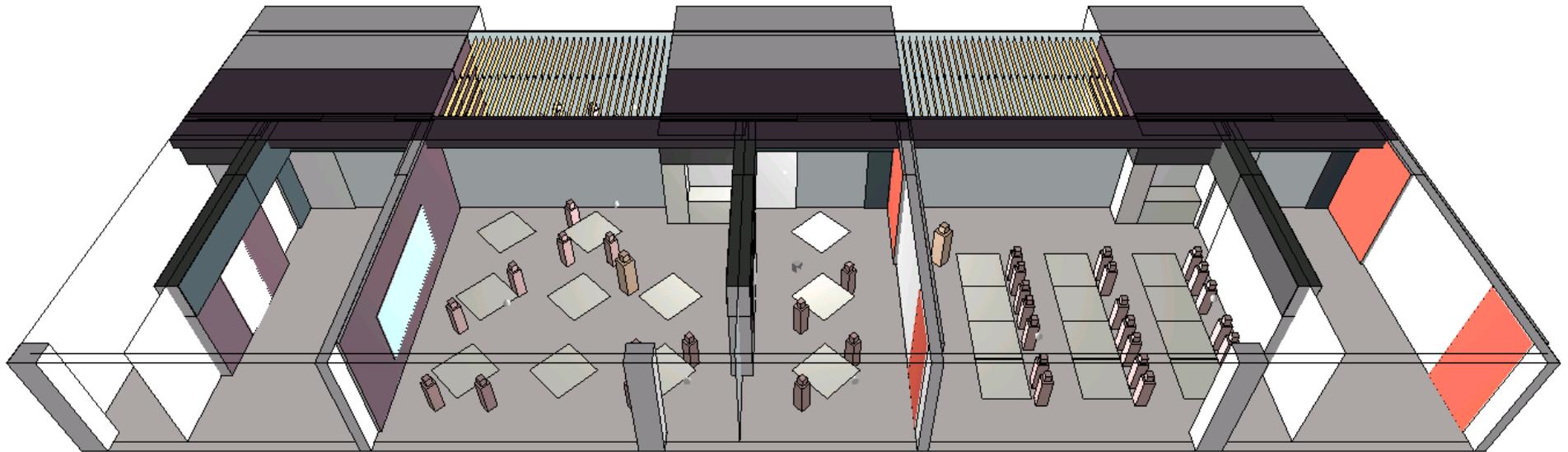


Äquivalente Absorberflächen

bei tiefer mittl. hoher Freq.

Umsetzung in der Grundschule Hohen Neuendorf

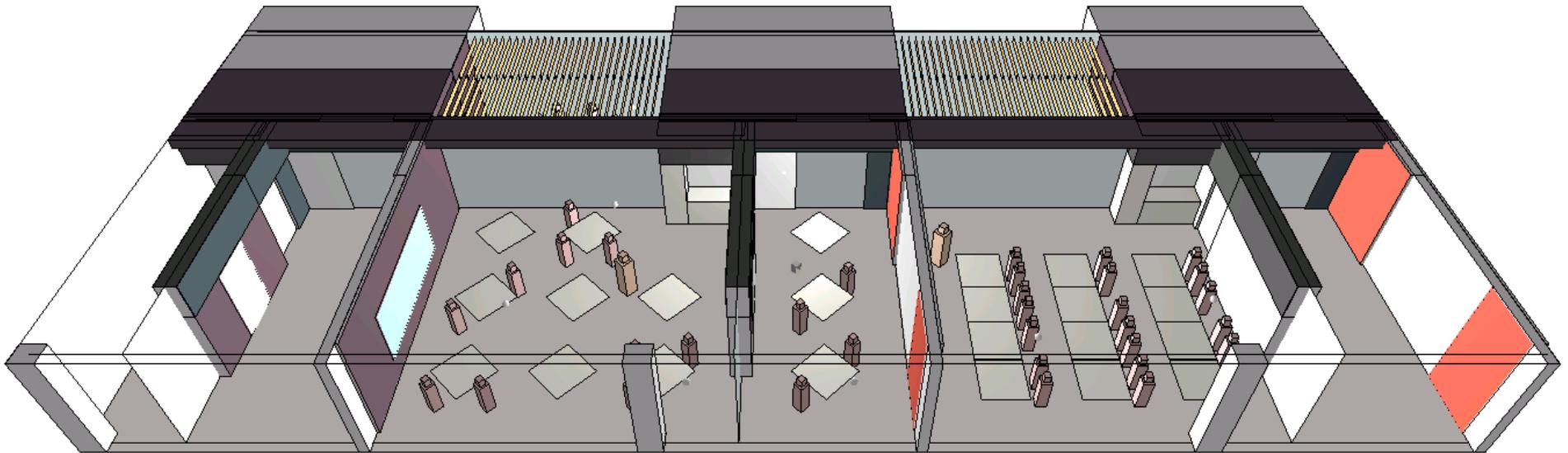
Klassentrakt - verfügbare Flächen für Schallabsorption



Äquivalente Absorberflächen	bei	tiefer	mittl.	hoher Freq.
- Breitband-Absorber max. 25 m ² an Stirnwänden		12 m ³	22 m ²	22 m ²

Umsetzung in der Grundschule Hohen Neuendorf

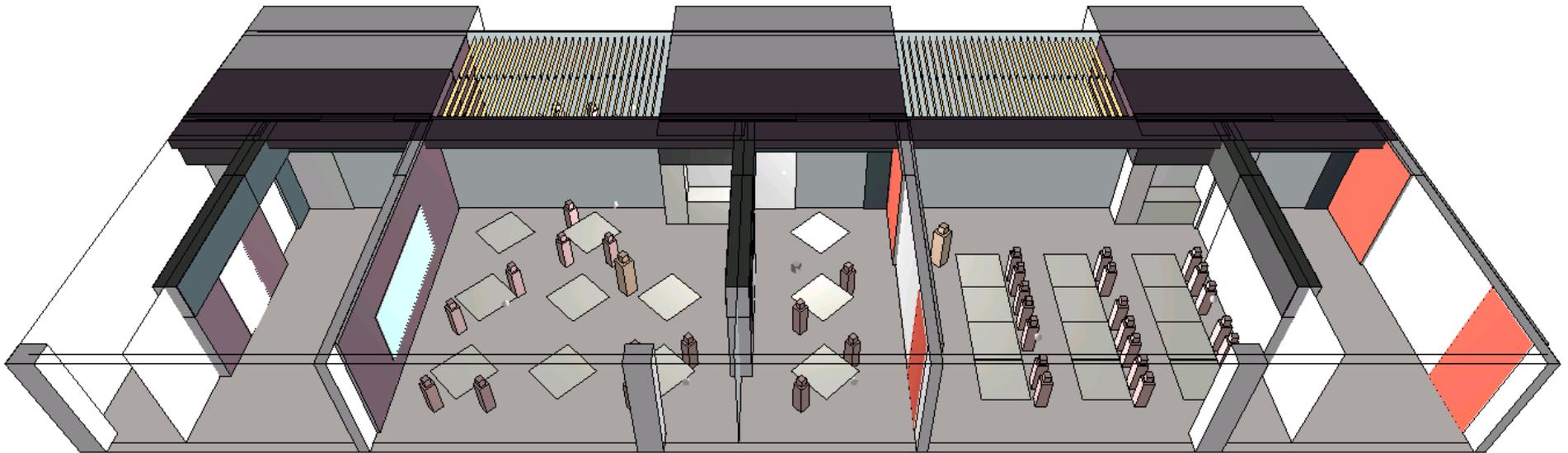
Klassentrakt - verfügbare Flächen für Schallabsorption



Äquivalente Absorberflächen	bei	tiefer	mittl.	hoher Freq.
- Breitband-Absorber max. 25 m ² an Stirnwänden		12 m ³	22 m ²	22 m ²
- Verglasung ca. 25 - 30 m ²		3-6 m ²	<2 m ²	<1 m ²

