

Düsseldorf, 06.07.2021
 Unser Zeichen: L 913801
 Ansprechpartner: Frau Ing. Tec. (E) Boyano
 Herr B. Eng. Ladleif

Raumakustisches Gutachten

Projekt: **Neubau einer 4-gruppigen KiTa**
 Karlstraße 11

40699 Erkrath

Bauherr: **Stadt Erkrath**
 Der Bürgermeister
 Bahnstraße 16

40699 Erkrath

Architekt: **mrr architekten**
 Martin Ritz-Rahmann Dipl.-Ing. Architekt BDA
 Sedanstraße 1a

40217 Düsseldorf

Inhalt: **Raumakustische Bearbeitung**

**Institut für Schalltechnik, Raumakustik,
 Wärmeschutz**

Dr.-Ing. Klapdor GmbH

Mitgliedschaften: DGNB, VBI

VMPA Schallschutzprüfstelle nach DIN 4109
 VMPA-SPG-178-97 NRW

**Bekannt gegebene Stelle nach § 29b BImSchG
 für den Standort Düsseldorf**

40468 Düsseldorf • Kalkumer Straße 173
 Tel.: 0211 / 41 85 56-0 Fax: 0211 / 42 05 11

Niederlassungen:

10553 Berlin • Reuchlinstraße 10-11
 Tel.: 030 / 36 40 799-0 Fax: 030 / 36 40 799-19

33602 Bielefeld • Niederwall 10
 Tel.: 0521 / 96 87 64 82 Fax: 0521 / 98 62 88 86

44227 Dortmund • Baroper Straße 233
 Tel.: 0231 / 75 445-197

55124 Mainz • An der Ochsenwiese 3
 Tel.: 06131 / 62 72 460 Fax: 06131 / 62 72 464

22303 Hamburg • Jarrestraße 80
 Tel.: 040 / 27 16 75 66 Fax: 040 / 21 90 73-10

76137 Karlsruhe • Schützenstraße 12
 Tel.: 0721 / 93 51 41 30 Fax: 0721 / 93 51 41 32

50674 Köln • Brüsseler Platz 15
 Tel.: 0221 / 94 99 02 0 Fax: 0221 / 94 99 02 99

info@isrw-klapdor.de
www.isrw-klapdor.de

Geschäftsführer:

Dipl.-Ing. Michael Urta

Dipl.-Ing. Gernot Kubanek

Öffentlich bestellter und vereidigter
 Sachverständiger von der IHK zu Düsseldorf
 für Bau- und Raumakustik

Sitz der Gesellschaft: Düsseldorf
 Registergericht Düsseldorf, HRB 27839

Deutsche Bank PGK AG, Remscheid
 IBAN: DE44 3407 0024 0506 4688 00

Postbank Essen
 IBAN DE23 3601 0043 0448 8184 31

Inhaltsverzeichnis

Seite

1	Situation und Aufgabenstellung -----	3
2	Grundlagen der Entwurfsbearbeitung -----	3
3	Raumakustik -----	4
3.1	Nachhallzeit -----	4
3.2	Anforderung nach DIN 18041: 2016-03 -----	4
3.3	Feinstruktur des Nachhalls -----	5
3.4	Grundkonzept der raumakustischen Entwürfe -----	6
3.5	Angemessenes Nutz-Stör-Schallpegel-Verhältnis -----	6
3.6	Echofreiheit -----	6
4	Berechnungen der Nachhallzeit -----	7
5	Maßnahmandarstellung -----	8
6	Rechnerische Prognose / Bewertung zur Raumakustik -----	9
6.1	Mehrzweckfläche -----	9
6.2	Gruppenraum 1 -----	10
6.3	Ruheraum 1 -----	11
6.4	Nebenraum 1 -----	12
6.5	Büro Leitung -----	13
6.6	Büro -----	14
6.7	Personal -----	15
6.8	Foyer + Spielflur + Bistro -----	16
7	Zusammenfassung -----	17

1 Situation und Aufgabenstellung

Das Architekturbüro *mrr architekten* aus Düsseldorf plant einen Neubau einer Kindertagesstätte in Erkrath.

Das Objekt beinhaltet im Wesentlichen Gruppenräume inklusive Ruheräume und Nebenräume. Ebenso sind Büros, eine Mehrzweckfläche und ein Foyer mit anliegenden Spielflächen und einem Bistro geplant.

Es ist zu untersuchen, welche raumakustischen Maßnahmen zu ergreifen / zu empfehlen sind, um insbesondere der DIN 18041 zu entsprechen und so eine angemessene Raumakustik zu ermöglichen.

Die erforderlichen raumakustischen Maßnahmen werden in dieser konzeptionellen Betrachtung benannt. Auf Grundlage des derzeitigen Planungsstandes werden die relevanten Konstruktionen beschrieben und in den Flächenansätzen bewertet aufgenommen.

2 Grundlagen der Entwurfsbearbeitung

Für die nachfolgende Entwurfsbearbeitung werden folgende Betrachtungen bzw. Empfehlungen formuliert, welche im Rahmen einer nutzungsspezifischen Abstimmung im Planungsprozedere weiter zu entwickeln sind:

[1] DIN 18041: Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen; März 2016

[2] VDI 3755: Schalldämmung und Schallabsorption abgehängter Unterdecken

Des Weiteren bilden die nachfolgenden Punkte die Grundlage der Entwurfsbearbeitung

- Planstand Juni 2021

3 Raumakustik

Raumakustische Anforderungen und Ausstattungen verfolgen für die Nutzungsbe-
reiche das Ziel, eine für den jeweiligen Zweck angepasste Sprachverständlichkeit
bzw. Pegelminderung zu ermöglichen.

Ziel der raumakustischen Gestaltung für Räume, die für Sprache geeignet sein sol-
len, ist es, durch eine geeignete Raumgeometrie und -Gliederung sowie mittels ge-
eigneter Verteilung der schallabsorbierenden Flächen, die Grundvoraussetzungen
für eine angepasste Raumakustik zu schaffen.

3.1 Nachhallzeit

Die Nachhallzeit „T“ eines Raumes ist als der Zeitabschnitt definiert, indem ein
Schallpegel um 60 dB abfällt. Die Nachhallzeit eines Raumes hängt vom Material
und der Konstruktion der Innenausstattung sowie von der Personenbesetzung und
dem Volumen ab. Die einem Raum angemessene (optimale) Nachhallzeit richtet
sich u.a. nach seiner Größe, jedoch mehr noch nach seiner Art der Nutzung.

3.2 Anforderung nach DIN 18041: 2016-03

Die DIN 18041: 2016-03 gibt Werte der erforderlichen Nachhallzeit für Räume mit
höherwertigen Anforderungen an, z.B. sprachliche Übermittlung über mittlere und
größere Entfernungen (Räume der Gruppen A) oder geringe Entfernungen (Räume
der Gruppe B).

Für die hier zu betrachtenden Räume ist nach deren Nutzung die angemessene Soll-
Nachhallzeit wie folgt anzusetzen:

- Planungsvorgaben für Räume der Gruppe A enthält die DIN 18041:2016-03
(„Hörsamkeit in Räumen“). Danach ist für die Nutzungen nur eine angemes-
sene Soll-Nachhallzeit wie folgt anzusetzen:

$$\text{RG A4 Unterricht/Kommunikation inklusiv } T_{\text{Soll,A4}} = \left(0,26 \log \frac{V}{\text{m}^3} - 0,14\right) \text{ s}$$

- Planungsvorgaben für Räume der Gruppe B enthält die DIN 18041:2016-03
(„Hörsamkeit in Räumen“). Danach ist für die verschiedenen Nutzungen die
angemessene A/V-Verhältnis wie folgt anzusetzen:

RG B4 Räume mit Bedarf an Lärminderung und Raumkomfort

$$A/V \geq [2,13 + 4,69 \log(h/1 \text{ m})]^{-1}$$

RG B5 Räume mit besonderem Bedarf an Lärminderung und Raumkomfort

$$A/V \geq [1,47 + 4,69 \log(h/1 \text{ m})]^{-1}$$

Laut DIN 18041 sind Gruppenräume in Kindertagesstätten und Kindergärten nach
Nutzung „Unterricht“ einzuordnen.