Umsetzung in der Grundschule Hohen Neuendorf

Klassentrakt - verfügbare Flächen für Schallabsorption



Äquivalente Absorberflächen

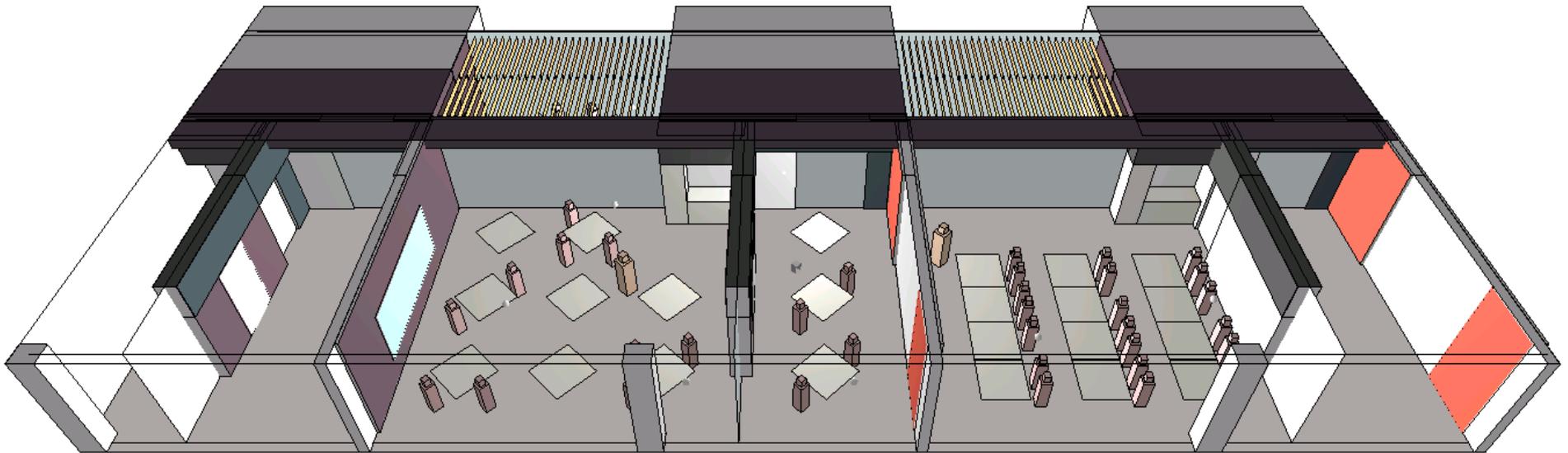
- Breitband-Absorber max. 25 m² an Stirnwänden
- Verglasung ca. 25 - 30 m²
- Personen, je nach Besetzung

bei tiefer mittl. hoher Freq.

	12 m ³	22 m ²	22 m ²
	3-6 m ²	<2 m ²	<1 m ²
	1-3 m ²	3-8 m ²	4-10 m ²

Umsetzung in der Grundschule Hohen Neuendorf

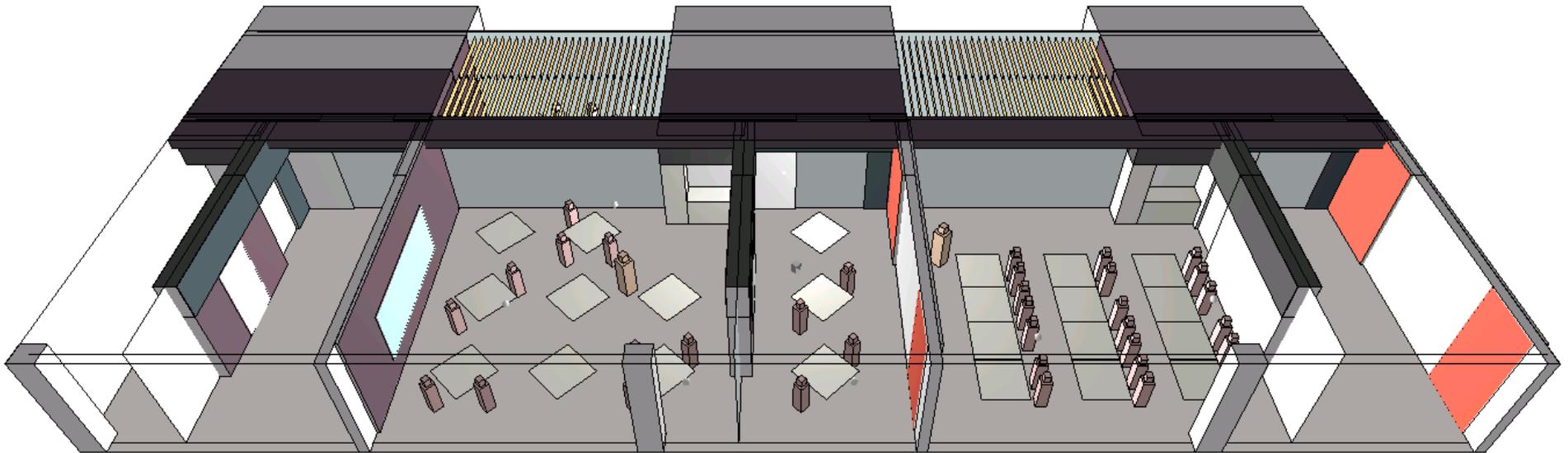
Klassentrakt - verfügbare Flächen für Schallabsorption



Äquivalente Absorberflächen	bei	tiefer	mittl.	hoher Freq.
- Breitband-Absorber max. 25 m ² an Stirnwänden		12 m ³	22 m ²	22 m ²
- Verglasung ca. 25 - 30 m ²		3-6 m ²	<2 m ²	<1 m ²
- Personen, je nach Besetzung		1-3 m ²	3-8 m ²	4-10 m ²
- diverse kleine Absorber (Mobilar, Ausstattung ...)		?	?	?

Umsetzung in der Grundschule Hohen Neuendorf

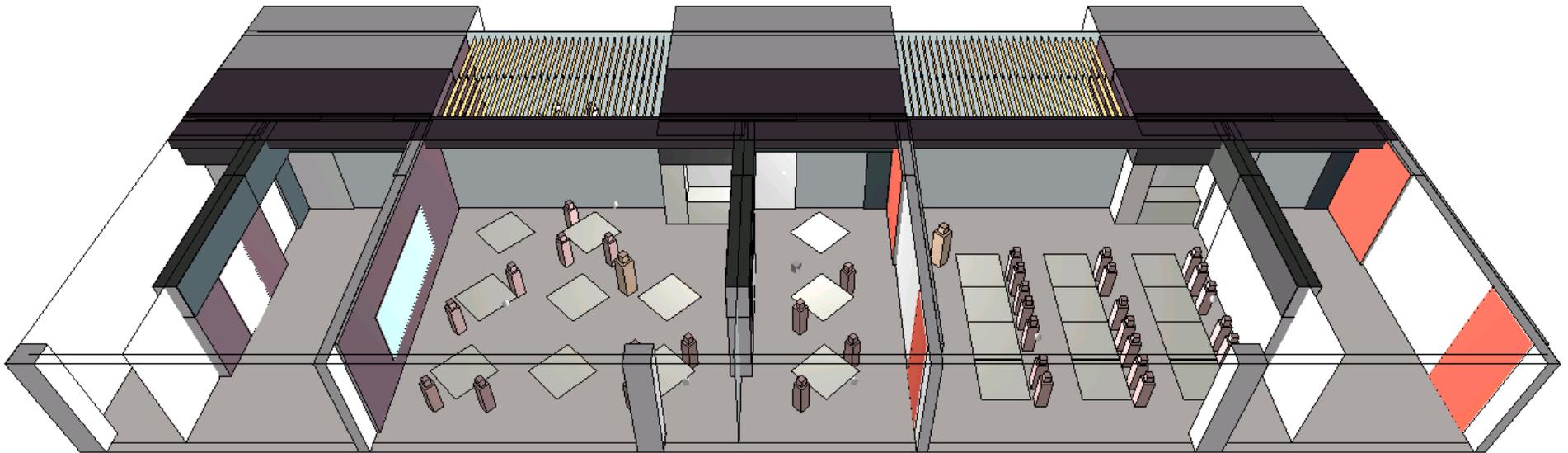
Klassentrakt - verfügbare Flächen für Schallabsorption



Äquivalente Absorberflächen	bei	tiefer	mittl.	hoher Freq.
- Breitband-Absorber max. 25 m ² an Stirnwänden		12 m ³	22 m ²	22 m ²
- Verglasung ca. 25 - 30 m ²		3-6 m ²	<2 m ²	<1 m ²
- Personen, je nach Besetzung		1-3 m ²	3-8 m ²	4-10 m ²
- diverse kleine Absorber (Mobilar, Ausstattung ...)		?	?	?
Summe, ungünstig / günstig gerechnet		14/21m²	24/31m²	26/32 m²