Die DIN 18041 empfiehlt bei Neubauten von Gruppenräumen in Kindertagesstätten, diese als Räume der Gruppe A4 zu betrachten. Dabei wird Inklusion berücksichtigt und die Räume müssen eine kürzere Nachhallzeit aufweisen.

Was bedeutet hier Inklusion?

Im Kern meint Inklusion, dass alle Menschen selbstbestimmt am gesellschaftlichen Leben teilnehmen können sollen. Demnach müssen sich Menschen mit Behinderungen nicht integrieren und an ihre Umwelt anpassen, sondern umgekehrt soll diese sich an sie anpassen.

Von Personen mit Hörschäden wird die raumakustische Situation für Sprachkommunikation umso günstiger empfunden, je kürzer die Nachhallzeit ist. Dasselbe gilt auch für die Kommunikation mit Personen in einer Sprache, die nicht als Muttersprache gelernt wurde und bei der Kommunikation mit Personen, die auf andere Weise einen Bedarf nach erhöhter Sprachverständlichkeit haben, z.B. Personen mit Sprach- oder Sprachverarbeitungsstörungen, Konzentrations- bzw. Aufmerksamkeitsstörungen, Leistungsbeeinträchtigungen. Im Zweifelsfall sollten in Räumen zur Sprach-Information und Kommunikation eher kürzere als längere Nachhallzeiten realisiert werden.

Aus Sicht der Unterzeichner hat die Anforderung „Unterricht“ das Ziel die Sprache des Redners in die entfernten Zuhörerpositionen zu übertragen.

In Kindertagesstätten erfolgt die Kommunikation im Nahfeld über den direkten Schall. Hier hat die Anforderung „Unterricht Inklusion“ das Ziel genug Bedämpfung in den Räumen zu erzielen, so dass diese Kommunikation in einer relativ lärmbelastigten Umgebung möglich ist.

3.3 Feinstruktur des Nachhalls

Nach den Vorstellungen der geometrischen Akustik kommt der Nachhall eines Raumes dadurch zustande, dass der Schall an den Raumbegrenzungsflächen immer wieder zurückgeworfen wird.

Folglich empfängt ein Zuhörer in einem Raum neben dem Direktschall, auch zahlreiche „Rückwürfe“, d. h. Schallanteile über einmal, zweimal usw. reflektierte Schallstrahlen. Die letzteren sind gegenüber dem Direktschall verzögert und gedämpft, da der reflektierte Schall zum einen größere Wege zurückzulegen und zum anderen nur unvollkommen – durch Absorption – an den Wänden reflektiert wird.

Sendet die Schallquelle einen kurzen Impuls aus, so besteht die am Ohr des Zuhörers auftretende Antwort des Raumes aus einer ganzen Folge von Impulsen, deren Dichte mit der Zeit im Mittel quadratisch zunimmt, deren Stärke aber immer kleiner wird.

3.4 Grundkonzept der raumakustischen Entwürfe

Ziel der raumakustischen Gestaltung eines Raumes ist es, durch eine geeignete Raumgeometrie und geeignete Verteilung der schallabsorbierenden und schallreflektierenden Flächen, die Grundvoraussetzungen für eine gute Raumakustik zu schaffen.

3.5 Angemessenes Nutz-Stör-Schallpegel-Verhältnis

Der Störschallpegel wird durch folgende Randbedingungen festgelegt:

- Lärmeinwirkung von außen über die Fassade
- Geräuschpegel durch anwesende Personen
- Lärmeinwirkung durch haustechnische Anlagen
- Arbeitsmittel der Arbeitsplätze

3.6 Echofreiheit

Für alle Räume mit einem Anspruch auf eine „gute Akustik“ gilt, dass in den wesentlichen Übertragungswegen keine Echos auftreten dürfen. Dies gilt insbesondere für Sprachveranstaltungen, da das Sprachsignal in Verbindung mit der allgemein kürzeren Nachhallzeit von sprachlich genutzten Räumen, sensibler auf Echos reagiert, im Vergleich zum musikalischen Fall. Dies hängt mit der kürzeren Signalabfolge von gesprochenen Worten zusammen.

Die beiden erwähnten Aspekte tragen im Wesentlichen zum komplexen Begriff der Qualität von Sprachübertragungen bei und es gilt daher die dazu beitragenden Parameter zu optimieren.

4 Berechnungen der Nachhallzeit

Für die Berechnung der Nachhallzeit bei den Oktavmittenfrequenzen 125 Hz bis 4000 Hz sind die Bauteile mit ihren Flächen und entsprechenden Schallabsorptionsgraden bei den Oktavmittenfrequenzen zu berücksichtigen. Auch zu berücksichtigen sind die Personen und die Art der Bestuhlung (Reihenbestuhlung bzw. Plätze am Tisch). Die einzelnen Nachhallzeiten bei den Oktavmittenfrequenzen werden nach folgenden Formeln ermittelt:

Berechnung nach Sabine:

$$T = 0,163 \frac{V}{A} \rightarrow A = \sum_i A_i \rightarrow A_i = \sum_i \alpha_i \cdot S_i$$

V = Raumvolumen / m³

A = äquivalente Absorptionsfläche / m²

T = Nachhallzeit / sec.

α_i = Absorptionsgrad der Teilfläche S_i

Berechnung nach Eyring:

$$T = 0,163 \frac{V}{-\ln(1 - \bar{\alpha}) S_{\text{ges}}}$$

V = Raumvolumen / m³

S_{ges} = Gesamtoberfläche der Umfassungsbauteile / m²

$\bar{\alpha}$ = mittlerer Schallabsorptionsgrad aller Bauteile der Umfassungsflächen

5 Maßnahmandarstellung

Folgend wird eine konkrete Maßnahme unter Angabe der benötigten Flächen und Materialien vorgeschlagen, die die Empfehlungen der DIN 18041 umsetzen. Generell können die Materialien unter Berücksichtigung des geforderten bewerteten Absorptionsgrades α_w und der geforderten Fläche durch andere Systeme ersetzt werden.

Ausstattung

Boden:	hart
Wände / Fassade:	In Teilbereichen schallhart in Form von Massiv- bzw. Leichtkonstruktion, und Glas
Decke:	massiv mit Abhangdecke

Folgende Variante wird hier untersucht:

Anmerkung: Aufgrund der Tatsache, dass bei der Raumnutzung inklusiv geplant wird, ist eine Planung mit Dämmung notwendig, um die Empfehlungen der DIN 18041 zu entsprechen.

Maßnahme 1 – Holzwolle-Akustikplatten (Deckenbereich)

z.B. Akustiksystem für Decken mit Holzwolle-Akustikplatten, z.B. Heradesign superfine mit einer Dicke von 35 mm, einer TKH = 200 mm und einer Hinterfüllung von 40 mm, oder glw. ($\alpha_w \geq 1,00$)

zusätzliche Maßnahme – Holzwolle-Akustikplatten (Wandbereich) – optional

z.B. Akustiksystem für Wände mit Holzwolle-Akustikplatten, z.B. Heradesign fine mit einer Dicke von 35 mm, einer TKH = 85 mm und einer Hinterfüllung von 50 mm, oder glw. ($\alpha_w \geq 0,90$)

Bei Anbringung von Wandabsorbern auf die Fassade bedarf es einer gesonderten Abstimmung, da hier der Verdacht auf eine Verschiebung des Taupunktes des Außenbauteils besteht.

Unter Kapitel 6 wird die Maßnahme für alle erforderlichen Räume untersucht. Es werden Büros, exemplarisch der Gruppenraum 1 mit Ruheraum und Nebenraum, ein Foyer mit Spielflur und Bistro und eine Mehrzweckfläche betrachtet.

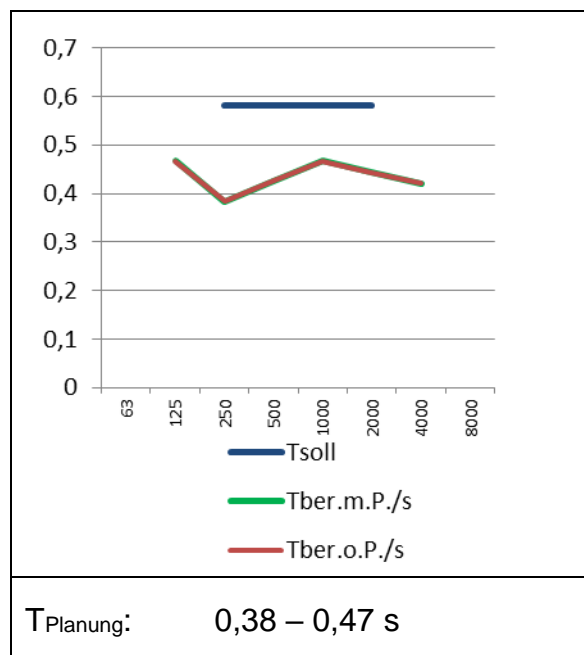
6 Rechnerische Prognose / Bewertung zur Raumakustik