Umsetzung in der Grundschule Hohen Neuendorf

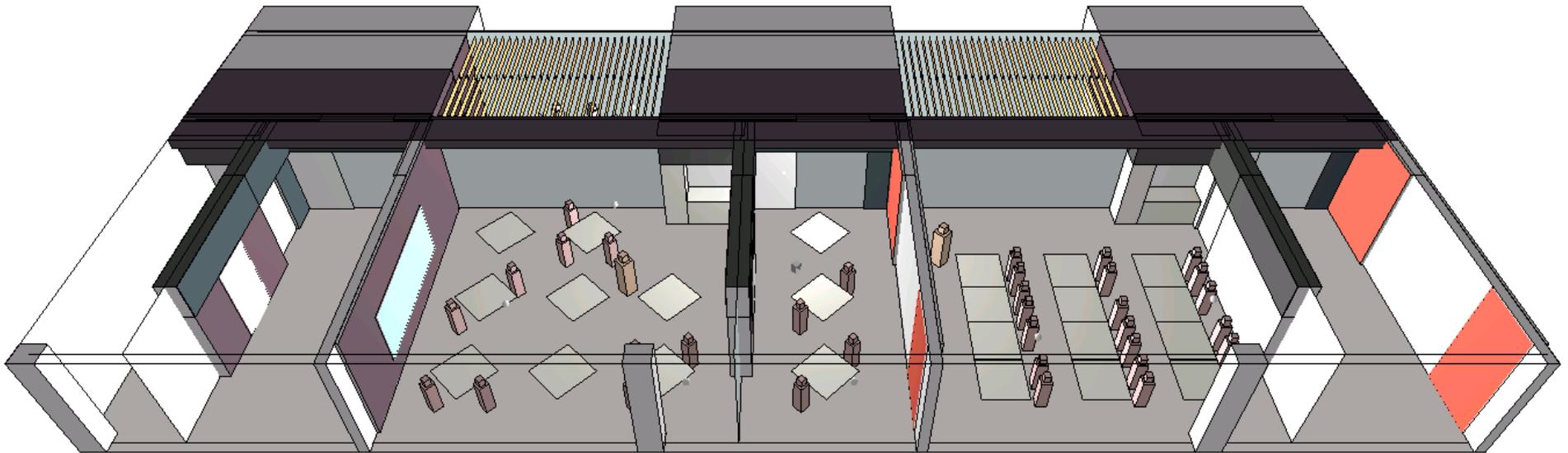
Klassentrakt - verfügbare Flächen für Schallabsorption



Äquivalente Absorberflächen	bei	tiefer	mittl.	hoher Freq.
- Breitband-Absorber max. 25 m ² an Stirnwänden		12 m ³	22 m ²	22 m ²
- Verglasung ca. 25 - 30 m ²		3-6 m ²	<2 m ²	<1 m ²
- Personen, je nach Besetzung		1-3 m ²	3-8 m ²	4-10 m ²
- diverse kleine Absorber (Mobilar, Ausstattung ...)		?	?	?
Summe, ungünstig / günstig gerechnet		14/21m²	24/31m²	26/32 m²
erforderlich für DIN-Empfehlung		>38 m² (optimal 46 m²)		

Umsetzung in der Grundschule Hohen Neuendorf

Klassentrakt - verfügbare Flächen für Schallabsorption



**Die verfügbaren Flächen
für Schallabsorber
sind äußerst knapp**

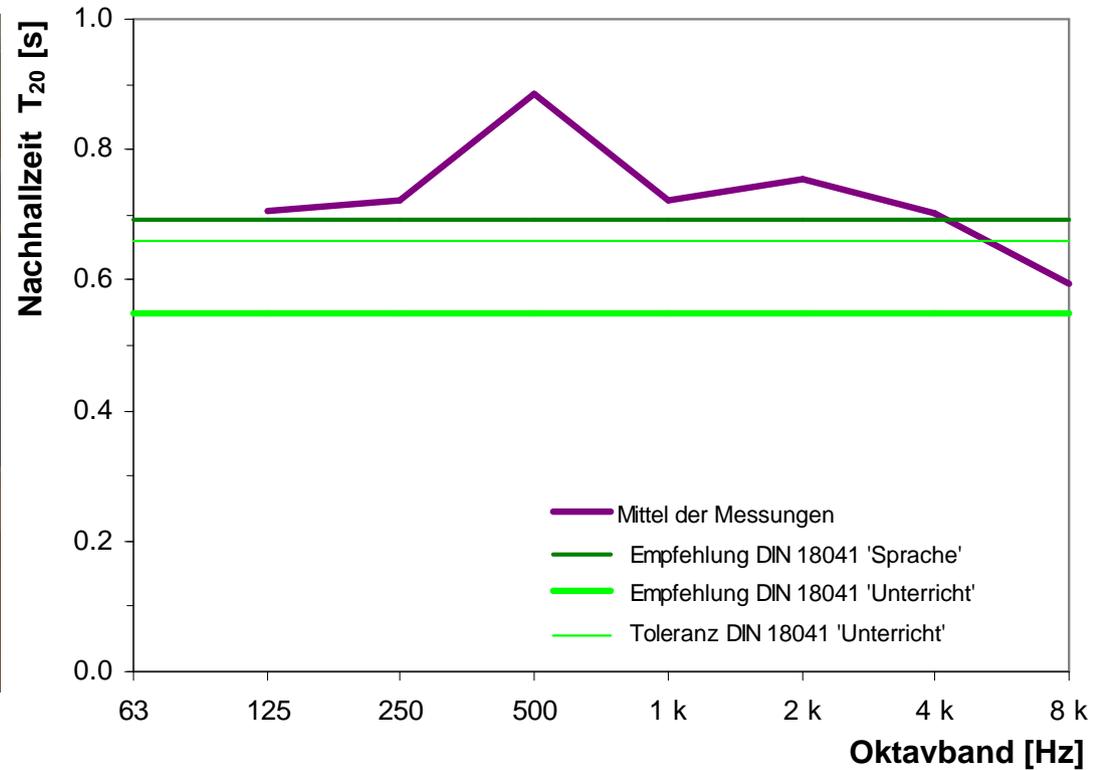
Umsetzung in der Grundschule Hohen Neuendorf

Messung mit probeweisem Schallabsorber Aufbau (am 15.4.2011)



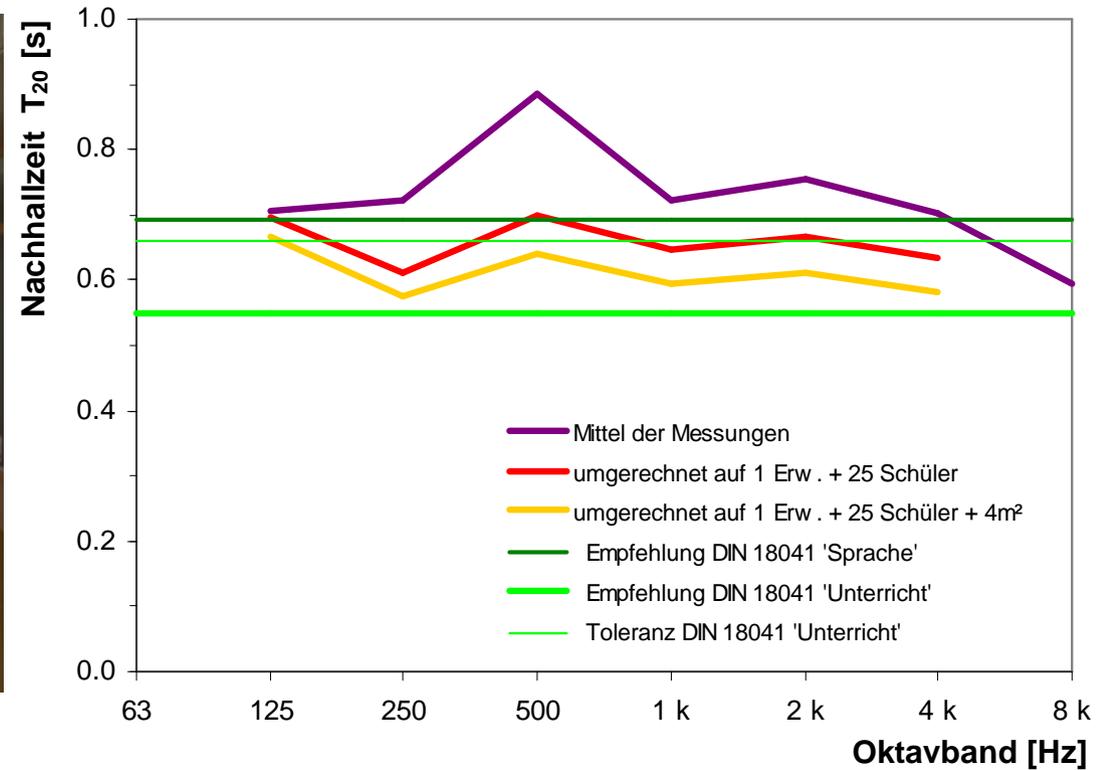
Umsetzung in der Grundschule Hohen Neuendorf

Messung mit probeweisem Schallabsorber Aufbau (am 15.4.2011)



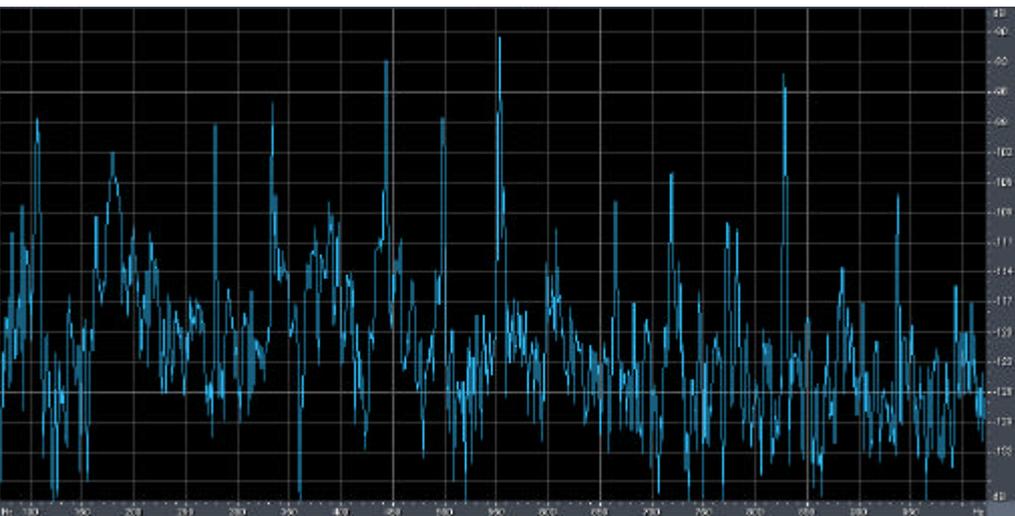
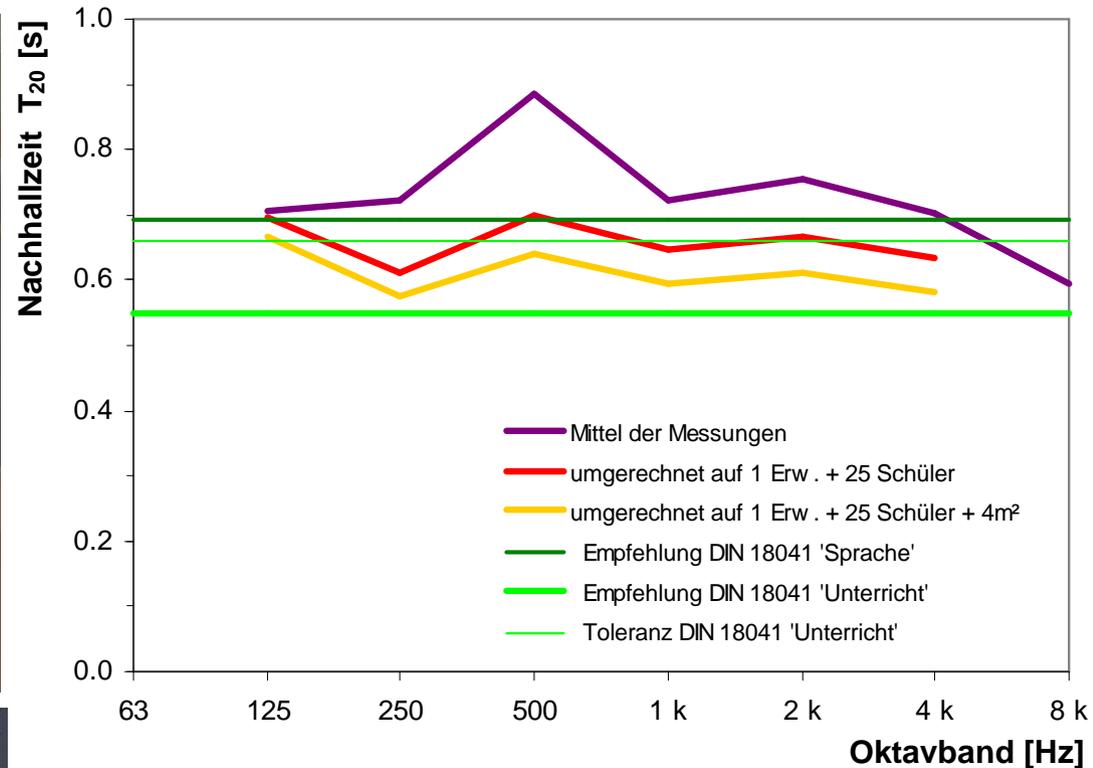
Umsetzung in der Grundschule Hohen Neuendorf

Messung mit probeweisem Schallabsorber Aufbau (am 15.4.2011)



Umsetzung in der Grundschule Hohen Neuendorf

Messung mit probeweisem Schallabsorber Aufbau (am 15.4.2011)



**Stehende Wellen zwischen Boden und Decke
bewirken Nachhallzeit-Maximum um 500 Hz**

wird nach Möblierung weitgehend verschwinden.

Umsetzung in der Grundschule Hohen Neuendorf

Vorläufige Resultate:

Umsetzung in der Grundschule Hohen Neuendorf

Vorläufige Resultate:

- **Des Lösungsansatz ist puristisch:**

Umsetzung in der Grundschule Hohen Neuendorf

Vorläufige Resultate:

- **Des Lösungsansatz ist puristisch:**
- **Thermisch und akustisch wirksame Flächen sind komplett getrennt.**

Umsetzung in der Grundschule Hohen Neuendorf

Vorläufige Resultate:

- **Des Lösungsansatz ist puristisch:**
- **Thermisch und akustisch wirksame Flächen sind komplett getrennt.**
- **Wegen der Trennung können beide Flächentypen optimal wirksam sein.**

Umsetzung in der Grundschule Hohen Neuendorf

Vorläufige Resultate:

- **Des Lösungsansatz ist puristisch:**
- **Thermisch und akustisch wirksame Flächen sind komplett getrennt.**
- **Wegen der Trennung können beide Flächentypen optimal wirksam sein.**

- **Die für akustische Bedämpfung verfügbaren Flächen sind äußerst knapp, insbesondere infolge großzügiger Verglasung**

Umsetzung in der Grundschule Hohen Neuendorf

Vorläufige Resultate:

- **Des Lösungsansatz ist puristisch:**
- **Thermisch und akustisch wirksame Flächen sind komplett getrennt.**
- **Wegen der Trennung können beide Flächentypen optimal wirksam sein.**
- **Die für akustische Bedämpfung verfügbaren Flächen sind äußerst knapp, insbesondere infolge großzügiger Verglasung**
- **Die DIN-Empfehlung 'Unterricht' wird voraussichtlich soeben erfüllt.**

Umsetzung in der Grundschule Hohen Neuendorf

Vorläufige Resultate:

- **Des Lösungsansatz ist puristisch:**
- **Thermisch und akustisch wirksame Flächen sind komplett getrennt.**
- **Wegen der Trennung können beide Flächentypen optimal wirksam sein.**

- **Die für akustische Bedämpfung verfügbaren Flächen sind äußerst knapp, insbesondere infolge großzügiger Verglasung**
- **Die DIN-Empfehlung 'Unterricht' wird voraussichtlich soeben erfüllt.**
- **Unabhängig von der DIN-Empfehlung wird die raumakustische Qualität gut bis sehr gut sein.**

Umsetzung in der Grundschule Hohen Neuendorf

Vorläufige Resultate:

- **Des Lösungsansatz ist puristisch:**
- **Thermisch und akustisch wirksame Flächen sind komplett getrennt.**
- **Wegen der Trennung können beide Flächentypen optimal wirksam sein.**

- **Die für akustische Bedämpfung verfügbaren Flächen sind äußerst knapp, insbesondere infolge großzügiger Verglasung**
- **Die DIN-Empfehlung 'Unterricht' wird voraussichtlich soeben erfüllt.**
- **Unabhängig von der DIN-Empfehlung wird die raumakustische Qualität gut bis sehr gut sein.**

Raumakustik in der Grundschule Hohen Neuendorf

- **Was hat Raumakustik mit dem energetischen Optimieren zu tun ?**
- **Worum geht es in der Raumakustik ?**
- **Umsetzung in der Grundschule Hohen Neuendorf**
- **Ein Blick über das Projekt 'Hohen Neuendorf' hinaus**