6.1 Mehrzweckfläche

(Randbedingung: leer / Grundfläche $\approx 55,61 \text{ m}^2$ / Volumen $\approx 155,7 \text{ m}^3$)

$T_{\text{DIN 18041}} \leq 0,58 \text{ s}$

Maßnahme: $\geq 80 \%$ der Deckenfläche mit Holzwolle-Akustikplatten, z.B. Heradesign superfine mit einer Dicke von 35 mm, einer TKH = 200 mm und einer Hinterfüllung von 40 mm, oder glw. ($\alpha_w \geq 1,00$)



Rechnerische Prognose / Bewertung

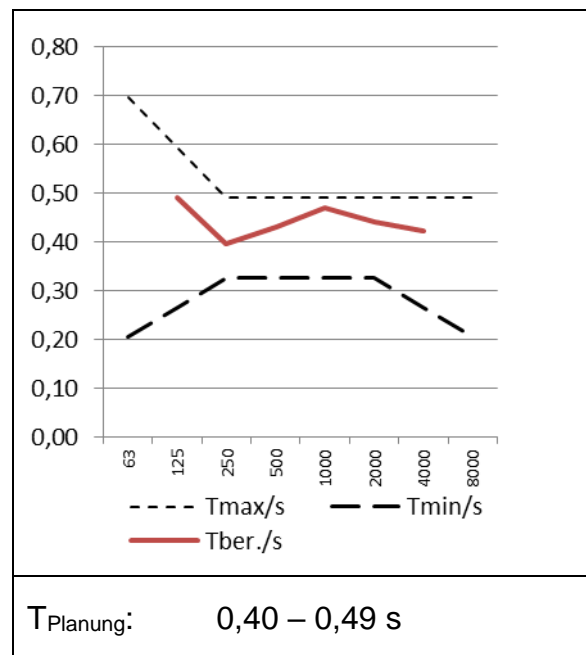
Dieser Stand erfüllt die Empfehlungen für die Raumgruppe B5 nach DIN 18041 und kann für die weitere Planung übernommen werden.

6.2 Gruppenraum 1

(Randbedingung: leer / Grundfläche $\approx 46,52 \text{ m}^2$ / Volumen $\approx 130,3 \text{ m}^3$)

$T_{\text{DIN 18041}}$ 0,27 - 0,59 s

Maßnahme: $\geq 80 \%$ der Deckenfläche mit Holzwolle-Akustikplatten, z.B. Heradesign superfine mit einer Dicke von 35 mm, einer TKH = 200 mm und einer Hinterfüllung von 40 mm, oder glw. ($\alpha_w \geq 1,00$)



Rechnerische Prognose / Bewertung

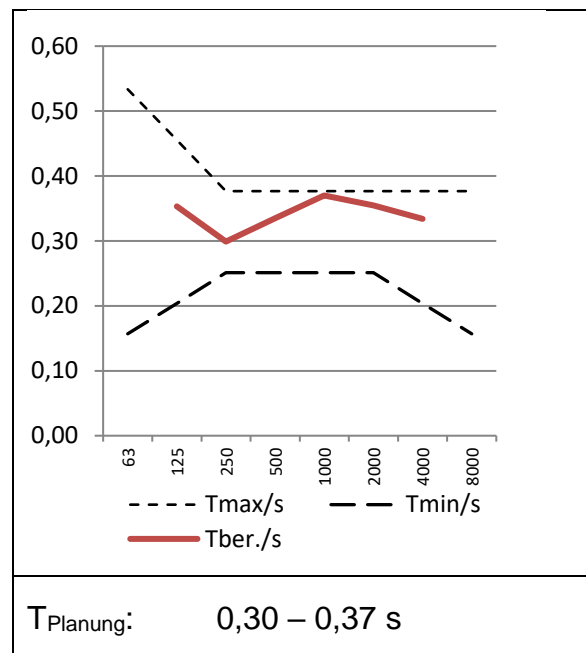
Dieser Stand erfüllt die Empfehlungen für die Raumgruppe A4 nach DIN 18041 und kann für die weitere Planung übernommen werden.