Über das Projekt 'Hohen Neuendorf' hinausgeschaut

Über das Projekt 'Hohen Neuendorf' hinausgeschaut

Nachhaltigkeit und Sprachübertragungsqualität

Über das Projekt 'Hohen Neuendorf' hinausgeschaut

Messung in der GMS - Berufsschulzentrum Biberach, 2004



Über das Projekt 'Hohen Neuendorf' hinausgeschaut

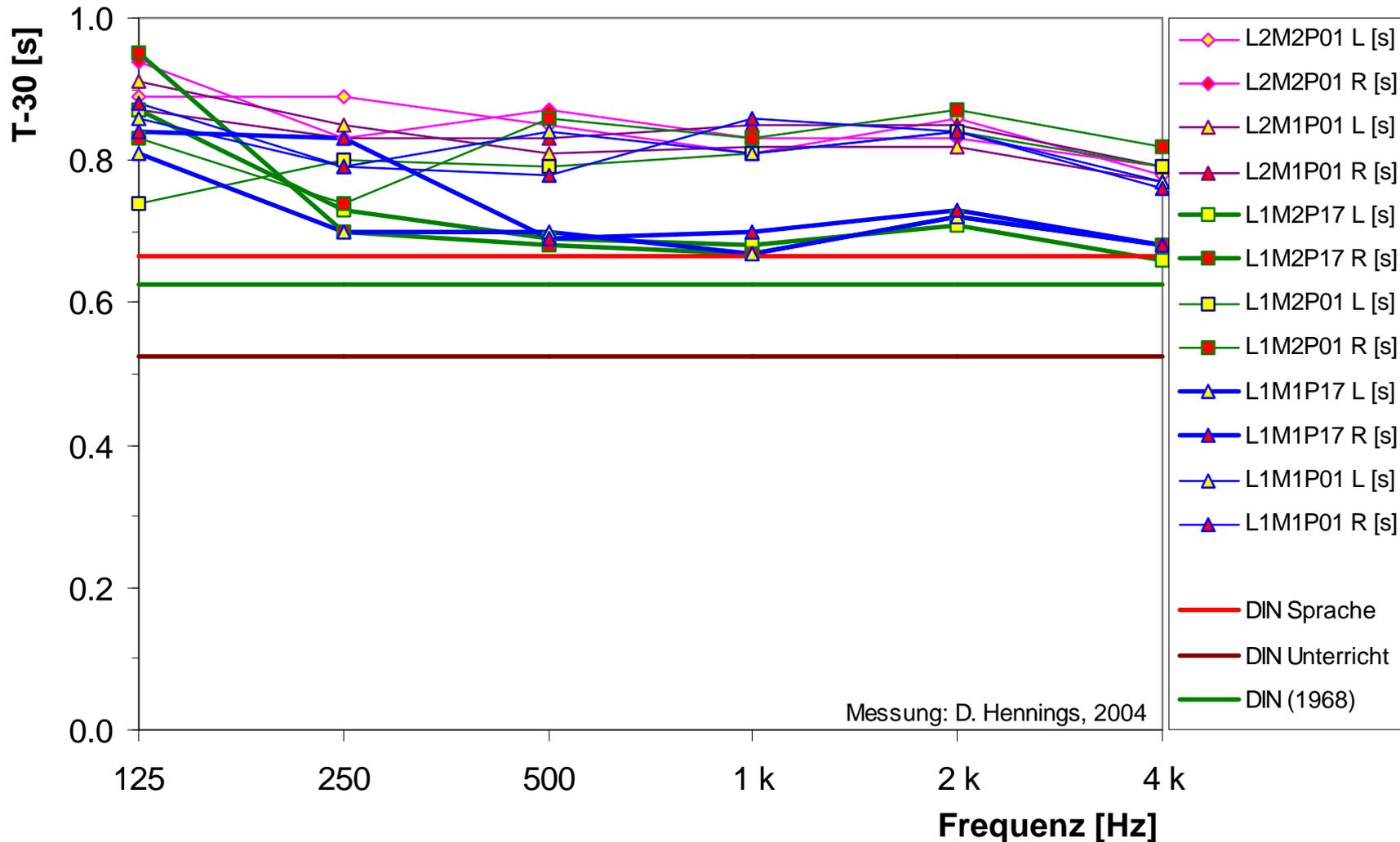
Messung in der GMS - Berufsschulzentrum Biberach, 2004



Über das Projekt 'Hohen Neuendorf' hinausgeschaut

Messung in der GMS - Berufsschulzentrum Biberach, 2004

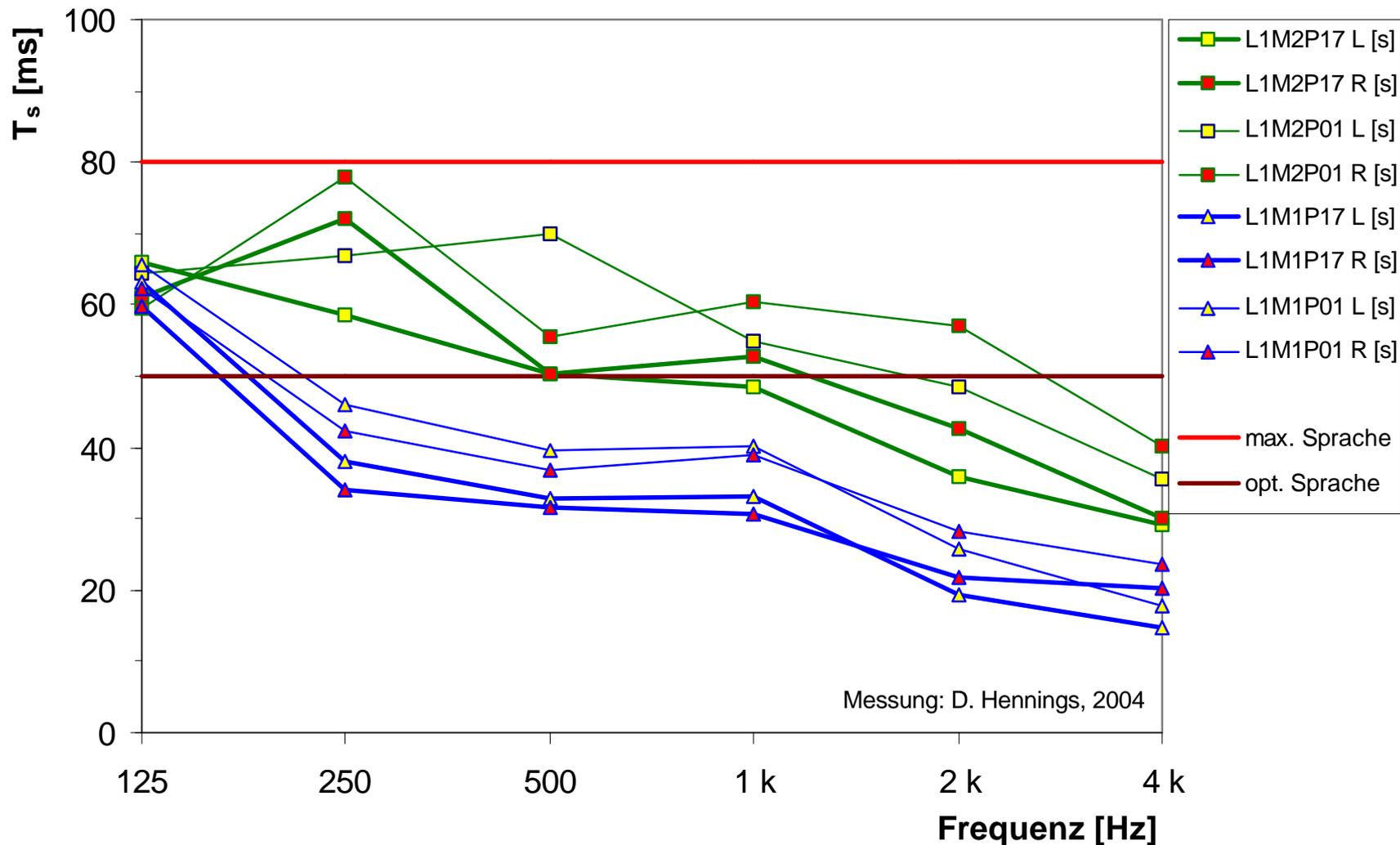
Nachhallzeiten mit 1 und mit 17 Personen im Unterrichtsraum



Über das Projekt 'Hohen Neuendorf' hinausgeschaut

Messung in der GMS - Berufsschulzentrum Biberach, 2004

Schwerpunktzeiten mit 1 und mit 17 Personen im Unterrichtsraum



Über das Projekt 'Hohen Neuendorf' hinausgeschaut

Maße für die Beurteilung der raumakustischen Qualität

Nachhallzeiten

- sind ein globales Maß für ganze Räume,
- können die Qualität einzelner Übertragungsstrecken nicht bewerten.