6.3 Ruheraum 1

(Randbedingung: leer / Grundfläche $\approx 19,88 \text{ m}^2$ / Volumen $\approx 55,66 \text{ m}^3$)

$T_{\text{DIN 18041}}$ 0,20 - 0,46 s

Maßnahme: 100 % der Deckenfläche mit Holzwolle-Akustikplatten, z.B. Heradesign superfine mit einer Dicke von 35 mm, einer TKH = 200 mm und einer Hinterfüllung von 40 mm, oder glw. ($\alpha_w \geq 1,00$)



Rechnerische Prognose / Bewertung

Dieser Stand erfüllt die Empfehlungen für die Raumgruppe A4 nach DIN 18041 und kann für die weitere Planung übernommen werden.

Anmerkung:

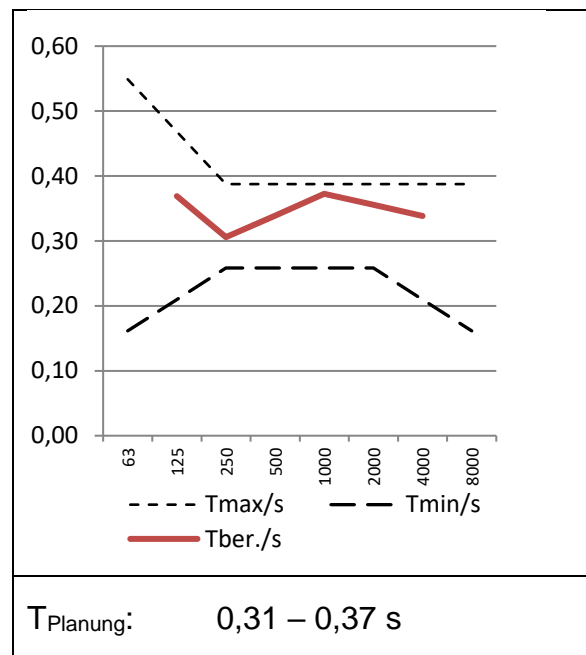
Sollte es nicht möglich sein, 100 % der Deckenfläche mit Holzwolle-Akustikplatten zu belegen, wird eine zusätzliche Wandabsorption (ca. $7,8 \text{ m}^2$) mit der im Kapitel 5 optional beschriebenen Maßnahme empfohlen.

6.4 Nebenraum 1

(Randbedingung: leer / Grundfläche $\approx 21,54 \text{ m}^2$ / Volumen $\approx 60,31 \text{ m}^3$)

$T_{\text{DIN 18041}}$ 0,21 - 0,47 s

Maßnahme: 100 % der Deckenfläche mit Holzwolle-Akustikplatten, z.B. Heradesign superfine mit einer Dicke von 35 mm, einer TKH = 200 mm und einer Hinterfüllung von 40 mm, oder glw. ($\alpha_w \geq 1,00$)



Rechnerische Prognose / Bewertung

Dieser Stand erfüllt die Empfehlungen für die Raumgruppe A4 nach DIN 18041 und kann für die weitere Planung übernommen werden.

Anmerkung:

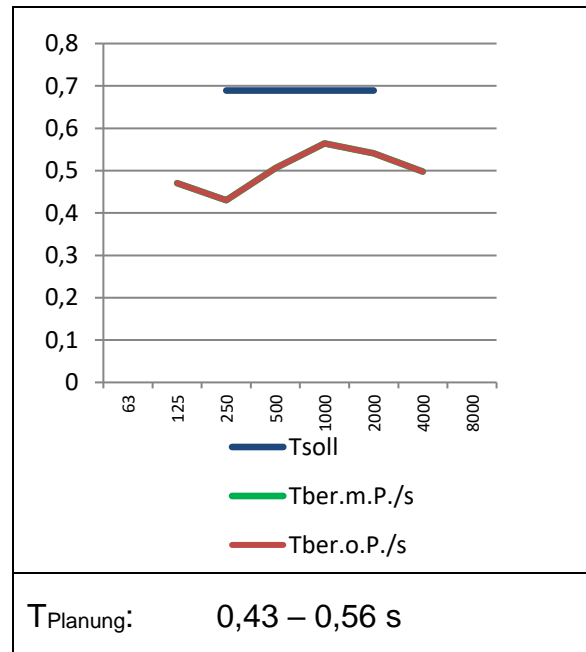
Sollte es nicht möglich sein, 100 % der Deckenfläche mit Holzwolle-Akustikplatten zu belegen, wird eine zusätzliche Wandabsorption (ca. $7,8 \text{ m}^2$) mit der im Kapitel 5 optional beschriebenen Maßnahme empfohlen.

6.5 Büro Leitung

(Randbedingung: leer / Grundfläche $\approx 22 \text{ m}^2$ / Volumen $\approx 62,7 \text{ m}^3$)

$T_{\text{DIN 18041}} \leq 0,69 \text{ s}$

Maßnahme: $\geq 60 \%$ der Deckenfläche mit Holzwolle-Akustikplatten, z.B. Heradesign superfine mit einer Dicke von 35 mm, einer TKH = 200 mm und einer Hinterfüllung von 40 mm, oder glw. ($\alpha_w \geq 1,00$)



Rechnerische Prognose / Bewertung

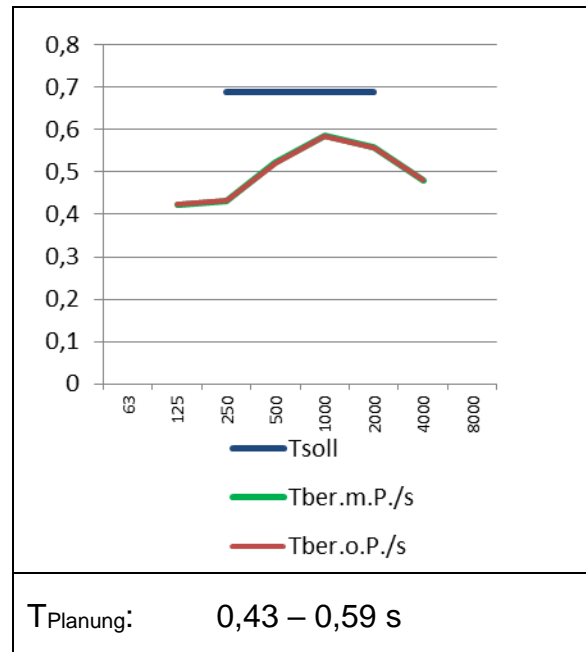
Dieser Stand erfüllt die Empfehlungen für die Raumgruppe B4 nach DIN 18041 und kann für die weitere Planung übernommen werden.

6.6 Büro

(Randbedingung: leer / Grundfläche $\approx 11 \text{ m}^2$ / Volumen $\approx 32 \text{ m}^3$)

$T_{\text{DIN 18041}} \leq 0,69 \text{ s}$

Maßnahme: $\geq 50 \%$ der Deckenfläche mit Holzwolle-Akustikplatten, z.B. Heradesign superfine mit einer Dicke von 35 mm, einer TKH = 200 mm und einer Hinterfüllung von 40 mm, oder glw. ($\alpha_w \geq 1,00$)