Allerdings können Nachhallzeiten leicht vorherberechnet werden

Über das Projekt 'Hohen Neuendorf' hinausgeschaut

Maße für die Beurteilung der raumakustischen Qualität

Nachhallzeiten

- sind ein globales Maß für ganze Räume
- können die Qualität einzelner Übertragungsstrecken nicht bewerten.

Allerdings können Nachhallzeiten leicht vorherberechnet werden

Schwerpunktzeiten (und andere Maße für Klarheit und Deutlichkeit)

- sind Maße für die Übertragungsqualität zwischen Sprecher und Hörer
- sind daher näher am gewünschten Resultat als Nachhallzeiten.

Aber die Prognose von Schwerpunktzeiten ist aufwendig (Simulation)

Über das Projekt 'Hohen Neuendorf' hinausgeschaut

Absorber für tiefe Frequenzen

Über das Projekt 'Hohen Neuendorf' hinausgeschaut

Absorber für tiefe Frequenzen

Viele Räume sind bei tiefen Frequenzen nicht gut bedämpft

- deutliche Resonanzen sind hörbar
- Raum neigt zum 'Dröhnen'
- tieffrequenter Lärm wird lauter

Über das Projekt 'Hohen Neuendorf' hinausgeschaut

Absorber für tiefe Frequenzen

Eignung verschiedener Absorbertypen

Über das Projekt 'Hohen Neuendorf' hinausgeschaut

Absorber für tiefe Frequenzen

Eignung verschiedener Absorbertypen

- Breitband-Absorber reichen bei 50 mm Stärke bis ca. 500 Hz
- reichen bei 100 mm Stärke bis ca. 250 Hz

Über das Projekt 'Hohen Neuendorf' hinausgeschaut

Absorber für tiefe Frequenzen

Eignung verschiedener Absorbertypen

- Breitband-Absorber
 - reichen bei 50 mm Stärke bis ca. 500 Hz
 - reichen bei 100 mm Stärke bis ca. 250 Hz
 - reichen bei 200 mm Stärke bis ca. 125 Hz
 - reichen bei 400 mm Stärke bis ca. 63 Hz
- tief-reichend nicht für Wandmontage geeignet

Über das Projekt 'Hohen Neuendorf' hinausgeschaut

Absorber für tiefe Frequenzen

Eignung verschiedener Absorbertypen

- Breitband-Absorber
 - reichen bei 50 mm Stärke bis ca. 500 Hz
 - reichen bei 100 mm Stärke bis ca. 250 Hz
 - reichen bei 200 mm Stärke bis ca. 125 Hz
 - reichen bei 400 mm Stärke bis ca. 63 Hz
 - tief-reichend nicht für Wandmontage geeignet
- Platten-Absorber
 - können sehr tief reichen, aber mäßig effizient
 - bei Flächen-Mangel weniger geeignet

Über das Projekt 'Hohen Neuendorf' hinausgeschaut

Absorber für tiefe Frequenzen

Eignung verschiedener Absorbertypen

- Breitband-Absorber
 - reichen bei 50 mm Stärke bis ca. 500 Hz
 - reichen bei 100 mm Stärke bis ca. 250 Hz
 - reichen bei 200 mm Stärke bis ca. 125 Hz
 - reichen bei 400 mm Stärke bis ca. 63 Hz
 - tief-reichend nicht für Wandmontage geeignet
- Platten-Absorber
 - können sehr tief reichen, aber mäßig effizient
 - bei Flächen-Mangel weniger geeignet
- Verglasungen / Leichtbau
 - wirken ähnlich ineffizienten Platten-Absorbern
 - sind aber ggf. ohnehin vorhanden

Über das Projekt 'Hohen Neuendorf' hinausgeschaut

Absorber für tiefe Frequenzen

Eignung verschiedener Absorbertypen

- Breitband-Absorber
 - reichen bei 50 mm Stärke bis ca. 500 Hz
 - reichen bei 100 mm Stärke bis ca. 250 Hz
 - reichen bei 200 mm Stärke bis ca. 125 Hz
 - reichen bei 400 mm Stärke bis ca. 63 Hz
 - tief-reichend nicht für Wandmontage geeignet
- Platten-Absorber
 - können sehr tief reichen, aber mäßig effizient
 - bei Flächen-Mangel weniger geeignet
- Verglasungen / Leichtbau
 - wirken ähnlich ineffizienten Platten-Absorbern
 - sind aber ggf. ohnehin vorhanden
- Verbundplatten-Absorber
 - wirken sehr gut und tief reichend
 - sind allerdings (bisher) sehr teuer

Über das Projekt 'Hohen Neuendorf' hinausgeschaut

Absorber für tiefe Frequenzen

Eignung verschiedener Absorbertypen

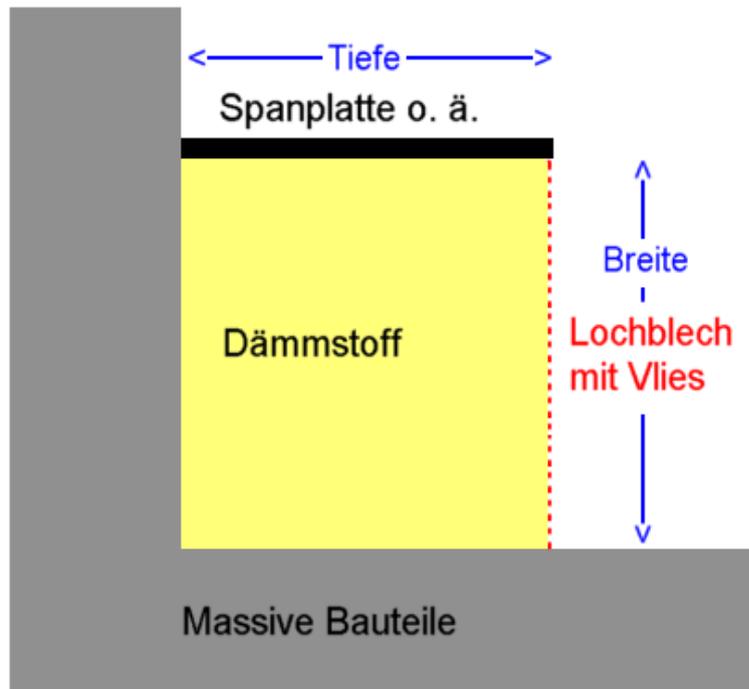
- Breitband-Absorber
 - reichen bei 50 mm Stärke bis ca. 500 Hz
 - reichen bei 100 mm Stärke bis ca. 250 Hz
 - reichen bei 200 mm Stärke bis ca. 125 Hz
 - reichen bei 400 mm Stärke bis ca. 63 Hz
 - tief-reichend nicht für Wandmontage geeignet
- Platten-Absorber
 - können sehr tief reichen, aber mäßig effizient
 - bei Flächen-Mangel weniger geeignet
- Verglasungen / Leichtbau
 - wirken ähnlich ineffizienten Platten-Absorbern
 - sind aber ggf. ohnehin vorhanden
- Verbundplatten-Absorber
 - wirken sehr gut und tief reichend
 - sind allerdings (bisher) sehr teuer
- Kanten-Absorber
 - wirken sehr gut und Flächen-sparend
 - aber

Über das Projekt 'Hohen Neuendorf' hinausgeschaut

Absorber für tiefe Frequenzen

Kanten-Absorber

- beruht auf der Struktur der Moden (Eigenschwingungen) von Räumen
- wirksame Fläche wesentlich größerer als geometrische Fläche
- nur bei tiefen Frequenzen nutzbar
- der Effekt tritt nur in Raum-Kanten auf.