Rechnerische Prognose / Bewertung

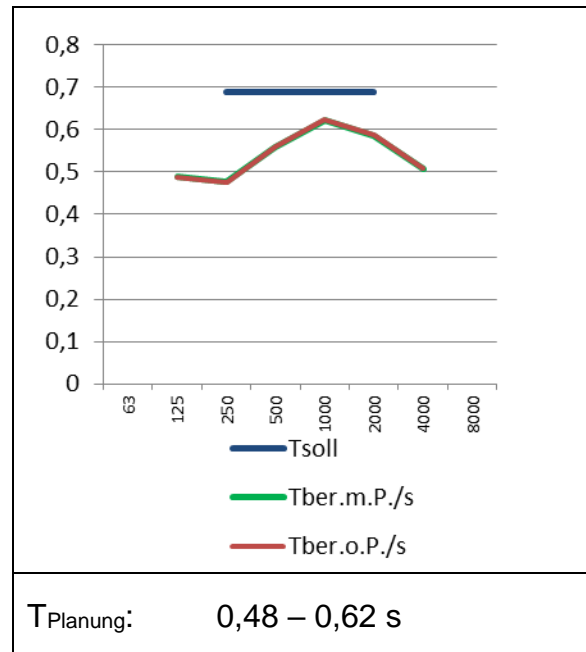
Dieser Stand erfüllt die Empfehlungen für die Raumgruppe B4 nach DIN 18041 und kann für die weitere Planung übernommen werden.

6.7 Personal

(Randbedingung: leer / Grundfläche $\approx 17,64 \text{ m}^2$ / Volumen $\approx 49,39 \text{ m}^3$)

$T_{\text{DIN 18041}} \leq 0,69 \text{ s}$

Maßnahme: $\geq 50 \%$ der Deckenfläche mit Holzwolle-Akustikplatten, z.B. Heradesign superfine mit einer Dicke von 35 mm, einer TKH = 200 mm und einer Hinterfüllung von 40 mm, oder glw. ($\alpha_w \geq 1,00$)



Rechnerische Prognose / Bewertung

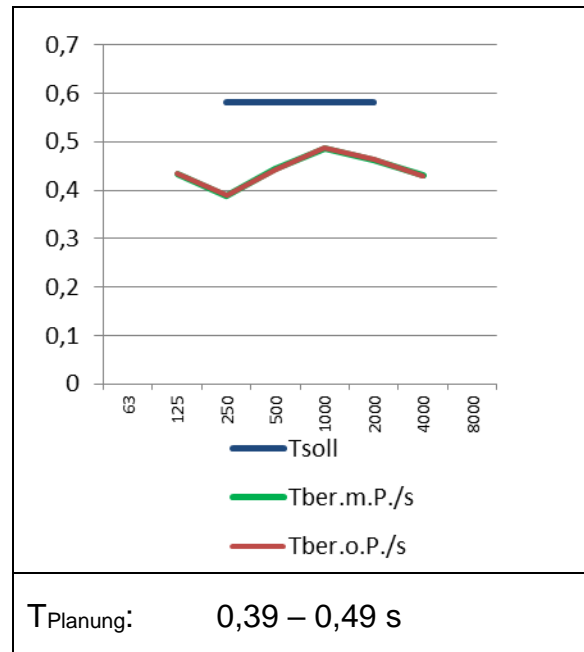
Dieser Stand erfüllt die Empfehlungen für die Raumgruppe B4 nach DIN 18041 und kann für die weitere Planung übernommen werden.

6.8 Spielflur

(Randbedingung: leer / Grundfläche $\approx 130,5 \text{ m}^2$ / Volumen $\approx 413,2 \text{ m}^3$)

$T_{\text{DIN 18041}} \leq 0,58 \text{ s}$

Maßnahme: $\geq 80 \%$ der Deckenfläche mit Holzwolle-Akustikplatten, z.B. Heradesign superfine mit einer Dicke von 35 mm, einer TKH = 200 mm und einer Hinterfüllung von 40 mm, oder glw. ($\alpha_w \geq 1,00$)



Rechnerische Prognose / Bewertung

Dieser Stand erfüllt die Empfehlungen für die Raumgruppe B5 nach DIN 18041 und kann für die weitere Planung übernommen werden.

7 Zusammenfassung

In der vorliegenden Bearbeitung sind die raumakustischen Verhältnisse auf der Basis der vorliegenden Planung gemäß der Empfehlungen der DIN 18041:2016-03 prognostiziert und beurteilt worden.

Aus Sicht der Unterzeichner ist die Maßnahme mit Deckensystemen aus Holzwolle-Akustikplatten umzusetzen. Die daraus resultierende Nachhallzeit erfüllt die Empfehlungen der DIN 18041. Das Ergebnis kann in die weitere Planung übernommen werden.



ppa. (Dipl.-Ing. Georg Jansen)



i.A. (Ing. Tec. (E) Soraya Boyano)