Über das Projekt 'Hohen Neuendorf' hinausgeschaut

Absorber für tiefe Frequenzen

Kanten-Absorber

- beruht auf der Struktur der Moden (Eigenschwingungen) von Räumen
 - wirksame Fläche wesentlich größerer als geometrische Fläche
 - nur bei tiefen Frequenzen nutzbar
 - der Effekt tritt nur in Raum-Kanten auf.
-
- es fehlen noch Meßdaten verschiedener Ausführungen
 - es fehlen noch Berechnungs-Methoden für die Dimensionierung
 - es fehlen noch Standard-Lösungen

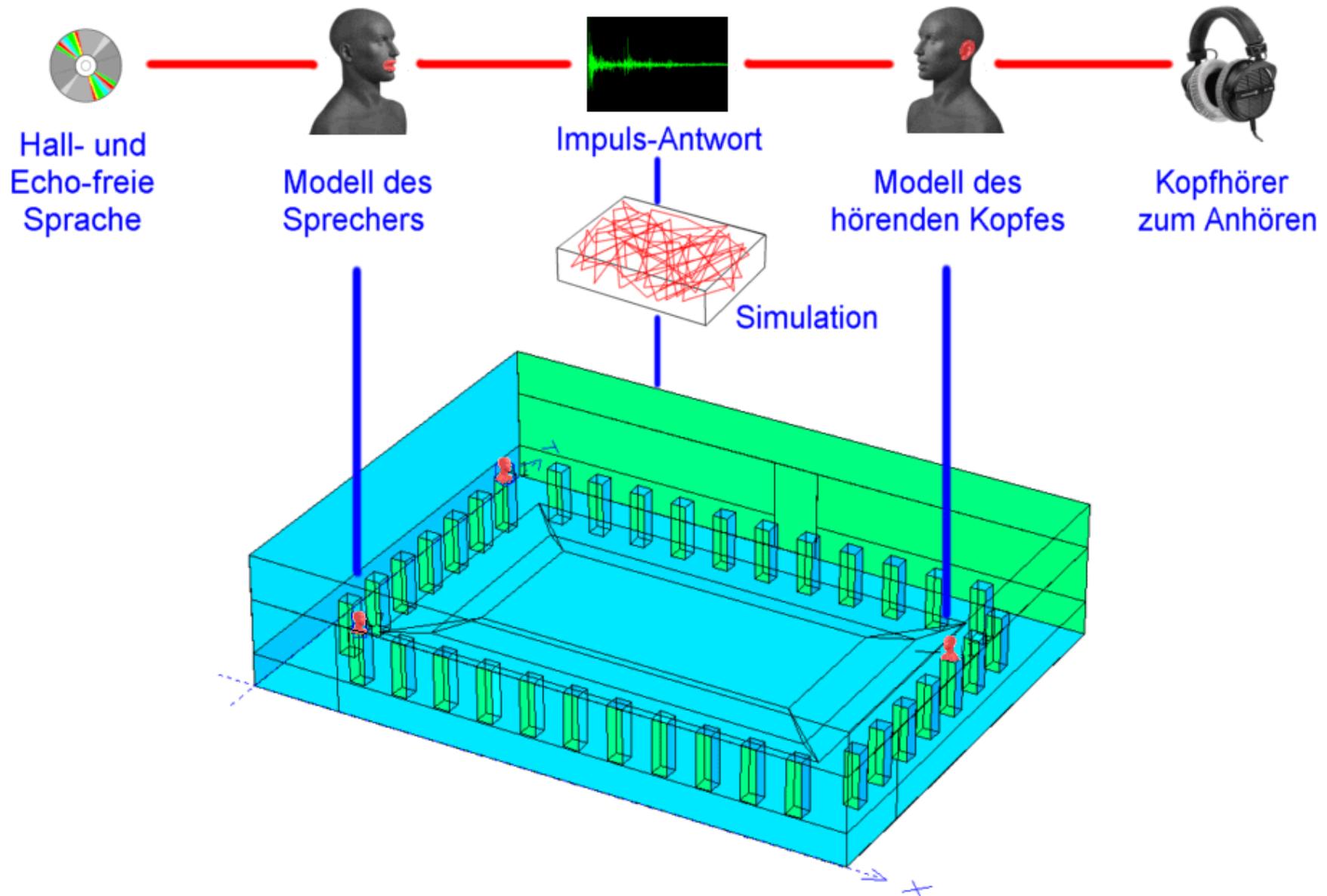
Es gibt hier noch Entwicklungs-Bedarf

Über das Projekt 'Hohen Neuendorf' hinausgeschaut

Auralisation - in noch nicht gebaute Räume hineinhören

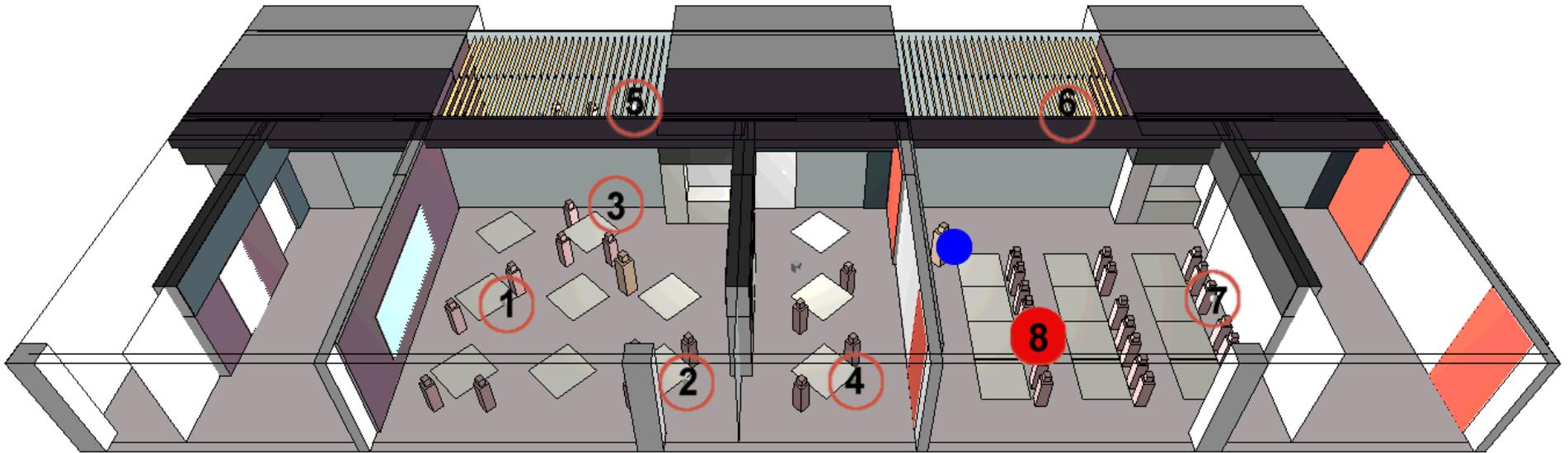
Über das Projekt 'Hohen Neuendorf' hinausgeschaut

Auralisation - in noch nicht gebaute Räume hineinhören



Über das Projekt 'Hohen Neuendorf' hinausgeschaut

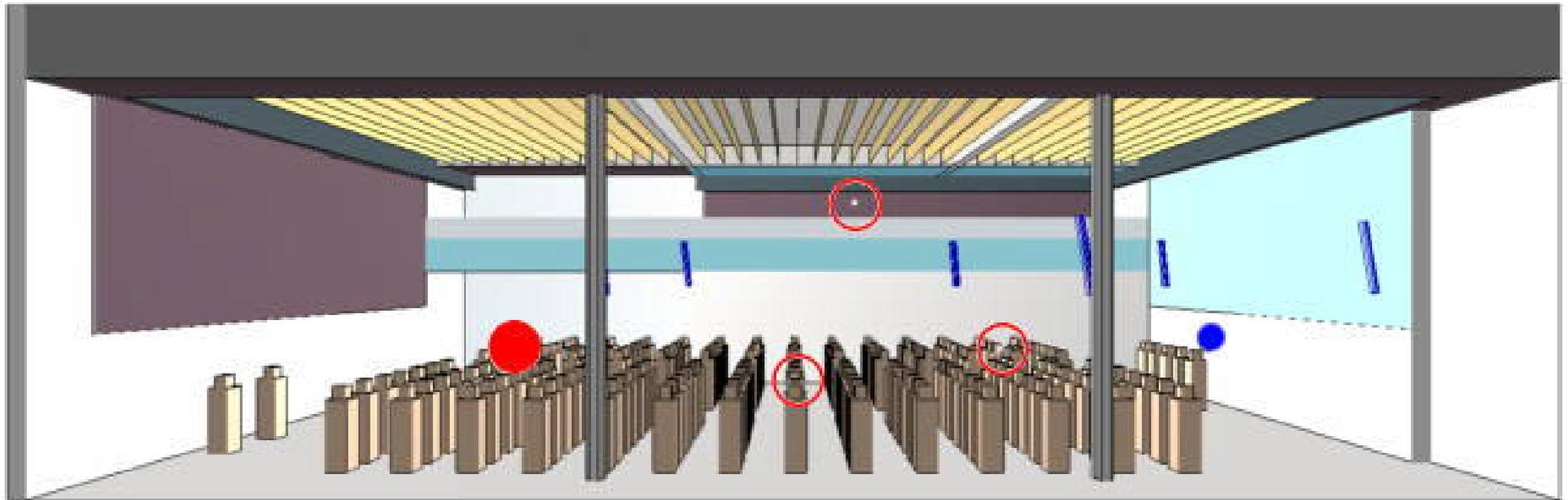
Auralisation - Hörpositionen in einem Klassentrakt



Auf einer speziellen Web-Seite für die Planer

Über das Projekt 'Hohen Neuendorf' hinausgeschaut

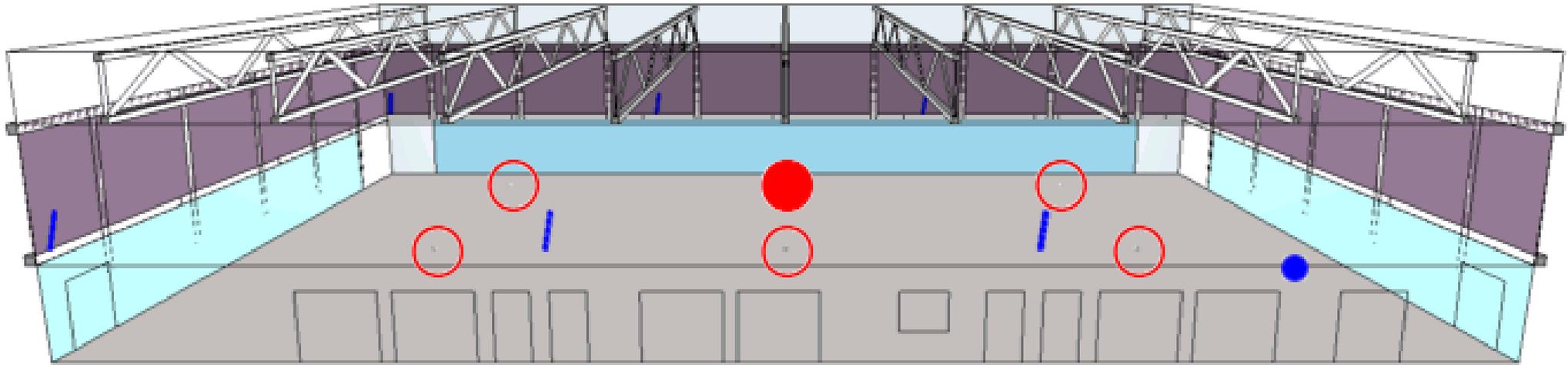
Auralisation - Hörpositionen in der voll besetzten Aula



Auf einer speziellen Web-Seite für die Planer

Über das Projekt 'Hohen Neuendorf' hinausgeschaut

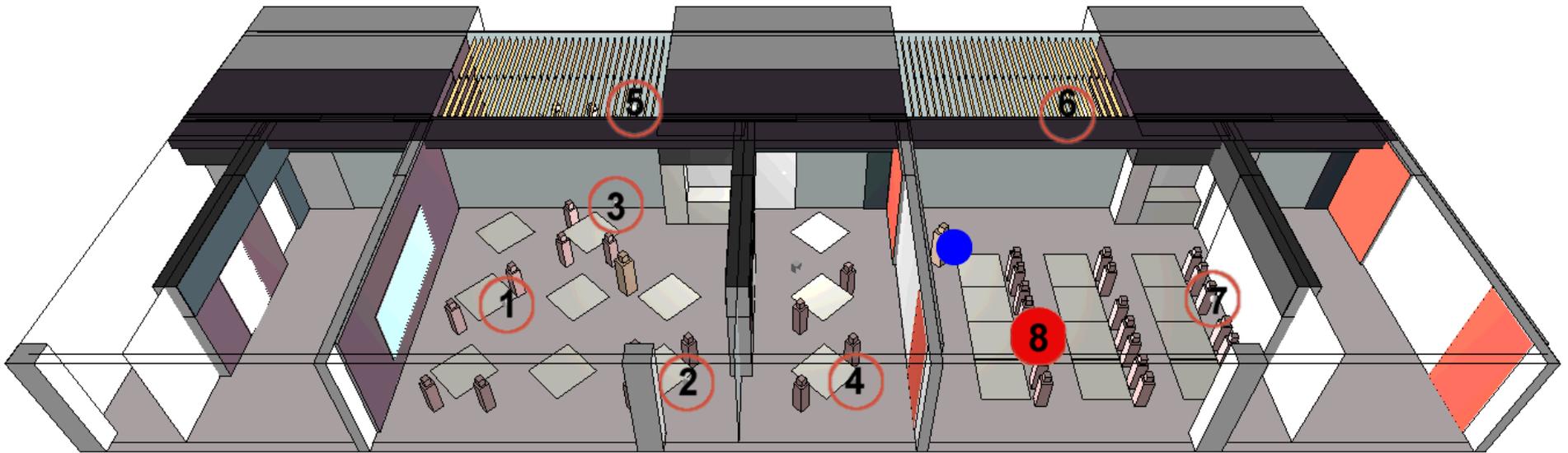
Auralisation - Hörpositionen in der Sporthalle



Auf einer speziellen Web-Seite für die Planer

Über das Projekt 'Hohen Neuendorf' hinausgeschaut

Auralisation - in noch nicht gebaute Räume hineinhören



**Demnächst: Web-Dokumentation zur Raumakustik - Hohen Neuendorf
unter 'www.eclim.de/GSHN'**

Fazit

Fazit

- **Es gibt gute Lösungen, die thermische Decken-Nutzung mit hoher raumakustischer Qualität vereinbaren**

Fazit

- **Es gibt gute Lösungen, die thermische Decken-Nutzung mit hoher raumakustischer Qualität vereinbaren**
- **Der puristische Ansatz - die Decke thermisch nutzen - Wände mit Schallabsorbern belegen - ist vorteilhaft für Kommunikationsräume**

Fazit

- **Es gibt gute Lösungen, die thermische Decken-Nutzung mit hoher raumakustischer Qualität vereinbaren**
- **Der puristische Ansatz - die Decke thermisch nutzen - Wände mit Schallabsorbern belegen - ist vorteilhaft für Kommunikationsräume**
- **In Räumen mit hohem Glasanteil der Wände werden Flächen knapp Lösungs-Richtung → weniger Glas**

Fazit

- **Es gibt gute Lösungen, die thermische Decken-Nutzung mit hoher raumakustischer Qualität vereinbaren**
- **Der puristische Ansatz - die Decke thermisch nutzen - Wände mit Schallabsorbern belegen - ist vorteilhaft für Kommunikationsräume**
- **In Räumen mit hohem Glasanteil der Wände werden Flächen knapp Lösungs-Richtung → weniger Glas**
- **Es gibt Qualitätsmaße, die für Sprachübertragung aussagekräftiger sind als Nachhallzeiten, allerdings aufwendiger zu berechnen**

Fazit

- **Es gibt gute Lösungen, die thermische Decken-Nutzung mit hoher raumakustischer Qualität vereinbaren**
- **Der puristische Ansatz - die Decke thermisch nutzen - Wände mit Schallabsorbern belegen - ist vorteilhaft für Kommunikationsräume**
- **In Räumen mit hohem Glasanteil der Wände werden Flächen knapp Lösungs-Richtung → weniger Glas**
- **Es gibt Qualitätsmaße, die für Sprachübertragung aussagekräftiger sind als Nachhallzeiten, allerdings aufwendiger zu berechnen**
- **Bei der Absorption tiefer Frequenzen besteht noch Entwicklungsbedarf, insbesondere an Kanten-Absorbern.**

Fazit

- **Es gibt gute Lösungen, die thermische Decken-Nutzung mit hoher raumakustischer Qualität vereinbaren**
- **Der puristische Ansatz - die Decke thermisch nutzen - Wände mit Schallabsorbern belegen - ist vorteilhaft für Kommunikationsräume**
- **In Räumen mit hohem Glasanteil der Wände werden Flächen knapp Lösungs-Richtung → weniger Glas**
- **Es gibt Qualitätsmaße, die für Sprachübertragung aussagekräftiger sind als Nachhallzeiten, allerdings aufwendiger zu berechnen**
- **Bei der Absorption tiefer Frequenzen besteht noch Entwicklungsbedarf, insbesondere an Kanten-Absorbern.**
- **Die Auralisation kann die Entscheidungen über raumakustische Lösungswege erleichtern.**

Fazit

- **Es gibt gute Lösungen, die thermische Decken-Nutzung mit hoher raumakustischer Qualität vereinbaren**
- **Der puristische Ansatz - die Decke thermisch nutzen - Wände mit Schallabsorbern belegen - ist vorteilhaft für Kommunikationsräume**
- **In Räumen mit hohem Glasanteil der Wände werden Flächen knapp Lösungs-Richtung → weniger Glas**
- **Es gibt Qualitätsmaße, die für Sprachübertragung aussagekräftiger sind als Nachhallzeiten, allerdings aufwendiger zu berechnen**
- **Bei der Absorption tiefer Frequenzen besteht noch Entwicklungsbedarf, insbesondere an Kanten-Absorbern.**
- **Die Auralisation kann die Entscheidungen über raumakustische Lösungswege erleichtern.**

Vielen Dank !

